

# 七星瓢虫的卵黄发生:卵黄原蛋白的 发生和取食代饲料的影响

龚和 翟启慧 魏定义 张建中

(中国科学院动物研究所)

**摘要** 1. 用凝胶电泳和免疫扩散法研究了七星瓢虫成虫脂肪体、血淋巴和卵巢中总蛋白和卵黄原蛋白的含量变化和相互关系。查明七星瓢虫和某些被研究过的昆虫一样, 卵黄原蛋白在脂肪体内合成, 释放到血淋巴, 然后被发育的卵母细胞摄取。

2. 系统观察了七星瓢虫成虫血淋巴中卵黄原蛋白和产卵的关系。在适温下取食蚜虫的成虫多数在羽化后四天血淋巴中出现卵黄原蛋白, 十天后开始产卵。如食料适宜, 在整个产卵期, 血淋巴中卵黄原蛋白的水平较高。

3. 对比了取食不同饲料的个体中脂肪体和卵巢鲜重的变化。对取食代饲料的产卵与不产卵个体的脂肪体、血淋巴、卵巢进行了分析比较。讨论了取食代饲料的部分个体不产卵的原因。

4. 保幼激素类似物 ZR-512 促进卵黄原蛋白的合成, 使取食代饲料不产卵个体的血淋巴中卵黄原蛋白的含量明显提高。

## 前 言

昆虫的卵黄发生 (Vitellogenesis) 是卵巢成熟的关键, 直接影响昆虫的繁殖力。近年来, 昆虫卵黄发生机理的研究是昆虫生理学和生物化学中十分活跃的一个领域。昆虫卵黄原蛋白 (Vitellogenin)\* 的研究则是目前昆虫卵黄发生机理研究的焦点。昆虫卵黄原蛋白也称雌性特异蛋白 (female specific protein), 是 Telfer (1954) 首先在天蚕蛾 *Hyalophora cecropia* 的血淋巴中发现的, 并被证明参与卵黄形成。六十年代后期以来, 对昆虫卵黄原蛋白的研究不断增加。现已查明, 这种蛋白在卵黄发生期由雌虫的脂肪体合成, 释放到血淋巴中, 被发育的卵母细胞所摄取, 组成 70—90% 的卵黄蛋白。可见, 卵黄发生的主要问题就是卵黄原蛋白的合成与摄取。此外也已证明, 卵黄原蛋白的合成、释放、摄取都是受激素调节的。

七星瓢虫是我国在生物防治中已推广应用的一种重要天敌, 迫切需要解决人工大量繁殖的问题。为此我们已开展了成虫代饲料的研究, 观察了取食代饲料雌虫的产卵规律 (动物研究所等, 1977)。我们研究七星瓢虫卵黄发生的目的, 是为了揭示取食代饲料的雌虫产卵少的原因, 为改进代饲料, 提高产卵率和产卵量提供依据。

## 材 料 和 方 法

**1. 实验材料** 5月从野外采集七星瓢虫的老熟幼虫和蛹, 在室内羽化后, 雌雄配对在 25—28℃ 分别以蚜虫和肝蜜糖代饲料 (动物研究所等, 1977) 饲养。

本文于 1979 年 2 月收到。

\* 卵黄原蛋白 Vitellogenin 简称 Vg。

**2. 卵黄原蛋白的制备** 收集新鲜的瓢虫卵,用蒸馏水洗净,滤纸吸干,在 0.4 M NaCl 溶液中匀浆(每克卵加 20 毫升溶液),10,000 转/分离心 30 分钟,用玻璃纤维滤去脂层,取上清液迅速按 1:8—1:10 的比例加入冷重蒸水,使卵黄原蛋白沉淀。置于低温(4℃)过夜,再在 5,000 转/分离心 20 分钟,弃去上清液,沉淀再溶于 0.4 M NaCl 中,低速离心弃去少量不溶物质。上清液再按上述比例加入冷重蒸水使卵黄原蛋白沉淀。如此重复 2—3 次,即得较纯的卵黄原蛋白。

**3. 卵黄原蛋白抗血清的制备** 2—3 公斤的雄兔,饲养于 20℃,采用足垫、背部、腹股沟多点注射法,首次注射用 0.5 毫升抗原(10 毫克卵黄原蛋白/毫升)加完全佐剂 0.5 毫升(含灭活结核菌 5 毫克)。以后每隔一星期注射一次,每次 1 毫升抗原(含 5 毫克蛋白)。在第四次注射后 20 天,从耳动脉取血,并分离血清。

#### 4. 样品制备

① 血淋巴样品收集:剪断成虫后足基部,溢出的血淋巴迅速用 1 微升定量毛细管吸满,把该管投入 PBS 溶液(1000 毫升 H<sub>2</sub>O 中含 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 6.125 克, NaOH 1.025 克, NaCl 8.775 克, C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub>NaSHg(硫柳汞)0.05 克),即可进行分析。对于系统观察的虫体利用其反射流血的特点(George, 1961),轻轻捏住虫体,然后用定量毛细管触及腿关节或体表,血淋巴可以溢满毛细管。这样取血淋巴不损伤虫体,可以定期从同一虫体取样。

② 脂肪体和卵巢:脂肪体和卵巢组织解剖后,立即称鲜重,然后在一定量的 PBS 溶液中匀浆,10,000 转/分离心 20 分钟,取上清液进行分析。

**5. 免疫扩散法** 单向和双向扩散法按 Shreiner 和 Pesce (1974)法改进,用 7.7 × 2.7 厘米载玻片,每片铺 4 毫升的 1.5% 琼脂糖胶,单向扩散的基质中含 5% 抗血清。用 3 毫米直径的玻管打井,然后用毛细管吸胶补底。每井加样品 5 微升,在 4℃—10℃ 扩散。单向扩散在 48 小时后测量扩散环直径,根据用纯卵黄原蛋白制成的标准曲线进行定量。双向扩散板用考马斯亮蓝 R250 染色。

**6. 聚丙烯酰胺凝胶电泳** 分离胶浓度 5%,样品液与 40% 蔗糖液按 1:1 混合后直接加在隔离胶上。电流为 3 毫安/管,电极缓冲液用 Tris-甘氨酸缓冲系统, pH 8.3。蛋白质用考马斯亮蓝 R-250 染色,糖蛋白用过碘酸-Schiff 试剂染色,脂蛋白用苏丹黑 B 染色(Maurer, 1971)。

**7. 蛋白质定量测定** 按 Lowry 等方法测定(Lowry, 1951)以牛血清白蛋白为标准做成标准曲线。

## 结 果

### 1. 卵黄原蛋白的制备及定性

七星瓢虫的卵黄原蛋白易溶于一定离子强度的溶液中,离子强度降低时溶解度大大减小,在纯蒸馏水中则基本不溶。图版 I:A 是卵浆提取液,纯化一次与纯化二次的卵黄原蛋白的凝胶电泳谱比较。可以看出,用 0.4 M NaCl 溶液提取卵黄原蛋白,然后加入大量的冷蒸馏水使之沉淀,如此交替进行二次,可以得到较纯的卵黄原蛋白。每 100 毫克新鲜卵可以得到纯卵黄原蛋白约 5 毫克。这种蛋白在 5% 的聚丙烯酰胺凝胶电泳上迁移率为 0.25 左右。染色反应初步证明卵黄原蛋白是一种糖脂复合蛋白。

从图版 I:A 中新羽化的雌虫与雄虫血淋巴的电泳谱以及从图版 I:B 的免疫反应都证明这种蛋白是雌性特有的, 而且仅在生殖期的雌虫中出现。在非生殖期的雌虫中和雄虫中一般都不存在。

2. 卵黄原蛋白的合成部位、释放和摄取途径。图 1 表明, 产卵期雌虫的脂肪体、卵巢和血淋巴中均含有与卵黄原蛋白具有相同迁移率的蛋白带, 而且各组织提取液都能与卵黄原蛋白的抗血清发生沉淀反应(图版 I:B)。各沉淀线交叉处可以融合在一起, 证明这些都是来自同一抗原的。

从图版 I:C 可以明显看到在产卵始期的脂肪体中存在着大量的卵黄原蛋白。到产卵盛期, 脂肪体中卵黄原蛋白的量显著减少。到产卵末期和停止期, 就难于从脂肪体中检测出卵黄原蛋白的存在, 证明脂肪体内这一特异蛋白的合成已停止或合成产物已输出出该组织。然而, 在整个生殖期都能从血淋巴中检测到卵黄原蛋白, 甚至在已停止产卵的虫体的血淋巴中还残留了大量卵黄原蛋白。以上结果说明这一特异蛋白在各组织中存在与否及其含量多少是随产卵活动的不同时期而变化的。

我们还测定了卵黄沉积程度不同的瓢虫血淋巴中和卵巢中卵黄原蛋白与总蛋白的含量, 并计算了卵黄原蛋白占总蛋白的比例。从图 2 可以看出, 当卵巢开始积累卵黄时, 血淋巴中卵黄原蛋白可占血淋巴总蛋白的 65% 以上。随着卵黄原蛋白在卵巢中不断的积累, 血淋巴中卵黄原蛋白的相对含量不断下降。当卵巢中已有大量成熟卵时, 血淋巴卵黄原蛋白占总蛋白的比例降低到 10% 左右。以上结果证明这一特异蛋白是从血淋巴中不断往卵巢中输送的。

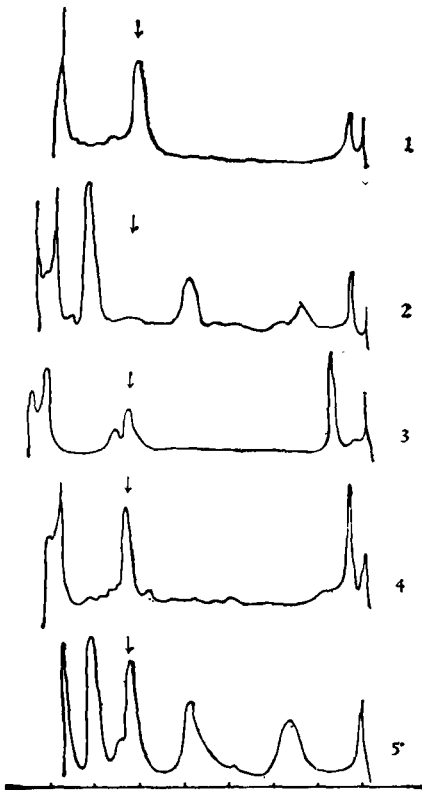


图 1 5% 聚丙烯酰胺凝胶电泳扫描图  
 1. 卵黄原蛋白 2. 雄虫血淋巴 3. 卵巢  
 4. 雌虫脂肪体 5. 雌虫血淋巴  
 (箭头表示卵黄原蛋白带的位置)

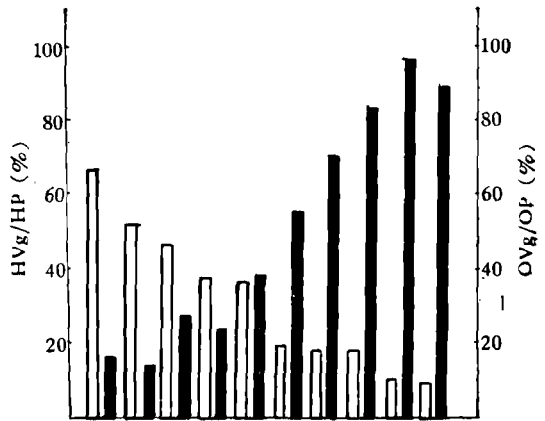


图 2 卵黄沉积不同程度的 10 头雌虫 HVg/HP. OVg/OP 分布图  
 [HVg 血淋巴内卵黄原蛋白 HP 血淋巴内总蛋白  
 OVg 卵巢内卵黄原蛋白 OP 卵巢内总蛋白]  
 □ HVg/HP ■ OVg/OP

上述三方面的定性定量测定结果表明，瓢虫的卵黄原蛋白是在成虫羽化后开始合成的，脂肪体是卵黄原蛋白合成的场所，合成后很快被释放到血淋巴中，然后被发育的卵母细胞摄取，血淋巴是卵黄原蛋白的储存库。整个生殖期，卵黄原蛋白在血淋巴中的水平较高，一般处在 20—30 毫克/毫升，最多可达 70 毫克/毫升。七星瓢虫血蛋白中卵黄原蛋白的比例要比蝗虫 (Bakker, 1977)、蜚蠊 (Buhlmann, 1976) 等昆虫高。

3. 生殖期体重、血淋巴总蛋白与卵黄原蛋白和产卵的关系。

我们利用反射流血取血方法系统测定了 20 头雌虫从羽化至产卵末期血淋巴总蛋白和卵黄原蛋白的浓度，并记录了体重变化和产卵量。图 3(I) 是生殖期的体重和血淋巴总蛋白浓度的变化曲线。羽化后体重迅速增加，然后进入一个平稳阶段，再迅速上升，并保持在一个高水平。这时开始产卵。羽化后体重的迅速增加主要是由于脂肪体的大量增长；以后体重再次上升是卵巢开始不断积累卵黄。血淋巴总蛋白的浓度在成虫初期也迅速上

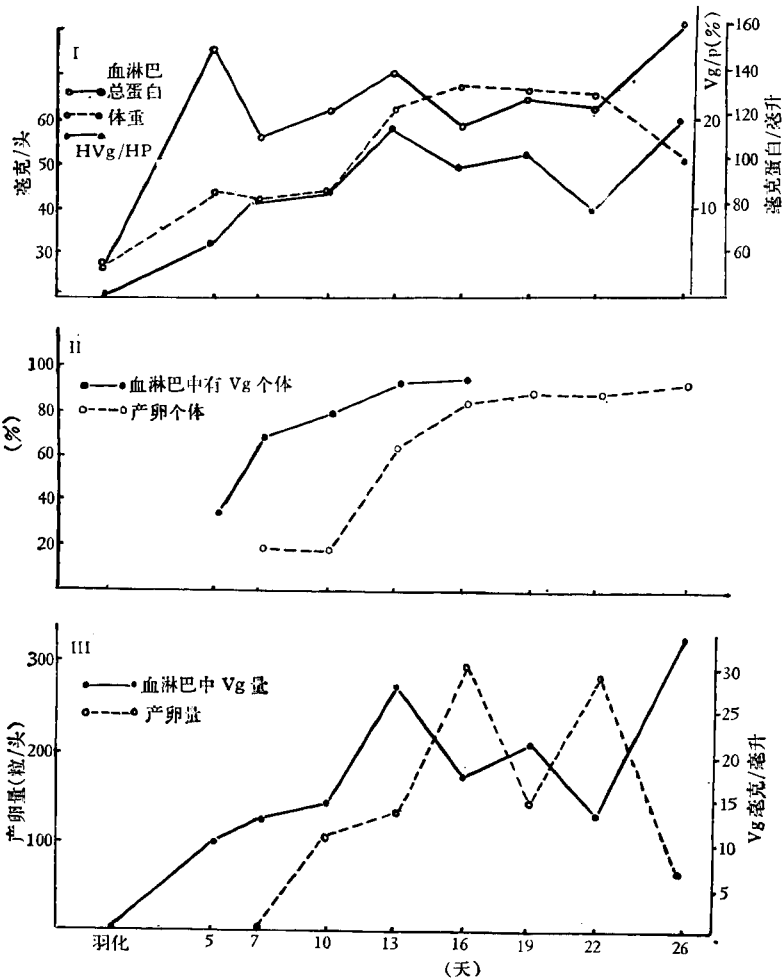


图 3 20 头雌虫在生殖期间体重、血淋巴总蛋白、卵黄原蛋白和产卵量的变化

I. 体重、血淋巴总蛋白、血淋巴卵黄原蛋白/血淋巴总蛋白 (HVg/HP)

II. 血淋巴中有 Vg 个体、产卵个体 III. 血淋巴 Vg 含量、产卵量

升,然后下降再迅速上升。这时期(即产卵前期)卵黄原蛋白在血淋巴中的比例不断增加。整个产卵期血蛋白总浓度和其中卵黄原蛋白的比例是不断波动的。

从图 3(II)中可以看出,成虫羽化后 6—7 天,大部分个体(65%)在血淋巴中已出现卵黄原蛋白,10 天以后陆续开始产卵。图 3(III)表示血淋巴中卵黄原蛋白的量和产卵量的关系,可以看到在整个生殖期血淋巴中卵黄原蛋白出现二个高峰,在卵黄原蛋白高峰出现后三天即出现产卵量的高峰。

4. 取食代饲料瓢虫的特点。

我们测定了取食蚜虫和取食代饲料的瓢虫中脂肪体和卵巢鲜重在生殖期的变化。图

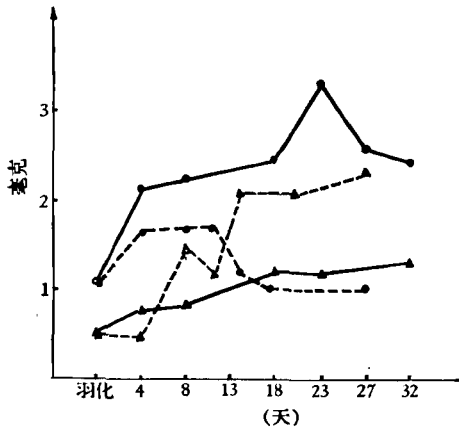


图 4 取食不同饲料雌虫脂肪体和卵巢鲜重的变化

- 取食代饲料的脂肪体
- ▲——▲ 取食代饲料的卵巢
- 取食蚜虫的脂肪体
- △——△ 取食蚜虫的卵巢

4 显示取食不同饲料瓢虫的脂肪体与卵巢鲜重的变化是不同的。取食蚜虫的瓢虫脂肪体在羽化后迅速增长,然后保持在一个高水平,再逐渐下降到一个恒定状态。当脂肪体下降时,卵巢开始迅速增重,并开始产卵,在整个产卵期卵巢鲜重保持在 2 毫克以上。取食代饲料瓢虫的一个显著特点是脂肪体增重很快,且一直保持在 2 毫克以上,但卵巢的增重很缓慢。

我们进一步比较了取食代饲料的产卵个体与不产卵个体的体重以及卵巢、脂肪体、血淋巴的总蛋白和卵黄原蛋白含量。结果表明(表 1),不产卵个体增长了大量脂肪体,每毫克脂肪体的蛋白含量显著低于产卵个体。此外,虽然在产卵个体的血淋巴中普遍存在一定浓度的卵黄原蛋白,但只有个别的产卵个体的脂肪体中可以检测出卵黄原蛋白,说明产卵个体脂肪体有较高的合成卵黄原蛋白能力,而且迅速释放到血淋巴中。反之,在不产卵个体的脂肪体中检测到卵黄原蛋白的机率不低,而血淋巴中出现卵黄原蛋白的个体却较少,表明其脂肪体虽然开始合成卵黄原蛋白,但合成与释放的效率均极低。

一定浓度的卵黄原蛋白,但只有个别的产卵个体的脂肪体中可以检测出卵黄原蛋白,说明产卵个体脂肪体有较高的合成卵黄原蛋白能力,而且迅速释放到血淋巴中。反之,在不产卵个体的脂肪体中检测到卵黄原蛋白的机率不低,而血淋巴中出现卵黄原蛋白的个体却较少,表明其脂肪体虽然开始合成卵黄原蛋白,但合成与释放的效率均极低。

表 1 取食代饲料的产卵雌虫与不产卵雌虫的比较

组 别	平均体重 毫克	血淋巴 总蛋白 毫克/毫升	血淋巴中 有 Vg 的 个体比例	血淋巴中 Vg 含量 毫克/毫升	脂肪体 鲜重 毫克/头	微克蛋白/毫克 脂肪体	脂肪体中 有 Vg 的 个体比例	脂肪体中 Vg 含量 微克/毫克	卵 巢 鲜 重 毫克/头	微克蛋白/毫克 卵巢
产卵个体	42.0	154.95	6/6	37.5	0.99	126.22	1/6	26.47	3.09	152.36
不产卵个体	45.2	120.65	1/6	4.5	4.93	70.33	4/6	1.81	0.69	27.16

5. 保幼激素对卵黄原蛋白的调节作用。

取食蚜虫的瓢虫在点滴保幼激素类似物 ZR-512 后能缩短产卵前期和增加产卵量,取食代饲料的瓢虫用 ZR-512(100 微克/头)点滴后与对照组相比能增加产卵率。我们对取食代饲料而长期不产卵的个体点滴 ZR-512,结果表明,保幼激素类似物促进卵黄原蛋

白的合成和卵巢中卵黄的沉积, 加速脂肪体储存物质的利用。表 2 是取食代饲料一个月后不产卵的个体用保幼激素类似物处理后 15 天的结果, 可以看出激素处理后体重增加, 脂肪体减少, 卵巢发育和卵黄沉积加快。表 3 是取食代饲料 40 天后不产卵个体激素处理的结果, 表明在激素处理后 5 天血淋巴中出现卵黄原蛋白的虫数和含量与对照组相比明显增加, 但仍未能产卵; 而改喂蚜虫后五天, 产卵虫数明显增加。

表 2 保幼激素类似物处理取食代饲料一个月后不产卵个体的效应\*

组 别	实验虫数	平均增重 毫 克	脂肪体量	卵巢已发育的个体 %	有卵黄沉积的个体 %
肝糖对照组	15	0.3	++++	77	15
处 理 组	14	1.2	+++	100	75

\* 处理后 15 天结果 (1977, 未发表)

表 3 保幼激素类似物处理取食代饲料 40 天后不产卵个体的效应

组 别	时 间	虫 数	血淋巴中有 Vg 虫 数	血淋巴中 Vg 含量 毫克/毫升	产卵虫数
处 理 组	处理前	9	3	16.00	0
	处理后第五天	7	5	35.97	0
对 照 组	第 一 天	8	3	8.80	0
	第 五 天	8	3	14.67	0
改喂蚜虫组	改喂前	8	2	9.00	0
	改喂后第五天	8	6	23.70	4

## 讨 论

我们在前言中已经指出, 昆虫卵黄发生的主要问题就是卵黄原蛋白的合成与摄取。因此, 要阐明卵黄发生的机理, 必须深入研究卵黄原蛋白的合成、摄取及其调节机理。为此, 重要的前提是必须制备纯的卵黄原蛋白及其抗体。目前, 从昆虫血淋巴或成熟卵中分离纯化卵黄原蛋白的方法很多, 繁简不一 (龚和等, 1979)。我们根据卵黄原蛋白的溶解特性, 采用最简便的蒸馏水沉淀法从七星瓢虫的成熟卵中制备了卵黄原蛋白, 经凝胶电泳和免疫扩散证明, 所制备的卵黄原蛋白的纯度较高。这就为深入开展七星瓢虫卵黄发生机理的研究创造了有利的条件。

七星瓢虫个体很小, 血淋巴也很少, 一头成虫的血淋巴总体积仅约 6—10 微升。而且血淋巴在空气中很快凝固, 取血淋巴比较困难。我们采用了定量毛细管取血淋巴, 基本上能达到微量分析的要求。瓢虫具有反射流血的特点, 可在不损伤个体的条件下取到血淋巴, 因此可以对同一个体进行各项生化指标的系统测定, 从而避免了明显的个体差异所造成的误差。我们认为, 这种不损伤虫体的取血淋巴方法, 有可能作为研究瓢虫大量繁殖与筛选代饲料的生化检测手段, 来判断虫体的营养状态、发育进度等。

卵黄原蛋白是雌性特异的, 在雄虫中根本没有或仅仅占雌虫的 1/1000 (Telfer, 1954)。目前关于雄性昆虫脂肪体不能合成卵黄原蛋白的研究已有很多报道, 认为这种雌雄差异是依赖于基因组的雌雄二态现象 (龚和等, 1979)。但最近也有人证明雄虫脂肪体能在激

素或激素和卵巢因子的诱导下合成卵黄原蛋白(Huybrechts & De Loof, 1977; Kambysellis, 1977)。我们发现部分雄虫血淋巴的电泳谱中出现与卵黄原蛋白位置相应的很微弱的蛋白带, 而免疫反应没有检测到雄虫血淋巴中有卵黄原蛋白。由于免疫反应的特异性比电泳的高, 是鉴定卵黄原蛋白的更为可靠的手段。因此, 我们认为电泳谱上这些微弱蛋白带也许是分子量和卵黄原蛋白很接近的蛋白。但我们还将用更灵敏的免疫学方法来进一步肯定七星瓢虫雄虫血淋巴中卵黄原蛋白的有无。

昆虫卵黄原蛋白的合成部位是脂肪体, 这已有大量的证明(龚和等, 1979)。然而, 卵黄原蛋白在脂肪体中合成后, 是暂时储存还是迅速释放? 这个问题还研究得不够详尽, 而且在各种昆虫中可能也不完全一致。从七星瓢虫生殖期脂肪体电泳和定量免疫扩散的结果来看, 脂肪体中出现卵黄原蛋白的机率不高, 而且量也很少。这种现象似乎表明, 在七星瓢虫中这种蛋白合成后是迅速释放的, 而血淋巴是卵黄原蛋白的储存库。至于脂肪体合成卵黄原蛋白的动力学则需要通过脂肪体离体培养进一步阐明。

取食代饲料的七星瓢虫中, 部分个体积累了大量脂肪体, 卵巢发育很缓慢。激素处理后加速了卵黄原蛋白的合成和卵巢中卵黄的沉积, 但激素处理并不能提高产卵量。在许多昆虫中, 卵巢发育与成虫取食有密切关系。一方面取食提供生命活动必需的物质基础, 另一方面取食活动和食物刺激是激活内分泌系统的信号。取食代饲料的七星瓢虫, 其取食量仅为取食蚜虫的 1/5 (陈志辉等, 1980)。由于取食量低, 使内分泌系统的活动降低, 从而抑制了卵黄原蛋白的合成与积累, 影响了卵的发育。外源激素对于卵黄原蛋白的合成与积累有促进作用, 但因取食量太低, 营养物质的量太少, 不够源源不断地形成卵黄原蛋白, 以保证卵的成熟。所以激素处理组并不能提高产卵量。改喂蚜虫后产卵个体和产卵数明显增加, 也进一步说明了此一问题。由此看来, 取食代饲料的雌虫中卵巢发育缓慢的主要原因可能是取食量小, 不能大量提供发育所需的物质基础, 以及影响了内分泌器官的活动。由于卵黄原蛋白的合成、释放、摄取等都受激素调节, 在取食代饲料的个体中, 受到抑制的究竟主要是脂肪体对卵黄原蛋白的合成能力, 还是也有卵母细胞对卵黄原蛋白的摄取速度问题? 这有待我们进一步探讨。点滴在腹部背板的保幼激素类似物活性可以持续多久还不清楚。所以, 关于激素使用的剂量和时间以及和营养条件的关系也是需要进一步探讨的。

### 参 考 文 献

- 动物研究所昆虫生理室等 1977 七星瓢虫成虫代饲料的研究。昆虫学报 20 (3):243—52。  
 龚和、程启慧 1979 昆虫卵黄原蛋白和卵黄发生。昆虫学报 22 (2):219—36。  
 陈志辉等 1980 食料对七星瓢虫取食和生殖的影响。昆虫学报 23 (2):141—48。  
 Bakker, G. T. et al. 1977 A quantitative description of vitellogenesis in *Locusta migratoria migratoroides*. *J. Insect Physiol.* 23: 259—63.  
 Bühlmann, G. 1976 Hemolymph vitellogenin, juvenile hormone and oocyte growth in the adult cockroach *Nauphoeta cinerea* during first pre-ovisipitation period. *J. Insect Physiol.* 22: 1101—10.  
 George, M. H. et al. 1961 Hemorrhage in a Coccinellid beetle and its repellent effect on ants. *Science* 134: 329—31.  
 Huybrechts, R. & De Loof, A. 1977 Induction of vitellogenin synthesis in male *Sarcophaga bullata* by cedysterone. *J. Insect Physiol.* 23: 1359—62.  
 Kambysellis, M. P. 1977 Genetic and hormonal regulation of vitellogenesis in *Drosophila*. *Amer. Zool.* 17: 535—51.

- De Loof, A. & De Wilde, J. 1970a The relation between hemolymph proteins and vitellogenesis in the Colorado beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *J. Insect Physiol.* **16**: 157—69.
- De Loof, A. & De Wilde, J. 1970b Hormonal control of synthesis of vitellogenic female protein in the Colorado beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *J. Insect Physiol.* **16**: 1455—66.
- Lowry, O. H. et al. 1951 Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**: 265—75.
- Maurer, H. R. 1971 Disc electrophoresis and related techniques of polyacrylamide gel electrophoresis. pp. 32—110.
- Schreine, C. & Pesce, A. J. 1974 Immunochemistry. In: Experimental techniques in biochemistry. Brewer J. M. et al. (eds.) pp. 97—128.
- Telfer, W. H. 1954 Immunological studies of insect metamorphosis II. The role of a sex-limited blood protein in egg formation by the cecropia silkworm. *J. Gen. Physiol.* **37**: 539—58.

## ON THE VITELLOGENESIS OF *COCCINELLA SEPTEMPUNCTATA* L.: THE OCCURRENCE OF VITELLOGENIN AS INFLUENCED BY ARTIFICIAL DIET

GONG HE, ZHAI CHI-HUI, WEI DING-YI, ZHANG JIAN-ZHONG

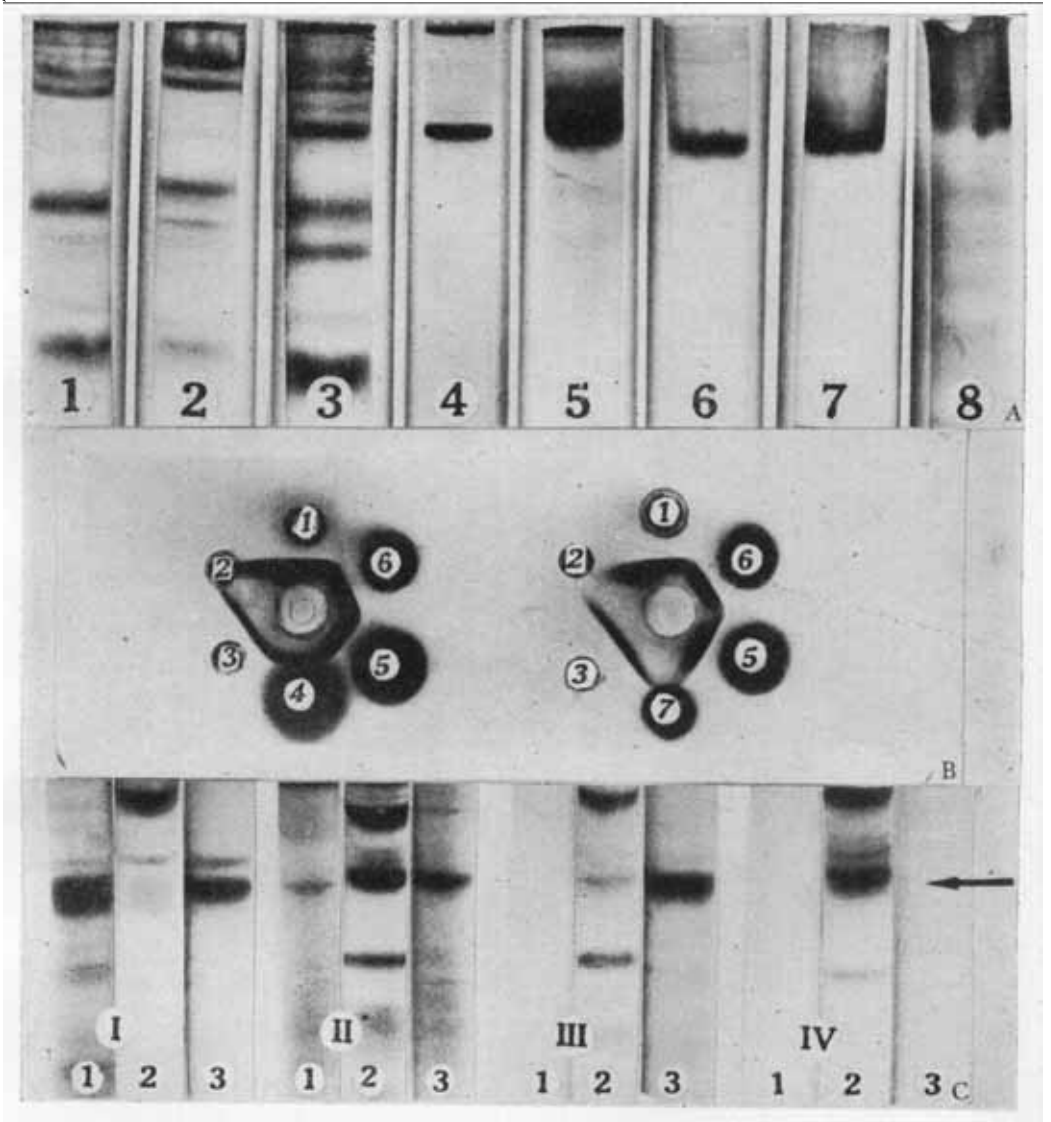
(*Institute of Zoology, Academia Sinica*)

Vitellogenin was prepared from the matured eggs of a predacious beetle *Coccinella septempunctata* by extraction in 0.4 M NaCl and subsequent precipitation in cold distilled water. Results of the polyacrylamide gel electrophoresis and immunodiffusion showed that the vitellogenin prepared was pure. It was identified as a glycolipoprotein by specific staining techniques.

Vitellogenin and total protein in the fat bodies, hemolymph and ovaries of the female adults were studied both qualitatively and quantitatively. The changes in the relative amounts of vitellogenin in different stages of the reproductive period indicated that vitellogenin was synthesized in the fat bodies, released into the hemolymph and then taken up by the developing oocytes. A close relationship between the hemolymph vitellogenin level and oviposition was demonstrated. Generally, vitellogenin appears on the 4th day after emergence and oviposition begins from the 10th day. The hemolymph vitellogenin is maintained at a high level during the whole oviposition period.

Females feeding on artificial diet were found to be characterized by hypertrophy of the fat bodies and slow development of the ovaries. A part of them laid eggs after a comparatively long preovipositing period. The contents of vitellogenin and total protein in the ovipositing females were compared with those of the non-ovipositing ones. Treatment with juvenile hormone analog ZR-512 raised the hemolymph vitellogenin level and stimulated the development of ovaries in the non-ovipositing females. The cause of low oviposition rate in females feeding on artificial diet was discussed.





A 七星瓢虫卵黄原蛋白的5%聚丙烯酰胺凝胶电泳图  
 1. 雄虫血淋巴 2. 刚羽化雌虫的血淋巴 3. 生殖期雌虫血淋巴 4. 雌虫脂肪体  
 5. 卵巢 6. 纯化二次卵黄原蛋白 7. 纯化一次卵黄原蛋白 8. 卵浆提取液

B 七星瓢虫各组织提取液与卵黄原蛋白抗血清免疫反应图  
 1. 卵黄原蛋白 2. 雄虫血淋巴 3. 雌虫血淋巴 4. 产卵雌虫脂肪体 5. 卵巢  
 6. 卵 7. 停止产卵雌虫的脂肪体

C 七星瓢虫生殖期不同时间脂肪体、血淋巴、卵巢的5%聚丙烯酰胺凝胶电泳谱比较  
 I 产卵始期 II 产卵盛期 III 产卵末期 IV 产卵停止期 1. 脂肪体 2. 血淋巴  
 3. 卵巢 (箭头表示卵黄原蛋白带的位置)