

营养因素对昆虫生殖营养周期 及生殖力的影响*

苏天运

(河南医科大学寄生虫教研室)

昆虫的生殖是维持其种群密度的关键环节之一。生殖得以正常进行是这一生理功能与复杂的生境因素相互作用的结果。营养因素，即食料的数量和质量，是影响昆虫生殖营养周期(gonotrophic cycle)及生殖力的最重要的生态学因素之一。

昆虫卵巢内营养物质随生殖周期的周期性变化(夏帮颖等1974)以及产卵前后昆虫体重的变化(姚文炳等1984)都有力地揭示了营养因素与繁殖力之间的密切关系。总的来说，蛋白质、碳水化合物，脂肪、无机盐和维生素对不同昆虫的繁殖有着不同的意义。龚和等(1980、1982)对七星瓢虫卵黄蛋白的理化性质分析指出，虽然某些昆虫产卵需要多种营养成分，但蛋白质是最重要的。Dimond等(1956)证明精氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸、亮氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、组氨酸和甲硫氨酸等10种氨基酸为埃及伊蚊产卵所必需。当缺乏后二者时，开始几天尚可产卵少数，以后就不能产卵，而糖类则并非该蚊产卵所必需。在卵的生成过程中，维生素及无机盐也非常重要。单饲血清的绿蝇不能产卵，加酵母后即可产卵。幼虫期的营养状况对成虫的生殖能力有明显影响，因为形成卵的很多物质都是在幼虫期储存起来的，尤在无吸血生殖(autogeny)的蚊种。Lang(1978)研究了生活于猪笼草(pitcher plant)上无吸血生殖蚊种(*Wyeomyia smithii*)生殖和营养的关系，发现幼虫饲料中蛋白质成分的多寡明显影响成虫期卵的发育，改善成虫的营养条件并不提高该蚊的生殖力。

昆虫摄取营养物质的量与其生殖能力及生殖营养协调情况和生殖营养周期长短有密切关系。Roy(1936)证明埃及伊蚊至少摄入0.82mg血食才能使卵发育成熟。在一定范围内产卵数随吸血量增加而增加。Woke(1956)、Collless等(1960)的研究亦有类似结果。Shelton(1972)在库蚊(*Culex salinarius*)中也观察到同样现象；陈志辉等(1980)研究了不同食料对七星瓢虫取食和生殖的影响，不论取食代饲料或蚜虫，食量均与体重及产卵量有相关性。Spielman等(1974)发现埃及伊蚊卵巢发育的比例与注入中肠的血清浓度有关。徐秉锟等(1964)通过对地理红恙虫产卵规律的探索，发现高营养组大部分成虫具有正常的或旺盛的生殖力，且这种生殖力在一年中一直保持稳定，没有周期性的变化。在相同生活条件下，高营养组一对成虫一年内的平均产卵数等于低营养组的66倍，但供给前者的食物只等于

* 本文承苏寿泐教授审校，特此致谢。

后者的6倍。说明在一定限度内，产卵数量的增长可能大大地超过食物数量的增长。姚文炳(1981、1983)研究了森林革蜱(*Dermacentor stluarum*)吸血后体重与产卵的关系，表明产卵日数、产卵量与体重有关，体重重者产卵期延长、产卵量多。反之则短、少。亚东璃眼蜱(*Hyatomma asiaticum*)饱血体重与总产卵数和产卵天数间、总产卵数与一天内产卵最多数目间都有非常显著的正相关。从宿主体上人工摘下来未饱血雌蜱产卵高峰天数缩短，产卵前期天数亦延长。Klowden等。(1978)认为幼虫期营养不良的成蚊发育差，往往需多次吸血才能使其卵发育成熟。

不同的食物可反映昆虫生殖能力上的差别。多食性的雌甲虫(*Silpha alrata*)取食植物性食物时只能产卵39粒，而取食动物性食物时可产卵235粒；取食马铃薯枯叶的马铃薯甲虫3天后50%停止产卵，11天后全部停止产卵，给予嫩叶时生殖力马上恢复；取食蜂乳的蜜蜂幼虫发育为能育的蜂王，否则发育为无生殖能力的工蜂。摄取兔血、豚鼠血、金丝雀血、海龟血及青蛙血的埃及伊蚊比取食人血者产卵为多(Raubaud, Mezger, 1934; Woke, 1937)。实验发现埃及伊蚊吸取血红蛋白中含异亮氨酸丰富的猪血、兔血比取食其含量较少的牛血、羊血及人血所产卵多，在牛、羊、人血中加入异亮氨酸可明显改善产卵情况(Lea, Dimond, DeLong, 1953)。尖音库蚊(*Cx. pipiens*)取食金丝雀血时每毫克血食产卵量为取食人血的2倍(Woke 1937)。Hosoi(1954)发现从同一批幼虫化蛹、羽化的淡色库蚊(*Cx. pipiens pallens*)成蚊饲以人血，在卵泡发育的初期(即 期)，卵泡数目减少，平均只有112个卵泡成熟，饲鸡血时平均有310个卵泡成熟；以鸡的卵巢及睾丸的乳状液加酪蛋白可使该蚊大量卵泡成熟。陆秀琴(1957)的研究结果亦以吸鸡血者产卵最多；吸鸽血者和吸小白鼠血者次之；吸人血者产卵最少。欧洲尖音库蚊吸食1mg鸟血比吸食1mg人血时产卵多。某些寄生性昆虫，不同的宿主对其生殖力的影响更为复杂，除营养因素外，宿主的生理状态如体内内分泌激素的水平可明显影响它的生殖力。Buxton(1918)观察到开皇客蚤(*Xenopsylla cheopis*)在新生鼠体上生活良好，但产卵较少，若先生活于成年鼠体上几个小时，再转移至幼鼠体上，产卵数目明显增加，产卵期延长。欧洲兔蚤(*Spilopsyllus cuniculi*)只有在已孕的母兔身上吸血才能达到性成熟。Roy(1931)发现斯氏按蚊(*An. stephensi*)吸人血时产卵量仅及吸兔、豚鼠或小白鼠血时的一半。在实验条件下该蚊最嗜兔血(Meller 1962)。Stabler和Seelcy(1971)的研究以吸食豚鼠血的产卵量明显比吸食兔、人和鸡血时为多。Breaud等(1978)研究表明斯氏按蚊吸食小鼠血时产卵量最多，与吸食豚鼠血、绵羊红细胞及牛血时有显著差别。而活的动物作为血源比膜饲养装置对蚊虫更有吸引力。Downe等(1975)对跗斑库蚊(*Cx. tarsalis*)分别饲以豚鼠血、鸡血和蛇血，发现豚鼠血的消化较慢，产卵最少，饲以鸡血者产卵量明显高于饲以蛇血者。但不同的血源并不影响卵的孵化能力，用膜饲养装置分别饲以：一、柠檬酸抗凝的蛇血，二、柠檬酸抗凝的豚鼠血，三、蛇红细胞加豚鼠血清和四、豚鼠红细胞加蛇血清。以摄入含蛇红细胞者(一和三)产卵量明显高于摄入含豚鼠红细胞者(二和四)，说明影响产卵的成分在蛇红细胞中而不在蛇血清中。Shelton(1972)研究了不同血源对库蚊(*Cx. salinarius*)产卵的影响，每毫克鸡血、海龟血、豚鼠血和人血的产卵量分别为123粒、122.4粒、62.7粒和54.1粒，但不同血源并不改变吸血量与产卵量之间的关系。陈志辉等(1980)报告七星瓢虫取食代饲料时产卵前期延长，产卵量及产卵率均低。郭郭(1956)，钦俊德(1957)发现东亚飞蝗(*Locusta migrata manilansis*)饲以非禾

本科植物时，交尾前期及产卵前期均延长，甚至不能交尾而死亡。接近产卵的雌蝗如不给予任何食物，则多半未产卵即死亡。即使产卵，卵巢内滞留的卵也较多，第二卵小粒完全不发育。席瑞华等(1984)对亚洲小东蝗的研究有类似情况。糖类对昆虫生殖的作用随种而异。很多学者都先后证明了多种蚊类及其占几种昆虫在生殖过程中，糖并不是必需的。裘明华等(1974, 1979)报告台湾缺螻及李拭库螻吸血后毋需再摄取碳水化合物即可产卵。但绝不能据此认为碳水化合物与昆虫生殖之间没有任何关系。糖可以抑制或促进某些蚊类产卵。Shroyer等(1977)发现饱血的刺扰伊蚊(*Ae. vexans*)，不给予碳水化合物，每次大约产卵49粒，在整个生殖营养周期中允许摄取葡萄糖者仅产卵22粒。糖对产卵的抑制作用也反映在不能产卵雌蚊所占的比例上。相反，Nayar等(1975)研究了盐泽伊蚊(*Ae. sollicitans*)的生殖与取食碳水化合物的关系，喂鸡血前给糖的雌蚊孕卵数及产卵数均明显高于喂血前未食糖者，且饥饿雌蚊产卵后比食糖雌蚊滞留更多的卵，饥饿雌蚊每产100粒卵的血食消耗量为食糖雌蚊的2~3倍，食糖雌蚊产卵后比饥饿雌蚊有更多的能量储存(糖元及甘油三酯)，这意味着延长了蚊虫的寿命，间接地提高了生殖力。饲糖的和饥饿的盐泽伊蚊及*Psorophera cofilinis*产下的卵，能量储存并无差异，但饥饿的埃及伊蚊雌蚊比食糖者产的卵，能量储存多，食糖的二带喙伊蚊(*Ae. taeniorhynchus*)比饥饿者产的卵能量储存多，似乎卵的能量储备情况视虫种而定。Magnrelli(1978)发现伊蚊(*Ae. cantator*)和曼蚊(*Cq. perturbans*)等在生殖营养周期的任何时候均取食糖类，如花蜜。不同糖类对某些昆虫的生殖有明显影响。傅贻玲等(1982)观察到取食蔗糖、蚜虫、果糖和麦芽糖的七星瓢虫之体重增加率、产卵率、总产卵量和产卵前期都有不同，表明蔗糖具有促进摄食及产卵的作用。郭郭等(1964)的研究指出粘虫成虫取食糖类方能完成飞翔、交配、产卵等活动。如取食葡萄糖、果糖、甘露醇、半乳糖、蔗糖等能完成正常生殖活动；但取食另一些糖类如木糖、山梨醇、糊精、淀粉等则产卵很少，且卵不能孵化。七星瓢虫对含水量高的食物利用率高，故产卵率亦较高，平均产卵前期也较短。

实际上，很难把食料的质、量对昆虫生殖的作用截然分开，因为昆虫对质量低劣或不喜食的食料(未必营养不丰富)必然摄取量少。不应单从不同食料的营养成分各异来分析其对昆虫生殖的作用，不同食料产生的物理化学刺激、昆虫的摄食行为和活动以及食料对消化道的机械刺激作用都会通过昆虫的神经内分泌系统对卵巢的发育起间接的调节作用。如五斑按蚊(*An. maculipennis*)中肠充满无营养价值的液体时，卵巢亦可发育(Detinova 1953)。堵塞淡色库蚊的直肠后，中肠充满果汁，卵巢亦可发育(Larsen, Bodenstern, 1959)。上述情况显然都是中肠的机械刺激通过神经体液系统转化为化学刺激(激素)对卵巢的发育起作用的结果。Schlein(1985)对巴浦白蛉(*Phlebotomus papatasi*)的研究得出了相似的结论。故营养因素即摄入食物的质和量是通过多途径对昆虫的生殖能力和生殖营养周期发挥作用的。