

稻纵卷叶螟、褐飞虱体内能源物质 动态与迁飞关系的研究*

邹运鼎

陈基诚

王士槐

(安徽农学院)

(安徽省歙县卫生防疫站)

(安徽省屯溪茶业学校)

本世纪60年代以来,日本昆虫学者在远离稻田的海面上陆续发现稻纵卷叶螟(*Cnaphalocacris medinalis* Guene'e)和褐飞虱(*Nilaparvata lugens* Stål)。1967年朝比奈、鹤岗在日本本州西南的海洋气象站(29°N, 135°E)发现大群飞虱渡海,1977年岸本良一发现稻纵卷叶螟渡海。1981年宫原义雄等又报道了稻纵卷叶螟向筑后早稻上迁移。我国与此同时也发现了两种虫子远距离迁飞的迹象,自1978年组织了两种害虫迁飞规律和防治对策的科研协作,取得了很大成绩,提高了对两种害虫测报的准确性,推动了防治工作。

昆虫远距离迁飞所需要的能是体内能源物质代谢所产生的。因此迁飞前后能源物质势必出现含量上的明显差异。本文根据羽化幼嫩阶段的稻田纵卷叶螟、褐飞虱和高山网捕获、测报灯下初见的两虫胸部及整体能源物质含量变化,研究能源物质与迁飞的关系。

一、材 料 和 方 法

1. 供试虫源和测定部位

1) 稻纵卷叶螟雌蛾 非稻田类型的是1980年合肥测报灯下初见的(7月8日);稻田类型的是安徽歙县稻田捕获的(1980年7月23日、8月4日)卵巢二级的三代雌蛾。在双筒解剖镜下解剖卵巢,将供试虫沿复眼后缘切去头部,沿后胸后缘斜向切去腹部,选用保留翅和足的胸部。

2) 褐飞虱雌成虫 非稻田类型的是1978年10月15—18日黄山高山网捕获,1970年6月安徽东至县高山网捕获,1980年7月30日浙江省衢县高山网捕获,1980年合肥测报灯下初见的(7月16日);稻田类型是1978年10月、1980年8月歙县稻田、1979年7月东至县稻田捕获的卵巢二级的雌虫。在双筒解剖镜下解剖卵巢,将供试虫沿复眼后缘切去头部、沿后胸和第一腹节交界处切去腹部,选用保留足和翅的胸部。

* 本研究承蒙中国科学院动物研究所马世骏教授的热情指导;南京农学院植保系张孝羲副教授对试验提出了宝贵意见;安徽农学院王弘法副教授、李瑶、陶前之老师和歙县卫生局、农业局,东至县农业局马誉芳,浙江省衢县农业局等单位和个人先后给予了支持在此一并致谢。

本文是两个害虫全国科研协作内容,先后在1979年10月全国农业昆虫学术讨论会和1981年4月中国昆虫学会华东地区第二次学术讨论会的大会上作过研究报告。

2. 测定方法

按照测定要求, 分别加有关试剂将供试虫胸部或整体于 Potter 匀浆器中匀浆。糖元测定按照 H·И·Мещкова 等《动物生物化学实验指导》和 К·Р·Викторов 等《动物生理学实习指导》中乙醇沉淀法进行; 总脂用上海第二医学院附属瑞金医院《血清总脂测定法》测定; 总氮用 Kjeldahl 氏定氮法, 丙酮酸测定用山东省人民医院检验科《临床检验手册》中 2,4-二硝基苯肼法, 葡萄糖测定亦用上文中改良 Folin-Wu 氏血糖测定法。

3. 稻纵卷叶螟虫体脂肪酶的制备及活力测定方法

根据 A·И·耶尔马科夫等脂肪酶制备法进行, 将机械杀死的新鲜虫体(羽化幼期的雌蛾, 同期羽化的雄蛾)加少量蒸馏水, 于 Potter 匀浆器中匀浆, 加入的蒸馏水总量为虫体重量的 10 倍, 将匀浆液用 3,000 转/分转速离心 15 分钟, 取上层蛋黄色粘稠物置于培养皿中, 将该培养皿放在充满饱和乙醚蒸汽的玻璃钟罩内, 将离心管中沉淀物如法匀浆离心, 将上层蛋黄色粘稠物置于上述培养皿中, 半小时后缓缓向培养皿中注入少量乙醚(分析纯), 摇匀后再继续加入适量乙醚, 用分液漏斗除去上层油脂, 下层液稍加离心, 用乙醚多次洗涤沉淀物, 然后将沉淀物置于 20℃ 下通风干燥, 干燥后称重, 测定活力时用蒸馏水稀释一定倍数, 以上操作均在无菌及室温条件下进行。

用聚乙烯醇三油酸甘油酯乳化液为基质, 按照中山大学生物系生化微生物教研室《生化技术导论》中脂肪酶活力测定法进行测定。

4. 虫源性质的判别

根据 Johnson 等研究, 迁飞昆虫初始迁飞行为发生在幼嫩阶段后期(Post-teneral period), 即在成虫羽化到具备飞行的充分能力后, 交配产卵之前。对于褐飞虱、稻纵卷叶螟, 按照它们的卵巢发育进度分级标准, 都是在卵巢二级时。

本研究中捕自稻田的两种虫子卵巢解剖均选用二级的(羽化幼嫩阶段), 因此是本地种群。经多年越冬调查, 我省境内两种虫子均不能以任何虫态越冬, 室内模拟生态抗寒力测定也表明两种虫子不能以任何虫态在我省境内越冬, 因而每年测报灯下初见的两种虫子应为外地介入的种群。1980年6月26日合肥地区测报灯下初见稻纵卷叶螟, 7月8日剧增。根据和合肥纬度相近的风阳县病虫测报站资料, 该年从6月26日起每日解剖20只雌蛾, 至7月12日共解剖340只, 未见卵巢一级和二级前期的雌蛾, 且已全部交尾, 表明本研究中7月8日合肥测报灯下蛾子为外地介入的种群。同年该站6月27日测报灯下初见褐飞虱, 27~30日灯诱14只, 7月上旬无虫, 7月11~20日灯诱88只, 根据当时温度半个月不可能完成一代, 因而表明本研究中1980年7月16日合肥测报灯下初见的褐飞虱为外地介入的种群。我省凤阳、东至、歙县等病虫测报站多年的卵巢解剖资料均表明, 每年测报灯下初见的褐飞虱、稻纵卷叶螟, 都为外地介入的种群。

二、结 果

糖元、总脂、蛋白质、海藻糖、氨基酸等是昆虫体内主要能源物质, 上述物质通过代谢又可产生葡萄糖、丙酮酸等中间代谢物。糖元是昆虫活动时首先动用的能源物质。两种害虫体内糖元含量如表1, 可以看出, 按平均每只胸部含量比较, 稻田类型的褐飞虱为 33.80 微

克, 非稻田类型的为 8.13 微克。按平均每只整体虫含量比较, 稻田类型为 71.03 微克, 非稻田类型为 30.00 微克, 两种类型不论是按胸部平均含量或整体平均含量比较, 稻田类型明显高于非稻田类型。

表 1

糖 元 含 量 表

昆虫名称	测定部位	供 试 虫 源	供试胸部数 (只)	糖 元 含 量 (微克/胸)	组内平均含量 (微克/胸)	备 注
褐飞虱	胸部	黄山高山网	60	10.00	8.13	方差分析 F值为8.98*
	胸部	衢县高山网	160	5.63		
	胸部	合肥灯下	160	8.75		
	胸部	歙县稻田(80)	160	22.50	33.80	
	胸部	歙县稻田(78)	250	45.00		
	稻纵卷叶螟	胸部	合肥灯下	100	10.00	
胸部		合肥灯下	100	6.00		
胸部		稻田(歙县)	50	8.00	8.60	
胸部		歙县稻田	50	8.00		
胸部		歙县稻田	100	10.00		
褐飞虱		整体	东至县高山网	10	30.00	
	整体	东至县稻田	38	71.03		

从表 1 还可看出, 稻田类型和非稻田类型稻纵卷叶螟胸部糖元含量差异不大。

脂肪在生物氧化时, 每碳基氧化时产生的 ATP 比葡萄糖氧化时多, 所以昆虫利用脂肪作连续活动的能源物质是有利的, 两种害虫胸部总脂含量如表 2, 可以看出稻田类型的和非稻田类型的褐飞虱总脂含量差别不明显。稻田类型的稻纵卷叶螟每胸含总脂 384.46 微克, 非稻田类型的为 235.71 微克, 两类型间差异较大。

表 2

总 脂 含 量 表

昆虫名称	供 试 虫 源	供试胸部数 (只)	总 脂 含 量 (微克/胸)	组内平均含量 (微克/胸)	备 注
褐飞虱	黄山高山网	20	90.00	128.32	
	衢县高山网	70	119.86		
	合肥灯下初见	70	175.09		
	歙县稻田(80)	70	145.41	132.20	
	歙县稻田(78)	20	119.00		
稻纵卷叶螟	歙县稻田	20	271.43	384.46	方差分析值 F为44.830*
	歙县稻田	20	388.39		
	歙县稻田	20	436.61		
	歙县稻田	20	464.28		
	歙县稻田	40	361.61		
	合肥灯下初见	40	155.40	235.71	
	合肥灯下初见	40	275.89		
	合肥灯下初见	40	275.89		

昆虫体内的蛋白质和氨基酸是某些昆虫的重要能源物质,特别是脯氨酸是某些昆虫当飞行开始阶段尽快提供丙酮酸完全氧化所需要的柠檬酸循环的中间产物,可使丙酮酸一形成,立即就被氧化、两种害虫体内蛋白质和氨基酸以总氮计算,结果如表3,稻田类型和非稻田类型褐飞虱不论是以胸部含量还是整体含量比较,两类型间差别都不明显。稻田类型和非稻田类型的稻纵卷叶螟胸部总氮含量差别也不明显。

表3 总氮含量表

昆虫名称	供 试 虫 源	供试胸部数 (只)	总 氮 含 量 (微克/胸)	组内平均含量 (微克/胸)	备 注
褐飞虱	黄山高山网	20	1.55	1.95	
	衢县高山网	70	1.98		
	合肥灯下初见	70	2.32		
	歙县稻田 (80)	40	2.90	2.57	
	歙县稻田 (78)	20	2.25		
稻纵卷叶螟	歙县稻田	20	2.78	4.44	
	歙县稻田	20	4.17		
	歙县稻田	20	4.31		
	歙县稻田	20	2.08		
	合肥灯下初见	40	3.72	3.73	
褐飞虱	东至县高山网	10	10.00		该项为整体虫, 其含 量单位为微克/只
	东至县稻田	32	11.51		

葡萄糖是糖代谢的中间产物,可以合成海藻糖,海藻糖可借单纯地扩散作用直接自细胞进入血淋巴而不耗能,昆虫利用海藻糖作能源物质是经济的,葡萄糖又可合成糖元。稻田类型的褐飞虱平均每胸含2.20微克,非稻田类型为1.90微克(见表4)。

表4 褐飞虱胸部葡萄糖含量

供试虫源	供试胸部 (只)	葡萄糖含量(微克/胸)
歙县稻田	30	2.20
黄山高山网	30	1.90

丙酮酸是柠檬酸循环的前身物,又是糖元,脂肪、蛋白质等相互变化的中间桥梁,在能量代谢中居于重要地位,按平均每只胸部含量比较、稻田类型褐飞虱为29.60微克,非稻田类型为32.30微克,两类型间差异不明显(见表5)。

表5 褐飞虱胸部丙酮酸含量

供试虫源	供试胸部 (只)	丙酮酸含量(微克/胸)	备 注
歙县稻田	60	29.60	分三批测定,每批20只
黄山高山网	60	32.30	分三批测定,每批20只

离体脂肪酶在最适条件下的活力表示其水解脂肪的能力,稻纵卷叶螟脂肪酶活力如表

6. 由雌蛾制备的脂肪酶活力为752个国际单位, 雌雄蛾腹部脂肪酶活力为994个国际单位, 标准的纯脂肪酶活力为666—1,500个国际单位, 与此相比, 不论由羽化幼期雌、雄蛾整体或其腹部制备的脂肪酶活力都很高。

表6

稻纵卷叶螟脂肪酶活力

成虫性别	脂肪酶来源	试验序号	脂肪酶活力 (国际单位)	平均 (国际单位)	备 注
雌蛾	整 体	1	1,191	1,033	3个重复, 脂肪酶自114只雌蛾整体制备
	整 体	2	875		7个重复, 脂肪酶自140只雌蛾整体制备
雄蛾	整 体	1	803	752	2个重复, 脂肪酶自101只雄蛾整体制备
	整 体	2	700		3个重复, 脂肪酶自140只雄蛾整体制备
雌雄蛾混合	腹 部	1	1,302	994	1个重复, 脂肪酶自250只雌蛾和100只雄蛾腹部制备
	腹 部	2	1,071		1个重复, 脂肪酶自250只雌蛾和100只雄蛾腹部制备
	腹 部	3	608		1个重复, 脂肪酶自250只雌蛾和100只雄蛾腹部制备

三、小 结 和 讨 论

1. 褐飞虱的迁飞与能源物质

通过对两种类型的褐飞虱胸部和整体糖元总脂、总氮三种主要能源物质以及中间代谢产物葡萄糖、丙酮酸的测定, 和方差分析, 胸部糖元含量两类型间F值为8.98, 查F表表明糖元含量两类型间差异显著, 从两类型间的整体糖元含量来看, 稻田类型是非稻田型的2.37倍, 前者比后者平均每只多41.03微克。其它几种能源物质含量两类型间差异不显著。

本试验中非稻田类型的供试虫取自海拔1,840米的黄山高山捕虫网, 海拔1,330米的衢县高山捕虫网, 海拔1,000米以上的东至县高山捕虫网和1980年7月16日合肥测报灯下初见虫。特别是供试的1978年10月15~18日黄山高山网捕获的褐飞虱, 当时高山网所在地光明顶最低气温已达3.5℃, 在该地盆栽水稻上饲养观察中发现, 当最低气温达5.7℃即会全部死亡, 因此表明黄山高山网1978年10月15—18日捕获的是外地介入的种群。由此可以认为褐飞虱具有迁飞特性, 糖元是其迁飞的能源物质。

2. 稻纵卷叶螟的迁飞与能源物质

从两种类型的稻纵卷叶螟胸部三种主要能源物质含量测定结果可以看出, 糖元含量甚微, 总脂含量大, 约为糖元的50倍, 总氮含量也很少。通过方差分析, 两类型间胸部糖元、总氮含量差异不显著, 总脂含量F值为44.83, 两类型间差异极显著, 对自虫体制备的脂肪酶活力, 测定结果表明, 稻纵卷叶螟具有利用脂肪作为迁飞能源的内在基础, 据此可以认为稻纵卷叶螟具有迁飞特性, 总脂是迁飞的主要能源物质。

3. 迁飞性害虫的能源物质比较

H. H. Rees(1977)认为, 昆虫的飞行肌在形态上可分为两种, 并以不同的机制造成翅振。直翅目和鳞翅目是兴奋——收缩偶联的典型同步类型, 属无纤丝肌肉形态, 翅振频率较低, 一般每秒5~30次, 并取决于中枢神经系统的活动, 一次运动神经冲动的短暂发放, 只引起一次机械活动周期。双翅目, 膜翅目及同翅目飞虱科(Tiegs, 1955)等属于非同步类型的

兴奋——收缩偶联,是纤丝肌肉形态,翅振频率较高,一分钟可达1,000次以上,机械活动靠自振荡的机制来维持,运动神经只控制振荡的开始和结束。

具有非同步类型飞行肌的昆虫,飞行时呼吸商(RQ)约等于一,碳水化合物几乎是唯一的底物(Sacktor, 1965),具有同步型飞行肌的昆虫, RQ约为0.73,动用的是脂肪。因为褐飞虱飞行肌属非同步类型,因而两种类型间的糖元含量差异大,表明是由于迁飞消耗所致。稻纵卷叶螟飞行肌属同步类型,两类型间胸部总脂含量差异极显著,飞行时确实动用了总脂作能源物质。

参 考 文 献

- 上海第二医学院附属瑞金医院 1972 血清总脂测定法。上海人民卫生出版社。
中山大学生物系生化微生物教研室 1970 生化技术导论。57—59。人民教育出版社。
张宗炳 1964 昆虫生理学及生物化学进展述评200—216。上海科学技术出版社。
张孝羲、陆自强、耿济国等 1980 稻纵卷叶螟迁飞途径的研究。昆虫学报 23 (2): 130—40。
陈若麓、程遐年、杨联民、殷向东 1979 褐飞虱卵巢发育及其与迁飞的关系。昆虫学报22 (3): 80—88。
岸本良一 1972 ウンカ类的长距离移动。植物防疫 26 (8): 10—16
岸本良一 1978 1977年东シナ海洋上移动昆虫调查结果的特长。22回応動昆大会講要。
宫原義雄等 1981 筑后におけるコブノメイガの早植水稻への飞来。日本応用動物昆虫学会誌 25 (1): 26—32。
Rees H.H. (钦俊德译) 1977昆虫生物化学。科学出版社 6—19页
Johnson, C.G. 1960 A basis for a general system of insect migration and dispersal by flight. Nature 186 No. 4722: 348—350

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INTERNAL CONTENTS OF ENERGY SUBSTANCE AND THE VITALITY OF LIPASE WITH THE MIGRATION OF RICE LEAF ROLLER (*CNAPHLOCROCIS MEDINALIS* GUENEE) AND BROWN PLANTHOPPER (*NILA PARVATA* *LUGENS* STAL)

ZOU YUNDIN

(Anhui Agriculturel college)

CHEN JICHENG

(Shexian Epidemic Prevention Station)

WANG SHIHUAI

(unxi Tea-Culture School)

The results of determination of the internal contents of energy substance and the vitality of lipase from post-tender stage of prototype paddy field and non-prototype paddy field of Rice Leaf Roller (*Cnaphlocrocis Medinalis* Guenee) and Brown Planthopper (*Nilaparvata Lugens* Stål) as follow:

1. The characteristic of migration can be provided by Rice Leaf Roller. The total fat is the energy substance for migration and its internal lipase with a highly vitality.
2. The characteristic of migration also can be provided by Brown Planthopper. the glycogen is the major energy substance for its migration.