

# 西双版纳热带沟谷雨林中果蝇类及其食物无机化学元素特征的初步研究\*

陶 滔 扈克明

(中国科学院昆明生态研究所, 650223)

## 摘 要

本文对西双版纳热带沟谷雨林中果蝇类(*Drosophila*属的11个种)及其食物(3种嗜食植物的果实和林下的半腐枯落物)的19种无机化学元素含量进行了测定。果蝇体内测得其中15种无机化学元素,食物中测得其中14种化学元素。对无机化学元素的含量进行了分级,并对果蝇及其食物无机化学元素的组成和含量特征进行了分析和比较。

**关键词:** 西双版纳, 热带沟谷雨林, 果蝇, 无机化学元素。

西双版纳是我国热带森林生态系统保护较完整、热带生物资源较丰富的地区,开展西双版纳热带森林生态系统的研究将具有十分重要的意义。物质循环转化规律的研究是森林生态系统研究工作的一个重要组成部分。笔者试图通过西双版纳热带沟谷雨林中果蝇类及其食物无机化学元素组成特征的研究,初步阐明西双版纳热带沟谷雨林中初级消费者与生产者之间物质循环转化规律的基础。

## 一、研究样地

西双版纳位于我国云南省南部(东经 $99^{\circ}58'$ — $101^{\circ}51'$ , 北纬 $21^{\circ}09'$ — $22^{\circ}36'$ 之间),处于热带边缘,是开展热带边缘类型雨林系统研究的宝贵基地。

根据中德合作项目“生态研究合作计划(CERP)”中“西双版纳热带森林生态系统研究”的总体计划,于1988—1989年在西双版纳勐仑自然保护区的曼卡设置了固定观测样地(50m×50m),海拔680m,坡度 $35^{\circ}$ ,坡向东北,位于狭窄沟谷的侧坡,土层较薄,土质松散,环境阴湿。植被类型属于热带季节雨林中的千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、番龙眼(*Pometia tomentosa*)林,整个群落上层高达40m,植株较为密集,树冠也大体衔接,较为平整,季相变化显著。主要种类为千果榄仁和番龙眼,占明显优势,另外光叶天料木(*Homalium locaticum*)大叶合欢(*Albizia meyerii*)也可达到该层次;中层乔木以肋巴木(*Euphrasia siletianus*)、云南玉蕊(*Barringtonia pendula*),云树(*Garcinia cowa*)较为常见;小乔木以肋巴木和二室棒柄花(*Cleidion spiciflorum*)最为发达;草本以长叶实蕨(*Bolbitis heteroclita*)的数量最多。该群落因分布在海拔800m以下的沟谷地段,谷底终年流水,土壤含水量高,空气湿度大,分布极为局限故常被称为“沟谷雨林”。

\* 昆虫标本由昆明动物研究所张文饴同志帮助鉴定;元素分析由本所技术分析室承担,特此致谢。

本研究受中德合作项目Cooperative Ecological Research Project的资助。

本文于1991年6月11日收到。修改稿于1992年5月3日收到。

## 二、材料与方法

根据1988—1989周年在西双版纳勐仑自然保护区曼卡沟谷雨林中对所设固定样地采虫与观察的结果, 果蝇类在全年的昆虫种类中占比例最高, 确定为该群落内下层昆虫优势种类, 经鉴定为*Drosophila*属的11个种: 银额果蝇(*D.albomicans*), 红缝果蝇(*D.ruberrima*), 戊暗果蝇(*D.pentafuscata*), 白眶果蝇(*D.sulfurigaster*), 新封果蝇(*D.neosignata*), 尼泊尔果蝇(*D.napalensis*), 高桥果蝇(*D.takahashi*), 林氏果蝇(*D.lini*), 近勒果蝇(*D.melektliana*), 双带果蝇(*D.bipectinta*)和小果蝇(*D.parvula*)它们栖息于林下阴湿的环境, 主要以番龙眼, 云南玉蕊和林生芒果(*Mangifera sylvatica*)的落果为食, 也舐食一些半腐枯落物。

用网捕法, 于1989年11月果蝇类出现的高峰期进行了重复采集, 得到湿重7.7g的果蝇, 包括了上述的11个种。虫样在103℃, 恒温烘干3h, 干燥冷却20min后得干重2.1g样品, 封存备用。分析时虫样用瓷质研钵仔细磨细, 烘干至恒重, 用湿法灰化法处理后上机分析。食物样品是在采集地发现被果蝇取食的云南玉蕊, 林生芒果, 番龙眼的果实和枯落物, 采回后风干备用。分析时用小型粉碎机粉碎, 在103℃条件下, 恒温烘干至恒重, 用湿法灰化法处理后, 上机分析。

对不同的待分析化学元素采用了不同的分析方法。氮采用凯氏定氮法; 铜, 锌, 钾, 钠, 铅, 镉6种化学元素采用原子吸收分光光度计测定; 铁, 铝, 钙, 镁, 磷, 汞, 硼, 砷, 锰, 钴, 铬, 镍12种化学元素采用IL-Plasma200型电感耦合等离子发射光谱仪测定。对每种化学元素的测定都做了一次重复。

由于实际取样的困难, 而且考虑到11种果蝇的栖息地, 食物是一致的, 最终希望是能够了解物质循环转化规律, 故未将不同的种类, 雌雄个体分开进行测定。

## 三、结果与分析

对果蝇及其食物进行了19种化学元素的分析测定, 从果蝇体内测得其中15种, 食物中测得其中14种无机化学元素。果蝇与食物都含有其中的14种元素, 分析结果见表1:

### 1. 果蝇中无机化学元素含量排列顺序

$N > K > P > Al > Fe > Ca > Mg > Co > Na > Mn > Ni > B > Cu > Zn > Cd$ 。

### 2. 食物中无机化学元素含量排列顺序

1) 番龙眼:  $N > K > Ca > Mg > P > Al > Fe > Zn > Mn > Na > B > Cu > Ni, Co, Cd$ 未测出。

2) 云南玉蕊:  $K > N > Ca > Mg > Al > P > Fe > Mn > Na > Ni > B > Zn, Cu, Co, Cd$ 未测出。

3) 林生芒果:  $K > N > Mg > Fe > Ca > Co > P > Al > Na > Zn > Mn > Ni > B, Cu, Cd$ 未测出。

4) 枯落物:  $Ca > N > Al > K > Mg > Fe > Co > P > Mn > Na > Zn > B > Ni > Cu, Cd$ 未测出。

表 1 西双版纳热带沟谷雨林中果蝇类及其食物的无机化学元素含量 (mg/kg干重)

Table 1 Different content of inorganic chemical elements in *Drosophila* spp. and their food from valley rain forest in Xishuangbanna

| 元 素<br>element | 果 蝇<br><i>Drosophila</i> spp. | 番龙眼<br><i>Pometia tomentosa</i> | 云南玉蕊<br><i>Barringtonia pendula</i> | 林生杧果<br><i>Mangifara sylvatica</i> | 枯落物<br>little fall |
|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| N              | 74000                         | 15400                           | 7900                                | 8500                               | 7900               |
| P              | 8043.29                       | 375.49                          | 213.94                              | 253.24                             | 222.68             |
| K              | 23657.37                      | 6480.07                         | 19166.81                            | 19091.09                           | 2988.37            |
| Na             | 746.34                        | 32.13                           | 44.04                               | 170.08                             | 145.81             |
| Ca             | 2087.26                       | 2540.72                         | 1494.26                             | 1021.64                            | 23554.99           |
| Mg             | 1617.29                       | 2257.54                         | 1475.70                             | 1315.43                            | 2377.28            |
| Fe             | 2582.13                       | 262.50                          | 192.42                              | 1204.15                            | 2332.20            |
| Al             | 4316.92                       | 304.30                          | 496.03                              | 249.16                             | 4379.17            |
| Mn             | 240.74                        | 44.65                           | 152.05                              | 36.28                              | 201.71             |
| Cu             | 18.58                         | 21.47                           | —                                   | —                                  | 3.70               |
| Zn             | 11.28                         | 143.55                          | 13.25                               | 46.43                              | 63.25              |
| B              | 18.66                         | 31.22                           | 25.99                               | 23.72                              | 27.04              |
| Ni             | 32.27                         | 12.02                           | 39.07                               | 35.08                              | 22.27              |
| Co             | 771.40                        | —                               | —                                   | 326.95                             | 646.87             |
| Cd             | 0.32                          | —                               | —                                   | —                                  | —                  |

## 3. 果蝇及其食物化学元素含量的分级

根据果蝇及其食物无机化学元素含量的不同, 将其分为 3 个等级, 含量大于或等于 1000mg/kg 的, 为高含量级元素; 含量大于或等于 100mg/kg, 而小于 1000mg/kg 的定为中含量级元素; 含量小于 100mg/kg 的定为低含量级元素。分级的结果见表 2。

表 2 西双版纳热带沟谷雨林中果蝇类及其食物无机化学元素分级

Table 2 The class of content of inorganic chemical elements in *Drosophila* spp. and their foods from valley rain forest in Xishuangbanna

| 种 类<br>species                   | 高含量元素<br>High content elements | 中含量元素<br>Middle content elements | 低含量元素<br>Low content elements |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 果 蝇 <i>Drosophila</i> spp.       | N, P, K, Ca, Mg, Fe, Al        | Na, Mn, Co                       | Ni, B, Cu, Zn, Cd             |
| 番龙眼 <i>Pometia tomentosa</i>     | N, K, Ca, Mg                   | Al, P, Fe, Zn                    | Mn, Na, B, Cu, Ni             |
| 云南玉蕊 <i>Barringtonia pendula</i> | N, K, Ca, Mg                   | P, Fe, Al, Mn                    | Zn, B, Ni, Na                 |
| 林生杧果 <i>Mangifara sylvatica</i>  | N, K, Ca, Mg, Fe               | P, Na, Al, Co                    | Zn, B, Mn, Ni                 |
| 枯落物 <i>Little fall</i>           | N, K, Ca, Mg, Fe, Al           | P, Na, Mn, Co                    | Zn, Cu, B, Ni                 |

由表 2 可知 N, K, Ca, Mg 为果蝇及其食物所共有的高含量元素; P 在食物中为中含量级元素, 而在果蝇中为高含量级元素; 在低含量级元素中 B, Ni 是果蝇及其食物所共有的。根据洪继华(1984)给出的 18 种元素的亲生物标度( $\phi_M$ )值来看 K, Ca, Mg 3 种元素的  $\phi_M$  值都小于 0.6, 属于生物强烈吸收元素。分级结果同它是一致的。

4. 用对数坐标作图, 比较果蝇与其食物无机化学元素的含量关系(见图 1); 比较果蝇的无机化学元素与其食物无机化学元素平均含量的关系(见图 2)。

由图 1 可知, N, Na, P, K, Mn, Fe, Co 7 种元素在果蝇中的含量比食物中的含量都高。

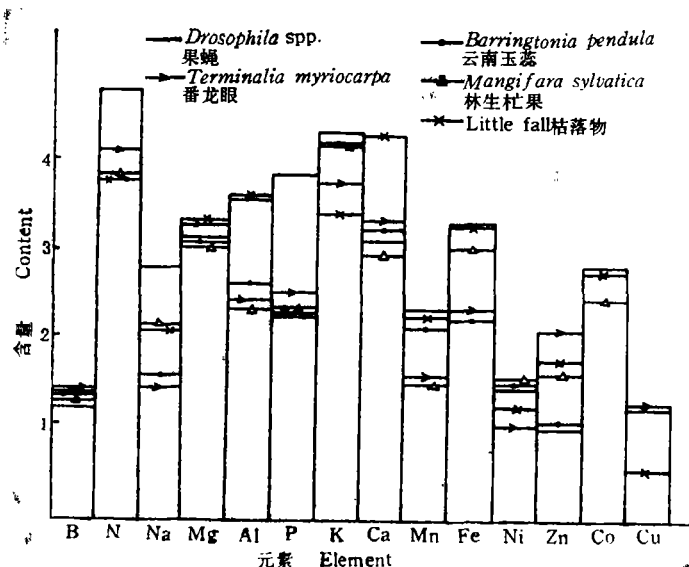


图 1 西双版纳沟谷雨林中果蝇及其食物无机化学元素含量的比较

Fig.1 Comparison of inorganic chemical elements between *Drosophila* spp. and their food from valley rain forest in Xishuanbanna

由图 2 可知,除 B, Mg, Ca, Zn 4 种元素外,其余 10 种元素的含量都是果蝇比其食物中含量的平均值高。总的来看,果蝇中无机化学元素的含量有高于其食物的趋势。

试引入 А.И.Перельман 的“元素的生物吸收系数”概念,对果蝇从食物中摄取的无机化学元素进行分析。А.И.Перельман 认为生物吸收系数 ( $A_x$ ) 可用下列公式计算:

$$A_x = l_x / n_x$$

在此处  $l_x$  指  $x$  元素在果蝇中的含量,  $n_x$  是指  $x$  元素在其食物中的平均含量。根据  $A_x$  值可以把元素分为两类: (1)  $A_x$  大于 1 的元素为果蝇积累元素; (2)  $A_x$  小于 1 的元素为果蝇摄取元素。

由  $A_x$  的计算结果可知, (1) 果蝇积累元素有: P, Na, N, Al, Co, Cu, Fe, Mn, K, Ni, (2) 果蝇摄取元素有: Mg, B, Ca, Zn。

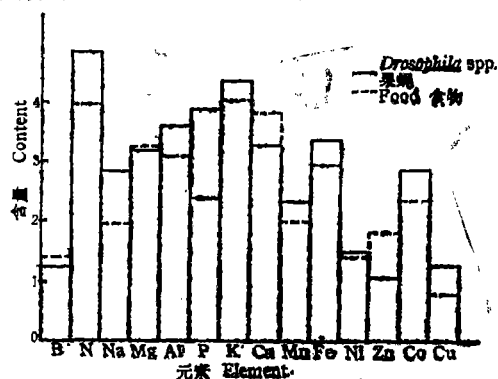


图 2 果蝇无机化学元素的含量与其食物元素含量平均值的比较

Fig.2 Comparison of inorganic chemical elements content between *Drosophila* spp. and their food's average content from rain forest in Xishuanbanna

#### 四、讨 论

从分析结果可以看出:果蝇与其食物在无机化学元素的含量、组成上有明显一致性。铝元素在果蝇和食物中的含量都比其它地区的昆虫和植物中的含量高,这与西双版纳土壤富铝

化作用强烈,含铝量高有关。可见,土壤、植物、昆虫三者无机化学元素的组成,含量存在着一定的联系。同时,果蝇对无机化学元素的摄入遵循生物选择吸收元素的3条基本规则:Ⅰ.丰度规律;Ⅱ.效率规律;Ⅲ.基本匹配规律。

另外,镉元素在食物中未测到,而在果蝇体内测到,认为是由于果蝇有时舐食土壤中的腐殖质而吸收的。

由于野外采样,观察存在着一些目前的工作手段无法克服的困难,所以我们进行的只是初步的定性研究,尚待进一步的定量研究。

### 参 考 文 献

- [1] 西双版纳自然保护区综合考察团,西双版纳自然保护区综合考察报告集,云南科技出版社,1985,71—76,88—105.
- [2] 吴征镒等,云南植被,科学出版社,1978,109—143
- [3] 陈永林等,内蒙古草原主要蝗虫及其嗜食植物的无机化学元素特征初步研究,生态学报,1986,6(3):217—228.
- [4] 侯学煜,中国植被地理及优势植物化学成分,科学出版社,1982,122—342.
- [5] 陈静生等,环境地球化学,海洋出版社,1990,114—136.
- [6] 廖白基,环境中微量重金属元素的污染危害与迁移转化,科学出版社,1989,1—30.
- [7] Peterson P.J.,Unusual accumulation of elements by plants and animals,Science progress 1971 59:505—526.

## THE CHARACTERISTICS OF INORGANIC CHEMICAL ELEMENTS IN *DROSOPHILA* SPP. AND THEIR FOOD IN TROPICAL VALLEY RAIN-FOREST OF XISHUANGBANNA

Tao Tao Hu Ke-Ming

(Kuming Institute of Ecology, Academia Sinica, 650223)

This paper deals with the characteristics of inorganic chemical elements composition in fruit flies (*Drosophila*, 11 species) and their food (including three species of fruits and little fall). The analyses made for 19 kinds of elements in the fruit flies and their foods. There are 15 kinds of elements found in fruit flies, and 14 kinds of elements found in their food. The levels of inorganic chemical elements were classed.

The characteristics of the compositions and contents of different inorganic chemical elements were compared and discussed.

**Key words:** Xishuangbanna, tropical valley rain-forest, *Drosophila* spp., inorganic chemical elements.