

七星瓢虫代饲料中水分的营养效应

陈志辉 钦俊德

(中国科学院动物研究所)

摘要 我们以鲜猪肝匀浆、蜂蜜和蔗糖以5:1:1混合而成的代饲料来饲养七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*)，代饲料的含水量在50%左右。这种代饲料加水稀释使含水量不同，用来饲养成虫，试验比较了代饲料含水量不同时对取食量、体重增加、产卵量、食物利用率和食物转化率的影响。结果表明当代饲料含水量增加到75%和85%时鲜代饲料的取食量比以未稀释的代饲料为食时增加一倍，特别在饲养试验开始的数天。所以代饲料中的水分似乎有助食作用。但以干重量计算时这种差异并不显著。以含水量较高的代饲料为食时体重增加百分率较高，但含水量为75%的比85%的好。羽化后取食含水量为75%代饲料的成虫其产卵率为60%，而取食含水量为50%和85%饲料的其产卵率为40%。平均产卵前期($N = 20$)以取食含水量85%的代饲料的成虫最短，约为16天；而取食含水量50%和85%的约为20天。代饲料含水量较高时食物利用率较高，但食物转化率却以取食含水量较低的代饲料较高。这种情况当饲养期延长到1个月时可发生逆转。

水分是昆虫营养上不可少的成分，食物中水分含量的高低常常对昆虫的生长发育产生十分明显的影响(钦俊德, 1964)。这个问题虽引起许多昆虫学者的注意，但迄今在植食性昆虫方面的研究报道为数不多，捕食性昆虫方面更少。过去这类工作主要使用不同含水量的植物，或者人为的改变植物含水量，借以观察食物的不同含水量对植食性昆虫生长发育的影响，在这两种情况下，很难避免植物中其他化学因素的变化，从而难以获得正确结论(Reese等, 1978)。

七星瓢虫是重要的捕食性昆虫，有关它的营养需要一直未被人们充分研究过。它的天然食物是蚜虫，但可用代饲料饲养产卵，并且有机成分与水可以分开供应。我们以鲜猪肝加糖、蜜配制成的代饲料含水量在50%左右，改变含水量可以影响瓢虫的取食。水分是一切昆虫食料中的重要成分，代饲料的含水量高低应在什么范围内最适合是一个要解答的问题。本工作在改进后的饲料基础上配制不同含水量的代饲料，定量地测定了食物中水分对瓢虫生长发育的影响，确定它在成虫营养上的重要性。

材料与方 法

1. 实验材料 七星瓢虫是1978年5月中旬采自河南安阳地区油菜地的蛹在室内羽化的成虫。选取同一天羽化的，体重在25—35毫克之间的成虫作为测定材料。

2. 不同含水率代饲料的配制 所用代饲料系由鲜猪肝、蜂蜜、蔗糖按5:1:1配制成基础饲料(中国科学院北京动物研究所等, 1977)。将基础饲料放入直径35厘米盛有足量无水氯化钙(CaCl_2)的干燥器中，以重量法测定基础饲料的含水量。根据基础饲料的含水

本文于1980年12月收到。

此项工作曾得到程启慧副教授的帮助，谨此致谢。

量,使用配制化学浓度稀释的交叉法用蒸馏水稀释,配制试验需要的不同含水量饲料,稀释后的不同饲料均测定出准确含水量,配制的饲料密封保存于低温冰箱。

3. 氧化铬指示物浓度的换算 在基础代饲料配制的同时,加入定量的氧化铬 (Cr_2O_3) 作为指示物,氧化铬指示物在饲料中的配制与测定方法见陈志辉等 (1980)。试验使用的基础饲料含氧化铬 3.85%, 含水量为 50%, 稀释后的饲料中氧化铬浓度依据如下公式求得:

$$\text{稀释后代饲料的氧化铬浓度} = \text{基础饲料的氧化铬浓度} \times \frac{1 - \text{稀释后饲料含水量}\%}{1 - \text{基础饲料含水量}\%}$$

测定的雌雄配对和孤雌瓢虫均于 24 小时光照, 平均温度 27°C , 相对湿度 60—70% 的条件下饲养。每组试验虫数为 20 对, 每天更换新鲜饲料两次, 每 5 天更换一次带氧化铬粪便滤纸, 其他方法同先前的报告一样 (陈志辉等, 1980)。

在试验数据整理中采用的营养指数按如下公式计算:

$$\begin{aligned} \text{取食量} &= \frac{\text{排泄粪便中所含氧化铬总量}}{\text{代饲料中氧化铬浓度}} \\ \text{食物利用率}\% &= \frac{\text{排泄粪便中氧化铬浓度} - \text{饲料中氧化铬浓度}}{\text{排泄粪便中氧化铬浓度}} \times 100 \\ \text{食物转化效率}\% &= \frac{\text{虫体增重}}{\text{取食量}} \times 100 \\ \text{体重增重百分率}\% &= \frac{\text{取食 5 天后平均体重} - \text{原平均体重}}{\text{取食 5 天后平均体重}} \times 100 \end{aligned}$$

试 验 结 果

一、代饲料的不同含水量对取食量的影响

食物中水分含量的高低常常影响昆虫的取食量, 表 1 列举了七星瓢虫取食三种不同含水率代饲料的头 5 天、以后 20 天和平均取食量。从表 1 的结果可以看出, 随着代饲料含水率的增加, 无论是在饲养初期或以后较长期间平均取食鲜重都随之增加, 其中以取食含水率 50% 代饲料鲜重最低, 而稀释后的 75%、85% 代饲料要较 50% 饲料的摄食量增加一倍以上。就摄食的绝对量而言, 取食初期食量增长最显著。表 1 的结果还表明, 随着饲料含水量的增加, 取食的干重并不显著减少; 取食稀释后的 75% 饲料的干重同取食未稀释的 50% 饲料的干物质大体上相等, 只有取食含水率 85% 的干食量略有下降。这表明代饲料稀释到一定的范围时, 不但增加了成虫的鲜食量, 而且取食的干物质也能基本上得到补偿。由此可见瓢虫取食这种含水率的代饲料实际上只是增加了对水分的摄取。

图 1 是七星瓢虫取食不同含水量代饲料累积取食量的变化, 从图中可见瓢虫取食不同含水率的绝对鲜食量以取食初期最大, 随着生长发育天数增加, 取食的绝对量逐渐下降, 并在一定范围波动。这种取食代饲的特点同七星瓢虫取食天然饲料蚜虫时十分相似 (陈志辉, 1980)。

二、代饲料的不同含水量对体重增长的影响

昆虫取食某种食物后体重增加的程度反映了对食物的利用程度。图 2 是以试验开始时的体重为基数, 按照不同天数体重增加百分率绘制的柱式图。从图中可见, 随着生长天数的增加, 雌虫体重增重百分率一般逐渐增高, 增高的程度因代饲料的含水率不同而异。羽化后第 10 天的雌虫体重增长较羽化后第 5 天的略有下降, 以取食含水率 85% 饲料的

表 1 代饲料的不同含水率对七星瓢虫取食量的影响

| 代饲料含水量 (%) | 测试虫数 (头) | 1—5天每对每天取食量* | | 6—25天每对每天取食量 | | 平均每对每天取食量 | |
|------------|----------|--------------|-----|--------------|-----|-----------|-----|
| | | 鲜重 | 干重 | 鲜重 | 干重 | 鲜重 | 干重 |
| 50.24 | 19♀+19♂ | 16.8 | 8.4 | 7.3 | 3.6 | 9.2 | 4.6 |
| 75.85 | 20♀+20♂ | 34.5 | 8.3 | 15.2 | 3.7 | 19.0 | 4.6 |
| 85.52 | 20♀+20♂ | 51.9 | 7.5 | 18.7 | 2.7 | 25.4 | 3.7 |

* 取食量单位以毫克计。

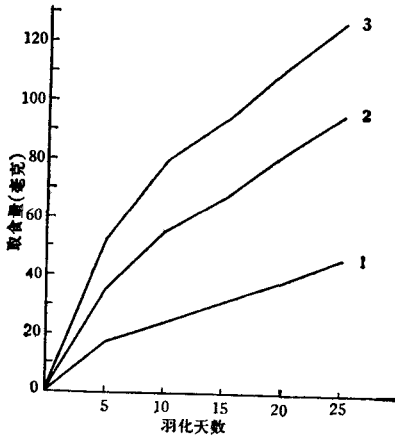


图 1 七星瓢虫取食不同含水率代饲料累积取食量的变化

1. 配对成虫取食 50% 含水率代饲料累积日平均取食量
2. 配对成虫取食 75% 含水率代饲料累积日平均取食量
3. 配对成虫取食 85% 含水率代饲料累积日平均取食量

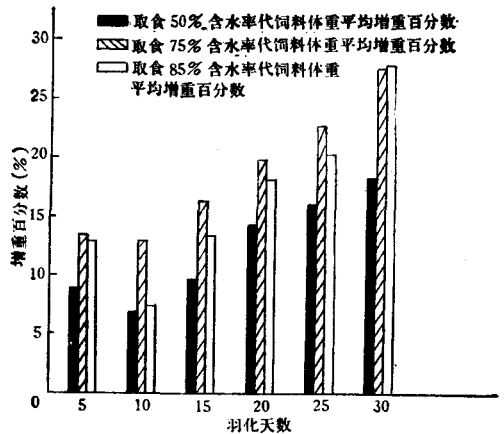


图 2 代饲料的不同含水量对雌虫体重增长的作用

体重下降最甚。取食含水率 75%、85% 的饲料雌虫体重增长要比取食 50% 饲料的增长快,其中以取食 75% 含水率饲料增长最显著。这表明虽然瓢虫的取食量(鲜重)随着饲料含水率增加而增加,但它的体重(鲜重)并不随之增加,代饲料中含水率过高过低都会影响瓢虫的体重增长速度。

三、代饲料不同含水量对雌虫产卵的影响

瓢虫雌虫产卵主要决定其营养条件,食料适宜充足时,雌虫的卵巢能良好发育,产卵量亦高。表 2 比较了瓢虫取食不同含水量代饲料对雌虫产卵的影响。结果表明,取食 75% 含水率饲料的雌虫在产卵率和总卵量方面都比取食含水率 50% 和 85% 饲料的高;产卵率增加 20%,未稀释的基础饲料和稀释到 85% 含水率饲料产卵总量只及 75% 含水率的 $\frac{2}{3}$ 和 $\frac{1}{3}$,在产卵前期上,以取食 85% 含水率饲料的雌虫最短,但差异不显著。在雌虫的平均产卵量上,以取食 85% 含水率饲料的平均产卵量最低。取食未稀释的基础饲料同 75% 含水率的雌虫平均产卵量大体上接近,这主要是瓢虫个体间差异所致。这些结

表 2 代饲料不同含水量对雌虫产卵的影响

| 代饲料含水量(%) | 测试虫数(头) | 产卵率(%) | 产卵前期(天) | 产卵总量(粒) | 平均产卵量(粒) |
|-----------|---------|--------|----------|---------|----------|
| 50.24 | 20♀+20♂ | 40.0 | 20.3±4.4 | 1490 | 186.3 |
| 75.85 | 20♀+20♂ | 60.0 | 20.0±5.4 | 2191 | 182.6 |
| 85.52 | 20♀+20♂ | 40.0 | 16.0±4.1 | 799 | 99.9 |

果表明在一定范围内代饲料中含水量能影响雌虫体内营养物质的积累和转化,水分过高过低均有降低产卵量的作用。

四、代饲料不同含水量对食物利用和转化的影响

昆虫对所摄食食料的吸收利用的多少标志食料的营养价值的高低,吸收利用的营养物(除了提供昆虫本身活动所消耗外)转变成身体组织的转化效率是食物利用的另一个重要指标。表 3 比较七星瓢虫取食不同含水量饲料的利用率。从表 3 结果可见取食不同含水量率代饲料的利用率都按饲养天数的延长而相应降低。随着饲料的稀释,不同生长天数的利用率和平均值均表明雌虫对代饲料的利用率明显增高。表 3 的结果还表明,稀释后代饲料取食前 10 天的食物利用率同瓢虫取食天然饲料的利用率大体一致(陈志辉, 1980)。这些结果证明取食初期瓢虫体内需要摄取较多的水分。

表 3 不同含水量代饲料利用率的比较

| 代饲料含水量(%) | 羽化天数 | | | | | 平均值(%) |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | |
| 50.24 | 75.11 | 52.28 | 13.58 | 30.76 | 30.38 | 40.62 |
| 75.85 | 83.01 | 72.67 | 57.27 | 62.17 | 55.64 | 66.15 |
| 85.52 | 91.06 | 81.06 | 73.76 | 71.07 | 66.57 | 76.70 |

表 4 列举了瓢虫不同生长天数取食不同含水量代饲料的转化效率,结果表明无论是哪种含水率的代饲料均以生长天数的增加食物的转化效率相应递增,在不同含水率代饲料之间随着代饲料的稀释,成虫在羽化后 25 天前代饲料含水量愈高其转化效率愈低,当成虫生长到 26—30 天时不同含水量饲料的转化效率则相反。从表 1、图 1 瓢虫取食量的变化得知,不管是哪种含水率的代饲料都是取食量愈大,食物转化效率愈低,这反映了瓢虫食物的转化效率是受取食量制约的。

表 4 不同含水量代饲料的转化效率

| 饲料含水量(%) | 羽化天数 | | |
|----------|------|-------|-------|
| | 1—5 | 15—25 | 26—30 |
| 50.24 | 4.44 | 8.08 | 8.95 |
| 75.85 | 3.76 | 5.65 | 13.69 |
| 85.52 | 2.37 | 4.29 | 17.82 |

讨 论

本项工作用氧化铬作为指示物，在定量的基础上测定了代饲料中含水量对瓢虫生长发育的影响，试验结果证明：七星瓢虫取食稀释后的代饲料显示能增加鲜重的取食量，增加的食量是稀释前饲料的一倍以上，这种食量的增加在取食初期更显著。取食稀释到75%含水率的代饲料基本上可以补偿因水分稀释造成干物质的减少，可见在一定的范围内，水分是瓢虫取食的助长因素。这同 David 和 Gardiner (1961) 测定大菜粉蝶 (*Pieris brassicae*) 成虫取食不同浓度食物的取食量结果类似。代饲料中水分的助食作用是由于代饲料稀释后能产生某种适宜的感觉刺激，也反映出羽化不久的成虫体内需要较多的水分之故。

代饲料不同的含水量对七星瓢虫体重的增加和生长发育产生不同的效应，水分含量过高过低都会降低成虫体重的增长速度，只是在含量适宜时则加速其增长速度。试验结果还表明；代饲料不同含水量对于成虫的生殖方面的影响亦不同，含水量过高过低都会不同程度降低雌虫的产卵率和产卵总量；而雌虫的产卵率和产卵总量只在适宜的含水量时最高；这证明代饲料中水分含量适宜时能促进雌虫营养物质的积累和转化。

在脊椎动物中，食物的含水率不同对动物的影响是明显的，当鸡取食缺水的食物时表现出食物消化率低，而且体内的糖元积累较少 (Lepkovsky et al., 1960)。Kellerup et al. (1965) 也获得同样地结果，他发现限制水分的摄取能降低动物生长和食物的转化。这里应该指出，七星瓢虫取食含水量高的代饲料时取食量大，代饲料的利用率也高；但对瓢虫的营养效果如何呢？试验结果表明，代饲料并非含水量愈高营养效果愈佳。我们认为这是由不同含水率的代饲料的转化效率所决定的。取食含水量过高的代饲料时，瓢虫体内吸收过量的水分，降低了干物质的比例，不利于对代饲料中主要有机成分的吸收和利用 (见表 4)，并给瓢虫体内物质的积累和代谢产生有害的影响。从代饲料不同含水量对七星瓢虫的营养效果来讲，75% 左右的水分含量对瓢虫是最宜适的。表 5 列举的瓢虫喜食的几种天然饲料的含水率也在此范围，所以这样推断是合理的。为什么七星瓢虫以这样含水量的食物最为适宜，这可能是由于它长期适应于蚜虫这种天然食物，因此，取食代饲料时仍反映出它对水分需要的范围特点。

表 5 几种蚜虫的含水率

| 种 类 | 来 源 | 含水率(%) |
|--------|------------------------|--------|
| 麦蚜 | 作者测定 | 75.52 |
| 菜蚜 | 作者测定 | 73.62 |
| 麦无网长管蚜 | Kaldy et al. (1979) 测定 | 74.42 |

参 考 文 献

- 钦俊德 1964 粘虫营养的研究：食物中和环境中水分对于幼虫生长的影响。昆虫学报 13(5): 659—70。
 陈志辉、陈娥英、严福顺 1980 食料对于七星瓢虫取食和生殖的影响。昆虫学报 23(2): 141—8。
 北京动物研究所昆虫生理研究室 1977 七星瓢虫成虫代饲料的研究。昆虫学报 20(3): 243—52。
 Reese, J. C. et al., 1978 Interrelationships of nutritional indicts and dietary moisture in the black cutworm. *J. Insect Physiol.* 24: 473—9.

- David, W. A. L. and B. O. C. Gardiner, 1961 Feeding behaviour of adults of *Pieris brassicae* (L.) in a laboratory culture, *Bull. ent. Res.* 52: 741--62.
- Lepkovsky, S., et al., 1960 Food intake, water intake and body water regulation. *Poult. Sci.* 39: 390--4.
- Kellerup, S. U., et al. 1965 Effect of restricted water consumption on broiler Chickens *Poult. Sci.* 44: 78--83.
- Kaldy, M. S. et al., 1979 Nutrient constituents of a grain aphid *Metopolophium dirhodum* and its host, oats. *Can. Ent.* 111: 787--90.

THE NUTRITIONAL ROLE OF WATER CONTENT IN THE ARTIFICIAL DIET OF *COCCINELLA SEPTEMPUNCTATA*

CHEN ZHI-HUI QIN JUNDE

(*Institute of Zoology, Academia sinica*)

The water content of the artificial diet composed of fresh porcine liver homogenate, honey and sucrose in the proportion of 5:1:1 by weight for the lady bird beetle *Coccinella septempunctata* is about 50%. It was adjusted to different levels by mixing water into the diet to test its influence on food intake, changes in body weight, fecundity, food utilization and food conversion of the adult beetles in the rearing experiment. Our results show that to raise the water content to 75% and 85% will double the quantity of fresh diet ingested as compared with the original diet, especially in the early days of the experiment. Therefore the water in the diet seems to have a phagostimulating effect. But the difference is not conspicuous when the quantities of diets ingested are calculated into dry weights. Accordingly a higher percentage of body weight increase has been found in the beetles feeding on diets with higher water contents; but 75% is better than 85%. The rate of oviposition is 60% in the beetles feeding on the diet with 75% water after emergence while in beetles feeding on diets with 50% and 85% water it is 40%. The average duration of the pre-ovipositing period is shortest in the beetles feeding on the diet with 85% water, about 16 days while in beetles feeding on diets with 50% and 85% it is about 20 days. Food utilization seems to increase with higher water contents in the diets, but food conversion seems better in the beetles feeding on diets with lower water contents and the condition may reverse when the rearing is prolonged to about one month.