

有关能量流动的疑难剖析

赵德强 (重庆市垫江中学校 重庆 408300)

在对中学生物教学论坛、生物教学QQ群中调查发现,99%的教师对能量流动的理解存在错误和争议。翻阅各种教学辅导资料,也会发现对能量流动的相关讲解和试题也存在错误。现对能量流动的错误及争议的形成原因及相应的正确理解进行剖析。

1 对能量流动存在错误理解

图1是生态系统能量流动示意图,图中箭头1是指从生产者流入初级消费的能量。对箭头1所代表的能量误认为是同化量,正确的应该是摄入量。

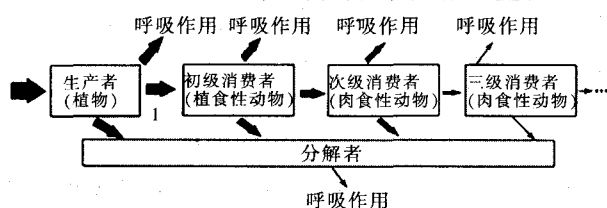


图1 生态系统能量流动示意图

为什么会普遍出现错误的理解呢?生态系统能量流动示意图在各个教材中均有,并且图示模型完全相同,人教版旧版必修二P89上指出:“被植食性动物摄入体内的能量,有一小部分存在于动物排出的粪便中,其余大部分则被动物体所同化。这样,能量就从第一营养级流入了第二营养级。”这个描述均认为图中箭头1是代表同化量。原来教材的描述在人们头脑中形成了根深蒂固的观点,很多教师认为箭头1是代表同化量。

现在使用的人教版教材对此描述进行了相应改动。图2是人教版教材《稳态与环境》有关能量流经第二营养级示意图。既然图示是“能量流经第二营养级”的过程,那么能量流动就有来源、起点、动向等。能量流经第二营养级的起点应该是图中“初级消费者摄入”这个方框,而不是“初级消费者同化”这个方框。所以从图示内容来看,流经第二营养级的能量是摄入量而不是同化量。

人教版教材的相应的文字叙述如下:

“构成植物体的有机物中的能量,一部分随着残枝败叶等被分解者分解而释放出来;另一部分则被初级消费者摄入体内,这样,能量就从第一营养级流入第二营养级。能量流入第二营养级后,将发生图5-6

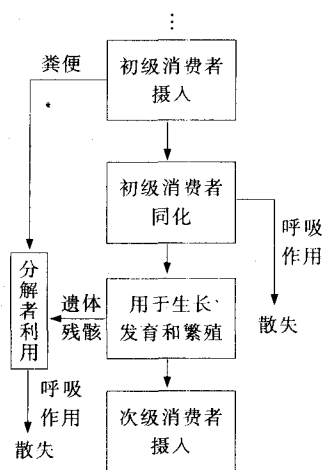


图2 现教材营养级示意图

所示的变化”。

仔细阅读图示及文字内容,可以得出,流入第二营养级的能量就是初级消费者摄入体内的能量,而不是初级消费者同化量,也就是说流入量就是摄入量。而流入第二营养级的能量去向有三:①自身呼吸消耗,转化为其他形式的能量和热能;②流向下一营养级;③遗体、残骸、粪便等被分解者分解。

再从重庆2009年高考第5题来分析,流入下一营养级的能量也应该是摄入量。

图3是某森林生态系统物质和能量流向示意图, h、i、j、k表示不同用途的有机物(j是未利用部分),方框大小表示使用量。下列叙述正确的是()

- A. 进入该生态系统的CO₂量与各h产生的CO₂总量相等
- B. 生产者中i的量大于被初级消费者同化的有机物质
- C. 流向分解者的k可被生产者直接吸收利用
- D. 流经该生态系统的物质和能量可循环利用

解析:该题的答案是B。此题给出了某森林生态系统物质和能量流向模型,从模型来看,每个营养的物质和能量有4个去向:即h、i、j、k。h表示呼吸消耗量,i表示摄入量,j是未利用部分,k表示分解者分解部分。试题给出的这个模型实际上是教材生态系统能量流动示意图的一个变式,只是教材生态系统能量流

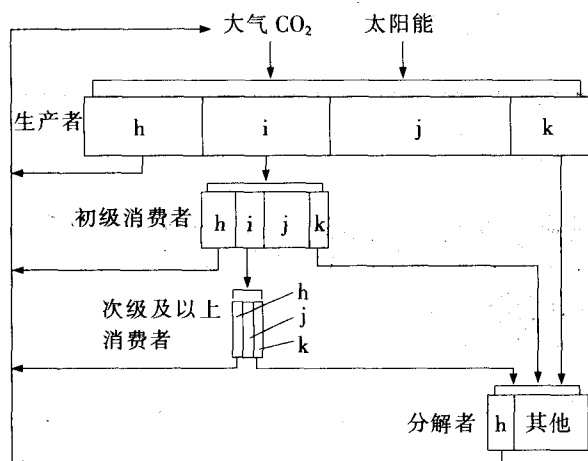


图3 某森林生态系统物质和能量流向示意图

动示意图是定量不定时分析的结果,而试题的模型实际上是定量定时分析的结果,所以,在模型中是未利用部分。

科学的东西来不得半点的虚假,教材内容的改变是使知识更加科学合理,而教师对改变了的东西却视而不见,或见到后而不接受,仍然以原来不准确或者不科学的东西传授给学生,这是不应该的。虽然新旧教材的变化过程中,很多教辅资料题目和讲解是按老教材的内容编写的,但教师不能以教辅资料为准,要以教材为依据。

2 对能量传递效率存在合理争论

能量传递效率是相邻两个营养级间同化量之比值,还是摄入量之比值存在着不同的观点。

2.1 不同教材及教参中的观点

人教版教材及教参认为能量传递效率是相邻两个营养级间摄入量之比值。能量传递效率是通过分析赛达伯格湖的能量流动图解得出的,图4是现行人教版教材及教参对赛达伯格湖的能量流动的相关分析。

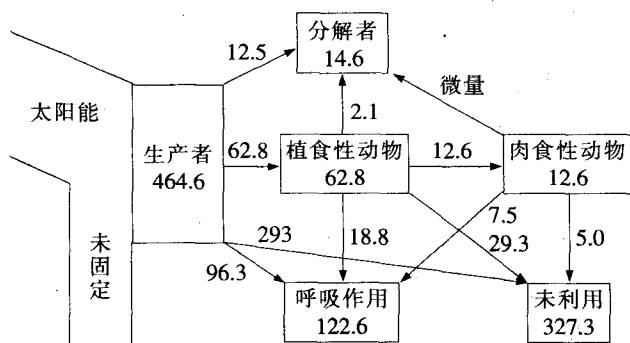


图4 能量流动分析

图4数字为能量数值,单位是 $J/(cm^2 \cdot a)$ 。图中“未固定”是指未被固定的太阳能,“未利用”是指未被自身呼吸作用消耗,也未被后一个营养级和分解者利用的能量。为研究方便起见,这里将肉食性动物作为一个营养级。

将图4中的数据整理如表1。

表1 能量的流动数据(单位: $J/cm^2 \cdot a$)

营养级	流入能量	流出能量(输入后一个营养级)	出入比
生产者	464.6	62.8	13.52%
植食性动物	62.8	12.6	20.06%
肉食性动物	12.6		
分解者	14.6		

从表1可以看出,62.8 $J/(cm^2 \cdot a)$ 是指流入植食性动物能量,前面已经分析了,流入量就是摄入量,也就是说62.8 $J/(cm^2 \cdot a)$ 是指植食性动物摄入量(能量)而不是同化量,表格中的出入比也就是能量传递效率就只能是相邻两个营养级间摄入量之比值。

北师大版教材认为:从能量流动过程的数量变化特征来看,在食物链和食物网中,能量随着营养级的升高而逐级减少,人们把一个营养级和它的上一个营养级所同化的能量值的比值称为林德曼效率,并将之视为一个常数(10%~20%)。

2.2 高校教材的不同观点

笔者在查阅了各种生态学高校教材时发现,对林德曼所研究赛达伯格湖的能量流动图解中的植食性动物62.8 $J/(cm^2 \cdot a)$,往往都用了“吃入”或者“吃掉”一词进行描述,也就是流入下一个营养级的能量是代表的是摄入量,而非同化量。林德曼效率相当于同化效率、生产效率和消费效率的乘积。

$$L_e = \frac{L_{e+1}}{I_n} = \frac{A_n}{I_n} \times \frac{P_n}{A_n} \times \frac{I_{n+1}}{P_n}$$

即林德曼效率=(n+1)营养级摄取的食物/n营养级摄取的食物。

但各种版本的生态学在描述了林德曼定律的本初含义后,往往又指出“也有学者把营养级之间的同化量的比值,即 A_{n+1}/A_n 视为标准效率”。

3 高考试题中的观点

2012年安徽高考题:某弃耕地的主要食物链由植物→田鼠→鼬构成。生态学家对此食物链能量流动进行了研究,结果如表2,单位是 $J/(hm^2 \cdot a)$ 。

表2 食物链能量流动

植物	田鼠			鼬		
	摄入量	同化量	呼吸量	摄入量	同化量	呼吸量
固定的太阳能	2.45×10^{11}	1.05×10^9	7.50×10^8	2.44×10^7	2.25×10^7	2.18×10^7

能量从田鼠传递到鼬的效率是_____。

解析:能量从田鼠传递到鼬的效率是 $(2.25 \times 10^7) \div (7.50 \times 10^8) = 3\%$ 。答案3%是按同化量之间的比值来算的。

综上,有关能量传递效率的含义在不同版本的教材中含义是没有统一的,在高校教材中也有不同的学术观点。