

补充营养对小菜蛾成虫寿命、生殖和能量物质的影响

Effect of supplemental nutrition on adults' lifespan, reproduction and energy components of diamondback moth *Plutella xylostella*

潘秦剑^{1*} 苏律鸣² 沈俊宇² 聂泽香³ 刘同先⁴

(1. 扬州大学农业科技发展研究院, 教育部农业与农产品安全国际合作联合实验室, 江苏 扬州 225009;

2. 扬州大学农学院, 江苏 扬州 225009; 3. 扬州大学植物保护学院, 江苏 扬州 225009;

4. 贵州大学昆虫研究所与植物医学研究院, 贵阳 550025)

Pan Qinjian^{1*} Su Lüming² Shen Junyu² Nie Zexiang³ Liu Tong-Xian⁴

(1. Joint International Research Laboratory of Agriculture and Agri-Product Safety, Ministry of Education; Institutes of Agricultural Science and Technology Development, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu Province, China;

2. College of Agriculture, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu Province, China; 3. College of Plant

Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu Province, China; 4. Institute of Entomology and

Institute of Plant Health and Medicine, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou Province, China)

自然界中许多鳞翅目昆虫羽化后通过摄食花蜜、花粉等来获取营养,这不仅可以促进其性成熟,还为其搜寻配偶和繁衍后代等生命活动提供能量。如黏虫 *Mythimna separata*、劳氏黏虫 *Leucania loreyi*、二点委夜蛾 *Athetis lepigone* 和车轴草切根夜蛾 *Anarta trifolii* 等鳞翅目昆虫雌成虫补充不同浓度花粉/花蜜后,其寿命和产卵历期均显著延长,产卵量显著增加(He et al., 2022);且黏虫成虫期补充营养后体内脂类和糖原含量均比取食清水时高(罗晨等, 2000)。小菜蛾 *Plutella xylostella* 是鳞翅目菜蛾科的重要害虫,主要为害十字花科植物,能远距离迁移,可造成严重的经济损失。目前,关于蜂蜜水作为小菜蛾成虫期营养补充对其成虫寿命、生殖和体内能量物质的影响未见系统研究报道。本研究拟解析补充蜂蜜水对小菜蛾成虫寿命、生殖和体内能量物质的影响,旨在明确小菜蛾成虫的营养需求,为阐明其能量适应机制以及室内人工饲养、田间虫情调查和科学防治提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试昆虫和甘蓝:小菜蛾为西北农林科技大学植物保护学院智能养虫室长期饲养的实验室种群,饲养条件为白天温度 24~26 °C、夜间温度 21~23 °C、光周期 14 L:10 D、相对湿度 65%。幼虫用新鲜甘蓝苗在 45 cm×45 cm×45 cm 的养虫笼中群体饲养。幼

虫化蛹后第 3 天,在显微镜下区分雌雄,并挑选质量相近的蛹转移至新养虫笼中单头放置,等待羽化后供试。寄主甘蓝品种为秦甘 80,市售,播种后在上述相同条件下生长至 7~8 真叶期供试。

试剂及仪器:洋槐蜂蜜,上海冠生园蜂制品有限公司。YCS-16 型智能养虫室,南京恒裕仪器设备制造有限公司;SZM45 型体视显微镜,宁波舜宇仪器有限公司;Infinite M200 型多功能酶标仪,瑞士 TECAN 公司。

1.2 方法

小菜蛾成虫寿命和产卵量的测定:将羽化 24 h 内的小菜蛾雌雄成虫按照 1:1 配对后放入直径 2 cm、高 15 cm 的玻璃试管中,每个试管放入 1 对。水平放置试管,将 5 mL 的 10% 蜂蜜水和清水分别注入脱脂棉球中,置于试管口部位,并用脱脂棉封闭管口。每天更换 1 次含相应营养的脱脂棉球,以不喂任何食物与清水的饥饿处理作为对照。每天观察并记录试管中雌雄成虫的存活情况、产卵时间及产卵量,直至成虫死亡。每个处理分别重复 30 次,1 对为 1 个重复。

小菜蛾雌成虫体内能量物质含量的测定:将羽化 24 h 内的小菜蛾雌成虫单头放入直径 2 cm、高 15 cm 的玻璃试管中,将含 5 mL 的 10% 蜂蜜水和清水脱脂棉球分别置于试管口部位以提供养分,每天更换 1 次含 10% 蜂蜜水或清水的脱脂棉球,以饥饿处理的小菜蛾作为对照,并用脱脂棉封闭管口。每

个处理重复30次,1头为1个重复。饲喂2 d后,收集雌成虫腹部组织,每2头作为1个重复,共收集10 mg样品,立即用液氮速冻,参照Foray et al.(2012)方法测定不同处理下小菜蛾雌成虫体内蛋白质、脂类、可溶性糖和糖原的含量。

1.3 数据分析

采用SPSS 26.0软件对试验数据进行单因素方差分析,应用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验。

表1 补充营养对小菜蛾成虫寿命、产卵历期和产卵量的影响

Table 1 Effect of supplemental nutrition on adult longevity, oviposition period and fecundity of *Plutella xylostella*

| 处理 Treatment | 成虫寿命 Adult longevity/d | | 产卵历期 Oviposition period/d | 单雌产卵量 Eggs laid per female |
|---------------------------|------------------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | 雌 Female | 雄 Male | | |
| 饥饿 Starvation (CK) | 6.27±0.24 c | 5.10±0.23 c | 2.87±0.27 c | 46.00±7.48 c |
| 清水 Water | 8.77±0.17 b | 8.57±0.34 b | 6.73±0.22 b | 121.17±9.27 b |
| 10%蜂蜜水 10% honey solution | 13.57±0.24 a | 14.03±0.36 a | 10.47±0.26 a | 308.77±14.89 a |

表中数据为平均数±标准误。同列不同小写字母表示经Duncan氏新复极差法检验差异显著($P<0.05$)。Data are mean±SE. Different lowercase letters in the same column indicate significant difference by Duncan's new multiple range test ($P<0.05$).

2.2 补充营养对小菜蛾雌成虫能量物质含量的影响

补充蜂蜜水显著增加了小菜蛾雌成虫体内蛋白质、脂类、可溶性糖和糖原的含量,分别为375.03、30.53、128.74和33.00 $\mu\text{g}/\text{mg}$,分别是清水处理的2.30倍、2.97倍、3.68倍和4.77倍,分别是饥饿处理(对照)的5.11倍、3.34倍、16.06倍和10.09倍。饥饿处理(对照)的雌成虫体内蛋白质、脂类、可溶性糖和糖原的含量均最低,但饲喂清水雌成虫体内脂类和糖原的含量与对照均无显著差异。

3 讨论

本研究发现小菜蛾成虫饲喂10%蜂蜜水后,寿命、产卵历期和单雌产卵量均显著高于饲喂清水处理和对照。这些鳞翅目成虫初羽化时卵细胞未发育成熟,需补充营养以加速卵巢发育并提高产卵量(Pan et al., 2024)。此外,小菜蛾雌成虫取食10%蜂蜜水后,体内蛋白质、脂类、可溶性糖和糖原含量均较其他处理显著增加,与罗晨等(2000)对黏虫的研究结果一致,即补充营养后体内能量储备显著增加。蜂蜜富含糖类、氨基酸和维生素等成分,其成分与花粉/花蜜相似,稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* 成虫取食25%葡萄糖和10%蜂蜜水后的产卵量无显著差异,表明葡萄糖在成虫补充营养中起主要作用(Li et al., 2021; Pan et al., 2024)。尽管饥饿处理的成虫寿命、产卵历期和产卵量均低于饲喂清水和蜂蜜水处理,但单雌产卵量仍达46粒,说明小菜蛾成虫在缺乏食物时仍能繁殖。取食清水的小菜蛾成虫体内脂类和糖原含量与饥饿处理无显著差

2 结果与分析

2.1 补充营养对小菜蛾成虫寿命和产卵的影响

以蜂蜜水为营养显著延长了小菜蛾雌雄成虫的寿命,分别为13.57 d和14.03 d,分别是饲喂清水处理的1.55倍和1.64倍;且饲喂蜂蜜水的小菜蛾雌成虫产卵历期最长(10.47 d),单雌产卵量最高(308.77粒),分别是饲喂清水处理的1.56倍和2.55倍(表1)。饥饿处理(对照)小菜蛾的成虫寿命和产卵历期最短,单雌产卵量最少,显著低于饲喂蜂蜜水和清水处理。

异,但蛋白质和可溶性糖含量显著高于饥饿处理,表明清水在一定程度上可以维持成虫的基础代谢或物质转化过程,对其生理状态产生积极影响。饥饿状态下小菜蛾雌成虫体内各能量物质含量均最低,表明小菜蛾可能通过消耗体内能量物质来适应饥饿。由于昆虫生殖所消耗的营养主要来源于幼虫期和成虫期的储备,因此,下一步将明确小菜蛾幼虫期食物缺乏对成虫繁殖力的影响,以及成虫如何在不同营养状态下协调和转化体内的能量物质以支持自身生长发育、繁殖和迁移。

参考文献 (References)

- He LM, Zhao SY, He W, Wu KM. 2022. Pollen and nectar have different effects on the development and reproduction of noctuid moths. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10: 976987
- Li CM, Xu J, Liu Q, Han GJ, Xu B, Yang YZ, Liu XJ. 2021. Potential influence of carbohydrate and amino acid intake by adults on the population dynamics of *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(7): 1889–1897
- Luo C, Cao YZ, Li KB. 2000. Effect of supplementary nutrition on energy reserves in the adult *Mythimna separata* (Walker). *Acta Entomologica Sinica*, 43(Suppl. 1): 207–210 (in Chinese) [罗晨, 曹雅忠, 李克斌. 2000. 补充营养对粘虫成虫能源物质含量的影响. *昆虫学报*, 43(增刊1): 207–210]
- Pan QJ, Ang Y, Shikano I. 2024. Effects of adult diet on the longevity, fecundity and ovarian development of the rice leaf folder, *Cnaphalocrocis medinalis*. *Physiological Entomology*, 49(4): 422–429

(责任编辑:李美娟)