

DOI:10.12403/j.1001-1498.20220019

8种寄主幼树对美国白蛾幼虫生长发育及营养效应的影响

张书曼, 方静, 赵佳齐, 王楷, 任英杰, 孟昭军*, 严善春

(东北林业大学森林生态系统可持续经营教育部重点实验室, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要: [目的] 探究美国白蛾 (*Hyphantria cunea*) 对不同寄主幼树的适生性, 科学保护林木、防控美国白蛾。 [方法] 以东北地区广泛分布及栽植的 8 种树 (家榆、胡桃楸、旱柳、白桦、水曲柳、长白落叶松、山槐、紫椴) 为实验对象, 室内饲养并测定美国白蛾幼虫取食不同寄主幼树叶片后的生长发育和营养效应指标。 [结果] 取食家榆和胡桃楸的美国白蛾幼虫存活率较高, 其次是水曲柳、旱柳和紫椴; 取食长白落叶松的较低, 其次是山槐。取食家榆和胡桃楸的美国白蛾幼虫体重、体长、头壳宽数值较高, 其次是水曲柳、紫椴; 取食山槐的较低, 其次是白桦。取食胡桃楸、家榆、水曲柳的美国白蛾幼虫化蛹率、羽化率数值较高, 发育历期较短, 其次是紫椴; 取食长白落叶松和山槐不能化蛹, 取食白桦、山槐、长白落叶松的不能羽化且发育历期较长。美国白蛾幼虫对家榆、胡桃楸、水曲柳取食量较大, 其次是紫椴、旱柳; 取食家榆和胡桃楸的幼虫食物利用率和食物转换率均处于较高水平, 其次是紫椴、水曲柳; 幼虫对山槐和白桦的取食量较低, 其食物利用率和食物转换率均处于较低水平; 幼虫食物消耗率与其食物利用率和食物转换率结果相反。 [结论] 家榆和胡桃楸较适合美国白蛾幼虫生长发育, 其次是水曲柳、紫椴; 而长白落叶松、山槐不适于其生长; 表明美国白蛾对多种寄主有不同的适生性和营养利用策略。

关键词: 美国白蛾; 寄主幼树; 生长发育; 营养效应; 适生性

中图分类号: S763.42

文献标志码: A

文章编号: 1001-1498(2023)01-0124-08

美国白蛾 (*Hyphantria cunea*) 属鳞翅目 (Lepidoptera)、目夜蛾科 (Erebidae)、灯蛾亚科 (Arctiinae) [1], 是一种危害性极大的世界性检疫害虫, 对农业、林业生态环境造成了严重的破坏[2]。美国白蛾的寄主广、繁殖力强、传播快、抗性及适应性强, 对阔叶树和多种草本植物损害严重, 除了在暴食期对个别落叶松 (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) 造成一定程度的为害, 一般情况下不为害针叶树[3]。美国白蛾目前分布于我国 13 个省份, 607 个地区, 危害甚广[4]。2010 年在长春出现美国白蛾成虫, 2011 年又陆续发现其卵和幼虫, 说明美国白蛾可以在长春市冬季低温下安全越冬, 能在吉林省继续扩散[5]; 纪焯琳研究表明

黑龙江省未来可能成为美国白蛾主要潜在的发生区域[6]。黑龙江森林树种主要包括阔叶树种水曲柳 (*Fraxinus mandshurica* Rupr.)、胡桃楸 (*Juglans mandshurica* Maxim.)、黄波罗 (*Phellodendron amurense* Rupr.)、蒙古栎 (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.)、白桦 (*Betula platyphylla* Suk.)、椴树 (*Tilia tuan* Szyszyl.)、柳树 (*Salix* spp.)、榆树 (*Ulmus pumila* L.)、槭树 (*Acer saccharum* Marsh.)、稠李 (*Prunus padus* L.) 等, 针叶树种兴安落叶松 (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.)、樟子松 (*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv.)、红松 (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)、长白落叶松

收稿日期: 2022-01-10 修回日期: 2022-02-19

基金项目: 国家十四五重点研发计划项目 (2021YFD1400300) 资助

* 通讯作者: 孟昭军, 副教授。主要研究方向: 昆虫化学生态。E-mail: mengzj2018@nefu.edu.cn

(*Larix Olgensis* Henry.)、云杉 (*Picea asperata* Mast.) 等^[7-8], 美国白蛾适食树种榆树、柳树、杨树 (*Populus* spp.)^[9] 等阔叶树种将会受到威胁。

植物不仅可以为昆虫生存提供所需的不同质量的营养成分^[10-11], 也可以抵御昆虫的取食^[12-13]。由于寄主植物所含营养物质和次生代谢物等不同, 导致对昆虫取食、生长发育和生理生化指标都会产生影响, 因此昆虫需要提高对植物的适应力以保证可以更好地生存^[14-17]。广食性昆虫虽然寄主广泛, 但其对寄主植物的营养成分利用能力和对寄主植物的适应性均存在明显差异^[18]。植食性昆虫的基本营养需求很大程度上可以决定昆虫的寄主范围^[19], 寄主植物提供的营养条件也可以决定幼虫是否能在植物上存活和发育^[20], 昆虫的营养效应指标, 如食物利用率、食物转换率、食物消耗率等能直观地反映出植食性昆虫对食物的利用情况^[21]。昆虫取食不同植物时所需要的营养物质含量不同, 会导致不同植物对昆虫生长发育和繁殖的影响有差异, 而且不同植物的不同组织、相同组织及同种植物的不同组织均会对昆虫产生不同影响^[22]。

美国白蛾的取食偏好具有地域性^[23], 环境的改变会使美国白蛾的食性发生改变。如在北美, 桑 (*Morus alba* L.) 和白蜡槭 (*Acer negundo* L.) 广泛存在, 但受害并不严重, 但美国白蛾在欧亚大陆最喜食桑和白蜡槭^[24]。美国白蛾幼虫在山东喜食桑树 (*Morus alba* Linn. Sp.)、垂柳 (*Salix babylonica* L.)、悬铃木 (*Platanus acerifolia* Willd.) 等^[25], 在沈阳最喜食龙爪槐 (*Sophora japonica* f. *pendula*.)^[26]。但在同一地域, 美国白蛾也会出现取食偏好差异性, 如蔡东章研究发现美国白蛾对信阳市常见树种中桑树、柳树、杨树等明显偏好, 对大叶女贞 (*Ligustrum lucidum* Ait.) 和香樟 (*Cinnamomum camphora* Presl.) 没有偏好^[27]。目前, 已报道了多种林木对美国白蛾生长发育及营养效应的影响, 但关于东北广泛分布的美国白蛾寄主林木的研究报道较少。本文利用黑龙江省 8 种寄主幼树的叶片饲养美国白蛾幼虫, 分析其对美国白蛾生长发育和营养效应的影响, 探究美国白蛾对 8 种寄主幼树的适生性, 明确美国白蛾的寄主适应机制, 为有针对性地对保护本地树种, 科学营造混交林防控美国白蛾提供依据。

1 材料与方法

1.1 寄主树木

本研究选取黑龙江省广泛分布和栽植的 8 种树作为供试寄主, 分别为 3 年生的家榆 (*Ulmus pumila* L.)、胡桃楸、旱柳 (*Salix matsudana* Koidz.)、白桦、山槐 (*Albizia kalkora* Prain.)、紫椴 (*Tilia amurensis* Rupr.), 4 年生的水曲柳、长白落叶松, 苗木均来自东北林业大学帽儿山实验林场种苗基地, 盆栽于植物园实验地。自然光照条件下生长, 每天保证树苗有足够的水分, 并及时除草, 严格管理幼苗, 避免发生病虫害和人为的机械损伤。

1.2 美国白蛾饲养

该实验进行期间, 因长春、沈阳无足够的美国白蛾虫源可获得, 故将采自河北省衡水市固安县稠李树上的 2 龄幼虫作为试验用虫。在温度为 (25 ± 1) °C、相对湿度为 (70 ± 1) %、光周期为 (16L : 8D) 的条件下移入养虫盒, 采摘幼树中上部、大小相似的叶片放入自封袋带回实验室, 用湿润的脱脂棉擦拭叶面尘土, 并选用完整的叶片饲喂幼虫。每种树木叶片喂养 3 盒, 每盒 40 头, 共 120 头。每天更换足够的叶片, 并及时清理排泄物及残叶。

1.3 美国白蛾生长发育指标测定

每种树分别测定 30 头刚蜕皮的 4、5、6 龄幼虫的虫重、体长、头壳宽, 并在实验期间统计其化蛹率、羽化率、化蛹前发育历期、3~6 龄幼虫的累计存活率。

幼虫各龄期存活率/% = 各龄幼虫存活数量/初始饲养幼虫数量 \times 100%

化蛹率/% = 蛹的数量/化蛹前幼虫数量 \times 100%

羽化率/% = 羽化数量/蛹的数量 \times 100%

1.4 美国白蛾幼虫对 8 种寄主幼树的营养效应指标测定

在幼虫开始进入 4 龄、5 龄、6 龄时, 分别从每种树中选取 24 头蜕皮不超过 24 h 的幼虫, 并将每组选取的幼虫均分为 3 个重复, 每个重复 8 头, 测定并记录各重复组取食前鲜叶、取食 24 h 后残叶和幼虫粪便的重量, 并用未接虫的叶片测算校正失水率, 同时记录各龄幼虫取食前后的体重, 用于计算食物利用率、消耗率、转换率、取食量。依照下列公式计算各营养指标:

取食量/g = (取食前叶片鲜重 - 食后叶片鲜重) / (1 - 校正失水率)

食物消耗率/% = (取食量 - 粪量) / 取食量 × 100%

食物转化率/% = (取食后体重 - 食前体重) / (取食量 - 粪量) × 100%

食物利用率/% = (取食后体重 - 食前体重) / 取食量 × 100%

1.5 数据分析

利用 Excel 2016 记录和整理数据, 运用 SPSS22 对所得数据进行单因素方差分析, 求得平均值和标准误, 多重比较采用 LSD 法检验比较美国白蛾幼虫在不同寄主幼树下生长发育和食物利用等指标的差异显著性 ($P < 0.05$)。

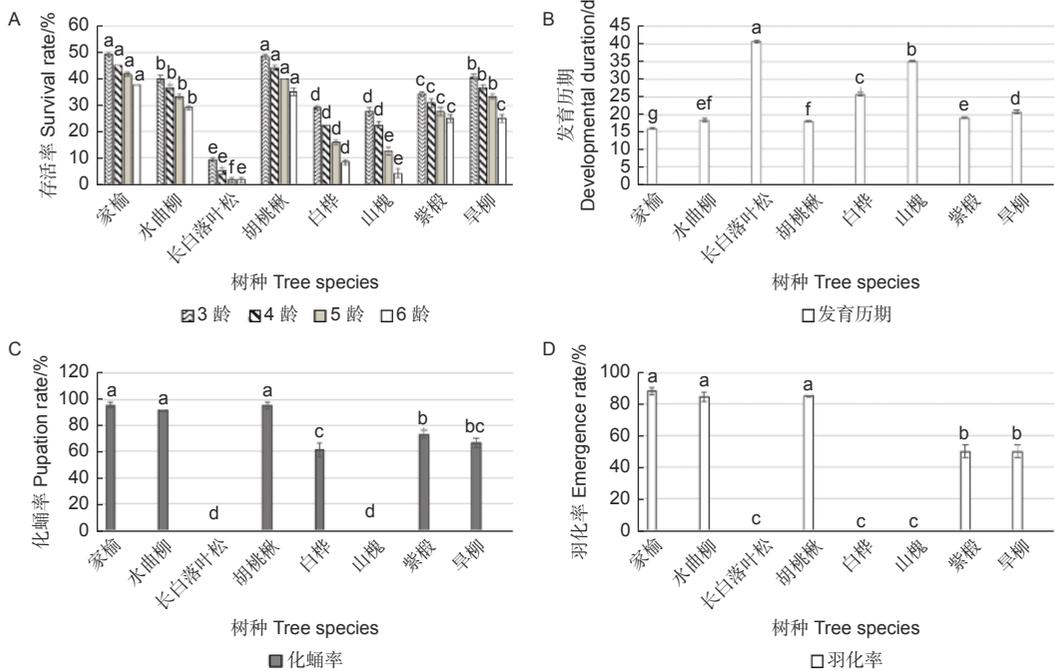
2 结果与分析

2.1 取食不同寄主幼树对美国白蛾幼虫生长发育的影响

如图 1-A 所示, 不同龄期幼虫存活率在不同树种间存在差异, 3、4 龄幼虫存活率的顺序为: 家榆、胡桃楸 > 早柳、水曲柳 > 紫椴 > 白桦、山槐 > 长白落叶松。

长白落叶松; 5 龄幼虫存活率白桦显著高于山槐; 6 龄幼虫存活率较高的同样是家榆和胡桃楸, 较低的是长白落叶松和山槐, 但水曲柳的存活率要高于早柳和紫椴。幼虫发育历期由短到长顺序为: 家榆 < 胡桃楸 < 水曲柳 < 紫椴 < 早柳 < 白桦 < 山槐 < 长白落叶松, 其中取食家榆叶片幼虫的发育历期显著短于取食其他树种 ($P < 0.05$), 而取食长白落叶松针叶的显著长于其他树种 ($P < 0.05$) (图 1-B)。表明胡桃楸、家榆更适合美国白蛾幼虫生存、发育快, 其次是水曲柳、早柳、紫椴; 而山槐、长白落叶松不适于其存活、生长发育慢。

化蛹率由高到低的排序为: 家榆、胡桃楸、水曲柳 > 紫椴 > 早柳 > 白桦 > 山槐、长白落叶松, 其中取食家榆、胡桃楸、水曲柳叶片的幼虫化蛹率显著高于取食其他树种 ($P < 0.05$), 而取食山槐叶片和长白落叶松针叶的显著低于其他树种 ($P < 0.05$) (图 1-C)。羽化率由高到低的排序为: 家榆、胡桃楸、水曲柳 > 紫椴、早柳 > 白桦、山槐、长白落叶松, 其中取食家榆、胡桃楸、水曲



注: 同列不同字母表示各处理组间的差异显著 ($P < 0.05$)。计算化蛹率所用幼虫数: 长白落叶松、白桦、山槐在 10 头以下, 其他在 30 头以上; 计算羽化率所用蛹数: 长白落叶松、白桦、山槐在 10 头以下, 其他在 30 头以上。

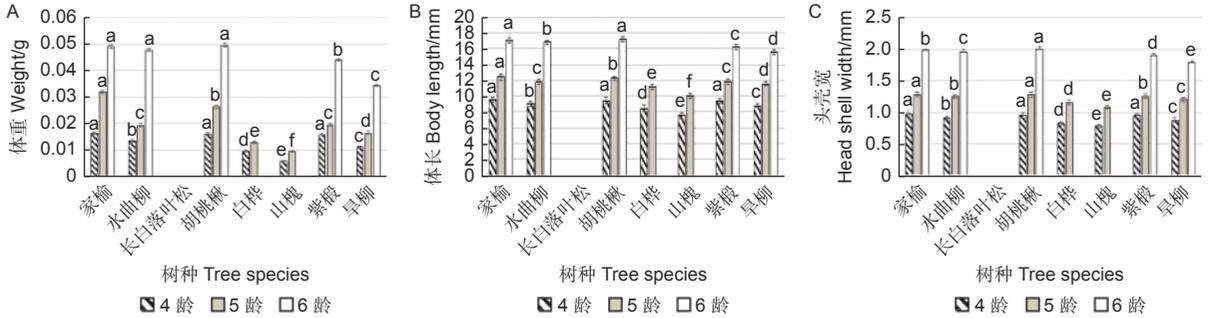
Notes: Different letters in the same column indicate significant differences among treatment groups ($P < 0.05$). The number of larvae used to calculate the pupation rate: less than 10 *L. olgensis*, *B. platyphylla* and *A. kalkora*, and more than 30 others; The number of pupae used to calculate the eclosion rate: less than 10 *L. olgensis*, *B. platyphylla* and *A. kalkora*, and more than 30 others.

图 1 8 种寄主幼树对美国白蛾幼虫存活率、发育历期、化蛹率和羽化率 (A~D) 的影响 Fig. 1 Effects of eight host young trees on the survival rate, developmental duration, pupation rate and emergence rate (A-D) of *H. cunea* larvae

柳叶片的幼虫羽化率显著高于取食其他树种 ($P < 0.05$), 而取食白桦、山槐叶片和长白落叶松针叶的显著低于其他树种 ($P < 0.05$) (图 1-D)。表明家榆、胡桃楸、水曲柳更适合美国白蛾幼虫化蛹、羽化, 而长白落叶松、山槐、白桦不利于其化蛹、羽化。

如图 2 所示, 4、5 龄幼虫同样是取食家榆的体重值较高, 其次是胡桃楸、紫椴、水曲柳和旱柳, 白桦和山槐的体重值均较低, 但 5 龄幼虫取食

家榆、胡桃楸和紫椴的体重间差异显著 ($P < 0.05$), 4 龄则差异不显著 ($P > 0.05$); 6 龄幼虫取食水曲柳的体重相对 4、5 龄明显增加, 体重顺序为: 胡桃楸、家榆、水曲柳 > 紫椴 > 旱柳 (图 2-A)。4-6 龄幼虫的体长 (图 2-B) 和头壳宽 (图 2-C) 与其体重规律相似, 表明胡桃楸、家榆更适合美国白蛾幼虫取食, 增加体重、增长体长、增加头壳宽, 其次是水曲柳、紫椴; 而山槐、白桦不利于其增加体重、增长体长、增加头壳宽。



注: 同列不同字母表示各处理组间的差异显著 ($P < 0.05$)。图中为 0 的处理组均由于美国白蛾幼虫死亡率极大, 存活幼虫数远小于待测数量, 故未测定。

Notes: Different letters in the same column indicate significant differences among treatment groups ($P < 0.05$). The treatment groups of 0 in the figure were not determined because the larva mortality of *H. cunea* was very high and the number of surviving larvae was far less than the number to be measured.

图 2 8 种寄主幼树对美国白蛾 4~6 龄幼虫体重 (A)、体长 (B)、头壳宽 (C) 的影响

Fig. 2 Effects of 8 host young trees on body weight (A), body length (B), head and shell width (C) of 4th-6th instar larvae of *H. cunea*

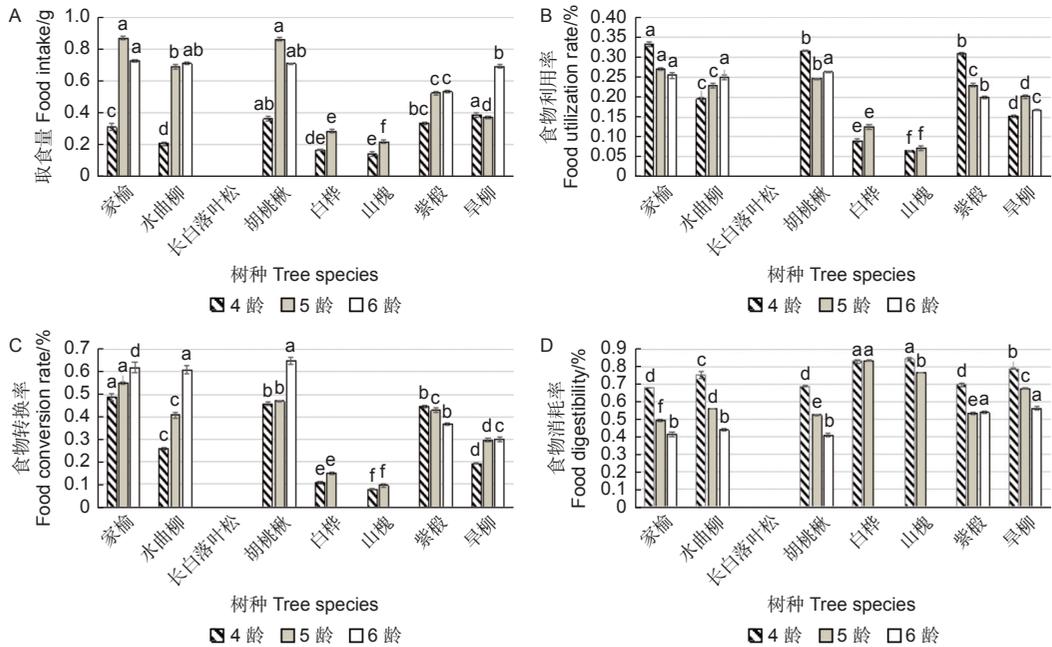
2.2 取食不同寄主幼树对美国白蛾 4~6 龄幼虫营养效应的影响

4 龄幼虫取食量由高到低的顺序为: 旱柳 > 胡桃楸 > 紫椴 > 家榆 > 水曲柳 > 白桦 > 山槐 ($P < 0.05$), 5、6 龄幼虫对家榆、胡桃楸和水曲柳的取食量较多, 5 龄幼虫对白桦和山槐的取食量较少, 6 龄幼虫对紫椴的取食量较少 (图 3-A)。4、5 龄幼虫对家榆、胡桃楸和紫椴的食物利用率均较高, 其次是水曲柳和旱柳, 对白桦和山槐的利用率较低; 6 龄幼虫对胡桃楸、家榆和水曲柳的食物利用率较高, 其次是紫椴, 对旱柳的利用率较低 (图 2-B)。4~6 龄幼虫的食物转换率与食物利用率规律相似 (图 2-C), 表明胡桃楸、家榆、水曲柳叶片较适合 4~6 龄美国白蛾幼虫取食, 其次是紫椴、旱柳, 且家榆、胡桃楸叶片较有利于 4~6 龄幼虫食物利用和食物转换, 其次为紫椴、水曲柳; 山槐和白桦较不利于其取食、食物利用和食物转换。食物消耗率则与食物利用率及食物转换

率规律相反 (图 2-D), 进一步说明白桦、山槐叶片较不利于 4~6 龄幼虫食物利用与转化, 其次为旱柳; 而紫椴、胡桃楸、家榆较有利于幼虫对食物利用。

3 讨论

多食性昆虫在不同生长时期, 其取食行为有一定偏好差异性^[28], 由于不同寄主植物所含次生物质及营养成分不同, 多食性昆虫的生长发育等也会存在差异^[29]。武海卫等人研究发现法桐 (*Platanus orientalis* L.) 不利于美国白蛾幼虫生长发育, 且 3 龄幼虫对洋白蜡 (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) 更偏好^[30]。王芳等人研究发现悬铃木、紫叶李 (*Prunus cerasifera*) 和樱花 (*Cerasus* sp.) 处理组的美国白蛾幼虫存活率较高且体长较长, 而金枝国槐 (*Sophora japonica* 'Gdden Stem'.) 和紫薇 (*Lagerstroemia indica* L.) 处理组不利于美国白蛾幼虫存活且体长短^[31]。王伟等人研究发现取食杨树、垂柳、东京樱花的美国白蛾体



注：图中同列不同字母表示各处理组间的差异显著 ($P < 0.05$)。图中为 0 的处理组均由于美国白蛾幼虫死亡率极大，存活幼虫数远小于待测数量，故未测定。

Notes: Different letters in the same column in the figure indicate that there are significant differences among treatment groups ($P < 0.05$). The treatment groups of 0 in the figure were not determined because the larva mortality of *H. cunea* was very high and the number of surviving larvae was far less than the number to be measured.

图 3 8 种寄主幼树对美国白蛾 4~6 龄幼虫营养效应 (A~D) 的影响

Fig. 3 Effects of 8 host young trees on the nutritional effects (A-D) of 4th-6th instar larvae of *H. cunea*

重大、体长长，而取食二球悬铃木的体重则小、体长短^[2]。韩鸣花等人研究发现美国白蛾幼虫取食桑叶后体长最长，取食梧桐叶和柳叶后体长短，取食桑叶后的存活率和化蛹率最高，取食梧桐叶的存活率和化蛹率最低^[32]。鞠珍等人发现美国白蛾幼虫取食桑后发育历期短，取食紫叶李后发育历期长^[33]。本研究结果显示，生长发育各指标在不同树种间都存在差异，其中家榆和胡桃楸最有利于美国白蛾幼虫生长发育，长白落叶松最不利于其生长发育。昆虫在适宜取食的植物上的存活率等指标优于不适宜的植物^[34]。齐慧霞等人研究发现美国白蛾取食家榆后的存活率、化蛹率、羽化率等指标均显著大于取食金叶榆^[35]。与其研究相似，本研究表明，家榆和胡桃楸较适宜美国白蛾取食，存活率、化蛹率、羽化率等指标也较高，而长白落叶松是较不适宜其取食的树木，相应指标也较低。苏超等人研究发现三条橙灯蛾 (*Lemyra alikangensis*) 取食不同寄主植物后，幼虫历期长短与存活率高低呈负相关^[21]。本研究表明有类似结果，取食家榆和胡桃楸的美国白蛾发育历期较短，存活率较高；而取食长白落叶松的结果正相反。本研究显示美国白蛾幼虫对长白

落叶松和山槐的取食量少且幼虫体重低，但发育历期较长。这可能是因为发育历期的延长被描述为幼虫在取食低质量寄主时恢复的一种补偿作用^[36]。本研究中美国白蛾取食白桦的化蛹率高，但不能正常羽化率，这可能是由于温湿度没有控制好，或者白桦存在抗虫性物质导致的。有研究发现草地贪夜蛾 (*Spodoptera frugiperda*) 化蛹期和蛹期对温度、湿度更敏感，温度过高会导致蛹干瘪，温度低会导致蛹的存活率低，羽化率更低，甚至出现不羽化的现象^[37]，且昆虫取食抗虫性植物后蛹常常不羽化^[38]。

综上所述，家榆和胡桃楸是较适宜生长发育的寄主幼树，而长白落叶松、山槐是较不适宜生长发育的寄主幼树。但有研究发现美国白蛾不喜食胡桃楸^[39]，可能由于本研究所用的胡桃楸盆栽幼树与成树间营养成分或次生代谢物等可能有差异，从而导致出现不同的结果。杨丹等人的研究表明，与白桦相比美国白蛾更喜欢取食水曲柳叶片，且成虫寿命更长^[40]，这与本研究结果相似；但其研究结果显示取食水曲柳、白桦叶片的美国白蛾化蛹率、羽化率及幼虫生长指数差异均不显著，这与本研究结果不同，也可能因为本研究所用的是白桦盆栽幼树。

Zhang Bin 研究表明, 成年树和幼苗之间的叶表面蜡含量不同, 植物其他化学物质在寄主植物树龄间也可能存在差异^[41]。因此, 对于多食性昆虫的适应机制的研究, 需要通过比较不同寄主植物对昆虫的生长发育的影响^[42]。

多食性昆虫对不同的寄主植物会产生不同的适应性^[43-44,20], 其中昆虫对寄主植物营养成分的利用能力会存在差异^[18], 而营养效应指标可以反映出昆虫对寄主植物营养的利用情况^[21]。本研究结果显示, 取食不同寄主幼树的美国白蛾幼虫营养效应各指标之间差异显著, 其中利用率较高的为家榆和胡桃楸, 较低的为长白落叶松, 其次是山槐, 且食物利用率和食物转换率基本呈正比, 与食物消耗率基本呈反比, 这与李路莎等人的研究结果相似, 取食同一种植物叶片的美国白蛾近似消化率与食物转化率成反比关系^[20]。有研究认为一种食物的低转化率可能是相对取食量高的一种生理平衡, 是机体内部生理调节的结果; 但是食物转化率高可能是对低消化率的一种生理补偿, 且判断植物对昆虫的适宜程度需要考虑多重指标^[20]。昆虫发育好坏因寄主而异^[45], 本研究中长白落叶松的数据不完整, 是由于美国白蛾一般不取食针叶树^[3], 因此死亡率极大, 导致虫数不够测定体长、体重、头壳宽和营养效应的指标。

本研究表明美国白蛾对不同寄主幼树的适宜能力不同, 而寄主幼树影响昆虫适应性的因素有很多, 因此, 要想探究是什么因素导致这 8 种寄主幼树显著影响美国白蛾幼虫的生长发育及营养效应, 还需要进一步的研究证明。

4 结论

本文研究了室内条件下用 8 种寄主幼树叶片饲养后的美国白蛾幼虫生长发育和营养效应情况, 发现不同树种间存在的显著差异, 家榆和胡桃楸是美国白蛾较适宜的寄主幼树, 而长白落叶松和山槐是较不适宜的寄主幼树。因此, 在营造混交林时, 可以适宜比例混栽长白落叶松和山槐防控美国白蛾, 保护美国白蛾喜食的目标树种。

参考文献:

[1] 孙守慧, 南俊科, 杨丽元, 等. 美国白蛾天敌研究进展[J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (6): 1331-1347.
[2] 王 伟, 姚昌盛. 6种常见园林寄主植物对美国白蛾生长的影响

[J]. 安徽林业科技, 2020, 46 (5): 16-18.
[3] 赵 鑫, 李明英, 初 杰, 等. 美国白蛾的分布为害与综合防治方法[J]. 植物医生, 2019, 32 (3): 51-53.
[4] 国家林业局. 国家林业局2021年公告. 2021年美国白蛾疫区[Z]. 2021.
[5] 栾树峰, 袁福香. 吉林省冬季温度对美国白蛾扩散的影响及阻止扩散的对策[J]. 吉林林业科技, 2015, 44 (1): 36-39 + 44.
[6] 纪焯琳, 苏喜友, 于治军. 基于随机森林模型的美国白蛾在中国的潜在生境预测[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2019, 43 (6): 121-128.
[7] 韩建军. 黑龙江省森林资源状况与森林火灾的相关性分析[J]. 森林防火, 2009 (1): 30-31.
[8] 李 峰, 王力刚, 刘文环, 等. 黑龙江省典型森林类型主要树种及林地土壤含碳率测定研究[J]. 防护林科技, 2013 (11): 8-10.
[9] 胡继婷. 浅谈美国白蛾防治[J]. 现代园艺, 2016 (6): 53.
[10] 岳冬梅, 王林美, 李树英. 五种柞树叶营养成分分析[J]. 北方蚕业, 2017, 38 (4): 20-23.
[11] KARLSSON GREEN KRISTINA. The effects of host plant species and larval density on immune function in the polyphagous moth *Spodoptera littoralis*[J]. Ecology and Evolution, 2021, 11(15): 10090-10097.
[12] RANI PU, JYOTHSNA Y. Biochemical and enzymatic changes in rice plants as a mechanism of defense[J]. Plantarum, 2010, 32(4): 695-701.
[13] GONG B, ZHANG GF. Interactions between plants and herbivores: a review of plant defense[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(6): 325-336.
[14] 刘 蓬, 马 惠, 朱其松, 等. 昆虫对寄主植物适应性研究进展[J]. 生物灾害科学, 2016, 39 (4): 250-254.
[15] AWMACK CS, LEATHER SR. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects[J]. Annual Review of Entomology, 2002, 47: 817-844.
[16] COLEY PD, BATEMAN ML, KURSAR TA. The effects of plant quality on caterpillar growth and defence against natural enemies[J]. Oikos, 2006, 115(2): 219-228.
[17] RAYMOND VB, CONSTABEL CP. Tannins in plant-herbivore interactions[J]. Phytochemistry, 2011, 72: 1551-1565.
[18] 向亚林, 凌 冰. 美洲斑潜蝇的寄主选择与苦瓜对其化学防御的研究进展[J]. 广东农业科学, 2011, 38 (21): 84-85.
[19] 吴明峰. 棉铃虫在不同植物间选择和存活的关系[D]. 武汉: 华中农业大学, 2015.
[20] 李路莎, 袁郁斐, 武 磊, 等. 不同寄主植物对美国白蛾幼虫取食行为及解毒酶活性的影响[J]. 昆虫学报, 2018, 61 (2): 232-239.
[21] 苏 超, 景 军, 王猛猛, 等. 不同寄主植物对三条橙灯蛾生长发育和繁殖的影响[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50 (6): 1614-1621.
[22] 袁志华. 亚洲玉米螟寄主种类及其对寄主植物的选择性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.
[23] 李路莎. 美国白蛾对寄主植物的取食选择及对次生代谢物质的解

- 毒响应[D]. 北京:北京林业大学, 2018.
- [24] 季 荣, 谢宝瑜, 李欣海, 等. 外来入侵种--美国白蛾的研究进展[J]. 昆虫知识, 2003, 40 (1): 13-18.
- [25] 鞠珍. 美国白蛾在不同树种上的生物学特性及抗寒性的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.
- [26] 孙守慧, 郑 晔, 徐晓蕊, 等. 沈阳地区美国白蛾的食性偏好及其耐寒性研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2015, 46 (2): 225-229.
- [27] 蔡东章. 美国白蛾幼虫取食选择性研究[J]. 现代农业科技, 2019 (22): 63-64.
- [28] 尹姣. 草地螟的寄主植物选择对其种群增长的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2001.
- [29] 李 超, 程登发, 郭文超, 等. 不同寄主植物对马铃薯甲虫的引诱作用[J]. 生态学报, 2013, 33 (08): 2410-2415.
- [30] 武海卫, 康 智, 信善林, 等. 不同食料植物对美国白蛾生长发育和繁殖的影响[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49 (4): 963-968.
- [31] 王 芳, 张丽华, 韩浩章, 等. 美国白蛾幼虫对宿迁地区常见园林植物的取食选择[J]. 河南农业大学学报, 2020, 54 (6): 1002-1008.
- [32] 韩鸣花, 吴 晶, 宋 杰, 等. 3种食料植物饲养美国白蛾的比较[J]. 江苏农业科学, 2014, 42 (10): 145-146.
- [33] 鞠珍, 肖云丽, 李明贵, 等. 不同植物对美国白蛾生长发育与繁殖的影响[C]//. 生物入侵与生态安全——“第一届全国生物入侵学术研讨会”论文摘要集, 2007: 236.
- [34] 张林林. 不同寄主植物对小地老虎生长发育和保护酶活性的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [35] 齐慧霞, 余金咏, 赵春明, 等. 美国白蛾取食金叶榆及家榆对其生长发育的影响[J]. 河北科技师范学院学报, 2011, 25 (3): 47-51.
- [36] DÉBORA MELLO DA SILVA, ADENEY DE FREITAS BUENO, KARINE ANDRADE, *et al.* Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources[J]. *Scientia Agricola*, 2017, 74(1): 18-31.
- [37] 张红梅, 尹艳琼, 赵雪晴, 等. 草地贪夜蛾在不同温度条件下的生长发育特性[J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (1): 52-59.
- [38] 丁识伯. 水稻不同品种对褐飞虱 *Nilaparvata lugens*(Stål)的抗性水平鉴定及抗性因子初探[D]. 郑州: 河南农业大学, 2010.
- [39] 刘士军. 沈阳地区美国白蛾危害树种及分布研究[J]. 防护林科技, 2015 (2): 37-38 + 40.
- [40] 杨 丹, 田博睿, 玄善姬, 等. 黑龙江省3种林木对美国白蛾的适生性[J]. 植物保护, 2021, 47 (6): 153-157.
- [41] ZHANG BIN, SEGRAVES KARI A, XUE HUIJUN, *et al.* Adaptation to different host plant ages facilitates insect divergence without a host shift.[J]. *Proceedings. Biological sciences*, 2015, 282(1815): 20151649-20151649.
- [42] WHEELER G S, SLANSKY F, YU S J. Food consumption, utilization and detoxification enzyme activity of larvae of three polyphagous noctuid moth species when fed the botanical insecticide rotenone[J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2001, 98(2): 225-239.
- [43] NASERI B, FATHIPOUR Y, MOHARRAMIPOUR S, *et al.* Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties[J]. *Entomol. Sci.*, 2009, 12(2): 147-154.
- [44] RAZMJOU J, NASERI B, HEMATI SA. Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants[J]. *J. Pest. Sci.*, 2014, 87(1): 29-37.
- [45] BARROS E. M, Torres J. B, Ruberson J. R, *et al.* Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton[J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2010, 137: 237-245.

Effects of 8 Host Young Trees on Growth, Development and Nutritional Efficiency of *Hyphantria cunea* Larvae

ZHANG Shu-man, FANG Jing, ZHAO Jia-qi, WANG Kai, REN Ying-jie, MENG Zhao-jun, YAN Shan-chun

(Key Laboratory of Sustainable Forest Ecosystem Management (Northeast Forestry University), Ministry of Education, Heilongjiang, Harbin, 150040)

Abstract: [Objects] To explore the adaptability of *Hyphantria cunea* to different host young trees, scientifically protect trees and prevent and control *Hyphantria cunea*. [Methods] Based on eight species of trees widely distributed and planted in Northeast China (*Ulmus pumila*, *Juglans mandshurica*, *Salix matsudana*, *Betula platyphylla*, *Fraxinus mandshurica*, *Larix olgensis*, *Albizia kalkora*, *Tilia amurensis*), the growth, development and nutritional effects of *H. cunea* larvae fed on leaves of different host young trees were measured. [Results] The survival rate of *H. cunea* larvae fed on *U. pumila* and *J. mandshurica* was the highest, followed by *F. mandshurica*, *S. matsudana* and *T. amurensis*; Feeding on *L. olgensis* was lower than *A. kalkora*. The larvae of *H. cunea* feeding on *U. pumila* and *J. mandshurica* had the highest values of weight, body length and head shell width, followed by *F. mandshurica* and *T. amurensis*; The feeding rate of *A. kalkora* was lower than *B. platyphylla*. The pupation rate and eclosion rate of *H. cunea* larvae fed on *J. mandshurica*, *U. pumila* and *F. mandshurica* were higher, and the development period was shorter, than *T. amurensis*; Feeding *L. olgensis* and *A. kalkora* could not pupate, and feeding *B. platyphylla*, *A. kalkora* and *L. olgensis* could not eclosion and had a long development period. *H. cunea* larvae fed the most on *U. pumila*, *J. mandshurica* and *F. mandshurica*, followed by *T. amurensis* and *S. matsudana*; The food utilization rate and food conversion rate of larvae feeding on *U. pumila* and *J. mandshurica* were at a high level, followed by *T. amurensis* and *F. mandshurica*; The larvae fed the lowest amount of *A. kalkora* and *B. platyphylla*, and their food utilization rate and food conversion rate were at the lowest level; The results of larval food consumption rate were contrary to their food utilization rate and food conversion rate. [Conclusion] *U. pumila* and *J. mandshurica* are more suitable for the growth and development of *H. cunea* larvae, followed by *F. mandshurica* and *T. amurensis*; However, *L. olgensis* and *A. kalkora* are not suitable for their growth; The results show that the *H. cunea* has different adaptability and nutritional utilization strategies to a variety of hosts.

Keywords: *Hyphantria cunea*; host trees; growth and development; nutritional efficiency; adaptability

(责任编辑: 崔 贝)