

文章编号:1001-1498(2005)04-0421-04

白蜡虫营养需求与寄主植物的营养关系

王自力, 王绍云, 叶寿德, 陈勇, 冯颖, 陈晓鸣

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

摘要:研究了白蜡虫营养需求与寄主植物营养含量关系。结果表明:白蜡虫雌虫生长发育与无机盐、蛋白质、脂肪、纤维素和糖类物质密切相关;白蜡虫雄虫泌蜡与无机盐、水可溶性物质、纤维素和糖类物质有关。白蜡虫寄生的女贞枝条中有15种氨基酸含量低于不放养白蜡虫的对照枝条,只有谷氨酸、组氨酸和色氨酸3种氨基酸含量高于对照枝条,白蜡虫寄生使女贞枝条的氨基酸总量降低了28.17%。K、Ca、Mn 3种元素和K、Na、Ca、Mg、Fe、Mn等元素分别是白蜡虫雌虫生长发育和雄虫泌蜡所必须。

关键词:白蜡虫;营养需求;寄生;寄主植物;营养成分

中图分类号:S899.1 文献标识码:A

A Study on the Relation between the Nutritional Needs of *Ericerus pela* (Chavannes) and Nutritional Component of Host Plants

WANG Zi-li, WANG Shaoyun, YE Shou-de, CHEN Yong, FENG Ying, CHEN Xiaoming

(Research Institute of Resources Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: The relation between nutritional needs of *Ericerus pela* and nutritional components of host plants are studied. The results showed that growth of the female *Ericerus pela* was correlated with mineral, protein, fat, vitamin and glucose. Wax secretion of the male *Ericerus pela* was related with mineral, water-solubility matter, fibrin and glucose. There are 15 amino acids of privet (*Ligustrum vulgare*) branches hosted by *Ericerus pela* lower than that comparative branches and total amino acids of privet (*Ligustrum vulgare*) branches decreased by 28.17% due to host of *Ericerus pela*. The results also showed that the growth of the female *Ericerus pela* needed K, Ca, Mn and Wax secretion of the male *Ericerus pela* needed K, Na, Ca, Mg, Fe, and Mn.

Key words: *Ericerus pela*; nutritional needs; host; host plant; nutritional component

在昆虫与植物的关系中,对于终生寄生于植物表皮、器官和组织内部的昆虫,寄主植物受害,昆虫受益^[1]。在寄主植物受害的同时,被寄生的植物利用物理防御和化学防御等手段抑制昆虫取食为害。但具刺吸式口器的白蜡虫 *Ericerus pela* (Chavannes) 可以选择口针插入和吸取液汁的部位,一般输导组织内液汁含次生物质较少。通过显微切片可见口针对植物组织内部取食的部位具有高度的选择性。数种

微量元素,包括 Fe、Zn、Mn、Cu,是酶反应的辅因素,被认为存在于一切昆虫体内。昆虫完成正常的生理活动,必须满足一定比例的矿质元素浓度。同样,植物完成正常代谢,对 N、P、K 等矿质元素是必须的,对 Fe、Mn、P、Zn、Cu、Mo、Cl 等 7 个元素的需要量极微,稍多即发生毒害^[2]。

白蜡虫与寄主植物的研究,前人做了一些工作^[3-8],研究了白蜡虫与寄主植物及其枝龄的关系,

收稿日期:2004-09-14

基金项目:“十五”国家科技攻关计划项目(2004BA502B04)、云南省科技攻关项目(2001NG16)、农业科技成果转化资金项目(02EFN215301189)、“星火计划”项目(2003EA169001)和国家林业局林业科技研究专项项目(2003-040-L40)的部分内容

作者简介:王自力(1971—),男,四川内江人,助理研究员,主要从事资源昆虫培育与利用及产业化研究。

但对白蜡虫与寄主植物营养关系的研究尚未涉及,陈晓鸣等^[9-10]研究了白蜡虫的孵化行为和分布特征,王自力等研究了白蜡虫的孤雌生殖方式,赵欣平^[11]研究了白蜡虫及其寄主植物游离氨基酸含量,探讨了白蜡虫对游离氨基酸的利用问题。白蜡虫寄生在寄主植物上,通过具刺吸式口器的口针吸食寄主植物的汁液而获得营养。白蜡虫对寄主植物的营养需求研究涉及到白蜡虫与寄主植物之间的相互关系。白蜡虫营养需求、寄主植物本身的营养变化和生长状况是白蜡虫与寄主植物之间协同对抗,发展和平衡的动态过程,对白蜡虫的生长发育和生产有很大的关联。研究具有重要经济价值的资源昆虫白蜡虫营养需求与寄主植物之间的相互关系,了解白蜡虫生长发育的营养需求和寄主植物被寄生后的营养变化及寄主植物的营养状况,对白蜡虫生理学,白蜡生产具有重要的科学意义和现实意义。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验点设置在既能培育白蜡虫种虫又能生产白蜡的代表区域昆明市晋宁县晋城镇,位于 102°37' E, 27°26' N, 海拔 1 820 m, 年平均降水量 1 143.3 mm, 年平均气温 14.8℃, 大于 10℃ 积温 4 800℃, 年日照时数 2 314.2 h, 5—8 月的平均气温为 20.8℃, 平均相对湿度为 85.7%, 月最高平均气温为 21.5℃, 月最低平均气温为 19.7℃, 月最高平均相对湿度为 92.0%, 月最低平均相对湿度为 76.8%, 属于中亚热带气候区^[12-13]。昆明在历史上不进行白蜡虫种虫和白蜡生产,但在自然环境中有白蜡虫分布,白蜡虫多寄生于路边的行道树,公园的观赏植物和河埂,水库边的绿化树上,寄主以女贞为主,也有白蜡树。昆明地区的白蜡虫种虫粒大,怀卵量高,白蜡泌蜡量也较好。试验地寄主植物女贞和白蜡树均为人工林,同时用于生产白蜡虫种虫和白蜡。

1.2 试验材料

供试虫种:白蜡虫 *Ericerus pela* (Chavannes), 采自于昆明地区,以下简称昆明种虫。

供试材料:白蜡虫寄生和未寄生的女贞 *Ligustrum lucidum* Ait. 枝条。

1.3 研究方法

选择自然条件下正常生长发育、健壮饱满、无病虫害的成熟白蜡虫雌成虫,采用尼龙袋套袋方式,人工放养在既能培育白蜡虫种虫又能生产白蜡的代表

区域昆明市晋宁县晋城镇试验示范区内树龄、树势等基本一致的女贞寄主植物上,同时设置不放养白蜡虫的女贞寄主植物作对照。在白蜡虫成熟期,选择放养和不放养白蜡虫外观形态基本一致的女贞枝条作氨基酸、无机盐类含量等营养成分分析。同时,为了弄清白蜡虫雌雄群体对寄主植物的不同营养需求,在白蜡虫泌蜡末期(接近 2 龄雄幼虫化蛹羽化时期),选择白蜡虫分泌蜡花覆盖的枝条,除去蜡被,将枝条作营养成分分析,同时选择未放养白蜡虫的接近部位的女贞枝条为对照作灰分、可溶物、粗纤维、总糖和粗蛋白等营养成分分析;在白蜡虫雌成虫期,选择生长发育较好的白蜡虫雌成虫寄生枝条,除去雌成虫,将枝条作灰分、粗脂肪、粗纤维、蛋白质和总糖等营养成分分析,同时选择未放养白蜡虫的接近部位的女贞枝条为对照作营养成分分析。

2 结果与分析

2.1 白蜡虫对寄主植物的营养需求

昆虫的生长发育、生存繁衍和生殖特性需要蛋白质(氨基酸)、糖类、脂肪、维生素、水分和无机盐类等物质。各种昆虫对营养的需求是不一致的。白蜡虫寄生与未寄生女贞枝条氨基酸含量测定结果表明,白蜡虫寄生对寄主女贞枝条氨基酸含量产生影响。在测定的 18 种氨基酸中,白蜡虫寄生的女贞枝条中有 15 种氨基酸含量低于不放养白蜡虫的对照枝条,只有谷氨酸、组氨酸和色氨酸 3 种氨基酸含量

表 1 白蜡虫寄生与未寄生女贞枝条

氨基酸	氨基酸含量测定 (g kg ⁻¹)			
	虫寄生枝条	未寄生枝条	变化量	变化率/%
天门冬氨酸	2.03	3.57	1.54	75.86
苏氨酸	1.50	2.14	0.64	42.67
丝氨酸	1.48	1.88	0.40	27.03
谷氨酸	4.72	4.48	-0.24	-5.08
甘氨酸	1.49	2.04	0.55	36.91
丙氨酸	1.41	2.16	0.75	53.19
缬氨酸	1.63	2.39	0.76	46.63
蛋氨酸	0.23	0.41	0.18	78.26
异亮氨酸	2.48	3.27	0.79	31.85
亮氨酸	1.41	1.86	0.45	31.91
酪氨酸	0.94	1.10	0.16	17.02
苯丙氨酸	1.23	1.55	0.32	26.02
组氨酸	2.95	2.66	-0.29	-9.83
赖氨酸	1.37	2.40	1.03	75.18
精氨酸	1.52	2.00	0.48	31.58
色氨酸	2.02	1.74	-0.28	-13.86
脯氨酸	1.47	2.58	1.11	44.94
半胱氨酸	1.15	1.54	0.39	33.91
氨基酸总量	31.03	39.77	8.74	28.17

高于对照枝条(表 1),放养白蜡虫的女贞枝条的氨基酸总量比对照枝条的氨基酸总量减少了 8.74 g kg^{-1} ,减少 28.17%(表 1.2),表现出白蜡虫在生长发育过程中需要从寄主摄取大量不同种类和数量的氨基酸才能生存繁衍,完成其生活史。同时,白蜡虫也刺激寄主分泌谷氨酸、组氨酸和色氨酸 3 种氨基酸,使得这 3 种氨基酸在白蜡虫寄生的女贞枝条中高于对照。

在寄主植物矿质元素 K、Na、Ca、Mg、Cu、Mn、P 等构成无机盐类含量的测定中可以看出,白蜡虫寄生对其寄主无机盐含量产生影响,放养白蜡虫的女贞枝条的无机盐类含量低于对照枝条,特别是 Mn 含量,放虫枝条中 Mn 的含量仅为未放虫枝条的 1/4 左右,说明白蜡虫在生长发育过程中对 K、Na、Ca、Mg、Cu、Mn、P 都有不同程度量的需求,尤其对 Mn 的需求是寄主本身含量的 4 倍左右(表 2)。

表 2 白蜡虫寄生与未寄生女贞枝条

无机盐类含量测定 (g kg^{-1})

项目	K	Na	Ca	Mg	Cu	Mn	P
有虫枝条	5.03	0.19	2.62	1.18	0.09	0.10	1.02
对照	5.55	0.20	3.15	1.77	0.14	0.42	0.132

2.2 白蜡虫雌虫对营养的需求

白蜡虫雌虫对寄主植物的营养需求和白蜡虫雌虫寄生女贞枝条主要养分含量测定结果表明,放养白蜡虫雌虫的女贞枝条与对照枝条比较,白蜡虫寄生的枝条在灰分、粗脂肪、粗纤维、粗蛋白和总糖等主要养分含量方面都低于对照,分别为灰分减少了 18.55%,粗脂肪减少了 8.64%,粗纤维减少了 20.66%,粗蛋白减少了 12.56%,总糖减少了

19.96%(表 3)。

表 3 白蜡虫雌虫寄生女贞枝条主要

养分含量测定 (g kg^{-1})

项目	灰分	粗脂肪	粗纤维	粗蛋白	总糖
雌虫枝条	18.0	14.8	120.6	36.3	38.1
无虫枝条	22.1	16.2	152.0	41.4	47.6
变化量	4.1	1.4	31.4	5.2	9.5
变化率/%	18.55	8.64	20.66	12.56	19.96

白蜡虫雌虫对寄主植物氨基酸的营养需求和白蜡虫雌虫寄生与对照女贞枝条氨基酸含量测定结果表明,放养白蜡虫雌虫的女贞枝条中的天门冬氨酸、丝氨酸、组氨酸、谷氨酸、蛋氨酸、精氨酸、半胱氨酸、赖氨酸等 8 种氨基酸减少,氨基酸总量减少了 3.04 g kg^{-1} ,减少 24.60%(表 4.5),说明白蜡虫雌虫在生长发育和生存繁衍过程中对这 8 种氨基酸都有不同程度的需求。

表 4 白蜡虫雌虫寄生与未寄生女贞枝条

氨基酸含量测定 (g kg^{-1})

氨基酸	虫寄生枝条	未寄生枝条	变化量	变化率/%
天门冬氨酸	3.04	3.63	0.59	19.41
丝氨酸	1.56	1.58	0.02	1.28
谷氨酸	3.12	3.86	0.74	23.72
蛋氨酸	0.28	0.38	0.10	35.71
组氨酸	1.46	1.86	0.40	27.40
赖氨酸	1.10	1.16	0.06	5.45
精氨酸	1.20	2.20	1.00	83.33
半胱氨酸	0.60	0.73	0.13	21.67
(氨基酸总量)	12.36	15.40	3.04	24.60

表 5 白蜡虫雌虫寄生与对照女贞枝条无机盐类含量测定

(g kg^{-1})

项目	K	Na	Ca	Mg	P	Cu	Zn	Fe	Mn
雌虫枝条	9.72	6.0	5.06	3.22	1.77	0.14	0.48	1.05	0.11
无虫枝条	10.9	2.0	6.19	3.12	1.76	0.09	0.48	0.95	0.43
变化量	1.18	-4.0	1.13	-0.10	-0.01	-0.05	0.0	-0.10	0.32
变化率/%	10.83	-200	18.26	-3.21	-0.57	-55.56	-0.00	-10.53	74.42

白蜡虫雌虫对寄主植物无机盐的营养需求和白蜡虫雌虫寄生与对照女贞枝条无机盐含量测定结果表明,白蜡虫雌虫寄生女贞枝条的 K、Ca、Mn 3 种元素减少,减少最多的是 Mn,减少了 0.32 g kg^{-1} ,减少 74.42%,其余元素对照枝条高于放养雌虫枝条(表 5)。通过对白蜡虫雌虫寄生与对照女贞枝条无机盐含量分析表明,K、Ca、Mn 3 种元素是白蜡虫雌虫生长发育所必须。

2.3 白蜡虫雄虫对营养的需求

白蜡虫雄虫寄生的女贞枝条与不放养白蜡虫雄虫的对照寄主枝条主要营养成分含量测定结果表明,在测定的灰分、水可溶性物、粗纤维、总糖和粗蛋白中,白蜡虫雄虫寄生的寄主女贞枝条的灰分、水可溶性物、粗纤维、总糖减少,粗蛋白增加。其中,灰分(无机盐类)减少 34.18%,水可溶性物减少 11.73%,粗纤维减少 13.24%,总糖减少 17.42%,粗蛋白增加

20.80% (表6,7)。在组成蛋白质的氨基酸中,白蜡虫雄虫寄生的女贞枝条氨基酸含量与对照比较,只有天门冬氨酸和脯氨酸较对照氨基酸含量减少(表7,8)。表明白蜡虫雄虫泌蜡和生长发育过程中对这2种氨基酸有需求。

表6 雄虫寄生与未寄生枝条营养成分测定 (g kg⁻¹)

项目	灰分	可溶物	粗纤维	总糖	粗蛋白
雄虫枝条	12.9	14.3	118.0	25.6	30.2
无虫枝条	19.6	16.2	136.0	31.0	25.0
变化量	6.7	1.9	18.0	5.4	-5.2
变化率/%	34.18	11.73	13.24	17.42	-20.80

白蜡虫雄虫寄生与对照女贞枝条无机盐类含量测定结果表明,白蜡虫雄虫寄生的寄主女贞枝条中

表8 白蜡虫雄虫寄生与对照女贞枝条无机盐类含量测量 (g kg⁻¹)

项目	K	Na	Ca	Mg	P	Cu	Zn	Fe	Mn
雄虫枝条	9.59	0.13	4.89	1.96	2.27	0.58	0.81	1.11	0.13
无虫枝条	12.30	0.30	7.14	3.49	1.83	0.13	0.52	1.69	0.31
变化量	2.71	0.17	2.25	1.53	-0.44	-0.45	-0.29	0.58	0.18
变化率/%	22.03	56.67	31.51	43.84	-24.04	-346.15	-55.77	34.32	58.06

3 小结与讨论

(1) 白蜡虫生长发育的营养需求与寄主植物生长状况密切相关。有15种氨基酸为白蜡虫生长发育所需的营养,无机盐类物质中有K、Na、Ca、Mg、Mn、P等元素与白蜡虫生长发育和生存繁衍有关。白蜡虫寄生使女贞枝条的氨基酸总量降低了28.17%。

(2) 白蜡虫雌、雄虫生长发育所需的营养成分有所区别。白蜡虫雌虫生长发育需要大量的无机盐,蛋白质、脂肪、纤维素和糖类物质,有K、Na、Mn等3种元素被白蜡虫雌虫所利用。白蜡虫雄虫在泌蜡期,需要大量的无机盐、水可溶性物质、纤维素和糖类物质,而大量的无机盐(K、Na、Ca、Mg、Mn、Fe等)、水可溶性物质、纤维素和糖类物质在白蜡虫雄虫泌蜡期被利用,这与白蜡虫雄虫泌蜡的功能有关。白蜡虫雌虫生长发育与无机盐、蛋白质、脂肪、纤维素和糖类物质密切相关,白蜡虫雄虫泌蜡则与无机盐、水可溶性物质、纤维素和糖类物质有关。

(3) 白蜡虫雌、雄虫不同生长发育时期及所寄生的不同部位,所需求的营养成分也有所区别,不同种类氨基酸、无机盐对白蜡虫的作用,白蜡虫营养需求与寄主植物营养之间的动态平衡关系还需要作进一步

表7 白蜡虫雄虫寄生枝条氨基酸含量测定 (g kg⁻¹)

项目	雄虫寄生枝条	对照
天门冬氨酸	1.28	1.74
脯氨酸	0.7	0.8

K、Na、Ca、Mg、Fe、Mn等元素较对照枝条含量减少,K减少了22.03%,Na减少了56.67%,Ca减少了31.51%,Mg减少了43.84%,Fe减少了34.32%,Mn减少了58.00%。其中,Na和Mn减少得较多,减少幅度达50%以上。而P、Cu、Zn等元素则较对照枝条增加(表8,9)。表明白蜡虫雄虫泌蜡和生长发育需从寄主摄取大量K、Na、Ca、Mg、Fe、Mn等元素构成的不同无机盐类。

步的研究。

参考文献:

- [1] 钦俊德. 昆虫与植物的关系[M]. 北京:科学出版社,1987
- [2] 潘瑞炽、董愚得. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1979
- [3] 湖南省黔阳县供销社. 寄主树枝条年龄与白蜡虫的关系[J]. 昆虫知识,1977,14(5):159~161
- [4] 吴次彬. 白蜡增产措施的初步研究[J]. 四川大学学报(自然科学版). 1981,18(3):93~99
- [5] 喻占仁. 白蜡虫及其寄主植物[J]. 植物杂志,1986(2):33~34
- [6] 吴次彬. 白蜡虫及白蜡生产[M]. 北京:中国林业出版社,1989:1~115
- [7] 刘化琴,张长海. 白蜡虫寄主树良种选育的研究[J]. 林业科学研究,1992,5(3):361~364
- [8] Schoonhoven L. M., Jermy T., van Loon J. J. A. Insect-Plant Biology [M]. Chapman & Hall, 2001
- [9] 陈晓鸣,陈勇,王自力,等. 白蜡虫孵化行为的研究[J]. 林业科学研究,1997,10(2):149~153
- [10] 陈晓鸣,叶寿德,陈勇,等. 白蜡虫在寄主植物上的分布特征研究[J]. 林业科学研究,1997,10(4):415~419
- [11] 王自力,陈晓鸣,王绍云,等. 白蜡虫孤雌生殖的研究[J]. 林业科学研究,2003,16(4):386~390
- [12] 赵欣平. 白蜡虫及其寄主植物游离氨基酸的研究[J]. 昆虫知识,2001,38(6):459~461
- [13] 赵杰军,王自力,叶寿德,等. 昆明地区白蜡虫自然种群天敌种类及其危害调查[J]. 林业科学研究,2003,16(1):32~38