

文章编号:1001-1498(2004)03-0362-06

紫胶蚧与寄主植物氨基酸含量关系初步研究

陈又清, 陈晓鸣, 李 昆, 石 雷, 陈智勇

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

摘要:采用主分量分析、聚类分析等方法研究 7 种寄主植物氨基酸含量与紫胶蚧关系,结果显示:(1)不同寄主植物和是否被寄生的枝条之间,氨基酸含量存在差异。(2)当寄主植物枝条与久树 1 年生枝条氨基酸含量相近时,能产生较厚的胶被;偏离久树 1 年生枝条氨基酸含量越远,紫胶蚧在该寄主植物上的死亡率、怀卵量越高。(3)紫胶蚧寄生后久树枝条中氨基酸总量减少了 35% 左右,天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸的含量也都存在不同程度减少,但久树枝条中蛋氨酸、组氨酸、赖氨酸、精氨酸、色氨酸含量比未放虫枝条中高。其他寄主植物放虫枝条中也有不同种类的氨基酸含量比未放虫枝条中升高或降低的现象。

关键词:紫胶蚧;生物学特性;寄生;寄主植物;氨基酸

中图分类号:S789.8 **文献标识码:**A

在昆虫与植物的关系中,对终生寄生于植物的外表、器官和组织内部的现象,归为寄生现象,在这种关系中,寄主植物一般受害,昆虫受益^[1]。紫胶虫寄生在寄主植物上后,植物作为寄主,除对紫胶虫提供食物、居住和寻找配偶的场所外,还起着保护作用。具刺吸式口器的紫胶虫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较高的选择性^[2,3]。

在研究紫胶虫和寄主植物的关系中,往往注重其经济价值,重点研究营养成分与紫胶虫泌胶之间的关系。印度在紫胶虫的营养生理上作了一些工作^[4~7],国内主要研究寄主植物的营养成分之间的差异,营养成分与紫胶虫泌胶之间的关系^[8~10],寄主植物如何对紫胶虫寄生采取防御措施研究较少。本研究从昆虫与植物的关系角度,对紫胶蚧不同寄主植物的氨基酸含量进行了比较,研究了氨基酸含量与紫胶蚧生物学特性之间的关系,以及紫胶蚧寄生对寄主植物氨基酸含量的影响。

1 材料和方法

1.1 材料

本试验安排在中国林业科学研究院资源昆虫研究所元江试验站,供试虫种为紫胶蚧(*Kerria lacca* (Kerr.)),寄主植物为久树(*Schleichera oleosa* (Lour) Oken)、聚果榕(*Ficus racemosa* L.)、滇刺枣(*Zizyphus mauritiana* Lam.)、苏门答腊金合欢(*Acacia montana* Benth.)、光叶合欢(*Albizia lucida*

收稿日期:2003-11-10

基金项目:国家“十五”攻关项目“特种林产资源高效利用技术研究”(2001BA502B0401),云南省科技攻关项目“优质紫胶规模生产配套技术试验示范”(95A5-7)的内容之一

作者简介:陈又清(1969—),男,湖北浠水人,博士。

Benth.)、大叶千斤拔 (*Flemingis macrophylla* (Willd.))、栲树 (*Koelreuteria paniculata* Laxm.)。

1.2 方法

在久树等 7 种寄主植物上进行紫胶蚧放虫试验,其中久树分 1 年生和 2 年生枝条同时进行,每种寄主植物分别取枝龄相同、生长部位相近、分枝方向相同、长势接近的未放虫枝条作对照。在紫胶蚧成虫中、后期对不同寄主植物放虫枝条和未放虫枝条进行营养成分分析。在营养成分分析前 15 d,对取样枝条环割,以切断营养供应。每种枝条样本数 10 个。营养成分分析在中国林业科学研究院分析中心完成。

从紫胶蚧在寄主植物上固定开始,在不同时期分别调查紫胶蚧的固虫密度、性比、死亡率、泌胶量、胶被厚、怀卵量等指标。固虫密度采用计量紫胶蚧寄主植物枝条上单位平方厘米内紫胶蚧头数。性比采用计量紫胶蚧寄主植物枝条上单位平方厘米内紫胶蚧雄虫与雌虫的比例。死亡率采用计数寄主植物枝条上紫胶蚧在不同龄期死亡比例,成虫期紫胶蚧存活的密度采用公式 $N = C \times (4 + \dots) / 2 D^2$ 计算(C 为校正系数, D 为紫胶蚧成虫直径)^[11]。胶被厚是测量紫胶蚧成虫虫体以及包裹在虫体表面的紫胶所组成的联合体的厚度。个体泌胶量采用计算每个雌成虫在整个世代中泌胶的累计量。怀卵量的研究方法采用计数每个雌成虫卵卵数量。样本数 30 个。统计分析采用 SPSS 软件。

2 结果

2.1 紫胶蚧不同寄主植物放虫与未放虫枝条氨基酸成分比较

测定了紫胶蚧不同寄主植物 16 种氨基酸及总氨酸含量(表 1)。

表 1 紫胶蚧寄主植物放虫枝条与未放虫枝条(对照)氨基酸分析(2001-06) g

氨基酸	大叶千斤拔		久树 2 年生枝		久树 1 年生枝		滇刺枣		苏门答腊金合欢		光叶合欢		栲树	
	放虫	对照	放虫	对照	放虫	对照	放虫	对照	放虫	对照	放虫	对照	放虫	对照
天门冬氨酸	0.243	0.245	0.170	0.186	0.237	0.186	0.274	0.909	0.265	0.368	0.595	1.028	0.214	0.295
苏氨酸	0.146	0.188	0.099	0.117	0.131	0.104	0.128	0.106	0.166	0.149	0.198	0.185	0.130	0.142
丝氨酸	0.205	0.233	0.132	0.129	0.151	0.129	0.169	0.155	0.254	0.220	0.286	0.262	0.141	0.186
谷氨酸	0.286	0.330	0.229	0.229	0.294	0.229	0.316	0.283	0.346	0.328	0.489	0.465	0.262	0.325
甘氨酸	0.153	0.168	0.115	0.153	0.150	0.138	0.129	0.156	0.211	0.192	0.296	0.202	0.107	0.167
丙氨酸	0.183	0.200	0.119	0.147	0.167	0.132	0.146	0.150	0.173	0.199	0.224	0.223	0.162	0.204
缬氨酸	0.166	0.199	0.104	0.133	0.147	0.109	0.140	0.111	0.167	0.164	0.259	0.234	0.121	0.168
蛋氨酸	0.044	0.072	0.047	0.024	0.025	0.024	0.024	0.025	0.024	0.025	0.025	0.032	0.250	0.025
异亮氨酸	0.123	0.154	0.090	0.099	0.123	0.081	0.130	0.094	0.118	0.116	0.169	0.163	0.099	0.134
亮氨酸	0.223	0.241	0.149	0.179	0.210	0.149	0.222	0.174	0.177	0.220	0.296	0.282	0.179	0.217
酪氨酸	0.071	0.114	0.057	0.028	0.060	0.028	0.052	0.027	0.128	0.086	0.132	0.139	0.055	0.055
苯丙氨酸	0.190	0.170	0.112	0.112	0.158	0.112	0.150	0.228	0.147	0.156	0.209	0.189	0.112	0.148
组氨酸	0.183	0.154	0.122	0.122	0.194	0.122	0.099	0.010	0.097	0.103	0.100	0.236	0.134	0.234
赖氨酸	0.178	0.216	0.114	0.142	0.151	0.142	0.119	0.105	0.107	0.108	0.126	0.210	0.278	0.218
精氨酸	0.127	0.174	0.069	0.106	0.121	0.086	0.144	0.146	0.106	0.038	0.182	0.282	0.138	0.137
色氨酸	0.010	0.062	0.013	0.003	0.079	0.007	0.012	0.009	0.123	0.012	0.049	0.047	0.051	0.014
总氨酸	2.522	2.920	1.672	1.780	2.398	1.778	2.242	2.778	2.609	2.484	3.636	4.179	2.208	2.669

注:测定结果为 100 g 样本的含量(50 烘干)

从表 1 原始数据出发,计算紫胶蚧 7 种寄主植物放虫枝条和未放虫枝条共 14 个样本的相关矩阵,计算相关矩阵的特征根和特征向量,列出主分量计算方程,计算主分量坐标 y ,按主分量坐标把各样点位置展在主分量坐标图上(图 1)。

注:图中坐标对应寄主植物枝条主分量分别是大叶千斤拔放虫枝条(2.025,0.079),久树 2 年生放虫枝条(2.411,0.142),久树 1 年生放虫枝条(1.365,0.029),滇刺枣放虫枝条(1.772,0.114),苏门答腊金合欢放虫枝条(1.856,0.059),光叶合欢放虫枝条(1.480,0.039),栲树放虫枝条(1.502,-0.079),大叶千斤拔未放虫枝条(-1.266,-1.384),久树 2 年生未放虫枝条(2.162,0.019),久树 1 年生未放虫枝条(1.787,-0.134),滇刺枣未放虫枝条(2.260,-0.34),苏门答腊金合欢未放虫枝条(-0.095,-1.302),光叶合欢未放虫枝条(1.519,0.020),栲树未放虫枝条(2.071,0.038)。

图 1 主分量坐标图

从图 1 中可以看出,紫胶蚧不同寄主植物之间以及放虫枝条与未放虫枝条之间氨基酸含量有一定差异。其中久树 1 年生放虫枝条、光叶合欢放虫枝条、光叶合欢未放虫枝条、滇刺枣放虫枝条、苏门答腊金合欢放虫枝条、大叶千斤拔放虫枝条、栲树未放虫枝条、久树 2 年生未放虫枝条、久树 2 年生放虫枝条之间氨基酸含量差异不大(坐标点位于坐标系第一象限);大叶千斤拔未放虫枝条与苏门答腊金合欢未放虫枝条(坐标点位于坐标系第三象限)之间氨基酸含量差异不大;栲树放虫枝条、久树 1 年生未放虫枝条、滇刺枣未放虫枝条(坐标点位于坐标系第四象限)之间氨基酸含量差异不大。而 3 组枝条之间的氨基酸含量有一定差异。

2.2 氨基酸聚类分析及与紫胶蚧在寄主植物上生物学特性的关系分析

氨基酸聚类分析(图 2)中可以看出,这 7 种紫胶蚧寄主植物放虫枝条的氨基酸含量有一定差异。大叶千斤拔与滇刺枣属于同一类,它们的欧氏距离均为 1 左右。久树 1 年生枝条与栲树属于同一类,它们的欧氏距离均为 2.5 左右。如果以欧氏距离 7 为标准划分氨基酸含量类型,前面的 4 种紫胶蚧寄主植物放虫枝条的氨基酸含量与苏门答腊金合欢属于同一类。久树 2 年生枝条欧氏距离为 10 左右。光叶合欢的欧氏距离均为 25 左右,与其他寄主植物氨基酸含量差异最大。因此,氨基酸含量比较接近的 4 种寄主植物放虫枝条为大叶千斤拔、滇刺枣、久树 1 年生枝条和栲树,其次是苏门答腊金合欢,久树 2 年生枝条。

比较紫胶蚧在这 7 种寄主植物上的胶被厚可以看出,紫胶蚧在栲树上胶被最厚,依次是久树 1 年生、大叶千斤拔、滇刺枣、苏门答腊金合欢、光叶合欢。因此,当寄主植物枝条氨基酸含量与久树 1 年生枝条氨基酸含量相近时,能产生较厚的胶被。

紫胶蚧在 7 种寄主植物上的死亡情况为光叶合欢上最高,其次是苏门答腊金合欢、大叶千斤拔、久树、滇刺枣、栲树。结果看出,紫胶蚧寄主植物枝条氨基酸含量偏离久树 1 年生枝条氨基酸含量越远,紫胶蚧在该寄主植物上的死亡率越高。

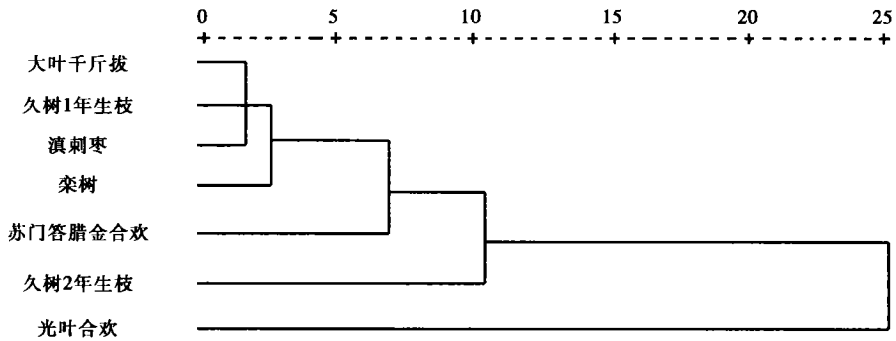


图 2 紫胶蚧 7 种寄主植物放虫枝条氨基酸聚类分析

紫胶蚧在 7 种寄主植物上的怀卵量是光叶合欢上最高,其次是苏门答腊金合欢、久树、滇刺枣、大叶千斤拔、栾树。结果看出,紫胶蚧怀卵量与寄主植物氨基酸含量的关系同紫胶蚧死亡率与寄主植物氨基酸含量关系相同。

紫胶蚧在 7 种寄主植物上的个体泌胶量在久树上最高,其次是光叶合欢、苏门答腊金合欢、栾树、大叶千斤拔、滇刺枣。结果可以看出,紫胶蚧在不同寄主植物上的个体泌胶量与寄主植物的氨基酸含量关系复杂,与久树氨基酸含量接近的寄主植物(栾树、大叶千斤拔、滇刺枣),其上寄生的紫胶蚧个体泌胶量却相差较大,与久树氨基酸含量差别较大的寄主植物光叶合欢和苏门答腊金合欢,其上寄生的紫胶蚧个体泌胶量与久树上的个体泌胶量接近。

2.3 紫胶蚧寄生对氨基酸含量的影响

将紫胶蚧寄主植物久树枝条放虫与否的氨基酸含量进行了比较。从图 3 中看出,紫胶蚧寄生对久树氨基酸含量产生影响。紫胶蚧寄生后久树枝条中氨基酸总量减少了 35%左右,天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸的含量也都存在不同程度减少。但是,紫胶蚧寄生后,久树枝条中蛋氨酸、组氨酸、赖氨酸、精氨酸、色氨酸含量比未放虫枝条中高。紫胶蚧其他寄主植物放虫枝条中也有不同种类的氨基酸含量比未放虫枝条中氨基酸含量升高的现象,见表 1。

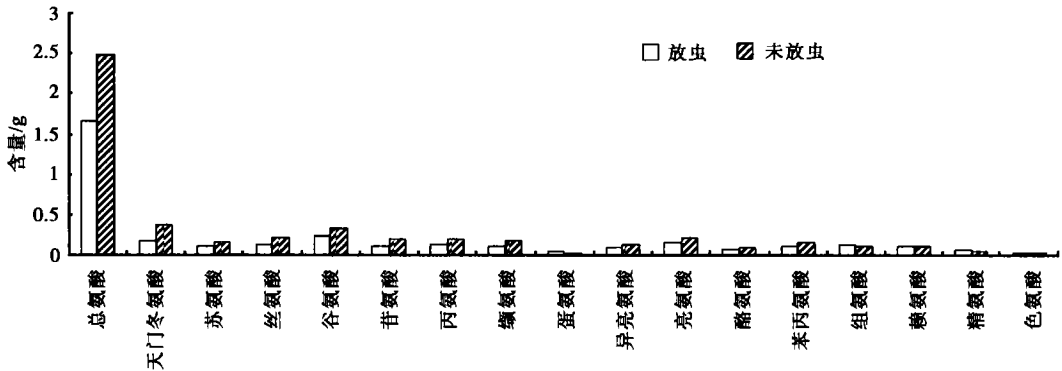


图 3 久树放虫枝条和未放虫枝条氨基酸比较

3 讨论

在胶被连片的情况下,通常认为胶被厚度与个体泌胶量为正相关关系。本研究结果显示,寄主植物氨基酸含量与紫胶蚧胶被厚和个体泌胶量关系不一致。原因可能与不同寄主植物上紫胶蚧成虫期种群密度相关,在种群密度相同的情况下,个体泌胶量越大,胶被越厚;在种群密度不同的情况下,则会出现泌胶量大,胶被薄,泌胶量小,胶被厚的现象。

寄主植物营养成分的性质和份量影响紫胶蚧的营养效应。选择的7种紫胶蚧寄主植物分属不同科属,按昆虫食性划分^[12],紫胶蚧应属于广食性昆虫。紫胶蚧取食时能采取空间回避的措施,减少次生代谢物质对其取食影响。因此,影响紫胶蚧取食和生长发育的化学因素,主要是营养条件。虽然这7种植物都有紫胶蚧营养所需的成分,但在质和量上却有明显差异,其幅度影响了紫胶蚧的存活和生殖。

紫胶蚧寄生后,寄主植物采取了相应的防御措施。中华紫胶虫(*Kerria chinensis* Mahdihasan)寄生南岭黄檀(*Dalbergia balansae* Prain.)后,引起寄主植物树皮结构变化^[2],中华紫胶虫寄生后,寄主植物单宁等次生代谢物质含量有上升现象^[9]。本研究结果显示,寄主植物氨基酸总量和大部分氨基酸含量在紫胶蚧寄生后有明显的降低,但几种氨基酸含量在紫胶蚧寄生后却发生了增加的现象。引起紫胶蚧寄主植物放虫枝条与未放虫枝条之间氨基酸含量有差异的原因很多,除与枝条的年龄、长势相关外,还与放虫枝条、未放虫枝条的生长部位、分枝方向等相关。该研究取样枝条年龄、长势、部位、分枝方向基本相近,出现氨基酸含量异常应该与紫胶蚧的吸食和寄主植物的防御性反应相关。

白蜡虫对不同游离氨基酸的利用存在差异^[13],不同游离氨基酸在不同昆虫体内代谢所起的作用不同。而紫胶蚧寄主植物在紫胶蚧寄生后几种氨基酸含量增加,该现象是否可以理解为寄主植物对紫胶蚧寄生后,在营养成分上采取了防御行为,为什么不同寄主植物在紫胶蚧寄生后氨基酸含量增加的种类有一定差异,以及不同氨基酸对紫胶蚧的作用都值得深入研究。

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] 张振珏, 陈忠仁, 林锦仪, 等. 紫胶虫在南岭黄檀上的取食部位及寄生对树皮结构的影响[J]. 植物学报, 1990, 32(9): 680 ~ 685
- [3] 陈又清, 徐涛, 陈晓鸣, 等. 紫胶蚧7种寄主植物比较解剖研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(4): 411 ~ 417
- [4] Haque M S. Free amino acids in the anal fluids of female lac insect feeding on different host plants[J]. Indian Journal of Entomology, 1984, 46(3): 291 ~ 298
- [5] Varshney R K, Sivastava P N. Amino acid and carbohydrate constituents of the Indian lac insect, *Kerria lacca* (Homoptera: Tachardiidae) at different stages of development[J]. Annales de la Societe Entomologique de France, 1989, 25(3): 380 ~ 382
- [6] Haider S Wasi. Ganguly Guri. Hydrogen-ion concentration and digestive enzymes in the mid gut of adult female lac insect, *Kerria lacca* (Kerr), "Rangeeni" strain[J]. Annals of Entomology (Dehra Dun), 1992, 10(2): 39 ~ 42
- [7] Varshney R K. Flow of some nutrients in the metabolism of Indian lac insect *Kerria lacca* (Kerr) (Homoptera: Tachardiidae)[J]. Annals of Forestry, 1995, 3(2): 172 ~ 177
- [8] 侯开卫, 刘凤书, 李金元, 等. 寄主植物的营养生理与紫胶虫泌胶关系的研究[J]. 林业科学研究, 1995, 8(专刊): 1 ~ 6
- [9] 陈玉德. 紫胶虫与寄主植物的关系[J]. 林业科学研究, 1995, 8(专刊): 51 ~ 55
- [10] 易鹏, 侯开卫, 刘凤书. 寄主植物中碳水化合物与紫胶虫泌胶关系初探[J]. 广西林业科技, 1987, 4, 24 ~ 26

- [11] 陈又清,陈晓鸣,李昆.紫胶虫种群死亡率探讨与计算方法改进[J].林业科学研究,2003,16(2):135~140
- [12] Schoonhoven L M, Jermy T and van Loon J J A. Insect-Plant Biology[M]. Landan:CHAPMAN & HALL,2001
- [13] 赵欣平,刘克武,杨受忠,等.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

A Study on the Relationship between Amino Acid Content of Host Trees and *Kerria lacca*

CHEN You-qing, CHEN Xiaoming, LI Kun, SHI Lei, CHEN Zhi-yong

(Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650216, China)

Abstract: The relationship between amino acid contents of host trees and *Kerria lacca* was studied. The results were as follow: 1. Amino acid contents among 7 different host trees species and branches hosted or not hosted by *Kerria lacca* were different. Principal components showed that the amino acid contents of 14 different branches could be divided into 3 groups. 2. When the amino acid contents of hosted branch were close to the amino acid contents of annual kusum branch, the thickness of raw lac was thicker; when the amino acid contents of hosted branch were departed from that of annual kusum branch, *Kerria lacca* had higher mortality and fecundity; the relationship between amino acid contents of hosted branch and the amount lac secreted by per lac insect was complicated. 3. *Kerria lacca* hosting had some influence on amino acid contents of branch. The entire amino acid contents of hosted branch decreased by 35% comparing to that of control kusum branch, the contents of aspartic acid, threonine, serine, glycine, alanine, isoleucine, tyrosine, valine, leucine, phenylalanine and methionine decreased in different degree. But after hosted by *Kerria lacca*, the contents of histidine, lysine, arginine and tryptophan were higher than that of control branch. The contents of some kinds amino acid of hosted branch also increased or decreased in other species host trees.

Key words: *Kerria lacca*; biological characteristics; host; host trees; amino acid