

竹卵圆蚜危害竹的养分变化*

费学谦 徐天森 黎戊贤*

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

关键词 竹卵圆蚜; 毛竹; 氨基酸; 糖

竹卵圆蚜(*Hippota dorsalis* (Stal)) 是毛竹主要害虫之一^[1], 它的发生往往给竹林带来毁灭性的危害。毛竹受其危害后从下轮枝梢开始落叶, 最后整株落叶枯死。为了解毛竹受害后体内的生化变化, 探讨被害竹死亡原因, 对受害程度不同的植株的碳、氮营养状况进行了研究。

一、材料和方法

供试材料 于1987年6月取自浙江省德清县南路乡当年受卵圆蚜危害的毛竹林。根据受害程度不同, 分别从二年生、四年生和六年生植株上采集枝条。将样竹分成危害严重(大部分竹枝叶子枯落)、中等(下部2~3轮枝叶子基本枯落)、较轻(下轮枝部分小枝叶子枯落)和对照(叶子完好)4组。每份样品各采自相同危害程度的五个植株, 均取其基部第二轮枝。将所采枝条去除残存叶片后105℃杀青15min, 60℃烘干、粉碎、过60目筛, 密封备用。

糖测定 总糖及可溶性糖总量用蒽酮比色法测定, 重复二次, 取平均值; 可溶性糖组分用 Waters 高压液相色谱仪离子交换法测定^[2]。

氨基酸测定 游离氨基酸的提取基本采用 Barnert^[3]的方法。用80%乙醇分三次在70℃水浴上提取后蒸干, 用0.1N HCl(含30%甲醇)溶解并过0.45μm膜及 Waters Sep-Pak C₁₈小柱; 蛋白质水解基本按李元明的方法^[4], 取样于安培瓶中, 加入6N HCl, 真空封口, 在110℃烘箱中水解24h, 取部分蒸干, 用0.1N HCl(含30%甲醇)溶解并过0.45μm膜。将提取和水解处理后的样品用 Waters 244型高压液相色谱仪柱后衍生法, 分别测定游离氨基酸和水解氨基酸含量。

二、结果分析

(一) 可溶性糖和总糖的变化

毛竹在受卵圆蚜危害后, 可溶性糖和总糖含量均有下降。总糖下降均在10%以上, 而可溶性糖含量下降幅度一般达25%~30%, 但到中等危害程度时不再下降(表1)。可溶性糖主要成分蔗糖、葡萄糖和果糖含量在毛竹受害后有所下降, 但也有例外。在四年生竹中蔗糖减少最多, 达66%; 而在六年生竹中下降最多的是葡萄糖, 达71.9%, 果糖次之, 为59.3%。在二年生竹中三种糖的变化均无明显规律。

本文于1989年12月4日收到。

*本研究系林业部竹卵圆蚜研究课题内容的一部分。黎戊贤现在广东台山县化工厂工作。

(二) 游离氨基酸含量及其组分的变化

受害竹游离氨基酸含量与对照存在着显著差异，其含量随着受害程度的加重而成倍增加。严重受害竹的氨基酸含量比对照高出4.69~10.84倍。竹龄越大，这种变化就越明显(表2)。从样品中共检出15种氨基酸和酰胺，其中酰胺和苏氨酸洗脱在一起(图1)。从样品经蛋白质水解处理后的各氨基酸组分含量看，苏氨酸含量很低(表4)，所以2号峰主要代表了酰胺的含量。受害竹中各种氨基酸含量均比对照有不同程度的上升。其中上升幅度最大的是酰胺。在二、四和六年生竹中，严重受害组的酰胺含量分别比对照组高出7.2、248.89和31.8倍；精氨酸含量的变化也引人注目，在未受害组中几乎测不到它，但在严重受害组中其含量分别达到了58.55、40.11和46.49 mg/100g；赖氨酸含量的变化在二年生竹中更为明显，受严重危害后比对照高出37倍，而在四、六年生竹中只高出9.36和5.24倍。表明氨基酸不同组分及其含量的变化与受害竹竹龄有关。

表1 受害竹糖分含量的变化

(单位: %)

竹龄	受害程度				可溶性糖			
	重	中	轻	CK	重	中	轻	CK
二年生	2.92	2.64	3.09	3.25	0.97	0.93	1.01	1.29
四年生	2.66	2.70	3.34	4.94	0.96	0.95	1.36	1.44
六年生	2.92	3.31	4.15	3.34	1.19	1.25	1.50	1.78

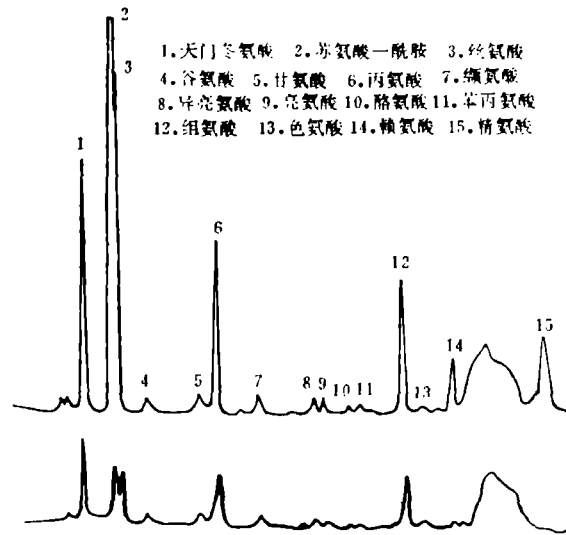


图1 游离氨基酸色谱图
上: 六年生严重受害竹; 下: 对照

表2

受害竹游离氨基酸总量的变化

(单位: mg/100g)

竹龄	受害程度及含量		重		中		轻		CK
	含量	与对照比(倍)	含量	与对照比(倍)	含量	与对照比(倍)	含量	与对照比(倍)	
二年生	358.69	5.69	235.27	3.73	131.75	2.09	62.93		
四年生	255.51	8.29	119.86	3.89	43.12	1.40	30.84		
六年生	307.00	11.84	179.64	6.93	52.28	2.02	25.94		

由于各种氨基酸含量增幅不一，在游离氨基酸总量中所占的比例随之发生了很大变化。酰胺和精氨酸含量所占的比例急骤上升，而组氨酸、天门冬氨酸、丙氨酸、丝氨酸等虽有波动，但基本上呈下降趋势(表3)。

(三) 蛋白质水解氨基酸含量与组分的变化

经蛋白质水解处理后受害组样品中氨基酸总量均比对照高，但在中等受害时就已达到最高水平，严重受害时四、六年生竹的含量反而有所下降，这和游离氨基酸含量随受害加剧而上升的趋势不同(图2)。各氨基酸组分含量的变化在二年生竹中不尽相同，而在四、六年生竹中基本上随总量的变化而增减，但变化幅度比游离氨基酸小。在各组分中，精氨酸增加量

表 3 部分游离氨基酸占总量百分率的变化 (单位: %)

名称	二 年 生				四 年 生				六 年 生			
	重	中	轻	CK	重	中	轻	CK	重	中	轻	CK
天门冬氨酸	4.58	4.17	12.05	14.56	5.14	6.35	13.68	16.54	4.99	15.30	10.71	17.28
苏氨酸-酰胺	46.55	64.76	40.60	34.63	50.46	54.02	16.12	16.14	53.87	42.06	32.65	19.40
丝氨酸	4.78	6.77	8.65	8.72	5.81	6.88	13.38	12.39	7.07	5.47	9.35	13.15
谷氨酸	0.34	0.42	0.80	1.26	0.48	0.63	1.16	1.56	0.47	0.81	0.92	1.58
甘氨酸	0.43	0.86	0.74	0.83	0.55	1.03	1.14	0.91	0.61	0.64	1.26	1.16
丙氨酸	3.23	4.34	10.88	9.65	6.72	6.82	17.09	16.57	5.17	5.81	8.17	16.43
缬氨酸	0.80	1.22	1.75	2.23	1.21	0.95	2.11	2.85	0.89	0.91	1.93	2.43
组氨酸	7.55	5.57	10.25	18.70	10.08	10.94	27.59	23.96	7.76	18.09	24.68	23.22
赖氨酸	13.27	1.79	2.28	0.95	2.84	2.48	2.32	2.27	1.42	1.77	2.88	2.70
精氨酸	16.35	7.27	10.84	5.18	15.70	8.68	3.43	4.90	15.14	8.31	微量	0
其它	2.12	2.83	1.16	3.29	1.01	1.22	1.98	1.91	2.61	0.83	7.44	2.65

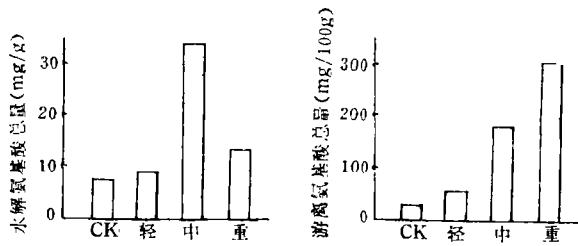


图 2 游离氨基酸(右)和水解氨基酸(左)总量的变化(六年生竹)

天门冬氨酸的含量也分别是对照组的 2.13、2.68 和 5.67 倍, 在其总量中所占的比例也有较大增加。其它氨基酸如组氨酸、丙氨酸、赖氨酸等在绝对含量上受害组高于对照, 但其相对比例却基本上随总量的上升而下降(表 4)。

最大。在对照组四、六年生竹株中几乎测不到精氨酸, 如果以二年生竹的对照组的含量 47.69 mg/100g 相比, 在三个年龄组中等受害竹的精氨酸含量分别是对照的 4.79、3.19 和 10.55 倍, 占其氨基酸总量的比例从 4.86% 分别增加至 12.23、10.36 和 15.05%; 中等受害组

表 4 几种水解氨基酸占总量百分率的变化 (单位: %)

名称	二 年 生				四 年 生				六 年 生			
	重	中	轻	CK	重	中	轻	CK	重	中	轻	CK
天门冬氨酸	19.80	17.61	16.14	15.75	21.76	19.33	12.85	13.52	22.59	18.99	12.72	15.13
苏氨酸	4.42	4.16	5.54	6.41	4.76	5.08	6.14	6.38	4.91	4.76	6.22	6.52
丙氨酸	6.99	7.16	8.76	10.01	7.82	8.28	10.36	10.56	7.57	7.41	9.52	10.40
组氨酸	6.84	6.66	7.56	9.68	7.70	7.75	10.78	10.77	7.63	6.51	9.86	10.42
赖氨酸	9.85	9.82	11.28	13.48	9.92	10.19	13.08	13.48	9.71	13.12	12.44	12.48
精氨酸	14.18	12.23	8.74	4.86	10.38	10.36	4.17	微量	7.86	15.05	5.99	微量
其它	37.92	42.33	41.98	39.81	37.66	39.01	42.62	45.56	39.73	37.16	43.25	45.05

三、讨 论

毛竹受危害后由于虫子摄取了部分的糖, 加之叶片枯落, 光合面积减少, 生产的碳水化合物大大减少。结果是可溶性糖含量下降, 淀粉水解, 总糖含量也随之减少。这些都是体内糖的代谢失调所致。

受害竹游离氨基酸含量及其组分的变化非常突出。但受害竹体内氨基酸含量的增高并不能认为是诱导昆虫入侵的起因。Hanson^[4]等人的试验证明氨基酸并不是昆虫寻找寄主的促进剂,对昆虫寻找寄主起刺激作用的可能是某种非极性的挥发性物质。从我们的测定结果来看,在未受害竹林中幼竹的氨基酸绝对含量高于老龄竹,但老竹受侵害率却大大高于幼龄竹。这说明游离氨基酸的增加仅仅是竹株受害后的一种反应。

水解氨基酸在受害竹达中等危害程度时大量增加,说明了这个时期竹枝内蛋白质含量的增加,这就意味着氮素有可能从其它部位向枝内进行转移。此外,受害竹和未受害竹相比,不仅水解氨基酸总量有较大增加,其各组分比例也有明显改变,这也从某种程度上反映出竹枝内蛋白质在降解,游离氨基酸增多的同时,还有成分与未受害前不同的新的蛋白质合成,这些都反映了体内氮代谢的失调。到严重受害期即濒死期,氮代谢失调愈加严重,游离氨基酸含量明显上升,分解大于合成,总氮量开始下降。

在游离氨基酸的增加中酰胺、精氨酸及赖氨酸起了主导作用。酰胺的陡然增加,从另一方面证实了受害竹体内蛋白质水解的加剧。因为酰胺是氨的贮存形式,也是蛋白质和氨基酸分解后的必然产物,这是植物防止氨中毒、贮存氮素和能量的一种自我保护措施。酰胺的增加同时也反映出竹株体内糖分的供应不足^[6]。精氨酸和赖氨酸都是双氨基氨基酸,它们急剧增加的生理作用可能和酰胺类似。

老龄竹受害后氨基酸含量和组分的变化比幼龄竹大,在竹林中受侵害率也比幼龄竹高,这可能是老龄竹生理活性减弱,抵抗力下降所致^[6]。

综上所述,毛竹受卵圆蝻危害后,使竹株体内碳、氮营养代谢失调,严重影响了其它生理过程的正常进行,这可能是促使竹林中部分老龄植株死亡的一个原因。但究竟什么物质诱导卵圆蝻对不同年龄、不同竹株的选择侵袭,还有待于进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 徐天森等, 1988, 林业科学研究, 1(6), 633~639.
- [2] 李明元, 1988, 高效液相色谱法及其在食品分析中的应用, 北京大学出版社, 148~153.
- [3] Barnent, N. M. et al., 1966, Amino acid and protein metabolism in bermuda grass during waterstress, *Plant Physiol.*, 41, 1220~1230.
- [4] Hanson, F. E., 1983, In: Ahmad, S. (Ed): *Herbivorous insects: host-seeking behavior and mechanisms*, Academic Press, New York, 3~25.
- [5] 曹宗翼等, 1979, 植物生理学, 人民教育出版社, 213~214.
- [6] P. J. 克累默尔著, 1979, (汪振儒译, 1985), 木本植物生理学, 中国林业出版社, 826~827.

CHANGES OF NUTRIENTS IN BAMBOO TWIGS DAMAGED BY *HIPPOTA DORSALIS* (STAL)

Fei Xueqian Xu Tiansen Li Wuxian

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract Sugars and amino acids of bamboo twigs damaged by *Hippota dorsalis* (Stal) are determined by HPLC method. Results show that total sugars and soluble sugars decrease with the injury increases. The contents of their components, such as sucrose, glucose and fructose, decrease at different degree.

Free amino acids sharply increase with damage increases, among six-year-old bamboos, content of amide increases nearly 32 times, which makes up half of the total free amino acid; ARG grows up from zero to 46.49 mg/100g after severe damage. LYS also increases 37 times among two-year-old ones.

Total amino acids also have a marked rise after proteolysis treatment, but they have reached the highest level before severe damage comes. The total content increases 1.7 times while ARG goes up 5 times more than the contrast.

The changes of different direction in nitrogen and sugars are a kind of reaction of plant to the infestation of the insect, which causes disorder of sugar and nitrogen metabolism among infested bamboos.

Key words *Hippota dorsalis* (Stal); bamboo; amino acids; sugar