

茶饼病侵染对茶树游离氨基酸组分及含量的影响

单治国^{1,2}, 张春花¹, 满红平³, 魏朝霞², 强继业¹, 张乃明², 唐嘉义²

(1. 普洱学院农林学院, 云南普洱 665000) (2. 云南农业大学植物保护学院, 云南昆明 650201)

(3. 普洱市质量技术监督综合检测中心, 云南普洱 665000)

摘要: 为揭示茶饼病菌对茶树叶片中游离氨基酸组分及其含量的影响, 以 3 个不同抗性品种茶树的病、健叶为试验材料, 利用高效液相色谱法 (HPLC) 检测不同抗性品种茶树未感病和感病后鲜叶中氨基酸的组分和含量。结果表明: 不同抗性品种未感病叶片中游离氨基酸的种类和含量有差异, 茶氨酸含量最高, 其次是 γ -氨基丁酸、蛋氨酸、胱氨酸; 感病后氨基酸总量上升, 高抗品种紫娟叶片中游离氨基酸的种类减少, 含量下降, 仅 γ -氨基丁酸含量增加; 中抗品种云抗 10 号叶片中游离氨基酸的种类增加, 含量均增加; 感病品种佛香 1 号叶片中游离氨基酸的种类不变, γ -氨基丁酸、茶氨酸、赖氨酸、色氨酸、精氨酸 5 种游离氨基酸的含量增加, 其余氨基酸的含量下降, 因而可以以此分析氨基酸与茶树抗病性的关系。本研究结果可为从生理生化角度探讨茶饼病致病机理提供基础数据。

关键词: 高效液相色谱法; 游离氨基酸; 茶树; 茶饼病; 抗病性

文章编号: 1673-9078(2017)5-240-246

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.5.038

Effects of *Exobasidium vexans* Masee on Free Amino Acid Composition and Content of *Camellia sinensis* (Linn) var. *Assamica* (Masters) Kitamura

SHAN Zhi-guo^{1,2}, ZHANG Chun-hua¹, MAN Hong-ping³, WEI Zhao-xia², QIANG Ji-ye¹, ZHANG Nai-ming², TANG Jia-yi²

(1.College of Agroforestry Sciences, Puer university, Puer 665000, China) (2.College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China) (3.Puer Comprehensive Technical Testing Center, Puer 665000 China)

Abstract: To explore the effects of *Exobasidium vexans* Masee (*E. vexans*) on the amino acid composition and content of *Camellia Sinensis* (Linn.) var. *assamica* (Masters) Kitamura, infected and healthy leaves from three *Camellia sinensis* (L.) Kuntze varieties with different resistance were used as experimental materials, and high-performance liquid chromatography (HPLC) was conducted to measure the amino acid composition and content of the infected and healthy leaves from the tea trees with different resistance. The results showed that there were differences in the concentrations and types of free amino acids among healthy leaves from different resistant varieties. Theanine had the highest concentration, followed by γ -aminobutyric acid, methionine, and cystine. After infection, total amino acid content increased; in the leaves of ZiJuan-the variety with high resistance to *E. vexans*-the concentrations and diversity of free amino acids decreased, and only the concentration of γ -aminobutyric acid increased; in the leaves of YunKang10-the variety with medium resistance to *E. vexans*-the concentrations and diversity of free amino acids increased; in the leaves of susceptible variety FoXiang1, the diversity of free amino acids did not change, the concentrations of γ -aminobutyric acid, theanine, lysine, tryptophan, and arginine increased, and concentrations of the other amino acids decreased. Therefore, the above findings can be used to analyze the relation between amino acids and disease resistance of tea trees. The results of this study provide basic data for the research on the pathogenicity of *E. vexans* from physiological and biochemical points of view.

Key word: high-performance liquid chromatography(HPLC); free amino acid; *Exobasidium vexans* Masee; *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze; resistance

收稿日期: 2016-07-13

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2007BAD58B01); 普洱学院高层次人才科研启动项目 (K2015032); 农学专业普洱茶实验实习实训基地与加工技术创新服务中心 (云高教 2015-56 号); 云南省科技创新强省计划 (2014AE014)

作者简介: 单治国 (1979-), 男, 博士研究生, 讲师, 主要从事茶叶安全的研究

通讯作者: 张春花 (1984-), 女, 博士研究生, 主要从事茶叶加工与品质研究

茶饼病 (*Blister blight*) 是危害性最严重的茶树真菌性病害之一, 严重影响成品茶的品质和质量直接影响茶产业的经济效益^[1,30]。茶饼病病害仅仅发生在茶树幼嫩的器官和组织上, 最初症状是在嫩叶上出现浅绿、灰绿、黄绿、淡黄、灰黄或略带红色的很小的棕色圆形或者椭圆形水渍状半透明小斑点, 病斑可以逐渐扩大到 0.6~1.2 cm 不等, 后期, 成熟的担孢子被释放出来, 由气流传播, 病斑变为暗褐色或紫红色溃疡状, 甚至形成孔洞, 并可能被其它腐生菌侵染。目前, 对该病的研究主要集中在发生危害规律、抗性筛选及防控药剂的筛选上^[15-17,19,21], 但对该病致病机理的探讨尚无较好进展, 未见从生理生化角度分析茶树感病过程中某些生理生化指标的响应。

氨基酸作为病原物的营养基质, 对植物病原菌有直接的致害作用, 并参与构成作物的抗病机制。病原菌寄生到植株上, 氨基酸可被病菌作为碳源、氮源直接吸收而合成自身的蛋白质。关于氨基酸在抗病抗逆中的作用及变化规律的研究已有报导: 如刘敬业等报道过晾晒烟接种赤星病后游离氨基酸动态变化; 曾玲等测定了水稻感染稻瘟病后氨基酸含量的动态; 刘敬业等研究了赤星病与不同晒烟品种游离氨基酸含量关系; 王永华等测定了水稻感染稻瘟病后茎内氨基酸含量的动态; 余德亿等发现李树叶片受细菌性穿孔病危害后, 蛋白质和氨基酸含量均出现了不同程度的下降。但是未见茶树感病后体内游离氨基酸的变化研究。

因此, 为探讨茶饼病与氨基酸的关系, 作者研究了不同抗性品种茶树的病、健叶, 利用高效液相色谱法 (HPLC) 检测不同抗性品种茶树未感病和感病后鲜叶中氨基酸的组分和含量, 拟通过比较茶饼病菌发生前后茶树鲜叶中游离氨基酸组分主要种类及其含量的差异性变化, 揭示茶饼病菌的危害与茶树中游离氨基酸组分及其含量的关系, 为进一步研究茶饼病提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

试材取自于中国云南省农业科学院茶叶研究所种质资源圃, 于 2011 年 9 月茶饼病发病适期, 选取对茶饼病具有不同抗病等级的 3 个茶树品种为试验材料 (即 1 个高感品种佛香 1 号, 1 个中抗品种云抗 10 号, 1 个高抗品种紫娟) 按照五点取样法, 采摘同一叶位、同一病害级别的健叶、病叶, 采后立即低温保存带回实验室进行游离氨基酸的提取和测定, 每个处理重复 3 次, 计算平均值和标准差。

1.2 仪器与试剂

高效液相色谱仪 (日本岛津公司, 包括 SPDA-M20A 二极管阵列检测器、LC-20ATVP 泵、LC-solution 色谱工作站)、C₁₈ 液相色谱柱 Kromasil C₁₈ 5 m (4.6 mm×150 mm), 旋转蒸发器 (瑞士 Buchi 公司), 冷冻干燥器 (德国 CHRISTGAMMA 1-20), 电子天平 (瑞士 Sartorius 公司), HY-4 调速多英振荡仪 (江苏金坛中大仪器厂), 超声波清洗机 (上海 BRANSON 公司), IJV VIS (日本岛津公司), MilliQ-50 超纯水系统 (美国 millipore 公司), MIKRO 22R 冷冻离心机 (德国), 冰箱。

天门冬氨酸 (Asp)、谷氨酸 (Glu)、天冬酰胺 (Asn)、丝氨酸 (Ser)、谷氨酰胺 (Gln)、组氨酸 (His)、甘氨酸 (Gly)、苏氨酸 (Thr)、胱氨酸 (Cys)、精氨酸 (Arg)、丙氨酸 (Ala)、茶氨酸 (L-Theanine)、赖氨酸 (Lys)、色氨酸 (Tyr)、 γ -氨基丁酸 (GABA)、蛋氨酸 (Met)、缬氨酸 (Val)、异亮氨酸 (Ile)、亮氨酸 (Leu) 和苯丙氨酸 (Phe) 等 20 种氨基酸标准样品等 20 种氨基酸标准样品 (由 Waters 公司提供); 乙睛和甲醇均为色谱纯试剂 (天津福晨化学试剂公司); 乙酸钠一二乙胺缓冲液 (由 Waters 公司提供), 使用时以 1:10 (体积比) 稀释, 超声波脱气 1 mm。

1.3 游离氨基酸组分的提取

准 (精) 确称取 2.00 g, 加水 (H₂O) 80 mL 于三角瓶中, 并用封口膜封口, 80 °C 水浴浸提 2 h, 每隔 10 min 摇一下, 过滤定容至 100 mL。

取 1 mL 浸提液加入 200 μ L 的氯仿, 上下摇 20 次, 13000 r/min 离心 10 min, 取上清液测定。

1.4 色谱条件

色谱柱: 美国 Waters Atlantis C₁₈ (4.6 mm×150 mm, 4 μ m)。流动相: A 相, 140 mmol/L 乙酸钠-二乙胺缓冲液 (pH 4.95); B 相: 乙睛, CH₂O。梯度程序: 0~0.5 min, 100% A; 0.5~15 min, 97% A+3% B; 15~33 min, 96% A+4% B; 33~35 min, 60% B+40% C; 35 min, 100% A; 流速: 1.2 mL/min。运行时间: 40 min, 柱温: 37 °C。

1.5 数据统计分析

SPSS 数据处理系统软件; 差异显著性通过 Duncan 新复极差测验 (SSR 法) 进行统计分析, 结果采用字母表示法^[25]。

2 结果与分析

2.1 茶饼病菌对不同茶树品种的危害

茶饼病菌对不同茶树品种之间的危害情况差异较大,佛香1号受害程度最严重,发病率达100%,病情指数达62.25;云抗10号,受害也比较重,发病率达88.97%,病情指数达35.50;紫娟受害最轻,发病率比较低,仅为9%,病情指数为3.75,说明不同茶树品种对茶饼病菌的感病程度不同。

2.2 三个不同抗性茶树品种健康和受害叶片

中游离氨基酸组分及其含量的分析

表1 不同抗性茶树品种未感病和感病叶片中游离氨基酸种类和含量的比较 (mg/g 鲜重)

Table 1 Comparison of free amino acid content of intact tea leaves and tea leaves of different cultivars infected by *E. vexans* (mg/g fresh weight)

游离氨基酸	紫娟		云抗10号		佛香1号	
	未感病叶片	感病叶片	未感病叶片	感病叶片	未感病叶片	感病叶片
天门冬氨酸 Asp			3.07±0.11	4.81±0.14	2.90±0.22	1.90±0.18
谷氨酸 Glu	1.20±0.24	1.013±0.14 ^{Bb}	4.01±0.12	4.19±0.15 ^{Aa}	5.32±0.29	4.68±0.16 ^{Aa}
天冬酰胺 Asn			0.12±0.17	0.14±0.07	0.11±0.06	0.10±0.03
丝氨酸 Ser	0.45±0.14		1.60±0.10	2.18±0.13	1.82±0.18	1.52±0.11
谷氨酰胺 Gln				0.09±0.01		
组氨酸 His				0.52±0.04		
甘氨酸 Gly	0.13±0.28		0.26±0.08	0.28±0.05	0.24±0.28	0.25±0.03
苏氨酸 Thr				1.10±0.12		
胱氨酸 Cys				3.67±0.24	8.41±0.18	5.15±0.12
精氨酸 Arg			0.28±0.08	0.57±0.06	0.28±0.08	0.33±0.09
丙氨酸 Ala	0.66±0.34		2.24±0.18	3.04±0.19	1.08±0.10	1.74±0.11
茶氨酸 L-thean	19.08±0.29	2.67±0.24 ^{Cc}	27.29±0.58	35.28±0.36 ^{Aa}	10.94±0.18	15.96±0.17 ^{Bb}
赖氨酸 Lys			0.66±0.10	1.42±0.11	0.97±0.08	1.06±0.11
色氨酸 Tyr	0.18±0.27	0.19±0.11 ^{Cc}	0.36±0.11	0.64±0.05 ^{Aa}	0.51±0.09	0.53±0.04 ^{Bb}
γ-氨基丁酸 GABA	3.14±0.34	24.53±0.26 ^{Bb}	5.48±0.17	5.83±0.16 ^{Cc}	5.16±0.21	27.74±0.27 ^{Aa}
蛋氨酸 Met	2.87±0.14	2.63±0.14 ^{Cc}	4.74±0.10	5.44±0.17 ^{Bb}	16.31±0.28	6.22±0.21 ^{Aa}
缬氨酸 Val				0.97±0.18		
异亮氨酸 Ile			0.73±0.09	0.94±0.04	0.74±0.20	0.68±0.07
亮氨酸 Leu	1.00±0.24	0.83±0.04 ^{Bb}	1.37±0.10	1.59±0.14 ^{Aa}	1.38±0.189	1.37±0.16 ^{Aa}
苯丙氨酸 Phe	0.89±0.12	0.81±0.04 ^{Bb}	2.22±0.18	2.13±0.15 ^{Aa}	2.08±0.18	2.03±0.21 ^{Aa}
游离氨基酸总量	29.59±0.21	32.74±0.34 ^{Bb}	54.34±0.11	74.92±0.33 ^{Aa}	58.26±0.11	71.27±0.29 ^{Aa}
茶氨酸占氨基酸总量比例	64.47	8.16 ^{Cc}	50.22	47.10 ^{Aa}	18.78	22.39 ^{Bb}
γ-氨基丁酸占氨基酸总量比例	10.60	74.96 ^{Aa}	10.09	7.78 ^{Cc}	8.85	38.93 ^{Bb}

注:表中数据为平均值±标准差(n=3);同行大写字母不同表示差异极显著(p<0.01),小写字母不同表示差异显著(p<0.05)。

2.2.1 三个不同抗性茶树品种未感病叶片中游离氨基酸组分和含量的分析

从表1、图1可知:

植物体内大部分氨基酸为蛋白质组分参与机体的形成,然而,某些氨基酸在植物的初级和次生产物代谢中也发挥作用,参与植物生理过程的调控,例植物蛋白质的合成,需要氨基酸作为物质基础。据报道,目前已知组成蛋白质的氨基酸有30余种,而在作物体内较常见的亦有20种。茶叶中氨基酸含量较丰富,游离氨基酸总含量约占干茶1.5%~3.5%。本试验样茶经HPLC检测,对3个不同抗性茶树品种进行氨基酸组分及含量分析,其未感病叶片和感病叶片中游离氨基酸分析结果见表1,色谱图1。

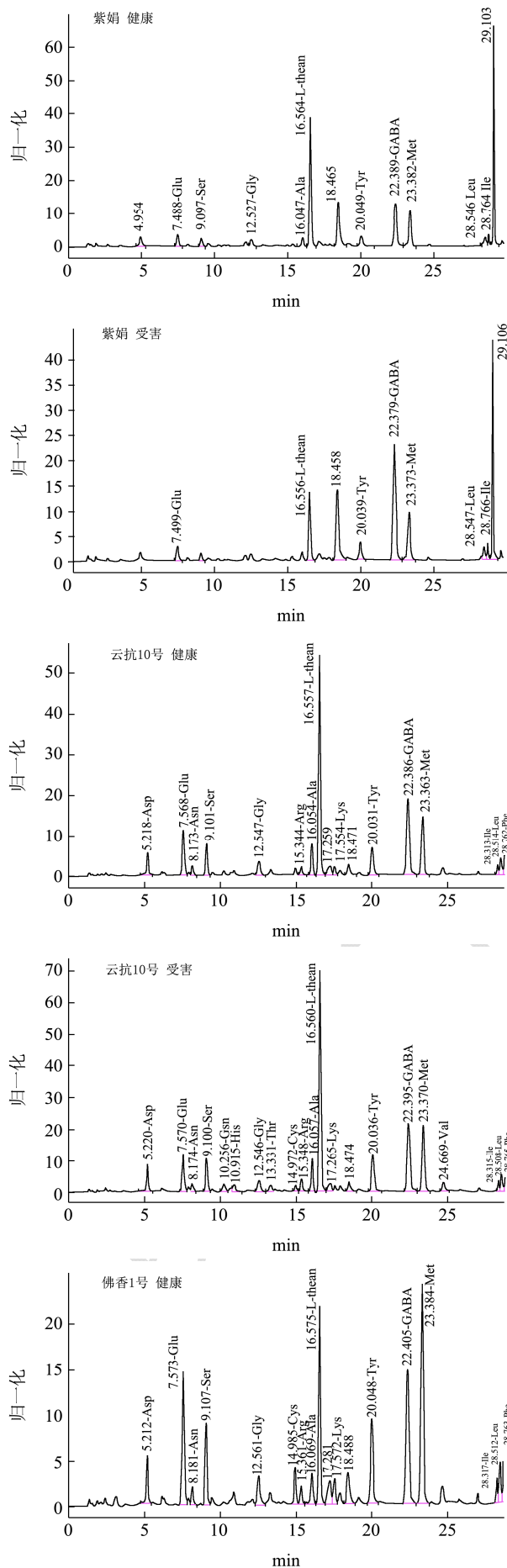


图 1 不同抗性茶树品种未感病和感病叶片中游离氨基酸的高效液相色谱分离图

Fig.1 HPLC chromatograms of free amino acids of intact tea leaves and tea leaves of different cultivars infected by *E. vexans*

(1)三个不同抗性茶树品种未感病叶片体内游离氨基酸的种类和数量是有差异的, 占游离氨基酸的比例也有所差异。在紫娟、云抗 10 号、佛香 1 号 3 个供试茶树品种中并非每个品种均含有所检测的 20 种氨基酸, 且每个品种之间氨基酸组分含量有所差异, 但都以茶氨酸含量最高, 分别是 19.08 mg/g、27.29 mg/g 和 10.94 mg/g, 占游离氨基酸总量的 18%~65%, 其中云抗 10 号叶片中茶氨酸含量最高; 其次是 γ -氨基丁酸, 分别是 3.14 mg/g、5.48 mg/g 和 5.16 mg/g, 占游离氨基酸总量的 8%~12%, 其中云抗 10 号叶片中 γ -氨基丁酸含量最高, 紫娟茶中含量最低; 蛋氨酸含量分别是 2.87 mg/g、4.74 mg/g 和 16.31 mg/g, 且在感病品种佛香 1 号中含量最高, 紫娟茶中含量最低。

(2)高抗品种紫娟游离氨基酸总量是 29.59 mg/g, 明显的低于感病品种佛香 1 号 58.26 mg/g, 抗病品种云抗 10 号 54.34 mg/g 间于两者之间。

(3)3 个供试茶树品种中均未检测出谷氨酰胺、组氨酸、苏氨酸、缬氨酸; 胱氨酸仅在感病品种佛香 1 号中检测出, 含量高达 8.41 mg/g。高抗品种紫娟茶树中检测出 10 种氨基酸, 未检测出天门冬氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺、组氨酸、苏氨酸、胱氨酸、精氨酸、赖氨酸、缬氨酸、异亮氨酸等 10 种氨基酸, 其中天门冬氨酸、赖氨酸、异亮氨酸等 3 种氨基酸仅紫娟中未检测出; 抗病品种云抗 10 号茶树中检测出 15 种氨基酸; 感病品种佛香 1 号茶树中检测出 16 种氨基酸。

2.2.2 三个不同抗性茶树品种感病叶片中游离氨基酸组分和含量的变化

从表 1、图 1 可知:

(1)不同抗性茶树品种感病后体内游离氨基酸的种类和数量也是有差异的, 占游离氨基酸的比例也有所差异。在紫娟、云抗 10 号、佛香 1 号 3 个供试茶树品种中并非每个品种均含有所检测的 20 种氨基酸, 且

每个品种之间氨基酸组分含量有所差异,但都以茶氨酸含量最高,分别是2.67 mg/g、35.28 mg/g和15.96 mg/g,占游离氨基酸总量的8%~50%,其中云抗10号叶片中茶氨酸含量最高,紫娟叶片中茶氨酸含量最低;其次是 γ -氨基丁酸,分别是24.53 mg/g、5.83 mg/g和27.74 mg/g,占游离氨基酸总量的7%~80%,其中感病品种佛香1号叶片中 γ -氨基丁酸含量最高,中抗品种云抗10号叶片中 γ -氨基丁酸含量最低;在感病品种佛香1号中蛋氨酸、胱氨酸含量最高,分别是6.22 mg/g和5.15 mg/g。

(2) 感病后,高抗品种紫娟茶树中游离氨基酸总量是32.74 mg/g,明显的低于感病品种佛香1号71.27 mg/g和抗病品种云抗10号74.92 mg/g。

(3) 3个供试茶树品种感病后叶片中的谷氨酰胺、组氨酸、苏氨酸、缬氨酸仅在抗病品种云抗10号中检测出。高抗品种紫娟茶树中检测出7种氨基酸;抗病品种云抗10号茶树中检测出20种氨基酸;感病品种佛香1号茶树中检测出16种氨基酸。

2.2.3 同一茶树品种未感病和感病叶片中游离氨基酸组分和含量的比较

(1) 紫娟、云抗10号、佛香1号品种病叶与健叶相比游离氨基酸总含量增加了,增加率分别是10.61%、36.87%和22.33%。高抗品种紫娟叶片中茶氨酸含量下降了,下降率分别是85.99%,而云抗10号和佛香1号叶片中茶氨酸含量增加了,增加率分别是29.30%和45.90%;紫娟、云抗10号和佛香1号叶片中 γ -氨基丁酸含量增加了,增加率分别是681.85%、6.36%和438.13%。

(2) 与健叶相比,感病后高抗品种紫娟叶片中游离氨基酸的种类减少,除 γ -氨基丁酸含量增加外,其他游离氨基酸的含量下降;受害后中抗品种云抗10号叶片中游离氨基酸的种类增加,新检出5种健康叶片中未检测出的种类,20种游离氨基酸的含量均增加;受害后感病品种佛香1号叶片中游离氨基酸的种类不变, γ -氨基丁酸、茶氨酸、赖氨酸、色氨酸和精氨酸5种游离氨基酸的含量增加,其余氨基酸的含量下降。

3 讨论

病害胁迫是典型的生物胁迫,可引发植物从调节基因表达和细胞代谢到生产速率和产量变化等一系列反应,如王雪等研究表明棉花叶片受棉花黄萎病菌(*Verticillium dahliae*)胁迫后蛋白质组发生明显变化^[20];梁芳芳研究表明黄瓜叶片受霜霉病菌(*Pseudoperonospora cubensis*)胁迫后发生过敏性反

应^[12];崔宏伟等研究表明烟草叶片接种烟草野火病菌(*Pseudomonas syringae* pv. *tahaci*)后蛋白质表达出现明显差异^[3]。有关茶树叶片受真菌性茶饼病胁迫后的生理生化响应方面的研究尚未见报道。本研究以3种不同抗性茶树的病、健叶为试验材料,探讨了不同茶品种的病、健叶氨基酸含量差异,为解析茶树真菌性病害胁迫与寄主植物间的关系提供数据基础。

植物受病原菌侵染后在病原体刺激下,产生防御反应,抗病相关蛋白的表达会显著变化^[5,29],植物蛋白质的变化必然引起蛋白质构成基本单位氨基酸的变化^[6,8]。本研究对不同抗性品种接菌后与未接菌进行比较,不同抗性茶树品种未感病叶片中游离氨基酸的组分和含量存在差异(表1),叶片氨基酸图谱存在差异,且不同抗性品种间氨基酸图谱区别明显(图1),当病原菌侵入茶树叶片后,随着茶饼病菌的持续侵染,引起各种生理生化响应,造成茶树叶片氨基酸含量的变化,这些氨基酸在茶树体内功能广泛,随着茶饼病的侵染表达也存在差别,有助于理解茶树对茶饼病菌侵染应答的氨基酸基础,研究这种变化对阐明茶饼病的发生机理具有重要的意义。本研究发现:首先,3个不同抗性品种茶树叶片受茶饼病危害后,游离氨基酸总量均出现了不同程度的上升,但上升幅度与茶树品种有关,本研究结果与谭济才研究结果相似,其研究表明茶红锈藻病原侵染茶树叶片后引起游离氨基酸升高,其升高后又刺激病原的生长,因而使得发病越来越严重,分析原因可能在发病后期发病组织体内蛋白水解酶活性提高,致使蛋白质降解形成氨基酸,导致游离氨基酸的总含量得以增高;其次,各游离氨基酸含量有增有降,同种氨基酸在不同抗性茶树品种中被害前后含量的变化趋势不定,有的品种氨基酸含量是增加,有的则是减少,增降幅与茶树品种有关;最后,高抗品种紫娟叶片中游离氨基酸种类和含量低于其他两个品种,与方中达等在水稻对白叶枯病[*Xanthomonas oryzae* (*Ishiyama*) pv. *Oryzae*]的抗性研究结果相似,抗病品种中游离氨基酸含量少。因此,本研究进一步证实了病害胁迫能引起寄主植物生理代谢活动出现变化,故猜测茶树在病害的胁迫下叶片正常的生理代谢和生长发育会受到影响,给茶树生长和品质造成负面影响。

病原菌侵染后对各游离氨基酸的影响研究已经较多,其影响机制,如苯丙氨酸是芳香族氨基酸,不仅是蛋白质合成的素材,也被用于植物碱、木质素和类黄酮等的形成^[13]。苯丙氨酸的反应生成物在植物抗病保护反应中起决定性作用,被称之为植保素,其形成的木质素作为防病原菌入侵的屏障物质,在抗病中起

积极作用。本研究表明:不同抗性品种感染茶饼病菌后引起苯丙氨酸含量下降,且高抗品种下降幅度明显的高于感病品种。其原因可能由于病原菌侵染寄主诱导茶树消耗苯丙氨酸,加强苯丙烷酯代谢途径,合成黄酮、异黄酮、香豆酸酯类和木质素等次生物质,抑制病原菌的生长,或对病原菌的扩展起防御作用;也有可能是植物受病原菌侵染后,苯丙氨酸在 β -糖苷酶作用下水解成 α -羟醛,在裂解酶作用下释放出对病菌有毒的氢氰酸^[13],抑制病原菌的生长。笔者认为把游离苯丙氨酸含量与苯丙氨酸解氨酶活性联系起来研究将有助于揭示植物的抗病机制。 γ -氨基丁酸、赖氨酸、精氨酸是植物体内的生理活性物质,对调节代谢、促进生长、抵抗逆境、抵制病菌侵染有利^[13]。不同抗性品种感染茶饼病菌后引起叶片中 γ -氨基丁酸、赖氨酸、精氨酸的含量都明显提高,且高抗品种增加幅度明显的高于感病品种。分析可能由于谷氨酸生成 γ -氨基丁酸,并转变为腐胺、亚精胺;赖氨酸脱羧生成尸胺;精氨酸脱羧转化为腐胺,其亚精胺、尸胺、腐胺抑制病原菌的生长,提高抗性。丝氨酸存在于植物体内许多酶的活性位,构成位点氨基酸,丝氨酸可转变为乙醇胺及胆碱^[2],成为生物膜中磷脂的组成成分^[22];蛋氨酸是植物释放乙烯的前体;甘氨酸可转变为卟啉与肌酸,丙氨酸、甘氨酸、丝氨酸、苏氨酸经丙酮酸形成乙酰COA,后者是进入三羧酸循环的,从而加强呼吸作用、拮抗病原菌入侵^[18]。本研究发现受害后,甘氨酸、丝氨酸、苏氨酸含量在抗性品种云抗10号中均明显高于未感病叶片,这是否与抗病反应有联系,怎样联系,值得进一步研究。在感病品种佛香1号中均明显低于未感病叶片,这可说明这些氨基酸的变化规律与品种的抗性呈正相关。据前人研究,野火病菌侵染烟叶后所产生的野火毒素能干扰蛋氨酸、谷氨酸、RNA代谢,所以谷氨酸与蛋氨酸含量明显下降可更加证实这一点,从而使抗性反应减弱。目前关于茶饼病侵染对茶树叶片氨基酸种类、含量变化的影响未见相关研究,其机理还不清楚,本文尚未作深入研究,推测可能的机理是氨基酸在茶饼病菌胁迫作用下产生生理生化响应而使得种类、含量变化,本研究后续将进一步深化,总结以往的相关科研成果,有针对性地对茶饼病侵染对氨基酸影响机理开展进一步研究,研究茶饼病菌与氨基酸及其酶活性的作用机制,提高茶树的抗病性。

4 结论

不同抗性品种茶树叶片受茶饼病危害后,游离氨基酸总量均出现了不同程度的上升,且抗病品种中游

离氨基酸总量低于感病品种,而各游离氨基酸含量有增有降。本文探讨了该病茶饼病危害对茶树叶片氨基酸量变化的影响。因此,研究氨基酸种类、含量变化和氨基酸在发病过程中的作用与茶饼病发生的关系,进一步解析茶饼病害侵染危害与茶树间的关系,对于阐明茶饼病的发生机理具有重要的意义,为茶树病害的防治提供参考。

参考文献

- [1] 陈雪芬.一个世纪来的茶饼病[J].国外农学-茶叶,1984,1:1-6
CHEN Xue-fen. For a century of exobasidium vexans masseon [J]. Agriculture Tea Abroad, 1984, 1: 1-6
- [2] 崔继林,丁雅树,等.植物生理讲座(第二卷)[M].北京:科学出版社,1987
CUI Ji-lin, DING Ya-shu, et al. Plant physiology lectures [M]. Beijing: Science Press, 1987
- [3] 崔宏伟,孙剑萍,刘春燕,等.烟草叶片接种野火病菌后蛋白质表达差异[J].植物保护,2012,38(6):7-11
CUI Hong-wei, SUN Jian-ping, LIU Chun-yan, et al. Protein differential expression of tobacco pseudomonas syringae P.v. leaves induced with Tabaci [J]. Plant Protection, 2012, 38(6): 7-11
- [4] 方中达.植物病理学研究[M].北京:科学出版社,1963
FANG Zhong-da. Study of plant pathology [M]. Beijing: Science Press, 1963
- [5] 方献平,陈文岳,马华升,等.植物应答病菌胁迫的抗性蛋白研究进展[J].核农学报,2014,28(5):825-832
FANG Xian-ping, CHEN Wen-yue, MA Hua-sheng, et al. Research progress in plant-pathogen responsive proteins [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2014, 28(5): 825-832
- [6] 范国强,蒋建平.泡桐丛枝病发生与叶片蛋白质和氨基酸变化关系的研究[J].林业科学研究,1997,10(6):570-573
FAN Guo-qiang, JIANG Jian-ping. Study on the relation between witches broom, protein and amino acid change in paulownia leaves [J]. Forest Research, 1997, 10(6): 570-573
- [7] 费兰德.植物与寄生物关系的生化问题[M].北京:科学出版社,1981
FEI Lan-de. Plants and parasitic relationship of biochemical problems [M]. Beijing: Science Press, 1981
- [8] 景岚,王丽芳,康俊.不同抗性的向日葵品种接种锈菌后叶片中可溶性蛋白、可溶性总糖及叶绿素含量的变化[J].临沂师范学院学报,2008,30(6):76-80
JING Lan, WANG Li-fang, KANG Jun. Changes of soluble protein, total sugar and chlorophyll in the leaves of different

- resistant sunflower varieties inoculated with puccinia helianthi schw [J]. Journal of Linyi Normal University, 2008, 30(6): 76-80
- [9] 韩锦峰.植物生理生化[M].北京:高等教育出版社,1991
HAN Jin-feng. Plant physiological and biochemical [M]. Beijing: Agriculture Press, 1991
- [10] 霍光华,郭成志,郭晶东.氨基酸微素络合物对水稻的生物效应初探[J].氨基酸和生物资源,1998,3:40-43
HUO Guang-hua, GUO Cheng-zhi, GUO Jing-dong. The biological effect of micro biotin complex aminoacids of rice [J]. Amino Acids & Biotlc Resources, 1998, 3:40-43
- [11] 黄学跃,刘敬业,陈惠明,等.晾晒烟感赤星病后游离氨基酸含量的研究[J].昆明师专学报,2000,22(4):26-30
HUANG Xue-yue, LIU Jing-ye, CHEN Hui-ming, et al. Free amino acids content of sun-cured tobacco infected by brown spot disease [J]. Journal of Kunming Teachers College, 2000, 22(4): 26-30
- [12] 梁芳芳.霜霉病胁迫对黄瓜幼苗叶片光合作用的影响[D].郑州:河南农业大学,2010
LIANG Fang-fang. Inhibition of photo svnthesis in cucumber seedli leaves inoculafion by pseudoterohosnorcx eubehsis [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2010
- [13] 欧阳光察.植物抗病的分子基础[M].上海:中国植物生理学会编,1978
OUYANG Guang-cha. The molecular basis of plant disease resistance [M]. Shanghai: China Plant physiological Society, 1978
- [14] Majamik. Phytopathoiogia Mcditcrnanae.1965:4:73-76
- [15] 冉隆洵,玉香甩,曾莉,等.茶树品种对茶饼病的抗性研究[J].云南农业大学学报,2001,23(2):250-256
RAN Long-xun, YU Xiang-shuai, ZENG Li, et al. Study on the resistance of tea varieties to tea gall [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2001, 23(2): 250-256
- [16] 冉隆洵,玉香甩,曾莉,等.绿颖防治茶饼病试验初报[J].福建茶叶,2007,3:9
RAN Long-xun, YU Xiang-shuai, ZENG Li, et al. Prevention and control of green ying tea cake disease at the beginning of the test [J]. Tea in Fujian, 2007, 3: 9
- [17] 冉隆洵,玉香甩,曾莉,等.云南大叶种茶树茶饼病发生及防治研究[J].西南农业学报,2009,22(3):651-654
RAN Long-xun, YU Xiang-shuai, ZENG Li, et al. Occurrence and control of exobasidium vexansmassee on large leaf variety tea plants in menghai tea growing area [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2009, 22(3): 651-654
- [18] 沈同,王镜岩,赵邦悌,等.生物化学(第二版)[M].北京:高等教育出版社,1991
SHEN Tong, WANG Jing-yan, ZHAO Bang-ti, et al. Basic biochemistry [M]. Beijing: Agriculture Press, 1991
- [19] 谭济才.茶树病虫防治学[M].中国农业出版社,2002
TAN Ji-cai. Tea tree pest management science [M]. China Agriculture Press, 2002
- [20] 王雪,马骏,张桂寅,等.黄萎病菌胁迫条件下棉花叶片的蛋白质组分析[J].棉花学报,2007,19(4):273-278
WANG Xue, MA Jun, ZHANG Gui-yin, et al. Proteomic analysis of cotton leaf under *Verticillium dahliae* stress [J]. Cotton Science, 2007, 19(4): 273-278
- [21] 王美玲,叶华智.茶树品种对茶饼病的抗性研究[J].西南农业学报,2001,14(1):82-86
WANG Mei-ling, YE Hua-zhi. Study on the resistance of tea varieties to blister blight [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2001, 14(1): 82-86
- [22] 闻龙飞.基础生物化学[M].北京:农业出版社,1985
WEN Long-fei. Basic Biochemistry [M]. Beijing: Agriculture Press, 1985
- [23] 汤家芳,周九元,刘芝兰,等.活性氨基酸农药[J].氨基酸和生物资源,1996,4:44-50
TANG Jia-fang, ZHOU Jiu-yuan, LIU Zhi-lan, et al. Pesticide of active amino acids [J]. Amino Acids & Biotlc Resources, 1996, 4: 44-50
- [24] 余德亿,姚锦爱,黄鹏,等.细菌性穿孔病危害对李树叶蛋白质和氨基酸含量的影响[J].植物保护,2013,39(5):181-185
YU De-yi, YAO Jin-ai, HUANG Peng, et al. Effects of bacterial shot hole stress on proteins and amino acids contents in leaves of plum trees [J]. Plant Protection, 2013, 39(5): 181-185
- [25] 袁志发,周静芋.实验设计与分析[M].北京:高等教育出版社,2000
YUAN Zhi-fa, ZHOU Jing-yu. The experiment design and analysis [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000
- [26] 曾玲,吴荣宗,冯成,等.水稻品种游离氨基酸含量与抗褐稻虱的关系[J].华南农业大学学报,1992,13(4):69-76
ZENG Ling, WU Rong-zong, FENG Cheng, et al. Free amino acid content in rice varieties with resistance to rice lice in brown [J]. Journal of South China Agricultural University, 1992, 13(4): 69-76
- [27] 张伟国,钱和.氨基酸生产技术及其应用[M].北京:中国轻工业出版社,1997
ZHANG Wei-guo, QIAN He. Aminoacids production

- technology and its application [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1997
- [28] CHEN Hue-ming, LIU Jing-ye. Dynamic study on free amino acids after inoculation with *Alternaria* 50th tobacco chemistss research in California of the USA[C],1996
- [29] Martin G B, Bogdanove A J, Sessa G. Understanding the functions of plant disease resistance proteins [J]. Annual Review of Plant Biology, 2003, 54(1): 23-61
- Venkata Ram C S. Blister blight of tea [M]. Adv. in Myc. and P1. P, 1975

现代食品科技