

茶藨属植物叶片解剖结构与抗寒性关系研究

林玉友^{1,2}, 张志东³, 蒋春光², 郭修武¹, 吴林³, 林则双³

(1. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 辽宁省水土保持研究所, 辽宁 朝阳 122000;

3. 吉林农业大学 小浆果研究所, 吉林 长春 130118)

摘要:以茶藨属植物 4 个野生种和 4 个栽培品种为试材, 采用石蜡切片方法, 研究了低温胁迫前后叶片解剖结构的变化与抗寒性的关系。结果表明: 叶肉细胞的海绵组织越厚、疏松度(SR 值)越高、角质层越厚、栅栏组织细胞长/宽越高、栅栏组织层数越少, 茶藨属植物抗寒性越强。

关键词:茶藨属; 抗寒性; 组织解剖

中图分类号:S 663.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)02-0006-05

茶藨子属(*Ribes*)为虎耳草科(Saxifagaceae)小灌木, 喜冷凉湿润气候, 该属植物全世界约有 160 余种, 我国已记载的约 59 种 30 变种^[1]。其中黑穗醋栗(*R. nigrum* L.), 又名黑加仑(Black currant)是该属中应用最广泛的一种, 我国始栽于 20 世纪初期。目前茶藨属植物在我国北方多数地方栽培都存在严重的越冬抽条现象, 通常采用埋土防寒才能安全越冬。在植物生长发育过程中, 抗寒性与某些生物学特性存在一定相关性, 对于茶藨植物来说, 抗寒性弱的落叶时间晚, 顶端残余叶片直到冬季也不脱落, 基生枝顶芽形成时间晚, 尚有部分基生枝未能及时封顶和形成顶芽, 枝条自我保护能力弱^[2]。杨国慧等^[3]研究发现, 冬季枝条叶绿素含量逐渐减少, 其伤害先于细胞膜, 细胞内细胞器先衰老死亡, 而后细胞膜损伤, 胞内物质渗出, 造成不可逆伤害, 树体死亡。宋洪伟等^[4]曾采用膜脂脂肪酸法系统测定了 5 个野生茶藨属植物的抗寒性, 发现抗寒性由强到弱依次为‘东北茶藨’>‘长白茶藨’>‘尖叶茶藨’>‘楔叶茶藨’>‘香茶藨’。有关叶片解剖结构与抗寒性关系在葡萄^[5]、番荔枝^[6]和越橘^[7]等植物上也有过研究。该试验以茶藨属的 4 个野生种和 4 个栽培品种为试材, 测定分析了其叶片组织结构特性, 探讨了叶片解剖结构与抗寒性的关系, 以期茶藨属植物的栽培和抗寒育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以采自吉林农业大学小浆果园内茶藨属植物的 8 个种, 包括 4 个野生种和 4 个栽培品种为供试材料。根据茶藨属植物自然越冬枝条抽条现象(即枝条失水死亡)的严重程度, 将试验材料分为 3 组, 第 1、2 组为野生种, 第 3 组均为栽培种。第 1 组无明显抽条现象: ‘香茶藨’(*Ribes odoratum* Wendl.)、‘长白茶藨’(*R. komarovii* Pojark.)、‘楔叶茶藨’(*R. diacanthum* Pall.); 第 2 组出现轻微抽条现象: ‘东北茶藨’(*R. manschuricum* (Maxim.) Kan); 第 3 组出现比较严重抽条现象: ‘坠玉’(*R. grossularia* L Pixwell.)、‘红湖’(*R. rubrum* L Red Lake)、‘大粒甜’(*R. nigrum* L Bona)、‘密穗’(*R. nigrum* L Risager)。

1.2 试验方法

试验于 2006 年 7 月进行。各供试材料采成熟新鲜叶片(从枝条顶端向下数 7~8 片叶)40 枚, 设 2 个处理: 一半叶片立即用塑料袋保湿并放在 4℃低温处理 24 h 后, 用 FAA 固定液固定, 另一半直接用 FAA 固定液固定。固定之前在叶中部将叶片剪成大小为 1.0 cm×0.5 cm 的叶片。采用石蜡制片法制片^[9]。

1.3 项目测定

石蜡切片后进行组织解剖观察, 使用 MOTIC BA400 照相机照相。每处理选 5 个材料, 每个材料取 6 个视野观察测定相关数据, 计算平均值。在显微镜下, 利用测微尺测量栅栏组织厚度、海绵组织厚度、上下表皮厚度、栅栏组织长度和宽度等^[8], 并计算叶片组织结构疏松度(SR)和叶片组织结构紧密度(CTR): 叶片组织结构疏松度(SR)%=海绵组织厚度/叶片厚度×100%; 叶片组织结构紧密度(CTR)%=栅栏组织厚度/叶片厚度×100%。

第一作者简介:林玉友(1979-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事果树栽培技术等研究工作。E-mail: linyuyou@163.com.

责任作者:张志东(1962-), 男, 硕士, 教授, 现主要从事小浆果栽培技术等研究工作。E-mail: currant1985@163.com.

基金项目:农业部“948”重点资助项目(2006-G25)。

收稿日期:2013-10-23

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对栅栏组织层数的影响

由表 1 可知,抗寒性强的茶藨属植物野生种栅栏组织层数少于栽培品种,正常生长条件下 4 个野生种(‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’)的栅栏组织层数都为 1~2 层,而栽培品种(‘坠玉’、‘大粒甜’、‘密穗’)多数为 2~3 层,但栽培品种‘红湖’的栅栏组织为 1~2 层。表 2 表明,低温处理后叶片栅栏组织层数没有明显改变。

2.2 低温胁迫对栅栏组织厚度的影响

低温处理后,栽培品种(‘坠玉’、‘大粒甜’、‘密穗’、‘红湖’)的栅栏组织厚度都变大,变化最大的是‘坠玉’,增厚约 13.3 μm ,而野生种中除‘长白茶藨’变厚外,其余 3 种野生种(‘东北茶藨’、‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’)都变薄。

2.3 低温胁迫对海绵组织厚度的影响

由表 1、2 可知,低温处理前后野生种(‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’)的海绵组织厚度均大于栽培品种(‘坠玉’、‘大粒甜’、‘密穗’、‘红湖’)。‘楔叶茶藨’海绵组织厚度最大,其常温 and 低温下平均值分别为 107.4 μm 和 139.4 μm 。正常生长条件下,海绵组织厚度最小为‘红湖’(49.9 μm),且由厚到薄依次为‘楔叶茶藨’>‘长白茶藨’>‘香茶藨’>‘东北茶藨’>‘大粒甜’>‘密穗’>‘坠玉’>‘红湖’。低温处理后,海绵组织厚度最小的为‘大粒甜’(33.6 μm),从厚到薄依次为‘楔叶茶藨’>‘香茶藨’>‘东北茶藨’>‘长白茶藨’>‘坠玉’>‘红湖’>‘密穗’>‘大粒甜’。‘楔叶茶藨’、‘东北

茶藨’、‘香茶藨’、‘坠玉’、‘红湖’的海绵组织在低温处理后都变厚,‘东北茶藨’变化最大,约增厚 43.9 μm 。其次是‘楔叶茶藨’,约增厚 32 μm 。‘长白茶藨’、‘大粒甜’、‘密穗’都变薄,幅度最大的是‘大粒甜’,约减小 30 μm 。

2.4 低温胁迫对上、下表皮厚度的影响

上、下表皮厚度经低温处理后变化不是很明显。只有‘东北茶藨’上、下表皮厚度变化较为明显,上表皮变化为 7.6 μm ,下表皮变化为 4.8 μm ,这可能是其适应能力的一种应激反应。野生种(‘长白茶藨’、‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’)和栽培品种(‘坠玉’、‘大粒甜’、‘密穗’、‘红湖’)变化差别不大。

2.5 低温胁迫对栅栏组织细胞长/宽的影响

低温处理前后,除野生种‘东北茶藨’外,其余 3 个野生种(‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’)的栅栏组织细胞长/宽均大于栽培品种(‘坠玉’、‘大粒甜’、‘密穗’、‘红湖’)。正常生长条件下,‘香茶藨’比值最大,为 4.4,‘红湖’比值最小,为 3.4。低温处理后,栅栏组织细胞长/宽在低温处理后都变大。‘东北茶藨’变化幅度最大,长度增加约 26 μm ,宽度几乎没变,比值增加 2,比值最高(5.7)。(‘大粒甜’)变化幅度最小,长度增加约 3.9 μm ,宽度几乎没变,比值增加 0.4,比值最小(4.0)。

2.6 低温胁迫对疏松度(SR 值)的影响

低温处理前后,野生种(‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’)的疏松度(SR 值)均大于栽培品种(‘坠玉’、‘大粒甜’、‘密穗’、‘红湖’)。正常生长条件下,‘东北茶藨’的 SR 值最大(62%),‘坠玉’的 SR 值最小(35.8%),从大到小依次为‘东北茶藨’>‘长白茶

表 1

8 种茶藨属植物叶片无低温处理组织解剖结构

Table 1

Leaf tissue anatomy of eight kinds of *Ribes* plants without low temperature treatment

试验材料 Experiment material	栅栏组织	栅栏组织厚度	海绵组织厚度	上表皮厚度	下表皮厚度	海绵组织	栅栏组织	栅栏组织细胞			
	层数	Palisade	Spongy tissue	Upper	Lower	厚度/叶片	厚度/叶片	长度	宽度	长/宽	
	tissue layers/层	tissue thickness / μm	thickness / μm	epidermis thickness / μm	epidermis thickness/ μm	SR/ %	CTR/ %	Length of palisade tissue/ μm	Width of palisade tissue/ μm	Length/ width	
第 1 组	‘楔叶茶藨’ <i>R. diacanthum</i> Pall	1~2	53.7	107.4	15.2	10.2	57.6	28.8	38.8	9.3	4.2
	‘长白茶藨’ <i>R. komarovii</i> Pojark	1~2	50.3	107.2	9.5	11.1	60.1	28.2	44.5	10.3	4.3
	‘香茶藨’ <i>R. odoratum</i> Wendl.	1~2	49.3	101.9	9.3	9.8	59.8	28.9	43.5	9.8	4.4
第 2 组	‘东北茶藨’ <i>R. manschuricum</i> (Maxim.) Kan	1~2	82.3	73.1	21.0	14.6	62.0	43.1	47.2	12.7	3.7
	‘坠玉’ <i>R. grossularia</i> L Pixwell	2~3	73.1	59.7	19.1	14.9	35.8	43.8	42.2	11.5	3.7
第 3 组	‘红湖’ <i>R. rubrum</i> L Red Lake	1~2	63.5	49.9	13.8	9.5	36.5	46.6	39.3	11.7	3.4
	‘大粒甜’ <i>R. nigrum</i> L Bona	2	60.4	63.6	10.8	8.7	44.3	42.1	35.7	9.9	3.6
	‘密穗’ <i>R. nigrum</i> L Risager	2~3	72.6	60.4	11.3	9.4	39.3	47.2	41.6	10.1	4.1

表 2 8 种茶藨属植物叶片低温处理后组织解剖结构

Table 2 Leaf tissue anatomy in eight kinds of *Ribes* plants under low temperature treatment

试验材料 Experiment material	栅栏组织 层数	栅栏组织厚度 Palisade	海绵组织厚度 Spongy tissue	上表皮厚度 Upper	下表皮厚度 Lower	海绵组织 厚度/叶片	栅栏组织 厚度/叶片	栅栏组织细胞			
	Palisade	tissue thickness	thickness	epidermis	epidermis	厚度	厚度	长度	宽度	长/宽	
	tissue layers	/μm	/μm	thickness /μm	thickness/μm	SR/ %	CTR/ %	Length of palisade tissue/μm	Width of palisade tissue/μm	Length/ width	
第 1 组	‘楔叶茶藨’ <i>R. diacanthum</i> Pall	1	45.6	139.4	16.4	8.6	66.4	21.7	46.0	9.2	5.0
	‘长白茶藨’ <i>R. komarovii</i> Pojark	1~2	60.4	92.0	10.2	8.6	53.7	35.3	46.0	9.2	5.0
	‘香茶藨’ <i>R. odoratum</i> Wendl.	1~2	47.8	118.0	9.6	8.8	64.1	30.0	47.2	9.4	5.0
第 2 组	‘东北茶藨’ <i>R. manschuricum</i> (Maxim.)Kan	1~2	81.0	117.0	13.4	9.8	52.9	36.6	73.2	12.8	5.7
	‘坠玉’ <i>R. grossularia</i> L Pixwell	2	86.4	76.0	19.4	10.4	39.5	45.0	51.4	11.0	4.7
第 3 组	‘红湖’ <i>R. rubrum</i> L Red Lake	1~2	64.4	65.6	14.2	7.8	43.2	42.4	46.2	11.0	4.2
	‘大粒甜’ <i>R. nigrum</i> L Bona	2	65.8	33.6	11.0	8.6	28.2	55.3	39.6	9.8	4.0
	‘密穗’ <i>R. nigrum</i> L Risager	2	74.4	47.0	9.8	8.8	33.6	53.1	44.0	9.6	4.6

藨’>‘香茶藨’>‘楔叶茶藨’>‘大粒甜’>‘密穗’>‘红湖’>‘坠玉’。低温处理后,所有试验材料疏松度(SR 值)没有大幅度变化。‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’、‘坠玉’、‘红湖’的 SR 值有所增高,‘楔叶茶藨’增加最多(8.8 个百分点),野生种‘楔叶茶藨’的 SR 值最大(66.4%),栽培品种‘大粒甜’的 SR 值最小(28.2%)。且栽培品种‘坠玉’、‘红湖’的 SR 值要大于‘大粒甜’、‘密穗’。

2.7 低温胁迫对紧密度(CTR 值)的影响

低温处理前后野生种(‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘楔叶茶藨’、‘香茶藨’)的紧密度(CTR 值)均小于栽培品种(‘坠玉’、‘大粒甜’、‘密穗’、‘红湖’),但同一品种(种)间低温处理前后变化没有规律,正常生长条件下,CTR 值最大的为栽培品种‘密穗’(47.2%),低温处理后,CTR 值最大为栽培品种‘大粒甜’(55.3%)。

2.8 叶片组织结构图片观察

一般植物在叶片上、下表皮外都存在一定厚度的角质层结构,角质层的形成有利于保护叶片内部组织。由图 1-B 可见,‘楔叶茶藨’上表皮细胞外有较厚的角质层,图 1-A‘坠玉’、图 1-F‘密穗’也有角质层,但‘坠玉’、‘密穗’的角质层较薄。此外,‘楔叶茶藨’表皮外具有较短的表皮毛,在其它野生种茶藨的表皮外面也存在同样的结构。

茶藨属植物叶片的上、下表皮由单层长方形、方形或近似圆形的薄壁细胞构成。靠近上表皮内侧是由 1 层或 2 层细长的、排列紧密有规则的细胞构成的栅栏组织。‘东北茶藨’低温胁迫栅栏组织细胞间存在内含物(图 1-D),比正常生长条件下多且明显(图 1-C)。同时发现,‘东北茶藨’低温胁迫叶脉维管束韧皮部细胞的内含

物较明显(图 1-H),这些可能是缓解低温胁迫的物质。此外,在‘东北茶藨’低温胁迫叶脉薄壁细胞内含冰簇。

在栅栏组织与下表皮之间是由大小、形状不规则,排列疏松的细胞构成的海绵组织,海绵组织细胞间存在空隙。由图 1-E 可见,‘长白茶藨’低温胁迫后在栅栏组织与海绵组织之间存在 1 个通气组织。

植物叶脉维管组织中导管可输送水分,利于植物的生理生化需要,特别是在植物缺水萎蔫时,植物通过导管补给大量的水分。由图 1-J、图 1-L 可见,‘楔叶茶藨’、‘长白茶藨’正常维管束中导管数比‘红湖’(图 1-I)、‘密穗’(图 1-K)的多而且密集。

3 讨论与结论

在栽培实践中野生种‘楔叶茶藨’、‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘香茶藨’可以露地越冬,而栽培品种‘坠玉’、‘红湖’、‘大粒甜’、‘密穗’需要埋土防寒才能安全越冬。该试验研究发现,低温处理后,栽培品种的海绵组织厚度及 SR 值均小于野生种,尤其是黑穗醋栗的栽培品种‘大粒甜’和‘密穗’的海绵组织厚度及 SR 值比野生种小很多,由此可见,海绵组织厚度越大,疏松度(SR 值)越大,茶藨属植物的抗寒能力越强。

前人研究曾表明^[10-11],叶片栅栏组织细胞的层数、细胞的大小与植物耐寒性有关。该试验数据显示,野生种(‘楔叶茶藨’、‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘香茶藨’)的栅栏组织层数比栽培品种(‘坠玉’、‘红湖’、‘大粒甜’、‘密穗’)少,而野生种的栅栏组织细胞的长/宽高于栽培品种。由此推断可能是栅栏组织层数少、栅栏组织细胞细长的茶藨属植物比较抗寒。

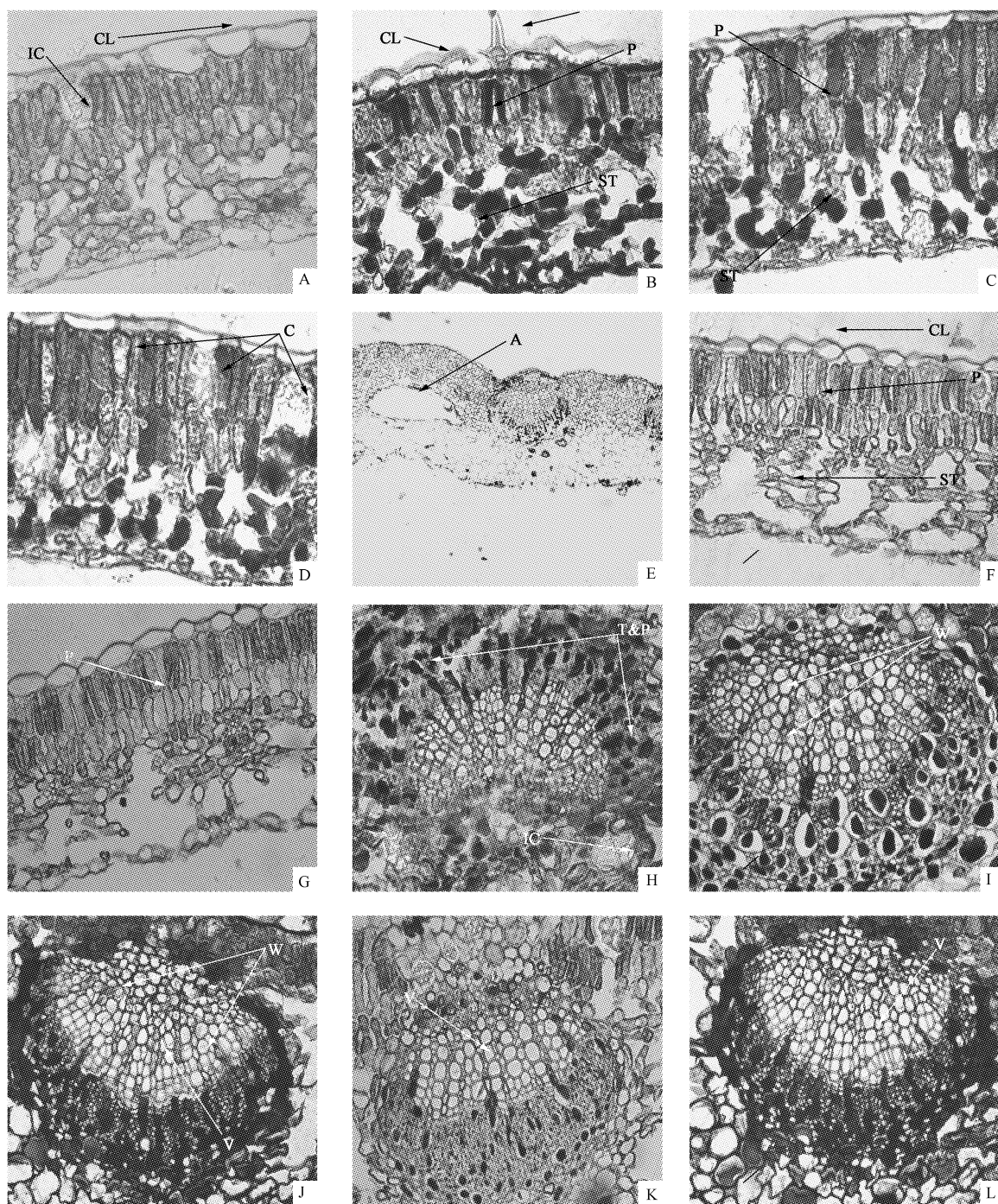


图1 叶片组织结构

注:A:‘坠玉’低温胁迫叶肉组织;B:‘楔叶茶藨’低温胁迫叶肉组织;C:‘东北茶藨’正常叶肉组织;D:‘东北茶藨’低温胁迫叶肉组织;E:‘长白茶藨’低温胁迫叶肉组织;F:‘密穗’正常叶肉组织;G:‘密穗’低温胁迫叶肉组织;H:‘东北茶藨’低温胁迫叶脉;I:‘红湖’正常叶脉维管束;J:‘楔叶茶藨’正常叶脉维管束;K:‘密穗’正常叶脉维管束;L:‘长白茶藨’正常叶脉维管束。CL:角质层;IC:冰簇;C:内含物;A:通气组织;T&P:单宁、色素;W:水分;ST:海绵组织;P:栅栏组织;V:导管;T:表皮毛。

Fig. 1 Leaf tissue structure

Note: A: Low temperature stress of mesophyll tissue in Pixwell; B: Low temperature stress of mesophyll tissue in *R. diacanthum* pall; C: The mesophyll tissue in *R. manschuricum* (Maxim.) Kan; D: Low temperature stress of mesophyll tissue in *R. manschuricum* (Maxim.) Kan; E: Low temperature stress of mesophyll tissue in *R. komarovii* Pojark; F: The mesophyll tissue in Risager; G: Low temperature stress of mesophyll tissue in *R. manschuricum* (Maxim.) Kan; H: Low temperature stress of leave veins in *R. manschuricum* (Maxim.) Kan; I: Leave vein bundles tissue in Red Lake; J: Leave vein bundles tissue in *R. diacanthum* pall; K: Leave vein bundles tissue in Risager; L: Leave vein bundles tissue in *R. komarovii* Pojark. CL: Cutin Layer; IC: Ice Crystal; C: Cusion; A: Aerenchyma; T&P: Tannin & Pigment; W: Water; ST: Spony Tissue; P: Palisade; V: Vessel; T: Trichomes.

目前关于植物叶片组织细胞结构紧密度(CTR 值)与品种抗寒性关系有 2 种观点,吴林等^[7]研究表明,二者间呈正相关;钟广炎等^[12]认为,CTR 值不一定是最佳的抗寒性指标。该试验结果表明,野生种(‘楔叶茶藨’、‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘香茶藨’)与栽培品种(‘坠玉’、‘红湖’、‘大粒甜’、‘密穗’)之间在低温处理前后 CTR 值变化规律不明显,与后者的观点一致。

野生种(‘楔叶茶藨’、‘东北茶藨’、‘长白茶藨’、‘香茶藨’)田间抗寒性要强于栽培品种(‘坠玉’、‘红湖’、‘大粒甜’、‘密穗’)。该试验结果表明‘楔叶茶藨’角质层厚,而栽培品种‘坠玉’、‘密穗’的角质层薄。角质层具有一定的保护、抗寒能力,可作为抗寒性的一个相关指标。此外,‘楔叶茶藨’表皮外具有表皮毛,这可能提高植物抗寒性^[6]。

韩善华等^[13]研究表明,泡状内含物的形成可能与增强植物的抗冻性有关。该试验中野生种中‘东北茶藨’低温胁迫后栅栏组织内存在内含物,比低温处理前多且明显,‘东北茶藨’低温胁迫叶脉维管束韧皮部细胞内含物较明显,‘东北茶藨’低温胁迫叶脉薄壁细胞内可见冰簇,这都可能作为耐寒依据,与韩善华等^[2]研究结果相符。

在‘长白茶藨’低温胁迫后栅栏组织和海绵组织之间存在通气组织,可输送气体,这些是否能缓解部分低温胁迫的压力,还有待进一步考证。

杨国慧等^[2]研究发现,发达的叶脉维管组织能补偿叶片失水,加快物质运输,发达的机械组织减弱了植物受冻萎蔫时的损伤。该试验研究发现,野生种维管束木质部导管数比栽培品种多,这与杨国慧等研究的结果

一致。

该试验表明,叶肉细胞的海绵组织越厚、疏松度(SR 值)越高、角质层越厚、栅栏组织细胞长/宽越高、栅栏组织层数越少的茶藨属植物表现抗寒性越强。栅栏组织中形成内含物是否与增强植物的抗寒性有关,尚有待进一步研究。

(致谢:感谢李亚东老师对该试验所做的指导。)

参考文献

- [1] 陆玲娣. 中国茶藨子属的研究[J]. 植物分类学报, 1995, 33(1): 58-75.
- [2] 杨国慧, 龚东芳, 睢薇, 等. 黑穗醋栗越冬死亡与其形态组织解剖构造关系的研究[J]. 东北农业大学学报, 2001, 32(4): 313-319.
- [3] 杨国慧, 张永和, 高庆玉. 冬季黑穗醋栗叶绿素含量及影响因素的初步研究[J]. 东北农业大学学报, 1996, 27(2): 146-151.
- [4] 宋洪伟, 董英山. 用膜脂脂肪酸法鉴定小浆果资源的抗寒性[J]. 落叶果树, 2000(3): 6-8.
- [5] 张惠斌, 刘星辉. 龙眼叶片组织细胞结构特性与耐寒性的关系[J]. 园艺学报, 1993, 20(1): 1-7.
- [6] 刘世彪, 陈菁, 胡正海. 7 种番荔枝果树的叶片结构及抗寒性关系研究[J]. 果树学报, 2004, 21(3): 241-246.
- [7] 吴林, 刘海广, 李亚东, 等. 越橘叶片组织结构及其抗寒性的关系[J]. 吉林农业大学学报, 2005, 27(1): 48-50, 54.
- [8] 简令成, 孙德兰, 施国雄, 等. 不同柑桔种类叶片组织的细胞结构与抗寒性的关系[J]. 园艺学报, 1986, 13(3): 163-167.
- [9] 李正理. 植物制片技术[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [10] 黄义江, 王宗清. 苹果属果树抗寒性的细胞学鉴定[J]. 园艺学报, 1982, 9(3): 23-29.
- [11] Levitt J. Responses of plants to environmental stresses[M]. New York: Academic Press, 1980.
- [12] 钟广炎, 陈力耕. 柑桔种质资源抗寒性与叶片结构的关系[J]. 中国柑桔, 1994, 23(2): 16-17.
- [13] 韩善华, 王双. 冬季沙冬青叶肉细胞液泡中泡状内含物的研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(6): 1072-1076.

Study on the Relationship Between Cold Hardiness and Leaf Anatomy of *Ribes* L.

LIN Yu-you^{1,2}, ZHANG Zhi-dong³, JIANG Chun-guang², GUO Xiu-wu¹, WU Lin³, LIN Ze-shuang³

(1. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866; 2. Water and Soil Conservation Research Institute, Chaoyang, Liaoning 122000; 3. Berry Fruit Research Institute, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: Taking four wild species and four cultivars of *Ribes* L. as materials, the relationship between hardiness and leaf anatomy were studied with method of paraffin sections. The results showed that the thicker spongy tissue of mesophyll cells, the higher degree of SR, the thicker of cuticle, the higher length/width of palisade cells and the fewer layers of palisade had the greater cold hardiness of *Ribes* L. .

Key words: *Ribes* L. ; cold hardiness; tissue anatomy