

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2018.05.009

## 4 个树莓品种茎解剖结构与抗旱性的关系<sup>①</sup>

张般般<sup>1</sup>, 刘 婷<sup>1</sup>, 杨静慧<sup>1</sup>,  
刘艳军<sup>1</sup>, 武春霞<sup>1</sup>, 李 冰<sup>2</sup>

1. 天津农学院 园艺园林学院, 天津 300384; 2. 天津天狮学院 工商管理学院, 天津 301700

**摘要:** 为了比较不同树莓品种的抗旱性, 为抗旱树莓品种的选择和推广提供依据, 采用徒手切片的方法, 以树莓茎为试材, 分析了 4 个树莓品种茎横切面木栓层、皮层、维管束和中柱等茎解剖结构。结果表明: 凯欧的木栓层细胞壁最厚, 且细胞层数最多, 约 5~6 层; 莎妮和海尔特兹的木栓层细胞壁较薄, 细胞层分别为 3~4 层和 3 层; 南方黑树莓木栓层细胞壁最薄, 仅 1~2 层细胞。凯欧茎皮层厚度最大, 为 84.33  $\mu\text{m}$ ; 其次是莎妮, 茎皮层厚度为 60.07  $\mu\text{m}$ ; 南方黑树莓和海尔特兹的皮层厚度小于莎妮, 分别为 48.87  $\mu\text{m}$  和 48.57  $\mu\text{m}$ 。凯欧和莎妮中柱的髓占的比例较大, 南方黑树莓茎中柱的髓占的比例较小。凯欧的维管束数量最多, 为 33 束; 其次是莎妮和海尔特兹, 分别为 31 束和 30 束; 南方黑树莓数量最少, 为 20 束。木质部导管的数量凯欧最多, 14~56 个; 海尔特兹次之, 为 12~40 个; 再次是莎妮, 为 5~35 个; 最少的是南方黑树莓, 为 4~26 个。综合分析表明: 4 个树莓品种中凯欧的抗旱性最强, 其次是莎妮, 再次是南方黑树莓, 海尔特兹的抗旱性最弱。

**关键词:** 树莓; 解剖结构; 抗旱性; 维管束

**中图分类号:** S663.9

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2018)05-0053-06

树莓(*Rubus corchorifolius* L. f.)果实营养成分十分丰富, 是高钾低钠果品, 除含有丰富的有机酸、氨基酸和维生素外<sup>[1]</sup>, 还富含含有其他水果中含量少或不含的特殊营养成分, 如鞣化酸、黄酮类物质和 SOD 等, 有明显的促进代谢、抗心血管病、降血压血脂和抗衰老作用, 越来越受到广大消费者的喜爱<sup>[2]</sup>。树莓是具有很高开发价值的“第三代水果”, 现在关于树莓的改良和优良性状受到研究者的广泛关注<sup>[3]</sup>。在我国树莓的市场需求量越来越大, 具有很大的发展空间。目前树莓的栽培面积很小, 没有形成规模, 主要集中在东北和西南两个地区<sup>[4]</sup>, 栽培品种也很少。为满足市场对树莓的需求, 必须加强对树莓品种的“查”、“引”、“选”、“育”, 选择培育出适应性广、品质优良树莓品种在全国范围内进行推广<sup>[5]</sup>。

大量的研究表明植株的形态解剖结构与其抗旱性具有相关性<sup>[6]</sup>。袁晓晶对不同菊花进行了解剖结构及其抗旱性分析, 发现菊花的茎皮层厚度, 茎表皮毛数量, 表皮细胞的排列紧密程度, 均与品种的抗旱性特征有关<sup>[7]</sup>。王丹丹研究发现, 在不同的大樱桃品种中, 单个维管束里的导管数量有很大差异, 导管数量越多的品种抗旱性越强<sup>[8]</sup>; 张杨等研究了不同树莓品种的茎解剖结构, 发现树莓的茎表皮为一层排列整齐、紧密的类长方形细胞, 不同品种树莓茎的皮层薄壁组织细胞的形状和细胞层数、维管束数量均有一定的差

① 收稿日期: 2017-08-31

基金项目: 天津市科委项目(16YFZCNC00750, 12ZCDZNC04800); 天津市大学生创新项目(201710061061); 天津农学院研究生重点课程建设项目(2017YKC001)。

作者简介: 张般般(1991-), 女, 硕士研究生, 主要从事园林和园艺植物栽培研究。

通信作者: 杨静慧, 教授, 博士。

异<sup>[9]</sup>,但各项指标与抗旱性关系未见报道.总之,有关树莓的叶片解剖结构与抗旱性的关系研究未见报道.本研究对不同品种树莓的茎解剖结构进行了比较,研究了茎解剖结构与抗旱之间的关系,为抗旱、耐盐树莓品种的选择和推广提供依据.

## 1 材料与方法

实验树莓品种为:海尔特兹(*Rubus idaeus* ‘Heritage’)、凯欧(*Rubus idaeus* ‘Kiowa’)、莎妮(*Rubus idaeus* ‘Shawnee’)、南方黑树莓(*Rubus mesogaeus* Focke).

4个品种扦插繁殖的一年生苗于2012年11月份栽植于天津西青试验园中,每品种栽植3行,每行12株.栽植株行距为1 m×2 m.试验地为粘壤土,pH=8.5,土壤含盐量0.25%,土壤肥力中等.不同品种树莓水肥管理一致.2015年5月采取随机取样方法取植株无病虫害距茎尖4~5 cm处的茎,采用徒手切片法制片.每个品种选取10个茎段,每个茎段做2个临时切片,在Leica DM2000显微镜下观察茎横切面结构,每个切片随机观察3个视野.用CAD软件进行细胞和组织结构大小的测定,用Excel与SPSS进行数据处理.

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种树莓茎横切面木栓层结构的比较

不同品种树莓茎木栓层结构见图1.图1显示,海尔特兹木栓层发生在茎的外侧,代替了表皮,为3层,细胞的细胞壁栓化程度较低,木栓层为黄绿色,木栓层细胞壁较薄;凯欧的茎木栓层发生在皮层,很厚,约5~6层,木栓层细胞壁均很厚,横切面上呈黑色;莎妮的皮层也发生在表皮,为3~4层,木栓层细胞壁较薄;南方黑树莓木栓层发生在表皮,仅1~2层细胞.由于木栓层是植物茎的次生保护组织,层数越多,细胞壁越厚,保水性越强.所以,4种树莓的抗旱性为凯欧最强,其余依次是莎妮、海尔特兹、南方黑树莓.

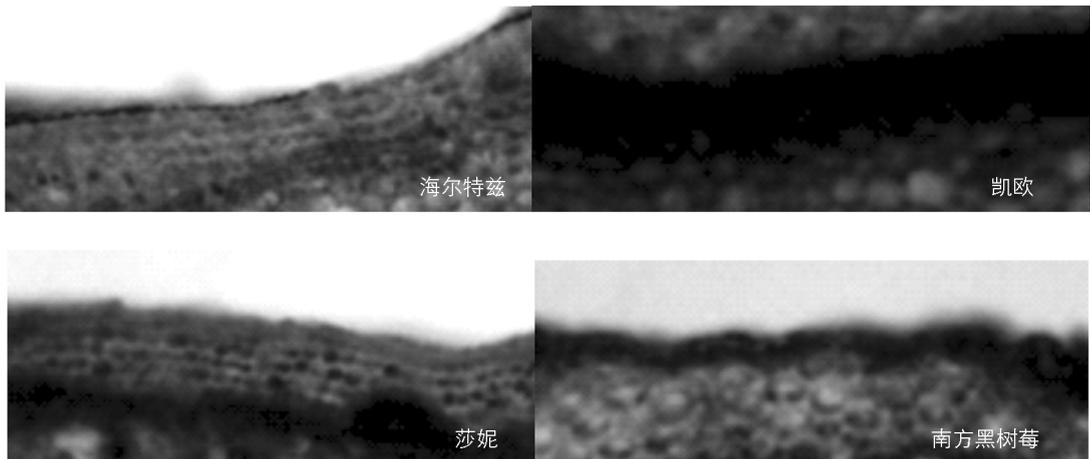


图1 4种树莓茎木栓层结构

### 2.2 不同品种树莓茎横切面皮层厚度比较

皮层是由数层薄壁细胞构成的基本组织,茎表面蒸腾的自由水遇到的阻力越大,其保水能力越好<sup>[10]</sup>.由此可知,皮层厚度可以作为判断植物抗旱能力的指标.由图2可知,4种树莓的茎皮层厚度差异显著.凯欧茎皮层厚度最大,为84.33 μm;其次是莎妮,茎皮层厚度为60.07 μm;南方黑树莓和海尔特兹的皮层厚度小于莎妮,分别为48.87 μm和48.57 μm.凯欧茎皮层厚度为海尔特兹茎皮层厚度的1.74倍.其中,凯欧茎皮层厚度显著高于其余3个树莓品种;莎妮茎皮层厚度显著高于海尔特兹与南方黑树莓;海尔特兹和南方黑树莓之间差异不显著.

### 2.3 不同品种树莓茎横切面维管束结构比较

结合表1和图3可以看出,4个树莓品种茎的韧皮部有一定的差异.凯欧的维管束数量最多,为33束,每束维管束中有7~8列导管,每列导管由2~7个导管组成,韧皮纤维有3~6层,每个木质部导管数为14~56个;其次是莎妮,维管束为31束,每束维管束中有5~7列导管,每列导管由1~5个导管组成,韧皮纤维有4~7层,每个木质部导管数为5~35个;海尔特兹的维管束与莎妮差异不大,有31束,每束维管束中有6~8列导管,每列导管由2~5个导管组成,韧皮纤维有4~7层,与莎妮相同,每个木质部导管数为12~40个;南方黑树莓维管束数量最少,为20束,每束维管束中有4~6列导管,每列导管由1~4个导管组成,韧皮纤维有3~5层,每个木质部导管数为4~26个.维管束数量从多到少依次为凯欧、莎妮和海尔特兹、南方黑树莓,而每个木质部导管的数量从多到少依次为凯欧、海尔特兹、莎妮、南方黑树莓.

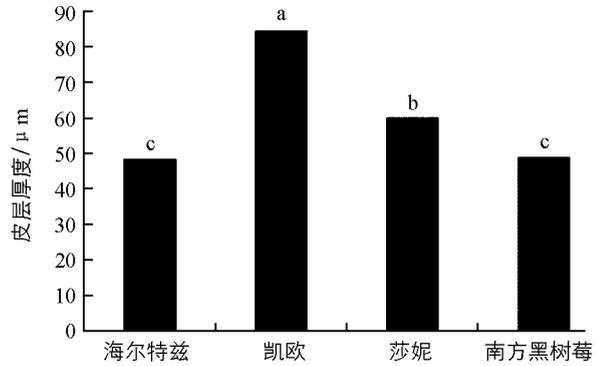


图2 4种树莓皮层厚度比较

表1 不同品种树莓茎横切面维管组织结构比较

| 茎横切面维管组织结构  | 海尔特兹  | 凯欧    | 莎妮   | 南方黑树莓 |
|-------------|-------|-------|------|-------|
| 维管束/束       | 30    | 33    | 31   | 20    |
| 韧皮部韧皮纤维层数/层 | 4~7   | 3~6   | 4~7  | 3~5   |
| 木质部导管列数/列   | 6~8   | 7~8   | 5~7  | 4~6   |
| 木质部每列导管数/个  | 2~5   | 2~7   | 1~5  | 1~4   |
| 木质部导管数/个    | 12~40 | 14~56 | 5~35 | 4~26  |

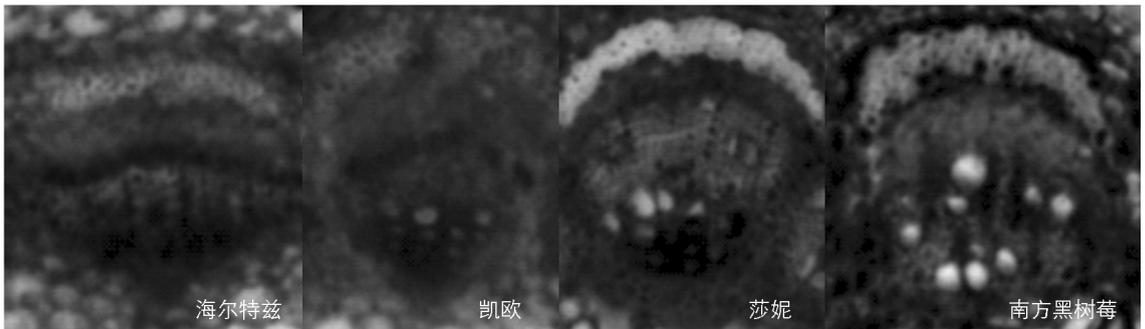


图3 4种树莓茎横切面维管束结构

导管数量与植物木质部运输水分的能力有着密切的关系,通常导管越多,运输水分的能力越强,植物的抗旱能力越强.本试验中凯欧的维管束数量最多,木质部导管的列数最多,每个木质部的导管数也最多,所以,在4个品种树莓中凯欧的抗旱能力最强.

### 2.4 不同品种树莓茎横切面中柱结构比较

从图4可以看出,4个不同品种树莓的横切面结构基本相似,从外向内明显地分为表皮、皮层和中柱.海尔特兹和南方黑树莓茎均为圆形.海尔特兹茎中柱的髓占的比例适中,由大量薄壁细胞组成;维管束间距较小、排列紧密,维管束与其他组织之间的界限不清,但维管束形成层十分醒目,为褐色环线.南方黑树莓茎中柱的髓占比例较小;维管束间距较大,排列均匀,与其他组织界限分明,其韧皮部中的韧皮纤维细胞排列呈扇形.凯欧和莎妮的茎均为五棱形,中部的髓占的比例均较大,其特点是茎表面楞状突起的地方其维管束相对较大.维管束结构清晰,与其他组织界限分明,其韧皮部中的韧皮纤维细胞排列呈月牙形,各维管束的纤维细胞断续连接成花环状.在解剖镜下,凯欧和莎妮的维管形成层明显,与海尔特兹相似,为褐色环线.总之,髓组织比例高、韧皮纤维组织发达的,保水性就强,如凯欧和莎妮.维管束排列疏松的保水性差如南方黑树莓.因此,凯欧和莎妮抗旱性强.

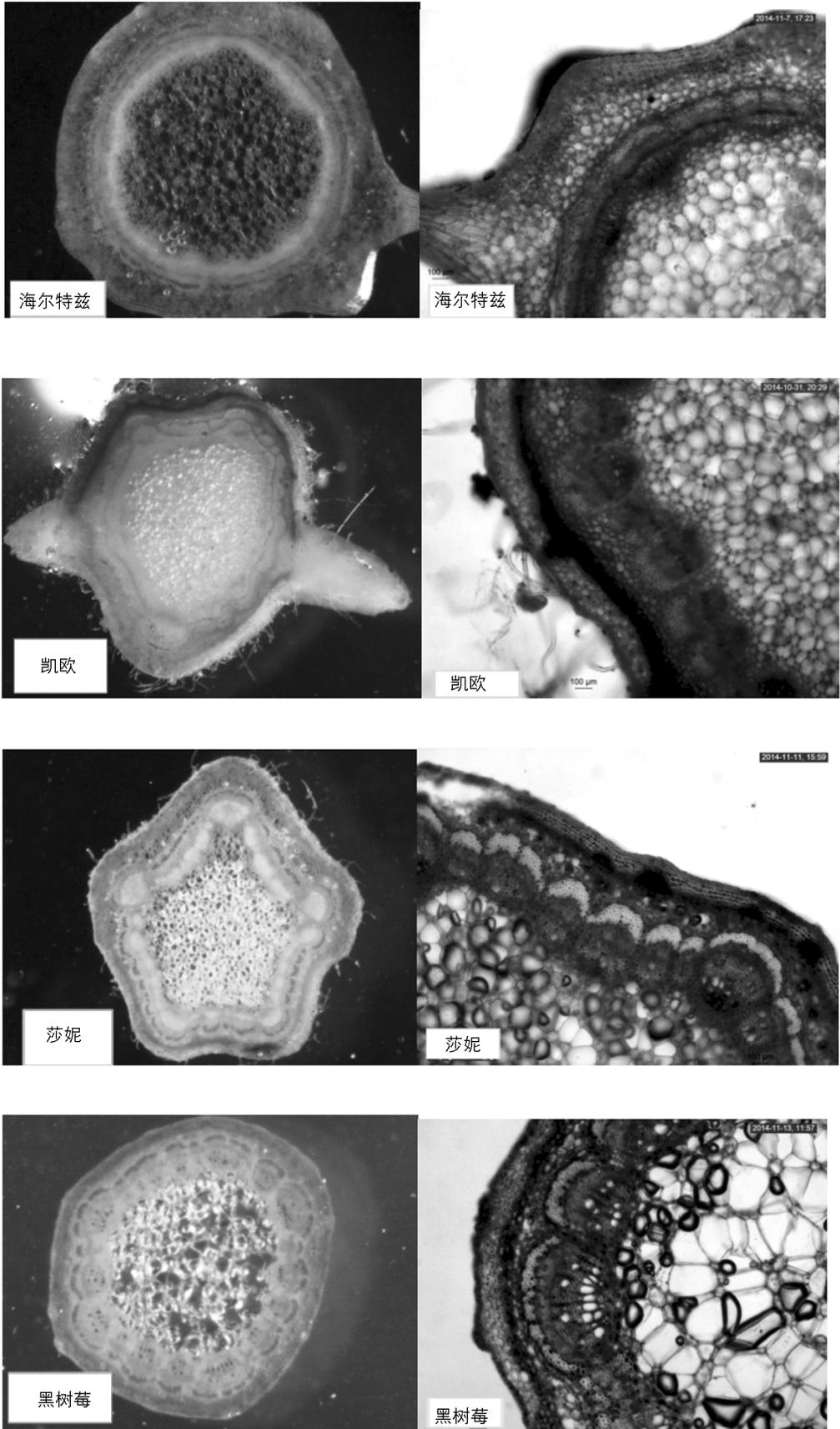


图 4 4 种树莓茎横切面结构

## 3 讨论

### 3.1 树莓茎横切面皮层厚度与抗旱性的关系

有研究表明茎的皮层较厚可使植物的蒸腾作用降低,皮层中附有体积较大的贮水细胞且排列紧密,这些特征都能提高植物的保水性和抗旱性<sup>[11]</sup>.本研究中,4种树莓的皮层细胞厚度由厚到薄的顺序是凯欧、莎妮、南方黑树莓、海尔特兹,表明凯欧的茎更具保水能力.

### 3.2 树莓茎横切面维管束中导管数与抗旱性的关系

对于植物在相同水分条件下导管数越多,说明其贮运水分的能力就越强,则更加耐旱<sup>[12]</sup>;植物茎木质部中导管数量的多少,直接关系到植株对水分的向上运输能力,其与植物抗旱有关.可见,茎中导管数可作为抗旱性的指标.研究发现,4个树莓品种茎的导管数从大到小顺序为凯欧、海尔特兹、莎妮、南方黑树莓,说明凯欧有更多的木质部导管提供输送水分到植物的其他部位.

### 3.3 树莓茎横切面中柱髓与抗旱性的关系

髓是植物茎贮存水分的重要组织,发达的髓有助于抵抗干旱季节的逆境<sup>[13]</sup>.本试验中凯欧和莎妮都有较发达的髓,有利于树莓对干旱胁迫的抵御能力.本试验也证实了抗旱性树莓其髓占比通常较高,其原因可能是植物的髓富含薄壁细胞,是重要的水分贮存组织,能在水分充足时贮存水分和养料以供逆境环境中使用.

## 4 结论

本研究观察总结了4个品种树莓茎横切面的相关特征,比较了茎横切面木栓层结构、皮层厚度、维管束结构和髓结构等茎解剖结构.综合分析表明:4个树莓品种中抗旱性由强到弱依次是凯欧、莎妮、南方黑树莓、海尔特兹.

### 参考文献:

- [1] 赵利群,王晓冬,李长海.9个树莓栽培品种营养成分分析[J].防护林科技,2015(6):57-59.
- [2] 司旭,陈芹芹,毕金峰,等.树莓主要功能性成分研究进展[J].食品工业科技,2015,36(4):376-381.
- [3] 岳丽娜.黑树莓再生体系的建立和农杆菌介导的耐盐基因转化[D].重庆:西南大学,2008:12-13.
- [4] 郭长杰.新地区树莓栽培过程中常见问题分析[J].中国园艺文摘,2016,32(11):187-188.
- [5] 夏武峰,唐海东,钟必凤,等.11个国外树莓品种在四川雅安引种试验[J].中国南方果树,2010,39(1):79-81.
- [6] 陈豫梅,陈厚彬,陈国菊,等.香蕉叶片形态结构与抗旱性关系的研究[J].热带农业科学,2001(4):14-16.
- [7] 袁晓晶.不同菊花品种茎解剖结构比较及其抗旱性分析[J].农家科技,2014(8):302.
- [8] 王丹丹.盐胁迫下樱桃砧木生长、生理生化及解剖结构的研究[D].天津:天津农学院,2013:11-14.
- [9] 张杨,袁艺,李纯,等.合肥地区树莓的引种栽培研究[J].中国农学通报,2008,24(10):344-346.
- [10] 陈阳,陈雅君,周阳,等.三叶草不同品种茎结构特征与抗旱性的关系[J].草地学报,2012,20(4):686-691.
- [11] 杨武,郭水良,方芳.不同生境下30种藓类植物茎的比较解剖学研究[J].浙江师范大学学报(自然科学版),2007,30(4):440-446.
- [12] 张思路.四种植物抗旱性的研究[D].长春:吉林农业大学,2011:7-9.
- [13] 朱金方,夏江宝,陆兆华,等.盐旱交叉胁迫对柽柳幼苗生长及生理生化特性的影响[J].西北植物学报,2012,32(1):124-130.

# The Relationship Between Stem Anatomical Structure and Drought Resistance in 4 Varieties of Raspberry

ZHANG Ban-ban<sup>1</sup>, LIU Ting<sup>1</sup>, YANG Jing-hui<sup>1</sup>,  
LIU Yan-jun<sup>1</sup>, WU Chun-xia<sup>1</sup>, LI Bing<sup>2</sup>

1. College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

2. College of Business Administration, Tianjin Tianshi University, Tianjin 301700, China

**Abstract:** In order to provide a basis for the selection and popularization of drought resistant raspberry varieties, the cork, cortex, vascular bundle, column and other anatomical structures of the stem in four raspberry varieties differing in drought resistance (Kiowa, Heritage, Shawnee and Focke) were studied and compared with the hand-sliced method. The results showed that of the four varieties studied Kiowa had the thickest cell wall of the cork layers in the stem, with about 5—6 cell layers, the cell wall of Shawnee and Heritage was thinner, with 3 or 4 layers, and Focke had the thinnest cell wall in the cork, with only 1—2 layers. In the cortex thickness of the stem, Kiowa was the thickest (84.33  $\mu\text{m}$ ), followed by Shawnee (60.07  $\mu\text{m}$ ), Focke (48.87  $\mu\text{m}$ ) and Heritage (48.57  $\mu\text{m}$ ). The pith of Kiowa and Shawnee in the stele was larger than that of Focke. Kiowa had the greatest number of vascular bundles (33), followed in order by Shawnee (31), Heritage (30) and Focke (20). Kiowa, Heritage, Shawnee and Focke had 14 to 56, 12 to 40, 5 to 35 and 4 to 26 ducts in their xylem, respectively. In conclusion, the drought resistance of the four raspberry varieties was in the order of Kiowa, Shawnee, Focke, Heritage.

**Key words:** raspberry (*Rubus corchorifolius* L. f.); anatomical structure; drought resistance; vascular bundle

责任编辑 潘春燕

