

# 主要梨属砧木枝条导管 分子结构比较分析

王秀娟, 马春晖, 王 然, 宋健坤, 李鼎立, 杨英杰

(青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109)

**摘 要:**为探索梨树砧木的矮生机制,以矮生型梨砧木‘PY-9’、‘BA-29’、‘OHF-87’、“东 7-7”、“中矮Ⅱ号”、“FOX11”等为试材,以普通型梨砧木杜梨(*Pyrus betuli folia*)、豆梨(*P. calleryana*)、砂梨(*P. pyri folia*)、秋子梨(*P. ussuriensis*)、木梨(*P. xerophila*)、川梨(*P. pashia*)、褐梨(*P. phaeocarpa*)、杏叶梨(*P. armeniacaefolia*)、柳叶梨(*P. salicifolia*)等为对照,采用组织离析、显微照相与生物学统计方法,对1年生枝条导管分子的形态和大小进行了观察。结果表明:普通型和矮生型梨砧木的导管分子形态多为圆柱形,均属于孔纹导管;其矮生型导管分子的穿孔板类型、有尾情况、端壁倾斜状况、端尾长度与普通型无明显差异;矮生型导管分子平均长度在275.1~300.8  $\mu\text{m}$ ,平均直径在26.1~29.9  $\mu\text{m}$ ;普通型梨砧木枝条导管分子平均长度在331.6~399.3  $\mu\text{m}$ ,平均直径在31.2~36.0  $\mu\text{m}$ ;矮生型梨砧木导管分子长度与直径显著小于普通型梨砧木。以上结果表明,矮生型梨砧木表现出小导管性,这可能是矮生型梨砧木致矮的细胞学原因之一。

**关键词:**梨属砧木;导管分子;形态观察

**中图分类号:**S 661.216 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)08-0024-05

梨树矮化密植栽培是果业发展的趋势,我国现有梨砧木均为乔化砧木,制约了梨树矮化栽培的发展,选育梨矮生砧木是实现梨矮化栽培的主要途径之一<sup>[1-2]</sup>。矮化砧木的选育是一项十分复杂的工作,需要消耗大量的人力物力,且周期长,如何通过砧木组织结构差异,对砧木进行早期选择,提高砧木选育效率显得十分重要。

目前,国内外学者对果树矮化机理的研究主要集中在组织解剖结构<sup>[3]</sup>、激素调节<sup>[4]</sup>、酚类物质含量<sup>[5]</sup>、相关酶活性及致矮基因的筛选方面<sup>[6-7]</sup>,树种主要以苹果、柑橘、桃等果树为主,但是对梨砧木导管分子结构的研究报道稀少。导管位于植物的木质部中,是输导水分和矿质元素的管状结构,植物生长所需水分和养分直接或间接地来自木质部导管。导管分子的形态特征对木质部水分和矿质元素的输导具有重要影响,从而影响树体生长。因此,梨砧木导管分子形态结构的研究对揭示梨树

致矮机制具有重要的作用。在梨导管分子研究方面,董星光等<sup>[8]</sup>和杨海波等<sup>[9]</sup>研究了不同梨砧木和品种的导管分子形态与生态适应性之间的关系。但是,研究所选材料单一,对梨砧木的矮生机制研究仍然不十分清楚。

该研究选择普通型与矮生型梨砧木为试材,利用组织离析、显微照相和生物学统计方法,对梨砧木枝条的导管分子结构进行了比较分析,为探索梨砧木致矮机制及梨树矮生砧木早期选择提供理论参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于2015年5月至翌年7月进行,试材取自青岛农业大学胶州梨砧木资源保存圃。所取砧木主要分为矮生型和普通型2种类型,其中以矮生型为‘PY-9’(杜梨自然矮生突变体)、“BA29”、“OHF87”、“东 7-7”(青岛农业大学选育的矮生梨砧木)、“中矮Ⅱ号”、“FOX11”等为试材,以普通型为杜梨(*Pyrus betuli folia*)、豆梨(*Pyrus calleryana*)、砂梨(*Pyrus pyri folia*)、秋子梨(*Pyrus ussuriensis*)、木梨(*Pyrus xerophila*)、川梨(*Pyrus pashia*)、褐梨(*Pyrus phaeocarpa*)、杏叶梨(*Pyrus armeniacaefolia*)、柳叶梨(*Pyrus salicifolia*)等为对照。选取树体中上部外围1年生枝条,每试材随机选取3个枝条,

**第一作者简介:**王秀娟(1988-),女,硕士研究生,研究方向为果树栽培生理。E-mail:wangxiujuan0426@163.com.

**责任作者:**马春晖(1966-),男,博士,副教授,研究方向为果树栽培生理。E-mail:machunhui2000@163.com.

**基金项目:**国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-29-07);国家科技支撑计划资助项目(2013BAD02B00)。

**收稿日期:**2015-12-16

采集枝条中部位位置茎段,去皮后,将木质部切成长宽为1.0 cm×0.2 cm的小段作为测试样品。

1.2 试验方法

将样品放入100 mL三角瓶中,经离析液(10%铬酸和10%硝酸按照1:1的体积比配制)离析2~3 d,中间换1次离析液,至材料软化后,将材料用清水多次漂洗直至颜色变白,酸性除去为止,放置在50%乙醇中保存备用。将材料从50%的乙醇中取出,经1.5%番红染色制作临时装片。

1.3 项目测定

用生物显微镜(ECLIPSE80i,日本尼康)观察导管分子结构,采用数码拍摄系统拍摄照片,每个样品随机各选取50个导管分子,对导管分子细胞的长度和直径进行测量,取平均值。

1.4 数据分析

数据利用Excel 2010和DPS 7.05软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 梨属植物导管分子类型特征比较分析

对不同砧木导管分子在光学显微镜下观察,清晰可见不同类型砧木的导管分子形态多为圆柱形(图1、2)。从导管分子侧壁次生增厚和木质化的程度指出,2种类型砧木均属于孔纹导管型。从穿孔板的式样显示,2类砧木导管分子均为单穿孔(图1-A~N;图2-A~O)。偶见双穿孔(图1-O;图2-P)。从尾的有无来看,可分为两端具尾(图1-B、D~H、J、K;图2-B~E、G~K、M)、一端具尾(一端无尾)(图1-A、C、L;图2-A、F、L)及两端无尾(图1-M、N;图2-N)3种类型。3种类型在不同梨砧木中所占的比例基本相似(表3),以两端具尾类型为主,其次为一端具尾类型,两端无尾类型最少。从尾的长短来看,2种类型样品之间差异不明显;从导管分子端壁两端

倾斜(图1-A、B、D~H、J、L;图2-B、C、E、G、I~K、M)、一端倾斜(图1-C、I;图2-A、F、L)及两端近水平(图1-M、N;图2-D、H、N、O)3种类型比较看出,2种类型砧木在导管分子端壁的倾斜性方面也无明显差异。

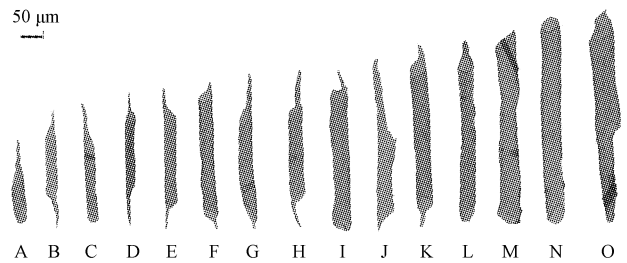


图1 矮生型梨砧木茎导管分子形态  
Fig. 1 Characteristic of vessel element in stem of dwarf pear rootstocks

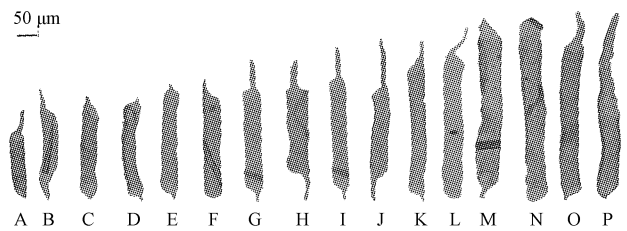


图2 普通型梨砧木茎导管分子形态  
Fig. 2 Characteristic of vessel element in stem of standard pear rootstocks

2.2 梨属植物导管长度和直径比较

由表1可知,矮生型梨砧木枝条导管分子平均长度在275.1~300.8 μm,最大值为504.9 μm,平均直径在26.1~29.9 μm;普通型砧木枝条导管分子平均长度在331.6~399.3 μm,平均直径在31.2~36.0 μm,矮生型梨砧木枝条导管分子平均长度和平均直径均显著小于普

表1 导管分子的长度和直径比较

Table 1 Comparison of the length and width of vessel element μm

类型	试材	导管长度		导管直径	
		长度范围	平均长度	直径范围	平均直径
矮生砧木	‘PY-9’	132.6~485.6	299.9±12.9def	17.4~46.3	29.9±7.2cdef
	‘BA-29’	118.7~428.9	295.7±11.0ef	15.6~42.0	29.3±6.2def
	‘OHF-87’	146.0~504.9	300.8±10.0def	16.9~39.5	26.1±4.4g
	“东7-7”	135.8~460.8	267.4±10.4f	15.3~46.2	28.9±6.8efg
	“中矮Ⅱ号”	114.4~497.4	296.9±12.2ef	16.5~42.4	28.9±7.0efg
	‘FOX11’	107.9~435.8	275.1±10.0f	17.1~39.8	27.3±5.2fg
	杜梨	113.0~637.9	390.4±14.8a	18.5~56.0	34.2±7.0ab
	豆梨	125.9~486.7	336.3±11.1cde	18.3~49.8	32.4±7.3bcd
	砂梨	148.2~611.3	372.0±14.4abc	18.0~47.2	31.2±6.3bcde
普通砧木	秋子梨	128.4~521.7	331.6±12.0cde	20.6~47.3	32.3±6.5bcd
	木梨	138.8~614.9	338.6±16.1cd	16.2~48.8	32.2±7.5bcd
	川梨	151.6~628.6	399.3±15.9a	17.1~57.8	36.0±6.9a
	褐梨	134.3~520.1	342.0±14.2bc	18.8~45.0	32.6±6.2bc
	杏叶梨	177.1~653.9	381.3±15.0ab	20.1~54.7	36.0±8.0a
	柳叶梨	148.6~601.4	371.1±15.6abc	16.4~56.8	31.8±9.0bcde

通型砧木( $P<0.05$ )。在矮生型梨砧木中,导管分子的长度范围为 107.9~504.9  $\mu\text{m}$ ,导管分子直径范围在 15.3~46.3  $\mu\text{m}$ ;而在普通型梨砧木中,导管分子长度范围为 113.0~653.9  $\mu\text{m}$ ,导管分子直径范围在 16.4~57.8  $\mu\text{m}$ 。

### 2.3 导管分子长度和直径分布频率

由表 2 可知,同一种梨砧木中的导管分子不同长度范围内所占比例差异明显,15 种梨砧木导管分子长度基本在 151~450  $\mu\text{m}$  范围,在 0~150  $\mu\text{m}$  范围所占比例最小;导管分子直径大部分分布在 15.0~45.0  $\mu\text{m}$ ,直径大于 45.0  $\mu\text{m}$  的比例较小。在同一长度和直径范围内不同梨砧木导管所占比例也不相同,矮生型梨砧木导管分子长度在 151~300  $\mu\text{m}$  所占比例较高,达到 52%~64%,比普通型高出 8%~48%;而普通型梨砧木导管分子长度在 301~450  $\mu\text{m}$  范围所占比例最高,比矮生型高 0%~30%;矮生型和普通型导管分子长度大于 450  $\mu\text{m}$  所占比例最小,但普通型明显要高于矮生型的。矮生型梨砧木导管分子直径在 15.0~30.0  $\mu\text{m}$  范围内比例为 42%~80%,而普通型梨砧木直径在 30.1~45.0  $\mu\text{m}$  比例最大,达到 50%~70%;矮生型和普通型导管分子直径大于 45.0  $\mu\text{m}$  的比例均很小,但普通型略高于矮生型。从导管长度和直径看,无论是导管分子平均长度、平均直径还是分布比例来看,矮生型梨砧木的导管分子相对较短,直径较小,具有短导管性和窄导管性。

表 2 导管分子的长度和直径的分布

Table 2 Distribution of the length and width of vessel element $\mu\text{m}$		导管分子长度分布				导管分子直径分布		
砧木类型	试材	0~150	151~300	301~450	>450	15.0~30.0	30.1~45.0	>45.0
矮生砧木	'PY-9'	4.0	52.0	38.0	6.0	42.0	56.0	2.0
	'BA-29'	2.0	56.0	42.0	0.0	52.0	48.0	0.0
	'OHF-87'	2.0	52.0	42.0	4.0	84.0	16.0	0.0
	'东 7-7'	2.0	64.0	32.0	2.0	54.0	44.0	2.0
	'中矮 II 号'	2.0	50.0	44.0	4.0	50.0	50.0	0.0
	'FOX11'	4.0	60.0	36.0	0.0	70.0	30.0	0.0
	杜梨	2.0	16.0	52.0	30.0	26.0	70.0	4.0
普通砧木	豆梨	2.0	30.0	60.0	8.0	38.0	58.0	4.0
	砂梨	2.0	18.0	62.0	18.0	48.0	50.0	2.0
	秋子梨	2.0	44.0	46.0	8.0	40.0	58.0	2.0
	木梨	4.0	38.0	44.0	14.0	40.0	56.0	4.0
	川梨	0.0	18.0	44.0	38.0	24.0	68.0	8.0
	褐梨	4.0	30.0	54.0	12.0	30.0	70.0	0.0

### 2.4 导管具尾情况

由表 3 可知,矮生型与普通型梨砧木导管具尾情况差异不明显(表 3),在两端具尾导管类型中,矮生型导管所占比例为 66%~90%,普通型导管所占比例为 66%~80%,普通型两端具尾导管比矮生型少 0%~10%;而一端具尾和两端无尾导管类型中,矮生型和普通型所占比例无变化规律,且两端具尾导管类型数量非常小,仅为 0%~6%。

表 3 导管具尾分布频率

Table 3 Frequency of the end wall of vessel element		导管具尾数量分布比例 %		
砧木类型	试材	两端具尾	一端具尾	两端无尾
矮生砧木	'PY-9'	90	10	0
	'BA-29'	76	22	2
	'OHF-87'	82	16	2
	'东 7-7'	66	28	6
	'中矮 II 号'	74	22	4
	'FOX11'	82	14	4
	杜梨	80	18	2
普通砧木	豆梨	74	20	6
	砂梨	70	28	2
	秋子梨	72	26	2
	木梨	66	28	6
	川梨	74	24	2
	褐梨	74	24	2
	杏叶梨	80	20	0
	柳叶梨	76	22	2

### 2.5 导管端尾长度大小

从图 3 可以看出,不同梨砧木导管分子端尾长度差异不大,端尾长度在 26.24~58.90  $\mu\text{m}$ 。矮生型梨砧木中,端尾长度最大的'PY-9'为 58.9  $\mu\text{m}$ ,端尾最短的为'东 7-7',长度为 26.24  $\mu\text{m}$ ;普通型梨砧木中,端尾长度最大的杏叶梨为 50.22  $\mu\text{m}$ ,端尾最短的为木梨,长度为 31.85  $\mu\text{m}$ ,矮生型和普通型端尾长度变化无规律。

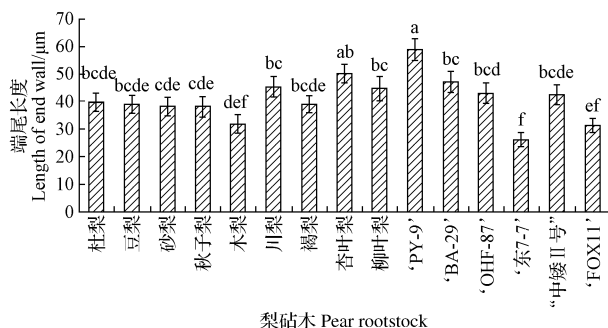


图 3 不同梨砧木导管端尾长度大小

Fig. 3 The length of different pear rootstock of vessel element

## 3 讨论

### 3.1 梨属植物导管分子结构对树体矮化的影响

该研究发现,矮生型梨砧木'PY-9'、'BA29'、'OHF87'、'东 7-7'、'中矮 II 号'、'FOX11'导管分子长度和直径均小于普通型梨砧木杜梨、豆梨、砂梨、秋子梨、木梨、川梨、杏叶梨、柳叶梨。可见矮生型梨砧木导管具有短导管性和窄导管性,这种特性导管分子在一定程度上限制水分和无机盐类的运输;而普通型具有长且宽的导管分子,其水分运输畅通,养分交换受到的阻力小,因而树势长势旺盛,树体高大,这是矮生型梨砧木较普通型生长缓慢,树体矮小的细胞学原因之一<sup>[10-11]</sup>,这与郭学民等<sup>[12]</sup>发现矮生型'寿星'桃茎的具有小导管分子特性相

一致,与杨佩芳等<sup>[13]</sup>发现短枝型苹果‘新红星’和‘金矮生’导管分子的直径明显小于普通型苹果品种相一致。

### 3.2 梨属植物导管分子结构与砧木的早期选择

植物的组织结构与功能是密切相关的,导管分子是植物木质部输导水分和矿质营养的基本结构单位,植物所需水分大部分是通过导管有地下运输地上部分,导管分子的形态结构对输水效率有重要影响<sup>[14]</sup>,导管分子的结构与大小决定木质部的导水性,大管径导管分子输水能力强,小管径导管分子输水能力弱<sup>[15-17]</sup>。肖啸等<sup>[18]</sup>对桃树砧木次生木质部导管研究表明,具有长导管性和粗导管的品种有较强的抗寒性且认为粗导管有利于冬季提高输水效率。房凯<sup>[19]</sup>研究表明,导管分子长度的大小决定了植物水分运输过程中,经过不同类型导管转运次数的多少以及运输阻力的大小。陈树思等<sup>[20]</sup>对银桦次生木质部导管研究得出,长且宽的导管运输水分和营养物质的效率较高,窄的导管运输效率低。该研究发现,矮生梨砧木导管分子表现出小导管性,其导管分子短且窄,水分运输阻滞较大,输水能力较弱,从而限制了树木的长势,该研究与上述研究结果基本一致。此外,矮生型梨砧木的小导管性,可能由于细胞伸长受限,导致梨砧木茎节间缩短,树势减弱,表现出矮生现象。同时,李六林等<sup>[21]</sup>从细胞解剖学角度研究了 PP<sub>333</sub> 矮化机制,研究发现经过 PP<sub>333</sub> 处理的桃树枝条木质部导管分子的长度和直径较未处理树显著的短而窄,这为梨树矮生砧木的选育提供了细胞学基础。综上所述,矮生型梨砧木的小导管性可能是其表现矮生特性的重要的细胞学原因。由于导管分子是由维管形成层分裂、分化、发育而来的,导管分子分化和形成受到木质素代谢<sup>[22]</sup>、细胞编程性死亡(PCD)<sup>[23]</sup>、激素调节<sup>[24]</sup>及信号转导<sup>[25]</sup>的综合调控,所以关于矮生机制的研究,今后可以从超微结构、激素浓度的变化、细胞定位、转录组测序等方面进一步开展深入研究。

### 参考文献

- [1] 姜淑琴,贾敬贤,王斐,等. 三个梨树中间砧木对嫁接树的矮化效应[J]. 中国农业科学,2010(23):4886-4892.
- [2] 欧春青,姜淑琴,王斐,等. 果树矮化机理的研究进展[J]. 浙江农业科学,2010(3):487-491.
- [3] 王成霞,李培环,王永章,等. 桃树枝条的解剖结构与树体矮化的相关性研究[J]. 莱阳农学院学报,2006(3):185-188.
- [4] DONG H L, IN C L, KOOK J K, et al. Expression of gibberellin 2-oxidase 4 from *Arabidopsis* under the control of a senescence-associated promoter results in a dominant semi-dwarf plant with normal flowering[J]. Journal of

Plant Biology,2014(2):106-116.

- [5] 孙洪圳,吕海涛,柏素花,等. 苹果树皮中 12 种酚类化合物的 HPLC 测定方法[J]. 果树学报,2012(5):929-935.
- [6] 徐继忠,史宝胜,宝焜,等. 苹果不同矮砧与其对应中间砧植株 POD、IOD 酶活性的研究[J]. 中国农业科学,2002(4):415-420.
- [7] 徐小彪,姜春芽,廖娇,等. 中华猕猴桃矮型性状 EST-SSR 连锁标记的筛选[J]. 园艺学报,2010(4):553-558.
- [8] 董星光,曹玉芬,王昆,等. 中国 3 个主要梨砧木资源木质部导管分子结构及分布比较[J]. 植物学报,2015(2):227-233.
- [9] 杨海波,杨佩芳,王娟,等. 不同品种梨新梢木质部细胞的解剖学比较分析[J]. 中国农学通报,2015(4):124-126.
- [10] 李正理,张新英. 植物解剖学[M]. 北京:高等教育出版社,1983:230.
- [11] YANG P F. Studies on the cell micro-ultra-micro-structure of the secondary vascular tissue of the stem of the spur-type apple[J]. Acta Horticulture,1995,403:161-168.
- [12] 郭学民,肖啸,徐兴友,等. 21 世纪桃树次生木质部导管分子特征的观[J]. 果树学报,2008,25(1):22-26.
- [13] 杨佩芳,郝燕燕,田彩芳. 苹果短枝型品种导管分子的解剖学研究[J]. 园艺学报,2000(1):52-54.
- [14] 王浩,张京政,谢兆森,等. 不同抗寒性葡萄根系导管分子形态观察[J]. 中国农学通报,2013(28):110-114.
- [15] ZIMMERMANN M H. Hydraulic architecture of some diffuseporous trees[J]. Canadian Journal of Botany,1978,56:2286-2295.
- [16] TYREE M T, EWERS F W. The hydraulic architecture of trees and other woody plants[J]. New Phytologist,1991,119:345-360.
- [17] SCHULTZ H R, MATTHEWS M A. Xylem development and hydraulic conductance in sun and shade shoots of grapevine (*Vitis vinifera* L.): evidence that low light uncouples water transport capacity from leaf area[J]. Planta,1993,190:393-406.
- [18] 肖啸,郭学民,刘建珍,等. 桃 3 种砧木次生木质部导管分子性状比较[J]. 果树学报,2012(2):171-176,317.
- [19] 房凯. 植物导管输送水的实验室检测方法研究[J]. 绵阳师范学院学报,2003,22(2):56-60.
- [20] 陈树思,唐为萍. 银桦次生木质部导管分子观察研究[J]. 广西植物,2006,24(4):380-382.
- [21] 李六林,杨佩芳,田彩芳,等. PP<sub>333</sub> 对桃树枝条次生木质部细胞解剖结构的影响[C]. 中国园艺学会,2001:4.
- [22] 肖静,杨洪强. 植物导管分子分化和形成的生理生化机制[J]. 植物生理学报,2004(2):141-145.
- [23] 王雅清,崔克明. 杜仲次生木质部导管分子分化中的程序性死亡[J]. 植物学报,1998(12):19-24,94-95.
- [24] 肖静. 湖北海棠(*M. hupehensis* Rehd.) 根系导管分化及其调控[D]. 泰安:山东农业大学,2004.
- [25] ENDO H, YAMAGUCHI M, TAMURA, et al. Multiple classes of transcription factors regulate the expression of VASCULAR-RELATED NAC-DOMAIN7, a master switch of xylem vessel differentiation[J]. Plant and Cell Physiology,2015(2):242-254.

## Comparative Analysis on Vessel Elements in Branch of Pear Rootstocks (*Pyrus* spp.)

WANG Xiujuan, MA Chunhui, WANG Ran, SONG Jiankun, LI Dingli, YANG Yingjie  
(College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)



DOI:10.11937/bfyy.201608007

# 不同播期与种植方式对旱地西瓜 产量及土壤水分利用的影响

王秉龙, 杨彩玲, 米治明, 买自珍, 魏国生

(宁夏农林科学院 固原分院, 宁夏 固原 756000)

**摘要:**以西瓜品种“金陇5号”为试材,在宁夏中部干旱带开展了旱地地膜西瓜不同播期、种植方式研究,分析了不同播期与种植方式对旱地西瓜产量及土壤水分利用的影响。结果表明:4月15日采用暗窝播种方式西瓜生长状况、产量、产值、纯收入及土壤水分利用效率方面均优于其它处理,较4月25日、5月10日播种的产量分别增产4.8%和28.0%,纯收入增加6700.02元/hm<sup>2</sup>和19604.31元/hm<sup>2</sup>,水分利用效率提高23.1%、54.4%,抗旱节水、增产增收的效果明显;说明当地旱地西瓜适宜的播种时期为4月中旬,种植方式采用先播种后覆膜的暗窝播种。

**关键词:**旱地;西瓜;播期;种植方式;产量;土壤水分

**中图分类号:**S 651.604<sup>+</sup>.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)08-0028-04

宁夏中部干旱带的盐池、中宁、同心及南部山区的海原东部,耕地以无灌溉条件的旱作耕地为主。该区域气候干燥,光热资源丰富,干旱少雨,水资源极度短缺,严重制约着当地区域农业发展<sup>[1-2]</sup>。西瓜是宁夏中部干旱带旱地栽培的主要经济作物之一,当地农民通常在

4月下旬至5月中旬播种,由于干旱和热冷多变的气候特点,造成西瓜出苗率低或出苗后被冻死,同时,播种过迟的西瓜成熟后,往往错过了最佳的销售时机,导致瓜农的种植效益低。为了探求宁夏地区旱地地膜西瓜适宜的播期和播种方式,提高西瓜种植效益,特开展了此项试验研究,旨在为当地西瓜优质高效生产提供技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在海源县甘城乡甘城村川旱地上进行,北纬36°35'6.99",东经106°20'16.96",平均海拔高度1700 m,≥10℃以上积温2400~2800℃,无霜期161 d,当地十年

**第一作者简介:**王秉龙(1965-),男,本科,副研究员,现主要从事牧草栽培及早农节水技术等研究工作。E-mail:nkswbl@126.com.

**责任作者:**杨彩玲(1975-),女,本科,农艺师,现主要从事冷凉蔬菜栽培及早农节水技术等研究工作。E-mail:15909640861@163.com.

**基金项目:**宁夏农林科学院科技创新先导资金资助项目(NKYG-14-28);宁夏科技扶贫资助项目。

**收稿日期:**2015-12-23

**Abstract:** In order to explore the dwarfing mechanism in pear trees, taking standard tree (*P. betuli folia*, *P. calleryana*, *P. pyrifolia*, *P. ussuriensis*, *P. xerophila*, *P. pashia*, *P. phaeocarpa*, *P. armeniacaefolia*, and *P. salicifolia*) as control, the shape and size of vessel elements in annual branches of dwarf tree ('PY-9', 'BA-29', 'OHF-87', 'E7-7', 'Zhongai II' and 'FOX11') were examined using tissue segregation procedure, micrograph and biometric statistical method. The results showed that there were various types of vessels in different pear rootstocks. The characters of vessel elements, pitting pattern, types of perforation plates, frequency of different tail types of vessel element and frequency of different end wall tilt types of vessel element in stem of dwarf tree were basically consistent with those of standard trees, but the length and width of vessel element in dwarf trees were significantly smaller than those of standard trees. The mean length at 331.6—399.3 μm, average width in 31.2—36.0 μm for dwarf type, the mean length in those standard trees at 275.1—300.8 μm and average width in 26.1—29.9 μm. The vessel element in dwarf pear rootstocks showed smaller vessel elements, which might be the important reason for dwarfing phenomenon in dwarf pear rootstocks.

**Keywords:** pear rootstocks; vessel element; morphological observation