

# 调亏灌溉对库尔勒香梨幼枝水势的影响

孙桂丽<sup>1,2,3</sup>, 李万栋<sup>1</sup>, 玉苏甫·阿不力提甫<sup>1,3</sup>

(1. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 干旱区林业生态与产业技术重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052;  
3. 新疆农业大学 特色果树研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**以 7 年生库尔勒香梨为试材, 设置不同根区灌溉方式, 研究了果实不同发育时期土壤水分对香梨枝水势的影响。结果表明:调亏灌溉下, 果实发育不同阶段库尔勒香梨枝水势的日变化均呈“V”字形, 在 14:00—16:00 达到最低值; 不同生育时期受干旱胁迫的香梨树枝水势明显低于正常灌溉的香梨枝水势; 无论在干旱胁迫还是正常灌溉下香梨枝水势在开花期的日变化最为平缓, 早晚枝水势基本一致, 在坐果期和成熟期的枝水势日变化有一定的起伏, 早晚水势差较小, 而在果实膨大期的枝水势日变化起伏较大, 早晚的水势差也较大。试验条件下不同生育期库尔勒香梨枝水势与土壤含水量呈正相关关系, 通过回归分析建立了不同生育期二者的函数关系, 并确定了不同生育期阶段适宜香梨树生长的枝水势和土壤含水量的低限值范围。

**关键词:**库尔勒香梨; 枝水势; 调亏灌溉

**中图分类号:**S 661.207<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)08-0015-06

水资源匮乏已成为限制南疆林果业持续高效发展的重要因素, 发展节水灌溉、提高水分利用效率成为解决这一问题的重要途径<sup>[1-2]</sup>, 其关键就在于准确地判断果树的水分状况, 从而确定果树灌溉的合理时间和合理

灌水量<sup>[3]</sup>。近年来, 国内外许多学者研究树木的耐旱特性及土壤和大气环境对植物水势的影响, 积累了许多宝贵的研究经验, 并取得很大进展<sup>[4]</sup>, 发现水势是表示植物水分状况的一个直接指标, 能够反映植物各种生理活动受环境水分条件的制约程度, 确定植物的受旱程度和抗旱能力, 可以作为植物灌溉的生理指标<sup>[5-6]</sup>。解婷婷等<sup>[7]</sup>对沙漠腹地梭梭水分特性的研究, 得出叶水势能够更直接地反映土壤、植物和大气环境对植物体内水分可利用性的综合影响。杨朝选等<sup>[8]</sup>发现苹果和梨的午间茎水势与果个大小密切相关。在土壤水饱和的情况下,

**第一作者简介:**孙桂丽(1979-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事林木生理生态等研究工作。E-mail: sxfgl@126.com.

**基金项目:**新疆农业大学校级前期课题资助项目(XJAV201213); 新疆农业大学自治区果树学重点学科开放课题资助项目。

**收稿日期:**2015-12-23

## Effect of Different Concentration of PP<sub>333</sub> and B9 Seed Solution Treatments on Melon Seedling Quality

YANG Ruwei<sup>1</sup>, SUN Mengxuan<sup>2</sup>, QIN Yong<sup>2</sup>

(1. Comprehensive Experimental Farm, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830012; 2. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract:** To solve the problem encountered in Xinjiang Turpan melon factory nursery process that were easy to produce leggy seedling and difficult to cultivate strong seedling, 'XiZhou Mi 17' melon was selected as test material, different concentration of plant growth retardant multi-effect PP<sub>333</sub> and B9 on the influence of melon seedling quality was studied. The results showed that, the seedling germination potential decreased with the increase of concentration of PP<sub>333</sub> solution; plant height and hypocotyl length of seedling was significantly less than control; under the concentration of 60 mg/L PP<sub>333</sub> solution, seedling blade thickness and seedling index reached the maximum; under the concentration of 60 mg/L and 80 mg/L, seedling root cap was the maximum. Inhibitory effect of PP<sub>333</sub> seed solution was strong than B9 solution at seedling height, hypocotyl length, petiole length, leaf size and thickness of inhibitory effect than B9 solution.

**Keywords:** melon; plant growth retardant; morphological index; seedling quality

植物水势的日变化与不同土壤含水量都无显著相关关系,而当土壤含水量供水不足时,植物水势会随着土壤含水量变化而发生变化<sup>[9]</sup>。由此看出,水势在反应土壤干旱程度方面具有很好的代表性,因此研究水势与果树生长的关系及果树生育期内适宜的水势范围就很有必要,就需要寻找关键水势阈值,来寻求一种适宜的,简单易行的果树灌溉水分调控指标。

库尔勒香梨在国内外享有盛誉,具有皮薄质脆、肉质细嫩、石细胞少、多汁味甜、营养丰富等特点,被誉为“梨中珍品”、“果中王子”,在新疆经济发展和社会生活中具有的独特地位和重要影响<sup>[10]</sup>。所以研究土壤水分对香梨枝水势的影响,可以有效地反映库尔勒香梨水分生理的变化特征,确定适宜香梨生长的土壤水分环境及适宜的枝水势范围,为库尔勒香梨的有效灌溉生理指标的确定提供理论参考,对其改善果实品质具有重要理论意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验在新疆巴音郭楞蒙古自治州库尔勒地区沙依东园艺场进行,库尔勒地区位于北半球中纬度地带的欧亚大陆中心,地处塔里木盆地内塔克拉玛干大沙漠东北边缘,属暖温带大陆性干旱气候,有明显的沙漠气候和生态特征,年平均降水量不足 60 mm,可能蒸发量(蒸发势)为 1 250~1 450 mm,干燥度高达 20 以上;年辐射量 6 160~6 340 WJ/m<sup>2</sup>,年光合辐射是 3 080~3 171 WJ/m<sup>2</sup>,年总日照时数为 2 790~2 950 h。总的气候特征是热量资源比较丰富、光照资源充足、降水稀少而变化剧烈,但有充足的灌溉水源、蒸发量大、空气干燥、气温日较差和年较差大。土壤为灌溉盐化潮土,0~80 cm 土层为砂土,80~140 cm 土层为粘土,140 cm 以下为砂土,基本理化性质为有机质 1.427%,全氮 0.076 7%,碱性氮 61 mg/kg,速效磷 12 mg/kg,速效钾 294 mg/kg,pH 8.5<sup>[10]</sup>。

### 1.2 试验材料

供试材料为 7 年生库尔勒香梨,株行距 4 m×6 m,东西行向,林相整齐,树形为开心形,面积为 1.3 hm<sup>2</sup>。试验区以全园漫灌和沟灌为主,每年灌水 6 次,分春灌、冬灌和生长期灌水,从试验用样株备选群体中典型选取 6 株树体大小一致的库尔勒香梨编号,作为试验用样株,并设保护行和保护株。

### 1.3 试验方法

试验采用地面灌溉方式,设计了不同时期 1/2 灌水定额的交替调亏灌溉、充分灌溉(CK)2 种不同的根区灌溉方式。调亏灌溉采用隔沟交替灌溉,所有试验小区耕作、施肥、病虫害防治处理均相同,全部试验用样株生长健康、无病虫害。

### 1.4 项目测定

#### 1.4.1 库尔勒香梨枝水势的测定 从 2 种不同灌溉方

式的样地分别选取编号的 3 株试验样株,再分别剪取每株树冠距地面约 1.5 m 处东、南、西、北 4 个方位生长发育正常且太阳直射部位幼嫩小枝,测定其水势。试验从 2013 年 4 月开始,分别在库尔勒香梨的开花期(4 月中旬),坐果期(5 月中旬),果实膨大期(7 月中旬),果实成熟期(9 月中旬)测定,试验采用 MODEL-600 型 PMS 压力室测水势的方法<sup>[12]</sup>,测定时选择典型晴朗的天气,选取树冠外围向阳面生长发育正常的小枝为样,枝条水势日变化从 08:00—20:00 每 2 h 测定 1 次,每个时期的测定时间段为 3 d,取测定值的均值代表该树的叶水势,在不同生育期灌水前后测定清晨叶水势,时间在 08:00。枝条水势的季节变化,取每个月 12:00 的平均值,做曲线分析季节变化。采用压力室测得枝水势( $\Psi_w$ )为:  $\Psi_w = -P_v + \Psi_\pi$  (1),式中:  $P_v$  为测定水势的压强;  $\Psi_\pi$  为导管汁液的渗透势绝对值。由于导管汁液渗透势的绝对值很小(一般小于 0.2 bar),所以枝水势的大小基本上等于所测负压的大小<sup>[13]</sup>,即:  $\Psi_w = -P_v$  (2),试验所用水势单位为巴(bar): 1 bar=0.1 MPa=10<sup>5</sup> Pa=0.987 atm。

1.4.2 土壤水分的测定 从 2 块试验样地中分别取不同深度处的土壤,每个深度分别取土 3 次称其鲜重和干重,测定土壤水分的含量,计算平均值。试验采用烘干称重法测定土壤的含水量,在每次测定香梨枝水势的同时测定土壤含水量,测定时用取土器取样,在每块样地中分别取距编号样株表层 30、60、90、150 cm 处的土壤(每个深度取土 3 次),称其重量,将称后的土样放入烘箱,烘至恒重,此时土壤水分中的自由态水以水蒸气形式全部散失掉,再称重量,从而获得土壤水分的含量,求出土壤含水量,取平均值。土壤含水量以土壤中所含水分重量占烘干土重的百分数表示,土壤含水量(SWC,%)=(原土重-烘干土重)/烘干土重×100(3)。

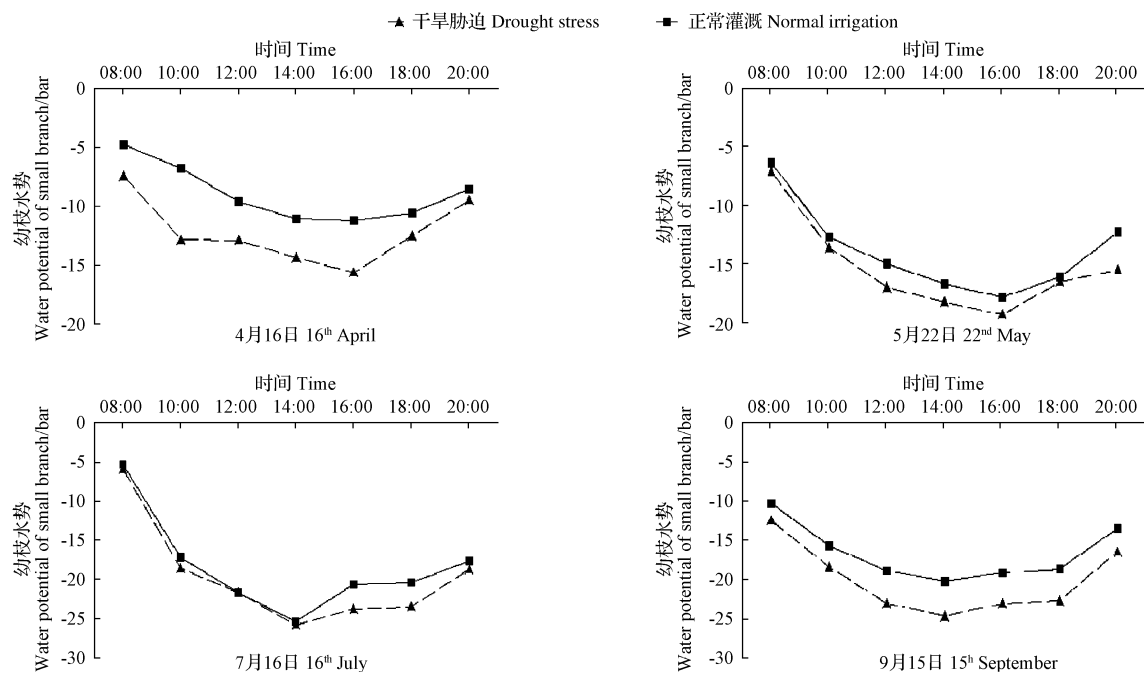
### 1.5 数据分析

试验采用 Excel 进行数据整理、统计和绘制图表,用 SPSS 13.0 软件进行相关分析、回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 调亏灌溉下香梨枝水势的日变化

由图 1 可以看出,不同月份不同土壤水分下香梨枝水势的日变化均呈现先减小后增大的变化规律,在果实发育的不同时期香梨枝水势日变化均呈现“V”字形,即早晨与傍晚香梨枝水势较高,而午间最小。从 08:00—20:00 香梨枝水势日变化呈先减小后增大的过程中,不同生育时期受干旱胁迫的香梨树枝水势均明显低于正常灌溉下的香梨枝水势,这主要是受土壤水分胁迫的影响,而香梨枝水势的日变化与不同土壤含水量无显著相关关系。



注:4月开花期,5月坐果期,7月果实膨大期,9月果实成熟期。

Note: Flowering stage in April, fruiting period in May, fruit enlargement period in July, fruit maturation period in September.

图1 不同发育阶段和土壤水分香梨枝水势的日变化

Fig. 1 The diurnal variation of twig water potential in different soil moisture and growth period of Korla fragrant pear fruit

枝水势在全天的变化过程中,08:00 枝水势最高,这是由于清晨光照弱,气温低,大气相对湿度大,蒸腾耗水少,此时枝水势为全天中的最大值,主要会受到土壤水分的影响,而 15:00 左右枝水势达到全天中的最低值,分析认为中午的枝水势受大气因子的影响较大<sup>[12]</sup>,随着太阳辐射的增强,气温上升,大气相对湿度下降,蒸腾速率不断上升,植物为满足生理耗水,枝水势呈下降趋势,以增强从土壤中吸水能力,此后随着光照减弱,蒸腾速率减小,叶片水分损失减少,枝水势开始回升,但到 20:00 枝水势的值并未达到晨间水平,分析认为是由于土壤水分经过全天的消耗导致含水量下降,香梨树本身为了获取水分,从而降低了枝水势。

## 2.2 调亏灌溉下库尔勒香梨果实不同发育阶段幼枝水势变化

### 2.2.1 调亏灌溉下库尔勒香梨果实不同发育阶段幼枝水势变化

由图 2、3 可知,无论在干旱胁迫还是正常灌溉下香梨枝水势在开花期的日变化最为平缓,早晚枝水势基本一致,在坐果期和成熟期的枝水势日变化有一定的起伏但也较平缓,早晚水势差较小,而在果实膨大期的枝水势日变化起伏较大,早晚的水势差也较大。早晚水势差在果实开花期(4月)为最小,幅度小,在果实膨大期(7月)最大,幅度较大。香梨枝日平均水势从4—7月不断降低,在7月果实膨大期时达到最低,到9月果实成熟期时有一定的回升。主要是因为7月份蒸腾作用影响较大,这反映香梨在生长过程中由于蒸腾作用使土

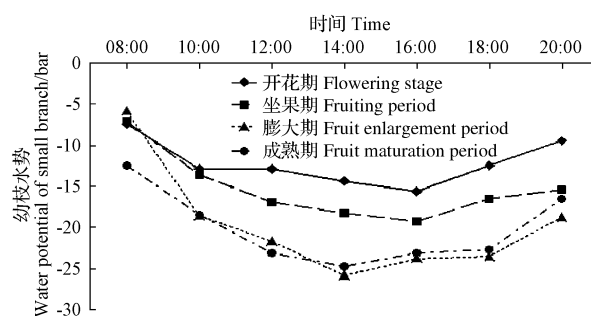


图2 干旱胁迫下果实不同发育期香梨幼枝水势的变化

Fig. 2 The twig water potential of drought stress in growth period of Korla fragrant pear fruit

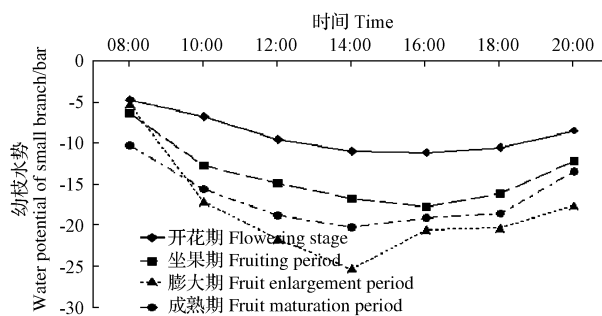


图3 正常灌溉下果实不同发育期香梨枝水势的变化

Fig. 3 The twig water potential of normal irrigation in growth period of Korla fragrant pear fruit

壤含水量下降,水分有效性降低,土壤水分得不到及时补充时香梨枝水势也会降低。虽然大气的水势会不断升高,但远远低于香梨树的水势。

2.2.2 库尔勒香梨果实不同发育阶段不同深度土壤含水量的变化 图4、5为对不同发育时期香梨地干旱胁迫和正常灌溉的平均体积含水量的垂直分布规律分析,正常灌溉的土壤平均体积含水量在不同深度都明显高于干旱胁迫下的土壤平均体积含水量,而土壤水分在垂直方向上的分布规律基本趋于一致,即土壤含水量随深度增加而增加,达到90 cm时土壤含水量基本保持平衡,而每个时期的土壤含水量的不同主要是受大气环境因子的影响,使香梨不同时期树体本身的需水量不同。同一深度内不同土壤水分处理的土壤含水量的数值大小不同,该现象主要与土壤的空间分布差异有关,且水分达到土壤深度90 cm时,有利于香梨树的生长。

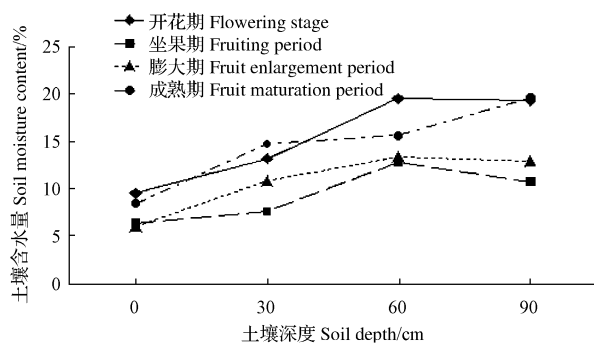


图4 干旱胁迫下不同深度土壤含水量的变化

Fig. 4 The different depths soil moisture change under drought stress in growth period of Korla fragrant pear fruit

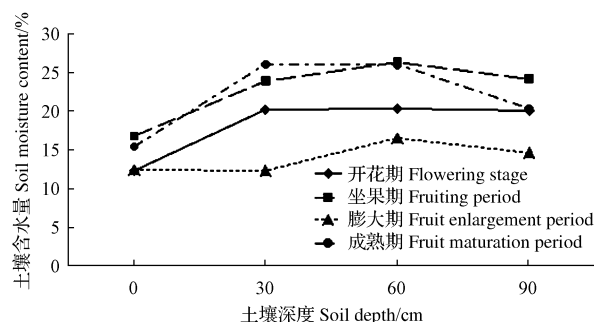


图5 正常灌溉下不同深度土壤含水量的变化

Fig. 5 The different depths soil moisture change under normal irrigation in growth period of Korla fragrant pear fruit

2.2.3 库尔勒香梨果实不同发育阶段枝水势与土壤含水量的变化 研究证明,清晨枝水势与其土壤含水量之间有互为指数的关系式,可利用其关系式中“临界值”的大小来比较树种抗旱性的强弱<sup>[13]</sup>。所以在试验中测得清晨的香梨枝水势,并在不同的生育期内测得干旱胁迫和正常灌溉下不同深度土壤体积含水量,得到了香梨清晨枝水势与平均土壤体积含水量随生育期的变化规律,

由图6可以发现,在不同生育期内香梨枝水势随着平均土壤体积含水量的变化有着较明显的变化规律。在不同生育时期土壤含水量从干旱胁迫到正常灌溉时的变化幅度基本相同,4月中旬(开花期)和5月中旬(坐果期)清晨香梨枝水势与土壤含水量变化幅度也基本一致,主要是该生育阶段香梨树蒸腾耗水少,清晨枝水势都维持在一个较高值;到7月中旬(膨大期)对应的清晨枝水势出现相应的梯度并达到较低值,由于该阶段蒸腾强度不断加快,香梨为满足不断增加的蒸腾耗水的需要,形成较低的枝水势,以利于其从土壤中吸收水分;在9月中旬(成熟期)蒸腾耗水逐渐减少,清晨枝水势也开始逐渐回引;整个生育时期清晨枝水势都随着土壤含水量的降低而降低,由清晨枝水势的变化也反映出了7月中旬是香梨蒸腾耗水较强的时期,也是香梨需水量最大的时期,这与库尔勒香梨的耗水规律相吻合。

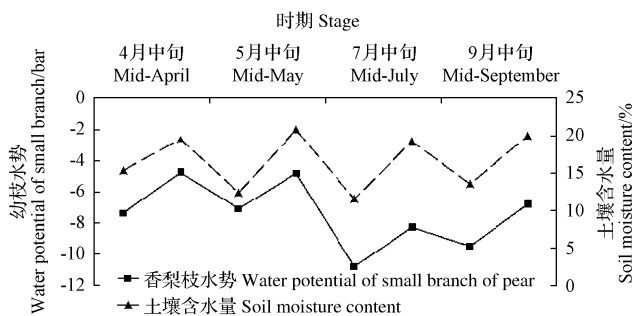


图6 香梨清晨枝水势与土壤平均体积含水量在生育期内的变化

Fig. 6 The morning twig water potential and average soil volumetric water content variation in growth period of Korla fragrant pear fruit

### 2.3 库尔勒香梨幼枝水势与土壤含水量的相关性分析

通过对试验数据的回归分析,得到了在不同土壤水分下不同生育时期香梨清晨枝水势和土壤体积含水量之间的关系。如表1所示,试验条件下不同生育期香梨清晨枝水势与土壤含水量的关系不尽相同,在香梨果实开花期、坐果期、膨大期、成熟期均呈正相关关系,总体来看,核桃清晨枝水势与土壤含水量呈正相关关系,即成龄香梨树根区土壤水分下降,清晨枝水势也随之下降,从而产生足够的水势梯度确保树体本身的水分供应,当根区水分充足,即含水量大,树体本身的水分供应状况较好,此时清晨枝水势就维持在较高值。试验结果与徐林娟<sup>[15]</sup>对水稻叶水势与土壤含水量之间关系的研究结果相似,有较好的相关性。综合分析认为不同生育期内香梨清晨枝水势与土壤体积含水量之间的关系可用下式表示:  $SWC = a\psi_w + b$ , 式中:  $a, b$  为经验参数。

在果实的膨大期这一较短的时间段内,香梨树清晨枝水势与土壤含水量之间虽呈正相关关系,但  $R^2$  值较小,  $F$  值也较小,分析认为此时香梨树进入果实膨大期,

属于营养生长和生殖生长并进的时期,香梨树需要有充足的水分供应,以确保对香梨果实的水分供应,因此在果实膨大期出现了根区土壤含水量与香梨清晨枝水势显著不明显的现象,分析认为是由树体本身适应生长环境的一种自我生理调节<sup>[16]</sup>。

表 1 香梨枝水势( $\Psi_w$ )与土壤含水量(SWC)的相关分析

Table 1 The correlation analysis between twig water potential and average soil water content variation in growth period of Korla fragrant pear fruit

生育期 Growth stage	回归方程 Regression equation	$R^2$	F	Sig
干旱胁迫 Dry stress	开花期(4月中旬) $SWC = 1.563\Psi_w + 23.828$	0.846	5.511	0.256a
	坐果期(5月中旬) $SWC = 1.434\Psi_w + 26.282$	0.789	3.736	0.304a
	膨大期(7月中旬) $SWC = 0.200\Psi_w + 14.499$	0.429	0.750	0.546a
	成熟期(9月中旬) $SWC = 1.676\Psi_w + 24.862$	0.794	3.851	0.300a
正常灌溉 Normal irrigation	开花期(4月中旬) $SWC = 1.563\Psi_w + 23.532$	0.853	5.783	0.251a
	坐果期(5月中旬) $SWC = 1.278\Psi_w + 25.031$	0.727	2.666	0.350a
	膨大期(7月中旬) $SWC = 0.756\Psi_w + 20.117$	0.488	0.954	0.508a
	成熟期(9月中旬) $SWC = 1.442\Psi_w + 27.092$	0.817	4.471	0.281a

表 2 适宜香梨树生长的枝水势( $\Psi_w$ )和土壤含水量(SWC)界定

Table 2 The threshold value of suitable pear twig water potential ( $\Psi_w$ ) and soil water content (SWC)

	开花期(4月中旬) Flowering stage (Mid-April)	坐果期(5月中旬) Fruiting period (Mid-May)	膨大期(7月中旬) Fruit enlargement period (Mid-July)	成熟期(9月中旬) Fruit maturation period (Mid-September)
土壤含水量(SWC)范围 Soil moisture content scope/%	15.4~19.6	12.4~20.8	11.6~19.3	13.5~20.0
香梨枝水势( $\Psi_w$ )范围 Water potential of Korla fragrant pear small branch/bar	-7.4~-4.8	-7.1~-4.8	-10.8~-8.3	-9.5~-6.8

### 3 结论与讨论

研究不同发育时期土壤水分对香梨枝水势的影响,主要是为了探讨有利于香梨生长的有效灌溉生理指标,使香梨不受水分胁迫的影响,达到节水高产的目的。该试验表明,香梨枝水势在不同时期的日变化均呈现先减小后增大的过程,即“V”字形变化,早晚枝水势最大,午间最小。

库尔勒香梨树在不同土壤水分下枝水势的日变化、不同月份不同土壤水分下香梨枝水势的日变化均呈现先减小后增大的变化规律,在果实发育的不同时期香梨枝水势日变化均呈现“V”字形,不同生育时期受干旱胁迫的香梨树枝水势均明显低于正常灌溉下的香梨枝水势,这主要是受土壤水分胁迫的影响,而香梨枝水势的日变化与不同土壤含水量无显著相关关系。库尔勒香梨枝水势的日变化在开花期和坐果期的变化幅度较小,早晚水势差小,在果实膨大期的变化幅度较大,早晚水势差也较大,在果实成熟期时,有所回升;在正常灌溉下不同深度的土壤平均体积含水量均明显高于干旱胁迫下的土壤平均体积含水量,而土壤水分在垂直方向上的分布规律基本趋于一致;在不同生育期内香梨枝水势随

#### 2.4 库尔勒香梨生长的适宜枝水势界定

适宜水势是指香梨树枝水势达到某一个值或某个水势范围内能够保证植物正常生长,并不影响香梨产量及品质。通过以上分析为满足香梨树生长的最优处理,因此确定香梨适宜生长的土壤含水量及枝水势的低限值范围,根据不同生育期枝水势与土壤体积分含水量的关系(图6),在不影响香梨树正常生长,确定香梨生育期不同阶段节水高产的低限值范围,表2为适宜香梨树生长的枝水势和土壤含水量的低限值范围。

在香梨果实开花期和坐果期时  $\Psi_w$  一直保持较高水平,到果实膨大期时  $\Psi_w$  一直保持较低水平,在果实膨大期阶段枝水势达到最低,是香梨正属于营养生长和生殖生长并进的时期,树体本身为了保证果实生长对水分的供应需求,确保对香梨的水分供应,清晨枝水势的变化也反映出果实膨大期是香梨蒸腾耗水较强的时期,与产量有较密切的关系,在香梨生育期内测定的清晨枝水势( $\Psi_w$ )和土壤体积分含水量(SWC)不低于表2中数值的范围,香梨就不会受到水分胁迫的影响,从而达到节水高产的目的。

着平均土壤体积分含水量的变化有着较明显的变化规律,即开花期和坐果期时枝水势与平均土壤体积分含水量变化幅度基本相同,在果实膨大期由于蒸腾耗水的需求不断增加,形成生育期内较低的枝水势,以利于其从土壤中吸收水分,在果实成熟期,随着蒸腾耗水的逐渐减少,清晨枝水势也开始逐渐回升;在整个生育时期清晨枝水势都随着土壤含水量的降低而降低。

通过对清晨香梨枝水势和平均土壤体积分含水量的回归分析,发现在试验条件下不同生育期香梨清晨枝水势与土壤含水量的关系不尽相同,在香梨果实开花期、坐果期、膨大期、成熟期均呈正相关关系。并建立了不同生育期二者的函数关系式,  $SWC = a\Psi_w + b$  ( $a, b$  为经验参数,表1)。

清晨枝水势的变化也反映出果实膨大期与产量有较密切的关系,根据不同生育期枝水势与土壤体积分含水量的关系,确定了果实膨大期阶段枝水势达到最低,也是香梨蒸腾耗水较强的时期,为保证果实生长对水分的供应需求,确保对香梨的水分供应,因此确定适宜香梨树生长的枝水势和土壤含水量的低限值范围,为香梨不受水分胁迫的影响,提供有效的灌水生理指标,达到节水高产的目的。

该试验用了库尔勒香梨一年的生育期试验数据对香梨枝水势变化及其与土壤含水量之间的关系进行了研究,在土壤-植物-大气(SPAC)系统中,植物水势受土壤和大气的双重影响,分析各因素对植物水势的影响,可以了解植物适应环境的生理变化特征<sup>[11-12]</sup>,因此研究植物水势是一个涉及水利学、土壤学、园艺学等多学科交叉的较为复杂的系统课题,所以该试验尚存在很多的不足之处;该研究初步确定了库尔勒香梨生育期内适宜水势范围,更精确的研究有待进一步深入。已有果树灌溉采用最大树干直径变化、水势、土水势等作为灌溉指标的,但由于其成本高、技术要求也较高,推广应用还有一定困难,需要寻求一种适宜的、简单易行的果树灌溉水分调控指标,这今后需要进一步探索。

### 参考文献

- [1] 纪文龙,范意娟,李辰,等. 干旱胁迫下葡萄叶片气孔导度和水势动态的变化规律[J]. 中国农业大学学报,2014(4):74-80.
- [2] 冉辛拓,郝宝锋,张新生. 干旱过程中苹果茎水势和叶水势的变化研究[J]. 河北农业科学,2009(4):16-17,21.
- [3] 工密侠,马成军,蔡焕杰. 农业干旱指标研究与进展[J]. 干旱地区农业研究,1998,16(3):119-123.
- [4] 姬玉英. 榛子的栽培引种现状[J]. 新疆林业,2001(2):41-42.
- [5] 杨朝选,焦国利,王新峰,等. 干旱过程中桃树茎和叶水势的变化[J]. 果树科学,1999(4):267-271.
- [6] 付爱红,陈亚宁,李卫红,等. 干旱、盐胁迫下的植物水势研究与进展[J]. 中国沙漠,2005,25(5):744-749.
- [7] 解婷婷,张希明,梁少民,等. 不同灌溉量对塔克拉玛干沙漠腹地梭梭水分生理特性的影响[J]. 应用生态学报,2008,19(4):711-716.
- [8] 杨朝选,焦国利,郑先波. 重水分胁迫下苹果树茎、叶水势的变化[J]. 果树学报,2002,19(2):71-74.
- [9] WANG Z, ZERIHUM D, FEYEN J. General irrigation efficiency for field water management[J]. Agricultural Water Management,1996,30:123-132.
- [10] 高启明,李疆,李阳. 库尔勒香梨研究进展[J]. 经济林研究,2005,23(1):79-82.
- [11] 赵英. 山地枣树不同生育阶段需水阈值试验研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [12] 吉晶. 干旱对苹果树叶水势变化的影响[J]. 山西农业科学,2007(1):48-50.
- [13] 英潘. 干旱胁迫对不同甘蔗品种宿根蔗抗旱生态生理特性及产量品质的影响[D]. 南宁:广西大学,2013.
- [14] 杨朴雨. 干旱条件下葡萄叶片气孔导度、水势与叶片节位相关分析[J]. 中国果业信息,2013(7):80.
- [15] 徐林娟. 以叶水势为灌溉指标的水稻节水技术体系研究[D]. 杭州:浙江大学,2006.
- [16] 司建华,冯起. 极端干旱区胡杨水势及影响因子研究[J]. 中国沙漠,2007,25(4):505-510.

## Effects of Regulated Deficit Irrigation on Twig Water Potential of Korla Fragrant Pear

SUN Guili<sup>1,2,3</sup>, LI Wandong<sup>1</sup>, Yusufu • ABULITIFU<sup>1,3</sup>

(1. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Key Laboratory at Universities of Education Department of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi, Xinjiang 830052; 3. Featured Fruit Tree Research Center of Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract:** 7-year-old Korla pear was used as test materials, different root irrigation method was set, Korla pear water potential and soil moisture at different growth stage were studied. The results showed that the diurnal variation fragrant pear twig water potential of Korla pear showed a 'V' type in different growth stages under different irrigation methods, reached the lowest value at noon of one day. The water potential of Korla pear under drought stress was significantly lower than twig water potential of normal irrigation. There were obvious consistency between sticks water potential change and average soil volumetric water content change in different growth period of Korla pear. Twig water potential of Korla pear was generally low, and the water potential difference was large in morning and evening in fruit enlargement stage. Diurnal variation of Korla pear twig water potential was the most gentle in flowering stage, and the twig water potential had no more difference in morning and evening. There was a certain fluctuations about diurnal variation of fragrant pear twig water potential in fruit setting and maturity stage, and the twig water potential had a little difference in morning and evening. Diurnal variation of pear twig water potential fluctuated considerably in fruit enlargement stage under two irrigation methods. The regression analysis was established both fragrant pear twig water potential and soil water content at different growth stages. Without affecting the normal growth conditions, the limits of fragrant pear branch water potential and soil moisture in different growth stages of Korla pear was determined.

**Keywords:** Korla pear; twig water potential; regulated deficit irrigation