

交替控灌对宁夏苹果生长的影响

许泽华¹, 贾永华¹, 牛锐敏¹, 李晓龙¹, 王忠², 王春良¹

(1. 宁夏农林科学院 种质资源研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏青铜峡市树新林场, 宁夏 青铜峡 751600)

摘要:以 18 年生的“宁冠”和“新红星”苹果品种为试材, 以大田漫灌为对照, 研究了沟灌、交替灌溉 2 种不同灌溉方式对苹果树体生长、叶片生理及光合特性的影响, 以期提高苹果水分利用效率、产量和品质。结果表明: 交替控灌不但节约时间, 并且显著的节省了水资源; 在不影响营养生长的情况下, 促进了叶绿素的形成, 在提高光合速率的同时使蒸腾速率显著下降, 最终显著提高了叶片水分利用效率。

关键词:苹果; 交替控灌; 营养生长; 水分利用效率; 宁夏

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)18-0005-05

水资源的严重短缺是当前最严峻的问题, 我国农业用水占总用水量的 73.4% 左右, 但农业用水主要消耗于灌溉。农业用水的利用率相当低, 灌水利用率和灌溉水的生产效率仅仅是发达国家的一半左右。缺水问题必须通过大幅度提高水的利用率和灌溉水的生产效率来解决。宁夏引黄灌区耗水量大, 是节水潜力最大的地区。宁夏现有苹果栽培面积 4.67 万 hm^2 , 占引黄灌区耕地面积的 1/5, 所以研究果树节水灌溉技术很有必要。交替控灌是一种新型的节水灌溉方式, 通过人为限制植株根系活动层的土壤干湿程度, 减少蒸腾量, 降低叶片气孔导度, 使光合效率维持在较高水平^[1-2]。学者研究发现^[3-4], 葡萄、核桃等根系干旱引起的生长速率减慢、营养生长减缓, 蒸腾速率及气孔导度下降等是暂时的抑制作用, 并且干旱根系的体积越大抑制作用越显著。为了进一步探索宁夏苹果交替控灌节水模式, 提高苹果叶片水分利用效率, 该试验以 18 年生的“宁冠”和“新红星”苹果品种为试材, 研究了大田漫灌、沟灌、交替灌溉 3 种不同灌溉方式对苹果树体生长、叶片生理及光合特性的影响, 以期提高苹果树水分利用效率。

第一作者简介:许泽华(1985-), 男, 宁夏隆德人, 硕士, 研究实习员, 现主要从事果树栽培及生理等研究工作。E-mail: xzh850925@126.com.

责任作者:王春良(1960-), 男, 陕西岐山人, 研究员, 国家苹果产业体系银川综合试验站站长, 现主要从事苹果栽培管理技术等研究工作。

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-28)。

收稿日期:2014-04-24

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在宁夏农林科学院园艺研究所苹果试验园进行。试验地位于银川市西夏区新小公路 3.5 km 处, 土地面积为 183.44 hm^2 。年平均气温 8~9℃, 年降水量 200 mm 左右, 无霜期 150 d 左右。年日照时数达 3 000 h 以上, 日照百分率达 70% 左右。土壤 pH 8.0~8.5, 有机质含量 0.8% 左右。宁夏引黄灌区西干渠从园艺所所在地通过, 苹果园通过西干渠引黄河水自流灌溉, 地下水位在 1.0~1.5 m。

1.2 试验材料

供试苹果品种为 18 年生的“宁冠”和“新红星”。

1.3 试验方法

试验设沟灌(TR1)和隔沟交替控灌(TR2)2 个处理, 以大水漫灌为对照(CK); 在距树干两旁 1.2 m 处, 沿行向挖宽 30 cm、深 25~30 cm 的灌水沟, 沟灌就是树两侧的沟都要灌水, 灌水量经测量控制同一水平。隔沟交替控灌就是每次灌水灌树一侧, 另一侧保持干旱, 这样轮流交替, 灌水量经测量控制同一水平。每个处理的 1 个品种随机选取 4 株无病虫害的健康的树, 其中选取 3 株作为待测对象, 剩余 1 株为备试样。每年灌水 5 次, 春水和冬水都采取漫灌, 并且灌水量保持一致, 其余 3 次按照试验处理的要求灌水。

1.4 项目测定

于 5 月下旬至 6 月初, 以单株为重复, 每株树在不同方位随机选取 10 个生长健康的枝条进行新梢长度测定。

叶面积的测定采用印相重量测定法(剪纸称重法), 先在暗室中将方格纸按要求裁好, 其大小视待测叶而定, 标准纸略大于叶片为宜。将叶片平铺在薄厚均匀的

标准纸上,用铅笔沿叶缘描下,然后用剪刀按铅笔所画叶形剪下,得到纸模。在分析天平上测得纸模的重量,记录数据,再根据标准纸的重量按照以下公式求得纸膜的面积即为叶面积。叶面积(cm^2)=叶状纸重(mg) \times 标准纸的面积(cm^2)/标准纸重(mg)。

叶绿素含量测定采用直接浸提法,将新鲜的苹果叶片剪成 0.2 cm 左右的细丝或小块混合均匀后,称取 0.10~0.20 g,放入 250 mL 容量瓶或者具塞刻度试管中。在容量瓶或试管中加入 0.5 mL 纯丙酮和 10~15 mL 80%的丙酮,并仔细将黏附瓶壁边缘的叶片碎片洗到丙酮溶液中去,盖上瓶塞,室温下在暗处浸提过夜,期间摇动 3~4 次。次日取出容量瓶,观察叶组织已全部变白时,表示叶绿素已浸提干净,然后用 80%的丙酮定容至 25 mL,过滤或离心后,进行比色。叶绿素 $C_T = C_a + C_b = 22.88 \times A_{645} - 4.6788 \times A_{663}$ 。

光合测定采用德国便携式光合仪(GFS-3000),测定光合时选择东、西、南、北 4 个方向的叶片,并选取树体冠层中间全光照下的无机械损伤和病虫害的健康叶片测定。利用 GFS-3000 德国便携式光合仪测定各处理顶部完全展开叶的光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)及气孔导度(G_s)等指标,各处理均随机选择 3 株在不同生育期的晴天 10:00—11:00 时进行测定,单叶水分利用效率(WUE)用叶片通过蒸腾消耗一定量的水($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)所同化的 CO_2 量($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)来表示,即 $\text{WUE} = P_n / T_r$ 。

叶水势采用压力势法测定,所用的仪器是 3005 型植物水势测量仪。选择新梢中部成熟的叶片为待测对象,在晴朗天气,于全天的 5 个时间点:8:00、10:00、12:00、14:00、16:00 分别测定,每个处理选取 15 片叶进行测定。

1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 和 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方式耗水量的观测

从表 1 可以看出,大水漫灌单次耗水量是沟灌的 3.36 倍,是隔沟交替控灌的 5.1 倍,且比较费时费工。隔沟交替控灌不但大量节约水资源,而且节省时间,从 667 m^2 耗水时间看出,大水漫灌单次耗用时间是沟灌的 3.75 倍,是隔沟交替控灌的 5.62 倍,沟灌单次耗水时间是隔沟交替控灌的 1.5 倍。表明隔沟交替灌溉不但节约时间和节省资金,并且节省大量的水资源,在生产中有很高的利用价值。

2.2 不同灌溉方式对苹果营养生长的影响

2.2.1 不同灌溉方式对苹果外围新梢生长的影响 从图 1 可以看出,沟灌及隔沟交替控灌较对照对苹果外围新梢生长都有抑制作用,3 种处理新梢长度大小为:CK>TR1>TR2,其中“宁冠”TR1 处理比 CK 小 0.3 cm,

TR2 处理比 CK 小 2.5 cm;“新红星”TR1 处理比 CK 小 0.14 cm,TR2 处理比 CK 小 2.25 cm。隔沟交替控灌对“宁冠”新梢生长的抑制作用较“新红星”明显,各处理之间无显著性差异($P>0.05$)。

表 1 不同灌溉方式灌水量及灌水时间

Table 1 Water consumption and used time of different irrigation methods

灌溉方式 Irrigation way	大水漫灌 Field irrigation	沟灌 Furrow irrigation	交替控灌 Alternate irrigation
667 m^2 耗水量 Water consumption per 667 m^2 / m^3	86.16	25.63	16.90
667 m^2 耗时间 Used time per 667 m^2 / min	225	60	40

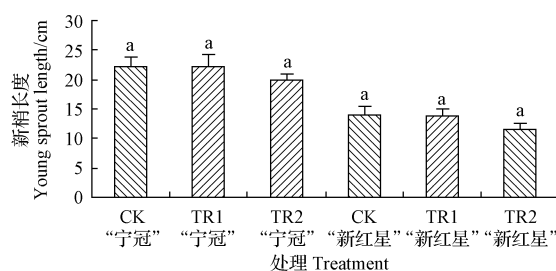


图 1 不同灌溉方式对苹果外围新梢的影响

Fig. 1 The effect of different irrigation methods on apple peripheral young sprout

2.2.2 不同灌溉方式对苹果叶面积的影响 从图 2 可以看出,沟灌及隔沟交替控灌较对照对叶面积生长都有抑制作用。3 种处理叶面积依次为:CK>TR1>TR2,其中“宁冠”TR1 处理比 CK 小 3.92 cm^2 , TR2 处理比 CK 小 7.21 cm^2 ;“新红星”TR1 处理比 CK 小 3.0 cm^2 , TR2 处理比 CK 小 3.11 cm^2 。隔沟交替控灌对“宁冠”叶面积的抑制作用较“新红星”明显,各处理之间无显著性差异($P>0.05$)。

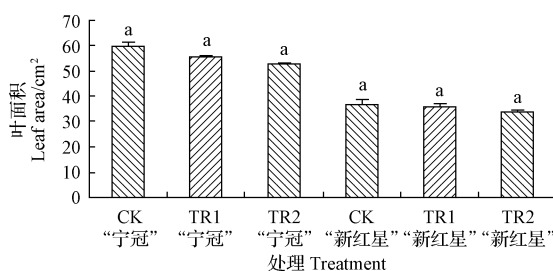


图 2 不同灌溉方式对苹果叶面积的影响

Fig. 2 The effect of different irrigation methods on apple leaf area

2.2.3 不同灌溉方式对叶比重的影响 叶比重为叶鲜重和叶干重的比值,可以间接地反映叶片水分含量的多少,比值越大说明叶片内水分含量多,反之叶片水分含量少。从图 3 可以看出,各处理叶比重依次为:CK>TR1>TR2,“宁冠”TR1 处理比 CK 小 0.089, TR2 处理

比 CK 小 0.225。“新红星”TR1 处理比 CK 小 0.093, TR2 处理比 CK 小 0.178。

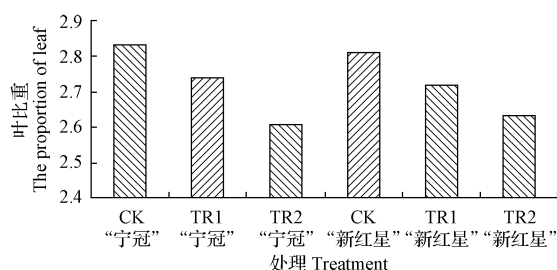


图3 不同灌溉方式对苹果叶比重的影响

Fig. 3 The effect of different irrigation methods on the proportion of apple leaf

2.2.4 不同灌溉方式对叶绿素含量的影响 叶绿素是一类与光合作用有关的最重要的色素,叶绿素的含量多少,直接影响光合产物的多少。从图4可以看出,TR1、TR2处理相对于CK对苹果叶片叶绿素的形成有促进作用。“宁冠”叶绿素含量 TR1 处理比 CK 高 0.24%, TR2 处理比 CK 高 0.42%,与 CK 有显著性差异($P < 0.05$)。“新红星”叶绿素含量 TR1 处理比 CK 高 0.26%, TR2 处理比 CK 高 0.40%,与 CK 有极显著差异($P < 0.01$)。

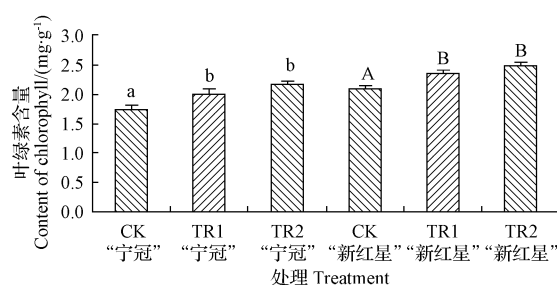


图4 不同灌溉方式对叶绿素含量的影响

Fig. 4 The effect of different irrigation methods on the content of chlorophyll

2.2.5 不同灌溉方式对叶水势的影响 从图5可以看出,不同灌溉方式下叶片水势日变化形式基本相同,总体变化趋势呈“V”字形曲线变化。即8:00较低,随着温度、光照的增大,光合作用的增强,叶水势迅速增大,10:00达到峰值。随着气温升高,光照度增大、叶片气孔缓慢开放,植株因蒸腾而失水,叶片水势迅速下降,至中午达最低值,之后随光照减弱、气孔关闭,叶片水势逐渐回升。从不同处理间叶片水势日变化来看,2个品种各处理之间叶水势依次为:CK>TR1>TR2,各处理间无显著性差异。

2.3 不同灌溉方式对苹果光合指标的影响

2.3.1 不同灌溉方式对蒸腾速率日变化的影响 蒸腾作用是水分的气态形式通过植物体表面扩散到大气中的过程,对植物的生长有着非常重要的意义。植物矿质

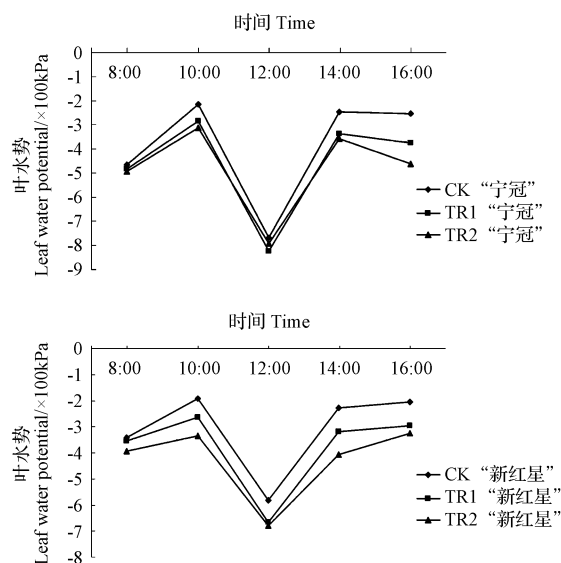


图5 不同灌溉方式对苹果叶水势的影响

Fig. 5 The effect of different irrigation methods on the apple leaf water potential

离子的运输及有些激素的运输均通过蒸腾作用完成的。从图6可以看出,交替控灌对苹果的蒸腾速率影响明显。“宁冠”CK处理10:00—14:00表现出明显的上升趋势,14:00左右是蒸腾作用最强的时候,蒸腾速率达到峰值,之后急剧下降,至16:00由于光照减弱温度降低,蒸腾作用最弱,“宁冠”TR1和TR2处理相对于CK变化较平缓,与CK有显著性差异。“新红星”CK在10:00—15:00蒸腾速率比TR1、TR2处理均大,但到15:00之后比TR1、TR2处理小,“新红星”TR1、TR2处理一直处于

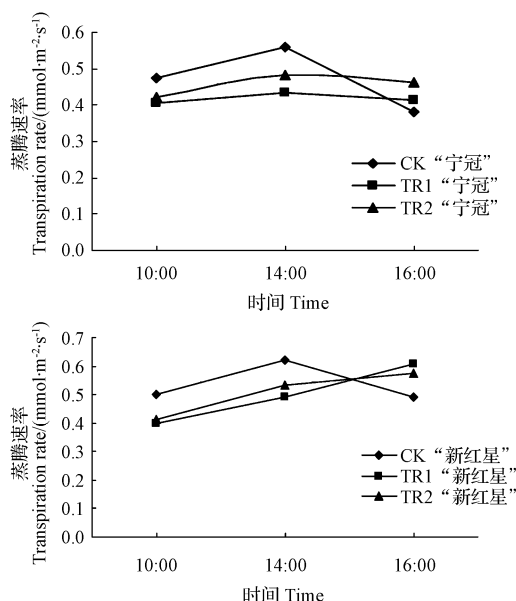


图6 不同灌溉方式对蒸腾速率日变化的影响

Fig. 6 The effect of different irrigation methods on the daily variation of transpiration rate

平缓上升趋势,与 CK 有显著性差异。

2.3.2 不同灌溉方式对净光合日变化的影响 光合作用是植物获得能量的来源,光合作用越强表示植物的生长越旺盛。由图 7 可知,“宁冠”CK 处理 10:00 达最大值,至 14:00 光合下降缓慢,14:00 之后急剧下降,16:00 成为负值。“宁冠”TR1、TR2 处理在 10:00 净光合速率最小,之后缓慢上升,至 14:00 达到一个峰值,之后又缓慢下降,至 16:00 达到最小值。“新红星”CK 处理净光合速率一直处于下降趋势,2 个处理净光合速率处于缓慢上升的趋势,至 14:00 达到最大值,然后缓慢下降,其中“新红星”TR1 处理比 TR2 处理下降快。

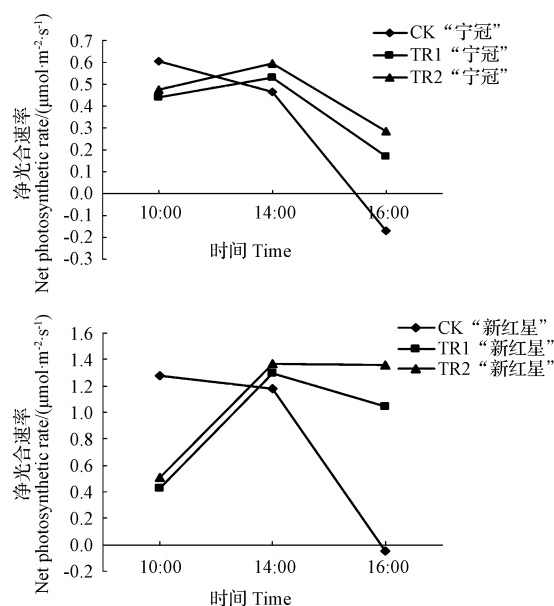


图 7 不同灌溉方式对净光合速率日变化的影响

Fig. 7 The effect of different irrigation methods on the daily variation of net photosynthetic rate

2.3.3 不同灌溉方式对水分利用效率的影响 水分利用效率(WUE)是植物蒸腾消耗单位重量的水所同化的 CO₂ 的量,常用净光合速率和蒸腾速率的比值来表示,它不仅反映农业生产中作物能量转化的效率,而且是在水分问题日益突出的农业生产中,评价作物生长适应性的重要指标。从图 8 可以看出,无论是“宁冠”还是“新红星”的水分利用效率均明显比 CK 的高。说明相同重量的水所同化的 CO₂ 的量处理要比 CK 高,生长的有机物质多。说明适当的控制灌水量可以大大提高水分利用效率。“宁冠”TR1 处理比 CK 水分利用效率大 0.088,TR2 处理比 CK 大 0.178,与 CK 有显著性差异。“新红星”TR1 处理比 CK 水分利用效率大 0.467,TR2 处理比 CK 大 0.593,与 CK 有极显著差异。

3 结论

试验结果表明,交替控灌大量节约了灌溉用水量及灌溉用时间,667 m² 大水漫灌单次耗水量是沟灌的

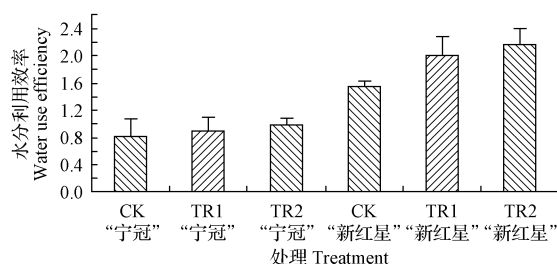


图 8 不同灌溉方式对水分利用效率的影响

Fig. 8 The effect of different irrigation methods on water use efficiency

3.36 倍,单次耗用时间是沟灌的 3.75 倍,大水漫灌单次耗水量是隔沟交替灌溉的 5.1 倍,单次耗用时间是隔沟交替控灌的 5.62 倍,因此隔沟交替灌溉不但节约时间,并且节省大量水资源,这种灌溉方式在生产应用中很有价值。

研究表明,根区分区灌溉对苹果外围新梢和叶片生长速率有抑制作用,叶片的净光合速率、蒸腾速率下降,但蒸腾速率下降幅度大于净光合速率,因此单叶水平上 WUE 随灌水体积分的减少而增加^[7]。交替控灌对苹果叶水势日变化基本呈现 V 字形变化,与沟灌、漫灌相比,交替控灌叶水势最低。由于叶水势的下降导致气孔阻力增加,而且根系干旱的体积愈大,气孔阻力也愈大,根系干旱的体积大则产生大量 ABA,从而抑制植物生长。

该研究中,交替控灌对苹果外围新梢生长、叶面积、叶鲜重都有抑制,但抑制作用不显著;对叶片干物质的积累和叶绿素的形成有促进作用,但对叶干重促进作用不显著,对叶绿素的形成促进作用明显。对净光合积累有提高的作用,但对蒸腾速率和气孔导度有降低的作用。在净光合速率提高的情况下使蒸腾速率显著下降,最终显著提高叶片水分利用效率。

参考文献

- [1] 康绍忠,张建华,梁宗锁,等. 控制性交替灌溉一种新的农田节水调控思路[J]. 干旱地区农业研究,1997,15(1):1-5.
- [2] 梁宗锁,康绍忠,胡炜,等. 控制性分根交替灌水的节水效应[J]. 农业工程学报,1997(4):58-63.
- [3] Loveys B R, Grant J, Dry P R, et al. Progress in the development of partial rootzone drying[J]. The Australian Grape Grower and Winemaker, 1997, 404:1820.
- [4] Tan C S, Buttery B R. The effect of soil moisture stress to fractions of the root system on transpiration, photosynthesis and internal water relations of peach seedlings[J]. J. Amer Soc Hort Sci, 1982, 107:845-849.
- [5] 康立权,吕德国,杜国栋,等. 半区灌水机半区交替灌水对苹果幼树光合生理指标的影响[J]. 山东农业科学, 2008(9):25-26.
- [6] 赵志军,程福厚,高彦魁,等. 灌溉方式和灌水量对梨产量和水分利用效率的影响[J]. 果树学报, 2007, 24(1):98-101.
- [7] 杨洪强,接玉玲,张连中,等. 断根和剪枝对盆栽苹果叶片光合蒸腾及 WUE 的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(3):197-202.

农家板栗品种叶片表型性状分析

刘国彬, 兰彦平, 曹 均, 兰卫宗

(北京市农林科学院 农业综合发展研究所, 北京 100097)

摘 要:以 13 个农家板栗品种为试材, 利用统计分析方法对各品种 5 个叶片表型指标进行了分析, 以揭示不同农家板栗品种间叶片表型性状的变异程度。结果表明: 13 份农家板栗品种叶片性状存在显著或极显著差异, 各性状在品种间均有较大程度的变异, 按变异程度大小依次为叶柄长($CV=21.61\%$)>单侧锯齿数($CV=12.44\%$)>叶长($CV=9.95\%$)>叶宽($CV=9.46\%$)>叶形指数($CV=7.11\%$); 各种质不同叶片表型性状变异程度大小不尽相同, 叶柄长、单侧锯齿数变异程度较大($CV>10\%$), 表型多样性丰富; 该研究为板栗种质收集、分类及核心种质构建奠定了基础。

关键词:板栗; 叶片; 农家品种; 表型性状; 变异

中图分类号:S 664.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)18-0009-05

我国板栗(*Castanea mollissima* Blume)资源丰富, 根据《中国果树志·板栗卷》^[1]统计, 2005 年全国收集、整理有栗资源 335 个, 自然界仍然存在着众多尚未发掘的类型, 具有潜在的科研、生产利用价值。在长期的人工栽培过程中, 根据不同板栗种质特性, 经过栽培、驯化形成了许多农家品种类型。对板栗种质资源进行有效的整理和分类, 是构建核心种质的基础, 是有针对性的进

行板栗种质改良和创新的有效途径。目前, 表型多样性研究在扁桃^[2]、芒果^[3]、山杏^[4]、核桃^[5]、山桐子^[6]、櫻桃^[7]、锥栗^[8]种质表型变异方面有诸多报道。板栗表型多样性也取得了一些进展^[9-12]。随着新种质、新品种的不断出现, 有必要对新种质进行评价分析, 以促进其有效分类, 不断完善板栗核心种质库。课题组对北京地区板栗品种资源进行了整理、收集, 连续进行了表型性状观察及研究, 以期为板栗优良品种选育、充分挖掘现有品种资源提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 13 个农家板栗品种为“短花”、“垂枝栗”、“怀九”、“怀黄”、“燕红”、“九渡河 601”、“兴隆城 9 号”、“慕田

第一作者简介:刘国彬(1984-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事板栗种质资源与遗传育种等研究工作。E-mail: liuguobin_1009@163.com.

基金项目:国家林业局林业公益性行业专项资助项目(201104025); 科技部科技基础性工作专项资助项目(2013FY111700-2)。

收稿日期:2014-05-14

Effect of Alternate Control Irrigation for Apple Growth of Ningxia

XU Ze-hua¹, JIA Yong-hua¹, NIU Rui-min¹, LI Xiao-long¹, WANG Zhong², WANG Chun-liang¹

(1. Germplasm Resources Research Institute, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Shuxin Forest Farm of Qingtongxia of Ningxia, Qingtongxia, Ningxia 751600)

Abstract: Using 18-year-old ‘Ningguan’ and ‘Xinhongxing’ apple varieties as materials, with field irrigation as control, the effect of furrow irrigation, alternate irrigation of two different irrigation treatments on tree growth and leaf physiological and effect of photosynthetic characteristics were studied, in order to improve water use efficiency, yield and quality of apple. The results showed that, alternate control irrigation not only saved time, but also saved water resources. Under the condition of without affecting vegetative growth, it significantly contributed to the formation of chlorophyll, the increasing of photosynthetic rate at the same time made the transpiration rate dropped significantly, eventually improved the leaf water use efficiency significantly.

Keywords: apple; alternating control irrigation; vegetative growth; water use efficiency; Ningxia