

增氧滴灌对“灵武长枣”枣吊生长与果实品质的影响

张雁南¹, 孙志龙², 刘毓璟¹, 曹兵¹

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 灵武市大泉林场, 宁夏 灵武 750021)

摘 要:以“灵武长枣”为试材, 采用完全随机区组设计, 设置增氧浓度(5±0.5)(TR1)、(7±0.5)(TR2)、(9±0.5)(TR3)、(3±0.5)(CK) mg·L⁻¹ 4 个处理, 分析了不同增氧灌溉处理对“灵武长枣”生长与果实品质的影响, 以确定适宜的增氧浓度。结果表明:(7±0.5)mg·L⁻¹(TR2)处理下, 枣吊生长量较大、叶绿素含量较高。(9±0.5)mg·L⁻¹(TR3)处理下, 对枣吊增粗作用效果最显著。(5±0.5)(TR1)、(7±0.5)(TR2)mg·L⁻¹处理对提高单果质量、维生素 C、可溶性总糖等指标方面作用显著; 综上所述, 增氧浓度为(7±0.5)mg·L⁻¹的处理能促进“灵武长枣”生长, 提高果实品质, 可在生产中推广使用。

关键词:“灵武长枣”; 增氧灌溉; 生长; 果实品质

中图分类号:S 665.107⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)18-0014-05

“灵武长枣”(Ziaphus jujuba Mill. ‘Lingwu Changzao’)是宁夏特色经济林优良栽培品种^[1], 栽培历史悠久, 果实鲜食味鲜美、质地酥脆, 适应性强^[2], 是优良的鲜食地方特色品种。扩大种植面积、发展长枣产业, 对当地农民增收、农业增效、调整农业产业结构具有重要的作用, 经济和生态效益显著。据报道, 2014 年宁夏灵武市的长枣种植面积已达到 0.95 hm²^[3], 为进一步提升灵武长枣产业水平与效益, 需要对其实施标准化生产和专业化、精准化管理。而土壤养分和水分管理是精准化管理的重要内容, 该试验对灵武市大泉林场红枣种植园“灵武长枣”进行研究, 在结合水肥一体化滴灌的同时, 对灌溉水进行不同程度的增氧处理, 更有利于“灵武长枣”对养分的吸收利用, 从而增加产量。

增氧灌溉是指在灌溉的水里注加氧气向植物供水, 以增加灌溉效率和提高作物产量的新技术。根作为植物的三大营养器官之一, 对植物的生长发育过程有极其重要的作用。它不仅支持和固定植株、吸收水分和矿质营养, 而且还可以分泌有机物, 并参与许多有机物的合成。植株的生长发育状况直接取决于根系的生长状况, 而根系环境、根系的呼吸能力是影响根系正常生长的重要因素^[4]。土壤水分过多、土壤过度紧实都将对

作物根系的生长产生较大的抑制作用^[5-6]。该试验通过设置不同浓度的增氧灌溉水, 对“灵武长枣”进行滴灌处理, 改善根际的通气条件, 从而改善枣树生长与果实品质的提高, 最终选择出最适宜的增氧浓度来进行推广。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在宁夏灵武市大泉林场长枣种植基地进行(北纬 37°55'77.44", 东经 106°33'78.31", 海拔 1 250 m)。该地属于典型的大陆性季风气候, 其特点为: 平均≥10℃积温 3 300℃, 无霜期 140~160 d, 全年日照时数为 3 080.2 h, 年平均气温 8.8℃, 年均降水量 206.2~255.2 mm, 适宜枣树作物生长。

1.2 试验材料

以大田 9 年生宁夏“灵武长枣”(株高 2.4 m、冠幅 1.2 m、地径 79.66 mm, 株行距 1 m×3 m)为试材。3 月底, 对试验田枣树行间用黑色地膜覆盖; 4 月中旬在试验田每排枣树东西两侧各铺一条滴灌管道, 管道间距为 3 m。采用东南和西北(45°角)距离树根 50 cm 左右滴灌双向灌水, 滴灌管壁厚 0.2 mm, 滴孔间距 3 m, 单孔出水量为 3 L·h⁻¹。

1.3 试验方法

试验采用水气耦合技术, 每个储水罐中都放有相同长度的碳纳米管, 碳纳米管与气泵相连接, 在进行滴灌前进行通气(2 h)和投放不同剂量的增氧药片, 用便携式溶解氧测定仪来测定每个储水罐中溶解氧浓度, 当 CK 溶解氧浓度达到(3±0.5)mg·L⁻¹, TR1 达到(5±0.5)mg·L⁻¹, TR2 达到(7±0.5)mg·L⁻¹, TR3 达到

第一作者简介:张雁南(1990-), 男, 河南平顶山人, 硕士研究生, 研究方向为枣树增氧灌溉。E-mail:504404268@qq.com

责任作者:曹兵(1970-), 男, 博士, 教授, 现主要从事旱区森林培育与经济林栽培生理的教学与研究工作。

基金项目:宁夏科技合作资助项目。

收稿日期:2016-04-22

(9 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 即可进行滴灌。滴灌采用重力灌溉系统,由过滤器、支管、水表、毛管、灌水桶等组成。水由主管配送至每个小区设有阀门的支管,灌水总量通过水表来控制。试验小区面积 270 m^2 ,每隔 1 周灌水 1 次,每次灌水量为 4 m^3 ,总共灌水 12 次。

长枣收获后,每处理选挂牌标记的 3 株枣树进行采收,在每棵树随机抽取长势一致的 10 个果实,每处理共 30 个果实。果实和叶片采摘后分别放入对应编号的自封袋中,放入 4°C 的冰箱中冷藏,并测定相应指标。

1.4 项目测定

1.4.1 枣吊长、枣吊粗及叶片叶绿素含量的测定 从增氧灌溉处理开始起每处理随机选取 3 株枣树挂牌标记,且每株选 3 个固定枣吊每隔 14 d 进行观测,用卷尺、游标卡尺测量枣吊长度、枣吊粗度,用便携式叶绿素仪测定叶片的叶绿素值。

1.4.2 灵武长枣品质测定 每处理随机选取 30 个枣子混匀用来测定枣子的品质,其中单果的横径、纵径与质量用游标卡尺与天平测定;可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定^[7];有机酸含量采用酸碱中和法测定^[8];维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定^[9];可溶性固形物含量采用手持式数显糖度计测定。

1.5 数据分析

试验数据使用 Excel 进行原始数据的简单处理,采用 DPS 7.05 进行数据统计分析,图表中标有不同大写字母(A、B、C)的表示各处理在 0.01 水平差异极显著,标有不同小写字母(a、b、c)的表示各处理在 0.05 水平差异显著。

2 结果与分析

2.1 增氧滴灌对“灵武长枣”枣吊生长的影响

2.1.1 增氧滴灌对枣吊长度的影响 不同增氧滴灌处理对枣吊长度的增长趋势不同,由图 1 可知,枣吊长度大致呈‘S’型曲线,其中 TR2(增氧(7 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)处理枣吊长度增长趋势明显较快,TR3(增氧(9 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)枣吊长度略低于 TR2(增氧(7 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$),TR1(增氧(5 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)与 CK(增氧(3 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、TR2 与 TR3 之间枣吊生长量无显著差异,TR2、TR3 与 CK、TR1 之间枣吊生长量有显著差异。在增氧水平下,随着增氧浓度的增大枣吊长度越长,但氧浓度达到一定程度后,随着氧浓度的增大枣吊的生长量反而降低。与 CK 相比较,增氧滴灌的枣树枣吊长度更长。

2.1.2 增氧滴灌对枣吊粗度的影响 由图 2 可以看出,在枣吊生长中后期,TR3(增氧(9 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、TR2(增氧(7 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、TR1(增氧(5 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)枣吊的粗度明显大于 CK(增氧(3 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$),且 $\text{TR3} > \text{TR2} > \text{TR1} > \text{CK}$ 。随着滴灌水氧浓度的增大,“灵武长枣”枣吊增粗量也不断变大。

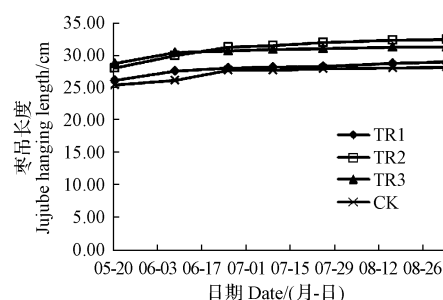


图 1 不同处理对枣吊长度的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on the hanging length of the jujube

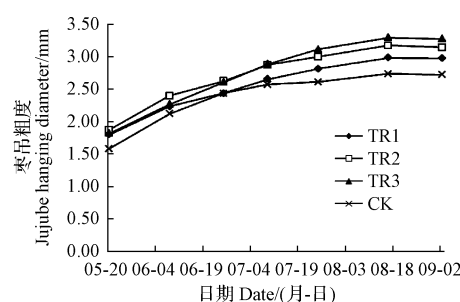


图 2 不同处理对枣吊粗度的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on the hanging diameter of the jujube

2.1.3 增氧滴灌对叶片叶绿素含量的影响 由图 3 可以看出,不同增氧滴灌处理下叶片叶绿素含量变化趋势基本一致。在 6 月 5 日至 7 月 3 日叶绿素含量增加较快,最后趋于稳定,甚至会有所减少。其中 TR2(增氧(7 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)叶绿素含量最高,TR3(增氧(9 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)次之,CK(增氧(3 ± 0.5) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)叶绿素含量最低,TR2 与 TR3 之间无显著差异,TR2、TR3、TR1 与 CK 间叶绿素含量差异极显著。从图 3 可以看出,枣树叶片的叶绿素含量随着增氧浓度的增大而升高,但是水中溶解氧到达一定浓度后叶片叶绿素含量反而会随着溶解氧浓度的增大而降低。

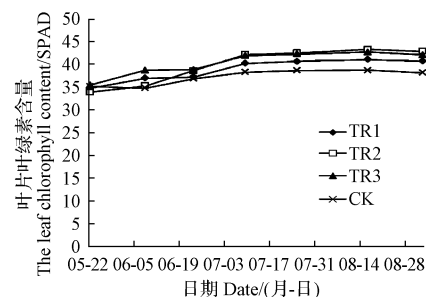


图 3 不同处理对叶片叶绿素含量的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on the chlorophyll content of the jujube

2.2 增氧滴灌对“灵武长枣”果实品质的影响

2.2.1 增氧滴灌对长枣果实纵径、横径的影响 从图4可以看出,不同增氧滴灌处理下“灵武长枣”果实横径有极显著差异($P=0.0003<0.01$);TR1(增氧 $(5\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)横径最大,TR1与TR2(增氧 $(7\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)无显著差异。TR3(增氧 $(9\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)与CK(增氧 $(3\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)果实横径无显著差异且小于TR1与TR2。综上可知,随着增氧浓度的增大,果实横径呈现逐渐减小的趋势,但是氧浓度达到一定程度后,果实的横径会随着氧浓度的增加而减小。不同增氧滴灌处理下“灵武长枣”果实纵径有极显著差异($P=0.0018<0.01$);TR1(增氧 $(5\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、TR2(增氧 $(7\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)处理效果较好,果实纵径较大,3个处理的果实纵径都大于CK(增氧 $(3\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$);随着增氧浓度的增大,果实纵径呈现逐渐减小的趋势,但是氧浓度达到一定程度后,果实的纵径会随着氧浓度的增加而减小。

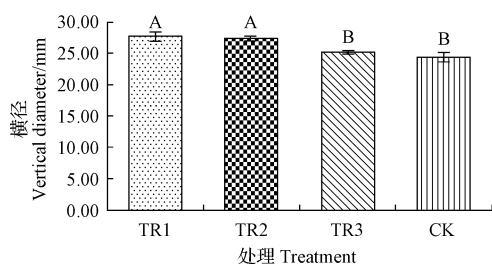


图4 不同处理对果实横径的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on fruit vertical diameter

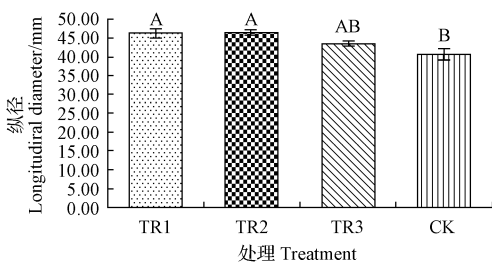


图5 不同处理对果实纵径的影响

Fig. 5 Effect of different treatments on longitudinal diameter

2.2.2 增氧滴灌对果实单果质量的影响 如图6可以看出,不同增氧滴灌处理下“灵武长枣”单果质量差异极显著($P=0.006<0.01$)。其中TR1(增氧 $(5\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)处理效果最好,3个处理的果实单果质量都大于CK(增氧 $(3\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)。综上可知,随着增氧浓度的增大,果实单果质量呈现逐渐增大的趋势,但是氧浓度达到一定程度后,果实的横径会随着氧浓度的增加而减小。

2.2.3 增氧滴灌对果实可溶性总糖含量的影响 从图7可以看出,不同增氧滴灌处理下,“灵武长枣”可溶性总

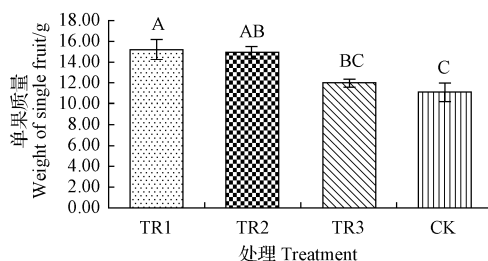


图6 不同处理对单果质量的影响

Fig. 6 Effect of different treatments on single fruit weight

糖含量有显著差异($P=0.001<0.01$)。其中TR2(增氧 $(7\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)处理可溶性总糖含量最高,TR1(增氧 $(5\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、TR3(增氧 $(9\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)处理可溶性总糖含量都高于CK(增氧 $(3\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$),随着增氧浓度的增大,果实可溶性总糖含量呈现逐渐增大的趋势,但是氧浓度达到一定程度后,果实的可溶性总糖含量随着氧浓度的增加而减小。

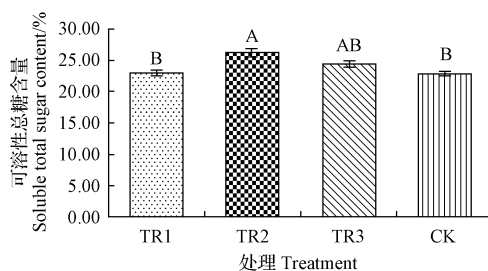


图7 不同处理对果实含糖量的影响

Fig. 7 Effect of different treatments on fruit sugar content

2.2.4 增氧滴灌对“灵武长枣”果实有机酸含量的影响

由图8可以看出,“灵武长枣”果实有机酸含量略有差异,但方差分析表明,不同浓度的增氧滴灌处理下果实有机酸含量差异不显著($P=0.305>0.05$)。3个处理的有机酸含量均低于CK(增氧 $(3\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$),其中TR1(增氧 $(5\pm0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)处理有机酸含量最低。因此,在不同增氧滴灌条件下,有助于减少果实有机酸的含量。

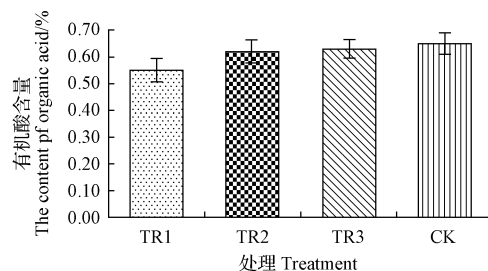


图8 不同处理对果实含酸量的影响

Fig. 8 Effect of different treatments on fruit acid content

2.2.5 增氧滴灌对“灵武长枣”果实维生素 C 含量的影响 从图 9 可知,不同浓度增氧滴灌处理对“灵武长枣”果实中的维生素 C 含量的影响无显著差异,其中 3 个处理的果实维生素 C 含量明显高于 CK(增氧 $(3\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$),其中 TR2(增氧 $(7\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)处理果实维生素 C 含量最高。随着增氧浓度的增大,果实维生素 C 含量呈现逐渐增多的趋势,但是氧浓度达到一定程度后,果实的维生素 C 含量会随着氧浓度的增加而减小,但总体都高于对照。

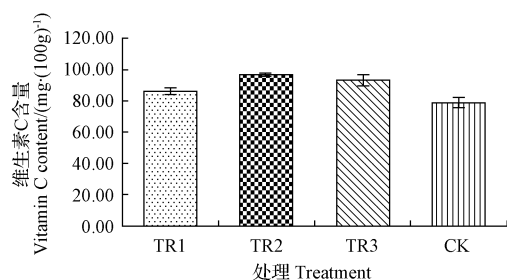


图 9 不同灌水施肥处理对果实维生素 C 含量的影响

Fig. 9 Effect of different treatments on fruit vitamin C content

2.2.6 增氧滴灌对“灵武长枣”可溶性固形物含量的影响 由图 10 可以看出,果实可溶性固形物含量无明显差异($P=0.1089>0.05$)。其中 TR1(增氧 $(5\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)与 CK(增氧 $(3\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)可溶性固形物含量基本相同,TR2(增氧 $(7\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、TR3(增氧 $(9\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)可溶性固形物含量还有减少趋势。

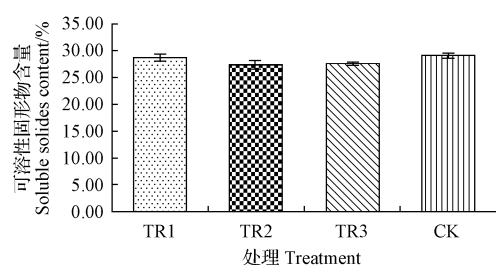


图 10 不同处理对果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 10 Effect of different treatments on fruit soluble solids content

3 讨论与结论

氧气是维持植物正常呼吸的重要因子,缺氧时植物对养分和水分的吸收减少,从而影响到植物的生长和生产^[10]。不同浓度的增氧灌溉处理促进了“灵武长枣”枣吊长度、枣吊粗度、叶片叶绿素含量的增长。TR1(增氧 $(5\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、TR2(增氧 $(7\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、TR3(增氧 $(9\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)3 个处理的枣吊长度、枣吊粗

度、叶绿素含量均高于 CK(增氧 $(3\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)。其中 TR2 浓度的处理对枣吊长与叶片叶绿素含量的促进效果最明显,TR3 处理对枣吊粗作用效果最显著。增氧灌溉处理前期对枣树枣吊长度、枣吊粗度、叶片叶绿素含量促进效果不太明显,到后期对以上指标影响的差异逐渐加大。这可能是由于随着植株的生长,根际土壤内氧气不断消耗,二氧化碳不断积累,根系土壤持续缺氧对植株生长的影响越来越明显^[11]。

“灵武长枣”从开花坐果期到果实采收,由各处理的生理生化指标和果实品质可知,不同处理都起到了增长果实横径、纵径、单果质量、维生素 C、可溶性总糖的作用,而且高于对照。其中 TR1(增氧 $(5\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、TR2(增氧 $(7\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)的作用最显著。不同浓度的增氧处理都降低了果实有机酸的含量且都低于对照,其中 TR1(增氧 $(5\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)降低效果最显著。不同浓度的增氧处理降低了果实可溶性固形物的含量,可能是由于充足的氧气促进了植物的呼吸作用。

综上所述,不同浓度增氧处理会改善“灵武长枣”的根际微环境,由于地上部与地下部生长存在相关性,相互促进相互制约,优良的地下生长环境也会对地上部生长产生促进作用。总体来看 TR2(增氧 $(7\pm 0.5)\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)处理对“灵武长枣”的正常生长与果实品质的改善起到了非常显著的效果,可以进行推广,来提高灵武长枣的产量提高经济效益。

参考文献

- [1] 曹兵,侯晶东.对“灵武长枣栽培技术创新与长枣产业发展”的思考[J].农业科学研究,2011,32(1):46-49.
- [2] 王贵云,郭迎华,王泉.灵武长枣产业发展现状、存在问题与对策[J].安徽农学通报,2011,17(18):6-7,15.
- [3] 杨文奇,朱志玲,张宏霞.灵武长枣产业发展现状、存在问题及对策建议[J].安徽农学通报,2012,18(2):8,94.
- [4] 杨秀红,吴宗璞,张国栋.大豆品种根系性状与地上部性状的相关性研究[J].作物学报,2002,28(1):72-75.
- [5] BHATTARAI S P, MIDMORE D J, PENDERGAST L. Yield, water-use efficiency and root distribution of soybean, chickpea and pumpkin under different subsurface drip irrigation depths and oxygenation treatments in vertisols[J]. Irrigation Science, 2008, 26: 439-450.
- [6] KLEPPER B. Cotton root system responses to irrigation[J]. Irrigation Science, 1991, 12(3): 105-108.
- [7] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 全月澳,周厚基.果树营养诊断法[M].北京:农业出版社,1982:127-130.
- [9] 王华.葡萄与葡萄酒试验技术操作规范[M].西安:西安地图出版社,1999.
- [10] 孟彩霞,王合理.不同通气处理对樱桃番茄的影响[J].江西农业学报,2011,23(6):68-70.
- [11] 李天来,陈红波,孙周平.根际通气对基质气体、肥力及黄瓜伤流液的影响[J].农业工程学报,2009,25(11):301-305.

DOI:10.11937/bfyy.201618005

五个中晚熟苹果新品种在甘肃陇东地区的生长表现

余为为¹, 史涛², 刘振中¹, 韦德闯², 高华¹, 柴相让²

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 庆城县苹果试验示范站, 甘肃 庆城 745100)

摘 要:为筛选适宜在甘肃陇东地区栽植的中晚熟苹果新品种,系统调查研究了“玉华早富”“凉香”“华红”“卡蜜欧”“爵士”5个中晚熟新品种在甘肃陇东地区的生长结果表现,从树体生长习性、结果习性、果实外观质量、内在品质等方面分析了各品种在生产推广应用上的发展前景。结果表明:“凉香”较“玉华早富”果实大小整齐,果面光滑、易着色,可溶性固形物含量高;“华红”成熟稍晚,果个大,果实着色和果形指数均最好,肉质细脆有香味,综合品质较好。故“凉香”和“华红”可作为中晚熟品种在当地发展。

关键词:苹果;中晚熟;品种

中图分类号:S 661.1(242) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)18-0018-04

黄土高原苹果优势带因其独特的自然条件,已成为我国苹果发展最具潜力的区域之一^[1]。而甘肃陇东地区因其海拔高、昼夜温差大、年日照时数 2 350 ~ 2 580 h,具备优质苹果生产的全部 7 项生态指标,是西

北黄土高原地区最主要的绿色、有机苹果生产基地。生产的苹果色泽艳丽、蜡质层厚、风味浓郁、耐贮耐运、食用安全。但该地区苹果以晚熟的“红富士”为主,占总面积的 80.6%,供应期集中,给果品销售造成较大的压力。该试验对几个中晚熟品种在甘肃陇东地区的生长表现、结果习性、果实品质等方面进行了系统调查和评价,以期丰富和优化当地苹果品种结构提供参考。

第一作者简介:余为为(1990-),女,山东枣庄人,硕士研究生,研究方向为果树育种。E-mail:272616927@qq.com.

责任作者:高华(1970-),男,硕士,副研究员,硕士生导师,现主要从事果树育种及品质改良等研究工作。E-mail:gaohua2378@163.com.

基金项目:国家现代苹果产业技术体系资助项目(CARS-28);庆阳市科技重大专项资助项目(ZX2014-01-2,ZX2014-01-4)。

收稿日期:2016-04-26

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于西北农林科技大学甘肃庆城苹果试验站进行。试验站地处陇东黄土高原中部地带,地理位置为东

Effect of the Oxygen Drip Treatments on 'Lingwu Changzao' Hanging Growth and Fruit Quality

ZHANG Yannan¹, SUN Zhilong², LIU Yujing¹, CAO Bing¹

(1. Department of Agronomy, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Daquan Forestry Station of Lingwu, Lingwu, Ningxia 750021)

Abstract: Using *Zizyphus jujuba* Mill. cv. 'Lingwu Changzao' as experimental material, randomized complete block design was set, four treatment combinations ((5±0.5)(TR1), (7±0.5)(TR2), (9±0.5)(TR3), (3±0.5)mg·L⁻¹(CK)) of oxygen concentration were conducted, the effects of the concentration of oxygen different irrigation treatments on 'Lingwu Changzao' growth and fruit quality was studied, to determine the appropriate oxygen concentration. The results showed that, under (7±0.5)mg·L⁻¹(TR2) processing, jujube hanging leaf number growth was relatively high and with higher chlorophyll content. Under (9±0.5)mg·L⁻¹(TR3) processing, jujube hanging diameter was relatively high. Under (5±0.5)mg·L⁻¹(TR1) and (7±0.5)mg·L⁻¹(TR2) processing, fruit weight, vitamin C, total soluble sugar content were relatively high. In summary, oxygen concentration was (7±0.5)mg·L⁻¹ treatment could promote the growth of 'Lingwu Changzao', improve fruit quality, it could promote the usage in production.

Keywords: 'Lingwu Changzao'; oxygen irrigation; growth; fruit quality