

文章编号: 1007-4929(2004)06-0033-03

试验研究

辽西半干旱地区 果树节水灌溉技术研究

张俊生¹, 肖德平², 邓广智³, 于桂霞⁴, 祁崇祝¹, 郑娟¹

(1. 辽宁省水土保持研究所, 辽宁 朝阳 122000; 2. 辽宁省朝阳县林业局, 辽宁 朝阳 122600;
3. 辽宁省凌源市园林管理处, 辽宁 凌源 122500; 4. 辽宁省北票市园林管理处, 辽宁 北票 122100)

摘要:应用田测法,于1999~2002年期间,对辽西半干旱地区金矮生苹果不同生育阶段需水规律进行了研究,同时进行了渗灌与淹灌方式比较试验。通过对土壤含水量、果树生长发育状况和产量的测定,提出了特定年份半干旱地区果园灌溉制度。研究表明渗灌是一项既能节水又能增产的灌溉技术,建议在该类型区大力发展。

关键词:节水灌溉;渗灌;果园;半干旱地区

中图分类号:S275.9 **文献标识码:**A

朝阳市地处辽宁西部,具有典型半干旱的大陆性气候特点。年平均降水量480 mm,生长季内平均降水量在220~250 mm,且雨季集中分布在七八月份。水资源匮乏是该地区果树产出低、效益差的主要原因。在该地区探讨果树的需水规律,开展节水灌溉研究,对于全面提高果品产量及质量,对于加速果树产业化进程,促进高效农业的全面持续发展具有重要意义。因此,我们从2000年起开展这方面的研究,历经3年试验,总结出了该地区条件下果树节水灌溉技术,取得了显著的经济效益和社会效益。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地选择在辽宁省水保所试验农场。果树品种为金矮生,树龄为12年生,株行距2.5 m×4.0 m。南北行向,每行果树南北长60 m。果园管理制度采取树盘清耕,行间种植豆类作物。土壤为淤积粉沙土,透水性较好,保水保肥能力较差。

水源利用园内现有的一口10 m深的水井,可连续抽水2 h。每株果树铺设渗灌管长约5 m,距根颈处半径0.8 m左右,埋管深度约15 cm。采用水表测定流量。

1.2 试验设计

试验设有渗灌处理(容器内水的高度距地面1.4 m),以树盘内淹灌处理作为对照。单行为一个区组,随机排列,4次重复。

1.3 调查项目与方法

①用土钻法取样,烘干法观测土壤含水率及容重。测试范围分别为0~70 cm,每10 cm取一测样。

②采用定点测坑法观测水分运移规律,目测与土壤取样相结合。每行3点测坑,距主管出水口距离分别为20 m、40 m、60 m。测坑每次观测后及时覆盖。

③调查树体生长情况,主要调查树体外围新梢长度。设10株调查树,每株选16个新梢(东南西北4个方向各4个),标记并分别编号,观测至停长后结束。

④调查树体产量效益情况,主要调查果实及其产量,果实产量于采收时进行实测,计算单位面积产量,同时统计生产成本以计算出投入产出比。

2 结果与分析

2.1 地下土壤水分与根系分布情况

2.1.1 土壤含水率变化规律

经观测绘制出了淹灌条件下的田间土壤含水率变化曲线(见图1)。从图1中可以看到,5月上中旬、6月上中旬、7月上中旬这3段时期,土壤含水率下降较快,尤以6月上中旬下降最快。说明这3段时期需水量较大,栽培上应考虑在这3段时期内及时供给水分。这3个时期相应的物候期分别是花期前后、新梢旺长期和新梢二次生长期。

收稿日期:2004-05-18

作者简介:张俊生(1963-),男,助理研究员,主要从事旱作农业节水技术及水土保持研究工作。

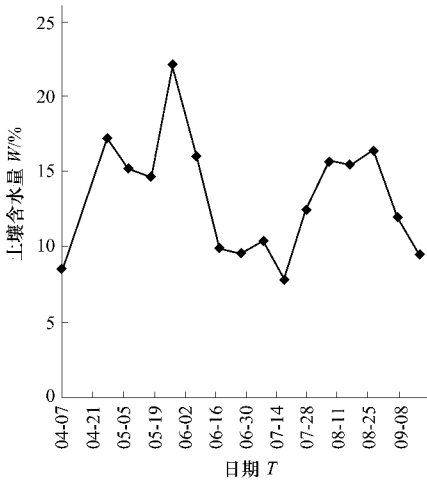


图1 淹灌地土壤(0~50 cm)含水量—时间关系曲线(2004年)

2.1.2 果树根系集中分布区

利用观测数据,计算出果树根系不同深度耗水强度值(见图2)。从图2和目测坑内断面根系可以看出,果树根系生长具有趋水性,所以当根系在上部土层受到水分胁迫时,会向含水率较高的下部土层生长。因此,果树根系主要吸水层也即根系集中分布区在地下40 cm范围内。

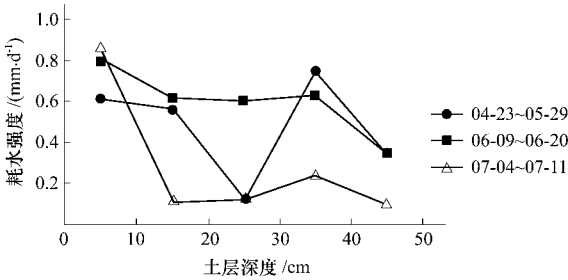


图2 不同深度下果树根系的耗水强度(2000年)

2.2 淹灌与渗灌的田间耗水强度

2.2.1 田间耗水强度计算

根据《灌溉试验规范》(SL13-90)规定,作物需水量的计算式为:

$$ET = 10 \sum \gamma_i H_i (Q_{i1} - Q_{i2}) + M + P + K + C \quad (1)$$

式中 ET——阶段需水量(耗水强度),mm;

γ_i ——第*i*层土壤干容重, g/cm^3 ;

H_i ——第*i*层土壤厚度,cm;

Q_{i1}, Q_{i2} ——第*i*层土壤在计算时段始末的含水量(干土重之百分比);

M, P, K, C ——分别为时段内灌水量、降雨量、地下水排给量和排水量,mm。

以无灌水和降雨时段内的土壤含水率作为计算依据,结合试验条件, $M = P = K = 0$ 。数据筛选要求 $C = 0$,则式(1)变为:

$$ET = 10 \sum \gamma_i H_i (Q_{i1} - Q_{i2}) \quad (2)$$

利用式(2)对试验数据进行计算,得出淹灌条件下主要物候期田间土壤耗水强度值(见表1)。

表1 主要物候期间田间土壤耗水强度 mm/d

物候期	萌芽	花期前后	新梢生长	新梢二次生长	新梢停长	果实成熟	落叶期
平均耗水强度	1.06	2.30	3.10	2.80	1.50	0.80	0.60

2.2.2 灌水定额及灌溉定额

一次灌水量计算公式:

$$M = 0.1 \gamma h (W_d - W_0) P$$

式中 M ——灌水定额;

γ ——土壤容重, $\gamma = 1.14 g/cm^3$;

h ——灌水湿润深度,取 $h = 0.5 m$;

W_d ——土壤田间最大持水量, $W_d = 23.2\%$;

W_0 ——设计含水量下限, $W_0 = 13.2\%$;

P ——土壤湿润比,取 $P = 30\%$ 。

通过计算得: $M = 17.1 mm$ 。

灌溉定额=灌水定额×灌水次数

通过计算得:全生育期灌水4次,灌溉定额为68.4 mm;全生育期灌水5次,灌溉定额为85.5 mm。

2.2.3 田间耗水强度

表2是2000年7月5~11日测定的结果,从表2可以看出,表层土壤(0~10 cm)在淹灌条件下蒸发量为0.86mm/d(7月5~11日),渗灌仅为0.21mm/d。淹灌方式下日平均耗水1.51 mm,渗灌平均为1.02 mm,渗灌与淹灌相比,每天减少耗水量32%。分析原因,可能是因为淹灌方式破坏了土壤表层结构,使上部毛管水直接与下部毛管水相连,即使淹灌松土后,切断了上部毛管水与下部毛管水的通联,但受表层蒸发影响仍然较大。而渗灌方式土壤表层结构未发生改变,使下部土壤毛管水与表层毛管水未造成直接联通,从而造成下部土壤的蒸发量较小所致。

表2 不同灌溉方式地下土壤耗水强度 mm/d

土层	0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm	30~40 cm	40~50 cm	合计
漫灌	0.86	0.11	0.13	0.25	0.16	1.51
渗灌	0.21	0.14	0.25	0.25	0.17	1.02

经试验测算,果树年生育期间累计耗水量约在300 mm左右。

2.3 渗灌条件下土壤水分运移规律

2.3.1 土壤水分湿润锋水平方向

从图3可以看到,在一定时间内,随着渗灌时间的延长,土壤水分湿润锋水平方向的扩散距离有越来越大趋势,但在渗灌72 h后,扩散距离不再明显。距渗灌设备主管出水口20 m及40 m距离处,扩散距离相似,而在距离60 m处,水平扩散距离明显变小。分析原因可能是由于管路过长造成60 m处的水平压力变小所致。另外,试验中发现比较一致的趋势是水平最大扩散距离位置在该对应地面下30~35 cm范围,而这一范围正是果树主要吸水层范围,非常有利于果树根系吸收水分。

2.3.2 土壤水分湿润锋垂直方向

由图4可以看出,在一定时间内,随着渗灌时间的延长,土壤水分湿润锋垂直方向的扩散深度越来越大,但在渗灌72 h后,扩散深度明显变小。距渗灌设备主管出水口40 m处,湿润

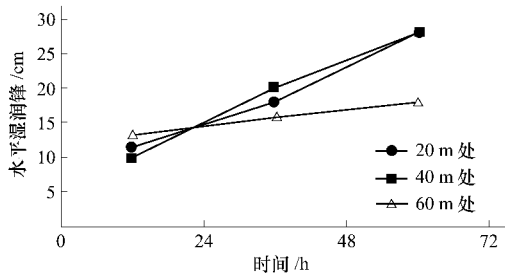


图3 渗灌时间与水平湿润锋间的关系

锋深度最小(40 cm),距离出水口 20 m 处,湿润锋深度为最大(50 cm),而距离 60 m 处,其湿润锋深度介于上述二者之间。这可能是通过管路中水的压力因离主出水口距离不同而造成水分湿润锋深度有差异的原因。

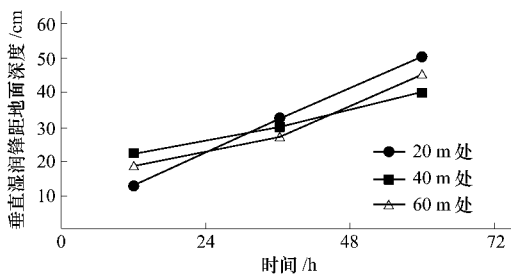


图4 渗灌时间与垂直湿润锋间的关系

土壤中的水分运移,虽然受土壤质地、土壤水含量、有机质含量等影响,但我们每年的测试结果竟十分相似。因此,所得结果对于指导生产很有意义,且对理论分析也具有十分重要的参考价值。

2.4 渗灌与淹灌方式比较

2.4.1 节水效果比较

3年的田间土壤观测结果表明,渗灌日平均耗水值明显小于淹灌(见表2)。淹灌方式下日平均耗水 1.51 mm,渗灌平均为 1.02 mm,渗灌与淹灌相比,每天减少耗水量 32%。

试验中淹灌灌水定额为 156 m³/hm²,而渗灌为 45 m³/hm²。果树全年灌水 4~5 次,淹灌总灌溉定额为 624~780 m³,渗灌为 180~225 m³。因此,果树年生育期内渗灌比淹灌节水约 71.1%。

2.4.2 树体生育比较

3年的调查结果表明,淹灌条件下的树体外围新梢年平均长度为 22.5 cm,渗灌条件下的树体外围新梢年平均长度为 33.5 cm,渗灌比淹灌的树体外围新梢年平均长度增加 11.0 cm,增长 48.9%。

2.4.3 产量效益比较

淹灌条件下,其树体年平均单产为 21.1 t/hm²,渗灌条件下的树体年平均单产为 25.2 t/hm²,渗灌比淹灌的树体,其年平均单产增加 4.1 t/hm²,增长 19.5%。如其产品价值以 1 元/kg 计,则每公顷增加产值 0.41 万元,扣除因增加渗灌设备的成本约为 0.75 万元/hm²,这样 3 年累计增加产值为 0.48 万元/hm²,经折算均摊后,每年每公顷净增产值是 0.16 万元,其年投入产出比为 1:1.56。

3 结语

①根据果树生育特点及试验结果,认为:金矮生品种根系主要吸水层在地下 40 cm 范围内。全年灌水应在 4~5 次。一般年份 4 次,偏旱年份 5 次。第一次在萌芽前(3 月中下旬)或灌封冻水(11 月上中旬),第 2 次在花前或花后一周(5 月上中旬),第 3 次在新梢旺长期(6 月上中旬),第 4 次在新梢二次生长期(7 月上中旬),第 5 次在 8 月份,此次依据降雨情况来酌情灌水。

②果树年生育期需水量在 300 mm 左右。该试地条件下的灌水定额为 17.1 mm,灌溉定额为 68.4~85.5 mm。果树年生育期内渗灌比淹灌节水约为 71.1%。

③果树渗灌一次需要 72 h 左右,生产上应根据果树生育特点及时进行灌水。一般情况下,渗灌土壤水分湿润锋无论是水平扩散距离还是垂直扩散深度均能达到果树根系正常需水要求。

④渗灌水直接被根系吸收,不破坏表层结构,不易使土壤板结,有效提高了水分的利用效率,大大促进了树体的生长发育。渗灌条件下,其树体外围新梢年平均长度比淹灌方式下的增长 48.9%。

⑤渗灌条件下,树体生长旺盛,大大促进了树体内的营养积累和花芽分化过程,提高了果实座果率,显著增加了果实产量和经济效益。虽然采用渗灌初期投入成本稍高,但随后表现出了巨大的增产潜力和经济效益,效果十分显著。

⑥渗灌是在果树生产上完全可行的一项灌溉技术。它既能节水,又能增产,且能保持土壤具有良好的理化性质,防止水土流失。因此,发展渗灌节水技术大有前途,建议在同类地区大面积推广。

参考文献

- [1] SL13-19-1990,灌溉试验规范[S].
- [2] 李肇齐. 灌溉农业的现状与发展趋势[J]. 世界农业, 1991,(9): 46-57.
- [3] 周卫平. 一种新型的节水灌溉技术——渗灌[J]. 节水灌溉, 1997,(2):3-7.
- [4] 杨苏龙. 滴渗灌土壤水分移动规律研究初报[J]. 山西农业科技, 1997,25(1):47-50.
- [5] 朱德兰. 果园不同节水灌溉方式的技术经济效益分析[J]. 西北林学院学报, 1998,(2):46-50.
- [6] 郭慧滨. 国内外节水灌溉发展简介[J]. 节水灌溉, 1998,(2):46-50.
- [7] 李怀有,王 斌,梁金战. 苹果滴灌灌水定额试验研究[J]. 节水灌溉, 1999,(6):23-25.
- [8] 郑旭荣,胡晓棠,李明思,等. 棉花膜下滴灌田间耗水规律的试验研究[J]. 节水灌溉, 2000,(5):25-27.
- [9] 朱德兰. 滴灌条件下土壤水分分布特性研究[J]. 水土保持研究, 2000,7(1):81-84.