

不同灌溉方式对小白杏生长发育、产量及品质的影响

张 斌¹,王红清¹,艾沙江·买买提¹,刘国杰¹,斯迪克·米吉提²,
赛买提·玉素甫²,李天红¹

(1.中国农业大学农学与生物技术学院,北京 100193;2.新疆库车县林业局,新疆 库车 842000)

摘 要:为探讨新疆南疆地区干旱缺水的节水方法,2009~2010 年于新疆库车县,以 6~7 a 生小白杏树为试材,研究控制性交替灌溉对成龄小白杏树生长发育、产量及品质的影响。结果表明,控制性交替灌溉较常规沟灌用水量减少 50%,较漫灌用水量减少 75%,显著抑制了树体的新梢生长量,对花朵坐果率、果实硬度和维生素 C 含量无显著影响,果实的可溶性固形物含量和含酸量显著提高。无膜控制性交替灌溉产量显著降低,其他处理对产量无显著影响,表明,最优灌溉方案为有膜控制性交替灌溉。

关键词:小白杏;控制性交替灌溉;生长;产量;品质

中图分类号:S662.207 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7601(2011)04-0144-04

新疆气候特征是干旱,表现为降水稀少,光热丰富即新疆光资源充裕、光合有效辐射资源丰富、有效积温较高。新疆杏的产量约占全国鲜食杏总产量的 50%,其中 90% 以上分布于库车等南疆绿洲地带。据统计,新疆的栽培杏约有 120 余个品种和类型,种质资源极其丰富^[1]。其中,新疆小白杏宜鲜食,又宜加工和取仁,种植面积大,产量高^[2],品质极上^[3]。因此新疆林果业面临着果实品质好,而干旱缺水的现实问题。

近年来,一些研究者开始尝试研究新的灌溉管理技术——控制性交替灌溉(Controlled alternative irrigation,简称 CAI),即人为控制根系活动层的土壤某个区域干燥,使作物根系始终有一部分生长在干燥的土壤区域中,限制该部分的根系吸水,让其产生水分胁迫的信号传递到叶气孔,形成最优的气孔开度;同时,通过人为控制,使干燥区域交替出现,这样就可以使不同区域或部位的根系交替经受一定程度的干旱锻炼,最终以不减少作物的光合产物积累而达到节水的目的^[4]。多年以来,交替灌溉在我国农田作物上的研究取得了显著的节水效果^[5~9]。但在果树方面的研究多在苹果幼苗^[10]及葡萄^[11],在大田生产中成年乔木果树的研究却很少。

本试验以小白杏为试材,研究控制性交替灌溉对杏树生长和结果的影响,为新疆地区节水灌溉提供一些生理依据,对当地的果园灌溉有指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2009~2010 年在新疆库车县牙哈镇库车林业局林场进行,以小白杏为试材。选择生长势和留果量较为一致的 6~7 a 生小白杏树,砧木为毛杏,东西行向,行株距 4 m×3 m。试验园为壤土,除水分管理外,其他管理保持一致,管理水平较好。试验从 2009 年夏季小白杏采收后开始,即从萌芽前进行试验处理。

1.2 试验处理

试验按照灌水量的多少和是否覆膜设以下 5 个处理:

漫灌(CK),每次灌水量为 100 m³/667m²。

常规沟灌(包括处理 1 和处理 2),处理 1:有膜全根,试验树做 3 m×3 m 的树盘,南北分区,整个树盘区域覆膜,全部灌溉,每次灌水量为 50 m³/667m²;处理 2:无膜全根,不覆膜,其他同处理 1。

控制性交替灌溉(包括处理 3 和处理 4),处理 3:有膜半根,试验树做 3 m×3 m 的树盘,南北分区,整个树盘区域覆膜,1/2 区域交替灌溉,每次灌水量为 25 m³/667m²;处理 4:无膜半根,不覆膜,其他同处理 3。

处理之间完全随机区组排列,单株小区,重复 3 次,试验共计 15 株,小区间设保护株。灌水日期为

收稿日期:2010-12-09
基金项目:国家科技支撑计划(2007BAD3602);中央高校基本科研业务费(2010JS055)
作者简介:张 斌(1984—),男,山西太原人,硕士研究生,主要从事果树栽培和果树生理研究。E-mail:ty-zb000@163.com。
通讯作者:王红清(1965—),女,吉林蛟河人,博士,副教授,主要从事果树栽培和果树生理研究。E-mail:wanghq@cau.edu.cn。
李天红(1966—),女,北京人,博士,教授,主要从事果树逆境生理与分子生物学研究。E-mail:litlh@cau.edu.cn。

2009 年 10 月 28 日(封冻水)、2010 年 3 月 22 日(萌芽水)、4 月 25 日、5 月 25 日、7 月 28 日,其中,封冻水和萌芽水不设处理,全部为漫灌,其他灌水日期设 5 个不同处理。

1.3 测定项目

1.3.1 坐果率的测定 参照田莉莉等^[12]的研究方法,于盛花期,每个处理选取长、中、短果枝各 15 枝进行挂牌,标明该枝总花数、授粉方式及日期,盛花期两周后,统计小白杏的坐果率。

1.3.2 新梢生长动态的调查 新梢生长量的测定即从新梢开始生长起,于每处理株不同方位共选 5 个新梢(避免用内膛徒长枝),每 7 d 观测一次新梢长度,调查计算平均新梢长度作为累计生长量,当次和前次调查新梢长度之差为 2 次调查间隔期间生长量。于 2010 年 3 月 27 日浇萌芽水之前,对结果外围枝进行回缩修剪,基部留 30~40 cm 短截,以培养枝组,每个处理株调查 5 个剪口的抽生枝梢数。

1.3.3 叶绿素含量的测定 选取新梢中上部叶片,每处理株选 5 个新梢,每个新梢选取两片叶,用叶绿素仪(SPAD-502)来测定。

1.3.4 果实产量和品质的测定 通过人工疏花疏果保证试验株的留果量基本一致。采果时,小白杏已到完熟期,调查每处理株的产量,分别从东、南、西、北四个方向随机选取 10 个果,共 40 个果,称其单果重,用果实硬度计(日本富士理工有限会社 KM-1 型)测定果实硬度,用手持折光仪测定果实可溶性固形物含量,用酸碱滴定法^[13]测定果实含酸量,用 2,6-二氯酚酚滴定法^[13]测定维生素 C 的含量。

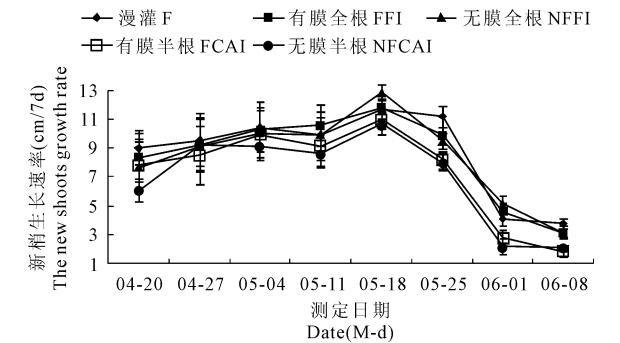
1.3.5 数据分析 用 DPS 数据处理系统分析各处

理间数据的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 控制性交替灌溉对小白杏生长和结果的影响

图 1 和表 1 表明控制性交替灌溉对小白杏新梢生长速率有明显影响,有膜半根和无膜半根处理均可抑制小白杏新梢生长。图 1 表明小白杏的新梢生长初期(4 月 20 日到 5 月 11 日),灌溉各处理对新梢生长速率影响较小,而后期(5 月 11 日以后)有膜半根和无膜半根处理的新梢生长速率均显著低于其他处理。有膜半根和无膜半根处理新梢停止生长比其他处理要早,在六月初停止生长,而其他处理停止生长在六月中下旬。表 1 表明对于抽生新梢的个数,有膜半根和无膜半根处理要少于其他处理。



注(Note): F: Flooding; FFI: Film furrow irrigation; NFFI: No film furrow irrigation; FCAI: Film controlled alternative irrigation; NFCAI: No film controlled alternative irrigation. 下表同。The same as below.

图 1 不同灌溉方式对小白杏新梢生长速率的影响
Fig.1 Influence of different irrigation methods on the new shoots growth rate of little white apricot

表 1 不同灌溉方式对小白杏营养生长的影响					
Table 1 Effect of different irigation methods on vegetative growth of little white apricot					
灌溉处理 Irrigation treatments	抽生新梢数 The number of new shoots	新梢长度 New shoots length (cm)	叶绿素含量 Chlorophyll content	果实纵径 Fruit longitudinal diameter (cm)	果实横径 Fruit horizontal diameter (cm)
漫灌 F	13.50a	69.50a	40.44ab	3.64a	2.98a
有膜全根 FFI	12.00ab	67.75a	41.50ab	3.53b	2.82b
无膜全根 NFFI	11.75ab	67.34a	38.74b	3.31c	2.81b
有膜半根 FCAI	9.25c	59.17b	42.26a	3.27c	2.8b
无膜半根 NFCAI	9.75bc	55.92b	38.96b	3.23c	2.78b

注:不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著性。下同。
Note: Different small letters indicate significance at 0.05 level. They are the same in the follows.

由表 1 可以看出,叶绿素含量,漫灌处理和有膜处理要高于无膜全根和无膜半根处理,但差异未达显著水平。漫灌处理的果实纵横径要显著高于其他

处理,有膜半根和无膜半根处理的果实纵横径较短,表明抑制果实的生长。由表 2 可知,小白杏短果枝坐果率>中果枝坐果率>长果枝坐果率。不同灌溉

方式条件下,相同果枝类型条件下,对小白杏的坐果率无显著影响。

表 2 不同灌溉方式对小白杏坐果率的影响
Table 2 Effect of different irrigation methods on fruit-bearing rate of little white apricot

灌溉处理 Irrigation treatments	坐果率 Fruit-bearing rate(%)		
	长果枝 Long fruit-bearing branches	中果枝 Medium length fruit-bearing branches	短果枝 Short fruit-bearing branches
漫灌 F	4.18ab	8.60a	14.36a
有膜全根 FFI	4.27a	7.62b	14.70a
无膜全根 NFFI	4.15ab	7.95b	15.00a
有膜半根 FCAI	3.90b	8.45ab	14.43a
无膜半根 NFCAI	3.92b	8.96a	14.04a

2.2 控制性交替灌溉对小白杏产量和品质的影响

表 3 表明单果重漫灌处理显著高于有膜半根和无膜半根处理,其他处理之间差异不显著。而无膜

表 3 不同灌溉处理对小白杏产量和果实品质的影响
Table 3 Effect of different irrigation methods on yield and quality of little white apricot

灌溉处理 Irrigation treatments	产量 Yield (kg/plant)	单果重 Weight of single fruit (g)	果肉硬度 Pulp hardness (kg/cm ²)	可溶性固形物 Total soluble solids (%)	含酸量 Acid content (%)	Vc 含量 Vc content (mg/100g)
漫灌 F	40.56a	18.3a	0.35b	21.2c	0.56b	4.67c
有膜全根 FFI	39.29a	17.4ab	0.37ab	22.3b	0.58b	5.81ab
无膜全根 NFFI	39.41a	17.3ab	0.37ab	22.1b	0.69ab	5.09bc
有膜半根 FCAI	39.18a	16.6b	0.37ab	23.4a	0.73a	5.98a
无膜半根 NFCAI	38.30b	16.8b	0.39a	23.2a	0.77a	5.63ab

分区交替灌溉处理使小白杏果实可溶性固形物含量、含酸量显著高于其他处理,且果实硬度、Vc 含量随着灌水量的减少而有升高的趋势,差异未达显著水平。常规沟灌(覆膜与不覆膜)的节水率达到了 50%,分区交替灌溉(覆膜与不覆膜)的节水效率可以达到 75%。在本试验中,参比节水与产量品质的比较而言,有膜分区交替灌溉为最佳灌溉方式,节水 75%,而产量影响较小,品质有所提高。

在果树生产中实施分区交替灌溉技术,从产量方面看,让果树经历干湿交替锻炼,进行促控结合,可使光合同化产物在果树的不同器官间进行最优分配,减少的仅是营养生长冗余,而果实产量变化不大,果实的品质明显提高^[14]。从本试验结果可以看出,分区交替灌溉处理下小白杏的单果重和果实体积均有所下降,无膜分区交替灌溉处理小白杏的产量显著下降,而有膜分区交替灌溉则产量不受影响。这与 Tan 和 Buttery^[15]在桃树上,Poni 等^[16]在苹果、

半根处理的果实个数较低,结果单株产量显著低于其他处理。有膜半根和无膜半根处理的可溶性固形物显著高于其他处理,漫灌处理的最低。果肉硬度,含酸量和 Vc 含量都有这样一种趋势,控制性交替灌溉方式要高于其他处理,而漫灌处理最低。

3 讨 论

在新疆南疆库车地区,小白杏新梢从 4 月中旬前后开始生长,多在六月中下旬停止生长。新梢生长期需水量大,对缺水反应相当敏感。从本试验结果可以看出,无论是有膜分区交替灌溉还是无膜分区交替灌溉,减少灌溉量都显著抑制了小白杏外围新梢的生长长度,减少了剪口处新梢抽生的数量,从而减少了夏季修剪的工作量。单果重和果实体积漫灌处理最大,可见,减少灌水量降低了单果重和果实体积,而单株产量只有无膜分区交替灌溉低于其他处理,且有显著差异。不同处理之间,相同果枝类型,花朵坐果率无显著差异。

葡萄、桃和梨树上进行的试验结果并不一致,可能是由于新疆库车水分蒸腾过多导致的。但分区交替灌溉下小白杏果实的可溶性固形物含量显著高于其他处理,充分说明了分区交替灌溉大大提高了果实的品质,这与 Mitchell 等^[17]和程福厚等^[18]在梨树上,毕彦勇^[19]在桃树上进行的试验结果一致。分区交替灌溉处理下小白杏果实的含酸量高于常规灌溉处理,两者之间差异显著,这与程福厚等^[18]的试验结果一致,与 Lotter^[20]研究表明的采收时苹果果实的含酸量对各个时期土壤水分胁迫的反应不敏感的结果不一致。

本试验研究结果只限于新疆南疆地区,土壤条件为壤土,树龄为 6~7 a 生的小白杏。南疆地区其他果树种类、土壤类型条件下控制性交替灌溉的灌水量以及不同发育阶段的灌水量变化还有待进一步研究。

参 考 文 献:

[1] 田洪磊,詹 萍.新疆小白杏杏仁油理化特性及其脂肪酸组成分析研究[J].粮油加工,2008,(2):68—70.

[2] 程卫东,吕国华,李 琳,等.新疆小白杏资源的综合利用及其产业化[J].农业工程学报,2006,22(9):241—244.

[3] 张玉星,马锋旺,郭修武.果树栽培学各论[M].北京:中国农业出版社,2003:154—155.

[4] 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—6.

[5] 杜太生,康绍忠,张建华.不同局部根区供水对棉花生长与水分利用过程的调控效应[J].中国农业科学,2007,40(11):2546—2555.

[6] Saeed H, Grove I G, Kettlewell P S, et al. Potential of partial root—zone drying as an alternative irrigation technique for potatoes (Solarium tuberosum)[J]. Annals of Applied Biology, 2008,152(1):71—80.

[7] Shahnazari A, Liu F L, Andersen M N, et al. Effects of partial root —zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions[J]. Field Crops Research, 2007,100(1):117—124.

[8] Kang S Z, Liang Z S, Hu W, et al. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root —divided maize plants[J]. Agric Water Management, 1998,38(1):69—76.

[9] 李志军,张富仓,康绍忠.控制性根区交替灌溉对冬小麦水分与养分利用的影响[J].农业工程学,2005,21(8):17—21.

[10] 牛铁泉,田给林,薛仿正,等.半根及半根交替水分胁迫对苹果幼苗光合作用的影响[J].中国农业科学,2007,40(7):1463—1468.

[11] 闫博远.干旱荒漠绿洲区根系分区交替灌溉对葡萄生长和品质的影响[D].北京:中国农业大学,2007.

[12] 田莉莉,方金豹.杏开花结果习性研究报告[J].山西果树,2002,(1):4—6.

[13] 张宪政,陈凤玉,王荣富.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001:144—151.

[14] 赵志军,程福厚,王庆江,等.分区交替灌溉对黄冠梨生长结果和果实品质的影响[J].中国果树,2008(6):13—16.

[15] Tan C S, Buttery B R. The effect of soil moisture stress to various fraction of the root system on transpiration, photosynthesis and internal water relation of peach seedlings[J]. Amer Soc Hortic Sci, 1982, 107:845—849.

[16] Poni S, Tagliavini M, Neri D, et al. Influence of root pruning and water stress on growth and physiological factors of potted apple, grape, peach and pear trees[J]. Hort Sci,1992,52(3):223—226.

[17] Mitchell P D, Jerie P H, Chalmers D J. The effect of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield[J]. Amer Soc Hortic Sci, 1984,109(5):604—606.

[18] 程福厚,李绍华,孟昭清.调亏灌溉条件下鸭梨营养生长、产量和果实品质反应的研究[J].果树学报,2003,20(1):22—26.

[19] 毕彦勇,高东升,王晓英,等.根系分区灌溉对设施油桃生长发育、产量及品质的影响[J].中国生态农业学报,2005,13(4):88—90.

[20] Lotter. Growth and quality of apples as affected by different irrigation treatments[J]. Hort Sci, 1985,60:176—181.

Effect of different irrigation methods on growth ,
yield and quality of little white apricot

ZHANG Bin¹, WANG Hong-qing¹, Aysajang•Maimaiti¹, LIU Guo-jie¹,
Sidike•Mijiti², Saimaiti•Yusufu², LI Tian-hong¹

(1. College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;
2. Forestry Bureau of Kuche County, Kuche, Xinjiang 842000, China)

Abstract: To explore water-saving methods in South Xinjiang, with 6~7 year old little white apricot as material, an experiment was conducted in Kuche of Xinjiang during 2009~2010 to study the effect of controlled alternative irrigation on growth, yield and quality of little white apricot. The results were as follows: The water amount in controlled alternative irrigation was reduced by 50% compared with that in conventional furrow irrigation, and reduced by 75%, compared with that in flooding irrigation; This method significantly inhibited the trees' new shoot, but had no evident effect on flowers' fruit-bearing rate, fruit hardness and Vc content; whereas soluble solids content of fruit and acid content were markedly improved. The yield of no film controlled alternative irrigation was reduced significantly, while other treatments had no observably effects on yield. It was suggested that the optimal irrigation scheme would be film controlled alternative irrigation.

Keywords: little white apricot; controlled alternative irrigation; growth; yield; quality