

黄土坡地经济林大鱼鳞坑膜下滴灌技术研究

张 海 杨荣慧 高鹏程

(西北农林科技大学资源与环境学院 杨凌 712100)

摘 要: 黄土高原丘陵沟壑区坡地经济林营造中,采用大鱼鳞坑坑内打孔覆膜、膜下滴灌技术,解决了本区干旱坡地经济林造林成活率低、生长慢、发育迟的难题。可使坡地杏树造林成活率提高到 96%,枣树造林成活率提高到 92%;成林后,鱼鳞坑汇集径流可使降水利用率提高到 42.5%,加上旱季节水包膜下补灌,避免了土壤板结,降低了土壤水分蒸发,可使杏、枣产量比穴灌分别提高 10.32%和 19.61%。

关键词: 坡地经济林,大鱼鳞坑覆膜,节水包膜下滴灌

RESEARCH ON THE TECHNIQUE OF DRIP IRRIGATION UNDER FILM FOR CASH TREES PLANTED IN FISH SCALE PITS ON LOESS SLOPE LAND

Zhang Hai Yang Ronghui Gao Pengcheng

(College of Resources and Environmental Science, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry Yangling 712100)

Abstract: The technique that digging holes and covering film in big fish-scale pits and drip irrigation under film can solve the problems about the low survival percentage, the slow growth and the late development of the cash trees on the arid slope-land planted on the hilly and gully area of loess plateau. The results showed that the apricot's percentage of survival increased to 96%, and the jujube's percentage of survival increased to 92%. The fish-scale pit collected runoff so as to increase the utilization ratio of rainfall, about to 42.5%, moreover, drip irrigation under film with saving water bag refrain the soil from compactness, and decreased the evaporation of soil, which increased the yield of apricot and jujube respectively 10.32% and 19.61% comparing with control.

Key words: Cash trees on slope-land, Big fish-scale pits with film, Drip irrigation under film with saving water bag

黄土高原丘陵沟壑区干旱、贫瘠,空气干燥,蒸发量大,特别是每年 1—5 月造林季节降雨少,土壤含水低,导致植树造林成活率不高,加上年降雨量仅 400 mm 左右,且集中在 7、8、9 三个月以暴雨形式出现(杨开宝等,1999),坡地下渗困难,导致已成活的树苗生长不良,坡地成龄杏树产量仅 $7\ 500\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 左右(王延平等,2000),成龄枣树 $3\ 000\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (刘生禹,2000),且品质差,效益低。为此,我们进行了坡地经济林抗旱节水技术研究,以促进本区退耕还林工作的顺利进行和生态环境的改善。

1 试验区自然条件

试验地设在米脂县无定河流域,海拔 1 100 m,气候类型属暖温带干旱区,年平均气温 $8.8\ ^\circ\text{C}$,绝对最高气温 $38\ ^\circ\text{C}$,绝对最低气温 $-25\ ^\circ\text{C}$,无霜期 160 d。年均降雨量 421.5 mm,7、8、9 三个月占全年降水量的 65%,干燥度 1.14。试区内土质为黄绵土,剖面发育不明显,土壤通透性好,80 cm 土层中有机质、全氮、全磷、全钾含量分别为 3.0、0.32、5.2、20.3 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;pH 值 8.35;平均含水率 109.2 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。坡向东南,坡度 $20^\circ\sim 25^\circ$ 。

2 材料与方法

试验材料为新栽 1 年生和已栽 5 年生成龄杏(*Armeniaca*)、枣(*Ziziphus jujuba*)树,面积各 0.1 hm^2 ,树根下修鱼鳞坑;分鱼鳞坑内打孔覆膜滴灌和一次性穴灌 2 种处理,1 年生新栽幼树每个处理 50 株,成行种植,春季栽植时每株浇水 10 kg,研究其对造林成活率的影响;5 年生成龄树每处理 15 株,每年 6、7 月

干旱季节分 2 次每株每次补灌 20 kg, 研究其对产量的影响; 各处理用水量相同。以同坡度坡地经济林常规种植法为对照。滴灌孔直径 2 cm, 深 30 cm, 距树干 0.5 ~ 0.8 m, 滴灌采用西北农林科技大学黄土高原治理研究所研制的节水滴灌袋, 放置于鱼鳞坑上方, 滴灌管插入滴灌孔内(如图 1 所示), 滴速每 min 80 滴(李方虎, 2000); 穴灌采用树根周围挖坑浇水, 坑深 0.2 m, 坑径 0.5 m, 坑边培土筑埂, 埂高 0.2 m。各处理树苗大小基本一致, 种植后每年每株施尿素 0.5 kg。以 TDR 时域反射仪测定土壤水分, 称量法测定土壤密度及产量, 径流小区法测定土壤侵蚀量。

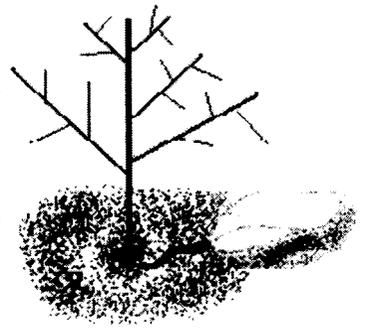


图 1 节水袋补灌装置

Fig. 1 The irrigation instrument of water-saved bag

3 结果与分析

3.1 不同灌水处理对土壤结构和含水量的影响

试验地土壤为中性黄绵土, 有机质含量低, 水分极易蒸发, 穴灌后如不及时松土中耕, 表层土壤板结严重。试验结果表明, 采用节水袋膜下打孔滴灌, 水缓慢浸入土壤深层, 对表层土壤结构没有破坏, 基本保持表面土壤疏松状态, 土壤密度及空隙率与对照差异不明显。而穴灌 0 ~ 60 cm 土壤密度 $1.15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 比对照增高 16.1%; 空隙率 43.2%, 比对照下降 15%。滴灌处理由于坑内覆膜可防止水分的蒸发, 土壤 0 ~ 60 cm 含水量高且持续时间长, 灌水后土壤水分日变化(见表 1、图 2 3)。

表 1 不同处理灌水后土层 0 ~ 60 cm 水分日变化^①

Tab. 1 Daily changes in water content of soil layer from 0 to 60 cm after irrigation with different treatments													
处理 Treatment	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d	18 d	20 d	25 d	30 d	
杏 Apricot	滴灌覆膜 Drip irrigation	88.2	119.4	174.2	182.8	182.7	174.6	176.7	165.8	167.3	156.9	131.1	104.1
	穴灌 Dibble irrigation	370.0	180.2	176.0	110.2	88.8	88.3	88.3	88.2	88.1	88.0	88.5	88.1
枣 Jujube	滴灌覆膜 Drip irrigation	88.4	119.6	176.8	182.0	174.6	172.4	173.2	168.7	167.6	167.9	136.4	117.2
	穴灌 Dibble irrigation	366.0	182.0	128.0	104.6	89.0	88.4	88.5	87.9	88.0	88.2	88.5	88.2
对照 Control	88.0	87.8	88.2	87.9	88.2	88.0	88.1	88.0	88.0	88.1	88.3	88.4	

① 浇水后 30 日内无自然降雨 No rainfall in 30 days after irrigation.

由表 1 可知, 穴灌后, 0 ~ 60 cm 土层含水量 24 h 内猛增, 48 h 后达到 $370.0 \sim 366.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 但 5 d 以后迅速降低, 10 d 后与对照基本一致, 仅起到短期补水的作用。而滴灌覆膜处理灌水后土壤 0 ~ 60 cm 土层中土壤含水量由小到大逐渐增加, 且蒸发量较小, 灌水 20 d 后土壤水分仍在 $167 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 左右, 是穴灌及对照的 2 倍, 使树木生长在较长一段时间内得到较充足的水分供应。结合图 1、图 2 可以看到, 滴灌采取打孔 20 ~ 30 cm 深层滴水, 表层土壤水分变化不大, 但根层 20 ~ 60 cm 含水量显著增加且持续 20 d 以上, 根据王孟本等对林地土壤剖面水分分布的分层法, 此区域正是经济林根系活跃层, 对树木的生长有至关重要的作用。

3.2 不同灌水处理对造林成活率及树木生长发育影响

造林试验统计分析表明, 在幼树栽植后, 虽然滴灌、穴灌用水量相同, 但成活率有较大的差异。由于一次性灌水存在土壤渗漏和地表蒸发, 树坑周围 10 d 后就又处在缺水状态。而 10 d 内失水较重的新植幼树根系很难恢复吸水功能, 故导致成活率低。据报道, 失水较多的枣树栽植 10 d 后, 根系不能产生新的根毛(刘生禹, 2003), 这段时间土壤水分缺乏, 制约着根毛形成, 必然导致成活率低。而滴灌每天灌水 450 g, 并采取打孔 20 cm 覆膜, 以点滴缓慢均匀滴入土壤, 在 30 d 内根系周围始终保持湿润状态, 有利于根系形成新的根毛, 30 d 后根系已经恢复了吸水功能, 所以造林成活率高(表 2)。

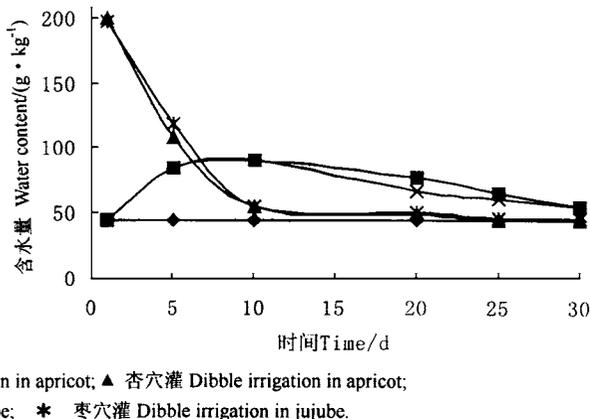
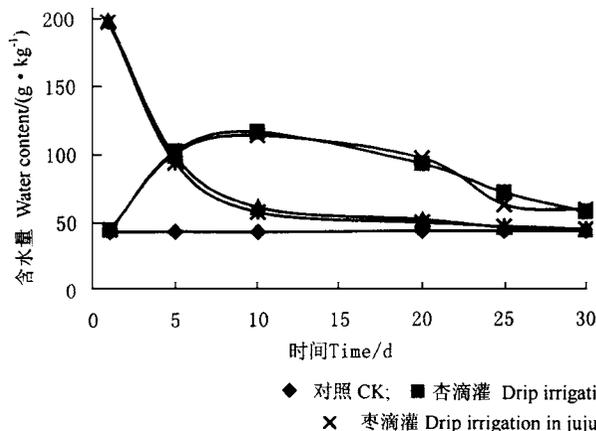


图 2 不同处理 0 ~ 20 cm 土层水分含量随灌水时间变化

图 3 不同处理 20 ~ 60 cm 土层水分含量随灌水时间变化

Fig. 2 Changes with time after irrigation in water content of 0 ~ 20 cm soil layer in different treatment

Fig. 3 Changes with time after irrigation in water content of 20 ~ 60 cm soil layer in different treatment

表 2 不同处理对移栽成活率及树木生长发育的影响

Tab. 2 The influence of different treatment on the survival rate and growth of trees

处理 Treatment	栽植株数 No. of plant	成活株数 Survival plants	成活率 Survival rate/ %	新梢长度 Length of new shoot/(cm·a ⁻¹)	平均叶面积 Average area of leaf/cm ²	新生根 New root/ root		
						2001	2002	
杏 Apricot	滴灌 Drip irrigation	50	48	96	69.4	36.2	61.2	98
杏 Apricot	穴灌 Dibble irrigation	50	38	76	51.3	28.5	59.4	89
枣 Jujube	滴灌 Drip irrigation	50	46	92	48.5	5.33	60.8	96
枣 Jujube	穴灌 Dibble irrigation	50	34	68	35.1	4.77	58.8	82

从表 2 可见新栽杏树滴灌成活率 96.0 % ,比穴灌成活率 76.0 % 提高 16 % 。新栽枣树滴灌成活率 92.0 % ,比穴灌成活率 68.0 % 提高 22 % ,效果非常显著。

滴灌覆膜为经济林根系生长创造了一个良好的土壤环境,促进了根系的生长,进而促进了个体的发育。以枣树为例,选取栽植一年生枣树 5 株,用喷雾器冲蚀根部土壤,统计其新生根数量,发现栽后第 1 年各处理单株根数平均为 60 条左右,差异不显著;第 2 年滴灌根系生长迅速,由 2001 年的平均单株 60 条增加到 2002 年的 96 条,增加 60.6 % ;穴灌根系则生长较慢,由 2001 年的 58 条增加到 2002 年 82 条,增加 41.4 % 。枣树根系数量增加,吸收能力增强,因此树体生长旺盛,树冠生长迅速明显加快。试验证明,滴灌处理两年生枣树新枝平均年生长量为 48.5 cm,穴灌为 35.1 cm,滴灌比穴灌新梢生长量高 23.4 % ;单叶面积滴灌平均为 5.33 cm²,穴灌为 4.77 cm²,滴灌比穴灌叶面积增加 6.75 % ;树冠投影面积滴灌为 1.77 m²,穴灌为 1.40 m²,滴灌比穴灌树冠投影面积增加 26.4 % 。由此可以看出滴灌与穴灌虽然灌水量相同,但是由于滴灌比穴灌利于土壤孔隙率的保持,提高了土壤相对含水量,保水作用与土壤养分利用率增强,为枣树生长创造了适宜的土壤环境,促进了枣树的生长发育。

3.3 不同灌水处理对成龄树产量的影响

一般果树水平分布在树干周围 3 m² 范围内的支根占总根数的 90 % 以上,垂直分布在 20 ~ 60 cm 土层即根系活跃层中占 80 % 以上,穴灌每次需灌水 20 kg 或自然降水 30 mm 以上,水分才能入渗至根系活跃层,经对土壤断面的观察研究,枣树穴灌入渗深度达到 40 cm,每株需浇水 50 kg,下渗 24 h。而膜下滴灌是采用打孔 20 ~ 40 cm 深层灌水,把水直接送到了根系分布层,以点滴方式缓慢输入,入渗好,蒸发少,利用率高。故不同灌水处理虽给水量相同,但滴灌增产效果明显高于穴灌(表 3)。

表 3 不同灌水处理产量比较

Tab. 3 The contrast of yield among treatments with the different irrigation ways

树种 Species of tree		产量 Yield/(kg·hm ⁻² ·a ⁻¹)				增产百分率 Percentage of increment/ %
		2000	2001	2002	平均	
杏树 Apricot	对照 Control	6 150	8 040	10 095	8 095	
	穴灌 Dibble irrigation	7 005	8 685	10 455	8 715	7.65
	滴灌 Drip irrigation	7 290	10 110	11 445	9 615	18.77
枣树 Jujube	对照 Control	5 400	6 465	7 740	6 535	
	穴灌 Dibble irrigation	6 090	7 110	7 905	7 035	7.65
	滴灌 Drip irrigation	6 450	8 805	10 005	8 415	28.76

由表 3 可知,杏、枣滴灌 3 a 平均增产幅度较对照分别达到 18.77% 及 28.76%。同时可显著提高水果品质,果实个大、肉厚、色泽好,市场售价高,商品性好。试验中还可以看到,不同灌水方式,单方水产量差异很大,穴灌平均每方水增产为 16.7 kg,滴灌每方水平均增产 34 kg,从每方水增产效益分析,滴灌增产潜力很大,故节水包滴灌技术在黄土高原干旱坡地有广阔的应用前景。

3.4 不同处理水保效益评价

以上每个处理各建立一个 100 m² 的径流小区,以测重法测定不同处理土壤侵蚀模数,结果见表 4。

表 4 不同处理对土壤侵蚀模数影响

Tab. 4 The influence of different treatments on soil erosion

(t·km⁻²·a⁻¹)

年份 Year	年降雨量 Rainfall per year/mm	对照 Control	杏树 Apricot		枣树 Jujube	
			穴灌 Dibble irrigation	滴灌 Drip irrigation	穴灌 Dibble irrigation	滴灌 Drip irrigation
2000	394.5	4 125	1 740	1 650	1 750	1 754
2001	351.2	3 193	1 239	1 227	1 249	1 251
2002	411.5	4 467	2 140	1 913	2 157	2 143

由表 4 可见,不论是穴灌还是滴灌,土壤侵蚀模数比对照均有较大的下降,但穴灌与滴灌之间无明显的差异,这是因为大鱼鳞坑拦蓄了大部分坡面径流,强制下渗减少了土壤侵蚀,穴灌与滴灌之鱼鳞坑无大的区别,故土壤侵蚀量相当,但试验中发现在鱼鳞坑覆膜滴灌处理中,土壤含水量高且持续时间长,效果与 2.1 中情况一致。这是因为滴灌孔有助于降水下渗,使径流直接渗入深层土壤,加之鱼鳞坑覆膜阻止了地表水分蒸发所致。

4 结论

旱坡地经济林覆膜滴灌技术可有效提高水分利用率。春季植树可显著提高造林成活率,使新栽杏树成活率达 96%;新栽枣树成活率达 92%;使幼树生长发育加快,叶面积、新枝长度、树冠投影面积均有明显增加;同时灌水利用率提高,杏滴灌比对照提高 18.77%,枣滴灌提高 28.76%,且品质佳,商品性好。该技术体系简单易行,投资低,见效快,干旱季节用此技术提水补灌也可获很高的效益。为干旱区抗旱节水育林提供了新途径。本技术体系可明显降低土壤侵蚀量,在同类地区有广阔的应用前景。

参 考 文 献

- 李方虎,张全祥. 塑料袋节水渗灌技术在干旱山区的应用. 中国水土保持,2000,(12):20-23
- 刘生禹. 陡坡地枣树抗旱栽培技术. 中国水土保持,2000,(5):21-24
- 刘生禹. 陕北黄土丘陵区枣苗失水与栽植效果关系的实验研究. 西北林学院学报,2003,(1):84-88
- 王延平,李平,牛秀峰. 陡坡地杏树高产优质与肥水的关系. 西北农业学报,2000,(4):63-66
- 杨开宝,李景林. 黄土丘陵区第 1 副区梯田断面水分变化规律. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,(2):64-69