

文章编号: 1000-5692(2004)04-0398-06

太行山低山丘陵区抗旱造林及水分管理技术

樊巍^{1,2}, 田朝阳³

(1. 中南林学院 生命科学学院, 湖南 株洲 412006; 2. 河南省林业科学研究院, 河南 郑州 450008; 3. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 针对太行山低山丘陵区土壤干旱瘠薄, 水土流失严重, 造林成活率低的特点, 开展了以保水节水为中心的抗旱造林及水分管理技术研究。通过6种抗旱造林技术试验, 筛选出优化造林技术模式, 可使造林成活率达96%以上; 确定了野生酸枣 *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* 嫁接大枣 *Z. jujuba* var. *inemis* 的最佳嫁接方式、嫁接时间和管理技术; 提出有灌溉条件和无灌溉条件下复合农林业系统水分优化管理技术; 提出的果农复合系统开沟断根结合肥料深施技术, 可使土壤含水量提高30%, 苹果 *Malus pumila* 产量提高28%; 筛选出细长纺锤形为果农复合系统苹果树最佳树形。表12参8

关键词: 森林培育学; 太行山低山丘陵区; 抗旱造林; 水分管理; 复合农林业系统; 造林成活率

中图分类号: S728.2 文献标识码: A

实行农林复合经营是太行山区开发治理的重要途径^[1~7]。然而, 由于特定的历史及地理原因, 使得太行山低山丘陵区植被稀少, 生态环境恶劣, 水土流失严重, 土壤干旱瘠薄, 往往造林成活率低, 造林保存率低, 树木生长差, 影响了复合农林业系统生态经济效益的发挥。因此, 针对该地区的特点, 开展复合农林业营建与管护技术研究, 对于加快太行山绿化步伐, 尽快发挥生态、经济和社会效益有着重要的意义。为此, 该研究在太行山南端低山石灰岩区, 开展了复合农林业营建与管理的研究。现将结果报道如下。

1 试验区概况

试验地设在河南省济源市裴村“太行山低山丘陵区复合农林业综合试验示范区”内(35°11'N, 112°03'E), 地处太行山南段南麓, 属温带大陆性季风气候。全年日照时数为2367.7h, 年日照率为54%, 总辐射量为494.1 kJ·cm⁻², 多年日平均气温为14.3℃, 稳定通过0℃的多年平均积温为5262℃, 大于等于10℃的多年平均积温达4369℃, 无霜期262d, 可满足一年两熟的耕作农业。历年平均降水量651.7mm, 基本上能满足作物生长的需要, 但由于受季风气候的影响, 年内季节分布不均匀。试验区土壤主要为石灰岩风化后形成的坡积物和洪积物发育成的典型褐土、碳酸盐褐土或粗骨性褐土, 土薄石多, 严重贫瘠。该地主要自然灾害为干旱, 常发生在春季、初夏、伏季和秋季, 尤以春

收稿日期: 2004-05-15; 修回日期: 2004-07-13

基金项目: “十五”国家科技攻关项目(2001BA510B04); 国家林业六大工程专项(2003-044-L44)

作者简介: 樊巍(1964-), 男, 河南商丘人, 研究员, 从事复合农林业与经济林生态培育研究。E-mail: gaoxirong@sina.com

旱和初夏旱灾比较频繁, 发生频率分别为 77%和 68%, 对林木成活和生长极为不利。

2 试验内容和方法

主要是针对该地土壤贫瘠和干旱严重的特点, 采用定位试验与大范围调查观测相结合的方法, 开展以节水保水、提高造林成活率和生长量及提高自然资源利用率的关键技术研究。主要包括: 抗旱造林技术, 酸枣 *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* 改接大枣 *Z. j.* var. *inermis* 技术, 复合农业系统水分管理技术和基于复合经营的果树整形修剪技术和果农复合系统肥料深施技术等。测定项目主要有苗木成活率、造林保存率、株高、地径、土壤含水量、经济林新梢生长量、百叶质量和单株产量。土壤含水量采用烘干法, 其他采用常规调查方法。

3 结果分析

3.1 低山石灰岩区抗旱造林技术优化

根据太行山低山石灰岩区造林成活率影响因子综合分析, 确定以蓄水保水措施为抗旱造林技术核心, 设计了蓄水(单株集流面积、造林整地方法)和保水(栽植穴防渗措施、栽植穴覆盖措施)4个因素, 每个因素分3个水平, 按正交试验 $L_9(3^4)$ 正交表拟定方案如表 1。

表 1 抗旱造林优化模式 $L_9(3^4)$ 正交试验方案

Table 1 Orthogonal experiment design with $L_9(3^4)$ for selecting drought-resistant afforestation models

水平	栽植穴防渗措施 A	单株集流面积 B/m ²	整地方式 C	覆盖材料 D
1	农膜	1.5	小反坡	秸秆
2	蜡浸报纸	2.0	水平沟	农膜
3	高分子材料	2.5	鱼鳞坑	石块

经过对主栽树种侧柏 *Platycladus orientalis* 2 a 的造林试验, 将结果分析于表 2。从表 2 可以看出: ①抗旱造林措施组合模式中, 以模式 6 为优化模式, 即单株集流面积 2.5 m² (1.0 m×2.5 m), 小反坡梯田整地, 栽植穴内铺浸蜡报纸, 上覆农膜保湿。该模式造林成活率达到 96.7%, 年末造林保存率达 95.7%。②4个因素中, 以因素 A (栽植穴防渗措施) 极值最大, 为 5.81, D (栽植穴覆盖措施) 第二为 1.43。说明在干旱石灰岩山区, 保水措施是提高造林成活率和保存率的关键。

表 2 抗旱造林技术模式效果分析

Table 2 Effectiveness of designed drought-resistant afforestation models

组合号	A	B	C	D	土壤含水量		造林成活率		保存率		地径生长量		总分值
					%	得分值	%	得分值	%	得分值	cm	得分值	
1	A1	B1	C1	D1	13.1	13.1	90.2	18.04	76.1	15.22	1.49	1.49	47.85
2	A2	B2	C2	D1	13.0	13.0	96.0	19.22	94.1	18.82	2.79	2.79	53.83
3	A3	B3	C3	D1	13.4	13.4	92.7	18.54	89.3	17.86	1.49	1.49	51.29
4	A3	B1	C2	D2	13.3	13.3	94.9	18.98	89.9	17.98	1.60	1.60	51.77
5	A1	B2	C3	D2	13.4	13.4	92.5	18.50	81.1	16.22	1.50	1.50	49.70
6	A2	B3	C1	D2	13.6	13.6	96.7	19.34	95.7	19.14	3.71	3.71	55.79
7	A2	B1	C3	D3	13.2	13.2	90.4	18.88	94.0	18.40	2.88	2.88	53.36
8	A3	B2	C1	D3	13.4	13.4	93.3	18.66	87.2	17.44	1.78	1.78	51.28
9	A1	B3	C2	D3	13.7	13.7	90.6	18.12	82.3	16.46	1.62	1.63	49.99
K1	147.54	154.98	154.92	152.97									
K2	164.98	154.81	155.59	157.26									
K3	154.34	157.07	156.35	156.63									
X1	49.18	51.66	51.64	50.99									
X2	54.99	51.60	51.86	52.42									
X3	51.45	52.36	52.12	52.21									
R	5.81	0.76	0.48	1.43									

说明: 得分值计算方法 土壤含水量为每 1% 计 1 分; 造林成活率和保存率每 5% 计 1 分, 地径生长量每 1 cm 计 1 分

3.2 野生酸枣改接大枣试验

太行山低山石灰岩区现有大量的酸枣资源,为了尽量发挥其经济效益,增加农民经济收入,我们进行了大面积野生酸枣改接大枣配套技术研究。

3.2.1 适生品种的

筛选 根据对4年生酸枣改接大枣6个品种的表现观测,太行山低山石灰岩旱薄地,以长红枣、赞皇枣表现较好(表3),适应性强,耐干旱瘠薄,丰产;桐柏大枣、梨枣和冬枣也不错,但耐干旱能力稍差,可在土层深厚肥沃条件下适量发展。

3.2.2 嫁接时间和嫁接方法 酸枣改接大枣以谷雨到小满间(4月20日至5月20日左右)为最好;嫁接方式为劈接或插皮接(表4)。接穗要蜡封,接后用塑料布包扎。嫁接时应把握3个关键:一是接穗要新鲜,二是接穗和砧木削面要光滑平整,形成层要对准,要插紧,靠紧,绑紧;三是动作要稳,接后不要碰动。

3.2.3 选好立地 酸枣改接大枣最好选择沟凹阶地,梯田地埂,坡脚和土层20 cm以上的山坡,才能达到预期目的(表5)。

3.2.4 嫁接后管理 每年春夏利用秸秆和杂草覆盖20 cm厚,秋季上覆5 cm土层,以便改良土壤,培肥地力,提高土壤含水量,促进枣树生长发育。其效果如表6。

其他管理措施为:①5月下旬初花期枣头摘心;②初花期盛花期喷九二〇;③采前4周喷20 mg·kg⁻¹防落素或10 mg·kg⁻¹萘乙酸。

其他管理措施为:①5月下旬初花期枣头摘心;②初花期盛花期喷九二〇;③采前4周喷20 mg·kg⁻¹防落素或10 mg·kg⁻¹萘乙酸。

表3 不同品种大枣3年生性状表现

Table 3 Performance of six cultivars of 3-year-old *Ziziphus jujuba* var. *inemis*

品种	平均单株产量/kg	平均单果质量/g	可溶性固形物/%	抗性
长红枣	3.8	10	30.3	抗旱
桐柏大枣	3.0	22	31.7	不耐瘠薄
赞皇枣	3.6	15	31.2	抗旱耐瘠
梨枣	2.5	20	28.7	不耐瘠薄
冬枣	2.3	18	34.6	抗旱不耐瘠
大白铃枣	1.2	24	30.4	抗旱

说明:平均单株产量为30株平均值

表4 不同嫁接时间及嫁接方式成活效果调查(梨枣30株平均值)

Table 4 Survival rate and growth of grafted Lizard jujuba variety by different grafting methods at different seasons (mean values of 30 sample trees)

嫁接时间	嫁接方式	成活率/%	枣头生长量/cm
早春(3月20日至4月20日)	劈接	62.3a	116.5
晚春(4月20日至5月20日)	插皮	92.4b	82.7
初夏(5月20日至6月20日)	插皮	84.3b	68.4

说明:字母不同表示差异显著($P < 0.05$),下同

表5 不同立地酸枣改接大枣成活率及生长结果(梨枣30株平均值)

Table 5 Survival rate and production of grafted Lizard jujuba variety at different site types (mean values of 30 sample trees)

立地类型	嫁接成活率/%	当年生枣头长度/cm	3年生单株产量/kg
薄土山坡	56.7a	50.2a	0.88a
厚土山坡	61.4a	61.7b	1.32a
坡脚	90.2b	84.8c	2.36b
地埂	90.6b	85.6c	2.47b
沟凹阶地	93.8b	108.3d	3.18b

3.2.4 嫁接后管理 每年

春夏利用秸秆和杂草覆盖20 cm厚,秋季上覆5 cm土层,以便改良土壤,培肥地力,提高土壤含水量,促进枣树生长发育。其效果如表6。

其他管理措施为:①5月下旬初花期枣头摘心;②初花期盛花期喷九二〇;③采前4周喷20 mg·kg⁻¹防落素或10 mg·kg⁻¹萘乙酸。

表6 连年覆草对嫁接后4年生梨枣生长与产量的影响

Table 6 Impacts of continuous covering soil with dried grass on growth and production of a 4-year-old grafted Lizard jujuba variety (mean values of 30 sample trees)

处理	干周/cm	冠幅/cm	枣头生长量/cm	枣股个数	枣股平均着生枣吊数	枣吊坐果	平均单株产量/kg
覆草	20.8a	230a	46.3a	7.1a	6.1a	13.4	5.28a
对照	15.6b	192a	33.4a	4.8b	3.8b	12.0	4.04b

说明:干周、冠幅、平均单株产量为30株平均值

3.3 复合农林业系统水分管理技术

水资源短缺问题是制约太行山低山丘陵区农林业生产生态稳定和社会经济持续发展的首要问题, 解决这一问题的根本出路在于发展节水型农业和林业^[8]。因此, 探讨以节水保水为主的复合农林业水分管理技术成了复合农林管理技术研究的重要任务。

3.3.1 果树模式渗灌+秸秆覆盖技术 在有灌溉条件的地块, 利用坡地果园自然高差, 设计了渗灌+秸秆覆盖灌溉技术。经过 4 a 的运行, 渗灌有以下优点: 一是能满足果树生长基本要求,

促进果树生长, 提高果品产量 (表 7)。二是节约用水, 渗灌管理入地下, 可大大减少地表水量蒸发, 加上秸秆覆盖, 可大大延长一次灌溉有效时间, 提高水利用效率 (表 8)。渗灌和滴灌相比节水 30%, 和喷灌比节水 60%, 和大水漫灌比节水 120%。三是成本低, 一般 1 hm² 造价 5 300 元左右, 远低于滴灌和喷灌, 且渗灌所需工作压力可大可小, 方便实用, 渗管理入地下, 不易破坏, 使用寿命较喷滴灌长, 又不妨碍果园管理, 最适合低山丘陵区。

表 7 渗灌+覆草对 4 年生苹果生长和产量的影响

Table 7 Impacts of filter irrigation and covering soil with dried grass on growth and production of a 4-year-old *Malus pumila*

处理	百叶质量/g	新梢生长量/cm	平均单果质量/g	平均单株产量/kg
渗灌+覆草	107.8	66.8	167.0	5.2
ck	14.2	54.2	162.0	4.3

表 8 渗灌+覆草处理 1 次灌水后土壤含水量比较

Table 8 Soil water content after filter irrigation and covering soil with dried grass

处理	灌前土壤含水量/%		灌后 2 d 土壤含水量/%		灌后 10 d 土壤含水量/%	
	0~20 cm	21~40 cm	0~20 cm	21~40 cm	0~20/cm	21~40 cm
渗灌	6.41	7.82	11.46	23.17	8.84	16.28
渗灌+覆草	7.28	9.47	13.52	25.06	10.17	19.23
滴灌	6.31	7.43	12.23	14.71	8.16	10.23

3.3.2 集流池蓄水+穴灌+秸秆覆盖技术 对于没有灌溉条件的地块, 设计了集流池蓄水+穴灌+秸秆覆盖技术。①雨水积蓄系统的建立。雨水积蓄系统由集流面和蓄水池两部分组成。集流面是用以产生径流的场地。在裴村利用果园中间公路的自然坡降 (坡度 10°左右) 将公路及两侧草坡作为集流面。经测定, 这种集流面在日降水量 > 5 mm 时即可产流, 可利用降水量可达总降水量 70% 以上。蓄水系统常用水池、水窖等。从经济实用的角度看 30~50 m³ 即可, 其集流面积 150 m² 即可, 一般一个蓄水池配合穴灌+秸秆覆盖可保证 2 000~3 000 m² (3~5 亩) 果园灌溉、施药用水。②穴灌+秸秆覆盖技术及效益分析。在果树带内株间挖一直径 60 cm, 深 30 cm 池, 用无纺布加工成贮水袋, 每袋容水 60 kg。利用无纺布渗水较慢的特点, 慢慢渗入土壤, 从而提高水分利用率。果树保护带内, 用秸秆实行覆盖, 以保水增温。在袋中注满水的情况下, 一般 48 h 渗完, 最大湿润距离 (距穴壁) 可达 50 cm, 最深也可达 50 cm, 这样可以保证果树根密集区得到充足的水分。果树一年中一般有 3 个需水临界期, 一是幼果期, 二是果实膨大期, 三是休眠期。以幼果期和休眠期灌水 1 次, 膨大期灌水 2 次计, 全年灌水 4 次, 以每株每次灌水 60 kg, 每 666.7 m² 55 株计, 全年灌水量 13.2 t。

果园穴灌+秸秆覆盖技术可显著促进果树生长, 平均单株产量提高 27% (表 9)

3.4 果农复合系统开沟断根结合肥料深施技术

果农复合系统开沟断根结合肥料深施技术, 是我们针对太行山低山丘陵区土壤干旱贫瘠, 果、农矛盾大的特点设计的一项综合技术措

表 9 穴灌+覆盖对 4 年生苹果生长和产量的影响

Table 9 Impacts of pit irrigation and covering soil with dried grass on growth and production of a 4-year-old *Malus pumila*

处理	百叶质量/g	新梢生长量/cm	平均单果质量/g	平均单株产量/kg
穴灌+覆草	103.4	75.4	164.2	6.1
ck	91.2	68.1	159.8	4.8

施。它具有保蓄水分,减少肥料挥发损失,提高肥料利用率,促进果树生长,提高果树产量,减轻对间作作物影响的作用。

具体做法是:在秋季种麦前,在距树基 60 cm 处挖一条 60 cm 深 50 cm 宽的带状沟,按要求进行配方施肥(一般株施过磷酸钙 5 kg,尿素 2 kg,有机肥 20 kg)。由于深挖改善了土壤结构,增加了土壤孔隙度,提高了对雨水的接纳能力和保水蓄水能力,使处理土壤含水量远高于对照土壤含水量(表 10)。

表 10 挖沟果园土壤水分变化

Table 10 Dynamics of soil water content inside and outside digged furrows in an orchard

土层/cm	沟内含水量/%			沟外含水量/%		
	5月10日	7月10日	9月10日	5月10日	7月10日	9月10日
0~30	14.3	16.2	11.0	12.7	15.6	9.8
30~60	16.6	18.4	13.1	14.1	16.7	12.3

开沟断根结合肥料深施,可以明显促进果树的生长,提高果树产量,使平均单位产量提高 28% 以上(表 11)。

表 11 5年生红富士苹果生长和产量情况(开沟后第2年)

Table 11 Growth and production of 5-year-old red-fuji apple at second year after digging furrows

处理	树高/m	地径/cm	树冠/cm	百叶质量/g	新梢生长量/cm	平均单果质量/g	平均单株产量/kg
对照	3.5	5.0	2.52	92.3	64.8	174.6	9.6
开沟	4.1	6.2	3.50	101.2	56.1	182.1	12.3

3.5 果农复合系统苹果不同整形修剪方式的筛选

试验了3种整形修剪方式对间作小麦 *Triticum aestivum* 产量和苹果平均单株产量的影响。从试验结果分析,以细长纺锤形整枝树冠小,单株产量高,减产最少,应作为果农复合经营苹果的首选树型(表 12)。

表 12 不同整形方式 5年生苹果单株产量与小麦相对产量

Table 12 Production of 5-year-old apple and wheat by different site preparations

整形方式	干高/m	树高/m	冠幅/m	平均单株产量/kg	小麦相对产量占对照%
自由半圆形	0.4~0.6	4~5	5~7	10.1	46.1
主干疏层形	0.5~0.7	4~5	5~7	14.7	54.3
细长纺锤形	0.5~0.6	2~3	1.5~2.0	17.4	66.2

4 小结

进行了抗旱造林措施优化筛选试验,经正交试验筛选出太行山低山石灰岩区高成活率、保存率优化造林措施为:小反坡梯田整地,单株集流面积 2.5 m²,栽植坑用浸蜡报纸防渗上覆农膜保水。

进行了酸枣改接大枣试验,确定了以长红枣、赞皇枣和梨枣等为主要嫁接品种,接穗封蜡,接后用塑料布包扎,嫁接方式为劈接和插皮接,嫁接时间以 4月20日至5月20日为好。接后覆草覆土,枣头摘心,花期喷激素。

进行了以节水保水为中心的复合农林业水分管理技术研究。筛选出有关灌溉条件下渗灌+秸秆覆盖,无灌溉条件地块集水池蓄水+无纺布穴贮渗灌+秸秆覆盖配套技术为主的水分管理技术。

研究了果树开沟断根结合肥料深施技术,可提高土壤含水量 30%以上,从而提高肥效,果树产量提高 28%以上。进行了果农复合模式下苹果树 3种整形方式的试验,筛选出细长纺锤形为果农复合经营最佳整形方式。

参考文献:

- [1] James P J. Exploring the opportunities for agroforestry in changing rural landscapes in North America [J]. *Agrofor Syst*, 1999, **44**: 105—107.
- [2] Prinsley R T. The role of trees in sustainable agriculture and overview [J]. *Agrofor Syst*, 1992, **20**: 87—116.
- [3] 樊巍, 辛学兵, 王齐瑞 等. 太行山低山石灰岩区林麦复合经营模式合理经营年限的界定[J]. 林业科学研究, 2000, **13** (4): 407—407.
- [4] 樊巍, 张劲松, 杨一松, 等. 太行山低山丘陵区林麦复合模式的研究[J]. 林业科学研究, 2000, **13** (5): 543—546.
- [5] 孟平, 张劲松, 宋兆民, 等. 太行山低山丘陵区果-草复合系统生态经济效益研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, **2** (3): 12—15.
- [6] 孟平, 樊巍, 宋兆民, 等. 农林复合系统水热资源利用率的研究[J]. 林业科学研究, 1999, **12** (3): 256—261.
- [7] 高喜荣. 太行山低山丘陵区复合农林业优良乔、灌、草选择的研究[J]. 林业科学研究, 2004, **17** (2): 241—245.
- [8] 张劲松, 孟平, 尹昌君, 等. 果粮复合系统中单株苹果蒸腾需水量的计算[J]. 林业科学研究, 2001, **13** (4): 383—387.

Technologies of drought-resistant afforestation and moisture management in the hilly region of Taihang Mountains

FAN Wei^{1,2}, TIAN Chao-yang³

(1. School of Life Sciences, Central South Forestry University, Zhuzhou 412006, Hunan, China; 2. Henan Academy of Forestry, Zhengzhou 450008, Henan, China; 3. College of Agriculture, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China)

Abstract: According to the characteristics of dry and barren soil, severe soil erosion, low survival rate of planted forests in the hilly region of Taihang Mountains, studies on technologies of drought-resistant afforestation and moisture management were conducted. The results showed that: (1) From 6 experiments of techniques for drought-resistant afforestation, the optimum model was selected, the survival rate of which was more than 96%. (2) The suitable method and time of grafting between wild spine date and Chinese date (*Ziziphus jujuba* var. *inermis*) were determined. (3) Two kinds of the optimum moisture management models for agroforestry systems in lands with or without irrigation system were put forward. (4) A new fertilize application technique for apple (*Malus pumila*) and crops intercropping systems, combined with ditching, root pruning and fertilize deep placement, could increase soil water moisture by 30% and increase fruit yields by 28%. (5) The optimum shape of crown of apple tree in the intercropping system was slender spindle. [Ch, 12 tab, 8 ref.]

Key words: silviculture; hilly region in Taihang Mountains; drought-resistant afforestation; moisture management; agroforestry system; survival rate