

# 旱作苹果园深沟施肥效益分析

## I. 土壤水分

李向民 苏陕民 王胜琪

(陕西省西北植物研究所·陕西杨陵·712100)  
中国科学院

### 提 要

该文从果树生长发育、果园土壤水分性状、水分贮量、水分消长等方面评述了果园深沟施肥技术措施,并提出了在旱作果园推广深沟施肥技术措施的具体建议。

关键词: 旱作果园 深沟施肥 土壤水分

## Benefit Evaluation on Deep-ditch Manuring Method in Arid Farming Apple Orchard

### I. on Soil Water Condition

Li Xiangmin Su Shaanmin Wang Shengqi

(Northwestern Institute of Botany, Academia Sinica, Yangling Shaanxi, 712100)

### Abstract

In this paper, the deep-ditch manuring method in arid farming apple orchard was evaluated on its function of apple tree growth, soil physical properties, and soil water conditions etc., and some suggestions were made for popularizing the method to arid farming orchards.

**Key words** Arid farming apple orchard Deep-ditch manuring Soil humidity

深施肥料是一项众所周知的施肥技术措施,它能减少肥料的挥发损失,疏松根区土壤,促进植物生长发育。该方法已成功地应用到果园管理上。现公认的深度为30~60cm,宽度为60cm的环状沟或放射状沟。从1989年开始,长武王东沟试验区打破常规,在4龄果园挖深、宽各1m的通沟,将3年基肥量一次重施,收到了非常明显的效果(见表1),并迅速推广到陕西、甘肃省毗邻地区,深受群众欢迎。

表1 5年生秦冠苹果单株地上部生长量

果园地形	处 理	树 高 (m)	地 径 (cm)	树 冠 (m)	产 果 (kg)	三主枝新梢生长量			全株新梢构成			
						数	总 长	平 均 长	叶 丛 枝	短 枝	中 枝	长 枝
						(个)	(cm)	(cm)	(个)	(个)	(个)	(个)
沟坡梯地 (李自善)	对照	3.22	5.1	2.25	9.7	28.5	93.1	3.27	45.8	32.6	18.4	18.5
	挖沟	3.80	8.5	3.01	31.5	76.8	295.0	3.84	82.7	105.5	81.6	38.1
	增加(%)	18	67	34	225	169	217	17	81	224	343	106
塬 面 (李巨海)	对照	3.15	5.9	2.21	13.8	25.5	90.5	3.55	66.8	31.8	15.4	22.6
	挖沟	3.16	6.4	2.28	14.5	27.6	108.8	3.94	41.4	54.7	26.5	26.2
	增加(%)	0	8	3	5	8	20	11	-38	72	72	16

由于该施肥技术措施的效果远远超出了常规施肥的效果,有必要研究其功能机理。该试验就是结合生产实践,从土壤水分状况、土壤养分变化、根系分布规律等方面全面研究超深沟施肥对旱作苹果园的影响,从而为公正地评价这一果树施肥技术措施提供了科学依据。我们首先从土壤水分状况方面评价深沟施肥的效果。

## 一、深沟施肥具有巨大的蓄水和保水功能

### (一)对季节含水量的影响

1991年5月份总降雨量为104.4mm,高于多年该月平均降雨量54.2mm的93%,为一个丰水月。该期挖沟处理果园比对照果园土壤含水量平均高出22.8%;1991年6~8月份的总降雨量为90.4mm,占多年该期平均降雨量261.3mm的34.6%,为百日大旱,这时挖沟的果园土壤含水量比对照果园高出48.9%。特别是在旱季,未挖沟的果园土壤含水量为10%左右,个别已接近凋萎湿度。以该土壤的凋萎含水量8.6%计算,在旱季,挖沟果园的土壤有效水含量比对照果园高11倍多。

### (二)挖沟对果园土壤水分总量的影响

黄绵土和黑垆土质地均一,土体导水性能良好,因而不仅耕层、根层土壤含水量的大小决定植物的生长发育,而且与深层土壤进行着频繁的水分交换。因此,土壤含水总量对植物生长发育有着十分重要的意义。按1.5m深土层计算,挖沟果园在丰水月每亩可以多蓄水44t,在旱季每亩可增加保水50t。

表2 挖沟施肥对果园土壤含水量的影响

土层 (cm)	挖 沟				对 照			
	容 重 (g/cm <sup>3</sup> )	孔隙度 (%)	含水量(%)		容 重 (g/cm <sup>3</sup> )	孔隙度 (%)	含水量(%)	
			日期(月、日)				日期(月、日)	
			05 29	08 16			05 29	08 16
0~30	1.22	45.3	19.0	13.1	1.31	38.3	21.1	8.9
30~60	1.03	54.8	23.6	12.1	1.27	40.1	22.8	7.8
60~90	0.99	58.2	21.6	12.8	1.26	41.8	13.9	8.7
90~120	1.15	48.5	20.6	13.9	1.26	42.8	13.4	9.3
120~150	1.28	43.2	20.0	14.9	1.33	32.9	14.3	10.3
平均		50.0	21.0	13.4		39.2	17.1	9.0

注:1989年秋挖施肥沟,水分测定值为1991年数据。

从表2可以看出,至1.5m深,两者土壤含水量仍有较大差异。据实测,5龄苹果树根系深度一般在3m以上,最深达4.5m。若以根系全层计算,上述差值也将翻番,达到或接近每亩100t,相当于两次中度灌溉。

### (三)深施肥沟的蓄水机制

从表1可以看出,挖施肥沟的果园,沟区土壤容重变小,土壤孔隙度绝对值增大了11%。土壤孔隙是接纳雨水的储水空间,11%的有效空隙可以使1m深土层多容纳110mm的降雨量。4m行距的果园,每行挖一道1m宽的通沟,可以多容纳28mm的降水。这就是说,对于黄土高原沟坡梯地果园,采用这种施肥技术措施形成了一道道的储水库。按6h内导水率3cm/h计算,可以满足70年一遇的

一日最大降水量,保证水不下山,起到了保持水土的作用。由于沟区土壤疏松,土壤毛管时常被大孔隔断,在旱季形成土壤水分的不连续蒸发。这样,产生多数的“瓶颈口”效应,降低了地面水分蒸发损失,形成了良好的蓄水保水功能。

## 二、挖沟对接纳雨水和根系吸水的影响

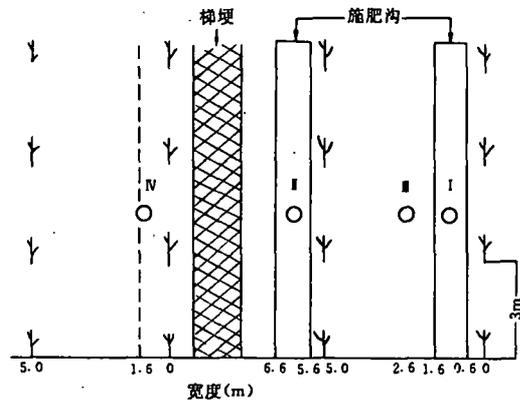
为了探索挖沟对雨水在土层中分配的影响,在沟区和沟外区设定点定期测定土壤含水量,样点布设见附图,测定数据见表3。

表3 挖沟果园土壤水分变化(%)

土层 (cm)	沟 内 (%)					沟 外 (%)				
	日 期 (月、日)									
	05 29	07 04	08 16	10 24	11 29	05 29	07 04	08 16	10 24	11 29
0~30	18.97	8.52	13.08	12.0	12.25	22.09	15.00	9.21	11.6	11.92
30~60	23.62	14.40	12.10	12.3	11.95	22.44	17.07	11.65	11.5	11.68
60~90	21.64	15.66	12.85	12.0	11.73	22.08	17.35	11.70	11.3	11.66
90~120	20.63	16.16	13.92	12.5	12.34	22.98	18.05	12.97	11.7	12.22
120~150	20.00	18.05	14.90	13.0	12.98	18.95	18.19	14.41	12.3	12.72
平均	20.98	14.56	13.36	12.36	12.26	21.32	17.09	11.99	11.69	12.04

### (一)施肥沟对雨水的接纳能力

从表3可以看出,在5月27日至5月28日的一次降水过程中,试区降水29.5mm,5月29日测定,沟区1.5m深土层剖面土壤含水量均匀,平均值为20.98%;沟外剖面土壤含水量在1.2m以上高于同深度的沟区剖面,下层稍低,全层土壤含水总量最高。在表2中,未挖沟的果园,以60cm深为界,上下土层含水量有一个突变,绝对含水量相差9%,相对值相差60%。这就说明,这次降水在未扰动的土体中入渗深度少于60cm。但挖沟处理的果园沟区1.5m全剖面无明显差异,说明在沟区雨水已入渗到1.5m深土层以下。在挖过沟的果园中,即在距沟区外1m处的剖面,雨水也入渗到1.2m以下。说明沟内水分的增加并非由于掠夺了沟外土表的降水所致,而是带状开沟,全园受益。



附图 测点布局示意图

根据 Arga 和 Pariss1981年的土壤非饱和导水理论

$$\psi = 2V \cdot \cos\theta' / \rho_w \cdot g_{ri}$$

式中: $\psi$  为土壤水势;  $V$  为表面张力;  $\theta$  为接触角;  $\rho_w$  为水密度;  $g_{ri}$  毛管半径。

由于相联毛管的水势取决于最小孔径,取  $\rho_w = 1$ , 则  $\lim_{\theta \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n \psi = 2V/g_{ri}$  毛管的孔径  $g_r$  又是容重的幂

函数,  $V$  为土壤含水量的函数, 也就是说土壤导水率与容重成幂函数关系。据李开元实测, 在容重相同的情况下, 中壤土在低吸力下的导水率是高吸力下导水率的1 000倍。基于以上两方面的因素, 作者认为, 由于施肥沟内土壤容重很小, 相应地有效孔隙度很大(60%以上), 先将雨水迅速接纳入沟, 再通过侧渗、下渗而使全果园受益, 起到了一个蓄水库的作用。

### (二)根系吸水特征

从表3还可以看出, 当土壤含水量充足时, 苹果根系主要从近树处吸水, 随着早期持续, 远处和深处含水量也逐步降低。5月29日至7月4日的降水量稍低于历年平均值, 为历年平均值的88.6%, 而且初始土壤含水量在田间持水量的80%以上。该期近树的沟区土壤平均含水量绝对值下降了6.42%, 而远树的沟外(距树2.5m)土层含水量绝对值平均下降了4.23%, 二者有效水相差100t/亩多, 下降的趋势均以上层为多。1991年为大旱年, 年降水量仅为历年平均值的62.7%。其中6月至10月份的旱象最为严重, 5个月的降水量为161.2mm, 仅占历年平均值422.3mm的38.2%, 该期恰是苹果的生长季节, 过度的干旱使土壤含水量迅速降低而得不到应有的补充。据报导, 当黄绵土含水量小于12%时, 土壤水势的负值大于15个大气压。这时苹果根系必然产生吸水困难, 就会向含水量较高的远处和深处延伸, 以吸取足够的水分。至10月24日, 沟内含水量全层稳定在稍大于或等于12%, 而远树处却低于此数值。说明旱情发展后期, 植物主要吸收根已延伸到远处。这时远树处的植物吸收根量大于近树处。根系调查研究结果将另文报导。

## 三、不同地形果园挖沟后的增水效果

高原沟壑区已开发的土地主要在塬面和梁坡, 就果园而言, 则以梁坡地为主, 各种土地类型都有分布。土壤类型随地形呈显域分布, 塬面多为黑垆土, 梁顶和梁坡多为黄壤土和黄绵土。果园一般在初建时已进行了土地平整, 故而微地形差异不大, 它们之间的差异是由大地形及与之相对应的土类、小气候等差异构成。为了研究深挖沟措施对不同地形果园产生的水分效应, 作者于大旱的1991年7月中旬对不同地形果园按挖沟与否进行土壤含水量的对比调查, 结果见表4。

表4 不同地形果园挖沟后增水效应

土 层 (cm)	土 壤 含 水 量 (%)							
	挖 沟				对 照			
	塬 面 (李巨海)*	梁边坡 (尚昌兴)	坡 台 (李万福)	平 均	塬 面 (李巨海)	梁边坡 (尚昌兴)	坡 台 (李万福)	平 均
0~30	9.73	8.62	12.36	10.24	10.02	6.83	7.30	8.05
30~60	17.99	11.92	16.25	15.39	12.96	9.20	9.30	10.49
60~90	20.07	16.24	18.01	18.11	14.97	11.13	10.64	12.25
90~120	19.80	12.72	18.85	17.12	16.21	12.36	15.38	14.65
120~150	17.85	10.32	18.57	15.58	16.96	10.04	16.94	14.65
平均	17.09	11.96	16.81	15.29	14.22	9.91	11.91	12.01
增加(%)	20.2	20.7	41.1	27.3				

注: \*户主名

从表4可以看出,挖沟的果园均比相应的对照土壤含水量明显增加,平均提高了27.3%,每亩平均增加有效水30t以上,其中塬面和梁坡地果园增加相近,为20%,坡台地增加40%以上。在大旱之月,未挖沟果园,1m以上土层含水量已相当低,有些接近凋萎系数,而挖沟果园平均含水量仍在15%左右,起到了旱年不显旱的特殊效果。说明沟坡梯地果园挖沟施肥具有明显的保水作用。

#### 四、小结与建议

1. 旱作苹果园深沟施肥使土壤容重降低,孔隙度增大,增加了水分入渗速率和储水空间,起到了果园水土保持的作用。

2. 果园深沟施肥具有较强的蓄水保水功能,丰水月每亩可以多蓄水分45t,旱季每亩可以多保水50t。在黄土高原沟壑区沟坡梯地上效果尤为明显,应当大力推广。

3. 为了扩大深沟施肥的蓄水保水功能,应隔年在果树行另一侧挖同样的施肥沟,逐年更换方向,向外扩展,最后达到全园深翻,全园受益。