

# 荒漠旱区梨园秸秆覆盖的节水效应及对梨树生长结果的影响

赵长增<sup>1,2</sup>, 陆璐<sup>1,2</sup>, 陈佰鸿<sup>1</sup>

(1 甘肃农业大学; 2 中国热带农业科学院)

**摘 要:** 1996~1998 年对干旱荒漠地区梨园覆盖秸秆后的节水效应研究表明: 覆秸秆后能从整体上提高 0~60 cm 土层土壤含水率 1.8%~3.6%, 提高最大幅度出现在该区旱季, 此时覆盖树土壤含水率为 10.3%~13.6%, 而对照已处轻中度水分亏缺状态。根系因此生长加速, 总根量增加 66~88 条/m<sup>2</sup>, 树体水分状况得到相应改善, 发育枝的含水率与水势分别提高 0.87%~1.33% 和 0.26~0.35 MPa; 叶片含水率与水势分别提高 1.28%~2.07% 和 0.31~0.42 MPa; 叶绿素含量增加 19.4%, 光合速率提高 18.1%。果实生长加速, 果实纵径和横径平均日生长量增加 0.07 mm 和 0.058 mm, 果实纵径快速生长期延长 15 d 左右, 单果质量增加 17~24 g, 在覆秸秆树挂果数不超过对照树 12% 时, 均可增大果实体积。

**关键词:** 梨树; 秸秆覆盖; 节水; 果实生长

中图分类号: S152.7+5

文献标识码: A

文章编号: 1002-2689(2002)04-0032-05

干旱荒漠地区开展果树生产, 水分不足是其限制因子。采取切实可行的节水栽培技术, 通过减少土壤水分蒸发, 提高土壤的蓄水、保水和供水能力, 进而提高果树对水分的利用率, 既是该区农业科学研究的中心内容, 也是实现果树优质高效生产的可靠途径。节水栽培技术形式多种多样, 秸秆覆盖作为一种重要的节水措施, 对苹果等果树的生长与结果产生的促进作用已被人们重视、研究和应用<sup>[1-5]</sup>。但这些研究多集中在黄土高原及黄河中下游地区, 对秸秆覆盖后土壤水分、温度及肥力的效应研究也仅限于 0~20 cm 土层。而在降水稀少, 土壤蒸散量大, 水源缺乏的荒漠地区, 果树有关该方面的研究则很少。本研究旨在对覆盖秸秆梨园表层至深层土壤(0~60 cm)水分和温度状况, 梨树枝条和叶片水分状况, 叶绿素含量和光合速率, 以及果实生长发育变化的比较测定, 为指导生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况与材料

试验区位于 37°40'N, 103°40'E 的腾格里沙漠南缘绿洲农业生产区, 甘肃省古浪县供销社园艺场进行。年降水量 215 mm, 年蒸发量 2 060 mm, 年均温 8.0℃, 10℃积温 3 000℃, 无霜期 152 d, 干燥度 3.0~4.0。4~10 月日照总时数 2 852 h, 土层厚 40~100 cm, 但因靠近沙漠, 砂壤土层中夹有沙层。有灌溉条件, 但灌水时期、灌水量难以保障果树需求。试验于 1996~1998 年进行, 选择生长健壮, 生长

势一致的 12 年生苹果梨 (*Pyrus bretschneideri* Rehd) 为试材, 杜梨 (*Pyrus betulifolia* Bge) 砧, 株行距 3 m × 5 m。

### 1.2 方法

试验设覆秸秆为处理, 不覆秸秆为对照。春季萌芽前灌水并施入速效性氮肥, 萌芽后(1996 年 4 月中旬)在果树行内覆盖 20~25 cm 厚度的小麦秸秆, 秸秆以切成碎段为好。覆盖范围大于树冠外缘 30 cm 左右, 并零星盖少许土以防大风吹走秸秆。覆盖面积 680 m<sup>2</sup>。单株小区, 随机排列, 重复 5 次。对照面积 750 m<sup>2</sup>, 实行清耕, 整个试验期间不再进行灌溉外, 其它同常规管理。

土壤含水量用烘干法测定。土样从树冠外围 0~20, 20~40, 40~60 cm 三个土层分别采取, 从 5 月下旬至 9 月下旬, 每半月测定 1 次。

发育枝选取树冠外围南向生长中庸的枝条, 每株 5 枝。叶片选自生长中庸枝条中部的成熟叶, 每株 5 片。用刀片切取后立即装入盛有冰块的冰瓶中, 带回实验室测定。取样时间为上午 8:00~9:00。果实发育测定为 6 月上旬至 9 月上旬。定果挂牌, 每 5 d 测量 1 次其纵横径。

发育枝和叶片的含水量用烘干法测定, 水势用压力室法测定, 叶绿素含量用丙酮乙醇混合液法, 光合速率用 GXH 2305 便携式红外线分析器测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 覆秸秆后土壤水分的变化

表 1 结果表明, 秸秆覆盖后提高了土壤的含水率, 在整个生长期, 使梨树根系集中分布区域 0~60 cm 土层的含水率明显高于不覆盖树。其中以 5、

收稿日期: 2001-10-23

作者简介: 赵长增, 硕士, 在职博士生, 副教授, 兰州市 甘肃农业大学园艺系, 730071

6 月的保水效果最好, 土壤含水率比对照分别高出 3.6% 和 3.1%。据测定, 该区土壤含水率在 7.0% ~ 8.5% 为土壤水分中度亏缺程度, 8.6% ~ 10.0% 为土壤水分轻度亏缺程度, 10.1% ~ 16% 为适宜土壤水分含量。此期正值该区旱季, 不覆盖树已处土壤水分轻度、或中度亏缺条件下, 而覆盖树尚属适宜土壤含水量范围, 从而大大缓解了生长中经常出现的水分供需矛盾。7~ 9 月, 覆秸秆的土壤含水率仍然高出对照 1.8% ~ 2.8%, 但增高幅度较前期小, 表现出明显的季节性变化。

表 1 覆秸秆后土壤水分变化(1996)

Table 1 Variation of water content with straw mulching						
土层厚度 öcm	处理	各期土壤含水率ö%				
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
0~ 60	覆秸秆	13.6	10.3	16.2	50.0	11.8
	对照	10.0	7.2	13.4	12.2	10.0
0~ 20	覆秸秆	12.5	11.6	15.5	16.4	11.7
	对照	7.3	6.7	13.2	12.7	9.3
20~ 40	覆秸秆	10.7	8.4	16.4	15.0	12.3
	对照	9.7	6.4	12.8	13.3	9.7
40~ 60	覆秸秆	17.6	11.7	14.9	13.6	11.2
	对照	13.0	8.4	13.3	10.5	10.9

出现这种变化的原因与梨树生长状况和当地的气候条件有关。从整个生长期看, 覆秸秆后前期的保水效果比后期明显增强, 和对照相比, 土壤含水率提高幅度较大。因为梨树生长初期, 新梢生长速度缓慢, 枝叶量小, 遮荫面少, 土壤裸露面积大, 加之该区干燥多风, 果园蒸散以地面蒸发为主, 蒸发量大。而覆秸秆后则有效地抑制了土壤水分的蒸发, 土壤含水率明显增多, 增强了土壤蓄水保墒的能力, 改善了土壤和果树间的水分供需关系, 促进梨树早期的新梢生长与果实发育。随着新梢的旺盛生长, 枝叶量迅速增加, 叶幕逐渐加厚, 对地面的遮荫作用加强, 果园蒸散变为以果树蒸腾为主。又因覆盖后含水率的提高, 树体生长旺盛, 蒸腾耗水多, 致使生长后期覆秸秆与对照间的土壤含水率差异减少。

对不同土层深度含水率的测定表明(表 1), 覆秸秆对土壤水分的影响深达 60 cm, 与对照相比, 5~ 9 月间 0~ 20 cm, 20~ 40 cm 和 40~ 60 cm 三个

不同土层的含水率均有所提高, 其平均提高幅度分别为 3.42%, 2.04% 和 2.18%。从整体上改善了土壤的水分状况, 其中提高幅度最大时期在 5、6 月, 0~ 20 cm 土层土壤含水率比对照分别高出 5.2% 和 3.9%, 20~ 40 cm 高出 1.0% 和 2.0%, 40~ 60 cm 高出 4.6% 和 3.3%, 使得荒漠地区旱情严重季节根系集中分布区域土层的土壤水分处于梨树适宜的需水范围。有利于根系的生长和对水分、矿质营养元素的吸收利用。

2.2 覆秸秆后土壤温度的变化

对生长期不同土层深度土壤温度的测定结果表明(表 2): 15、25、35 和 45 cm 土层土壤温度, 5~ 7 月间因覆秸秆阻隔回升较慢均低于对照, 表现“降温”效应。其中以 15 cm, 25 cm 土层的差异最大, 与对照相比, 5 月分别低 7.9 和 4.9, 6 月分别低 5.1 和 3.7。但 35 cm 和 45 cm 土层土壤温度与对照间差距较小。7 月以后, 不同土层的土壤温度逐渐高于对照, 并且一直持续到休眠期, 表现“增温”效应。对果树来说, 前期土壤温度虽低于不覆盖树, 但已处于根系最适温度范围, 无不利影响, 相反, 还因偏低的土壤温度延缓早期生长速度, 避免或减轻可能出现的晚霜危害。后期的增温效应, 有利于根系生长, 吸收营养物质和合成转化营养物质能力加强。也有利于树体的安全越冬。

表 2 覆秸秆后不同土层深度土壤温度的变化( ) (1996)

Table 2 Variation of soil temperature under various depth of soil after straw mulching								
土层厚度 öcm	处理	测定时期						
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	
15	覆秸秆	13.4	15.5	18.6	18.3	16.0	12.1	
	对照	21.3	20.6	21.7	18.4	15.9	9.1	
25	覆秸秆	12.8	14.6	17.9	17.9	15.7	12.3	
	对照	17.7	18.3	20.0	17.5	15.0	9.4	
35	覆秸秆	12.9	14.5	17.3	18.4	16.4	13.2	
	对照	16.0	17.0	19.3	17.7	15.5	12.4	
45	覆秸秆	12.2	14.0	17.3	18.0	16.3	13.3	
	对照	15.0	16.2	18.5	18.0	16.0	12.7	

2.3 覆秸秆后根系生长和分布的变化

表 3 覆秸秆对梨树根系生长与分布的影响

Table 3 Effect of straw mulching on root growth and distribution of pear								
时期 ö年2月	处理	不同土层深度根系垂直分布数量ö条					总根量 ö条·m <sup>-2</sup>	增加量 ö条·m <sup>-2</sup>
		0~ 20 cm	21~ 40 cm	41~ 60 cm	61~ 80 cm	81~ 100 cm		
1996210	覆秸秆	28	39	58	38	7	170	66
	对照	10	24	43	34	5	116	
1997210	覆秸秆	36	53	66	56	13	224	84
	对照	13	27	51	39	10	140	

从表 3 可知,覆秸秆对果树根系的生长和分布有明显影响,根系总量增加,并随覆秸秆时间的延长,发根量有增加的趋势。和对照相比,覆秸秆 1 年根系总量增加 66 条 $\text{dm}^{-2}$ ,连续覆盖 2 年增加 84 条 $\text{dm}^{-2}$ ,且根系分布有上移现象。0~ 20 cm 和 21~ 40 cm 土层根系的分布量明显增多,分别比对照增加 18~ 23 条和 15~ 25 条。新增根系主要是直径不足 2 mm 的小根,除大量分布在 0~ 40 cm 土层外,在 41~ 70 cm 土层也有相当分布,而对照以 30~ 60 cm 土层分布较多。直径 2~ 5 mm、5~ 10 mm 和 10 mm 以上的根,覆秸秆与对照在分布上无明显区别,都以 40~ 70 cm 土层分布较多,根量覆秸秆多于对照。值得注意的是覆秸秆树根系很少有死根,而不覆盖树根系的死根数量较多,且多为直径不足 2 mm 的小根。而臧清秋在山东的试验,贾定生在甘肃天水的试验却未见死根象。这可能是由于荒漠地区不覆盖果园根际土壤干旱往往伴随高温,新根生长首先受影响,当旱象加剧时造成幼嫩根死亡的原因。

#### 2 4 覆秸秆后枝条和叶片含水率与水势的变化

表 4 覆秸秆对梨树体水分状况的影响					
Table 4 Effect of straw mulching on water content and water potential of pear					
测定时期	处理	发育枝 含水率 $\%$	叶含水 率 $\%$	发育枝 水势 $\text{MPa}$	叶水势 $\text{MPa}$
1996208	覆秸秆	30.73	49.61	-2.46	-2.13
	对照	29.96	48.33	-2.72	-2.44
1997205	覆秸秆	31.16	50.12	-2.39	-2.10
	对照	29.83	48.05	-2.76	-2.52

从表 4 可以看出,覆秸秆后 4 个月和 13 个月,梨树发育枝和叶片的含水率与水势均高于对照,并随覆盖时间的延长提高幅度增大。覆盖 4 个月,叶片和发育枝含水率分别高出对照 1.28% 和 0.87%,水势分别高出 0.31 MPa 和 0.26 MPa,覆盖 13 个月时,叶片和发育枝含水率分别提高 2.07% 和 1.33%,水势提高 0.42 MPa 和 0.35 MPa。树体的含水率与树体水势在一定范围内存在相关性,而树体的含水率在一定范围内又与土壤含水率之间存在正相关。由于覆秸秆后改善了土壤水分和温度状况,使根系生长加速,新生根数量增加,因此,吸收功能应当加强,相应提高了树体的含水量和水势。

#### 2 5 覆秸秆后梨树叶绿素含量和光合速率的变化

叶绿素含量在生长期中呈前期低后期高的趋势(表 5)。其中 8 月最高,9 月开始下降,但覆秸秆树的叶绿素含量从 5 月至 9 月均高于对照,其中旱情较重的 5、6 月,叶绿素含量分别高达 4.918  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}$  和 6.159  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}$ ,而对照仅有 3.580  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}$  和

5.128  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}$ ,差异达极显著水平,7 月二者差异仍达显著水平,而在旱情减轻的 8、9 月,二者叶绿素含量差异缩小,均未达显著水平。

叶绿素含量的增高,在一定范围内将会导致光合速率的提高,从表 5 可知,覆秸秆后光合速率比对照提高 18.1%,但差异却不显著,这可能和梨树在轻度水分亏缺下具有较强的渗透调节作用有关。

表 5 秸秆覆盖对梨叶片叶绿素含量和光合速率的影响(1997 年)						
Table 5 Effect of straw mulching on chlorophyll content and photosynthetic rate of pear in 1997						
处理	叶绿素含量 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}$					光合速率 $\text{mg}\cdot(\text{dm}^2\cdot\text{h})^{-1}$
	05225	06225	07228	08228	09225	
覆秸秆	4.918A	6.159A	6.435a	8.746a	5.821a	25.31
对照	3.580B	5.128B	5.573b	8.284a	5.293a	21.43

#### 2 6 覆秸秆后对果实生长的影响

对果实生长动态的测定表明(图 1),苹果梨果实纵、横径的发育曲线趋势相同,但覆秸秆树果实生长势明显强于对照,其果实生长发育曲线急迫,而对照则平缓,这一差别在果实发育后期表现愈加明显。从 6 月 10 日~ 9 月 10 日,覆秸秆树果实的纵、横径生长速率都大于对照,纵、横径日平均增长量分别为 0.519 mm 和 0.625 mm,而对照仅为 0.443 mm 和 0.537 mm。纵、横径生长量相同的时期覆秸秆树出现在 7 月 5 日左右,而对照出现在 6 月 20 日左右,这说明覆秸秆树果实纵径迅速生长期较对照延长了 15 d。由于早期果实体积的大小与成熟期的大小呈高度正相关,而早期果实的生长主要是纵径快速生长,覆秸秆树果实纵径迅速生长期的延长意味着早期果实体积迅速增大的时期加长,这对增大果个和提高果实质量具有重要作用。

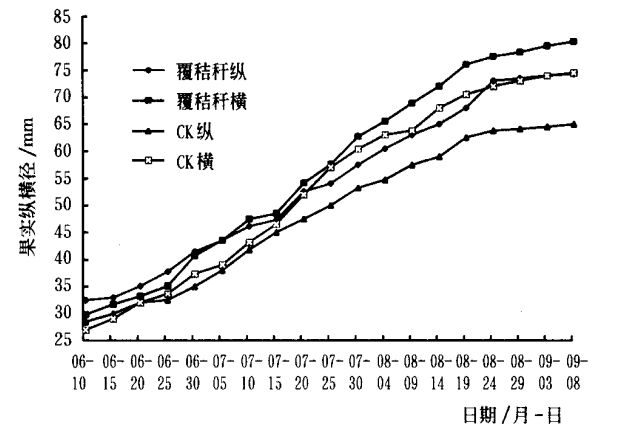


图 1 梨果实生长曲线(1997)  
Fig 1 Growth curves of fruit width and length in 1997

表 6 覆秸秆对梨果实单果质量的影响  
Table 6 Effect of straw mulching on mass  
of single pear fruit

年份	处理	不同单株留果数及其单果质量ög					
		100 ± 10	130 ± 10	160 ± 10	190 ± 10	220 ± 10	250 ± 10
1997	覆秸秆	258	252	242	223	208	196
	对照	241	234	219	204	188	172

果实大小受多种因素制约, 其中单株留果数是  
最重要的因素之一。从表 6 可知, 在单株留果数相同

表 7 在单株不同留果数下梨果实单果质量的变化

Table 7 Variation of single fruit weight in pear under various fruits each free

年份	处理	(单果质量ög) ö(单株留果数ö个)					
1997	覆秸秆	248ö178	211ö216	194ö257	174ö313	151ö346	148ö356
	对照	243ö156	197ö204	181ö238	166ö290	161ö298	155ö310

3 结论与讨论

覆秸秆能有效抑制土壤水分蒸发, 提高土壤含  
水率, 这种节水效应在苹果上已起到显著的增产作  
用, 但因各地气候、土壤条件的差异及覆盖时期不同  
等多种因素的影响, 覆秸秆的效果不完全一致。贺小  
娟<sup>[4]</sup>、许明宪<sup>[5]</sup>等分别在山西、陕西对 0~ 20 cm 土  
层的研究表明, 覆秸秆具有较强的保水效应。本研究  
对 0~ 60 cm 土层分 0~ 20 cm, 21~ 40 cm, 41~ 60  
cm 三个不同厚度对覆秸秆的保水效应研究发现, 覆  
秸秆后 5~ 9 月间, 各个土层的含水率均高于对照,  
能从整体上提高 0~ 60 cm 土层土壤的含水率。含水  
率提高幅度的最大时期正值荒漠地区的干旱季节,  
同时也是梨树大量需水时期, 可使干旱地区有限的  
土壤水分供应于果树需水最迫切的时期, 提高了梨  
树的水分利用率。我们对梨树体水分状况的测定表  
明, 叶片含水率提高 1. 28% ~ 2. 07%, 水势提高  
0. 31~ 0. 42 MPa, 发育枝含水率提高 0. 87% ~  
1. 33%, 水势提高 0. 26~ 0. 35 MPa。这进一步说明  
了由于覆秸秆后提高了根系集中分布区域土壤的含  
水率, 新生根大量增加, 吸收功能加强, 相应提高树  
体内的含水率。冯锦泉<sup>[1]</sup>在山西对苹果的试验结果  
也有此趋势, 但提高幅度较小。可见, 越是干旱缺水  
的地区覆秸秆的节水效应越明显。

树体水分状况的改善, 有利于叶绿素的合成, 光  
合产物的积累和果实的生长发育, 水分亏缺, 对梨果  
实早期的细胞分裂影响尤为突出。据报道, 覆秸秆后  
苹果的叶绿素含量提高 14. 38%, 光合速率提高  
16. 7%<sup>[11]</sup>, 梨灌溉园与轻度水分亏缺下相比, 光合速  
率提高 13. 1%<sup>[6]</sup>, 覆膜后梨果实单果质量增加 15~  
20 g<sup>[17]</sup>。本试验结果表明, 覆秸秆后梨树叶绿素含量

时, 覆秸秆树的单果质量较对照增加 7. 5% ~  
13. 9%, 单果质量绝对增加值为 17~ 24 g, 具有明显  
增大果形的作用。在覆秸秆树挂果数不超过对照树  
12% 时均可增大果形(见表 7), 但随单株挂果数的  
增加单果质量逐渐减少, 而当覆秸秆树挂果数超过  
对照树的 12% 时果实明显变小, 不再表现增大果个  
的作用。苹果梨属大型果, 因此, 要增加单果质量并  
提高果实的级别, 在覆秸秆的同时, 还必须考虑与树  
体状况相适宜的挂果数才能收到满意效果。

提高 19. 4%, 光合速率提高 18. 1%, 果实生长速率  
加快, 果实纵径和横径日平均增长量分别比对照增  
加 0. 07 mm 和 0. 058 mm, 延长果实纵径大于横径  
的生长期 15 d 之久, 单果质量增加 17~ 24 g。

须指出, 覆秸秆后土壤前期低温在荒漠地区虽  
然有利于梨树避免或减少霜冻, 但只有在把握好适  
宜覆盖时期的条件下才能达到理想效果。覆盖过早  
因土温回升缓慢, 使生长受阻, 往往给生产带来不利  
影响。本研究认为: 在芽膨大后萌动前夕至萌芽期覆  
秸秆较为适宜, 虽然土温偏低, 但已达根系生长适  
温, 对生长无不利影响, 还可减少霜冻。另外, 试验中  
还注意到, 春季覆秸秆后冬季不撤除覆盖物, 次年梨  
树萌芽开花时期仅比不覆盖树延迟约 3~ 5 d, 未见  
到因春季过早覆盖出现生长发育延迟的不良现象。  
这很可能与覆秸秆后越冬期间果园土壤冻土层厚度  
减少有关, 确切原因尚待进一步探索。

[参 考 文 献]

[1] 冯锦泉, 王中英. 秸秆覆盖对苹果树叶片几项生理指标  
的影响[J]. 果树科学, 1996. 149~ 152  
[2] 贾定生. 旱地果园覆草对土壤及果树生长的影响[J].  
甘肃农业科技, 1998(增刊). 56~ 58  
[3] 程来亮, 罗新书. 覆膜对苹果树叶片光合速率日变化的  
影响[J]. 果树科学, 1991, 8(3): 135~ 138  
[4] 贺小娟, 王中英. 覆盖对苹果年周期内水分代谢的影响  
[A]. 见: 韩振海主编. 中国科协青年学术会园艺学论  
文集[C]. 北京: 北京农业大学出版社, 1995. 41~ 44  
[5] 许明宪. 果树地面覆盖的生理生态效应及经济效益  
[J]. 干旱地区农业研究, 1998, (2): 55~ 67.  
[6] 童德中, 高先萍, 杨家洪等. 梨树在自然水分亏缺下的  
生理反应[J]. 园艺学报, 1997, 24(4): 313~ 318  
[7] 张上隆, 杨宗鑫, 方建平. 地膜覆盖对梨果实生长发育  
及品质的影响[J]. 园艺学报, 1988, 15(1): 1~ 6

- [8] Li S H. Response of peach tree growth and cropping fruit development[J]. J Hort Sci, 1989, 64(5): 541~552  
to water soil deficit of various phenological stages of

## Effect of Straw Mulching on Water Saving and Pear Growth in Arid Desert Areas

Zhao Changzeng<sup>1,2</sup>, Lu Lu<sup>1,2</sup>, Chen Baihong<sup>1</sup>

(1. Department of Horticulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. National Key Biotechnology Laboratory, South China Academy of Tropical Crops, Haikou 571101, China)

**Abstract:** Straw mulching as one of the important water saving measures was adopted in this experiment of pear tree in arid desert area during 1996 to 1998. The results showed that soil water content (SWC) in a depth of 0 to 60 cm was increased by 1.8% to 3.6% with straw mulching. The highest increased SWC occurred in drought season, with its range from 10.3% to 13.6% for treatment while that for CK was under water deficiency. Roots grew strongly and increased to 66 to 88 item  $\text{cm}^{-2}$ . The corresponding water content was increased by 1.28% to 2.07% and 0.87% to 1.33%, and water potential by 0.31 MPa to 0.42 MPa and 0.26 MPa to 0.35 MPa in blade and vegetative shoot, respectively. Both chlorophyll content and photosynthetic rate increased by 19.4% and 18.1%, respectively. As a result, fruit growth enhanced and average increment of both fruit length and width increased by 0.07 mm and 0.058 mm respectively. Single fruit weight increased by 17 to 24 g, and the fruit size increased when the number of fruit per tree did not exceed 12% compared with that without straw mulching.

**Key words:** pear tree; straw mulching; water saving; fruit growth