

网络出版时间:2012-09-25 10:05

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120925.1005.003.html>

不同覆盖方式对砀山酥梨园土养分及果实品质的影响

伊兴凯¹, 张金云¹, 高正辉¹, 潘海发¹, 徐义流¹, 陈加红²

(1 安徽省农业科学院 园艺研究所, 安徽 合肥 230031; 2 安徽省砀山果园场, 安徽 砀山 235300)

【摘要】 **【目的】**探讨地面覆盖对砀山酥梨园土壤养分含量及果实品质的影响。**【方法】**在安徽省砀山县某砀山酥梨园中, 设置覆盖地膜、人工生草(人工种植毛叶苕子)、覆盖稻草与清耕(对照)4 种处理, 分别于试验进行的第 3 年和第 5 年, 采集 0~15 cm 和 15~45 cm 土层土样及成熟后果实样品, 测定土壤养分含量及果实的内、外品质, 研究不同覆盖方式对梨园土壤养分及果实品质的影响。**【结果】**覆盖第 5 年与第 3 年相比, 土壤养分大部分指标有所提高; 试验第 5 年, 在 15~45 cm 土层, 人工生草和覆盖稻草处理土壤速效磷含量分别较对照提高了 33.51% 和 65.52%。试验第 5 年, 覆盖地膜处理的果点密度比对照降低了 6.29%, 石细胞总含量降低了 16.75%; 覆盖稻草处理果点密度比对照提高了 13.62%, 石细胞总含量提高了 28.17%; 人工生草和覆盖稻草处理砀山酥梨单果果锈总面积分别比对照升高了 38.14% 和 96.91%。以上指标差异均达显著水平($P < 0.05$)。**【结论】**砀山酥梨园地表覆盖方式以人工生草和覆盖稻草为佳。

【关键词】 砀山酥梨; 覆盖方式; 土壤养分; 果实品质

【中图分类号】 S661.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)10-0161-06

Effect of different covering ways on the soil nutrition and fruit quality in Dangshansu pear garden

YI Xing-kai¹, ZHANG Jin-yun¹, GAO Zheng-hui¹, PAN Hai-fa¹,
XU Yi-liu¹, CHEN Jia-hong²

(1 Horticultural Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031, China;

2 Dangshan Orchard Farm of Anhui Province, Dangshan, Anhui 235300, China)

Abstract: **【Objective】** The research was conducted to investigate the effect of ground covering on soil nutrition and fruit quality. **【Method】** Four treatments of soil-film covering, artificial grass, haulm covering and cleanly planting were performed in five successive years at the ‘Dangshansu’ pear gardens in Dangshan, Anhui. **【Result】** The results suggested that most soil nutrition parameters of the fifth year were greatly improved when compared with that of the third year. On the fifth year, under the two treatments of artificial grass and haulm covering, the potassium contents in these two treatments were increased by respectively 33.51% and 65.52% between the 10 and 30 cm soil layer. And also on the fifth year, the main changed parameters that affected the quality of ‘Dangshansu’ pear were: the density of fruit spots and the number stone cells content were decreased by 6.29% and 16.75%, respectively, compared with the controls, and the two parameters were increased by 13.62% and 28.17%, respectively, in the treatment of haulm covering. Artificial cultivation of Vetch and rice straw mulching of ‘Dangshansu’ pear fruit rust

【收稿日期】 2012-03-01

【基金项目】 安徽省水果“115”创新团队项目(皖人才办[2011]2号); 安徽省农业科学院重点及新兴学科培育项目(12A0303); 财政部现代农业生产发展资金项目(皖农财[2009]297号)。

【作者简介】 伊兴凯(1978—), 男, 安徽阜阳人, 助理研究员, 在读博士, 主要从事果树栽培生理研究。E-mail: yxk79yl@163.com

【通信作者】 徐义流(1963—), 男, 安徽滁州人, 研究员, 博士, 主要从事果树育种及发育生物学研究, E-mail: yiliuxu@163.com

were higher than control by 38.14%, 96.91%. The parameters described above were significantly different compared with the untreated control ($P < 0.05$). 【Conclusion】 Generally speaking, the most available covering ways to improve the soil nutrition, fruit quality and production were artificial grass and haulm covering in mature ‘Dangshansu’ pear gardens.

Key words: Dangshansu pears; covering ways; soil nutrition; fruit quality

砀山酥梨原产安徽省砀山县,栽培历史悠久,是我国目前栽培面积最大的梨品种。砀山酥梨果园土壤以沙质土壤为主,保肥保水能力较差,肥料利用率低,加之长期以来该地区果园管理以清耕为主,导致土壤肥力下降,因此改善生态环境,探索新的地表覆盖模式,已成为砀山酥梨园生态系统可持续维护需要重点解决的问题。前人研究表明,果园地面管理系统是地面管理系统在果园的具体应用,其在果树周年管理中占有重要的地位^[1]。地面管理作为土壤管理技术之一,具有改善土壤空隙状况、蓄水保墒、培肥地力、减少水土流失、调节微域生态环境等功能^[2-5],是当前世界旱农地区广泛推广的一项耕作技术^[6],已成为世界上许多国家和地区广泛采用的土壤管理调控技术^[7]。然而,国内外有关果园地表覆盖的研究多集中于某一种覆盖方式的物理性状和生态效应分析方面^[8],而针对不同覆盖方式对不同土层养分及果实品质影响的研究则鲜见报道。为此,本试验以安徽故道地区的砀山酥梨园为对象,研究了梨园地表覆盖地膜、人工生草、覆盖稻草及清耕 4 种处理方式,对土壤养分及果实品质的影响,以期找到适宜故道地区果园土壤管理的最佳模式,为该区域果园土壤管理提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地设在砀山果园场六分场,该场地处东经 116°32′、北纬 34°30′,年平均日照时数为 2 480.6 h,年平均气温为 14.1 °C,有效积温 4 597.2 °C。供试土壤为黄河冲击物形成的潮土类泡沙土,其基本理化性质为:有机质 6.15 g/kg,全氮 0.11 g/kg,碱解氮 69.07 mg/kg,速效磷 12.07 mg/kg,全磷 0.14 g/kg,速效钾 66.14 mg/kg, pH 值 7.03。

1.2 试验设计

在同一梨园中,选择田间管理相同、基部多主枝疏散两层形树形、株行距 7 m×7 m、树势中庸偏上的 52 年生砀山酥梨植株为试材,其生长势、干周、层间距、冠高基本一致。试验于 2005—2010 年进行,设置梨园地表覆盖地膜、覆盖稻草、人工生草(人工

种植毛叶苕子)及清耕(对照)共 4 个处理。其中覆盖地膜:地表免耕,每年 3 月下旬(梨树花前)在树冠下南北铺设薄膜(薄膜为厚度 0.015 mm 的无色透明聚乙烯塑料膜);人工生草:2005-09 中旬人工种植毛叶苕子,播种量 30 kg/hm²,镇压后适度浇水;覆盖稻草:地表免耕,每年 3 月下旬将稻草用打草机打碎后覆盖于土壤表面,用量为 1.5 kg/m²;清耕:无任何覆盖措施,地表裸露。各处理以试验树为中心,设置单株小区,小区面积为 14 m×14 m,随机区组排列,4 次重复。各小区管理措施与大田一致。

1.3 土样的采集与测定

分别于试验实施的第 3 年(2008 年 10 月上旬)和第 5 年(2010 年 10 月中旬),在各小区的行间和株间,按“S”形布设 5 个采样点,每样点按 0~15 cm 和 15~45 cm 土层取样,每层取样品 0.25 kg。将各处理同一土层的样品混合均匀,用于测定土壤养分含量。

土壤有机质含量采用重铬酸钾-硫酸氧化法测定;全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定;碱解氮含量用碱解扩散法测定;全磷含量用高氯酸-硫酸消煮,钼锑抗比色法测定;速效磷含量用 0.5 mol/L 碳酸氢钠(pH 值 8.5)浸提-钼锑抗比色法测定;缓效钾含量用热硝酸浸提,水(mL)土(g)比 10:1,火焰光度法测定;速效钾含量用 1 mol/L 醋酸铵浸提-火焰光度法测定^[9]。

1.4 果实样品的采集与测定

果实成熟后(09-22),在每个小区,分别选择树冠东、西、南、北、内膛 5 个方位,随机各采摘 8 个果实作为样品,测定果实内、外品质;果点密度、果点直径测定:在果实的最大横径附近用直径为 1 cm 的打孔器打孔,在显微镜下计数、测量;光洁度指数计算^[10]:首先根据果面光洁程度确定相应的光洁度等级,分级标准见表 1,然后根据下式计算光洁度指数:光洁度指数=Σ(光洁度等级×该级果数)/(总果数×最高级数)×100%;果锈面积测定:在果锈表面贴一层透明纸,然后用铅笔沿果锈的边缘划线,再在透明纸上测算划线面积;单果质量用电子天平测定;可溶性固形物含量用 WYT-4 型手持糖度折光仪测定;可溶性糖含量用蒽酮试剂法测定;果实硬度

用 GY-1 型硬度计测定;总酸含量用 NaOH 滴定法^[8,11]测定;果肉中石细胞含量用冷冻法加酸解法^[8,11]测定;果心大小用游标卡尺测定。

表 1 砀山酥梨光洁度分级标准

Table1 Smoothness grading standard of Dangshansu pear					
光洁程度% Smooth and level	0~9	10~29	30~59	60~84	85~100
等级 Grade	0	1	2	3	4

表 2 不同覆盖方式对砀山酥梨园土壤养分含量的影响

Table 2 Effects of different covering methods on soil nutrient differences

处理 年限 Test time	土层/ cm Soil depth	处理 Treatment	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic matter	全 N/ (g·kg ⁻¹) Total N	碱解 N/ (mg·kg ⁻¹) Alkali- hydrolyzable N	速效 P/ (mg·kg ⁻¹) Rapidly available P	全 P/ (g·kg ⁻¹) Total P	缓效 K/ (mg·kg ⁻¹) Slowly available K	速效 K/ (mg·kg ⁻¹) Rapidly available K	pH
3	0~15	覆盖地膜 Soil-film covering	6.80 ab	0.128 a	76.03 ab	13.79 ab	0.152 ab	535.38 a	83.31 b	7.62 a
		人工生草 Artificial grass	7.63 a	0.091 a	85.52 a	14.88 a	0.188 a	548.29 a	92.08 a	7.61 a
		覆盖稻草 Haulm covering	8.12 a	0.122 a	80.23 ab	14.27 a	0.144 b	573.30 a	99.37 a	7.62 a
		清耕 Cleanly planting	6.89 b	0.104 a	66.48 bc	12.19 b	0.150 ab	502.33 a	70.02 c	7.07 a
	15~45	覆盖地膜 Soil-film covering	4.50 bc	0.108 a	71.61 a	15.23 ab	0.203 ab	454.54 a	72.42 a	7.85 a
		人工生草 Artificial grass	5.83 a	0.100 a	73.44 a	19.74 a	0.156 b	495.40 a	77.59 a	7.73 a
		覆盖稻草 Haulm covering	5.95 a	0.103 a	76.57 a	18.08 a	0.239 a	484.76 a	75.86 a	7.53 a
		清耕 Cleanly planting	5.04 ab	0.076 a	68.00 a	13.39 ab	0.170 ab	440.31 a	68.56 ab	7.13 a
	5	覆盖地膜 Soil-film covering	6.39 b	0.107 bc	89.13 b	16.76 ab	0.193 a	650.27 ab	86.14 c	7.49 a
		人工生草 Artificial grass	8.44 a	0.130 b	110.53 a	18.24 a	0.280 a	650.51 ab	110.78 b	7.13 a
		覆盖稻草 Haulm covering	8.46 a	0.157 a	109.96 a	18.84 a	0.203 a	747.60 a	145.59 a	6.73 a
		清耕 Cleanly planting	5.14 c	0.080 c	72.14 c	15.69 c	0.170 a	616.09 b	62.76 d	7.12 a
	15~45	覆盖地膜 Soil-film covering	4.91 ab	0.100 bc	67.90 bc	17.42 bc	0.193 a	604.15 b	71.41 b	7.65 a
		人工生草 Artificial grass	5.57 a	0.110 b	78.00 b	19.40 b	0.173 a	653.66 ab	94.77 a	7.23 a
		覆盖稻草 Haulm covering	6.65 a	0.130 a	103.85 a	24.05 a	0.243 a	704.98 a	116.90 a	7.13 a
		清耕 Cleanly planting	5.65 a	0.073 c	61.05 c	14.53 c	0.167 a	605.51 b	69.78 b	7.03 a

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note: The same column labeled with different letters indicate a significant difference($P<0.05$). The same as in the following table.

由表 2 可见,在试验第 3 年和第 5 年,在 0~15 cm 土层覆盖稻草处理有机质含量最高,分别较对照提高了 17.85%和 64.59%。试验第 3 年时,在 0~15 和 15~45 cm 土层各处理全氮含量差异均不显著,在第 5 年 0~15 和 15~45 cm 土层,覆盖稻草处理全氮含量均较高,分别较对照提高了 96.25%和 78.08%。在试验第 3 年和第 5 年,0~15 cm 土层人工生草处理的碱解 N 含量均最高,15~45 cm 土

层覆盖稻草处理的碱解氮含量均最高,两者较对照分别提高了12.60%和70.11%。在试验第3年,0~15和15~45 cm土层人工生草处理的速效磷含量均最高;而在第5年,0~15和15~45 cm土层覆盖稻草处理的速效磷含量均最高,15~45 cm土层人工生草和覆盖稻草处理的速效P含量较对照分别提高了33.51%和65.52%,差异达显著水平。除第3年的15~45 cm土层外,第3年0~15 cm土层及第5年0~15 cm和15~45 cm土层覆盖稻草处理的速效钾含量均最高。试验第3年与第5年,各处理与对照间全磷含量及PH值差异均未达显著水平,缓效钾含量差异大多未达显著水平。

试验实施第5年与第3年相比,有机质、全氮、全磷含量提升幅度最高的均为0~15 cm土层人工生草处理,分别提高了10.61%,42.86%和48.93%;碱解氮含量增加幅度最高的为0~15 cm土层覆盖稻草处理,提高了37.05%;速效磷、速效钾含量增加幅度最高的均为15~45 cm土层的覆盖稻草处理,分别提高了33.02%和54.10%;缓效钾含量增加幅度最高的为15~45 cm土层人工生草处理,提高了45.43%。

2.2 不同覆盖模式对梨果实外观品质及产量的影响

由表3可见,与对照相比,覆盖地膜处理的果点

表 3 不同覆盖模式对砀山酥梨果实外观及产量的影响
Table 3 Effects of different coverage models on fruit patterance

处理 Treatment	果点密度/ (个·cm ⁻²) Density of fruit dot	果点直径/mm Diameter of fruit dot	单果果锈 总面积/cm ² Fruit rust	光洁度/% Smoothness index	果形指数 Fruit shape index	优质果率/% High quality fruit rate	单果质量/kg Single fruit weight	折合产量/ (kg·hm ⁻²) Equivalent yield
覆盖地膜 Soil-film covering	27.35 c	1.23 a	0.83 c	83.4 a	0.986 a	78% a	0.289 ab	49 035 b
人工生草 Artificial grass	31.80 a	1.11 c	1.34 b	77.1 b	0.978 a	70% b	0.31 5a	51 465 a
覆盖稻草 Haulm covering	33.03 a	1.03 c	1.91 a	69.7 c	0.957 a	62% c	0.322 a	52 890 a
清耕 Cleanly planting	29.07 b	1.15 ab	0.97 c	79.3 b	0.974 a	65% c	0.267 b	47 580 c

2.3 不同覆盖模式对梨果实品质的影响

由表4可见,试验第3年,覆盖地膜处理的可溶性固形物含量较对照提高了7.16%,试验第5年,覆盖地膜、人工生草、覆盖稻草处理的可溶性固形物含量分别比对照提高了8.22%,5.48%和6.14%,差异均达显著水平。试验第3年,3个处理的可溶性糖含量与对照差异不显著;试验第5年,覆盖地膜、人工生草、覆盖稻草处理可溶性糖含量与对照差异显著,分别比对照提高了18.80%,15.14%和7.57%。果实硬度各处理与对照差异均不显著。试

密度降低了6.29%,人工生草和覆盖稻草处理的果点密度分别比对照提高了9.39%和13.62%,以上3个处理均与对照差异达显著水平。人工生草和覆盖稻草处理的果点直径较对照分别降低了3.48%和10.43%,且与对照间差异达显著性水平;而覆盖地膜处理果点直径明显增大,但与对照差异不显著。与对照相比,人工生草和覆盖稻草处理单果果锈总面积分别提高了38.14%和96.91%,且与对照差异达到显著水平。与对照相比,覆盖地膜处理的果实光洁度指数提高了5.17%,而人工生草和覆盖稻草处理较对照分别下降了2.77%和12.11%,3个处理与对照的差异均达显著水平。各处理的果形指数差异不显著。与对照相比,覆盖地膜和人工生草处理优质果率分别提高了20%和7.69%,差异显著;而覆盖稻草处理降低了4.62%,但与对照差异不显著。覆盖地膜、人工生草和覆盖稻草处理单果质量较对照分别提高了8.24%,17.98%和20.60%,其中人工生草、覆盖稻草处理与对照间差异达显著水平。通过调查各处理的单株产量,然后计算折合产量,可知覆盖地膜、人工生草和覆盖稻草处理的折合产量比对照分别提高了10.07%,15.53%和18.72%,且各处理与对照的差异均达到显著水平。

验第3年和第5年,除覆盖地膜处理的果心分别比对照降低了2.68%和3.43%外,其他处理均明显高于对照。试验第3年和第5年,覆盖稻草处理的总酸含量显著高于其他处理。在试验的第3年和第5年,除覆盖地膜处理的石细胞总含量显著低于对照外,其他处理的石细胞总含量均高于对照;在第5年覆盖地膜处理石细胞总含量较对照下降了16.75%,而覆盖稻草处理较对照增加了28.17%,差异均达显著水平。

与试验第3年相比,试验第5年时人工生草处

理可溶性固形物含量增加幅度最大,达3.33%;覆盖地膜处理可溶性糖含量增加幅度最大,达3.99%;

覆盖稻草处理总酸含量增加幅度最大,达8.16%;对照石细胞总量降低幅度最大,达24.08%。

表 4 不同覆盖模式对梨果实品质的影响

Table 4 Effects of different coverage patterns on fruit quality

处理 年限 Test time	处理 Treatment	可溶性 固形物/% Soluble solids	可溶性 糖/% Soluble sugar	硬度/ (kg·cm ⁻²) Firmness	果心/ mm Core size	总酸/% Total acid	100 g 果肉中不同粒径石细胞含量/g Dry stone cell content			
							≥0.25~ <0.5 mm	≥0.5~ 0.75 mm	≥0.75 mm	合计 Total
3	覆盖地膜 Soil-film covering	11.53 a	9.26 a	4.94 ab	25.08 c	0.074 b	0.272 b	0.130 d	0.013 b	0.415 c
	人工生草 Artificial grass	10.81 ab	9.15 a	5.77 a	26.04 ab	0.083 b	0.335 a	0.203 b	0.034 a	0.572 ab
	覆盖稻草 Haulm covering	10.95 ab	8.63 b	5.21 ab	26.36 a	0.098 a	0.329 a	0.253 a	0.032 a	0.614 a
	清耕 Cleanly planting	10.76 b	8.31 ab	5.63 a	25.77 ab	0.079 b	0.328 a	0.182 c	0.009 b	0.519 b
5	覆盖地膜 Soil-film covering	11.46 a	9.63 a	5.13 b	25.08 c	0.079 b	0.189 a	0.131 b	0.008 a	0.328 c
	人工生草 Artificial grass	11.17 b	9.48 a	5.03 b	26.13 ab	0.085 b	0.230 a	0.228 a	0.006 a	0.464 a
	覆盖稻草 Haulm covering	11.24 b	8.81 b	6.02 a	26.41 a	0.106 a	0.226 a	0.244 a	0.035 a	0.505 a
	清耕 Cleanly planting	10.59 c	8.19 c	5.64 ab	25.94 ab	0.071 c	0.222 a	0.138 b	0.034 a	0.394 b

3 讨 论

覆盖地膜可改变光辐射的吸收转化及热量传导,降低土壤接收的辐射能量,致使白天土壤表层的升温过程减缓,高温峰值降低,从而减少土壤水分的损失;此外,覆盖地膜能增加树体内膛光照,提高果实的着色效果^[12]。长期覆盖稻草和人工种草,草中的木质素及蛋白质复合体因较难分解而残留于土壤中,从而使土壤有机质含量逐渐增加,并释放出各种营养元素;同时,覆盖稻草及种草可减少水分的蒸发和散失,拦截、缓解地表径流,减少土壤营养物质的淋溶和流失,从而提高土壤养分含量^[13]。

赵长增等^[14]认为,覆盖秸秆可增加土壤有机质及速效氮、磷、钾含量,其中土壤有机质含量增加最明显,这与本试验结果基本一致。4 个处理中,覆盖地膜处理由于可有效提高冠层底部果实着色,对果实外观品质改善较为明显,故其优质果率最高,比对照提高了 20%,这与 Blanke^[15],Mika 等^[16]的研究结果一致。本试验结果显示,覆盖地膜、人工种植毛叶苕子、覆盖稻草均可提高单果质量,这与 Hipsna 等^[17],Vangdal 等^[18],腾满等^[19]的研究结果完全一致。

本试验结果表明,试验第 3 年,各处理间土壤养

分含量差异较小,但第 5 年时各处理间的差异较大,且各处理的土壤营养元素含量较第 3 年大多明显增加,表明随着试验时间的延长,土壤中各营养元素的含量大幅度上升。据此可知,在果园土壤管理中,无论是覆盖地膜还是人工生草或覆盖稻草,一般需要 3~5 年甚至更长时间地面覆盖物的养分才能有效地进入土壤营养循环体系之中,从而为作物提供养分。本试验结果显示,处理第 3 年,与对照相比,覆盖稻草可使果实总酸含量增加,从而有利于砀山酥梨果实风味的提高。人工种植毛叶苕子处理对土壤 pH 值的影响不大,这与王东升等^[20]的研究结论不一致,具体原因有待于进一步探讨。果园地面覆盖对树体主要结果部位光照强度及果树根系主要分布层的含水量、根系细胞原生质结构和各种代谢酶活性的影响,还有待于进一步研究。

4 结 论

各覆盖处理土壤养分大部分指标与对照相比均有不同程度的提高,且随着覆盖时间的延长,土壤养分含量也不断提高;各覆盖处理对砀山酥梨果实外观和内质均有影响。从各覆盖处理对土壤养分及果实品质和产量的综合影响可知,砀山酥梨园土壤的覆盖方式以人工生草和覆盖稻草为佳。

[参考文献]

[1] Dario S,Roberto J Z,Ronald L P,et al. Organic orchard floor management systems for apple effect on rootstock performance in the midwestern United States [J]. HortScience, 2009,44(2):263-267.

[2] Hadridn F C,Gerardo S B V,Howard C L. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under Zea mays L [J]. Soil and Tillage Research,2006,91(3):227-235.

[3] Stigrer C J. Mulching as a traditional method of microclimate management [J]. Archives for Meteorology Geophysics And Bioclimatology Series B,1984,35(4):147-154.

[4] 高茂盛,廖允成,李 侠,等. 不同覆盖方式对渭北旱作苹果园土壤贮水的影响 [J]. 中国农业科学,2010,43(10):2080-2087.

Gao M S,Liao Y C,L X,et al. Effects of different mulching patterns on soil water-holding capacity of non-irrigated apple orchard in the weibei plateau [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010,43(10):2080-2087. (in Chinese)

[5] 温晓霞,殷瑞敬,高茂盛,等. 不同覆盖模式下旱作苹果园土壤酶活性和微生物数量时空动态研究 [J]. 西北农业学报,2011,20(11):82-88.

Wen X X,Yin R J,Gao M S. Spatiotemporal dynamics of soil enzyme activities and microbes in apple orchard soil under different mulching managements [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica,2011,20(11):82-88. (in Chinese)

[6] 孙宝胜,杨开宝,拓文俊. 黄土高原丘陵沟壑区土壤水资源平衡利用与生态植被可持续发展 [J]. 西北农业学报,2005,14(4):92-96.

Sun B S,Yang K B,Tuo W J. Balanced Use of soil water resource and sustainable development of ecological vegetation in hilly areas of the loess plateau [J]. Acta Argriculturae Boreali-occidentalis Sinica,2005,14(4):92-96. (in Chinese)

[7] 刘久俊,方升佐,谢宝东. 生物覆盖对杨树人工林根际土壤微生物、酶活性及林木生长的影响 [J]. 应用生态学报,2008,19(6):1204-1210.

Liu J J,Fang S Z,Xie B D. Effects of bio mulching on rhizosphere soil microbial population, enzyme activity and tree growth in poplar plantation [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2008,19(6):1204-1210. (in Chinese)

[8] 张 义,谢永生,郝明德,等. 不同地表覆盖方式对苹果园土壤性状及果树生长和产量的影响 [J]. 应用生态学报,2010,21(2):279-286.

Zhang Y,Xie Y S,Hao M D,et al. Effects of different patterns surface mulching on soil properties and fruit trees growth and yield in an apple orchard [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2010,21(2):279-286. (in Chinese)

[9] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京:中国农业出版社,2002.

Bao S D. Agricultural soil analysis [M]. Beijing:China Agriculture Press,2002. (in Chinese)

[10] 张宪政,陈凤玉,王荣富. 植物生理学实验技术 [M]. 辽宁:辽宁农业科学出版社,1994:66-69,144-148,150-151.

Zhang X Z,Chen F Y,Wang R F. Plant physiology experimental techniques [M]. Liaoning: Liaoning Agricultural Science Press,1994:66-69,144-148,150-151. (in Chinese)

[11] 李 玲,蔡永萍,刘小阳. 梨果实的石细胞 [J]. 植物生理学通讯,2004,40(5):629-632.

Li L,Cai Y P,Liu X Y. Stone cell of pear [J]. Plant Physiology Communications,2004,40(5):629-632. (in Chinese)

[12] 孟春雷. 土壤蒸发及水热传输研究综述 [J]. 土壤通报,2007,38(2):374-378.

Meng C L. Soil water evaporation and heat transfer in Research [J]. Chinese Journal of Soil Scien,2007,38(2):374-378. (in Chinese)

[13] 惠竹梅,李 华,刘延琳,等. 果园生草对土壤性状的作用研究进展 [J]. 中国农学通报,2005,21(5):284-287.

Xi Z M,Li H,Liu Y L. Research advance on effect of orchard green covering on soil properties [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2005,21(5):284-287. (in Chinese)

[14] 赵长增,陆 璐,陈伯鸿. 干旱荒漠地区苹果园地膜及秸秆覆盖的农业生态效应研究 [J]. 中国生态农业学报,2004,12(1):155-158.

Zhao C Z,Lu L,Chen B H. Effect of field covering with plastic and straw on agricultural ecology of apple orchard in arid desert area [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture,2004,12(1):155-158. (in Chinese)

[15] Blanke M M. Alternatives to reflective mulch cloth Extenday-TM for apple under hail net [J]. Scientia Horticulturae,2008,116(2):223-226.

[16] MikaA,Treder W,Buler,et al. Attempts on improving light relation and apple fruit quality by reflective mulch [J]. Acta Horticulturae,2007,732(2):605-610.

[17] Hippsna,Davies M J,Johnson D S. Effects of different ground vegetation management systems on soil quality [J]. Growth and Fruit Quality of Culinary Apple Trees,2004,79(4):610-618.

[18] Vangdal E,Meland M,Hjeltnes S H. Reflective mulch(Extenday)in fruit orchards-preliminary results [J]. Acta Horticulturae,2007,732(1):665-668.

[19] 滕 满,任桂荣. 利用株行间自然生草和客草覆盖树盘对苹果树增产的效应 [J]. 中国果树,1986(4):20-22.

Teng M,Ren G R. The use of strains between the lines of natural grass and grass cover Shupan off the effects of yield of apple trees [J]. Chinese fruit,1986(4):20-22. (in Chinese)

[20] 王东升,夏国海. 果园覆草对土壤理化性状及根系生长发育的影响 [J]. 河南农业科学,1994(7):27-28.

Wang D S,Xia G H. Mulching the soil physical and chemical properties of the orchard and root growth and development [J]. He'nan Agricultural Sciences,1994(7):27-28. (in Chinese)