

Effects of Different Mulching Ways on Apple Tree Nutrition and Soil Microbe

Rongli Wang, Xinran Cao, Guiyang An

College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi
Email: 614701559@qq.com

Received: Aug. 28th, 2017; accepted: Sep. 9th, 2017; published: Sep. 14th, 2017

Abstract

The experiment has been done on the effects of different mulching ways on apple leaves and branches nutritional status and leaf photosynthetic characteristics and soil microbe through a continuous 3a cloth, straw, black film mulching and tillage in dryland apple orchard. The results showed that covering treatment increased the leaves and branches total nitrogen, total phosphorus, total potassium, total sugar, reducing sugar content, but decreased starch content; except soluble protein, the content of other indexes in leaves is more than in branches. Net photosynthetic rate (Pn), stomata conductance (Gs), transpiration rate (Tr) showed trend of cloth > film > straw > tillage, and CO₂ concentration intercellular (Ci) showed the opposite trend. Straw and cloth cover increased the soil microbes significantly; leaf photosynthesis of cloth cover was significantly higher than straw and black mulching. In dryland orchards, cloth covered ditching and fertilization region, formed concave with both sides of high, middle, low, can gather rainfall, and is a high coefficient cover measure of water and fertilization utilization, promoting tree grows significantly.

Keywords

Orchard Mulching, Photosynthetic Indexes, Soil Microbe

几种覆盖方式对苹果树体营养及土壤微生物的影响

王荣莉, 曹欣冉, 安贵阳

西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌
Email: 614701559@qq.com

收稿日期: 2017年8月28日; 录用日期: 2017年9月9日; 发布日期: 2017年9月14日

摘要

本试验通过连续3a对旱地苹果园地布、秸秆、黑膜3种树盘覆盖处理及清耕对照,研究不同覆盖方式对苹果叶片、枝条营养状况及叶片光合特性、土壤微生物的影响。结果表明,覆盖处理提高叶片及枝条全氮、全磷、全钾、总糖、还原糖含量,但淀粉含量降低;除可溶性蛋白外,其余指标含量叶片大于枝条。叶片净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)表现为地布 > 地膜 > 秸秆 > 清耕,胞间CO₂浓度(Ci)表现相反趋势。秸秆和地布覆盖显著增加土壤微生物数量,地布覆盖叶片净光合速率显著高于秸秆和黑地膜覆盖,较对照提高17.1%。在旱地果园,采用地布覆盖开沟施肥区域,形成两边高、中间低的凹形,具有集雨作用,是一种肥水高效利用的覆盖方式,能够明显促进树体营养生长。

关键词

果园覆盖, 光合特性, 土壤微生物

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国西北黄土高原是苹果优生区,但该地区干旱缺水、降水分布不均,严重影响苹果产量、质量的进一步提升[1]。覆盖等土壤管理模式在一些发达国家研究较多,并得到普遍利用[2]。我国以往对覆盖保墒的研究多侧重于土壤水分、肥料的单独效应,对覆盖后土壤微生物变化及其对树体叶片、枝条养分及贮藏营养研究较少[3],提出的起垄覆膜技术由于费工、成本大,在生产中无法大面积推广[4]。本试验将地布、秸秆、地膜等覆盖和施肥、集雨保墒有机结合,实现肥水耦合,通过研究对树体营养状况、光合特性和土壤微生物活性的影响,提出旱地苹果园简易、高效的土壤覆盖方式。

2. 材料与方法

2.1. 试验地概况及试验材料

试验在西北农林科技大学延安市洛川苹果试验站进行,该地处北纬 35°78'5",东经 109°36',暖温带半湿润大陆性季风气候,海拔 1087.5 m,平均年降水量 620 mm,年均温 9.2℃,日照 2525 h,日照率 58%,年总辐射量为 55.41 KJ·cm⁻²,≥10℃积温为 3040℃,土壤质地为疏松的黑垆土。试验果园土壤的基础养分见表 1。

供试果园为 3a 生乔化红富士(砧木为怀来海棠),每年春季重新覆盖,连续覆盖 3a,株行距 2.5 m × 5m,设地布覆盖、秸秆覆盖、地膜覆膜和清耕对照 4 个处理,选择长势一致的 6 株树为 1 个处理小区,设置 3 次重复。各处理施肥量一致,每株施磷酸一铵 500 g、有机复合肥 2 kg (N + P₂O₅ + K₂O > 4%,有机质 > 30%)、牛粪 10 kg。开沟深度 25 cm,宽度 30 cm,其他田间管理措施一致。具体处理方法见表 2。

Table 1. Basic conditions of the soil in the test ground

表 1. 试验地土壤基本情况

有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	全磷(g/kg)	全钾(g/kg)	碱解氮(mg/Kg)	速效磷(mg/Kg)	速效钾(mg/Kg)
9.21	0.71	0.77	1.16	39.76	9.91	99.71

Table 2. The experimental design of different mulching management
表 2. 不同覆盖方式试验设计

覆盖模式 Mulching management	处理方法 Treatment method
地布覆盖 Cloth mulching	沿树行方向开沟施肥后回填到低于地面 5 cm 左右, 两侧施肥沟上覆盖 1.2 m 宽地布, 形成两边高、中间低 V 字型, 分段挡土、扎眼以促进降水下渗。 After ditching and fertilizing along the tree line, backfill to about 5 cm below the ground, ditch 1.2 m wide cloth on both sides of the fertilization area, form a V-shape with high on both sides and low in the middle, block soil and prick cloth to keep rainfall infiltration.
秸秆覆盖 Straw mulching	同上开沟施肥后回填, 树盘覆盖宽度 1.2 m、厚度 15 cm 的碎秸秆。 Backfilling after ditching and fertilization, mulching straw with width of 1.2 m and thickness of 15 cm.
地膜覆盖 Plastic film mulching	覆盖 1.2 m 宽黑色地膜, 其余同地布覆盖。 Mulching plastic film, the others were the same with polypropylene film mulching.
清耕对照 Control	开沟施肥后回填, 不覆盖。 Backfilling after ditching and fertilization, without covering.

2.2. 项目测定

2.2.1. 叶片及枝条营养成分测定

2015 年 8 月初采集叶片及枝条, 叶片为当年生枝条中上部位叶, 枝条为当年生枝条, 叶片、枝条分开清洗、装袋, 放入 105℃ 的烘箱中杀青 15 min, 之后 80℃ 下烘至恒重。用高通量研磨仪进行研磨, 样品留用。

(1) 氮磷钾测定: $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消煮, 氮用凯氏法, 磷用 UV1102 紫外可见分光光度计测定; 全钾用 M410 火焰光度计测定。

(2) 树木贮藏养分测定: 可溶性总糖和可溶性淀粉含量, 采用蒽酮比色法测定; 可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定(陈禅友等 2005); 还原糖用 3~5 二硝基水杨酸法进行测定。

2.2.2. 叶片光合特性的测定

用 LI-6400 便携式光合仪, 标准叶室, 开放式气路测定叶片的光合指标(净光合速率、气孔导度、胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率)。根据测定环境设定参数, 大气 CO_2 含量为 330 $\mu\text{L/L}$, 辐射强度(PFD)为 1000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 叶室温度为 28℃。每两小时测定一次, 重复 3 次, 做出光合速率日变化曲线图。每个处理的每个重复测定 10 次。

2.2.3. 土壤微生物群落的测定

8 月下旬采集土样, 在树冠投影范围采用“S”形的 5 个点, 分别采取不同覆盖处理的 0~20 cm、20~40 cm 土样, 去除杂物, 装于自封袋中, 放入 4℃ 冰箱中保存。

微生物数量通过平板计数法测定, 放线菌用高氏一号培养基培养, 细菌用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基培养, 真菌用马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基培养, 每个浓度的土壤稀释液分离每种菌时重复 3 次, 细菌在培养后 48 h 计数, 霉菌和放线菌在培养后 72 h 计数, 28℃ 恒温培养。

2.3. 数据处理

采用 EXCEL 进行数据统计, 使用 SPSS 对数据进行差异显著性分析。结果以“平均数 \pm 标准差”表示。

3. 结果与分析

3.1. 不同覆盖方式对叶片、枝条养分的影响

叶片氮、磷、钾含量高于枝条, 但各处理间叶片和枝条氮、磷、钾含量变化趋势不同(表 3)。叶片氮

Table 3. The effect of different mulching management on the nutrients of leaves and branches
表 3. 不同覆盖方式对枝条、叶片养分含量的影响

覆盖方式 Mulching management		氮(g·kg ⁻¹)N	磷(g·kg ⁻¹)P ₂ O ₅	钾(g·kg ⁻¹)K ₂ O
叶片 Leaves	地布覆盖 Cloth mulching	23.95 ± 0.78a	2.33 ± 0.10a	12.648 ± 0.600a
	秸秆覆盖 Straw mulching	22.15 ± 0.96b	2.29 ± 0.05a	11.75 ± 0.44a
	地膜覆盖 Plastic film mulching	24.03 ± 0.19a	1.83 ± 0.06b	12.22 ± 0.50a
	清耕对照 Control	22.53 ± 0.50b	1.73 ± 0.03b	12.00 ± 0.35a
枝条 Branches	地布覆盖 Cloth mulching	9.51 ± 0.69a	1.11 ± 0.10d	6.55 ± 0.38a
	秸秆覆盖 Straw mulching	10.63 ± 1.33a	1.23 ± 0.04b	5.34 ± 0.30c
	地膜覆盖 Plastic film mulching	9.66 ± 1.27a	1.15 ± 0.01c	6.18 ± 0.42ab
	清耕对照 Control	9.58 ± 0.93a	1.27 ± 0.010a	5.58 ± 0.12bc

注：同组不同小写字母表示 0.05 水平上的差异显著性。Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant different at 0.05 level.

含量地布覆盖、地膜覆盖显著高于对照 6.3%~6.7%；枝条氮含量秸秆覆盖最高，高于对照 11.0%，其次是地膜覆盖，地布覆盖最少且低于对照。叶片磷含量地布覆盖 > 秸秆覆盖 > 地膜覆盖 > 清耕对照，前两者显著高于对照 34.7%~32.4%；枝条磷含量则表现为对照 > 秸秆覆盖 > 地膜覆盖 > 地布覆盖，各处理间差异显著。叶片、枝条钾含量各处理均表现为地布覆盖的最高，秸秆覆盖的最低且低于对照，叶片钾含量各处理间差异不显著，枝条差异明显。

3.2. 不同覆盖方式对叶片、枝条贮藏营养的影响

3.2.1. 不同覆盖方式对叶片、枝条糖含量的影响

由图 1 可以看出，叶片总糖、还原糖含量秸秆覆盖最高，地布覆盖最低；枝条总糖含量地膜覆盖最高，为 32.83 mg·g⁻¹，并且显著高于其他处理，还原糖含量地膜覆盖略高于清耕对照，显著高于秸秆覆盖及地布覆盖。总体上来看，叶片中总糖、还原糖含量都高于枝条，叶片总糖及还原糖各处理间差异不大，而枝条间差异较明显。

3.2.2. 不同覆盖方式对叶片、枝条淀粉含量的影响

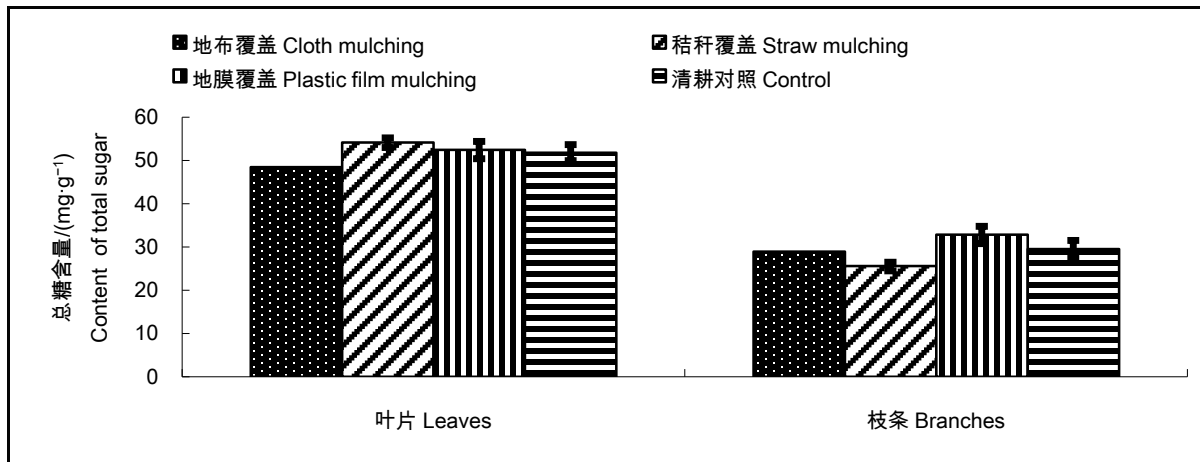
从图 2 中可以看出，叶片和枝条的淀粉含量在 4 个处理间均表现为对照最高，秸秆覆盖最低，差异显著；叶片地布覆盖处理淀粉含量 12.75 mg·g⁻¹，略高于地膜覆盖的 12.68 mg·g⁻¹，而枝条中则表现地膜覆盖显著高于地布覆盖。总体来说，无论是叶片还是枝条，对照淀粉含量均显著高于覆盖处理。

3.2.3. 不同覆盖方式对叶片、枝条可溶性蛋白含量的影响

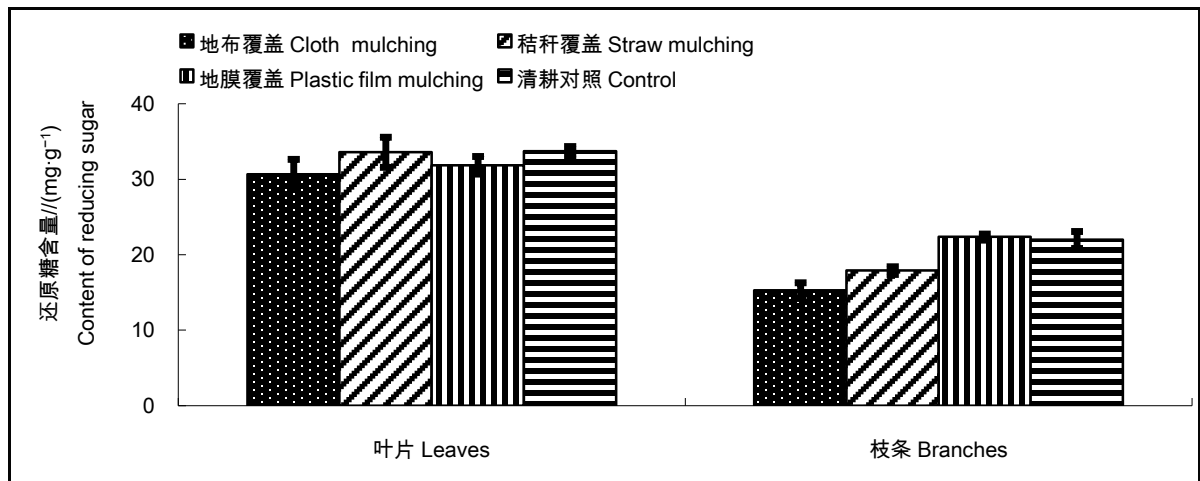
由图 3 可知，叶片可溶性蛋白含量各处理高低趋势为秸秆覆盖 > 地布覆盖 > 地膜覆盖 > 对照，分别为 21.93 mg·g⁻¹、21.20 mg·g⁻¹、20.26 mg·g⁻¹ 及 19.83 mg·g⁻¹，处理间差异不显著；枝条中则表现为完全相反的趋势，对照最高为 25.03 mg·g⁻¹，秸秆覆的最低，4 个处理间差异显著。枝条可溶性蛋白含量高于叶片，这与前边的糖、淀粉表现不同。

3.3. 不同覆盖方式对叶片光合特性的影响

由表 4 可以看出，叶片净光合速率、气孔导度及蒸腾速率变化趋势均为地布覆盖 > 地膜覆盖 > 秸秆覆盖 > 清耕对照，其中地布覆盖净光合速率较对照提高了 17.1%；胞间 CO₂ 浓度则表现为相反的趋势，清耕对照最高，地布覆盖最小，并且各处理间差异显著。



A: 总糖 Total sugar



B: 还原糖 Reducing sugar

Figure 1. Sugar in leaves and branches

图 1. 叶片、枝条糖含量

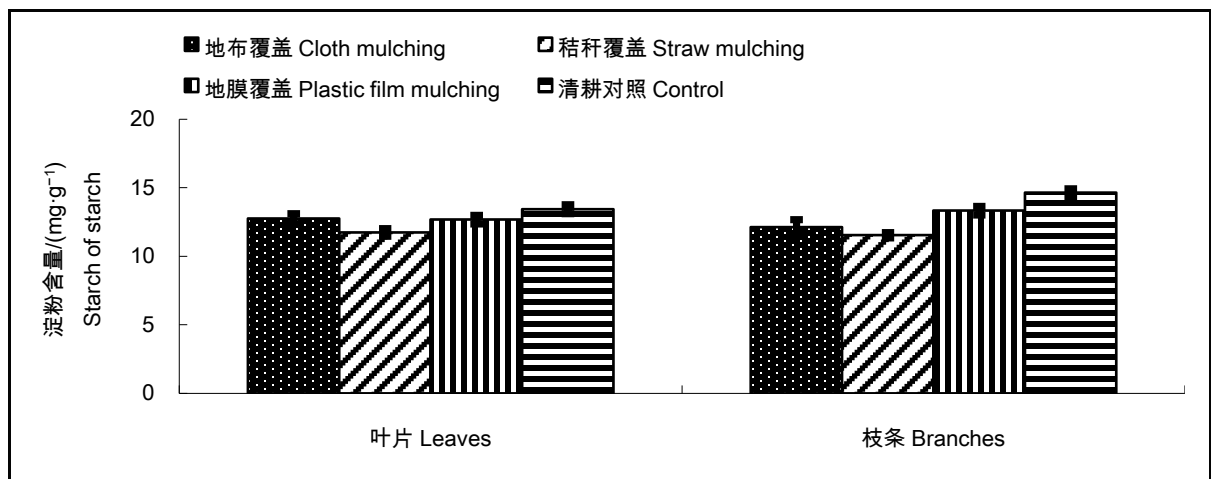


Figure 2. Starch in leaves and branches

图 2. 叶片、枝条淀粉含量

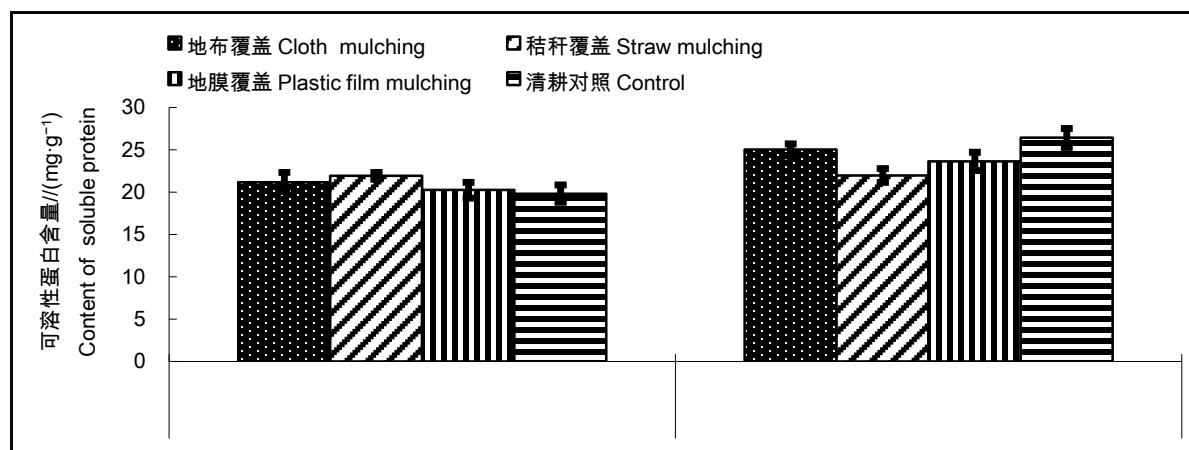


Figure 3. Soluble protein in leaves and branches

图 3. 叶片、枝条可溶性蛋白含量

Table 4. The effect of different mulching managements on leaf photosynthetic indexes

表 4. 不同覆盖方式对叶片光合指标的影响

覆盖方式	净光合速率	气孔导度	胞间 CO ₂ 浓度	蒸腾速率
Mulching management	Net photosynthetic rate	Stomatal conductance	Intercellular CO ₂ concentration	Transpiration rate
	($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	($\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	($\text{m}\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
地布覆盖 Cloth mulching	20.075 ± 1.035a	0.285 ± 0.080a	210.463 ± 6.931c	7.837 ± 0.895a
秸秆覆盖 Straw mulching	17.215 ± 1.532b	0.263 ± 0.003a	225.321 ± 6.533ab	6.641 ± 0.450ab
地膜覆盖 Plastic film mulching	19.491 ± 0.454ab	0.270 ± 0.025a	214.656 ± 4.072bc	7.061 ± 0.407a
清耕对照 Control	17.148 ± 1.906b	0.235 ± 0.005a	231.877 ± 11.042a	5.668 ± 0.400b

注: 同组不同小写字母表示 0.05 水平上的差异显著性。Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant different at 0.05 level.

3.4. 不同覆盖处理对土壤微生物菌落的影响

由表 5 可知, 土壤 0~20 cm、20~40 cm 微生物以细菌最多, 放线菌次之, 霉菌最少。0~20 cm 土层细菌数量表现秸秆覆盖 > 地布覆盖 > 地膜覆盖 > 对照, 地膜与对照间差异不显著; 放线菌表现为地布覆盖 > 秸秆覆盖 > 地膜覆盖 > 对照, 三种覆盖处理较对照间差异显著; 霉菌与气温、有机质之间的相关性大[5], 霉菌对照最多, 地膜覆盖最少。20~40 cm 土层细菌数量地布覆盖最多, 地膜覆盖显著低于对照; 放线菌秸秆覆盖显著高; 霉菌数量各处理差异不显著。0~20 cm、20~40 cm 不同土层不同处理间微生物群落大小表现不同, 总体来看, 除地膜覆盖 20~40 cm 大于 0~20 cm, 其他处理为 0~20 cm 大于 20~40 cm。

4. 讨论

4.1. 覆盖处理对叶片、枝条养分及贮藏营养的影响

叶片、枝条养分是树体生长强弱的重要体现, 树盘覆盖提高土壤水分、温度、微生物及树体根系活力, 增加树体生长量, 增强树势[6] [7] [8]。本试验结果表明覆盖提高了叶片、枝条氮磷钾、总糖、还原糖及可溶性蛋白含量, 但是几种不同覆盖方式的上述树体营养指标变化规律不一致。原因可能是不同覆

Table 5. The effect of different mulching management on soil microbial quantity**表 5.** 不同的覆盖处理对土壤微生物群落的影响

处理 Treatments	细菌×10 ⁹ /g Bacteria		放线菌×10 ⁴ /g Actinomycetes		霉菌×10 ² /g Mycete	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
地布覆盖 Cloth mulching	7.6 ± 0.71b	7.94 ± 0.54a	5.97 ± 1.35a	0.49 ± 1.48c	3.73 ± 1.36ab	2.94 ± 0.80a
秸秆覆盖 Straw mulching	9.02 ± 0.42a	7.14 ± 1.13b	4.50 ± 0.45a	6.90 ± 0.70a	3.45 ± 0.60bc	3.26 ± 0.79a
地膜覆盖 Plastic film mulching	5.04 ± 0.70c	5.70 ± 0.29c	3.03 ± 3.54b	4.25 ± 1.09b	1.84 ± 0.11c	3.60 ± 1.19a
清耕对照 Control	4.68 ± 0.50c	6.56 ± 0.47b	0.66 ± 2.28c	0.48 ± 0.77c	5.34 ± 0.88a	3.10 ± 0.45a

注: 同组不同小写字母表示 0.05 水平上的差异显著性。Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant different at 0.05 level.

盖方式改变土壤环境、影响土壤养分转化途径不同, 从而导致树体贮藏养分差异不一致。淀粉含量对照高于覆盖处理, 原因可能是覆盖增强了树体的营养生长, 使养分消耗加大, 淀粉测定值偏小, 这不意味着覆盖会使树体营养流失[9] [10]。

4.2. 覆盖处理对叶片光合特性的影响

果园覆盖提高树体的光合作用, 地表覆盖下净光合速率与气孔导度均增加, 而胞间 CO₂ 浓度降低[11] [12] [13]。本试验中净光合速率、气孔导度、蒸腾速率的表现结果为地布覆盖 > 地膜覆盖 > 秸秆覆盖 > 清耕对照, 而胞间 CO₂ 浓度表现相反趋势, 原因可能是覆盖处理增加了树势, 光合作用在一定条件下随着叶片质量的增强而提高, 而且虽然本次试验得出覆盖增加了气孔导度, 但是旱地果园干旱少雨, 夏季温度较高, 光合有效辐射、气温及叶温等因素影响下, 可能出现同化 CO₂ 能力下降的情况, 使得对照胞间 CO₂ 浓度大于覆盖处理。

4.3. 覆盖处理对土壤微生物的影响

树盘覆盖提高土壤表层的微生物活性, 土壤中细菌数量最多、霉菌数量最少[14] [15] [16] [17]。秸秆覆盖对土壤表层的微生物活性影响较大, 原因是秸秆本身是有机物, 营养、有机碳等含量较高, 并且覆盖后土壤的水、气、热条件良好, 使得土层表面微生物活性增强。地布覆盖及地膜覆盖的细菌和放线菌活性 20~40 cm 大于 0~20 cm, 原因可能是地布、地膜覆盖 0~20 cm 温度高等原因, 20~40 cm 的水分、温度等适合微生物的活动。地布、秸秆覆盖较地膜覆盖有利于微生物活动。

5. 结论

在西北黄土高原旱地果园, 采用地布覆盖开沟施肥区域, 形成两边高、中间低的凹形, 可以收集春季有限降水并且汇集在施肥区域, 实现肥水耦合的“肥水膜”一体化效应, 促进肥料的吸收、利用, 是一种旱地果园简单易行、肥水高效利用的覆盖措施。

参考文献 (References)

- [1] 翟衡, 史大川, 束怀瑞. 我国苹果产业发展现状与趋势[J]. 果树学报, 2007, 24(3): 355-360.
- [2] Dario, S., Roberto, J.Z., Ronald, L.P., *et al.* (2009) Organic Orchard Floor Management Systems for Apple: Effect on Rootstock Performance in the Midwestern United States. *Hort Science*, **44**, 263-267.

- [3] 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.
- [4] 张林森, 刘福庭, 张永旺, 等. 不同覆盖方式对黄土高原地区苹果园土壤有机碳组分及微生物的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(15): 3180-3190.
- [5] 张宗舟, 蔺海明, 等. 白水江自然保护区土壤霉菌数量及物种多样性分析[J]. 甘肃农业大学报, 2006, 41(5): 100-104.
- [6] Singh, S., Sharma, A. and Srivastava, K. (2005) Response of Mulches and Antitranspirants on Moisture Conservation Yield and Quality of Apple Borkh cv Red Delicious under Rain Fed Conditions of Kashmir Valley. *Environment and Ecology*, **23**, 572-576.
- [7] 赵德英. 梨树树盘覆盖的土壤生态及树体生理响应研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2013: 95.
- [8] 于强波, 李亚东, 苏丹, 等. 地面覆盖对越橘菌根感染率及根系活力和过氧化物酶活性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(2): 28-30.
- [9] 李敏敏. 渭北黄土高原苹果树覆盖和节水灌溉对土壤水分、果树生长和结果的影响[D]: [硕士学位论文]. 陕西: 西北农林科技大学, 2012: 4-6.
- [10] Neilsen, G., Hogue, J., Forge, T., Neilsen, D. and Kuchta, S. (2007) Nutritional Implications of Bio Solids and Paper Mulch Applications in High Density Apple Orchards. *Canadian Journal of Plant Science*, **87**, 551-558. <https://doi.org/10.4141/CJPS06037>
- [11] 卫宁宁. 保水剂和覆膜处理对苹果园土壤特性及树体生长的影响[D]: [硕士学位论文]. 陕西: 西北农林科技大学, 2015: 27-28.
- [12] 高维常, 胡伟, 林叶春, 等. 半膜覆盖栽培对烤烟生长发育的影响[J]. 东北农业大学学报, 2015(1): 13-18.
- [13] 张义, 谢永生, 郝明德, 等. 地表覆盖及生理生态因子对苹果树光合特性的影响[J]. 水土保持通报, 2010, 30(1): 125-130.
- [14] 侯晓杰, 汪景宽, 李世朋. 不同施肥处理与地膜覆盖对土壤微生物群落功能多样性的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(2): 655-661.
- [15] 李元, 牛文全, 张明智, 等. 加气灌溉对大棚甜瓜土壤酶活性与微生物数量的影响[J]. 农业机械学报, 2015, 46(8): 121-129.
- [16] 王荣莉, 王倩, 曹欣冉. 不同覆盖方式对土壤物理性状和苹果叶片的影响[J]. 北方园艺, 2015(24): 163-166.
- [17] 任岩岩, 武继承. 保水剂对土壤性质及土壤微生物的影响研究进展[J]. 河南农业科学, 2009, 38(4): 13-15.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org