

苹果树根域土壤理化性质 对园艺地布覆盖的响应

李发康¹, 谢玉琴¹, 薛应钰¹, 李 龙², 李小伟¹

(1. 甘肃农业大学植物保护学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 临夏回族自治州农业科学院, 甘肃 临夏 731100)

摘要:为探究园艺地布覆盖对苹果树根域土壤理化性质的影响,本研究设置了园艺地布覆盖和清耕 2 个处理,于 2018 年 2—12 月对苹果树休眠期、盛花期、幼果期、果实膨大期及果实成熟期 0~60 cm 土层的土壤理化性质进行测定。结果表明:园艺地布覆盖果园相比清耕,土壤含水量提升了 0.16%~7.10%;土壤 pH 在休眠期 40~60 cm 土层增大了 0.12,在其余生育时期及土层内降低了 0.06~0.43;有机质含量在休眠期至幼果期 0~20 cm 土层、休眠期和盛花期 40~60 cm 土层、果实膨大期 0~60 cm 及果实成熟期 40~60 cm 土层增加了 0.05~4.05 g·kg⁻¹;碱解氮含量增加了 2.10~46.05 mg·kg⁻¹;速效磷含量在休眠期 40~60 cm 土层和盛花期 20~40 cm 土层分别降低了 0.87 mg·kg⁻¹和 0.43 mg·kg⁻¹,在其余生育时期及土层增加了 5.57~57.58 mg·kg⁻¹;速效钾含量增加了 43.78~182.19 mg·kg⁻¹。园艺地布覆盖处理对土壤含水量、pH、有机质含量、碱解氮含量、速效磷含量和速效钾含量各因子的作用强度在生育时期和土层间有较大差异,在幼果期至果实膨大期对土壤含水量的提升超过 4.60%,在休眠期和盛花期对土壤含水量的提升作用低于 3.00%;对土壤速效钾含量的提升作用在生育时期以果实成熟期最明显,增加量均大于 107.00 mg·kg⁻¹,在土层间以 20~40 cm 土层最明显,增加量均大于 97.00 mg·kg⁻¹;对其余各因子的作用强度无明显规律。

关键词:园艺地布覆盖;苹果树;根域土壤;理化性质;时空变化

中图分类号:S661.1;S155.4⁺6 **文献标志码:**A

Response of physical and chemical properties of soil in apple root-zone to black ground fabric mulching

LI Fakang¹, XIE Yuqin¹, XUE Yingyu¹, LI Long², LI Xiaowei¹

(1. College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Academy of Agricultural Sciences of Linxia Hui Autonomous Prefecture, Linxia, Gansu 731100, China)

Abstract: In order to explore the effects of black ground fabric mulching on the soil physical and chemical properties in apple root-zone, this study set up two treatments of black ground fabric mulching and clean tillage, and determined the physical and chemical properties of soil layer of 0~60 cm during the dormancy, full-bloom, young fruit, fruit expansion, and fruit maturity stages of apple trees from February to December 2018. The results showed that, compared with clean tillage, the black ground fabric mulching increased soil water contents by 0.16%~7.10%, decreased soil pH by 0.06~0.43 except that increased 0.12 in the 40~60 cm soil layer during the dormancy stage. The organic matter content in 0~20 cm soil layer from dormancy stage to young fruit stage, 40~60 cm soil layer in dormancy stage and full-bloom stage, 0~60 cm soil layer in fruit expansion stage and 40~60 cm soil layer in fruit maturity stage increased by 0.05~4.05 g·kg⁻¹. Available N content increased by 2.10~46.05 mg·kg⁻¹. Available P increased by 5.57~57.58 mg·kg⁻¹ except that the soil layer of 40~60 cm in dormancy stage and 20~40 cm in full-bloom stage decreased by 0.87 mg·kg⁻¹ and 0.43 mg·kg⁻¹, respectively. The content of available K increased by 43.78~182.19 mg·kg⁻¹. The effects intensity of black ground fabric mulching treatment on va-

rious factors including the soil water content, pH, the content of organic matter, available N, available P, and available K were quite different during the growth period and among soil layers, the effect on increasing soil water content from young fruit stage to fruit expansion stage (more than 4.60%) was better than that in dormancy stage and full-bloom stage (less than 3.00%). The increase effect on the content of soil available K was most obvious during fruit maturity stage, the increment was more than 107.00 mg · kg⁻¹, and between 20~40 cm soil layers was the most obvious, the increment was more than 97.00 mg · kg⁻¹. There was no obvious rule in the intensity of other factors.

Keywords: black ground fabric mulching; apple tree; root-zone soil; physico-chemical properties; temporal and spatial variation

土壤是植物生长发育的基础^[1],土壤养分的高低与作物产量紧密相关^[2-3]。地处甘肃中部的静宁县是我国苹果生产大县,截止目前,全县果园总面积为 6.67 万 hm²,挂果果园面积达到 4.3 万 hm²,产量 76 万 t,产值 35.5 亿元^[4]。但由于静宁县地处黄土高原沟壑地带,干旱少雨,春旱、伏旱现象发生普遍^[5-6],加之土壤有机质含量较低,碱解氮、速效磷和速效钾等养分都处于中低产园水平^[7],严重限制了静宁县苹果产业的可持续健康发展。研究发现,通过果园管理措施的改善以增强土壤肥力是提升苹果产量与质量的有效途径之一^[8-9]。

地面覆盖是一项通过在植物周围的土壤表面覆盖有机或合成覆盖物,为植物生长和作物生产创造有利条件的技术^[10-11]。大量研究表明,果园地面覆盖可有效改善土壤物理结构,降低土壤容重,提高土壤孔隙度,增加土壤养分^[12-13],并为害虫天敌提供食物和栖息地^[14],且覆盖作物对增加连续的行间作物产量也有重要作用^[15]。果园地面覆盖措施有秸秆覆盖、锯末覆盖、森林土覆盖、细河沙覆盖、地膜覆盖、园艺地布覆盖、生草和麦草覆盖等^[16-19]。其中,园艺地布覆盖相比其他覆盖措施具有一次铺设、多年受益,保持土壤湿度,避免果园杂草危害,防止水土流失,不断提高作物产量的优势^[20]。黄萍等^[21]研究表明,秋季和初冬覆盖园艺地布可以显著提高苹果根系硝酸还原酶(NR)和一氧化氮合酶(NOS)活性。陈汝等^[22]采用不同覆盖材料覆盖‘烟富 10’果园后发现:园艺地布覆盖果园不仅能够提高叶片百叶干质量和叶绿素含量,还能改善果实单果质量,增加果实着色指数、光洁指数和可溶性固形物含量。

目前,苹果园铺设园艺地布的技术在山东、陕西、辽宁和河南等地^[23-26]已有研究报道。但甘肃省静宁县由于其独特的地理位置和气候条件,与以上地区存在很大的区域差异,目前尚未有该县苹果园铺设园艺地布的相关报道。因此,本试验于 2018 年

在静宁县现代苹果高新技术示范园对园艺地布覆盖和清耕 2 种处理下苹果树根域土壤理化性质在不同生育时期和不同土层间的动态变化进行研究,分析园艺地布覆盖对苹果园土壤理化性质的影响,期为园艺地布覆盖管理措施在静宁县及其周边地区的应用与推广提供重要的理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验在静宁县现代苹果高新技术示范园进行。试验地位于甘肃省平凉市静宁县(105°20′-106°05′E,35°01′-35°45′N),为干旱、半干旱地区,属暖温带半湿润半干旱气候,光照充足,四季分明,气候温和,年均气温 7.10℃,无霜期 159 d 左右,年均日照时数 2 238 h;自然降水偏少,降水分布时空不均匀,夏水较多,冬春较少,年均降水量 450.80 mm,可靠值 383 mm,年蒸发量 1 469 mm。试验地 2018 年温度和降水情况见图 1。示范园按照矮砧密植栽培模式,宽行距窄株距种植,树形为高纺锤形,株行距 1.2 m×3.5 m,留苗密度为 2 400 株 · hm⁻²,施肥、灌水、病虫害防治均为统一管理。研究对象为 4 年生‘红富士’苹果树。

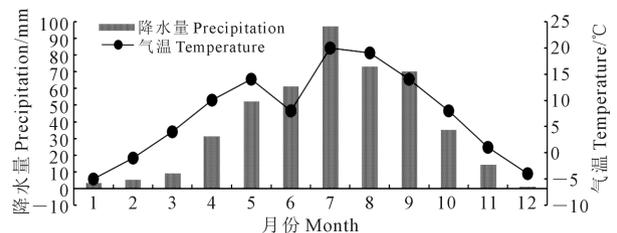


图 1 2018 年试验地气温和降水量月变化
Fig.1 Monthly change of annual temperature and precipitation in the test site in 2018

1.2 试验设计

试验于 2018 年 2—12 月进行。设置园艺地布覆盖(DB)和清耕(CK)2 个处理,园艺地布覆盖方式为树干两侧覆盖 0.80 m 宽、0.12 mm 厚的黑色地布。按随机采样法,在园艺地布覆盖和清耕处理下

各选取3棵果树,用土钻定点采取苹果树各生育时期的根域土壤。取样以同一棵树的树干为中心,在果树投影区域分东、南、西、北4个方位,分别采取0~20、20~40、40~60 cm土层的土壤,混合去杂后,标记带回,过2 mm筛,保存以备。

1.3 测定指标与方法

土壤含水量测定采用烘干法;土壤pH值测定采用酸度计法;土壤有机质含量测定采用重铬酸钾容量法(外加热法);土壤碱解氮含量测定采用碱解扩散法;土壤速效磷含量测定采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;土壤速效钾含量测定采用醋酸铵浸提-火焰光度法^[27]。

1.4 数据统计

采用SPSS 21,选择Duncan检验进行差异显著性比较,采用Microsoft Word 2010软件绘制图表。

2 结果与分析

2.1 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤含水量的影响

2.1.1 土壤含水量在生育期间的变化 园艺地布覆盖处理使苹果树全生育期内的土壤含水量提升了0.16%~7.10%,在休眠期和盛花期的提升量均低于3.00%,而在幼果期至果实成熟期的提升量均高于4.60%。此外,园艺地布覆盖处理对苹果树根域土壤含水量从盛花期至果实膨大期的变化影响较大,总体呈升高趋势,而清耕处理在此生育期间内总体呈下降趋势(图2)。

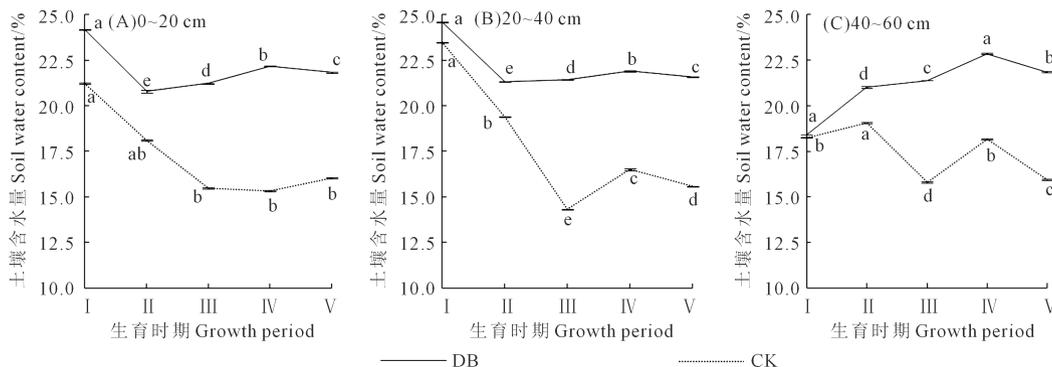
2.1.2 土壤含水量在土层空间的变化 由图3可知,园艺地布覆盖处理在休眠期、盛花期和果实膨

大期对0~20 cm土层土壤含水量的提升作用最强,分别较相应的清耕处理提升了2.93%、2.67%和6.83%。在幼果期和果实成熟期则对20~40 cm土层提升作用最强,分别提升了7.10%和5.98%。2种处理下,土壤含水量在休眠期和盛花期均随土层加深而呈现先升高后降低的变化趋势,在果实成熟期均随土层加深先降低再升高;但在幼果期和果实膨大期,2种处理下土壤含水量在土层间的变化趋势相反,园艺地布覆盖处理使土壤含水量于幼果期在土层空间的变化由清耕处理下的先降低再升高变为先升高再降低,果实膨大期由逐渐升高变为先降低再升高。

2.2 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤pH的影响

2.2.1 土壤pH值在生育期间的变化 由图4可知,园艺地布覆盖处理下,除休眠期40~60 cm土层土壤pH值较清耕处理升高了0.12外,其余生育时期内土壤pH值较清耕处理降低了0.06~0.43。其中,幼果期降低幅度最大,3个土层降低量均大于0.20,果树成熟期20~40 cm和40~60 cm土层降低量较小,分别降低了0.6和0.8。0~20 cm土层内,2种处理下土壤pH值在休眠期至幼果期均逐渐降低,果实膨大期较幼果期显著升高,至果实成熟期又显著降低。20~40 cm和40~60 cm土层内,园艺地布覆盖处理下土壤pH值先降低再升高,幼果期时土壤pH值最低,而清耕处理下土壤pH值则先升高再降低,在盛花期时土壤pH值最高。

2.2.2 土壤pH值在土层空间的变化 由图5可知,园艺地布覆盖处理在休眠期至果实膨大期均以20~40 cm土层的土壤pH值降低幅度最大,降低了



注: I:休眠期; II:盛花期; III:幼果期; IV:果实膨大期; V:果实成熟期。图中不同小写字母表示同一土层深度不同生育时期间的差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: I: Dormancy stage; II: Full-bloom stage; III: Young fruit stage; IV: Fruit expansion stage; V: Fruit maturity stage. Different lowercase letters indicate significant differences among different growth stages in the same soil depth ($P<0.05$). The same below.

图2 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤含水量在生育期间变化的影响

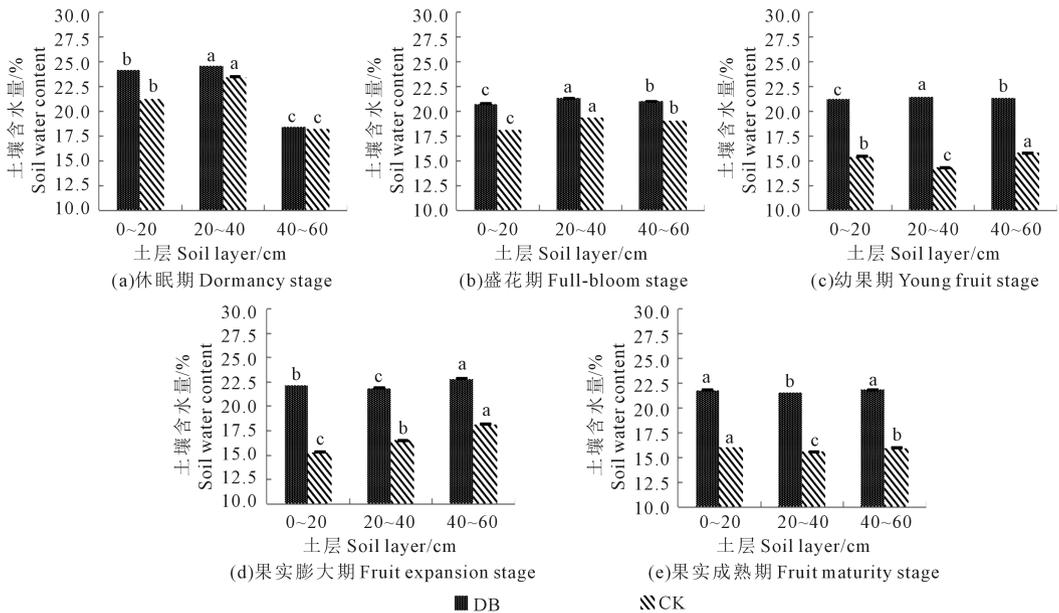
Fig.2 The effect of black ground fabric mulching on the soil water content in the root zone of apple trees during different growth stages

0.10~0.28,在果实成熟期则以 0~20 cm 土层的土壤 pH 值降低幅度最大,降低了 0.23。园艺地布覆盖处理下,土壤 pH 值在休眠期和盛花期时随土层加深而升高,与清耕处理相同;在幼果期和果实膨大期随土层加深先降低再升高,果实成熟期随土层加深先升高再降低,均与清耕处理相反。

2.3 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤养分含量的影响

2.3.1 土壤养分在生育期间的变化 由表 1 可知,园艺地布覆盖处理下,土壤有机质含量在果实膨大期较清耕处理显著增加,增加了 1.08~4.05 g · kg⁻¹;休眠期和盛花期在 0~20 cm 土层较清耕处理分别增加了 0.79 g · kg⁻¹和 5.31 g · kg⁻¹,在 40~60 cm 土层较清耕处理分别增加了 0.05 g · kg⁻¹和 0.53 g ·

kg⁻¹;幼果期的 0~20 cm 土层和果实成熟期的 20~40 cm 土层较清耕处理分别增加了 1.39 g · kg⁻¹和 1.78 g · kg⁻¹。园艺地布覆盖处理的碱解氮和速效钾含量在各生育时期均较清耕处理有所增加,分别增加了 2.10~46.05 mg · kg⁻¹和 43.78~182.19 mg · kg⁻¹,且对速效钾含量的提升作用以果实成熟期最明显,增加量均大于 107.00 mg · kg⁻¹。土壤速效磷含量除休眠期 40~60 cm 土层和盛花期 20~40 cm 土层分别降低了 0.87 mg · kg⁻¹和 0.43 mg · kg⁻¹外,其余各生育时期和土层内增加了 5.57~57.58 mg · kg⁻¹。以上结果表明园艺地布覆盖处理对苹果树根域土壤养分含量在各生育时期均具有一定的提升作用。此外,土壤有机质含量在园艺地布覆盖处理下,盛花期至果实成熟期间的变化均与清耕处理相



注:图中不同小写字母表示同一处理不同土层深度间差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences among different soil depths under the same treatment ($P < 0.05$). The same below.

图 3 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤含水量在土层空间变化的影响

Fig.3 The effect of black ground fabric mulching on the spatial variation of soil water content in the root zone of apple trees

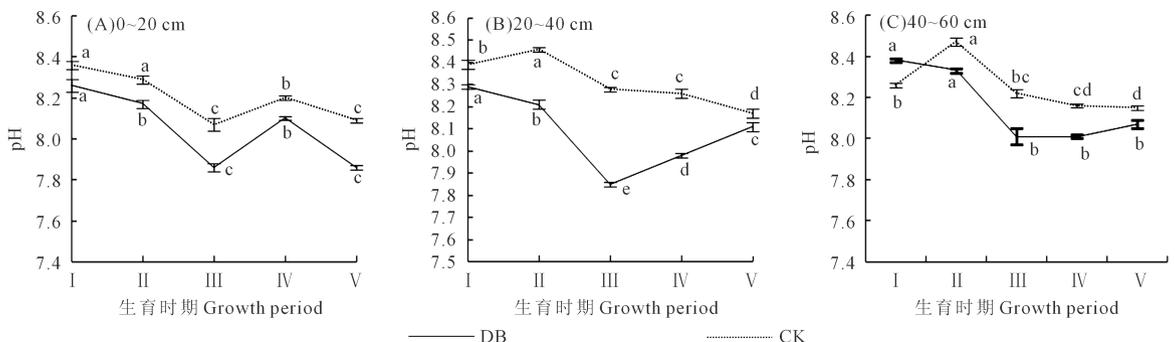


图 4 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤 pH 在生育期间变化的影响

Fig.4 The effect of black ground fabric mulching on soil pH in the root zone of apple trees during different growth stages

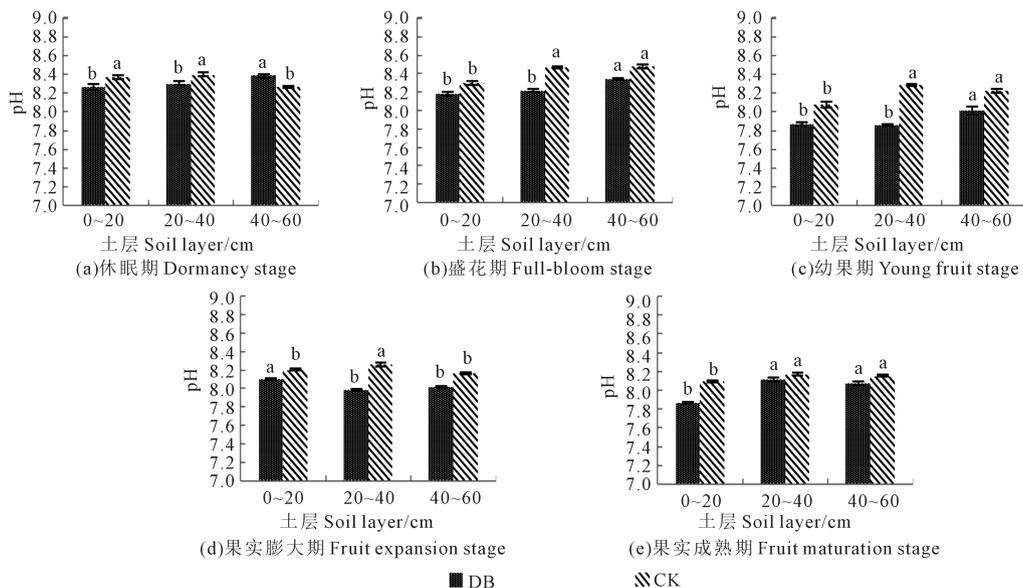


图5 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤 pH 在土层空间变化的影响

Fig.5 The effect of black ground fabric mulching on the spatial variation of soil pH in the root zone of apple trees

反,0~20 cm 和 40~60 cm 土层有机质含量均在盛花期和果实膨大期较前一生育时期提高,幼果期和果实成熟期均较前一生育时期降低,20~40 cm 土层的含量则在果实膨大期之前随生育时期推进逐渐升高;土壤碱解氮含量在 2 种处理下随生育时期的变化规律相同,0~20 cm 土层含量逐渐降低,20~40 cm 和 40~60 cm 土层均在盛花期含量达到最大后逐渐降低;土壤速效磷含量在 2 种处理下于 0~20 cm 和 40~60 cm 土层内生育期间的变化规律相同,但园艺地布覆盖处理下的变化幅度大于清耕处理。20~40 cm 土层内,园艺地布覆盖处理下速效磷含量随生育时期先增加后减少,在幼果期含量最高,而清耕处理则在盛花期含量最高,至果实膨大期逐渐降低,果实成熟期又升高;土壤速效钾含量在 2 种处理下随生育时期的变化趋势相同,均在盛花期含量降到最低后逐渐升高。

2.3.2 土壤养分在土层空间的变化 由表 1 可知,园艺地布覆盖处理对土壤有机质含量的提升作用在土层间总体以 0~20 cm 土层最明显,增加量均在 $0.79 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上,但在果实成熟期仅对 20~40 cm 土层具有提升作用,提升了 $1.78 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。地布覆盖处理对土壤速效磷含量的提升作用在土层间总体也以 0~20 cm 土层最明显,增加量均大于 $21.60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;但在果实膨大期对 20~40 cm 土层提升作用最明显,提升了 $21.97 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。该处理对土壤速效钾含量的提升作用在土层间以 20~40 cm 土层最明显,增加量均大于 $97.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;其对土壤碱解氮含量的提升则无明显规律。此外,园艺地布覆盖

处理下,土壤养分含量在土层空间的变化与清耕处理类似,总体呈随土层加深而降低的变化趋势。但土壤碱解氮含量在盛花期时以 20~40 cm 土层含量最高,为 $136.29 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,而清耕处理下以 20~40 cm 土层最低,为 $95.38 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;土壤速效磷含量在盛花期随土层加深而降低,而清耕处理下 20~40 cm 土层的含量为 $30.73 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,显著大于另外 2 个土层。

3 讨论

苹果树覆盖作为现代果业生产中一项高效、节水的栽培措施已在国内外广泛应用^[28]。本研究表明,苹果园覆盖园艺地布可以有效提升苹果树全生育期内 0~60 cm 土层的土壤含水量。这与郑悦等^[29]研究结果类似,主要是因为地布表层有细密的小孔,有利于雨水下渗^[30],且园艺地布覆盖可以降低土壤温度,减小温度日较差,蒸发损失少,而更有利于土壤水分的保持^[31]。本研究还发现园艺地布覆盖对土壤含水量在幼果期至果实膨大期的提升作用要高于休眠期和盛花期,对 0~40 cm 土层含水量的提升作用总体上要优于 40~60 cm 土层。这是由于果园土壤含水量与土壤结构、降雨和蒸散发的关系密切^[32];幼果期至果实成熟期的降水量要高于休眠期至盛花期,土壤水分得到了更多的供给,而清耕处理随温度升高,蒸发量增大。降雨虽然能够补给土壤表层的含水量,但对深层土壤含水量影响较小。此外,园艺地布覆盖处理的土壤含水量于幼果期和果实膨大期在土层空间的变化与清耕处理相

表 1 园艺地布覆盖对苹果树根域土壤养分的影响

Table 1 Effects of black ground fabric mulching on soil nutrients of apple root zone

生育时期 Growth stage	土层/cm Soil layer	有机质/(g·kg ⁻¹) Organic matter		碱解氮/(mg·kg ⁻¹) Available N		速效磷/(mg·kg ⁻¹) Available P		速效钾/(mg·kg ⁻¹) Available K	
		DB	CK	DB	CK	DB	CK	DB	CK
		休眠期 Dormancy stage	0~20 20~40 40~60	18.00±0.02aD 13.56±0.03bD 12.36±0.01cC	17.21±0.02aC 13.97±0.03bC 12.31±0.03cB	234.64±0.26aA 101.13±0.21bB 84.26±0.11cB	188.59±0.25aA 74.04±0.14bB 75.07±0.28cB	78.86±0.38aB 19.78±0.13bD 5.58±0.13cD	21.28±0.22aC 7.21±0.18bD 6.45±0.18cC
盛花期 Full-bloom stage	0~20 20~40 40~60	23.71±0.03aA 13.83±0.02bC 12.56±0.04cB	18.40±0.03aB 16.17±0.01bA 12.03±0.04cC	111.39±0.23bB 136.29±0.13aA 135.82±0.10aA	102.75±0.17bB 95.38±0.23cA 103.77±0.32aA	31.78±0.22aD 30.30±0.25bB 27.31±0.26cA	9.68±0.29cD 30.73±0.30aA 11.19±0.24bA	247.50±0.11aE 233.01±0.17bE 162.32±0.45cE	192.02±0.46aB 135.66±0.53bD 87.27±0.41cD
幼果期 Young fruit stage	0~20 20~40 40~60	19.84±0.02aC 14.89±0.02bB 11.22±0.02cE	18.45±0.07aAB 14.94±0.04bB 12.44±0.04cB	111.31±0.17aB 85.99±0.23bC 68.11±0.18cD	86.53±0.20aC 62.48±0.20cC 66.01±0.21bC	86.08±0.21aA 33.40±0.24bA 28.74±0.68cA	36.34±0.28aA 20.43±0.27bB 10.64±0.26cA	433.76±0.37aB 360.57±0.34bC 235.25±0.19cC	345.71±0.47aA 221.75±0.31bA 129.63±0.64cC
果实膨大期 Fruit expansion stage	0~20 20~40 40~60	20.92±0.01aB 15.23±0.01bA 14.87±0.01cA	16.87±0.02aD 14.15±0.02bC 12.09±0.06cC	101.49±0.14aC 77.22±0.17bD 73.35±0.11cC	77.46±0.12aD 51.99±0.20cE 55.47±0.19bD	58.79±0.49aC 32.29±0.46bA 12.62±0.53cC	37.15±0.16aA 10.32±0.11bC 7.05±0.11cC	439.70±0.27aA 367.55±0.14bB 267.71±0.36cB	355.27±0.26aA 192.74±0.65bC 129.99±0.21cC
果实成熟期 Fruit maturity stage	0~20 20~40 40~60	18.00±0.06aD 15.17±0.03bB 11.43±0.08cD	18.61±0.03aA 13.39±0.20bD 12.87±0.04cA	66.61±0.26aD 62.08±0.17bE 59.45±0.19cE	55.20±0.22bE 56.38±0.21aD 45.40±0.27cE	79.79±0.39aB 27.47±0.55bC 18.50±0.78cB	29.40±0.55aB 20.90±0.25bB 8.81±0.16cB	430.62±0.52aC 397.71±0.76bA 284.11±0.41cA	323.33±0.33aA 215.52±0.40bB 146.09±0.42cB

注:同列不同小写字母表示同一生育时期不同土层间的差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示同一土层不同生育时期间的差异极显著($P<0.01$)。

Note: Different lowercase letters in the same column represent the significant difference between different soil layers in the same growth period ($P<0.05$), and different capital letters represent the extremely significant difference between different growth periods in the same soil layer ($P<0.01$).

反,可能是园艺地布覆盖处理在幼果期至果实膨大期改变了土壤结构而造成土壤含水量的空间异质性^[22],但其相关机理有待于进一步研究。

酸碱度是土壤的基本化学性质之一,也是一项重要的土壤肥力指标^[33]。本研究发现,清耕处理下,静宁县苹果园土壤 pH 值在 8.00 以上,属过碱土壤,会造成果树生长受抑甚至死亡^[34]。园艺地布覆盖处理对苹果园土壤 pH 值具有一定的降低作用,主要因为蒸发量大于降水量是土壤盐碱化的重要原因之一^[35],而园艺地布覆盖后能够减少土壤水分蒸发,提升土壤含水量,使得土壤铝的有效性增加,促进了交换酸的产生,进而降低了苹果园土壤 pH 值^[36]。

土壤养分的数量和质量是土壤肥力的重要特征^[37]。本研究发现,静宁县苹果园覆盖园艺地布对果树全生育期内 0~60 cm 土层土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量具有显著的提升作用(仅 0~20 cm 土层果树休眠期至果实膨大期、20~40 cm 土层果树成熟期和 40~60 cm 土层休眠期、盛花期和果实膨大期土壤有机质以及休眠期 40~60 cm 土层和盛花期 20~40 cm 土层土壤速效磷含量除外),这与曹欣冉^[38]的研究结果类似。究其原因,土壤有机质由腐殖质和土壤有机物质转化而形成^[39],园艺地布覆盖增加了表层土中有机物质质量的积累,同时又给微生物提供了旺盛活动的适宜条件,促进了微生物分解进程及腐殖质的形成;有机质分解产生的中间产物(有机酸)及其最终产物(CO₂)都能增加土壤溶液的酸度,酸度的增加对某些固定磷的化合物具有—

定的溶解力,并能削弱粘土矿物对 K 的固定作用,从而提高了土壤中固定态 P、K 的有效性^[40]。且园艺地布覆盖能够增加土壤含水量、降低土壤 pH 值和温度,有效削弱了氨的挥发损失^[41]。本研究还发现,土壤有机质和速效养分含量总体上随土层加深而减少,这是由于 0~20 cm 土层土壤经常受到翻耕,该耕作深度在改善土壤物理性质的基础上,更有利于有机质及速效养分的积累,但造成了对应深度下层土壤压实的情况,因而呈现出表层土壤有机质含量最高,0~60 cm 随土层加深而逐渐降低的趋势^[12],进而造成土壤速效养分含量减少。

综上所述,苹果园覆盖园艺地布可以有效提升土壤水分、养分含量,降低土壤 pH 值。但有关其对土壤理化性质的影响机制、对土壤微生物数量和土壤酶活性的影响及其对果树生长和果园产量的影响还有待进一步研究。此外,覆盖园艺地布能否对土壤水分、养分含量的提升形成长期效应以及是否会持续降低土壤 pH 值、造成土壤酸化等问题需开展进一步的研究。

4 结 论

苹果园覆盖园艺地布对土壤理化性质影响较大,与清耕处理相比,覆盖显著提升了 0~60 cm 土层果树全生育期土壤含水量,降低了土壤 pH 值,使 0~60 cm 土层土壤呈弱碱性;提升了 0~20 cm 土层果树休眠期至果实膨大期、20~40 cm 土层成熟期及 40~60 cm 土层盛花期和果实膨大期土壤有机质含量;且除休眠期 40~60 cm 土层和盛花期 20~40 cm

土层的土壤速效磷含量较清耕处理有所降低外,土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量在0~60 cm土层苹果树全生育时期均显著提高。表明园艺地布覆盖果园在增强土壤保水能力、缓解土壤盐碱化和提升土壤养分方面具有较好的效果。

参考文献:

- [1] 周泉,陈娇,石超,等. 秸秆覆盖下油菜间作紫云英的土壤微环境效应[J]. 干旱地区农业研究, 2019, 37(4): 193-199.
- [2] 杨玥,同延安,路永莉,等. 陕西省苹果园土壤肥力与施肥现状评估[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(5): 166-171, 179.
- [3] 韩建,霍增起,尹兴,等. 太行山南部苹果园土壤养分特征及其与果实品质关系的多元分析[J]. 河北农业大学学报, 2018, 41(5): 69-74.
- [4] 谢小强. 静宁苹果产业发展现状与思考[J]. 山西果树, 2019, (4): 18-19, 26.
- [5] 杜星蓉. 静宁县苹果产地土壤环境质量评价[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017.
- [6] 王田利. 甘肃静宁苹果高效生产的制约因素及发展对策[J]. 果树实用技术与信息, 2017, (7): 40-42.
- [7] 张先茂,孙世琨. 甘肃省苹果园土壤有效养分状况调查与评价[J]. 江西农业, 2019, (18): 126-128.
- [8] 李传友,熊波,张莉,等. 果园残枝粉碎覆盖对土壤理化性状及果实品质的影响[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(11): 84-92.
- [9] 张帆,王晨冰,赵秀梅,等. 果园垄膜覆盖对土壤微生物量碳氮及土壤呼吸的影响[J]. 核农学报, 2018, 32(7): 1448-1455.
- [10] Chakraborty D, Nagarajan S, Aggarwal P, et al. Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L) in a semi-arid environment [J]. *Agricultural Water Management*, 2008, 95 (12): 1323-1334.
- [11] Kader M A, Senge M, Mojid M A, et al. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment [J]. *Soil and Tillage Research*, 2017, 168: 155-166.
- [12] 黄尚书,钟义军,黄允如,等. 耕作深度及培肥方式对红壤坡耕地土壤理化性质及作物产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2020, (4): 72-83.
- [13] 李洪兵,赵西宁,王娟,等. 生草和树枝覆盖对果园土壤持水性能的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(1): 136-141, 181.
- [14] Grafton-Cardwell E E, Ouyang Y, Bugg R L. Leguminous cover crops to enhance population development of *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae) in citrus [J]. *Biological Control*, 1999, 16 (1): 73-80.
- [15] Fageria N K, Baligar V C, Bailey B A. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity [J]. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2005, 36(19-20): 2733-2757.
- [16] 沈鹏飞,王威雁,李彤,等. 陕西洛川苹果园不同覆盖措施对土壤性质、细菌群落及果实产量和品质的影响[J]. 园艺学报, 2019, 46(5): 817-831.
- [17] 巩庆利,翟丙年,郑伟,等. 渭北旱地苹果园生草覆盖下不同肥料配施对土壤养分和酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(1): 205-212.
- [18] 尹晓宁,刘兴禄,董铁,等. 苹果园不同覆盖材料对土壤与近地微域环境及树体生长发育的影响[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(1): 83-95.
- [19] 韩立新,王红艳,曾梅,等. 黄土高原矮砧苹果园铺设园艺地布保墒除草技术[J]. 山西果树, 2014, (3): 17-18.
- [20] 周建国,生静雅. 园艺地布在现代果园行间管理中的应用[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(30): 11972-11973.
- [21] 黄萍,曹辉,张瑞雪,等. 苹果根系生理和叶片光合对地面不同覆盖物的差异反应[J]. 中国农业科学, 2018, 51(1): 160-169.
- [22] 陈汝,黄永业,季兴录,等. 不同覆盖材料对烟富10果园土壤、叶片及果实品质的影响[J]. 天津农业科学, 2018, 24(2): 45-47, 75.
- [23] 郝贝贝,瞿振芳,刘振西,等. 苹果园树下铺设园艺地布及行间种草技术研究[J]. 北方果树, 2019, (4): 18-19.
- [24] 李宏建,王宏,于年文,等. 地面覆盖对苹果树体生长和果实品质的影响[J]. 果树学报, 2019, 36(3): 296-307.
- [25] 张瑞雪,杨洪强,徐颖,等. 不同覆盖材料对夏秋苹果根区土壤硝酸盐代谢的影响[J]. 应用生态学报, 2016, 27(8): 2452-2458.
- [26] 王金锋,张林森,张永旺,等. 地布覆盖对渭北旱塬苹果园土壤水热效应及产量品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(1): 75-78, 84.
- [27] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 12-292.
- [28] Farzarian R, Ghanbari S, Pirdasht H, et al. Determination of different cover crop efficiency for weed control in citrus orchard [C]//International Conference on Chemistry and Chemical Engineering, Poland; 2010: 315-317.
- [29] 郑悦,李会科,张泰然,等. 园艺地布微垄覆盖对渭北旱地矮化苹果根域土壤水分的影响[J]. 西北农业学报, 2019, 28(4): 631-640.
- [30] 贾生海,程建萍. 无纺布覆盖水平沟对土壤温湿度影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(4): 91-94.
- [31] 郑旭霞,毛宇晓,吴嘉瑶,等. 盛夏覆盖对幼龄茶园土壤温湿度和杂草生长的影响[J]. 土壤, 2016, 48(5): 918-923.
- [32] 冯金超,党宏忠,王檬檬,等. 晋西黄土区苹果园生长季土壤水分动态[J]. 水土保持研究, 2020, 27(1): 139-145.
- [33] 吕永华,詹寿,马武军,等. 广东主要植烟土壤养分特征及施肥模式研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(2): 49-56.
- [34] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京: 农业出版社, 1982: 214-224.
- [35] 张义强,王瑞萍,白巧燕. 内蒙古河套灌区土壤盐碱化发展变化及治理效果研究[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(S1): 118-122.
- [36] 徐仁扣, Coventry D R. 某些农业措施对土壤酸化的影响[J]. 农业环境科学学报, 2002, 21(5): 385-388.
- [37] 霍颖,张杰,王美超,等. 梨园行间种草对土壤有机质和矿质元素变化及相互关系的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(7): 1415-1424.
- [38] 曹欣冉. 几种覆盖方式对旱地苹果园土壤及树体的影响[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2016.
- [39] 张鹏,李涵,贾志宽,等. 秸秆还田对宁南旱区土壤有机碳含量及土壤碳矿化的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(12): 2518-2525.
- [40] 罗珠珠,蔡立群,李玲玲,等. 长期保护性耕作对黄土高原旱地土壤养分和作物产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(3): 171-176.
- [41] 罗珠珠,黄高宝,张仁陟,等. 保护性耕作对旱作农田耕层土壤肥力及酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1085-1092.