

doi:10.11937/bfyy.20170976

## 刈割对杏树间作的紫花苜蓿根系和土壤理化性质的影响

姜黎<sup>1,2</sup>, 郑银<sup>1,3</sup>, 王平<sup>1</sup>, 刘国军<sup>1</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院吐鲁番荒漠植物园, 新疆吐鲁番 838008; 3. 石河子大学生命科学学院, 新疆石河子 832003)

**摘要:**以杏园内间作的苜蓿为试材, 研究刈割对杏树间作下杏树、苜蓿根系生物量与垂直分布、土壤有机质含量、土壤 pH 和电导率的影响。结果表明: 杏树的侧根系在土壤垂直分布主要集中在土层 20~60 cm 处。苜蓿根系分布呈倒金子塔型, 主要分布在 0~40 cm 以上土层。刈割显著地促进苜蓿根系生长, 且随刈割次数的增加而增加; 多次刈割促使苜蓿吸收根呈浅层化分布。刈割苜蓿可有效地增加表层土壤的有机质含量, 但对土壤 pH、电导率的影响不显著。因此, 适宜地刈割不仅促进紫花苜蓿的根系生长, 可以有效地改善杏树园土壤养分, 但多次(不低于 3 次)刈割会增加苜蓿吸收根系, 从而会增加与果树之间的养分竞争。

**关键词:**刈割; 杏树; 苜蓿; 林下间作

**中图分类号:**S 567.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0123-06

目前, 作为一种现代化、流行的果园土壤管理制度, 生草栽培是指在果树行间或全园种植牧草作为覆盖物的一种种植模式<sup>[1-2]</sup>, 而采取清耕方式对果园土壤进行管理, 会造成土地资源浪费<sup>[3]</sup>。果林行间套种饲草, 不仅可以充分利用果地生产饲草, 抑制杂草生长, 还有利于保持水土<sup>[6]</sup>、提高土壤肥力<sup>[7]</sup>、优化果园生态环境<sup>[8]</sup>、提高果树产量和品质<sup>[9]</sup>, 并可改善园内的生态环境<sup>[5]</sup>。由于谷

类作物和经济作物的生长受光热及水肥的影响相对高于牧草及饲草作物, 果林套种小麦、棉花等生产模式<sup>[4]</sup>逐渐被果林套种饲草生产模式代替。果林间作饲草模式在国内外果园管理上已广泛被应用。

刈割是一种人为干扰栽培利用技术, 也是草地利用和管理的主要方式<sup>[10]</sup>。适宜的刈割能促进牧草的再生和分蘖(枝), 提高牧草的产量和改善营养价值<sup>[11]</sup>。有研究表明刈割能显著提高苜蓿的地上部生物量<sup>[12]</sup>、根系<sup>[13]</sup>、抗病虫害能力<sup>[14]</sup>和牧草品质<sup>[15]</sup>, 但刈割对林下间作苜蓿根系和土壤理化性质影响的研究尚鲜见报道。因此, 该试验研究刈割如何影响杏树林下间作的紫花苜蓿根系和土壤理化性质, 以期能为刈割林下间作的苜蓿次数和时间提供科学依据和技术支撑。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验地概况

试验地位于塔克拉玛干沙漠南缘策勒绿洲外

**第一作者简介:**姜黎(1980-), 男, 安徽阜阳人, 博士, 助理研究员, 现主要从事植物生理生态等研究工作。E-mail: jiangli1015@126.com.

**责任作者:**刘国军(1976-), 男, 博士, 副研究员, 现主要从事植物生理生态等研究工作。E-mail: lgjs96@sohu.com.

**基金项目:**中国科学院西部博士资助项目(XBBS-2014-12); 中国科学院科技服务网络计划 STS 资助项目(KFJ-SW-STS-176); 中国博士后科学基金面上资助项目(2014M562489)。

**收稿日期:**2017-07-18

围(东经  $80^{\circ}43'$ , 北纬  $37^{\circ}00'$ ), 属温带大陆性干旱气候, 常年多风并以西北风为主导风向; 年平均气温  $11.9^{\circ}\text{C}$ , 极端最高气温  $41.9^{\circ}\text{C}$ , 极端最低气温  $-23.9^{\circ}\text{C}$ ; 年均降水量仅  $35.1\text{ mm}$ , 且主要集中在 5—7 月, 年蒸发量高达  $2\,595.3\text{ mm}$ 。土壤以风沙土为主。

## 1.2 试验材料

试验地为 8 年杏园。果树南北行向, 株行距为  $10\text{ m}\times 10\text{ m}$ ; 平均基径  $20.0\text{ cm}$ , 平均树高  $5.0\text{ m}$ , 平均冠幅  $550\text{ cm}\times 495\text{ cm}$ 。行间播种紫花苜蓿, 2014 年 4 月播种, 经过培育, 紫花苜蓿植物密度为  $150\sim 180\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ , 分布均匀。2016 年 3 月中旬开始, 田间管理采用漫灌, 每月灌溉 1 次, 灌溉量为  $1\,350\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 。整个紫花苜蓿生长季除草, 但不施加肥料。刈割试验采取随机区组, 共 3 个处理, 每个处理 3 次重复, 刈割小区面积为  $30\text{ m}^2$ 。设刈割 1 次: CT1 (仅在 6 月 1 日刈割, 即对照, CK); 刈割 2 次: CT2 (在 6 月 1 日和 7 月 10 日刈割); 刈割 3 次: CT3 (在 6 月 1 日、7 月 10 日和 8 月 20 日刈割)。

## 1.3 项目测定

于 2016 年 10 月中旬进行根系生物量测定, 在杏树地里随机选取 3 个  $1\text{ m}\times 1\text{ m}$  土壤剖面样方; 同时, 在树干一侧, 取样点距树干  $1.0\sim 1.2\text{ m}$ , 在紫花苜蓿植物密度分布均匀地方, 选取 3 个  $1\text{ m}\times 1\text{ m}$  土壤剖面样方, 以  $20\text{ cm}$  为 1 层, 采用小土铲取根系, 将根系除杂、洗净, 挖至到无根系为止。按粗细把根系直径 ( $D$ ) 大小分为: 疏导根 ( $D>1\text{ mm}$ ) 和根直径  $1\text{ mm}$  吸收根 ( $D<1\text{ mm}$ ); 然后将样品烘干至恒重、冷却后称质量, 即为根系干质量<sup>[9]</sup>。

土壤理化性质测定: 土壤风干后, 粉碎至全部通过  $0.25\text{ mm}$  筛孔, 用于土壤理化性质分析。土壤 pH 采用梅特勒 Seven Easy 型 pH 计测定, 电导率采用 DDSJ-308A 型电导率仪测定, 土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定。

## 1.4 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行数据统计分析, 采用 LSD 法在 0.05 水平进行比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 刈割对杏树及紫花苜蓿地下生物量垂直分布特征的影响

如图 1 所示, 从杏树侧根在不同土层的垂直分布看,  $20\sim 60\text{ cm}$  土层是侧根发生的核心段, 占到总侧根质量的  $2/5$  以上; 且所有粗、细侧根均分布在此段。如图 2 所示, 从紫花苜蓿根系在不同土层的垂直分布看, 其根系分布呈倒金子塔型。 $0\sim 40\text{ cm}$  土层是苜蓿根系发生的核心段, 且此段土层的根系质量占到了整个根系质量的一半以上。在  $0\sim 140\text{ cm}$  整个土层剖面每层, 刈割 1 次 (CT1)、刈割 2 次 (CT2)、刈割 3 次 (CT3) 的紫花苜蓿粗根干质量变化不明显, 但增加未达到差异显著水平 ( $P>0.05$ ); 然而 CT2 的紫花苜蓿细根干质量比 CT1 的增加了  $3.3\%$ , 但增加未达到差异显著水平 ( $P>0.05$ ); CT3 的紫花苜蓿细根干质量比 CT1 的增加了  $25.6\%$ , 且增加达到差异显著水平 ( $P<0.05$ )。在  $0\sim 20\text{ cm}$  土层, CT2 的紫花苜蓿细根干质量比 CT1 的增加了  $0.6\%$ , 但增加未达到差异显著水平 ( $P>0.05$ ); CT3 的紫花苜蓿细根干质量比 CT1 的增加了  $65.7\%$  且增加达到差异显著水平 ( $P<0.05$ )。结果表明刈割显著地增加了紫花苜蓿细根, 且随刈割次数的增加而增加; 多次刈割促使苜蓿吸收根分布有浅层化趋势。

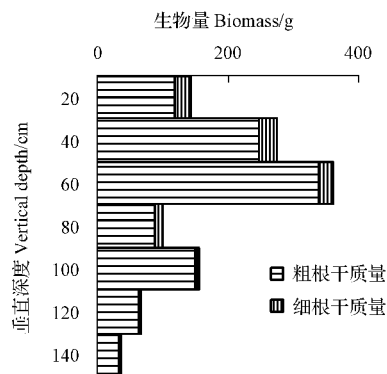


图 1 杏树根系生物量垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of apricot lateral root biomass

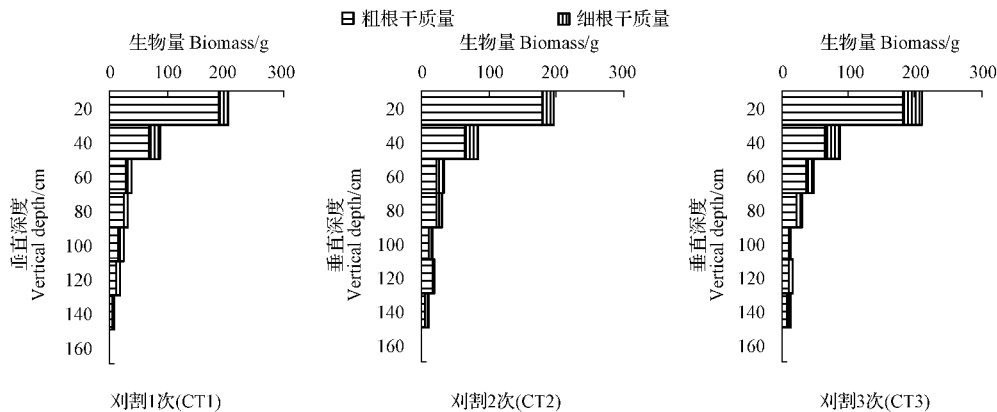


图 2 紫花苜蓿根系生物量垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of *Medicago sativa* roots biomass

## 2.2 刈割对杏树间套紫花苜蓿地的土壤有机质含量垂直分布特征的影响

由图 3 土壤有机质含量在不同土层的垂直分布看,土壤有机质含量变化主要集中在 0~20 cm 土层,CT2 的土壤有机质含量比 CT1 的增加了

12.2%,且增加达到差异显著水平( $P < 0.05$ ); CT3 的紫花苜蓿细根干质量比 CT1 的增加了 5.4%,但增加未达到差异显著水平( $P > 0.05$ )。结果表明刈割可有效地增加了杏树间作紫花苜蓿土地表层土壤的有机质含量。

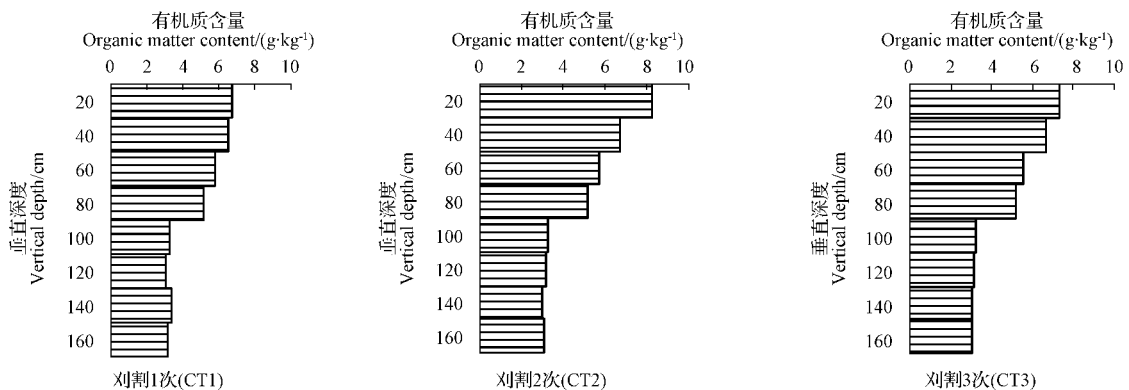


图 3 土壤有机质含量垂直分布

Fig. 3 Vertical distribution of soil organic matter content

## 2.3 刈割对杏树间套紫花苜蓿地的土壤 pH 垂直分布特征的影响

从图 4 可以看出,在 0~140 cm 整个土层剖面,CT1 的土壤 pH 8.20~8.75,CT2 的土壤 pH 8.16~8.72,CT3 的土壤 pH 8.17~8.74;CT1、CT2、CT3 的土壤 pH 三者之间差异不显著( $P > 0.05$ )。结果表明刈割不能有效地改善杏树间作紫花苜蓿各土层的土壤 pH。

## 2.4 刈割对杏树间套紫花苜蓿地的土壤电导率垂直分布特征的影响

如图 5 所示,从土壤电导率在不同土层的垂直分布看,不同刈割次数中各层的土壤电导率变化主要集中在 0~60 cm 土层。在 0~20 cm 土层,CT2 的土壤电导率比 CT1 的下降了 1.2%,但下降未达到差异显著水平;CT3 的土壤电导率比 CT1 的增加了 1.2%,但未达到差异显著水平;在 20~40 cm 土层,CT2 的土壤电导率比 CT1 的下降了 3.8%,但下降未达到差异显著水

平;CT3 的土壤电导率比 CT1 的增加了 2.5%,但未达到差异显著水平;在 0~20 cm 土层,CT2 的土壤电导率比 CT1 的下降了 5.8%,但下降未达到差异显著水平;CT3 的土壤电导率比 CT1 的

增加了 1.2%,但未达到差异显著水平。结果表明刈割不能有效地改善杏树间作紫花苜蓿各土层的土壤电导率。

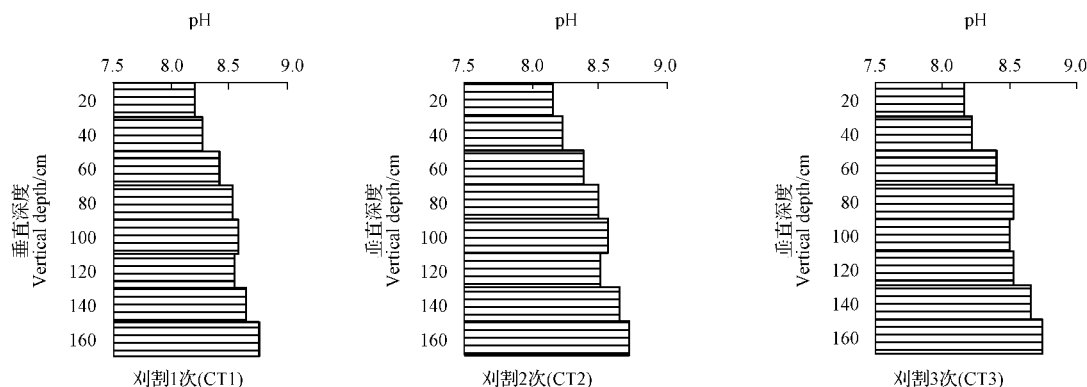


图 4 土壤 pH 垂直分布

Fig. 4 Vertical distribution of soil pH

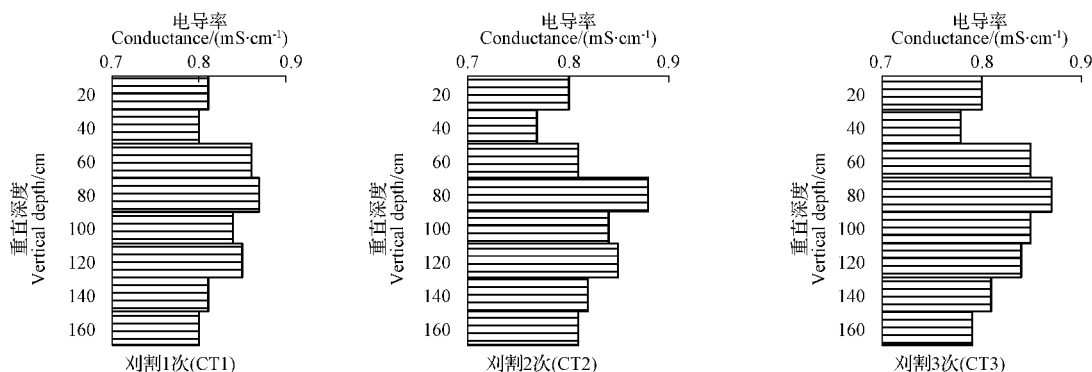


图 5 土壤电导率垂直分布

Fig. 5 Vertical distribution of soil conductance

### 3 讨论

紫花苜蓿因其再生能力强,生长季内可多次刈割利用。但刈割时期与刈割次数对苜蓿的生长都很重要<sup>[16-17]</sup>。刈割次数过多,往往导致苜蓿再生性下降,甚至不能安全越冬;刈割次数过少又会造成草产量及品质的下降<sup>[15]</sup>。杏树与紫花苜蓿的根系分布特征表明了杏树主要分布在 20~60 cm 土层,而紫花苜蓿主要分布在 0~40 cm 土层。表明果树会与苜蓿根系发生相对较小的竞争。刈割对紫花苜蓿地下生物量有显著的影响,

且随刈割次数的增加而增加;多次刈割处理下苜蓿吸收根分布有浅层化趋势。因此,从杏树与紫花苜蓿的根系分布来看,多次刈割增加苜蓿根系的生长,但多次刈割可能增加苜蓿根系与果树之间的土壤养分竞争。

土壤有机质含量是土壤肥力的重要特征之一,是制约土壤理化性质、通气性、抗蚀力、涵养水源能力、供肥保肥能力和养分有效性等的关键因子<sup>[18]</sup>。刈割有效地增加了杏树间作紫花苜蓿土地 0~20 cm 土壤有机质含量,表明刈割有利于增加有机质,主要积累于果园表层土壤,其增加量随

土层深度增加而逐渐减少。因此,适宜地刈割有利于提高生草果园土壤有机质含量,是解决生草果园土壤有机质低下的有效途径。

该研究发现刈割对 0~140 cm 土壤的 pH 和电导率的影响均未达到显著水平,说明了在果草间作下的田间管理中,刈割并不能明显地改善南疆干旱区的土壤 pH 和电导率。其原因可能在于土壤 pH 和电导率与土壤水分、温度有着密切的关系,但刈割并未显著地改变土壤温度、水分等生态条件<sup>[6]</sup>。

综上所述,刈割有效地增加了果树间作紫花苜蓿地的表层土壤有机质含量,但对果树间作紫花苜蓿地的 pH、电导率的影响并不显著。虽然多次刈割促进了苜蓿根系的生长,且多次刈割促使苜蓿吸收根呈浅层化趋势分布,但这有可能增加苜蓿根系与果树竞争土壤养分。因此,在果草间作模式生产,田间管理中应关注施肥。

## 参考文献

- [1] 唐梁楠. 用地与养地结合,提高果园土壤肥力途径探讨[J]. 中国土壤与肥料,1990(5):26-29.
- [2] 杨华,吴亚维,韩秀梅,等. 苹果园生草对土壤矿质营养影响的研究[J]. 农技服务,2016,33(13):82-83.
- [3] 王超,白龙,赵波,等. 温带果园适宜草种及其播量的初步筛选[J]. 草业科学,2014(31):284-289.
- [4] 李建刚,王继和,蒋志荣. 庄浪县林农和林草间作模式经济效益评价[J]. 中国水土保持科学,2007,5(4):56-61.
- [5] 曹铨,沈禹颖,王自奎,等. 生草对果园土壤理化性状的影响

研究进展[J]. 草业学报,2016,25(8):180-188.

- [6] 郝淑英,刘蝴蝶,牛俊玲,等. 黄土高原区果园生草覆盖对土壤物理性状、水分及产量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2003(1):25-27.
- [7] 李惠,赵丹,苏彦苹,等. 种植苜蓿及苜蓿覆盖对核桃园土壤性质的影响[J]. 北方园艺,2016(7):166-170.
- [8] 哈斯亚提·托逊江,刘晨,哈丽代·热合木江,等. 红枣与牧草间作对果园土壤养分及小环境的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(1):327-329.
- [9] 史进,李文胜,张俊苗. 生草对树冠不同部位果实产量和品质的影响[J]. 北方园艺,2016(19):22-27.
- [10] 朱珏,张彬,谭支良,等. 刈割对牧草生物量和品质影响的研究进展[J]. 草业科学,2009,26(2):80-85.
- [11] 钟秀琼,钟声. 刈割对牧草影响的研究概况[J]. 草业与畜牧,2007(5):22-25.
- [12] 蔡海霞,杨浩哲,王跃卿,等. 刈割对紫花苜蓿草产量和品质的影响[J]. 中国草食动物科学,2013,33(2):66-69.
- [13] 郭正刚,刘慧霞,王彦荣. 刈割对紫花苜蓿根系生长影响的初步分析[J]. 西北植物学报,2004,24(2):215-220.
- [14] 朱猛蒙,马锐,张蓉. 刈割对紫花苜蓿病虫害的影响[J]. 中国植保导刊,2006,26(12):8-10.
- [15] 杨恒山,曹敏建,郑庆福,等. 刈割次数对紫花苜蓿草产量、品质及根的影响[J]. 作物杂志,2004(2):33-34.
- [16] 王坤龙,王千玉,宋彦军,等. 刈割次数对紫花苜蓿根系生长及返青的影响[J]. 中国奶牛,2016,314(6):48-51.
- [17] 陈述明,王玉祥. 刈割时间对苜蓿生殖生长及种子性状的影响[J]. 中国农学通报,2016,32(17):7-11.
- [18] 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.

## Effect of Mowing on the Root System Distribution of Alfalfa Under Apricot Intercropping and Lateral Root Distribution of Apricot and Soil Physical and Chemical Properties in the Apricot Garden

JIANG Li<sup>1,2</sup>, ZHENG Yin<sup>1,3</sup>, WANG Ping<sup>1</sup>, LIU Guojun<sup>1</sup>

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011; 2. Turpan Eremophytes Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Turpan, Xinjiang 838008; 3. College of Life Science, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

**Abstract:** A plot test was studied that the effect of mowing was on the root biomass and root system distribution of alfalfa and apricot, soil organic matter content, pH and electrical conductivity in the apricot garden. The results showed that the lateral roots of apricot tree were mainly concentrated in soil layer 20—60 cm. The distribution of alfalfa roots was gold tower type, and alfalfa roots were mainly distributed in more than 0 to 40 cm. Mowing had significant effects on alfalfa underground

## 新疆南疆三种果树叶表面 微形态结构与滞尘能力比较

萨吉旦·阿卜杜克日木,祖力克艳·麻那甫,巴特尔·巴克,王孟辉

(新疆农业大学 草业与环境科学学院,新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘要:**以新疆轮台县3种果树(苹果、核桃、杏)叶片为试材,对其滞尘量和叶片表面微形态结构进行观测,探究了3种果树叶片平均滞尘量在不同时间段和不同高度的变化及叶表面结构与其滞尘量的关系。结果表明:不同果树的滞尘量不同,其中苹果叶片的滞尘量最大,可达到 $5.295 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,杏叶片的滞尘量最低,仅为 $2.697 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。叶片滞尘量随时间延长而增加( $P < 0.01$ );不同高度的滞尘量差异极显著( $P < 0.01$ ),叶片平均滞尘量依次为 $1 \text{ m}[(1.716 \pm 0.800) \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}] > 2 \text{ m}[(1.217 \pm 0.355) \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}] > 3 \text{ m}[(0.950 \pm 0.362) \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}]$ 。叶片表面观察结果表明,果树叶片表面在微形态结构上存在明显差异,滞尘能力较强的苹果叶表面结构粗糙,具有绒毛;滞尘能力较弱的杏叶表面结构光滑,无毛。叶表面结构不同,滞尘能力也出现明显差异,说明滞尘能力与叶表特征密切相关。

**关键词:**果树叶片;滞尘量;叶表面结构

**中图分类号:**S 661.601 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0128-06

近年来,国内外许多学者都开展了不同树种滞留大气颗粒物能力的开拓性工作,一方面是关

于树种滞尘作用机理的研究<sup>[1-2]</sup>,另一方面是因时间和空间因素的变化对树木滞尘能力的影响<sup>[3-4]</sup>。研究表明,不同树种的滞尘能力有明显的差异且受到很多因素的影响,例如树高<sup>[5]</sup>、叶片大小、叶片表面结构<sup>[6-7]</sup>(粗糙、绒毛、褶皱、油脂等)、气象因素<sup>[8]</sup>(降水量、风速、沙尘天气)、季节<sup>[9]</sup>等诸多参数有关。迈迪娜等<sup>[10]</sup>对阿克苏市石榴、樱桃、红枣、无花果等10种果树进行滞尘测定和叶表面电镜扫描,研究发现,葡萄、红枣等滞尘量较高( $>3.00 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ),石榴、无花果等滞尘量中等

**第一作者简介:**萨吉旦·阿卜杜克日木(1990-),女,新疆伊犁人,硕士,研究方向为环境污染与修复。E-mail:sajidamyili@163.com.

**责任作者:**巴特尔·巴克(1973-),男,新疆喀什人,博士,教授,博士生导师,研究方向为干旱区生态与环境及气象灾害。E-mail:bateerbake@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31460316)。

**收稿日期:**2017-04-11

biomass, and with the times increasing of mowing, and the more times of mowing made that the distribution of alfalfa absorbing root was shallow. The more times of mowing effectively increased organic matter contents of the upper soil, but the effect of moving was not significantly on soil pH and electrical conductivity in the apricot garden. Therefore, suitable times of moving not only promoted the growth of underground part of alfalfa, and also could effectively improved the apricot garden soil nutrient status, but more times (more than 3 times) of moving increased more competition for nutrients between fruit trees roots and alfalfa roots.

**Keywords:** moving; apricot; *Medicago sativa*; forests intercropping