



农业资源与环境学报

中文核心期刊
中国科技核心期刊

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

欢迎投稿 <http://www.aed.org.cn>

十堰猕猴桃果园生草生态效应的分析

朱先波, 潘亮, 王华玲, 肖丽丽, 钟云鹏, 齐秀娟, 吴伟

引用本文:

朱先波, 潘亮, 王华玲, 等. 十堰猕猴桃果园生草生态效应的分析[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(3): 381–388.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0486>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

不同覆盖作物模式对茶园土壤微生物群落功能多样性的影响

王明亮, 刘惠芬, 王丽丽, 杨殿林, 林艳艳, 修伟明, 王慧, 黄进, 张小福

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 332–339 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0028>

覆盖作物对茶园节肢动物群落多样性影响

王明亮, 刘惠芬, 王丽丽, 杨殿林, 汪洋, 修伟明, 李刚, 黄进, 张小福

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 326–331 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0490>

湘西猕猴桃种植基地土壤和猕猴桃中重金属积累状况研究

王仁才, 石浩, 庞立, 卜范文, 吴小燕, 刘琼, 肖志伟

农业资源与环境学报. 2017, 34(3): 280–285 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2016.0282>

覆盖作物不同利用方式对猕猴桃园土壤微生物群落结构的影响

李青梅, 张玲玲, 赵建宁, 张艳军, 刘红梅, 王华玲, 王慧, 杨殿林, 张凡, 翁昌明

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 319–325 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0627>

猕猴桃雄花特性与授粉果实性状相关性研究

张文慧, 张百忍, 李学宏, 钟云鹏, 李夏, 郑敏, 潘晓红

农业资源与环境学报. 2020, 37(3): 413–418 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0576>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

朱先波, 潘 亮, 王华玲, 等. 十堰猕猴桃果园生草生态效应的分析[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(3): 381–388.

ZHU Xian-bo, PAN Liang, WANG Hua-ling, et al. Analysis of the ecological effects of grass-growing in kiwifruit orchards in Shiyan, China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2020, 37(3): 381–388.



开放科学 OSID

十堰猕猴桃果园生草生态效应的分析

朱先波¹, 潘 亮¹, 王华玲¹, 肖丽丽¹, 钟云鹏², 齐秀娟², 吴 伟^{1*}

(1. 十堰市经济作物研究所, 湖北 十堰 442714; 2. 中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450016)

摘 要:为探究生草对十堰猕猴桃果园的生态效应,以长平塘村和高岭村的猕猴桃果园为研究对象,进行自然生草和人工生草,人工生草选择白三叶和黑麦草,比较分析人工生草和自然生草对土壤养分、杂草种类和数量以及果实产量和品质的影响。结果表明,相对自然生草,人工生草可以有效降低果园内的杂草种类和数量,提高土壤有机质、碱解氮、速效磷和速效钾含量,降低碱性土壤的pH值,其中种植黑麦草效果更好;人工生草和自然生草在改善土壤温度、提高果树产量和改善果实品质方面无显著差异。在长平塘村和高岭村,相比自然生草和种植黑麦草,种植白三叶可以大幅降低猕猴桃果园内的杂草种类和数量;在高岭村,人工生草可以显著提高土壤的湿度($P<0.05$);随着种植时间的延长,相对自然生草和种植白三叶,种植黑麦草提高土壤中碱解氮、速效磷和速效钾含量的效果更为显著。研究表明,相比自然生草和种植白三叶,十堰市猕猴桃果园更适合种植黑麦草。

关键词:十堰;猕猴桃果园;人工生草;自然生草;黑麦草;白三叶;杂草

中图分类号:S663.4

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2020)03-0381-08

doi: 10.13254/j.jare.2019.0486

Analysis of the ecological effects of grass-growing in kiwifruit orchards in Shiyan, China

ZHU Xian-bo¹, PAN Liang¹, WANG Hua-ling¹, XIAO Li-li¹, ZHONG Yun-peng², QI Xiu-juan², WU Wei^{1*}

(1. Economic Crop Research Institute of Shiyan City, Shiyan 442714, China; 2. Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450016, China)

Abstract: In order to examine the ecological effects of planting grass in kiwifruit orchards in Shiyan, Hubei Province, we selected two kiwifruit orchards located in Changpingtang and Gaoling villages as study sites. We assessed the effects of two grass planting methods, namely, artificial and natural grass planting, and selected white clover and ryegrass as artificial grass types. The effects of artificial and natural grass planting on soil nutrients, weed species and quantity, and fruit yield and quality were compared and analyzed. The results showed that compared with natural grass planting, artificial grass planting could effectively reduce the number and quantity of weed species, particularly in response to planting white clover. It also increased the contents of soil organic matter, alkali-hydrolyzed nitrogen, available phosphorus, and available potassium in the two kiwifruit orchards, and reduced the pH value of alkaline soil. Furthermore, of the two artificial grass types assessed, ryegrass was found to have a better effect on reducing soil pH than white clover. However, neither of the grass planting methods had a significant effect with respect to improving soil temperature, or fruit yield and quality, although artificial grass planting was found to significantly increase soil humidity in the Gaoling kiwifruit orchard ($P<0.05$). With an extension of planting time, planting ryegrass clearly increased the contents of soil alkali-hydrolyzed nitrogen, available phosphorus, and available potassium. The findings of this study revealed that compared with planting natural grass and white clover, planting ryegrass was more suitable for kiwifruit orchards in Shiyan, Hubei Province.

Keywords: Shiyan; kiwifruit orchard; artificial grass; natural grass; ryegrass; white clover; weed

收稿日期: 2019-09-29 录用日期: 2020-01-22

作者简介: 朱先波(1983—),男,湖北郧西人,博士,农艺师,从事果树研究和农业技术推广工作。E-mail: xianbo0036@163.com

*通信作者: 吴 伟 E-mail: wwsyhb@163.com

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程协同创新任务(CAAS-XTCX2016015); 河南省果树瓜类生物学重点实验室开放课题(HNS201705-1)

Project supported: Cooperative Innovation Project of Agricultural Science and Technology Innovation Program of CAAS (CAAS-XTCX2016015); The Open Project of Key Laboratory of Fruit and Melon Biology in Henan Province (HNS201705-1)

湖北省十堰市作为新发展的猕猴桃种植区,同时还是南水北调中线工程的核心水源区,近年来猕猴桃种植面积增加迅速。但是随着面积的扩大,一些问题也逐渐显现,如粗放管理、滥用除草剂等,一方面严重阻碍了猕猴桃的根系生长,引起猕猴桃植株生长不良甚至死亡;另一方面造成果园的土壤板结、水土流失严重等。有研究表明,果园生草能增加土壤的有机质、改善土壤的通透性、调节果树根系周围的温湿度^[1-2]、提升土壤肥力^[3]。猕猴桃果园套草可以改善猕猴桃果实品质^[4],十堰猕猴桃果园生草方式有自然生草和人工生草,自然生草可以改善土壤理化性状,增加C、N含量^[5],但是自然生草生长旺盛,容易与果树争水争肥^[6],因此有必要选择适宜十堰猕猴桃园的草种进行人工生草。人工生草宜选择覆盖率高、水土保持效果较好的草种^[7-8],白三叶和黑麦草适合在成龄碱性土壤果园种植^[9]。本试验对十堰地区碱性土壤的猕猴桃园自然生草和人工生草进行研究,以期更有效保护核心水源,同时达到绿色、安全、健康的猕猴桃生产目标。

1 材料与方法

1.1 试验地点

十堰市年均降水量800 mm以上,年日照时数为1655~1958 h,年平均气温15.4℃,无霜期为224~255 d,属北亚热带季风气候。试验在两个地方同时进行,试验地点①:十堰市张湾区长平塘村,土壤类型为沙壤,位于北纬32.57°、东经110.62°,海拔542 m。试验地点②:十堰市郧阳区高岭村,土壤类型为黄壤,位于北纬32.82°、东经110.73°,海拔224 m。

1.2 试验材料

供试品种为树龄一致、生长整齐的5年生金魁猕猴桃,各种管理措施一致,株行距为2.5 m×4.5 m。

1.3 试验设计和测定方法

1.3.1 试验设计

本试验在两个地块采取随机区组设计,共设置3个处理:(1)种植白三叶,行间种植豆科白三叶,品种为“雷神”(Riesling),2017年9月23日播种,播种量为30 kg·hm⁻²,于猕猴桃园中清耕除草后均匀撒播于小区。(2)种植多年生黑麦草,行间种植禾本科多年生黑麦草,品种为“超越”(EXCEL),2017年9月23日播种,播种量为30 kg·hm⁻²,于猕猴桃园清耕除草后均匀撒播于小区。(3)自然生草(CK)。每个处理设置3个重复,小区面积60 m²(4.5 m×13.3 m),含5株猕猴

桃(株行距为2.5 m×4.5 m)。两个地块在种草前每667 m²施入20 kg复合肥作为基肥,种草后不施肥;人工生草在苗期进行1~2次人工除草;试验期间不除草,每年割草4次,留茬10~15 cm。

1.3.2 调查项目和方法

土样:2018年和2019年7月中旬(盛花后75 d)分别取土样和植物样,每个处理用五点取样法取表层0~20 cm土样,混合均匀后用于土壤理化性状的检测。

植物样:每个小区按五点取样法,采用100 cm×100 cm(1 m²)的小样方,调查记载杂草种类和数量。每个处理随机选择5株猕猴桃收获果实后称质量得到单产,每株猕猴桃东南西北中各取2个果实,测定单果质量、可溶性固形物(TSS)及纵、横、侧径。

温湿度测定:土样采集当日14:00,在每个土壤取样点附近用土壤多参数测定仪(TZS-ECW-G)测定其温湿度。

pH的测定:土水比1:2,充分摇匀,静置30 min后,用pH计(梅特勒PE28)测定。

速效钾的测定:NH₄OAc浸提,火焰光度法^[10];土壤有机质的测定:重铬酸钾容量法-外加加热法^[10];速效磷的测定:0.5 mol·L⁻¹ NaHCO₃法^[10];碱解氮的测定:碱解扩散法。

果实TSS采用Atago PAL-1测定;果实纵、横、侧径采用广陆数显游标卡尺测定。

1.4 数据统计分析

数据统计分析、差异显著性分析采用SPSS 19.0和Excel 2007进行,用Duncan法比较差异显著性。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃园生草后杂草的种类

不同的生草种类对猕猴桃果园杂草的种类和数量均有很大影响(表1),种草后杂草的种类减少,数量大幅下降。2019年的果园杂草种类和数量均比2018年多,其中数量增长最多的是高岭村的黑麦草生草区,增长了97.9%,但杂草的种类并没有增加;在长平塘村黑麦草生草区的杂草种类增加了20%,杂草数量增长了3.6%。在白三叶生草区,高岭村的杂草种类增加了一种,数量增长了22.8%;长平塘村杂草种类无变化,只是数量增加了53.9%。在自然生草果园,长平塘村、高岭村的杂草种类分别增长了66.7%和33.3%,数量增长了28.3%和40.0%。在这些地块中发现马塘、稗子是主要的杂草,自然生草果园中刺

表1 猕猴桃果园生草后果园的杂草数量

Table 1 Number of weeds in the consequent orchards of kiwifruit orchards

杂草名称 Weed names	CK区 CK area				白三叶区 White clover area				黑麦草区 Ryegrass area			
	长平塘村 Changpingtang		高岭村 Gaoling		长平塘村 Changpingtang		高岭村 Gaoling		长平塘村 Changpingtang		高岭村 Gaoling	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
马塘	123	222	174	198	23	24	2	9	30	16	33	81
伏毛蓼		25	3		1					1		
稗子	164	22	36	111	7	30			62	80	13	45
狗尾草		3			5	2			8	23		
香附子	125	279	3	4	18	12	33	21	5	2	83	115
野黍	14	21			9	26			33	21		
结缕草						3						
铁苋菜	3	5		3								
毛苕子	13	18										
小蓬草	2	7										
鹅肠菜	5	59										
刺儿菜	155	102	8	3							8	37
打碗花		5										
苦菜		1		1								
大蓬草		3										
马兰		3										
鬼针草								13				
狗牙根			6									
青葙				1								
苎草				1								
鬼针草											5	3
总种类	9	15	6	8	6	6	2	3	5	6	5	5
总数量	604	775	230	322	63	97	35	43	138	143	142	281

注:杂草的数量取平均值的整数,低于1的不计数。
Note:The number of weeds was taken as an integer of the average value, and less than 1 was not counted.

儿菜是长坪塘村的一种主要杂草,黑麦草生草区中香附子是高岭村的另外一种主要杂草。

2.2 猕猴桃园生草后土壤的温湿度变化

不同的生草种类对猕猴桃果园温湿度影响不同(图1)。同一地区不同年份的生草区温度除了高岭村白三叶种植区外均无显著差异,2018年长平塘村的黑麦草生草区温度比对照和白三叶生草区显著提高($P<0.05$,图1A)。同一年份,长平塘村的自然生草区对照与白三叶和黑麦草处理的湿度无显著差异;在高岭村两个处理的湿度均高于对照,且差异达到显著水平($P<0.05$,图1B)。

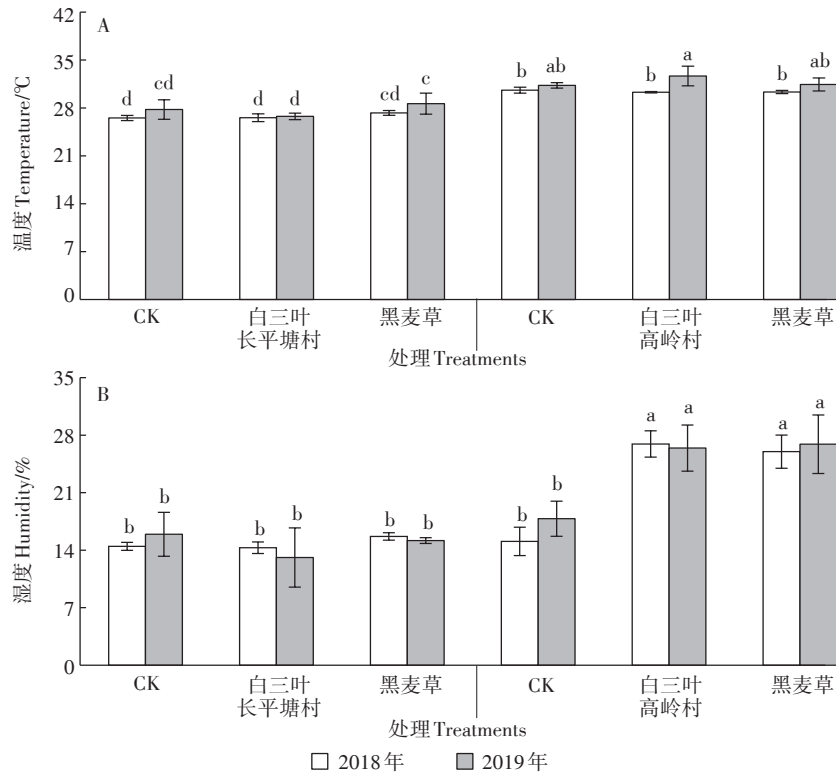
2.3 猕猴桃园生草后土壤pH和有机质的变化

不同的生草种类均能降低猕猴桃果园的土壤pH,增加土壤有机质。由图2A可知,生草后果园土壤pH均下降,其中在长平塘村的黑麦草种植区pH两

年间有显著差异($P<0.05$),2019年比2018年下降了6.58%。随着种草年限的增加,除了长平塘村的自然生草区有机质增加未达到显著水平外,其他生草区域的有机质含量增加均达到显著水平($P<0.05$),其中增幅最大的是高岭村的白三叶生草区,2019年有机质含量比2018年增加了151%(图2B)。

2.4 猕猴桃园生草后土壤中氮磷钾的变化

不同的生草种类均使猕猴桃果园土壤中氮磷钾含量提高(图3)。生草后2019年果园土壤中碱解氮含量均比2018年增加,且差异达到显著水平($P<0.05$);2019年高岭村和长平塘村所有生草区的有效磷含量均较2018年显著增加($P<0.05$)。其中碱解氮和有效磷含量增幅最大的都是高岭村黑麦草生草区,分别增加了85.7%和131.1%(图3A、图3B)。在速效钾含量方面,高岭村三个生草区和长平塘村白三叶生



不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同
Different letters mean significant difference among treatments($P<0.05$). The same below

图1 生草后果园土壤温湿度的变化

Figure 1 Changes of soil temperature and humidity in orchards after grass growing

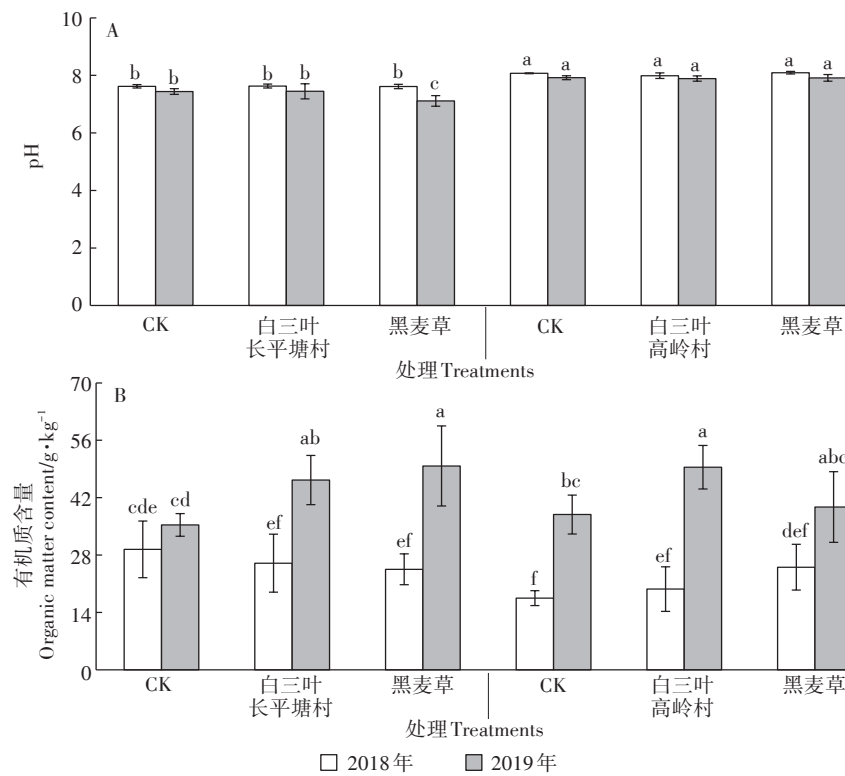


图2 生草后果园土壤pH值和有机质含量的变化

Figure 2 Changes of soil pH value and organic matter content in orchards after grass growing

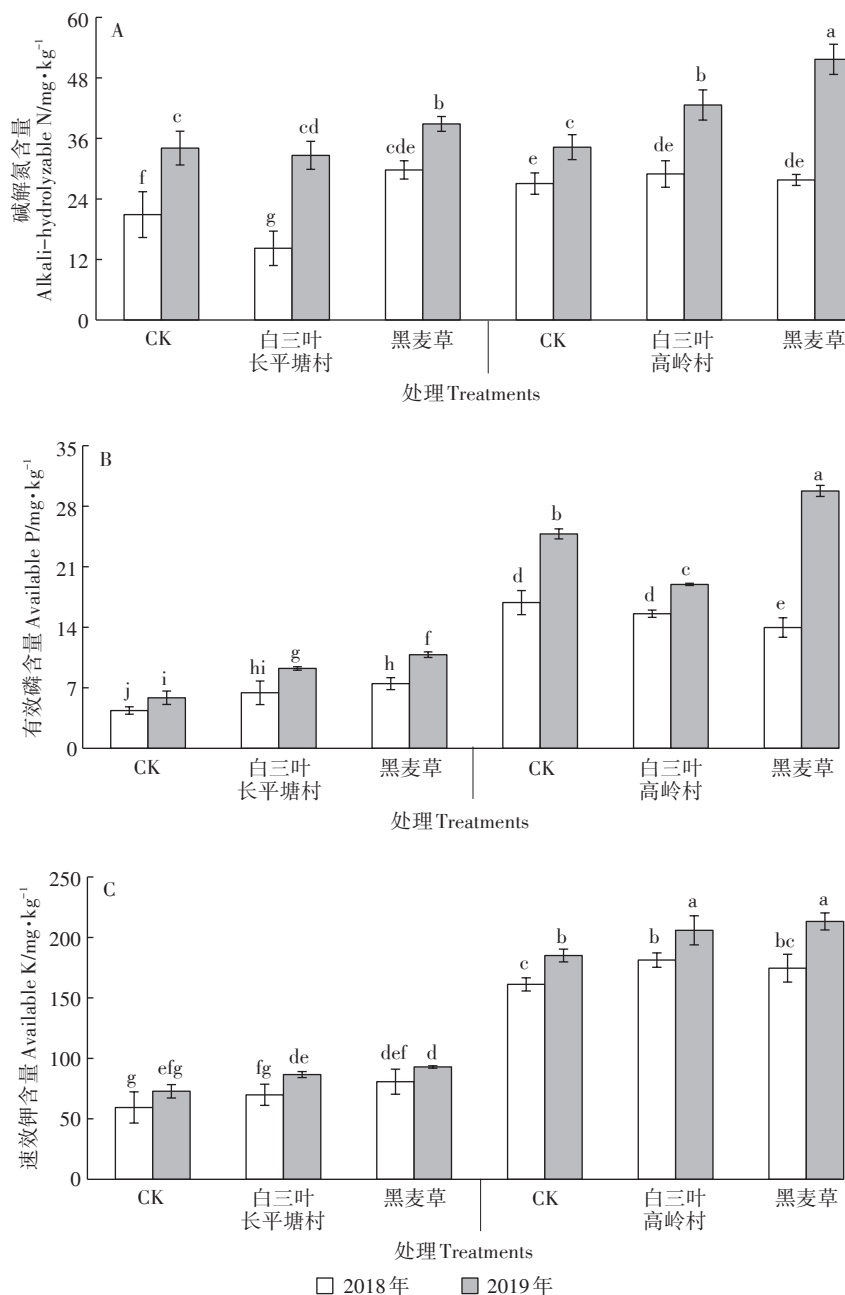


图3 生草后果园土壤中氮磷钾含量的变化

Figure 3 Changes of soil nitrogen, phosphorus and potassium contents in orchards after grass growing

草区2019年的速效钾含量较2018年显著增加($P < 0.05$, 图3C), 增加最多的是高岭村黑麦草生草区, 增幅为22.2%。

2.5 猕猴桃园生草后果实品质和产量变化

猕猴桃果园自然生草和人工生草不同年份间品质和产量变化总体表现差异不显著(表2和表3)。在长平塘村, 同一年份不同生草区, 2018年白三叶种植区的猕猴桃产量比对照显著增加($P < 0.05$); 2019年, 白三叶处理的猕猴桃单果质量比对照显著增加($P <$

0.05), 但可溶性固形物含量显著降低。同一生草区不同年份间, 2019年对照区单株产量较2018年显著增加($P < 0.05$), 但两个人工生草区单株产量年份差异不显著; 白三叶种植区2019年单果质量较2018年显著增加($P < 0.05$, 表2)。

在高岭村, 同一年份不同生草区, 2018年黑麦草种植区的单株产量显著高于白三叶区($P < 0.05$); 2019年黑麦草种植区单果质量比对照和白三叶种植区高且差异显著($P < 0.05$), 黑麦草种植区的果实横径比对

表2 长平塘村生草果园猕猴桃果实品质及产量

Table 2 Fruit quality and yield of kiwifruit after grass growing in Changpingtang village

处理 Treatments	年份 Year	单果质量 Fruit weight/g	纵径 Vertical diameter/cm	横径 Horizontal diameter/cm	侧径 Side diameter/cm	TSS/%	单株产量 Yield per plant/kg
CK	2018	71.63±3.89c	59.61±3.49a	47.13±1.01b	40.27±0.67c	17.17±0.15b	20.00±1.35b
	2019	74.83±3.24bc	62.07±0.68a	48.69±1.63ab	41.94±2.36bc	18.47±0.07a	24.57±1.95a
白三叶	2018	78.47±2.58bc	60.46±2.71a	50.54±2.68ab	41.91±0.41bc	16.47±0.57b	24.43±2.2a
	2019	87.00±6.26a	62.63±2.64a	52.03±1.47a	45.40±1.02a	16.60±1.40b	22.20±1.35ab
黑麦草	2018	79.73±0.64b	60.46±0.34a	48.73±1.93ab	43.73±1.34ab	16.80±0.56b	22.80±3.69ab
	2019	80.06±2.41b	57.67±5.78a	51.51±2.87a	41.27±1.39bc	16.40±0.50b	24.80±1.71a

注:同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: Difference letters mean significant difference among treatments ($P<0.05$). The same below.

表3 高岭村生草果园猕猴桃果实品质及产量

Table 3 Fruit quality and yield of kiwifruit after grass growing in Gaoling village

处理 Treatments	年份 Year	单果质量 Fruit weight/g	纵径 Vertical diameter/cm	横径 Horizontal diameter/cm	侧径 Side diameter/cm	TSS/%	单株产量 Yield per plant/kg
CK	2018	78.23±1.55b	60.17±2.16a	51.17±2.72ab	41.59±0.97ab	16.30±0.32a	26.23±2.92ab
	2019	77.57±0.86b	62.11±1.49a	48.80±0.44b	42.36±0.40ab	17.67±1.83a	25.53±3.79abc
白三叶	2018	76.93±2.45b	63.95±1.21a	52.64±0.72ab	40.25±1.83b	16.30±0.1a	21.80±0.46bc
	2019	82.80±1.55b	60.64±3.87a	52.17±2.86ab	43.30±0.71ab	16.37±0.46a	20.73±2.51c
黑麦草	2018	82.43±10.29b	61.02±3.11a	49.97±5.51ab	41.03±3.03b	16.26±1.1a	26.70±2.05a
	2019	98.23±7.28a	64.46±1.42a	56.42±6.42a	44.29±1.47a	16.43±0.65a	23.30±2.05abc

照显著增大($P<0.05$)。同一种植区不同年份间,除黑麦草种植区2019年单果质量和侧径显著高于2018年外,其他品质指标的年份差异均不显著($P>0.05$,表3)。

3 讨论

本试验发现猕猴桃果园人工生草后杂草种类和数量均大幅下降,表明果园人工生草可以抑制杂草的生长,与Kunz等^[11]对甜菜园的研究结果一致。在十堰地区猕猴桃园生长的主要杂草是马唐、稗子,果园生草后杂草的种类基本没变化。随着种植年限的增加,自然生草果园杂草种类和数量均大幅增加;人工生草果园主要表现为数量增加,种类基本不变,表明人工生草可以有效抑制杂草的种类增加,这与孙雪等^[12]研究得到的种植黑麦草可以影响农田中杂草种类的结果基本类似。香附子在高岭村黑麦草种植区数量最多,其不仅可以利用种子繁殖还可通过根茎繁殖,且喜湿耐旱^[13],成为优势种,因此数量增加很快。

猕猴桃果园人工种草可以提高土壤的湿度,这是由于人工种草选择性使用草种,不会与猕猴桃争水,种植后增加了猕猴桃果园地表覆盖,改善了土壤的团

粒结构,增加了渗水性和持水能力,使土壤含水量增加^[14-15],这更有利于猕猴桃植株抗逆。在沙壤中自然生草和人工生草保湿效果没有显著差异,可能是沙壤的水分极易散失所致。在温度方面,人工种植黑麦草土壤温度比自然生草高,这与余立恒^[16]的研究结果不一致,可能是由于温度较高导致黑麦草生长不良,遮阴效果减弱。

本试验发现种植黑麦草后可以降低碱性土壤的pH值,尤其在长平塘村效果更为显著,这与王依等^[17]、孙爱良等^[18]的研究结果一致,这表明在十堰地区碱性猕猴桃果园种植黑麦草可以改善土壤的碱性状况。

在猕猴桃果园生草后的第三年,各处理均能促进猕猴桃果园氮磷钾含量的增加,针对桃^[19]、葡萄^[20]、枣^[21]、梨^[22]、库尔勒香梨^[3]的研究发现生草可以提高土壤营养成分含量,自然生草可以增加甜菜园土壤有机质^[23]和枣园土壤速效磷、碱解氮、有效钾^[24],这与本试验研究结果一致。本试验还发现种植黑麦草对碱解氮、有效磷、速效钾含量增加效果比自然生草和种植白三叶更好,这与王小龙等^[20]对葡萄园的研究结果一致,表明人工种植黑麦草更有利于提高土壤的营养

成分含量,黑麦草是十堰地区猕猴桃园提高土壤肥力的适种草类。

自然生草和人工生草对猕猴桃果实的品质和产量的影响差异不显著,可能是由于“金魁”猕猴桃适宜生长的pH范围为5.8~6.1^[25-26],而高岭村和长平塘村的猕猴桃园土壤pH偏高,不是很适宜“金魁”猕猴桃的生长。

4 结论

(1)在猕猴桃园种植白三叶和黑麦草可以抑制杂草的生长,增加土壤湿度,提高有机质、碱解氮、速效钾和有效磷含量,降低碱性土壤的pH值,提升果园的抗逆能力和品种适宜性。

(2)自然生草的生态效应不及人工生草的效果好,而种植黑麦草的效果比白三叶好,因此建议十堰市猕猴桃园生草可选择种植黑麦草。

参考文献:

- [1] 李发林,郑域茹,郑涛,等. 果园生草栽培水土保持效应研究进展[J]. 中国农学通报, 2013, 29(34):34-39.
LI Fa-lin, ZHENG Yu-ru, ZHENG Tao, et al. Research advances on soil and water conservation effect of pasture-planting in orchard[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2013, 29(34):34-39.
- [2] 梅立新,李会科. 渭北旱地苹果园生草小气候效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(1):187-192.
MEI Li-xin, LI Hui-ke. Effects of interplanting different herbage on microclimate in apple orchards in the area of Weibei plateau[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2010, 28(1):187-192.
- [3] 陈久红,鲁晓燕,李永丰,等. 生草对库尔勒香梨梨园土壤理化性质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2019(7):71-79.
CHEN Jiu-hong, LU Xiao-yan, LI Yong-feng, et al. Effects of grass-growing on soil physical and chemical characteristics of 'Korla fragrant pear' orchard[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2019(7):71-79.
- [4] 赵兰君,苏少峰,吉文丽,等. 不同耕作方式对猕猴桃叶片光合特性和果实品质的影响[J]. 西北农业学报, 2018, 27(12):1827-1834.
ZHAO Lan-jun, SU Shao-feng, JI Wen-li, et al. Effects of different tillages on leaves photosynthetic characteristics and fruit quality of kiwifruit[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 2018, 27(12):1827-2834.
- [5] 王艳廷,冀晓昊,张艳敏,等. 自然生草对黄河三角洲梨园土壤物理性状及微生物多样性的影响[J]. 生态学报, 2015, 35(16):5374-5384.
WANG Yan-ting, JI Xiao-hao, ZHANG Yan-min, et al. Effects of self-sown grass on soil physical properties and microbial diversity of pear orchards in Yellow River Delta[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(16):5374-5384.
- [6] 付学琴,刘琚珥,黄文新. 南丰蜜橘园自然生草对土壤微生物和养分及果实品质的影响[J]. 园艺学报, 2015, 42(8):1551-1558.
FU Xue-qin, LIU Ju-er, HUANG Wen-xin. Effects of natural grass on soil microbiology, nutrient and fruit quality of Nanfeng tangerine yard[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2015, 42(8):1551-1558.
- [7] 李尝君,彭华,谢运河,等. 基于不同用途的南方果园生草栽培及管理利用技术[J]. 湖南农业科学, 2019(3):63-67.
LI Chang-jun, PENG Hua, XIE Yun-he, et al. Mulch grasses planting and management techniques in orchards of southern China based on different utilization purposes[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2019(3):63-67.
- [8] 杨奉霞. 中国南方梨园生草效应研究[D]. 杭州:浙江大学, 2015.
YANG Feng-xia. A study on the effect of sod culture in pear orchards in southern China[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2015.
- [9] 符丽珍,杨红蕾. 苹果园人工生草品种选择与评价[J]. 西北园艺, 2019(8):11-12.
FU Li-zhen, YANG Hong-lei. Selection and evaluation of artificial grass varieties in apple orchard[J]. *Northwest Horticulture*, 2019(8):11-12.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
BAO Shi-dan. Soil agricultural chemistry analysis[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.
- [11] Kunz C, Sturm D J, Peteinatos G G, et al. Weed suppression of living mulch in sugar beets[J]. *Gesunde Pflanzen*, 2016, 68(3):145-154.
- [12] 孙雪,卢鹏林,辛国荣,等. 冬种黑麦草对农田杂草及其种子库的影响[J]. 草业科学, 2011, 28(6):1035-1040.
SUN Xue, LU Peng-lin, XIN Guo-rong, et al. Effects of planting rye-grass on farmland weeds and seedbank in winter[J]. *Pratacultural Science*, 2011, 28(6):1035-1040.
- [13] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社, 1961.
China Flora Editorial Committee. Flora of China[M]. Beijing: Science Press, 1961.
- [14] 李祥彬. 生草对蜜柚园生态环境及果树生长发育的影响[D]. 福州:福建农林大学, 2017.
LI Xiang-bin. The influences of cover cropping on the eco-environment in pummel orchard and the growth & development of fruit trees[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2017.
- [15] 李国怀,伊华林. 生草栽培对柑橘园土壤水分与有效养分及果实产量、品质的影响[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(2):161-163.
LI Guo-huai, YI Hua-lin. Influences of sod culture on the soil water content, effect of soil nutrients, fruit yield and quality in citrus orchard[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2005, 13(2):161-163.
- [16] 余立恒. 果园生草栽培及其对园区生态环境的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2009.
YU Li-heng. The sod-culture and its effect on ecological environment of orchard[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2009.
- [17] 王依,陈成,马拦妮,等. 行间生草对秦岭北麓猕猴桃园土壤养分、pH值的影响[J]. 中国农学通报, 2019, 35(15):59-65.
WANG Yi, CHEN Cheng, MA Lan-ni, et al. Inter-row grass: Effects on soil nutrients and pH value of kiwifruit orchards in northern Qinling Mountains[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2019, 35(15):59-65.
- [18] 孙爱良,刘效朋,潘宝军. 果园生草技术在改良盐碱地冬枣园土壤

- 条件中的应用[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(17): 100-102.
- SUN Ai-liang, LIU Xiao-peng, PAN Bao-jun. Application of orchard grass-growing technology in improving soil conditions of winter jujube orchard in saline-alkali land[J]. *Anhui Agronomy Bulletin*, 2019, 25(17): 100-102.
- [19] 屠娟丽. 生草对桃园土壤有机碳及微生物多样性的影响[J]. 福建林业科技, 2019, 46(2): 18-21.
- TU Juan-li. Effects of sown grass on soil organic carbon and microbial functional diversity in peach orchards[J]. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*, 2019, 46(2): 18-21.
- [20] 王小龙, 刘凤之, 史祥宾, 等. 行内生草对葡萄根系生长和土壤营养状况的影响[J]. 华北农学报, 2018, 33(增刊): 230-237.
- WANG Xiao-long, LIU Feng-zhi, SHI Xiang-bin, et al. Effects of grass cover in vineyard on the vine root growth and soil nutrition[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2018, 33(Suppl): 230-237.
- [21] 庞群虎, 宋丽华, 王 竞, 等. 生草当年对枣园土壤性状及红枣品质的影响[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(1): 124-129.
- PANG Qun-hu, Song Li-hua, WANG Jing, et al. Effects of growing grasses in jujube orchards on soil properties and fruit quality[J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2019, 34(1): 124-129.
- [22] 孙计平, 张玉星, 吴照辉, 等. 生草对梨园土壤物理特性的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(5): 194-199.
- SUN Ji-ping, ZHANG Yu-xing, WU Zhao-hui, et al. Effects of planting herbage on soil physical properties of pear orchard[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2015, 29(5): 194-199.
- [23] Keshavarz A R, Chen C, Eckhoff J, et al. Impact of a living mulch cover crop on sugarbeet establishment, root yield and sucrose purity[J]. *Field Crops Research*, 2018, 223: 150-154.
- [24] 黄素芳, 芮松青, 岳明强, 等. 金丝小枣园自然生草对果实品质及土壤养分的影响[J]. 北方园艺, 2018(16): 55-60.
- HUANG Su-fang, RUI Song-qing, YUE Ming-qiang, et al. Effects of natural grass on fruit quality and soil nutrient in Jinsi jujube orchard[J]. *Northern Horticulture*, 2018(16): 55-60.
- [25] 陈永勤, 詹婧嫔, 胡 城, 等. 一种美味猕猴桃“金魁”快速无性繁殖方法[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2018, 40(3): 301-305.
- CHEN Yong-qin, ZHAN Jing-xian, HU Cheng, et al. A rapid clonal propagation protocol of kiwifruit cultivar Jinkui (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) [J]. *Journal of Hubei University (Natural Science)*, 2018, 40(3): 301-305.
- [26] 黄春辉, 曲雪艳, 刘科鹏, 等. ‘金魁’猕猴桃园土壤理化性状、叶片营养与果实品质状况分析[J]. 果树学报, 2014, 31(6): 1091-1099.
- HUANG Chun-hui, QU Xue-yan, LIU Ke-peng, et al. Analysis of soil physicochemical properties, leaf nutrients and fruit qualities in the orchards of ‘Jinkui’ kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) [J]. *Journal of Fruit Science*, 2014, 31(6): 1091-1099.