

# 生草对树冠不同部位果实产量和品质的影响

史进, 李文胜, 张俊苗

(新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**以苹果的生草园和清耕园为研究对象,通过分析苹果果树不同树冠、不同部位果实品质与果园生草处理的相关性,及果实内部品质因素之间的相互关系,探寻用于改善果园生态环境的方法,进而达到果树优质高产的目的。结果表明:经过多年生草的果园,果树的上、中、下层的果实产量明显高于清耕园,生草园果实品质在不同冠层不同部位上的单果质量、可滴定酸、维生素 C 含量等方面也要优于清耕果园,果实的内在与外在品质之间以及内在品质之间均存在显著或极显著的相关性,经主成分分析处理后,2 种果园果实品质的因子载荷量差异明显。

**关键词:**“富士”苹果;生草;清耕;冠层;品质;相关性

**中图分类号:**S 66-33 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)19-0022-06

生草栽培是在果园中种植多年生草本植物作为土壤肥料供给的一种果园管理方法<sup>[1]</sup>。20 世纪 60 年代,国外已经开始对生草技术进行研究和应用,我国起步相对较晚<sup>[2-4]</sup>。我国果园管理方式以清耕制为主,这种制度不利于果树的生长和果实的优化<sup>[5]</sup>。目前,生草栽培对土壤的保水和改善作用已初具成效,研究土壤保湿措施,改良土壤物理结构和化学性质,改善果园生态环境,达到果树优质高产,在当前的果业生产中具有非常重要的意义<sup>[6]</sup>。通过生草栽培可以改善果园局部微气候,提高土壤肥效,改良土壤结构,减少化肥投入量,提高果实产量和品质<sup>[7]</sup>。研究果园生草可以改善果园生态环境、提高果实产量、优化果实品质,对“富士”果园的增产增值具有重要的现实意义。果园生草栽培是一项实用的、科学的果园管理方法,同时也是建立大众化、合理化果园的重要组成部分<sup>[8]</sup>。果园经过长时间的生草栽培可以有效地改善果园微气候,降低由于极端天气造成的裂果率,有利于提高果实的市场价值和效益<sup>[9]</sup>。生草栽培可减少柑橘园高温天气引起的落果,提高可溶性固形物含量,降低果实柠檬酸含量<sup>[10-12]</sup>。在成龄李园,生草栽培的果园果实个头均匀,产量高,且果实光泽度好,肉质细脆化渣,优质果率较高<sup>[13]</sup>。生草栽培可以增加“红富

士”苹果的单果质量和产量,提高果实品质及经济效益,明显提高一级果率<sup>[6]</sup>。果园生草栽培可以提高梨果实的单果质量和产量,增加果实可溶性固形物含量<sup>[14]</sup>。果园经过长时间的生草栽培后,果实的果皮相比于其它果园会变得更薄,可食率更高和维生素 C 含量明显提高,可滴定酸含量显著下降<sup>[15]</sup>。生草对“富士”果园果树不同冠层不同部位果实品质的影响尚鲜见文献报道,该试验以能够反映“富士”果园果实品质的优劣性和具有普适性的生产栽培方式为切入点,采用果园不同处理的田间试验,通过分析生草和清耕处理条件下果实品质的差异性和相关性及决定果实品质主成分分析,筛选能够改善果实品质的内部因素,并建立具有普适性的果园管理方式,为推广果园生草栽培技术,提高果园经济效益提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于新疆阿克苏地区红旗坡农场塔孜兰干村十队进行(地理坐标东经 80°21'28",北纬 41°17'07")。生产园“富士”苹果的株行距 4 m×6 m,林相整齐,树龄 10 年,树行中间为普通杂草,树形为纺锤形。该地位于阿克苏市以北,该地区空气干燥,云量少,晴天多,属于暖温带大陆性干旱气候,光热条件较好,热量资源丰富。年平均气温为 10.8 ℃,年平均≥10 ℃稳定积温达 3 953 ℃,果园土壤表面年平均温度 13.5 ℃,无霜期 7 个月左右,冻土层深度一般在 50 cm 以上。试验园土壤类型为灌淤土和草盐土,土层较厚。

### 1.2 试验材料

试验用果园建于 2005 年,生草园和清耕园均占地

**第一作者简介:**史进(1991-),男,硕士研究生,研究方向为果树栽培与生理。E-mail:450990068@qq.com

**责任作者:**李文胜(1968-),男,硕士,副教授,硕士生导师,研究方向为果树栽培生理与种质资源。E-mail:lwxs@qq.com

**基金项目:**新疆自治区“十二五”科技重大专项资助项目(201130102-1)。

**收稿日期:**2016-04-26

1.33 hm<sup>2</sup>, 品种为 10 年“长富 2 号”富士苹果。果园有良好的灌溉条件, 树势良好, 生长一致, 果园采取标准化管理。

### 1.3 试验方法

试验于 2014 年 11 月苹果的收获季节对果树进行不同层次的划分, 垂直方向上分别采收生草园(果园 I)和清耕园(果园 II)果树下层(距树干基部 1.0~2.5 m)、中层(距树干基部 2.5~4.0 m)、上层(距树干基部 4.0~5.5 m)各部位的果实, 水平方向上分别采收内膛(距中心树干 1.0 m)、中部(距中心树干 1.0~2.0 m)、外围(距中心树干 2.0~3.0 m), 采摘时将用于试验的 5 株果树果实全部采摘, 并根据不同层次将果实进行分类, 用以研究生草对不同果树层次的果实品质和产量的影响。

清耕法: 主要利用除草剂和人工除草防除杂草, 土壤不进行耕作; 生草法: 以果园自然条件下所生长的杂草(一年生杂草灰藜、狗尾草、菟丝子、田旋花、马齿苋、宽叶独行菜等; 二年生杂草如播娘蒿、荠菜等; 多年生杂草如芦苇、苦苣菜、苜蓿、刺儿菜)为主, 一年进行 1 次土壤深翻, 生草高度控制在 20 cm 以上; 2 种处理的果园均采用大水漫灌的方式, 果园在种植苹果之后进行生草栽培处理。

### 1.4 项目测定

2 种果园检测果实参照标准果定级取平均值, 每项指标测定重复 3 次, 且单果果实不重复试验, 除了单果质量外, 其余指标均测量 10 次。

单果质量: 选取有代表性的果实 30 个, 10 个为一组, 采用 MP2001 型电子天平(0.01 g)称重, 计算平均值。果形指数: 选取有代表性的果实, 采用电子数显卡尺(0.01 mm)分别测量果实的纵径和横径, 用果实的纵径和横径的比值表示, 取平均值。可溶性固形物含

量(%): 选取有代表性的果实, 用手持折光仪测量果实汁液中可溶性固形物的含量。果皮硬度采用 GY-1 型果实硬度计进行测量。可滴定酸含量(%)采用酸碱中和滴定法测定。pH: 选取有代表性的果实 10 个, 用手持 pH 计测量果实汁液中的 pH。维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定。还原性糖含量采用高锰酸钾滴定法测定。可溶性糖含量采用苯酚法测定。将整棵果树的果实全部采摘, 用于研究产量和果实的品质。

### 1.5 数据分析

数据分析采用 SPSS 18.0、DPS V6.5、Microsoft Office Excel 2003 软件。绘图采用 Origin 7.5 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同果园果树不同冠层果实产量的差异

由图 1 和表 1 可知, 果园 I 和果园 II 果树不同冠层不同部位的产量, 下层的中部, 上层的内膛, 还有中层之间具有显著性差异, 其它部位均无显著差异。2 种果园果树的单株产量以果园 I 的较高, 为 167.2 kg, 果园 II 的单株产量为 151.3 kg, 二者相差 15.9 kg。不同果树冠层内的果实产量, 在垂直方向上都主要集中在中层(距树干基部 2.5~4.0 m), 果园 I 为 73.4 kg, 占单株产量的 43.9%, 果园 II 为 67.4 kg, 占单株产量的 44.5%, 2 种果园的果树在中层的产量基本一致。水平方向上都主要集中在中部(距中心树干 1~2 m), 果园 I 的果实产量为 81.4 kg, 占单株产量的 48.7%, 果园 II 为 78.1 kg, 占单株产量的 51.6%, 产量占比较果园 II 少 2.9%, 但产量多了 3.3 kg。果园 I 和果园 II 上层和外围的果实产量相差不多, 但果园 I 下层和内膛的果实产量略高于果园 II。总体来说, 无论在垂直方向上还是在水平方向上, 果园 I 的单株产量都比果园 II 高。

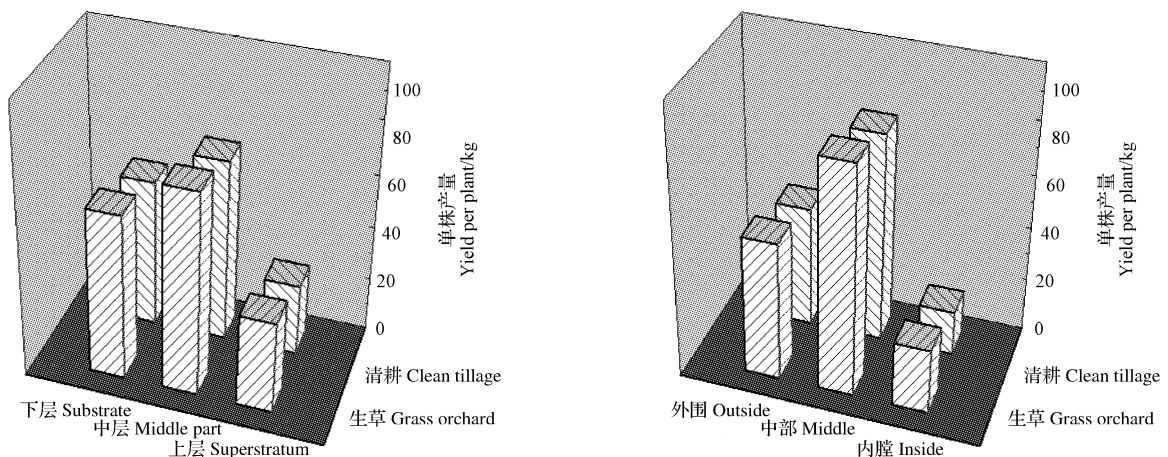


图 1 不同果园果实产量的垂直分布和水平分布

Fig. 1 The horizontal and uprightness hierarchy distribution of fruit yield in different orchards

表 1

冠层不同部位果实品质差异(果园 I)

Table 1

Difference of fruit quality in different layer of tree canopy(orchard I)

树冠高度	树冠水平位置	果形指数	果皮硬度	单果质量	可溶性固形物含量	可滴定酸含量	还原性糖含量	可溶性糖含量	维生素 C 含量	pH
Crown height	Crown horizontal	Fruit shape	Firmness	Fruit weight	Soluble solids	Titrateable acidity	Reducing sugar	Soluble sugar	Vitamin C content	
/m	position	index	/(kg·cm <sup>-2</sup> )	/g	content/%	content/%	content/%	content/%	/(mg·(100g) <sup>-1</sup> )	
1.0~2.5	内膛	0.89aA	8.05dC	211.21eE	14.11cC	4.11aA	10.93cC	14.76cC	4.27abB	4.78bAB
	中部	0.81aA	8.07dC	230.82cdC	13.92cC	4.04abAB	11.01cC	14.75cC	4.21bB	4.67cB
	外围	0.82aA	8.12cC	231.23cdC	14.93bcB	4.01bB	11.09cC	14.83cC	4.21bB	4.68cB
2.5~4.0	平均	0.84aA	8.08cdC	224.42dD	14.32cBC	4.05abAB	11.01cC	14.78cC	4.23bB	4.71bcB
	内膛	0.85aA	8.5bB	252.12aA	14.44cB	4.09aA	11.44bB	14.96bB	4.28abAB	4.74cB
	中部	0.91aA	8.51bB	251.24aA	14.96bcB	4.01bB	11.47bB	15.02bB	4.28abAB	4.83aA
4.0~5.5	外围	0.88aA	8.59bB	259.33aA	15.72bB	4.01bB	11.53bB	15.07bB	4.37aA	4.77bAB
	平均	0.88aA	8.54bB	254.23aA	15.4bcB	4.03bB	11.48bB	15.01bB	4.31abAB	4.78bAB
	内膛	0.84aA	9.01aA	241.62bcB	17.82aA	3.86cC	11.91aA	15.21aA	4.09cC	4.84aA
4.0~5.5	中部	0.85aA	9.07aA	252.44aA	18.42aA	3.87cC	11.95aA	15.29aA	4.17bcC	4.82aA
	平均	0.85aA	9.04aA	247.03abAB	18.12aA	3.87cC	11.93aA	15.25aA	4.13cC	4.83aA

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level, different capital letters indicate highly significant difference at 0.01 level. The same below.

## 2.2 不同果园果树不同冠层果实品质的差异分析

由表 1、2 可知,果园 I 和果园 II 果树树冠内不同部位果实品质存在显著或极显著差异,且除了果形指数之外,1.0~2.5、2.5~4.0、4.0~5.5 m 3 个冠层的果实品质均达到差异显著或极显著水平。果皮硬度、单果质量、可溶性固形物含量、还原性糖含量、可溶性糖含量、

pH,从树冠上层到下层、外围到内膛呈逐渐减小的趋势,并且都达到差异显著或极显著水平,相反,可滴定酸、维生素 C 含量从树冠上层到下层、外围到内膛呈逐渐增大的趋势。结合果园的微气候、果树生长情况及果实品质的差异性,导致这种规律的结果与树冠内光照的分布、温度和相对湿度的变化范围有着直接的关系。

表 2

冠层不同部位果实品质差异(果园 II)

Table 2

Difference of fruit quality in different layer of tree canopy(orchard II)

树冠高度	树冠水平位置	果形指数	果皮硬度	单果质量	可溶性固形物含量	可滴定酸含量	还原性糖含量	可溶性糖含量	维生素 C 含量	pH
Crown height	Crown horizontal	Fruit shape	Firmness	Fruit weight	Soluble solids	Titrateable acidity	Reducing sugar	Soluble sugar	Vitamin C content	
/m	position	index	/(kg·cm <sup>-2</sup> )	/g	content/%	content/%	content/%	content/%	/(mg·(100g) <sup>-1</sup> )	
1.0~2.5	内膛	0.84aA	8.08cC	227.41dD	14.32dC	4.07aA	11.22cC	14.82dC	4.22abAB	4.64cB
	中部	0.87aA	8.11cC	246.14bcB	14.41dC	3.99aA	11.24cC	14.85cC	4.16bB	4.66bB
	外围	0.82aA	8.18cC	237.87cdC	14.89cC	3.97aA	11.29cC	14.91cC	4.13bB	4.71bB
2.5~4.0	平均	0.84aA	8.12cC	237.14cdC	14.54cdC	4.01aA	11.25cC	14.86cC	4.17bB	4.67bcB
	内膛	0.85aA	8.54bB	255.78bAB	15.74bB	4.02aA	11.72bB	15.03bcB	4.3aA	4.68bcB
	中部	0.88aA	8.56bB	259abAB	15.76bB	3.95aA	11.77bB	15.11bB	4.23abAB	4.7bB
4.0~5.5	外围	0.85aA	8.61bB	269.45aA	15.84bB	3.94aA	11.84abA	15.13bB	4.19bB	4.75abAB
	平均	0.86aA	8.57bB	261.41abAB	15.78bB	3.97aA	11.78bB	15.09bcB	4.24abAB	4.71bB
	内膛	0.85aA	8.97aA	245.75bcB	17.81aA	3.84bB	11.95aA	15.22aA	4.09bcC	4.83aA
4.0~5.5	中部	0.87aA	9.05aA	257.61abAB	17.87aA	3.94aA	11.87abA	15.26aA	4.05cC	4.81aA
	平均	0.86aA	9.01aA	251.68bB	17.84aA	3.89aAB	11.91aA	15.24aA	4.07cC	4.82aA

果园 I 和果园 II 树冠内不同部位果实品质在垂直方向上的差异均大于水平方向上。果园 I 和果园 II 冠层内果实硬度在垂直方向上均是上层极显著高于中层和下层,水平方向上均无显著差异。果园 I 果树上层和中层的单果质量极显著高于下层,而果园 II 果树中层的单果质量极显著高于上层和下层,水平方向上差异性不显著。2 种果园果实的可溶性固形物含量在树冠不同部位的差异较大,各层间均有极显著差异存在,在不同高度的水平方向上总体表现为外围大于中部和内膛,可滴定酸与可溶性固形物的含量分布呈相反趋势,各层间均有极显著差异,总体表现为内膛大于中部,中部大于外围。2 种果园果实的可溶性糖和还原性糖在树冠不同高

度中的含量差异明显,各层均有极显著差异存在,其表现形式与可滴定酸相同。果园 I 和果园 II 果实维生素 C 含量在水平方向上的差异不明显,垂直方向上,上层与中层和下层的达到极显著差异水平。2 种果园的 pH 表现为上层极显著高于中层和下层,除了上层,中层和下层的 pH 外围显著或极显著高于中部和内膛。通过分析表明,果园 I 在单果质量、可滴定酸和维生素 C 含量等方面明显高于果园 II,这间接的提高了果园 I 的产量和果实的品质。

## 2.3 土壤生物量与果实品质的相关性分析

土壤生物量是通过果园种植多年生草本植物累计而来的,土壤生物量包括地上部分(地上生物量)和地下



部分(地下生物量),地上生物量与果园土壤的相关性通过果园生草改善果园整体的气温和湿度来降低果园极端气候,使之更加适合果树的生长和果实品质的提高,果实的品质之间的相关性也更为紧密。由表 3 可知,土壤生物量与果品质存在相关性,地上生物量与可溶性固形物和可滴定酸呈负相关,与可滴定酸的相关性达到显著水平,相关性为-0.542,与果实的果形指数、果皮硬度、单果质量、还原性糖、可溶性糖、维生素 C 含量、pH 呈正相关,且与还原性糖、可溶性糖、pH 呈显著性正相关,相关性分别为 0.601、0.527、0.612,可见果园进行生草栽培与果实的糖含量和果实的口感密切相关。地下生物量与果实的品质相关性不大,只与果实的外观品质的果形指数和果皮硬度呈负相关,与果实的内在品质呈正相关。果形指数与可滴定酸、维生素 C 含量、pH 呈负相关,由此可见,果形指数是果实口感的直接影响因子。果皮硬度是果实储存和运输的重要指标,果皮硬度与可滴定酸和维生素 C 含量呈负相关,结果表明,可以通过提前采摘果实来达到长期保存的目的。单果质量与可溶性固形物和可滴定酸含量呈负相关,与还原性糖含量和 pH 呈显著性正相关,显著性分别达到 0.535 和 0.610,单果质量是果园产量和经济收入的重要指标,提

高果实的还原性糖和 pH 可以增加果园的单产。可溶性固形物是果实营养的集中体现,可溶性固形物与可滴定酸、可溶性糖、维生素 C 含量、pH 呈负相关。果实中的氢离子主要集中在可滴定酸中,也是果实品质中主要的酸来源,与还原性糖、可溶性糖、维生素 C 含量、pH 呈负相关,且与还原性糖、可溶性糖、pH 呈极显著负相关,相关性分别达到-0.872、-0.701、-0.689。还原性糖与可溶性糖和 pH 呈极显著正相关,相关性分别达到 0.729 和 0.866。可溶性糖和与维生素 C 含量和 pH 呈正相关,与 pH 呈极显著正相关,相关性达到 0.794。维生素 C 含量与果实的 pH 呈显著性正相关,相关性达到 0.594。综上所述,果园的生物量主要是果园的地上生物量与果实的外在和内在品质密切相关。

2.4 果实内在品质的主成分分析

由表 4、5 可知,通过对果园 I 和果园 II 果实品质的主成分分析(PCA),2 种果园各个品质因子的载荷量不同,导致果实的内在和外在品质对果实的影响程度存在差异。果园 I 第 1 主成分的方差贡献率为 66.623%,而果园 II 的第 1 主成分方差贡献率为 60.951%,二者相差 5.672 个百分点。果园 I 第 2 主成分的方差贡献率为 22.321%,高于果园 II 的 18.193%。2 种果园第 3 主成

表 3 果园生物量与果实品质的相关性分析  
Table 3 Correlation analysis of orchard biomass and fruit qualities

指标 Index	果形指数 Fruit shape index	果皮硬度 Firmness	单果质量 Fruit weight	可溶性固形物含量 Soluble solids content	可滴定酸含量 Titratable acidity content	还原性糖含量 Reducing sugar content	可溶性糖含量 Soluble sugar content	维生素 C 含量 Vitamin C content	pH
地上生物量 Aboveground biomass	0.024	0.406	0.386	-0.186	-0.542 *	0.601 *	0.527 *	0.387	0.612 *
地下生物量 Underground biomass	-0.431	-0.455	0.357	0.178	0.077	0.116	0.032	0.291	0.205
果形指数 Fruit shape index	1	0.405	0.035	0.027	-0.279	0.292	0.148	-0.373	-0.072
果皮硬度 Firmness		1	0.063	0.120	-0.481	0.308	0.230	-0.193	0.098
单果质量 Fruit weight			1	-0.324	-0.459	0.535 *	0.504	0.463	0.610 *
可溶性固形物含量 Soluble solids content				1	-0.049	0.153	-0.101	-0.056	-0.021
可滴定酸含量 Titratable acidity content					1	-0.872 **	-0.701 **	-0.370	-0.689 **
还原性糖含量 Reducing sugar content						1	0.729 **	0.433	0.866 **
可溶性糖含量 Soluble sugar content							1	0.496	0.794 **
维生素 C 含量 Vitamin C content								1	0.594 *
pH									1

注: \* 表示在 0.05 水平上相关性显著, \*\* 表示在 0.01 水平上相关性极显著。  
Note: \* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), \*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

表 4 果实品质的主成分分析(果园 I)

Table 4 Principal component analysis of fruit quality(orchard I)

主成分 PCA	特征值 Eigenvalues	方差贡献率 Variance contribution rate/%	累计方差贡献 Cumulative variance contribution rate/%
1	5.996	66.623	66.623
2	2.009	22.321	88.944
3	0.811	9.015	97.959
4	0.111	1.229	99.188
5	0.065	0.720	99.908
6	0.008	0.086	99.993
7	0	0.004	99.998
8	0	0.002	100
9	8.08E-06	8.97E-05	100

表 5 果实品质的主成分分析(果园 II)

Table 5 Principal component analysis of fruit quality(orchard II)

主成分 PCA	特征值 Eigenvalues	方差贡献率 Variance contribution rate/%	累计方差贡献 Cumulative variance contribution rate/%
1	5.486	60.951	60.951
2	1.637	18.193	79.144
3	0.925	10.275	89.419
4	0.522	5.801	95.22
5	0.261	2.902	98.123
6	0.164	1.818	99.941
7	0.005	0.053	99.994
8	0.001	0.006	100
9	1.50E-06	1.67E-05	100

分的方差贡献率分别为 9.015% 和 10.275%，果园 I 只有第 1 主成分和第 2 主成分的特征值大于 1，累计方差贡献率达到 88.944%，能够代表全部信息。果园 II 同样也只有第 1 主成分和第 2 主成分的特征值大于 1，但累计方差贡献率仅为 79.144%，比果园 I 少了 9.8 个百分点，果园 II 加上第 3 主成分，累计方差贡献率才达到 89.419%。由此可知，在果实的内在和外在品质的决定性方面，果园 I 的果实主要品质因素要优于果园 II，这样才能使第 1 和第 2 主成分的累计贡献率达到 85% 以上。

### 3 讨论与结论

“富士”果园进过多年的生草栽培后，土壤中有有机质、氮、磷等元素明显提高，再加上果园生态环境更加稳定，减小了极端温度的数值，减轻了自然灾害带来的损失，为果园的增产增量提供了丰富的物质条件。“富士”果园经过长年的生草栽培，改善了果园的微气候、土壤条件，使得果树有了一个更好的生长条件，苹果的产量和品质明显提高<sup>[16]</sup>。果园生草可使果园土壤变的疏松，使果树根系往土壤深层次延伸，提高果树在单位时间内对光照、二氧化碳、水分的转化效率，增加含碳化合物的积累，从而使得树势增强，枝长叶厚，果形美观，内部品质等方面都有显著提高<sup>[16-20]</sup>。

由于果树生长环境和自身条件的不同，导致果实的品质存在很大的差异，果园 I 经过长年的生草栽培，使得果实在单果质量、可溶性固形物、可滴定酸含量等方面远远超过果园 II 的果实品质，同时随着果实品质的提高，果实的市场价格和经济效益也会随之提高，间接提高了果园的市场影响力，为提高优质果的经济价值奠定基础。果园经过长时间的生草栽培，大量的草本植物转移到了土壤中，经过腐烂、腐败的过程间接的增加了土壤中有有机质含量，为果树营养提供了充分的物质基础，同时还可以增加果实中可溶性固形物含量和果皮硬度，促进片红果实全面着色和条红果实着色均匀，提高了果实营养价值，减少了树体生理性病害的发生，使果实外在品质进一步改善，从而提高了果品的综合质量<sup>[21]</sup>。

分析和理解果园生草与果实内在品质和外在品质的相关性和对果实品质主成分的分析可以确保果实的优良性状，这为苹果新品种的选育工作提供了理论依据。在生产实践方面，一方面要注重苹果产量，另一方面也要结合果实的口感及风味，选育出果大，可溶性固

形物、维生素 C 等含量高的优质品种。

果园通过长时间的生草栽培可以明显提高果实的产量，同时提高了果实内在品质中可滴定酸含量、维生素 C 含量、pH 等，对优化果实的品质起到至关重要的作用。

### 参考文献

- [1] 寇建村,杨文权,韩明玉,等.我国果园生草研究进展[J].草业学报,2010,27(7):154-159.
- [2] 王永熙,江景勇.无公害苹果生产全程质量监控体系的建立与完善[J].西北农业学报,2004,13(1):128-131.
- [3] 袁景军,赵政阳,冯宝荣.绿色无公害苹果六大生产原则与关键控制技术[J].陕西农业科学,2004(6):91-94.
- [4] 刘锦兰,刘社.生草对苹果园环境和苹果产量品质的影响[J].中国果树,2004(5):12-15.
- [5] 李爱海,汪景彦,程存刚,等.苹果园生草覆盖现状与发展趋势[J].果树论坛,2007,9(4):10-11.
- [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].土壤肥料,2002(10):25-27.
- [7] 齐鲁.果园生草技术[J].致富天地,2010(3):33.
- [8] 陈河龙,易克贤,马蔚红,等.果园生草研究进展及展望[J].草原与草坪,2009(1):94-95.
- [9] 余会康,江秋仙.生草栽培对温湿度和果实品质的影响[J].福建果树,2003,125(2):1-4.
- [10] 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(2):161-163.
- [11] 何炎森,翁锦周,李瑞美,等.自然生草覆盖对溪蜜柚果园土壤养分和果实产量的影响[J].亚热带农业研究,2005,1(4):45-48.
- [12] 李国怀,章文才,胡德文.生草栽培对桔园环境和柑桔产量品质的影响[J].中国农业气象,1997,18(4):18-21.
- [13] 张金艳.成龄李园生草栽培及稻(杂)草覆盖栽培技术应用[J].广西园艺,2007,18(2):18-19.
- [14] 巩传银.沙地梨园生草模式及效应试验[J].河北果树,2002(5):10-11.
- [15] 李国怀.柑桔园生草栽培的生态效应研究[J].生态学杂志,1997,16(6):6-11.
- [16] 曹保芹,牛润民,樊庆军,等.果园生草对果树生态环境及果品品质和产量的影响[J].山西果树,2008(5):10-11.
- [17] 樊巍,王齐瑞.生草栽培果园根系生长动态研究[J].河南林业科技,2007,27(4):1-3.
- [18] 牛俊玲,解思敏.果园生草对苹果树光合特性影响的研究[J].山西农业大学学报,2000,40(4):353-355.
- [19] 李登铨,张玉琴,米发杰,等.黄土高原区果园生草与覆草对土壤和果树生长发育的影响[J].北方果树,2005,25(5):15-16.
- [20] 兰彦平,牛俊玲.石灰岩山区果园生草对果树根系生态系统的效应[J].山西农业大学学报,2000,20(3):259-261.
- [21] 李芳东,孙玉刚,闫桂红,等.生草对果园生态影响的研究进展[J].山东农业科学,2009(12):69-73.

## Influence of Sod Culture to Yield and Quality of Different Parts of Apple Tree Crown

SHI Jin, LI Wensheng, ZHANG Junmiao

(College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

# 缺素胁迫对软枣猕猴桃幼苗生长的影响

陈 鑫, 刘 丹, 李 然 红, 孙 雪 芳

(牡丹江师范学院 生命科学与技术学院, 黑龙江 牡丹江 157011)

**摘 要:**以软枣猕猴桃幼苗为试材,研究了缺铁(Fe)、镁(Mg)、磷(P)、钙(Ca)、钾(K)、氮(N) 6种元素对其幼苗生长及生理指标的影响。结果表明:不同缺素处理对其幼苗的生长发育及生理指标均能产生不同程度的影响,其缺钙(-Ca)、钾(-K)、氮(-N)对软枣猕猴桃幼苗根长、株质量、株高影响显著;游离脯氨酸(Pro)含量、丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)活性及超氧化物歧化酶(SOD)活性均明显增加。

**关键词:**软枣猕猴桃幼苗;缺素;幼苗

**中图分类号:**S 663.404<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)19-0027-04

软枣猕猴桃(*Actinidia arguta*)属多年生木质藤本植物,别名软枣子,是猕猴桃属中在中国地域分布最为广泛的野生果树树种之一<sup>[1]</sup>。分布于东北、西北、华北、山东以及长江流域,以中国东北三省资源最为丰富<sup>[2]</sup>。软枣猕猴桃为浅根性植物,其侧根和细根多而密集,但主根不发达,一年生苗生长较慢,主枝不分枝,软枣猕猴桃老枝深褐色、灰褐色,光滑无毛。叶膜质或纸质,平展稍褶皱,椭圆形或卵圆形,基部心形,少有近圆形,先端渐尖或急尖;叶脉明显,黄绿色,无毛或稍被茸毛;叶缘具单锯齿至芒刺状,黄绿色,无毛;叶被沿叶脉疏生灰褐色短茸毛。软枣猕猴桃开花期的早晚主要取决于春天的气温,同一棵树上,开花顺序大部分是先上后下、先内后外。花的寿命长短受天气条件的影响。如果软枣猕猴桃在肥水条件好、管理水平高的条件下,百年老树亦可开花结果<sup>[3]</sup>,雄花单生或聚伞花序<sup>[4]</sup>。果实长圆柱形

或近圆形,平均果质量2~10 g;果皮绿色或黄绿色具纵条纹,光滑无毛;果肉绿色、肉质细致、果心小、多汁、味酸甜、有果香。适宜土层深厚、疏松、肥沃、排水和保水性好的冲积土;最怕黏性重、易积水、强酸性或碱性的土壤<sup>[5]</sup>。其根、茎、叶、花、果都可入药,具有生津润燥、活血散瘀、调中理气、祛风解毒、清热利水之功效,被誉为“果中之王”。软枣猕猴桃的枝条含纤维,可制高级文化用纸,枝内含水溶性胶液,可做造纸、建筑上的粘合剂;叶厚肥嫩,含淀粉、蛋白质、维生素和多种矿物质,是优质饲料<sup>[6]</sup>;软枣猕猴桃花为较好的蜜源,含挥发油,可提取香料;果实除鲜食外,还可以加工成果汁、果脯、果酱等,是轻工食品的重要原料。20世纪70年代末,我国开始重视软枣猕猴桃的研究工作,为适应农业结构调整的需要,许多市县把软枣猕猴桃当作脱贫致富的支柱产业,从小面积的引种试栽到初步形成产业化、基地化、标准化的大面积商品生产基地<sup>[7]</sup>。氮、磷、钾、钙、镁、铁等微量元素是植物生长所必需的营养元素,这些元素对植物都是同等重要、无可取代,缺乏任意一种都可能导致植物生长发育的病态。目前对植物缺素症状影响的研究较多,但是在软枣猕猴桃方面的研究较少。软枣猕猴桃是非常理想的天然保健食品,该试验通过开展对软枣猕

**第一作者简介:**陈鑫(1982-),男,硕士,实验师,现主要从事植物病理学等研究工作。E-mail:swxcx@126.com.

**基金项目:**牡丹江师范学院科研资助项目(QY2014009);生物教学实验中心运行机制与管理模式的研究与实践资助项目(14G186);牡丹江师范学院服务地方专项资助项目(FD2014003)。

**收稿日期:**2016-05-06

**Abstract:** With grass orchard and clean tillage of apple orchard as research object, by correlating between fruit quality and orchard grass on the different canopy and parts of apple tree, and relationship of between internal quality factors, exploring the purpose of improving the ecological environment of orchard, achieving the high quality and yield of fruit trees. The results showed that perennial grass orchard, the orchard of the upper, middle and lower layers of the grass was significantly higher than that of the clean tillage, grass orchard of fruit quality in different canopy in different parts of fruit weight, titratable acidity content, vitamin C content was better than clean tillage orchard. The differences of silver load in the fruit quality of two orchards were obvious.

**Keywords:** *Malus pumila* cv. 'Fuji'; grass orchard; clean tillage; canopy; quality; correlation