

王英鹏,张少博,李建贵,等. 土壤养分对灰枣品质的影响分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(14):157-160.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.14.036

土壤养分对灰枣品质的影响分析

王英鹏^{1,2,3}, 张少博^{1,3}, 李建贵^{1,3}, 杨文英^{1,3}

(1. 新疆农业大学林业研究所,新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆大学资源与环境学院,新疆乌鲁木齐 830046;

3. 新疆红枣工程技术研究中心,新疆乌鲁木齐 830052)

摘要:以阿克苏灰枣为研究对象,为探讨枣园土壤养分对枣果品质的影响和果园科学配方施肥提供参考依据。对新疆阿克苏地区阿瓦提县灰枣枣园的土壤养分和果实品质进行取样,应用 SPSS 软件进行相关分析和多元逐步回归分析,筛选出影响果实品质的主要土壤养分因子。结果表明,枣果可食率与土壤含水量呈显著正相关,果肉密度和果胶物质总量与土壤 pH 值呈显著负相关;枣果可溶性蛋白与土壤有效硼呈显著负相关,维生素 C 含量与土壤速效磷、速效钾呈显著正相关;枣果单宁与有效硼呈显著正相关;枣果中 N 含量与土壤有机质呈显著负相关,与土壤速效磷呈显著正相关。

关键词:灰枣;土壤养分;果实品质;多元逐步回归

中图分类号:S665.106 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)14-0157-04

枣树 (*Ziziphus jujuba* Mill.) 为鼠李科枣属植物,红枣原产于我国^[1-2],迄今已有 5 000 多年的历史^[3]。枣果是重要的营养果品之一,营养价值较高,富含维生素 A、维生素 B、维生素 C、维生素 P 等营养元素;其中,维生素 C 是枣果中含量最高的营养元素,对人体具有生津补血、降压、滋润肌肤和消除疲劳等功效,因为它具有极重要的药用价值,被医学界广泛使用,所以枣果又被称作“木本粮食”,“滋补佳品”^[4-5]。灰枣作为优质的鲜食兼制干品种,自引种到新疆以来,在农业生产中大面积推广,现已成为新疆发展红枣产业的核心品种^[6]。新疆阿克苏市红枣的原产地品种,近几年成为阿克苏地区主要发展树种,阿克苏红枣具有个大、皮薄、肉厚和质地较密等优质特点,尤其含有多种微量元素,以及维生素 C 等多种成

分,具有较高的药用和保健作用^[7-8]。

土壤是果树栽培的基本条件,是除气候之外对果树生长和果实品质起到重要作用的自然生态因素^[9-10]。土壤是果树生长的重要条件之一,其养分含量的多少和养分之间的相互作用对果树生长和果品有着重要的影响,优质的土壤能够充分提供果树生长的水、肥、气、热等条件,从而帮助果树健康成长,获得优质的果品并丰产^[11]。

本研究对阿克苏地区灰枣园进行调查与测定,对土壤养分含量与果实主要品质指标的相关性进行初步研究,以期通过探讨影响枣果品质的主要土壤养分因子,为优质灰枣的生产提供一定的理论建议。

1 材料与方

1.1 灰枣试验地概况

试验田地位于新疆南部阿克苏地区阿瓦提县(39°31'~40°50'N,79°45'~81°05'E)。阿瓦提县境内地势相对平坦,整体海拔在 1 020~1 064 m 之间;其中部为冲积平原,由阿克苏河、叶尔羌河等河谷平原组成,多湖泊、河湾及河间洼地、梁状高地,南部主要为沙漠地带。灰枣试验田地位于阿瓦提绿

收稿日期:2018-04-16

基金项目:国家自然科学基金(编号:31360694);新疆农业大学“2612”创新团队项目(编号:2017B01002)。

作者简介:王英鹏(1991—),男,山东东营人,硕士,从事果园高效生产方向的研究。E-mail:18254693366@163.com。

通信作者:李建贵,博士,教授,主要从事植物种群生态学与植物生理生态学研究。E-mail:lijiangui1971@163.com。

[9] Cordeiro Y E M, Pinheiro H A, dos Santos Filho B G, et al. Physiological and morphological responses of young mahogany (*Swietenia macrophylla* King) plants to drought[J]. *Forest Ecology and Management*, 2009, 258(7):1449-1455.

[10] Johari - Pireivatlou M. Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines[J]. *African Journal of Biotechnology*, 2010, 9(1):36-40.

[11] 郭鑫. 杂交鹅掌楸硬枝扦插繁殖技术与生根机理研究[D]. 南京:南京林业大学,2011.

[12] 崔凯荣,邢更生,周功克,等. 植物激素对体细胞胚胎发生的诱导与调节[J]. *遗传*, 2000, 22(5):349-354.

[13] Li S W, Xue L G, Xu S J, et al. Mediators, genes and signaling in adventitious rooting[J]. *Botanical Review*, 2009, 75(2):230-247.

[14] 刘文化. 三种园林植物抗寒性及扦插繁殖研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2010.

[15] 曹帮华,扈红军,张大鹏,等. 桑树硬枝扦插生根能力及其生根关联酶活性的研究[J]. *蚕业科学*, 2008, 34(1):96-100.

[16] 王新建,何威,张秋娟,等. 豫楸 1 号扦插生根过程中营养物质含量及氧化酶类活性的变化[J]. *林业科学*, 2009, 45(4):156-161.

[17] 张金浩. 裸花紫珠扦插繁殖技术及生根机理研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2014.

[18] 王顺财. 榉树嫩枝扦插繁殖技术及生根机理研究[D]. 南京:南京林业大学,2007.

[19] 徐振华,王学勇,李敬川,等. 试管苗瓶外生根的研究进展[J]. *中国农学通报*, 2002, 18(4):84-86, 89.

洲农业生产区,该地区具有土层深厚和水资源丰富等特点。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 本研究土壤样品、枣果样品的采集依据阿

瓦提县土壤有关资料^[12],于2017年秋季在英艾日克人乡、塔木托拉克乡、乌鲁却勒镇、拜什艾日克镇以及阿瓦提县城附近的灰枣果园展开。具体采集试验样品设计见表1。

表1 灰枣样品采集设计

步骤	注意事项	具体操作
样点确定	25个地点	避肥,按“S”形选取10株树
挖取土样	0~20 cm	(1)取土部位在树冠下距离树干相同距离的4个方向;(2)混均匀后装袋,作好记号;(3)在实验室内进行各项指标的测定
采取枣果	相应10株枣树	(1)每个样地采集50个枣果;(2)作好记号;(3)在实验室内进行各项指标的测定

1.2.2 土壤指标测定方法 碱解氮含量的测定采用扩散法;速效磷含量的测定采用钼锑抗比色法;速效钾含量的测定采用火焰光度法;有机质含量的测定采用 $K_2Cr_2O_7 - H_2SO_4$ 消煮、 $FeSO_4$ 容量法;pH值和电导率采用pH计和电导率仪进行测定;土壤含水量采用烘干法进行测定。

1.2.3 果实品质测定方法 可食率、果肉密度测定:取出相应的果核,称其质量,计算平均值,得到平均单果质量和可食率[式(1)];果肉密度利用体积替代法测定,随机选择10个枣果,称鲜质量,在容器里装一定体积的水,将枣果放入容器,容器增加的容积即为枣果体积,得枣果果肉密度[式(2)]

$$\text{可食率} = [(\text{鲜果质量} - \text{果核质量}) / \text{鲜果质量}] \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{果肉密度} (\text{g/cm}^3) = \text{鲜果质量} / \text{枣果体积} \quad (2)$$

可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法;可滴定酸含量的测定采用氢氧化钠中和滴定法;糖酸比 = 可溶性糖含量/可滴定酸含量;维生素C含量的测定采用2,4-二硝基苯肼比色法;可溶性蛋白含量的测定用考马斯亮蓝G-250染色法;游离氨基酸的测定采用茚三酮比色法;黄酮含量的测定用芸香

昔比色法;单宁含量的测定用FolinDenis法;果胶物质含量测定用咔唑比色法。

1.3 数据处理与分析

数据处理使用SPSS 19.0软件和Microsoft Excel 2007。

2 结果与分析

2.1 枣园土壤养分基本情况分析

由表2可知,阿瓦提灰枣园土壤的pH值平均为7.363,pH值范围在6.730~7.750间,枣树在土壤pH值低于8.5时均能正常生长。土壤肥力的高低可以通过有机质含量的多少测定^[13]。有机质含量平均为34.335 g/kg,最高为45.549 g/kg,最低仅为22.757 g/kg,按照全国第二次土壤普查土壤养分分级标准除少量果园外大部分果园均属于含量丰富或很丰富;碱解氮、速效磷、速效钾、土壤有效硼的平均含量分别为186.174、13.795、232.040、0.603 g/kg,参照全国第二次土壤普查国家土壤养分分级标准,试验枣园速效磷含量相对匮乏。各枣园内有机质含量、碱解氮、速效磷、速效钾、有效硼含量存在较大差异,其中碱解氮含量差异水平最大。

表2 阿瓦提灰枣园土壤的主要营养状况分析结果

项目	碱解氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	有机质含量 (g/kg)	土壤有效硼含量 (mg/kg)	土壤含水量 (%)	电导率 ($\mu\text{S/cm}$)	pH值
最大值	420.000	21.774	390.000	45.549	1.049	0.997 0	1 648.667	7.750
最小值	67.550	7.063	120.000	22.757	0.362	0.019 5	131.200	6.730
均值	186.174	13.795	232.040	34.335	0.603	0.166 0	424.600	7.363
标准差	92.934	4.475	88.831	6.291	0.188	0.234 0	384.667	0.234

2.2 枣园灰枣果实品质性状分析

根据GB/T 5835—2009《干制红枣》,以及新疆维吾尔自治区红枣协会、新疆天海绿洲农业科技有限公司提出的关于灰枣、骏枣干枣等级规格质量标准,灰枣枣果衡量标准如下:平均单果质量、可食率、果肉密度越大越好;枣果营养物质越高越好;功能性物质同样也是越高越好。

由表3可知,枣果可食率平均为86.606%,最高为90.000%,最低为82.900%;枣果平均果肉密度为1.043 g/cm³,最高果肉密度为1.237 g/cm³,最低果肉密度为0.891 g/cm³;可溶性糖含量平均为49.814%,最大为88.732%,最小为23.051%;可滴定酸含量平均为0.789%,最高为1.100%,最低为0.650%;糖酸比平均值为62.925%,最高为111.857%,最低为34.088%;可溶性蛋白含量平均为3.319 mg/g,最高为3.659 mg/g,最低为1.764 mg/g;维生素C含量平均为387.046 mg/100 g,最高为575.100 mg/100 g,

最低为257.480 mg/100 g;黄酮含量平均为18.769 mg/g,最高为24.700 mg/g,最低为12.710 mg/g;单宁含量平均为0.162%,最高为0.237%,最低为0.039%;果胶物质总量平均为0.116%,最高为0.132%,最低为0.084%;N含量平均为34.483 g/kg,最高含量为67.370 g/kg,最低含量为10.301 g/kg;P含量平均为0.118 g/kg,最高为0.188 g/kg,最低为0.074 g/kg;K含量平均为1.626 g/kg,最高为2.250 g/kg,最低含量为1.083 g/kg。

2.3 灰枣园土壤养分与果实品质因子的相关分析

由表4可知,枣果的可食率与除含水量、碱解氮、有效硼、电导率外的指标均呈负相关,其中与含水量呈显著相关($r = 0.497$);枣果的果肉密度与除含水量、pH值、电导率外的指标均呈正相关,但未达到显著水平;枣果中可溶性糖含量与土壤含水量、pH值呈正相关外,其他均呈负相关;枣果中可滴定酸含量和土壤有机质、pH值、有效硼均呈正相关;枣果糖

表3 阿瓦提枣园土壤条件下的灰枣品质测定数据

果品指标	最小值	最大值	平均值	标准差
可食率(%)	82.900	90.000	86.606	0.019
果肉密度(g/cm ³)	0.891	1.237	1.043	0.098
可溶性糖含量(%)	23.051	88.732	49.814	17.960
可滴定酸含量(%)	0.650	1.100	0.789	0.117
糖酸比	34.088	111.857	62.925	21.413
可溶性蛋白含量(mg/g)	1.764	3.659	3.319	0.362
游离氨基酸含量(μg/100 g)	10.124	39.645	22.648	7.472
维生素C含量(mg/100 g)	257.480	575.100	387.046	39.060
黄酮含量(mg/g)	12.710	24.700	18.769	3.429
单宁含量(%)	0.039	0.237	0.162	0.053
果胶物质总量(%)	0.084	0.132	0.116	0.015
N含量(g/kg)	10.301	67.370	34.483	14.752
P含量(g/kg)	0.074	0.188	0.118	0.029
K含量(g/kg)	1.083	2.250	1.626	0.344

表4 土壤养分含量与灰枣果实品质间的相关系数

果实品质因子	相关系数							
	碱解氮含量	速效磷含量	速效钾含量	有机质含量	土壤有效硼含量	土壤含水量	电导率	pH值
可食率	0.384	-0.104	-0.224	-0.323	0.233	0.497*	0.349	-0.233
果肉密度	0.038	0.015	0.190	0.145	0.035	-0.274	-0.051	-0.432*
可溶性糖含量	-0.019	-0.066	-0.233	-0.116	-0.202	0.028	-0.075	0.107
可滴定酸含量	-0.051	0.280	-0.152	0.240	0.066	-0.179	-0.015	0.102
糖酸比	-0.022	-0.194	-0.202	-0.244	-0.199	0.114	-0.070	0.079
可溶性蛋白质含量	-0.201	-0.051	-0.436*	-0.425*	-0.508**	-0.012	-0.246	0.072
游离氨基酸含量	0.063	-0.088	-0.175	-0.230	-0.212	0.053	-0.145	-0.198
维生素C含量	0.218	0.513**	0.714**	0.510**	-0.208	-0.154	0.257	-0.314
黄酮含量	-0.036	0.022	-0.333	-0.242	-0.208	0.039	-0.029	0.223
单宁含量	-0.188	0.211	-0.109	0.094	0.530**	0.065	0.323	0.272
果胶物质总量	-0.231	-0.231	0.453*	0.114	-0.134	0.149	0.182	-0.546**
N含量	0.207	0.065	-0.368	-0.509**	-0.011	0.275	0.028	0.243
P含量	0.273	0.032	-0.043	0.083	0.048	-0.242	-0.089	-0.431*
K含量	-0.335	0.266	-0.012	0.070	0.264	0.060	-0.163	0.234

注: *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著相关,下表同。

酸比除与土壤中含水量、pH 值呈正相关外,与其他指标呈负相关;枣果可溶性蛋白与 pH 值以外,与其他指标均呈负相关,其中与有机质、速效钾、有效硼呈显著相关(r 值分别为 -0.425 、 -0.436 、 -0.508);游离氨基酸与除含水量、碱解氮外的因素均呈负相关;枣果中维生素 C 含量和土壤有机质含量也呈极显著正相关性($r=0.510$),与土壤中速效磷、速效钾含量呈极显著正相关(r 分别为 0.513 、 0.714),与碱解氮、电导率也呈正相关,但与土壤其他因子间的相关性均不显著;枣果黄酮含量与土壤 pH 值、速效磷含量、含水量呈正相关,与其他指标呈负相关;枣果单宁含量与土壤碱解氮、速效钾含量呈负相关,与其他因素为正相关性,其中与有效硼呈极显著正相关($r=0.530$);枣果果胶物质总量与 pH 值、土壤碱解氮、速效磷含量、有效硼呈负相关,其中与 pH 值呈极显著负相关($r=-0.546$);枣果 N 含量与土壤有机质、速效钾、有效硼呈负相关,与有机质呈显著负相关($r=-0.509$);枣果磷含量和除与土壤中的碱解氮、速效磷、有效硼、有机质含量外均呈负相关;枣果钾含量与除土壤中的含水量、pH 值、速效磷、

有效硼、有机质含量外均呈负相关。

土壤养分含量的多样性和对树木和果品综合影响作用的复杂性,并不能用简单的相关性分析来说明,所以需要采用多元统计分析方法进一步分析影响灰枣果品的主要影响因素。

2.4 土壤养分含量对果实品质影响因子的筛选和回归方程的建立

土壤中所包含的各种营养元素相互影响,相互依存,综合作用下对果实的营养和果实品质产生不同程度的影响。简单相关系数不包括自变量之间的相互作用,不能完全客观地反映它们与因变量之间的实际关系;因此,除了单因子分析之外,还需要进行多元逐步回归分析(表5),对枣果品的主要土壤养分影响因子作进一步探究。

本研究的多元逐步回归是通过专业统计软件 SPSS 实现的,在 $\alpha=0.10$ 水平,SPSS 计算的结果满足条件,均有显著性意义。其中,可食率(y_1)、果肉密度(y_2)、可溶性糖(y_3)、可滴定酸(y_4)、糖酸比(y_5)、可溶性蛋白质(y_6)、游离氨基酸

(y_7)、维生素 C(y_8)、黄酮含量(y_9)、单宁(y_{10})、果胶物质总量(y_{11})、N 含量(y_{12})、P 含量(y_{13})、K 含量(y_{14})为 14 个因变量,有机质(x_1)、含水量(x_2)、pH 值(x_3)、碱解氮(x_4)、速效磷(x_5)、速效钾(x_6)、土壤有效硼(x_7)、电导率(x_8)为 8 个自变量,变量(x)进入回归的概率为 0.1,移除的概率为 0.11。

由表 5 可知,枣果可食率与土壤含水量呈显著正相关;果肉密度与 pH 值呈显著负相关;枣果可溶性蛋白质与有效硼呈显著负相关,维生素 C 含量与速效磷、速效钾呈显著正相关;枣果单宁与有效硼呈显著正相关;枣果果胶物质总量与 pH 值呈显著负相关;枣果中 N 含量与有机质呈显著负相关,与速效磷呈显著正相关。而枣果中单果质量、可溶性糖、可滴定酸、糖酸比、游离氨基酸、黄酮含量、P 含量、K 含量未与土壤养分因子体现出显著相关关系。由表 5 可看出,应用逐步相关筛选出的影响枣果品质的土壤养分因子与利用相关系数大小选择的土壤养分因子(表 4)存在一定差异,说明只用相关分析是不够的。

表 5 多元线性逐步回归分析结果

线性回归方程	F 值	P 值	R ²
$y_1 = 0.859 + 0.041x_2$	7.564	0.011	0.247
$y_2 = 2.117 - 0.165x_3$	5.268	0.031	0.186
$y_6 = 3.910 - 0.977x_7$	7.990	0.010	0.258
$y_8 = 129.960 + 0.685x_6 + 7.119x_5$	16.722	0.033	0.603
$y_{10} = 0.071 + 0.151x_7$	8.982	0.006	0.250
$y_{11} = 0.338 - 0.032x_3$	9.777	0.005	0.298
$y_{12} = 75.567 - 1.888x_1 + 1.722x_5$	8.783	0.002	0.444

3 结论与讨论

土壤为果树生长提供的营养物质占果树需要营养的绝大部分,果树的生长发育和果实品质直接受其所含养分多少的影响^[14]。为探究土壤养分对果实品质影响,前人已在柑橘^[15]、高粱^[16]、苹果^[6]、猕猴桃^[17]等上做了大量研究,而对灰枣的研究较少。本试验是在前人研究的基础上,在新疆阿克苏阿瓦提灰枣园进行的,通过典型相关分析筛选出影响果实品质的主要养分因子,并采用多元逐步回归法筛选出影响果实品质的主要土壤养分因子。研究结果表明,相应简单判断出的土壤因子和相应典型相关筛选出的土壤因子相比存在明显的差异。维生素 C 含量与速效磷、速效钾呈显著正相关,与先前的研究结果接近^[14,18-19];枣果单宁与有效硼呈显著正相关;枣果果胶物质总量与 pH 值的相关性为显著负相关;枣果中 N 含量与有机质的相关性为板显著负相关,与速效磷的相关性为显著正相关。如何平衡果园土壤中这些营养元素的含量,使之在新疆灰枣尤其是阿克苏灰枣的生长发育和品质形成中发挥最佳效果还有待进一步研究。

结果表明,阿克苏阿瓦提县灰枣园土壤除有效磷外其他养分均较为丰富,各枣园内有机质、碱解氮、速效磷、速效钾、有效硼存在较大差异性,其中碱解氮差异水平最大。土壤养分与枣果品质表现各异,枣果中可食率与土壤含水量呈显著正相关;果肉密度与 pH 值呈显著负相关,有效硼与枣果可溶性蛋白呈现的相关性为显著负相关;与枣果单宁呈现的相关

性为显著正相关,维生素 C 含量与速效磷、速效钾两者之间的相关性都为显著正相关;枣果果胶物质总量与 pH 值之间的相关性为显著负相关,枣果的 N 含量与其有机质的相关性为显著负相关,与其包含的速效磷的相关性为显著正相关。土壤养分元素对灰枣果实营养的形成都有不同程度的影响,仍须进一步研究这些土壤养分的作用机制及其应用,使灰枣的生长发育和营养含量表现更好。

参考文献:

- [1] 曲泽洲,王永蕙. 中国果树志:枣卷[M]. 北京:中国林业出版社,1993:2-6.
- [2] 郭裕新. 枣[M]. 北京:中国林业出版社,1982:3-5.
- [3] Cui N B, Du T S, Kang S Z, et al. Regulated deficit irrigation improved fruit quality and water use efficiency of pear-jujube trees[J]. Agricultural Water Management,2008,95(4):489-497.
- [4] 初乐,吴茂玉,朱凤涛,等. 新疆地区红枣产业现状及发展建议[J]. 农产品加工·学刊,2012,32(4):110-113.
- [5] 漆联全. 新疆红枣产业的现状、要求及其发展趋势[J]. 新疆农业科学,2010,47(增刊2):8-12.
- [6] 占金刚. 我国粮食补贴政策绩效评价及体系构建[D]. 长沙:湖南农业大学,2012.
- [7] Chen C F, Lee J F, Wang D, et al. Water extract of *Zizyphus jujube* at tenuates ischemia/reperfusion-induced liver injury in rats (PPI06)[J]. Transplantation Proceedings,2010,42(3):741-743.
- [8] Li J W, Ding S D, Ding X L. Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube[J]. Process Biochemistry,2005,40(11):3607-3613.
- [9] 郭修武,李坤,郭印山,等. 不同种植年限葡萄园根区土壤养分变化及对再植葡萄生长的影响[J]. 中国生态农业学报,2010,18(3):477-481.
- [10] 侍朋宝,张振文. 山地土壤养分及其对酿酒葡萄生长发育的影响[J]. 中国农学通报,2005(7):315-318.
- [11] 李德燕,潘学军. 贵州野生毛葡萄光合特性比较[J]. 北方园艺,2009(11):9-12.
- [12] 曾雄,海波. 阿瓦提县土壤类型及肥力概况[J]. 农村科技,2013(4):31-32.
- [13] 赵其国. 现代土壤学与农业持续发展[J]. 土壤学报,1996,33(1):1-12.
- [14] 何忠俊,张广林,张国武,等. 钾对黄土区猕猴桃产量和品质的影响[J]. 果树学报,2002,19(3):163-166.
- [15] Pestana M, Beja P, Correia P J, et al. Relationships between nutrient composition of flowers and fruit quality in orange trees grown in calcareous soil[J]. Tree Physiology,2005,25(6):761-767.
- [16] Maruthi S R. Optimizing fertilizer requirement using linear programming model with soil test-crop response data[J]. Indian Journal of Agricultural Sciences,1987,57(8):587-593.
- [17] 刘科鹏,黄春辉,冷建华,等. 猕猴桃园土壤养分与果实品质的多元分析[J]. 果树学报,2012,29(6):1047-1051.
- [18] 宋锋惠,哈地尔·依沙克,史彦江,等. 新疆塔里木盆地骏枣果实营养与土壤养分相关性分析[J]. 果树学报,2010,27(4):626-630.
- [19] 鲍江峰,夏仁学,彭抒昂,等. 纽荷兰脐橙园土壤营养与果实品质相关性研究[J]. 亚热带植物科学,2005,34(1):25-27.