

南疆骏枣园土壤养分与果实品质的相关性分析 ——以和田地区枣园为例

邓婉莹¹, 闫浩宇¹, 曹振兴¹, 仇倩倩¹, 王振磊^{1,2}, 唐志华³, 吴翠云^{1,2*}

¹塔里木大学园艺与林学院, 南疆特色果树高效优质栽培与深加工技术国家地方联合工程实验室, 新疆 阿拉尔

²新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔

³兵团十四师昆玉市农业农村局, 新疆 昆玉

收稿日期: 2023年2月6日; 录用日期: 2023年3月2日; 发布日期: 2023年3月10日

摘要

以和田地区24个具有代表性的骏枣园土壤及枣果为试验材料, 采用描述性统计分析、相关性分析、多元逐步回归分析等方法, 找出果园中存在的土壤问题, 筛选出影响果实品质的主要土壤养分因子。结果表明: 和田地区骏枣果园土壤pH值在7.66~8.31之间, 土壤偏碱性, 比较适宜骏枣种植; 土壤速效磷含量平均为24.25 mg/kg, 最低为13.35 mg/kg, 最高为52.81 mg/kg, 速效磷含量较缺乏的地区占40%, 缺乏的地区占60%, 变化差异较大; 土壤全氮和碱解氮含量的变异系数最大, 为0.69%、0.73%, 全氮的平均值为0.35 g/kg, 最低为0.02 g/kg, 最高为0.78 g/kg, 碱解氮的平均值为20.28 mg/kg, 最低为3.88 mg/kg, 最高为47.20 mg/kg, 全氮养分含量相对缺乏的地区占80%, 而碱解氮均较缺乏; 在果实品质中, 果形指数、蛋白质主要受土壤碱解氮的影响, 可滴定酸、维生素C主要受土壤pH值的影响, 总酚主要受土壤有机碳、速效磷的影响; 在果实质地品质中, 弹性、粘附性分别受土壤全氮、有机碳、速效磷的影响。

关键词

骏枣, 土壤养分, 果实品质, 相关性分析, 回归分析

Correlation Analysis of Soil Nutrients and Fruit Quality in Jujube Orchards in South Xinjiang

—Taking Date Orchards in Hotan Area as an Example

Wanying Deng¹, Haoyu Yan¹, Zhenxing Cao¹, Qianqian Qiu¹,

*通讯作者。

文章引用: 邓婉莹, 闫浩宇, 曹振兴, 仇倩倩, 王振磊, 唐志华, 吴翠云. 南疆骏枣园土壤养分与果实品质的相关性分析[J]. 植物学研究, 2023, 12(2): 47-55. DOI: 10.12677/br.2023.122007

Zhenlei Wang^{1,2}, Zhihua Tang³, Cuiyun Wu^{1,2*}

¹National and Local Joint Engineering Laboratory for Efficient and High-Quality Cultivation and Deep Processing Technology of Characteristic Fruit Trees in Southern Xinjiang, College of Horticulture and Forestry, Tarim University, Aral Xinjiang

²Key Laboratory of Conservation and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin, Xinjiang Production and Construction Corps, Aral Xinjiang

³Kunyu City Agriculture and Rural Bureau, 14th Corps Division, Kunyu Xinjiang

Received: Feb. 6th, 2023; accepted: Mar. 2nd, 2023; published: Mar. 10th, 2023

Abstract

The soil and jujube fruits of 24 representative jujube orchards in Hotan area were used as test materials, and descriptive statistical analysis, correlation analysis and multiple stepwise regression analysis were used to find out the soil problems in the orchards and to screen out the main soil nutrient factors affecting fruit quality. The results showed that the soil pH value of jujube orchards in Hotan area ranged from 7.66 to 8.31, and the soil was alkaline, which was more suitable for jujube cultivation; the average soil fast-acting phosphorus content was 24.25 mg/kg, the lowest was 13.35 mg/kg, and the highest was 52.81 mg/kg, and the areas lacking in fast-acting phosphorus content accounted for 40% and the deficient area accounted for 60%, with large variation; the soil coefficient of variation of total nitrogen and alkaline nitrogen content was the largest, 0.69% and 0.73%, the average value of total nitrogen was 0.35 g/kg, the lowest was 0.02 g/kg and the highest was 0.78 g/kg, the average value of alkaline nitrogen was 20.28 mg/kg, the lowest was 3.88 mg/kg and the highest was 47.20 mg/kg, the total nitrogen nutrient content was relatively deficient in 80% of the areas, and the alkali-hydrolyzed nitrogen was relatively deficient. In fruit quality, fruit shape index and protein were mainly influenced by soil alkaline nitrogen, titratable acid and vitamin C were mainly influenced by soil pH value, and total phenols were mainly influenced by soil organic carbon and fast-acting phosphorus; in fruit texture quality, elasticity and adhesion were influenced by soil total nitrogen, organic carbon and fast-acting phosphorus, respectively.

Keywords

Jujube, Soil Nutrients, Fruit Quality, Correlation Analysis, Regression Analysis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

枣(*Ziziphus jujuba* Mill.)是我国原产重要果树及世界鼠李科(Rhamnaceae)枣属(*Ziziphus* Mill.)170个种中栽培规模最大、经济和生态价值最高的树种，具有抗干旱、抗盐碱、耐瘠薄、栽培当年即可开花结果、“自我修剪”、管理省工及营养丰富、药食同源等独特优点[1]。枣品种众多，骏枣因其果大、皮薄、肉厚、口感甘甜醇厚、适应性强等特点而深受大众喜爱，成为新疆红枣产业的主栽品种之一，在南疆广泛种植。其中，尤以和田骏枣最为出名，是该地区的国家地理标志性产品，被誉为和田玉枣。截至2017年底，和田地区拥有红枣种植面积5.4万hm²，年总产值达12.2亿元，经济效益十分可观[2]。但随着种植

面积的不断增大，果品种植缺乏科学合理的指导及对产量的过度追求，枣农滥用化肥和微肥现象比较普遍，导致土壤理化性质变劣、土壤肥力及果实品质下降、投入回报率低等现象。

土壤是果树生长的载体，土壤的营养状况直接影响树体的生长和果实产量、品质等，进而决定果园的可持续发展及经济产量。陈红玉等[3]通过研究土壤养分与冬枣果实品质的相关性得出，果实品质主要受有机质、有效磷等土壤养分的影响；万胜等[4]对新疆8个灰枣主产县市的24个枣园的枣果营养品质和土壤养分测定得出，枣果蛋白质、可溶性糖、可滴定酸、维生素C等果实品质均受土壤养分中的碱解氮、pH值、速效磷、有机质等的影响；刘伟锋等[5]通过研究骏枣土壤养分与果实品质的典型相关性分析得出，土壤养分与枣果品质指标内部和指标之间的关系均密切，土壤养分对果实品质有着显著的影响。为提高骏枣园科学管理水平，通过对和田地区骏枣园的土壤养分和果实品质进行相关性研究，采用描述性统计、相关分析、线性回归等方法，探讨果园存在的土壤问题及土壤养分与果实品质间的相关性，筛选出影响果实品质的主要土壤养分因子，对指导果园合理施肥、提高品质、使果园健康可持续发展等具有重要理论意义和应用价值。

2. 材料与方法

2.1. 研究区概况

试验研究区为新疆和田地区，位于新疆西南部东经 79.92° ，北纬 37.12° 。属于荒漠性干旱气候，具有四季分明、秋季降温快、光照充足、热量丰富、无霜期长、昼夜温差大等优点。土壤多为棕漠土，质地轻、沙性重、黏粒少、土壤通透性好，但不利于土壤有机质积累，土壤缺磷少氮。

2.2. 方法

2.2.1. 枣果与土壤样品的采集

以和田地区骏枣果园的土壤及成熟期枣果为试验材料，于2021年9~10月采样，共选取具有代表性的骏枣果园24个，其中策勒县2个，和田县2个，洛浦县3个，民丰县4个，墨玉县2个，皮山农场7个，于田县4个。每个枣园各选取长势一致、树龄相近的枣树，均匀、分散地采集鲜枣果实1 kg，放入低温冷藏箱中带回实验室，经测量单果重、纵横径等指标后去皮去核打碎，置于 -20°C 冰箱中保存，并在采集枣果的相应园区内选取树冠滴水线内侧10 cm位置土钻取深度为20~40 cm的土壤，按四分法分取1 kg左右土样，去除植物残根及杂物等后混匀，于室内自然风干，研磨制样，过筛备用。

2.2.2. 土壤指标测定

pH值：电极法；有机质：重铬酸钾容量测定法；碱解氮：碱解扩散法；速效磷：钼锑抗比色法。

2.2.3. 果实外观及营养品质测定

单果重：电子分析天平；纵横径：游标卡尺；维生素C：钼蓝比色法；可溶性糖：蒽酮比色法；可滴定酸：酸碱滴定法；蛋白质：考马斯亮蓝法；总黄酮：分光光度计法；总酚：福林酚试剂法。

2.2.4. 果实质地品质测定

参考杨植等[6]人的测量方法，使用美国FTC公司TMS-PRO质构仪进行枣果质地品质测定，质构仪调到最大限度500 N，力量感应元量程400 N，回升高度40 mm，形变量20，检测速度30 mm/min，起始力0.5 N后，将枣果放置在质构仪托盘上进行测定。

2.3. 数据处理与分析

各指标的测定数据经Excel 2010软件整理，采用SPSS 2022数据处理系统软件进行描述性统计分析、

相关性分析, DPS 软件进行多元逐步回归分析。

3. 结果与分析

3.1. 骏枣园土壤养分概况及丰缺评价

由表 1 可知, 和田地区骏枣园土壤 pH 值分布在 7.66~8.31 之间, 平均为 7.96, 且分布比较均匀(变异系数仅为 0.03%), 枣树在土壤 pH 值低于 8.5 时均能正常生长, 说明和田地区骏枣园土壤 pH 值处于枣树生长的合理范围之内; 枣园土壤全碳的平均值为 20.36 g/kg, 变异系数为 0.11%, 较有机碳、有机质、全氮、速效磷、碱解氮等土壤指标分布变化差异较小; 有机碳、有机质、全氮、速效磷、碱解氮等土壤养分指标的变异系数在 0.48%~0.73% 之间, 其中全氮、碱解氮的变异程度最大, 分别为 0.69%、0.73%, 全氮的平均值为 0.35 g/kg, 最低为 0.02 g/kg, 最高为 0.78 g/kg, 碱解氮的平均值为 20.28 mg/kg, 最低为 3.88 mg/kg, 最高为 47.20 mg/kg, 参照全国第二次土壤普查土壤养分分级标准[7], 土壤全氮和碱解氮的养分含量分别处于 0.50~0.75 g/kg、30~60 mg/kg 时较缺乏, 全氮养分含量相对匮乏的地区占 80%, 而碱解氮均较缺乏; 其次变异系数较大的是有机碳、有机质、速效磷等, 变异系数分别为 0.48%、0.52%、0.57%, 其中土壤速效磷的含量 < 40 mg/kg 时较缺乏, 和田地区的土壤速效磷平均为 24.25 mg/kg, 最低为 13.35 mg/kg, 最高为 52.81 mg/kg, 土壤速效磷含量较缺乏的地区占 40%, 缺乏的地区占 60%。说明和田的各土壤养分含量均处于相对缺乏的状态且分布不稳定。

Table 1. Overview of soil nutrients in jujube orchards

表 1. 骏枣园土壤养分概况

土壤养分指标	平均值	标准差	最小值	最大值	变异系数
pH	7.96	0.23	7.66	8.31	0.03%
有机碳(g/kg)	3.80	1.84	1.03	5.60	0.48%
有机质(g/kg)	4.89	2.56	1.78	8.44	0.52%
全氮(g/kg)	0.35	0.24	0.02	0.78	0.69%
全碳(g/kg)	20.36	2.20	16.43	22.69	0.11%
速效磷(mg/kg)	24.25	13.82	13.35	52.81	0.57%
碱解氮(mg/kg)	20.28	14.76	3.88	47.20	0.73%

3.2. 骏枣果实质品性概況

和田地区骏枣果实质品性状分析见表 2, 果实纵径、横径、果形指数、可溶性糖、总酚的平均值分别为 45.03 mm、31.26 mm、1.44、273.46 mg/g、6.08 mg/g, 变异系数为 0.02%~0.07%, 说明以上品质性状变异程度较低, 性状相对稳定; 单果重、可滴定酸、维生素 C、黄酮、蛋白质含量的变异系数为 0.11%~0.21%, 其中蛋白质含量的变异系数最高, 为 0.21%, 其含量平均值为 1.57 mg/g, 说明和田地区骏枣果实中的蛋白质含量变异程度较大, 其次是维生素 C、黄酮含量指标; 果实质地品质中内聚性和弹性的变异系数最小, 分别为 0.05%、0.06%, 而粘附性的变异系数最大, 为 0.22%, 且平均为 0.10 N·mm, 最低为 0.06 N·mm, 最高为 0.12 N·mm。分析结果表明, 和田地区骏枣果实粘附性和果实蛋白质、维生素 C、黄酮等性状指标的含量因产地不同差异较大, 表现性状不稳定, 而果形、果实在聚性、弹性和可溶性糖、总酚含量表现受产地不同的影响程度小。

3.3. 骏枣果实品质指标与土壤养分的相关性分析

3.3.1. 土壤养分与骏枣果实外观及营养品质的相关性分析结果

Table 2. Overview of jujube fruit quality in Hotan area**表 2. 和田地区骏枣果实品质概况**

品质指标	平均值	标准差	最小值	最大值	变异系数
单果重(g)	23.39	3.00	18.86	26.05	0.13%
纵径(mm)	45.03	2.98	41.39	48.75	0.07%
横径(mm)	31.26	1.76	28.97	33.44	0.06%
果形指数	1.44	0.03	1.38	1.46	0.02%
可溶性糖(mg/g)	273.46	14.34	250.86	298.68	0.05%
可滴定酸(%)	0.55	0.06	0.44	0.62	0.11%
蛋白质(mg/g)	1.57	0.33	1.11	2.04	0.21%
维生素 C(mg/100g)	229.99	33.54	196.65	279.06	0.15%
黄酮(mg/g)	0.45	0.07	0.34	0.55	0.15%
总酚(mg/g)	6.08	0.23	5.90	6.58	0.04%
硬度(N)	269.95	32.39	222.31	321.21	0.12%
粘附性(N.mm)	0.10	0.02	0.06	0.12	0.22%
内聚性(Ratio)	0.43	0.02	0.39	0.46	0.05%
弹性(mm)	4.52	0.27	4.15	4.85	0.06%
胶粘性(N)	123.35	15.64	96.70	145.78	0.13%
咀嚼性(mj)	577.47	58.91	518.18	656.89	0.10%

Table 3. Correlation coefficients between soil nutrients and the appearance and nutritional quality of jujube fruits**表 3. 土壤养分与骏枣果实外观品质及营养品质间的相关系数**

	pH	有机碳	有机质	全氮	全碳	速效磷	碱解氮
单果重	0.350*	-0.23	-0.16	-0.370**	-0.18	-0.09	-0.29
纵径	0.25	-0.10	-0.16	-0.20	-0.13	0.14	-0.26
横径	0.26	-0.02	-0.09	-0.299*	-0.23	0.14	-0.330*
果形指数	0.22	-0.18	-0.12	-0.23	-0.26	-0.14	-0.26
可溶性糖	-0.19	-0.336*	0.02	-0.06	-0.05	-0.21	-0.04
蛋白质	0.12	-0.19	-0.24	-0.28	-0.19	-0.03	-0.02
可滴定酸	-0.25	0.09	-0.09	0.09	0.21	-0.24	0.326*
维生素 C	0.416**	-0.04	-0.15	-0.416**	-0.483**	0.29	-0.398*
黄酮	0.04	0.05	-0.05	0.17	0.25	-0.18	0.03
总酚	0.12	0.05	-0.14	-0.14	-0.04	-0.18	-0.02

“*”表示 0.05 水平显著相关，“**”表示 0.01 水平极显著相关。

由表3可知,土壤pH值与枣果单果重、纵径、横径、果形指数、蛋白质、维生素C、黄酮、总酚等品质指标呈正相关,其中与单果重呈显著正相关(相关系数为0.350^{*}),与维生素C呈极显著正相关(相关系数为0.416^{**}),与可溶性糖、可滴定酸呈负相关;有机碳与果客单果重、纵径、横径、果形指数、蛋白质、维生素C等品质指标呈负相关,与黄酮、总酚呈正相关,其中与可溶性糖呈显著负相关(相关系数为-0.336^{*});有机质与可溶性糖呈正相关(相关系数为0.02),与其它品质指标均呈负相关;全氮与可滴定酸、黄酮等呈正相关,与其它品质指标呈负相关,其中与果实横径呈显著负相关,与单果重、维生素C呈极显著负相关(相关系数为-0.370^{**}、-0.416^{**});全碳与黄酮呈正相关,与其它品质指标呈负相关,其中与维生素C呈极显著负相关(相关系数为-0.483^{**})。有效磷与果实纵径、横径、维生素C等果实品质呈正相关,与其它品质指标呈负相关。碱解氮与可滴定酸呈显著正相关(相关系数为0.326^{*}),与黄酮呈正相关,与其它指标呈负相关,但与横径及维生素C呈显著负相关。

3.3.2. 土壤养分与骏枣果实质地品质的相关性分析结果

枣果实质地品质是众多果实品质中最重要的特征品质之一,是直接影响消费者对其可接受性的主要因素。因此了解土壤养分与质地品质的相关性,同样也尤为重要。由表4可知,土壤pH值与果实质地品质均呈正相关,其中与咀嚼性呈显著正相关(相关系数为0.316^{*}),与胶粘性呈极显著正相关(相关系数为0.382^{**});土壤有机碳与果实硬度、粘附性、胶粘性、咀嚼性等品质呈正相关,与内聚性和弹性呈负相关;土壤有机质与果实硬度、胶粘性呈正相关,与其它质地品质呈负相关,其中与弹性呈显著负相关(相关系数为-0.352^{*})。土壤全氮、全碳与果实内聚性和粘附性呈正相关,与其它品质指标呈负相关。土壤速效磷与果实粘附性呈负相关,与其它指标呈正相关;土壤碱解氮与果实粘附性呈正相关,与其它品质指标呈负相关,其中与果实胶粘性及咀嚼性呈显著负相关(相关系数分别为-0.306^{*}、-0.325^{*})。

Table 4. Correlation coefficient between soil nutrients and the substantial quality of jujube fruits

表4. 土壤养分与骏枣果实质地品质间的相关系数

	pH	有机碳	有机质	全氮	全碳	速效磷	碱解氮
硬度	0.28	0.19	0.04	-0.11	-0.06	0.11	-0.11
粘附性	0.06	0.01	-0.13	-0.11	0.01	-0.20	0.12
内聚性	0.05	-0.25	-0.22	0.01	-0.19	0.13	-0.20
弹性	0.01	-0.17	-0.352 [*]	-0.07	-0.12	0.28	-0.07
胶粘性	0.382 ^{**}	0.14	0.04	-0.14	-0.24	0.09	-0.306 [*]

“*”表示0.05水平显著相关,“**”表示0.01水平极显著相关。

3.4. 影响骏枣果实品质的土壤养分因子筛选及回归方程的建立

果实品质受到土壤各因子的共同影响,且养分元素间存在协同与拮抗作用,简单相关仅表示单因子间的关系,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,因此在简单相关分析基础之上进一步应用多元回归分析,本实验采用的分析方法是线性多元逐步回归。设因变量 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 、 Y_6 、 Y_7 、 Y_8 、 Y_9 、 Y_{10} 、 Y_{11} 、 Y_{12} 、 Y_{13} 、 Y_{14} 、 Y_{15} 、 Y_{16} 分别代表枣果单果重、纵径、横径、果形指数、可溶性糖、蛋白质、可滴定酸、维生素C、黄酮、总酚、硬度、粘附性、内聚性、弹性、胶粘性、咀嚼性等品质指标,设自变量为 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 分别代表土壤pH值、有机碳、有机质、全氮、全碳、速效磷、碱解氮等土壤养分指标,分别建立多元逐步回归方程。

由表5可知,经过逐步回归方法筛选得出,果客单果重、纵径、横径、可溶性糖、黄酮等及果实质

地品质中硬度、内聚性、胶粘性、咀嚼性等品质均与土壤养分间线性关系不显著。而枣果果形指数、可滴定酸、蛋白质、维生素 C、总酚、粘附性、弹性等品质指标与土壤养分间的线性关系显著。其中，果形指数主要受碱解氮的影响，两者间相关性显著；可滴定酸主要受土壤 pH 值、全碳、速效磷等土壤指标的影响，呈极显著正相关性；蛋白质主要受土壤全碳、碱解氮的影响，呈显著正相关；维生素 C 主要受土壤 pH 值的影响，呈极显著正相关；总酚主要受土壤有机碳和速效磷的影响，呈显著正相关；质地品质中粘附性主要受土壤有机碳、速效磷的影响，呈极显著正相关；弹性主要受土壤有机碳、有机质、全氮等土壤养分指标的影响，呈极显著正相关。

Table 5. Multiple linear stepwise regression analysis results**表 5. 多元线性逐步回归分析结果**

回归方程	F 值	R 方	P 值
$Y_1 = 26.42559241 - 0.7979401761X_2$	1.57	0.49	0.266
$Y_2 = 47.9341323 - 0.14317153587X_7$	5.06	0.71	0.074
$Y_3 = -5.48976664 + 4.616155867X_1$	2.96	0.61	0.146
$Y_4 = 1.469199718 - 0.0014395241015X_7$	5.91*	0.74	0.054
$Y_5 = 305.9773777 - 4.822689919X_2 - 0.5842566625X_6$	1.83	0.69	0.273
$Y_6 = 2.599885036 - 0.20801084799X_1 - 0.015086951734X_5 - 0.003513239043X_6$	47.62*	0.99	0.005
$Y_7 = 5.47236209 - 0.22785103070X_5 + 0.03633405727X_7$	7.62*	0.89	0.043
$Y_8 = -859.428356 + 136.83686515X_1$	47.73**	0.95	0.001
$Y_9 = 0.518990240 - 0.0027269773834X_6$	2.45	0.57	0.179
$Y_{10} = 6.75555039 - 0.09544353172X_2 - 0.012707301278X_6$	7.46*	0.89	0.045
$Y_{11} = 304.9948614 - 1.4451816076X_6$	3.07	0.62	0.140
$Y_{12} = 0.1498448007 - 0.0030764761491X_2 - 0.0016316390484X_6$	42.55*	0.98	0.002
$Y_{13} = 0.405338956 + 0.0010168903775X_6$	3.67	0.65	0.114
$Y_{14} = 4.49855151 + 0.4126923906X_2 - 0.1298948X_3 - 2.5965261487X_4$	90.23*	0.99	0.002
$Y_{15} = 108.6618415 + 3.0066406273X_3$	1.60	0.49	0.261
$Y_{16} = 840.450577 + 53.8118825X_2 - 333.1994731X_4 - 17.219068016X_5$	6.07	0.93	0.086

4. 讨论与结论

4.1. 讨论

土壤养分是果树生长所需营养物质的重要来源，直接影响果实生长与果实品质，而土壤理化性质影响着土壤的保肥能力与植物吸收养分的能力[8]，通过分析果园土壤理化性状，便可以找出果园在土壤管理方面存在的问题，进而对提高骏枣果实品质具有重要意义。该试验研究表明，和田地区骏枣果园土壤 pH 值在 7.66~8.31 之间，土壤偏碱性，比较适宜骏枣种植；土壤速效磷含量平均为 24.25 mg/kg，最低为 13.35 mg/kg，最高为 52.81 mg/kg，速效磷含量较缺乏的地区占 40%，缺乏的地区占 60%，变化差异较大；土壤全氮和碱解氮含量的变异系数最大，为 0.69%、0.73%，全氮的平均值为 0.35 g/kg，最低为 0.02 g/kg，最高为 0.78 g/kg，碱解氮的平均值为 20.28 mg/kg，最低为 3.88 mg/kg，最高为 47.20 mg/kg，全氮养分含量相对缺乏的地区占 80%，而碱解氮均较缺乏，这与李慧、王利娜等[9][10]人对枣园土壤养分的研究结果相似。造成这种现象的原因可能与各果园的施肥方式、施肥种类、施肥量有关，该试验在采样过程中

有了解到农户对化学肥料的施用依赖性很大，很少施用有机肥及农家肥，致使土壤理化性质变差，进而影响果实品质。

为了解骏枣果园土壤养分对果实品质的影响，本研究对和田 24 个骏枣园的土壤养分与果实品质进行了相关性分析，得出不同的土壤养分因子对不同的枣果实品质有着显著性的影响，但未能明确影响果实品质的主要土壤养分因子。因此，进一步采用多元逐步回归，结果表明，骏枣的果形指数、果实蛋白质主要受土壤碱解氮影响，果实质地品质中的弹性主要受土壤全氮含量的影响，这与吴翠云[11]通过研究钾肥对骏枣果实品质的影响结果相似，其中指出，氮与蛋白质合成、细胞分裂等方面均有密切联系。张立新等[12]通过研究旱地苹果矿质营养得出，土壤氮含量可直接影响苹果营养生长与生殖生长，促进新梢生长、花芽形成、提高坐果率、果实膨大、果实产量和品质；枣果实可滴定酸、维生素 C 主要受土壤 pH 值的影响，这与曹胜等[13]对土壤养分与冰糖橙的相关性研究结果一致，适当增加磷元素可减少可滴定酸的含量；枣果实总酚和果实质地品质中的粘附性主要受土壤有机碳、速效磷的影响，其中果实细胞间粘附性的主要影响因素是细胞间接触的程度，其由细胞形状、细胞间隙的大小决定的，而影响这一性状的主要成分是磷元素[14]。综上所述，和田地区的土壤偏碱性，但适宜骏枣生长，而其它土壤养分含量均较缺乏，故合理增施有机肥、氮肥、磷肥及其他复合肥，改善土壤理化性状，提高土壤肥力和枣果实品质，进而促使果园健康可持续性发展。

4.2. 结论

该试验研究表明，和田地区骏枣果园土壤 pH 值处于枣果树生长的合理范围之内，但部分地区的土壤速效磷含量较低，土壤有机质、有机碳、全氮、全碳、碱解氮等土壤养分含量较为缺乏；果实品质中的果形指数、蛋白质主要受土壤碱解氮的影响，可滴定酸、维生素 C 主要受土壤 pH 值的影响，总酚主要受土壤有机碳、速效磷的影响；果实质地品质中弹性、粘附性分别受土壤全氮、有机碳、速效磷的影响。

基金项目

新疆生产建设兵团创新创业平台建设项目“园艺产业技术创新人才培养示范基地”(2019CB001)；自治区红枣产业技术体系资源与育种(XJCYTX-01-01-2022)；兵团第十四师农业农村局委托项目“昆玉市红枣标准园与标准体系建设”(2021011)。

参考文献

- [1] 刘孟军, 王玖瑞. 新中国果树科学研究 70 年——枣[J]. 果树学报, 2019, 36(10): 1369-1381.
- [2] 迪丽娜尔·叶尔山, 张桂芝, 刘慧芹. 和田玉枣产业现状、存在问题与发展对策[J]. 天津农林科技, 2021(2): 28-30.
- [3] 陈红玉, 卢桂宾, 马光跃, 杨俊强, 申仲妹, 李玉莲. 土壤养分与冬枣果实品质关系的多元回归分析[J]. 北方园艺, 2022(3): 58-64.
- [4] 万胜, 刘伟峰, 于婷, 孙佳, 黄瑶, 刘丰鸣, 杨智鹏, 王利娜, 王姝婧, 赵文, 李建贵. 土壤养分与新疆灰枣果实品质的多元分析及优化方案[J]. 经济林研究, 2021, 39(4): 168-176.
- [5] 刘伟峰, 张磊, 杨文英, 赵文, 张梅, 魏喜喜, 杨智鹏, 马路婷, 王利娜, 王姝婧, 李建贵. 骏枣园土壤养分与枣果实品质间的典型相关性分析[J]. 经济林研究, 2021, 39(2): 104-114+122.
- [6] 杨植, 王振磊. 基于 TPA 法评价枣果实质地及聚类分析[J]. 新疆农业科学, 2019, 56(10): 1860-1868.
- [7] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [8] 高柱, 陈璐, 张小丽, 毛积鹏, 樊志鹏, 卢玉鹏, 王小玲. ‘红阳’猕猴桃果园土壤养分与果实品质关系的多元分析及优化方案[J]. 江西农业大学学报, 2022, 44(2): 358-367.
- [9] 李慧, 李百云, 魏天军. 宁夏红枣主产区土壤养分的含量[J]. 贵州农业学, 2019, 47(1): 30-35+42.

-
- [10] 王利娜, 赵文, 孙佳, 黄瑶, 王姝婧, 刘丰鸣, 万胜, 杨智鹏, 张虎国, 李建贵. 南疆 4 个地区枣园土壤养分状况分析及肥力评价[J]. 经济林研究, 2022, 40(2): 144-152.
 - [11] 吴翠云. 钾肥对骏枣叶片光合特性和果实品质及糖代谢影响的研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业大学, 2016.
 - [12] 张立新, 张林森, 李丙智, 韩明玉. 旱地苹果矿质营养及其在生长发育中的作用[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(3): 111-115.
 - [13] 曹胜, 周卫军, 刘沛, 谭洁, 宋彪. 冰糖橙果园土壤养分与果实品质关系的多元分析及优化方案[J]. 土壤, 2021, 53(1): 97-104.
 - [14] 黄欢, 王绍帆, 韩育梅. 细胞壁对果实质地影响机制的研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(8): 350-355+367.