



喷施不同营养元素叶面肥对蟠枣缩果病和品质的影响

谭玉鹏¹, 耿 阳^{2,3#}, 吴佳辉³, 李斌斌⁴, 王玉红⁵, 赵晓梅^{3*}

(1. 新疆农业职业技术学院, 新疆 昌吉 831100; 2. 北京味食源食品科技有限责任公司, 北京 101200; 3. 新疆农业科学院农产品贮藏加工研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091; 4. 新疆农垦科学院农产品加工研究所, 新疆 石河子 832000; 5. 昌吉市农业技术推广中心, 新疆 昌吉 831100)

摘 要: 为探讨喷施不同营养元素叶面肥对蟠枣(‘京沧1号’)缩果病发病率及品质的影响, 对不同叶面肥处理蟠枣缩果病发病率及产量进行了调查, 对蟠枣果实外观指标和营养指标进行了测定。结果表明: 喷施不同营养元素叶面肥处理后蟠枣缩果病发病率显著降低, 蟠枣果实产量、商品率分别较清水(对照组)提高 8.73% ~ 27.21% 和 3.53% ~ 17.94%; 除硫酸锰、四硼酸钠、富瑞朋流体硼叶面肥处理外, 其他处理蟠枣果实硬度与对照处理差异不显著; 喷施不同营养元素叶面肥处理对蟠枣果实色差参数影响差异不显著; 喷施不同营养元素叶面肥处理对蟠枣果实中可滴定酸、可溶性糖、可溶性蛋白、维生素 C、总酚和类黄酮含量积累有积极影响。整体看来, 氮元素叶面肥对降低蟠枣缩果病发病率、提高蟠枣果实商品率、可滴定酸、可溶性蛋白和总酚含量作用显著, 锰元素对提高蟠枣果实产量、硬度、可溶性糖和类黄酮含量作用显著, 钾元素叶面肥处理对蟠枣整体作用效果不明显, 硼元素叶面肥对提高蟠枣产量, 增加蟠枣果实可滴定酸、可溶性蛋白和维生素 C 含量作用效果明显。因此, 该结果可为蟠枣缩果病防控及品质调控提供理论依据和科学参考。

关键词: 营养元素; 叶面肥; 蟠枣; 缩果病; 品质

蟠枣果实外观大而饱满, 其口感脆甜, 维生素 C 含量丰富, 深受到广大消费者的喜爱。枣树是我国特有的果树之一, 缩果病会对枣果实产量造成严重影响, 缩果病的症状前期表现为外果皮出现褐色斑点, 果皮有淡黄色水渍状, 后期其外果皮出现暗红色无色泽病斑皱缩, 果柄变成褐色或黑褐色^[1]。康绍兰等^[2]根据枣缩果病的症状特点将其分为铁皮型和缩果型两种类型, 铁皮型的病斑呈向内皱缩, 病斑边缘与周围边界明显, 一段时间后病斑向枣果顶部延伸, 枣果逐渐变为黄褐色, 枣外观失去原有光泽, 呈铁锈色, 果肉变成浅黄色或褐色, 味道发苦且呈海绵状; 缩果型的症状与铁皮病症状相比不同之处在于病果的病部会有明显皱缩^[3]。据报道, 河北、山西、河南、新疆等省枣缩果病的病

果率达 30% ~ 50%, 有的年份甚至高达 90%, 造成绝产绝收, 成为严重影响枣产业发展的最主要果实病害之一^[4]。不同学者对缩果病的病因研究结果并不一致, 多数认为是细菌性病害造成的^[5-8], 目前缩果病有化学农药和中草药(五倍子、藿香)提取物制剂等防治方法^[9], 张宣等^[4]研究发现, 营养元素叶面肥可以有效降低枣缩果病的发病率。绝大多数陆生植物依靠根系吸收养分, 但是植物的叶片也可以吸收外源物质, 如气体、营养元素、农药等, 叶片在吸收水分的同时能够像根一样把营养物质吸收到植物体中去^[10]。前人研究发现, 营养元素叶面肥不仅能影响植物正常的生长发育, 而且对真菌、细菌、病毒等病原物引起的侵染性植物病害也有显著影响^[11-14]。果实在生长发育过程中的品质与外源营养物质的供应有着密切的关系, 叶面施肥的方式可以防止养分在土壤中固定, 可以通过叶片对植物及其果实有效快速地输送养分, 从而提高果实中的营养成分含量, 改善果实品质^[15-18]。有关叶面肥对改善枣果实采前品质的研究已有报道, 目前市面上叶面肥种类繁多、剂型多样, 但暂时还没有一种针对于蟠枣应用且能够有效改善其营养供给、提高果实品质的叶面肥。本试验以蟠枣为研究对象, 通过喷施不

收稿日期: 2023-04-03; 录用日期: 2023-05-17

基金项目: 自治区公益性项目(KY2022027); 新疆红枣产业技术体系专项资金项目(XJCYTX-01); 新疆农产品加工与保鲜重点实验室。

作者简介: 谭玉鹏(1979-), 副教授, 硕士, 研究方向为园艺学, E-mail: 1428018857@qq.com。耿阳(1994-), 助理工程师, 硕士, 研究方向为食品营养与安全, E-mail: 2992912049@qq.com。谭玉鹏和耿阳共同为第一作者。

通讯作者: 赵晓梅, E-mail: zxm2003076@163.com。

同营养元素叶面肥,考察叶面肥喷施处理对蟠枣生长及缩果病发生率的影响,同时测定不同叶面肥处理蟠枣果实外观及营养品质并进行分析,以期降低蟠枣缩果病发病率、提高蟠枣果实品质和经济效益提供实践和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试材料

试验于新疆喀什麦盖提县红枣试验站(77°28′—

79°05′E, 38°25′—39°22′N)进行。该地属于温带大陆性气候,平均海拔 1178 m;年平均气温 11.8℃,极端最高气温 42.1℃,极端最低气温 -22.4℃;年平均降水量 42.3 mm,平均蒸发量 2349 mm;年平均日照 2806.3 h,无霜期历年平均 217 d,年平均风速 1.9 m/s。选取正常生长、树势基本一致的 3 年生蟠枣(‘京沧 1 号’)树作为供试样本,砧木为灰枣,株行距 1.5 m×4 m。

1.1.2 供试肥料及分组

供试肥料及分组情况见表 1。

表 1 供试叶面肥种类及分组

处理	叶面肥	生产厂家	浓度	喷施时间
A	富瑞诺锰	北京海富天通农业科技有限公司	20 mL 溶于 20 L 水, 锰元素含量 0.069 g/L	2022 年 6 月 15 日、6 月 22 日、6 月 29 日、7 月 6 日、7 月 13 日, 共喷 5 次
B	硫酸锰	天津市北联精细化工有限公司	4.24 g 溶于 20 L 水, 锰元素含量 0.069 g/L	
C	富利尔钾	北京海富天通农业科技有限公司	60 g 溶于 20 L 水, 钾元素含量 1.17 g/L	
D	硫酸钾	天津市北联精细化工有限公司	52.2 g 溶于 20 L 水, 钾元素含量 1.17 g/L	
E	四硼酸钠	天津市北联精细化工有限公司	26 g 溶于 20 L 水, 硼元素含量 0.15 g/L	
F	富瑞朋流体硼	北京海富天通农业科技有限公司	20 mL 溶于 20 L 水, 硼元素含量 0.15 g/L	
G	富瑞通缓释氮液	北京海富天通农业科技有限公司	40 mL 溶于 20 L 水, 氮元素含量 0.347 g/L	
CK	对照组		清水	

1.2 试验方法

1.2.1 蟠枣缩果病发病率、产量及商品率调查

参照张宣等^[4]的方法于缩果病发病盛期和发病末期,调查各处理缩果病发病率。于试验枣树东、南、西、北 4 个方位各随机选取约 200 个果实统计其发病果数及总果数,重复 3 次取平均值计算蟠枣缩果病发病率。

缩果病发病率 = 缩果病病果数 / 调查果实总数 × 100%

分别从不同处理蟠枣试验区选取 3 株果树,在蟠枣成熟期将非缩果病病果全部摘取并称重,每个处理重复 3 次取平均值计算蟠枣单株产量;参照本课题组前期指定的企业标准,选取单果重在 28 g 及以上的蟠枣果实用于统计蟠枣果实商品率^[19]。

单株产量 = 调查果实总重 / 株数
商品率 = 28 g 及以上果实总重 / 调查果总重 × 100%

1.2.2 感官及营养指标的测定

选取树冠四周发育正常的蟠枣果实,按照耿阳等^[20]的试验方法分别取不同处理蟠枣果实各 20 个,削去赤道部位果皮,用 GY-4 型果实硬度计测定果实硬度;另取 20 个蟠枣果实使用色差仪测定其赤道部位的 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值。 L^* 值表示明度,其值越大则果皮颜色越亮,光泽度越高; a^* 值表示果皮红、绿颜色变化,其值越大表明颜色越红;

b^* 值表示颜色黄蓝情况,其值越高表明果皮颜色偏黄。

随机选取不同处理蟠枣果实各 200 个于 4℃ 条件下进行预冷以去除田间热,预冷后的果实套保鲜袋置于泡沫箱内,在 48 h 内运回新疆农业科学院园艺所实验室,挑选无机械损伤的正常果实,用手持式数显折光仪测定可溶性固形物含量。按照耿阳等^[20]的试验方法将蟠枣果实样品经液氮速冻后用研磨机磨碎,置于 -80℃ 冰箱中贮存,用于测定蟠枣果实可溶性糖、可滴定酸、维生素 C、总酚、类黄酮及可溶性蛋白含量。

1.3 数据处理

采用 Excel 2016 进行数据处理和作图,用 SPSS 19.0 对数据进行方差分析,用 Origin 2021 进行主成分分析(PCA)并作图。

2 结果与分析

2.1 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣缩果病发病率、产量及商品率的影响

由图 1 可知,不同营养元素叶面肥处理蟠枣缩果病发病率均低于 CK 处理并表现出显著性差异($P<0.05$),其中 G 处理蟠枣缩果病发病率最低。与 CK 相比,不同营养元素叶面肥处理蟠枣果实产

量提高 8.73% ~ 27.21%，其中，E 处理蟠枣果实产量最高；喷施不同营养元素叶面肥处理的蟠枣果实商品率较 CK 处理高 3.53% ~ 17.94%，G 处理蟠枣果实商品率最高。上述结果表明，喷施不同营养元素叶面肥对降低缩果病发病率、提高蟠枣果实产量和商品率有积极影响。

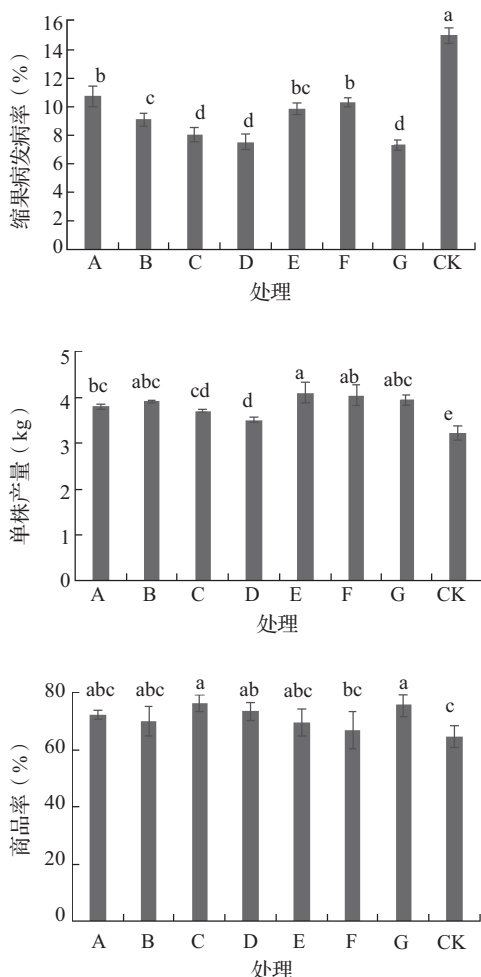


图1 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣缩果病发病率、商品率及产量的影响

注：不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)，相同小写字母表示处理间差异不显著 ($P > 0.05$)。下同。

2.2 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣硬度的影响

果实的硬度可以间接反映果实采后品质的变化情况。由图2可以看出，喷施不同营养元素叶面肥可以提高蟠枣果实硬度，B处理蟠枣果实硬度最高，为 10.97 kg/cm^2 ，CK处理蟠枣果实硬度最低，为 10.3 kg/cm^2 ，B、E、F处理蟠枣果实硬度与CK处理差异显著 ($P < 0.05$)，其他处理与CK处理差异均不显著 ($P > 0.05$)。结果表明，喷施硫酸锰、四硼酸钠、富瑞朋流体硼叶面肥对提高蟠枣果实硬度有积极作用。

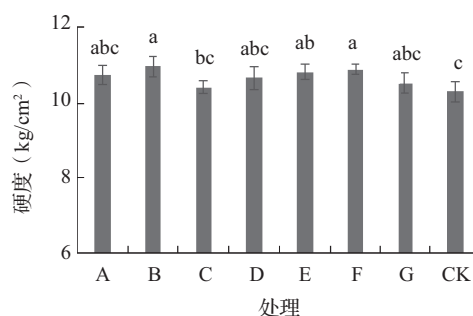


图2 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣硬度的影响

2.3 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣色差的影响

果皮颜色是判断果实成熟度的直接因素，也是吸引消费者选择、购买的直接条件。由图3可知，不同营养元素叶面肥处理蟠枣果实 L^* 值、 a^* 值均与CK处理差异不显著 ($P > 0.05$)，其中，D处理蟠枣果皮亮度最高，C处理 a^* 值最高，除F处理外，其他处理果实 b^* 值与CK处理差异均不显著 ($P > 0.05$)。结果表明，喷施钾元素叶面肥可以促进蟠枣果实果皮亮度提高和转红。

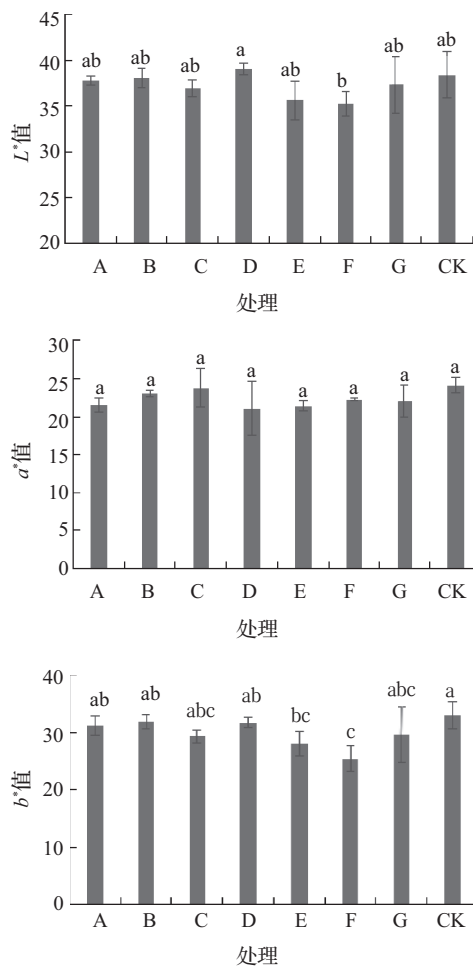


图3 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣色差变化的影响

2.4 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖含量的影响

由图4可以看出, 喷施不同营养元素处理后, 除D处理外, 其他处理蟠枣果实可溶性固形物含量均低于CK处理。喷施叶面肥处理促进了蟠枣果实中可滴定酸和可溶性糖含量的积累, 其中E处理蟠枣果实中可滴定酸含量最高, 为0.55%, E和G处理可滴定酸含量均与CK处理存在显著性差异 ($P<0.05$), 其他处理与CK处理差异不显著 ($P>0.05$); 不同营养元素叶面肥处理蟠枣果实中可溶性糖含量均高于CK处理, 其中, A、B、F处理蟠枣果实可溶性糖含量与CK处理相比差异显著。结果表明, 喷施叶面肥处理能够改善蟠枣果实的营养品质, 对促进蟠枣果实中可滴定酸、可溶性糖的积累有明显的促进作用, 但不同的叶面肥种类和产品之间可能存在一定差异。

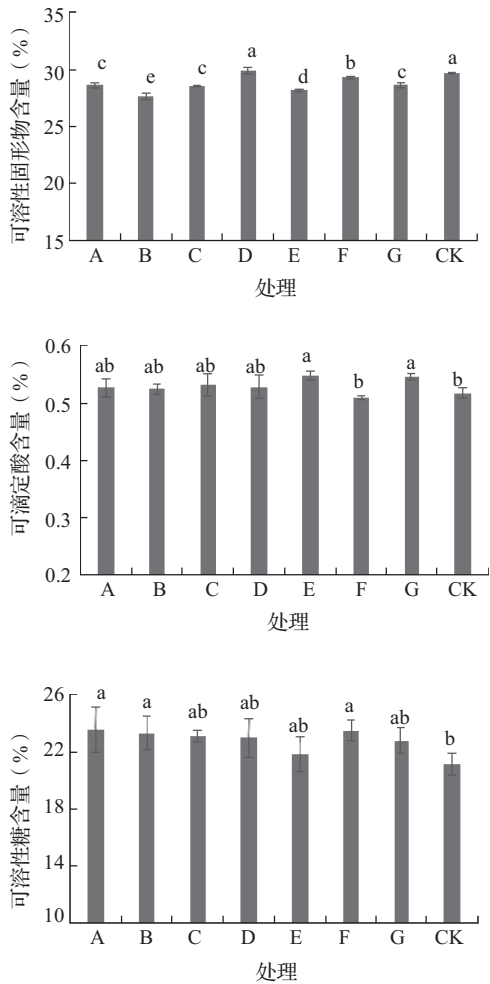


图4 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖含量的影响

2.5 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣可溶性蛋白、维生素C、总酚、类黄酮含量的影响

可溶性蛋白含量在果蔬中是重要的生理生化指标, 参与植物生理生化代谢调控, 与果蔬生长发育、成熟衰老、抗病性、抗逆性密切相关。由图5a可以看出, 除C处理外, 其他喷施不同营养元素叶面肥处理的可溶性蛋白含量均显著高于CK处理 ($P<0.05$), 其中, E处理果实中可溶性蛋白

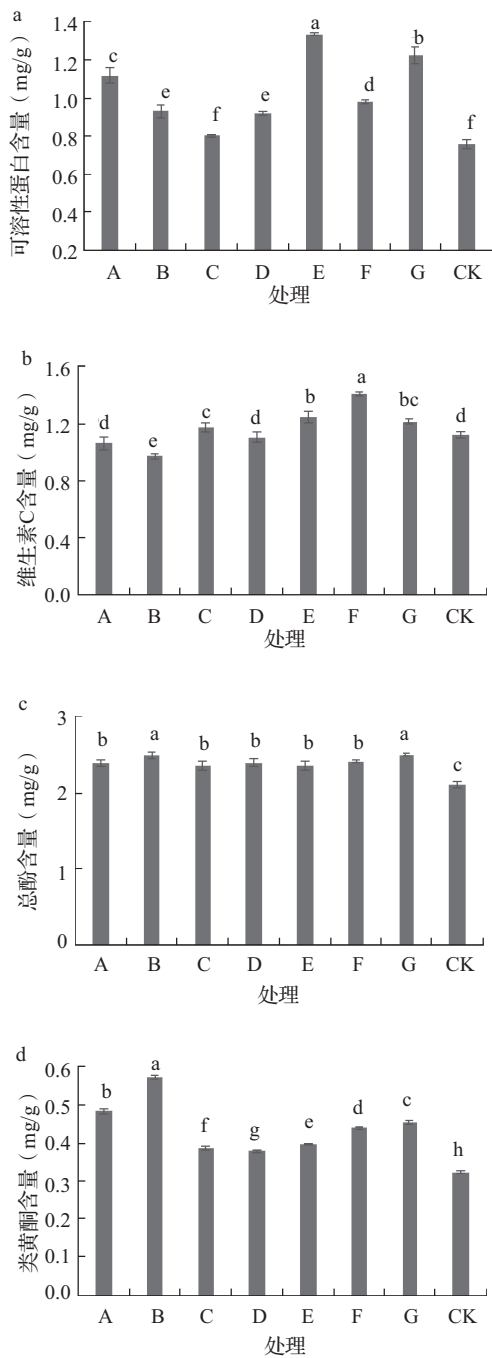


图5 不同营养元素叶面肥处理对蟠枣可溶性蛋白、维生素C、总酚、类黄酮含量的影响

含量最高,是CK处理的1.75倍。结果表明,喷施四硼酸钠和氮缓释肥对蟠枣果实可溶性蛋白含量影响显著。

维生素C在鲜枣中含量丰富,是鲜枣的重要指标。由图5b可以看出,喷施不同营养元素叶面肥处理对蟠枣果实中维生素C含量的影响作用存在差异,其中,C、E、F、G处理蟠枣果实中维生素C含量高于CK处理,A、B、D处理蟠枣果实中维生素C含量低于CK处理。结果表明,硼元素和氮元素对蟠枣果实维生素C的积累有促进作用,钾元素对蟠枣果实维生素C含量影响较小,锰元素对蟠枣果实维生素C的积累有抑制作用。

酚类物质可以起到抗氧化和延缓衰老的作用。由图5c可以看出,喷施营养元素叶面肥显著促进了蟠枣果实中总酚的积累,且处理间差异显著($P<0.05$),各处理蟠枣果实中总酚含量分别为2.39、2.49、2.36、2.40、2.36、2.41、2.49、2.10 mg/g,其中,B和G处理蟠枣果实中总酚含量相对较高。结果表明,氮元素和锰元素对蟠枣果实中酚类物质积累有显著的促进作用,这对保持蟠枣采后品质和贮藏有益。

与喷施不同营养元素叶面肥后酚类物质变化相似(图5d),喷施营养元素叶面肥后蟠枣果实中类黄酮含量也显著增加,其中,B处理蟠枣果实中类黄酮含量最高(0.57 mg/g),是CK处理的1.78倍。

2.6 主成分分析

为综合评价不同营养元素叶面肥对蟠枣的作

用效果,通过将本文所测定的11项指标进行PCA分析,根据特征值大小(表2),提取出3个主成分(PC1、PC2、PC3),其累计方差贡献率达到70.20%,说明可以用3个主成分代替原来11项指标对不同叶面肥作用效果进行整体评价。PCA空间分布图能更好地反映各指标与不同主成分之间的关系,由图6和表2可以看出,可溶性蛋白含量、可滴定酸含量、维生素C含量、可溶性糖含量、硬度、总酚含量、类黄酮含量、单株产量、商品率位于PC1的正方向,对PC1有正的响应。

表2 各指标变量主成分载荷值和贡献率

检测指标	PC1	PC2	PC3
可溶性蛋白含量	0.30	0.33	0.33
可滴定酸含量	0.21	0.48	-0.04
维生素C含量	0.01	0.48	0.16
可溶性糖含量	0.20	-0.35	-0.26
硬度	0.27	-0.18	0.31
总酚含量	0.43	-0.05	-0.16
类黄酮含量	0.36	-0.41	0.11
单株产量	0.41	0.16	0.24
缩果病发病率	-0.34	-0.09	0.48
商品率	0.22	0.21	-0.55
可溶性固形物含量	-0.34	0.17	-0.27
特征值	4.48	1.87	1.37
方差(%)	40.73	17.00	12.47
累计方差贡献率(%)	40.73	57.73	70.20

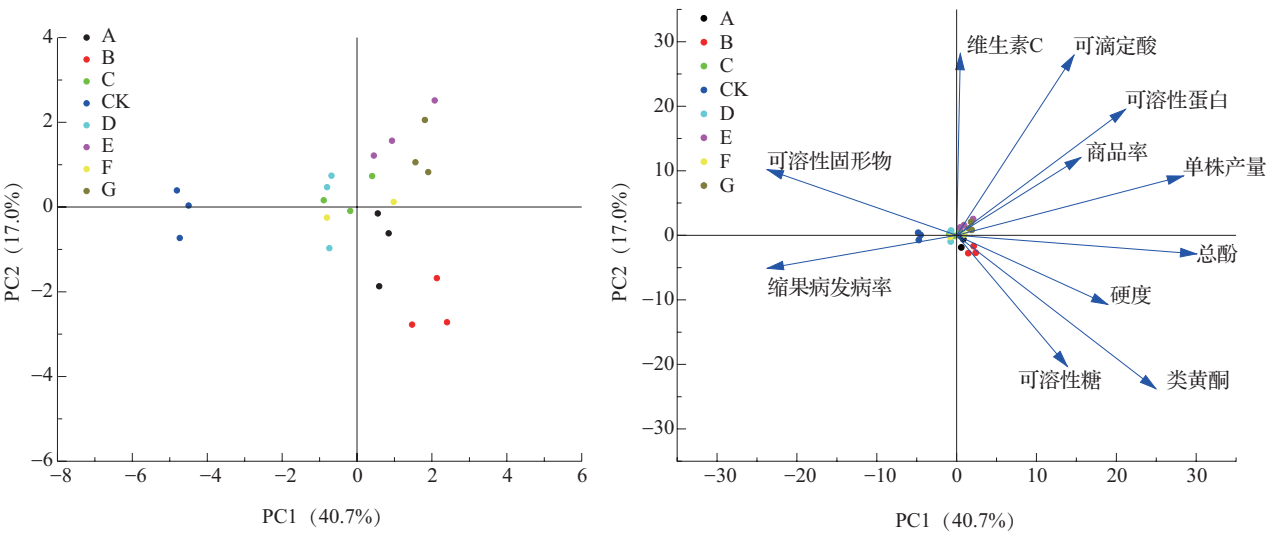


图6 主成分分析得分和主成分得分载荷

注:左图为得分图,右图为载荷图。

可溶性蛋白含量、可滴定酸含量、维生素 C 含量、单株产量、商品率、可溶性固形物含量位于 PC2 的正方向,对 PC2 有正的响应。可溶性蛋白含量、维生素 C 含量、硬度、类黄酮含量、单株产量和缩果病发病率位于 PC3 的正方向,对 PC3 有正的响应。其中,总酚含量、单株产量、可滴定酸含量、维生素 C 含量和缩果病发病率的贡献率较大,这些指标的差异可以在一定程度上区分 CK 处理与不同叶面肥处理间的差异。由图 6 可以看出,CK 处理与不同叶面肥处理在位置上可以明显区分,喷施叶面肥处理后数据点向 PC1 正方向移动,表明喷施叶面肥处理促进了蟠枣果实品质和产量的提高,对蟠枣生长和营养物质的积累有促进作用。以各因子得分 FAC1、FAC2、FAC3 所对应的特征值为权数,与该因子得分相乘可得主成分得分,根据主成分得分计算相关性综合得分(图 7),可以得出不同处理蟠枣品质指标综合相关性的相对程度^[20]。根据综合得分大小进行排名,其值越大,排名越高,代表该叶面肥对蟠枣处理效果越好。由图 7 可知,不同叶面肥对蟠枣整体作用效果表现为 B>A=G>D=F>E>C>CK。

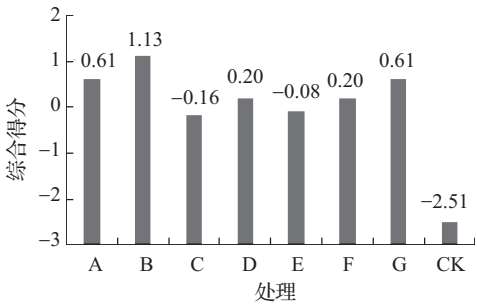


图 7 不同营养元素叶面肥处理综合得分

3 讨论

3.1 喷施不同营养元素叶面肥对蟠枣缩果病的控制及其与营养物质含量的关系

本研究结果发现,喷施营养元素叶面肥处理在一定程度上可以降低蟠枣果实缩果病发病率、提高果实产量和商品率,其中氮缓释肥处理后蟠枣缩果病发病率最低,考虑蟠枣缩果病的发生可能与其生长过程中营养供给不足有关,这与张宣等^[4]和贺丽洁^[21]的研究结果一致。蟠枣果实可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖、维生素 C 等营养物质含量是影响其感官品质的关键指标,类黄酮、

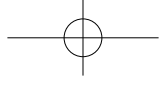
酚类物质和可溶性蛋白等组分分别是与果皮色泽、抗氧化活性和参与生理代谢相关的重要指标。本研究发现,喷施营养元素叶面肥处理对蟠枣果实硬度及色差参数影响较小,对提高蟠枣果实可溶性固形物含量作用不明显,但硼元素和氮元素对提高蟠枣果实可滴定酸、可溶性蛋白和维生素 C 含量有积极影响,这与梁和等^[22]、冯焕德等^[23]的研究结果一致。喷施不同营养元素叶面肥处理后蟠枣果实可溶性糖、总酚和类黄酮含量均有一定程度地增加,这与前人报道的锰元素参与了光合产物的合成、运输;钾元素能增强根系对硝酸盐等的吸收和进入叶片中的流量,使得输入叶片中的氮、磷含量升高,光合作用增强;硼元素参与了植物糖代谢过程;氮元素可以通过提高植物光合作用促进光合产物积累的结果一致^[22-25]。

3.2 不同营养元素叶面肥对蟠枣整体作用效果评价

本文主要考察了喷施不同营养元素叶面肥处理对蟠枣缩果病发病率及果实品质的影响,结果发现,喷施营养元素叶面肥处理后对降低蟠枣缩果病发病率、提高产量及改善营养品质有益,在枣树的生长发育期喷施相关营养元素叶面肥不仅可以促进其生长发育,而且对病原微生物引起的侵染性病害(缩果病等)的防控有显著响应^[4]。但不同营养元素叶面肥处理在蟠枣不同指标上的影响作用强度并不完全一致,这可能与蟠枣对不同营养元素的吸收、敏感程度以及相关营养元素在蟠枣不同生理代谢通路中的参与程度有关^[26-27]。除此之外,同种营养元素的商用叶面肥和化学试剂直接配制的叶面肥在单一指标和整体评价效果中存在差异,这是由于商用叶面肥基质原料与化学试剂中所含的其他元素对蟠枣生长也可能存在影响有关。

4 结论

不同营养元素叶面肥能有效降低蟠枣缩果病发病率、提高蟠枣果实产量,同时对蟠枣营养品质提高有促进作用。其中,氮元素叶面肥对降低蟠枣缩果病发病率、提高蟠枣果实商品率、可滴定酸含量、可溶性蛋白含量和总酚含量作用显著,锰元素对提高蟠枣果实产量、硬度、可溶性糖含量和类黄酮含量作用显著,钾元素叶面肥处理对蟠枣整体作用效果不明显,硼元素叶面肥对提高蟠枣产量,增



加蟠枣果实可滴定酸含量、可溶性蛋白含量和维生素C含量作用效果明显。整体来看,不同叶面肥对蟠枣处理效果均优于对照处理,其中,硫酸锰叶面肥处理效果最好。

参考文献:

- [1] 刘元荣,朱林元,姜昆,等. 枣树新病害缩果病防治研究[J]. 河南农业科学,1988(10):19-20.
- [2] 康绍兰,邸垫平,李兴红,等. 枣铁皮病病原鉴定[J]. 植物病理学报,1998(2):70-76.
- [3] 赵燕. 新疆红枣病害种类调查及枣缩果病病原的相关研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2014.
- [4] 张宣,宋韬亮,刘平,等. 枣缩果病发生与矿质元素含量的关系[J]. 林业科学,2019,55(2):109-117.
- [5] 吴婷,张静,张卫东,等. 哈密地区红枣缩果病的发生与防治[J]. 江西农业学报,2011,23(6):91-92.
- [6] 杨天顺. 冬枣的主要病害及防治技术[J]. 果农之友,2018(6):36-37,40.
- [7] 刘振亚,张萍,晁丽丽,等. 新疆南疆骏枣缩果病病原鉴定[J]. 江西农业学报,2022,34(7):76-81.
- [8] 何丽,郭开发,艾尼古丽·依明,等. 新疆红枣缩果病和枣果黑斑病病原鉴定[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2017,35(3):312-318.
- [9] 姜娜. 枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)铁皮病有效药剂筛选[D]. 保定:河北农业大学,2007.
- [10] 李燕婷,李秀英,肖艳,等. 叶面肥的营养机理及应用研究进展[J]. 中国农业科学,2009,42(1):162-172.
- [11] 涂海华,周坚,毛宇,等. 天然海藻肥对“夏黑”葡萄植株生长及果实品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2019(4):213-217.
- [12] 冯宏祖,支金虎,王兰,等. 不同叶面肥对红枣病害的抗性试验[J]. 新疆农垦科技,2012,35(1):47-48.
- [13] 李娜. 营养元素对烟草疫霉生长发育及硼对产孢期基因转录的影响[D]. 重庆:西南大学,2014.

- [14] 周绪宝. 冬枣采后黑腐病病害及防治技术的研究[D]. 北京:中国农业大学,2003.
- [15] 米国华,霍跃文,曾爱军,等. 作物养分管理的农机农艺结合技术研究进展[J]. 中国农业科学,2022,55(21):4211-4224.
- [16] 韩冬梅,黄石连,欧阳思颖,等. 提升龙眼果实耐贮性的果期病害防治与养分优化管理[J]. 中国农业科学,2022,55(21):4279-4293.
- [17] 孙常青,杨艳君,郭志利,等. 施肥和密度对杂交谷可溶性糖、可溶性蛋白及硝酸还原酶的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(5):1169-1177.
- [18] 居静,王婉露,郁洁,等. 叶面喷施蚯蚓氨基酸肥对西瓜产量及品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2022(10):184-189.
- [19] 赵晓梅,耿阳,谭玉鹏,等. Q/DLGN 0002S—2022,蟠枣(京沧1号)贮运保鲜技术规程[S].
- [20] 耿阳,赵晓梅,谭玉鹏,等. 水杨酸结合微孔保鲜袋对‘京沧1号’枣贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技,2023,44(1):338-346.
- [21] 贺丽洁. 含腐植酸水溶肥料在冬枣上的示范试验[J]. 陕西农业科学,2016,62(2):72-73.
- [22] 梁和,马国瑞,石伟勇,等. 硼钙营养对不同品种柑桔糖代谢的影响[J]. 土壤通报,2002(5):377-380.
- [23] 冯焕德,李丙智,张林森,等. 不同施氮量对红富士苹果品质、光合作用和叶片元素含量的影响[J]. 西北农业学报,2008(1):229-232.
- [24] 杨洪泽,张强,董心久,等. 锌硼锰肥配合施用对甜菜产量、含糖率和产糖量的影响[J]. 北方农业学报,2020,48(4):71-74.
- [25] 牛金霞,李科,陈慧琼. 钾肥对苹果产量及品质的影响[J]. 农业科学研究,2022,43(1):88-91.
- [26] 南雄雄,杨柳,李文慧,等. 缺素条件下枸杞植株生长及营养元素吸收利用互作效应[J]. 中国土壤与肥料,2023(11):202-212.
- [27] 曹丹,马林龙,刘艳丽,等. 植物营养元素胁迫相关microRNA研究进展[J]. 生物技术进展,2022,12(6):801-805.

Effects of foliar fertilizer spraying with different nutrient elements on the fruit shrinkage disease and quality of *Ziziphus jujube*

TAN Yu-peng¹, GENG Yang^{2,3#}, WU Jia-hui³, LI Bin-bin⁴, WANG Yu-hong⁵, ZHAO Xiao-mei^{3*} (1. Garden Science and Technology Branch in XinJiang Agricultural Professional Technology College, Changji Xinjiang 831100; 2. Beijing Weishiyuan Food Technology Co., Beijing 101200; 3. Agricultural Products Storage and Processing Institute, Xinjiang Academy of Agriculture Science, Urumqi Xinjiang 830091; 4. Institute of Agricultural Products Processing, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Shihezi Xinjiang 832000; 5. Changji Agricultural Technology Extension Center, Changji Xinjiang 831100)

Abstract: In order to investigate the effects of foliar fertilizer with different nutrient elements on the incidence of fruit shrinkage disease and quality of *Ziziphus jujube* (Jingcang1), the incidence and yield of fruit shrinkage disease of *Ziziphus jujube* were investigated in different foliar fertilizer treatment groups, and the fruit appearance and nutrition indexes were measured. The results showed that the incidence of fruit shrinkage disease of *Ziziphus jujube* was significantly decreased under foliar fertilizer treatment with different nutrient elements, and the fruit yield and commercial rate of

Ziziphus jujubem were increased by 8.73%–27.21% and 3.53%–17.94%, respectively, compared with control group. Except for B, E and F treatment, there was no significant difference in fruit hardness between other treatment and CK treatment. Foliar fertilizer treatment with different nutrient elements had no significant effect on fruit color difference parameters. Foliar fertilizer treatment with different nutrient elements had positive effects on the accumulation of titrable acid, soluble sugar, soluble protein, ascorbic acid, total phenols and flavonoids in *Ziziphus jujube* fruits. Overall, nitrogen foliar fertilizer has significant effects on reducing the incidence of fruit shrinkage disease and increasing the fruit yield, titrable acid, soluble protein, and total phenolic content, manganese has significant effects on increasing fruit yield, hardness, soluble sugar and flavonoid content, potassium foliar fertilizer has no significant effect on the overall effect, boron foliar fertilizer has significant effect on increasing the fruit yield and the content of titrable acid, soluble protein and ascorbic acid. This study can provide theoretical basis and scientific reference for the control and quality control of *Ziziphus jujube* fruit shrinking disease.

Key words: nutrient element; foliar fertilizer; *Ziziphus jujube*; fruit shrinking disease; quality