

王中华, 李晓刚, 杨青松, 等. 叶面喷施褐藻寡糖磷钾肥对早熟砂梨叶片与果实性状的影响[J]. 江苏农业学报, 2023, 39(2): 498-503.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2023.02.023

叶面喷施褐藻寡糖磷钾肥对早熟砂梨叶片与果实性状的影响

王中华, 李晓刚, 杨青松, 李慧, 阚家亮, 王金星, 王宏, 蔺经, 盛宝龙, 常有宏

(江苏省农业科学院果树研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 江苏 南京 210014)

摘要: 为探明不同稀释倍数褐藻寡糖磷钾叶面肥(APK)及不同类型磷钾叶面肥对早熟砂梨叶片和果实性状的影响,本研究以早熟砂梨苏翠1号为试验材料,于花后设置清水(CK1)、APK稀释250倍液、APK稀释500倍液和APK稀释1000倍液4个稀释倍数的叶面喷肥处理;以早熟砂梨翠玉为材料,于花后设置清水(CK2)、APK稀释500倍液和 KH_2PO_4 稀释500倍液3个叶面喷肥处理,分析不同稀释倍数褐藻寡糖磷钾叶面肥及不同类型磷钾叶面肥对早熟砂梨叶片SPAD值、叶面积、比叶质量、单果质量、可溶性糖含量和有机酸含量等叶片与果实性状指标的影响。结果表明,花后叶面喷施适宜稀释倍数APK(稀释500倍)能显著提高苏翠1号梨叶片SPAD值和比叶质量,增加单果质量、果实硬度和果实可溶性糖含量,显著降低果实苹果酸、总酸含量,达到增产提质的效果;花后叶面喷施APK稀释500倍液处理的翠玉梨叶片SPAD值、比叶质量以及果实果糖、总糖含量均显著高于磷酸二氢钾(KH_2PO_4)稀释500倍液处理,果实苹果酸含量显著低于磷酸二氢钾稀释500倍液处理。因此,叶面喷施APK是优质梨果提质增效的有效养分管理技术措施。

关键词: 叶面肥; 早熟砂梨; SPAD值; 比叶重; 果实品质

中图分类号: S661.206.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-4440(2023)02-0498-06

Effects of foliar application of alginate oligosaccharides phosphorus and potassium fertilizers on leaf and fruit characters of early-maturing sand pears

WANG Zhong-hua, LI Xiao-gang, YANG Qing-song, LI Hui, KAN Jia-liang, WANG Jin-xing, WANG Hong, LIN Jing, SHENG Bao-long, CHANG You-hong

(Institute of Pomology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory for Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing 210014, China)

Abstract: In order to explore the effects of different dilutions of alginate oligosaccharides phosphorus and potassium foliar fertilizers (APK) and different types of phosphorus and potassium foliar fertilizers on leaf and fruit traits of early-maturing sand pears, Sucui 1, a new early-maturing sand pear variety, was used as the experimental material. After flowering,

收稿日期: 2022-06-15

基金项目: 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(20)3057]; 江苏现代农业产业技术体系建设项目[JATS(2021)437]

作者简介: 王中华(1979-), 男, 山东聊城人, 硕士, 副研究员, 主要从事梨栽培生理研究。(E-mail) wzh925@163.com

通讯作者: 蔺经, (E-mail) lj84390224@126.com

four treatments were set up, including clear water (CK1), 250 times dilution of APK, 500 times dilution of APK and 1 000 times dilution of APK. Taking early-maturing sand pear Cuiyu as the material, three foliar spraying treatments of clear water (CK2), APK diluted 500 times solution and KH_2PO_4 diluted 500 times solution were set up after flow-

ering. The effects of different dilutions of alginate oligosaccharides phosphorus and potassium foliar fertilizers and different types of phosphorus and potassium foliar fertilizers on SPAD value, leaf area, specific leaf weight, single fruit weight, soluble sugar content and organic acid content of early-maturing sand pears were analyzed. The results showed that foliar application of APK diluted 500 times after flowering could significantly increase the SPAD value, specific leaf weight, single fruit weight and fruit soluble sugar content, and significantly reduce the fruit malic acid content and total acid content of Su-cui 1 pear, so as to achieve the effect of increasing yield and improving quality. The SPAD value, specific leaf weight, fructose content and total sugar content of Cuiyu pear treated with 500 times dilution of APK were significantly higher than those treated with 500 times dilution of KH_2PO_4 , and the malic acid content of fruits was significantly lower than that treated with 500 times dilution of KH_2PO_4 . Therefore, APK as foliar fertilizer spraying is an effective nutrient management technical measure to improve the quality and efficiency of high-quality pear.

Key words: foliar fertilizer; early-maturing sand pear; SPAD value; specific leaf weight; fruit quality

梨是蔷薇科梨属植物,为多年生落叶果树。梨果爽口多汁,富含糖酸、维生素、矿物质以及氨基酸,深受人们的喜爱^[1]。作为中国一种重要的经济林果,梨产业的健康发展不仅关系着农民创收和企业增效,更是助力乡村振兴、实现人民富裕的重要力量。合理施肥可以有效提高梨果产量和品质。其中,磷、钾肥对果实品质改善和产量提高有重要作用,常被称为“品质元素”^[2]。为了提高果实品质和产量,除了作为基肥施入外,人们还选择易溶于水的硫酸钾、磷酸二氢钾等,以叶面喷施的形式在果树生长和果实发育期间进行数次追施。研究结果表明,叶面喷施磷酸二氢钾能有效提高苹果、桃、葡萄等果实单果质量和可溶性固形物含量,并增加果实香气物质种类和含量^[3-5]。但是,生产上适合叶面喷施的高含量磷、钾肥料种类很少,且大多是悬浮型或固态制剂,需要二次溶解稀释应用。如果溶解不完全极易引发肥害,给果树生产造成损失。

水溶性液体肥料容易稀释,操作简单快捷,是近年来叶面肥研究的热点。另一方面,为了提高叶面肥的施用效果和针对性,拓展其功能特性,添加环境友好的有益或增效成分是叶面肥料产品开发的重要路径^[6]。研究结果表明,生物刺激素能够改善作物营养和健康状况,提高农药和肥料利用率,增强作物抗逆能力,提高作物产量和改善品质^[7]。随着工艺技术的发展,以微生物及其发酵产物、蛋白质水解产物、海藻及植物提取物、腐植酸类和氨基酸类等为主的生物刺激素类产品得到快速发展,并在提高资源利用效率^[8-9],提升农产品品质^[10-11]和作物抗逆能力^[12-13]等方面发挥了积极作用。褐藻寡糖(Alginate oligosaccharides, AOS)是从海藻多糖类天然

产物中提取的低聚糖,由于其分子量较低、黏性小、易于吸收及较强的生物活性,常被用于生物刺激素产品的研发^[14]。近年来,本实验室利用褐藻寡糖开发了高磷钾型水溶性液体肥料 APK,并在梨树生长中进行了初步应用。但在 APK 的适宜应用浓度及其与梨树生产中常用的磷酸二氢钾对梨树生理及果实品质的影响差异方面还缺乏深入研究。为此,本研究分析不同浓度 APK 对早熟砂梨叶片和果实性状的影响特征,并就适宜浓度的 APK 与磷酸二氢钾对梨树叶片和果实性状影响的差异进行探讨,以为果树科学施肥及新型肥料的研发及利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

试验在江苏省农业科学院本部试验基地和溧水植物科学试验基地进行。其中,江苏省农业科学院本部试验基地土壤类型为黏壤土,亚表层土(20~50 cm)有机质含量 16.77 g/kg,碱解氮含量 57.51 mg/kg,速效磷含量 129.83 mg/kg,速效钾含量 452.89 mg/kg,pH 值 5.8。溧水植物科学试验基地亦为黏壤土,亚表层土有机质含量 7.4 g/kg,碱解氮含量 63.7 mg/kg,速效磷含量 2.6 mg/kg,速效钾含量 80.5 mg/kg,pH 值 5.9。

供试肥料:含褐藻寡糖高磷钾型水溶性液体肥料(APK),为本实验室自主研发。其技术指标为: $\text{P}_2\text{O}_5 \geq 480$ g/L, $\text{K}_2\text{O} \geq 520$ g/L, $\text{AOS} \geq 50$ g/L,有机质含量 ≥ 200 g/L,密度为 1.45 g/cm³。 KH_2PO_4 为市售分析纯,纯度 $\geq 99.7\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 \geq 52\%$, $\text{K}_2\text{O} \geq 34\%$ 。单位体积相同稀释倍数的 APK 和 KH_2PO_4 稀释液中, P_2O_5 和 K_2O 的质量比分别为 0.66 : 1.00 和

1.05 : 1.00。供试梨树为 8 年生苏翠 1 号早熟砂梨和 5 年生翠玉早熟砂梨。苏翠 1 号早熟砂梨疏散分层型栽培,翠玉早熟砂梨为拱形棚架栽培,树势中庸。同一品种田间管理条件一致。

1.2 试验设计

2020 年,以苏翠 1 号早熟砂梨为试验梨,设置清水对照(CK1)、APK 稀释 250 倍液(SA-1)、APK 稀释 500 倍液(SA-2)及 APK 稀释 1 000 倍液(SA-3) 4 个叶面喷施处理,分别于花后 55 d、70 d、85 d、100 d 用喷雾器在晴朗无风的下午整株喷施,喷施量以叶面滴水为度,单株区组,重复 3 次。

2021 年,以翠玉早熟砂梨为试验梨,设置清水对照(CK2)、APK 稀释 500 倍液(CA-1)和 KH_2PO_4 稀释 500 倍液(CA-2) 3 个叶面喷施处理,分别于花后 55 d、70 d、85 d、100 d,整株喷施至叶面滴水,每处理 3 株。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 叶绿素、叶面积和比叶质量测定 于 2020 年和 2021 年 6 月中旬,在梨树冠层中部枝条上,随机选取 20 张表面干净发育正常的叶片,利用 SPAD-502 型叶绿素测定仪测定叶片 SPAD 值,采用 CID CI-203 激光叶面积仪(CID,美国)测定叶面积。比叶质量的测定参照章文才^[15]的方法进行。

1.3.2 果实品质指标测定 果实样品在果实成熟时采集,每棵树随机采收 10 个果实。采后立即测定单果质量,然后用装载框运回实验室进行品质指标分析。

硬度分析:在果实两侧中部用 TA.XT Plus 型质构仪(Stable Micro Systems,英国)测定。探头直径 8 mm,测试深度 5 mm,刺入速率 1 mm/s。取 2 个点的平均值作为每个果实硬度。

可溶性固形物含量分析:采用 PR-101 α 数显式全糖仪(ATAGO,日本),在梨果实中部对称两侧的果肉部位削取果肉,挤出果汁测定。

可溶性糖与有机酸组分分析:可溶性糖组分参照郑丽静等^[16]的方法测定;有机酸组分参照姚改芳等^[17]的方法测定。

1.4 数据分析

采用 SPSS 20.0 进行数据分析。处理之间的显著性差异采用单因素方差分析评价,以最小显著差异法(LSD)进行多重比较($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟砂梨叶片 SPAD 值、叶面积和比叶质量的影响

从表 1 可以看出,随着 APK 稀释倍数的降低,梨叶片叶绿素相对含量也逐步提高。与对照(CK1) SPAD 均值 42.41 相比,叶面喷施 250 稀释倍液 APK(SA-1)和 500 稀释倍液 APK(SA-2)的苏翠 1 号梨叶片 SPAD 均值分别达到 47.91 和 45.06,均显著高于对照,SA-3 处理的 SPAD 均值 43.06,与对照(CK1)差异未达到显著水平。这说明 250~500 倍 APK 稀释液都能提高梨树叶片叶绿素含量,其中 250 稀释倍液具有更高的促进效果。同样,稀释 500 倍液 APK(CA-1)与 KH_2PO_4 (CA-2)处理的翠玉梨叶片 SPAD 值亦显著高于对照(CK2)。此外,CA-1 处理的 SPAD 均值亦显著高于 CA-2 处理。这说明,与同等稀释倍数的磷酸二氢钾相比,APK 能更好地提高叶片叶绿素含量。

表 1 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟梨叶片 SPAD 值、叶面积和比叶质量的影响

Table 1 Effects of different dilutions of alginate oligosaccharides phosphorus and potassium foliar fertilizers (APK) and different types of phosphorus and potassium fertilizers on leaf SPAD value, leaf area and specific leaf weight of early-ripening sand pears

品种	处理	SPAD 值	平均叶面积 (cm^2)	比叶质量 (g/cm^2)
苏翠 1 号	CK1	42.41 \pm 3.37c	71.22 \pm 8.33a	6.65 \pm 0.14c
	SA-1	47.91 \pm 3.08a	58.89 \pm 4.58b	8.72 \pm 0.20a
	SA-2	45.06 \pm 3.45b	68.79 \pm 7.97ab	7.56 \pm 0.13b
	SA-3	43.06 \pm 4.70c	67.28 \pm 8.05ab	7.35 \pm 0.16bc
翠玉	CK2	42.84 \pm 2.91c	70.20 \pm 7.91a	6.89 \pm 0.17b
	CA-1	46.31 \pm 3.59a	65.00 \pm 7.33ab	8.02 \pm 0.10a
	CA-2	44.56 \pm 3.06b	67.45 \pm 5.96ab	7.36 \pm 0.13b

CK1:清水对照;SA-1:稀释 250 倍液 APK;SA-2:稀释 500 倍液 APK;SA-3:稀释 1 000 倍液 APK;CK2:清水对照;CA-1:稀释 500 倍液 APK;CA-2:稀释 500 倍液 KH_2PO_4 。同一早熟砂梨品种同一列数字后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。

低稀释倍数 APK(SA-1)处理后,苏翠 1 号梨平均叶面积为 58.89 cm^2 ,显著低于对照(CK1)的 71.22 cm^2 。其他稀释倍数处理与 CK1 没有显著差异。不同 APK 稀释倍数处理的苏翠 1 号梨叶片比叶质量均有增加趋势。其中,SA-1 和 SA-2 处理分别为 8.72 g/cm^2 和 7.56 g/cm^2 ,均显著高于 CK1。同样,APK 500 倍液(CA-1)处理对翠玉梨叶片比叶

质量亦有显著增效,而 500 倍液 KH_2PO_4 (CA-2) 处理翠玉梨叶片叶比质量虽高于 CK2,但差异不显著。

2.2 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟砂梨单果质量、硬度和可溶性固形物含量的影响

从表 2 可以看出,与对照(CK1)相比,不同稀释倍数的叶面施肥均能显著提高单果质量。虽然 3 个不同稀释倍数 APK 处理间的苏翠 1 号梨单果质量差异没有达到显著水平,但 SA-2 处理的单果质量(0.422 kg)相比于 SA-1 的 0.407 kg 和 SA-3 的 0.412 kg 仍表现出一定程度的提高趋势。相同稀释倍数的 APK 处理(CA-1)和 KH_2PO_4 处理(CA-2)对翠玉梨单果质量的影响没有显著差异,但两者都比对照(CK2)提高 10% 以上,显著高于对照(CK2)。

表 2 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟砂梨单果质量、硬度和可溶性固形物含量的影响

Table 2 Effects of different dilutions of APK and different types of phosphorus and potassium fertilizers on fruit weight, firmness and soluble solids content of early-ripening sand pears

品种	处理	单果质量 (kg)	果实硬度 (kg/cm ²)	可溶性固形物 含量(%)
苏翠 1 号	CK1	0.380±0.049b	3.14±0.23b	12.32±0.39b
	SA-1	0.407±0.031a	3.31±0.26a	12.72±0.61a
	SA-2	0.422±0.029a	3.24±0.13ab	12.66±0.49a
	SA-3	0.412±0.035a	3.16±0.20b	12.58±0.61ab
翠玉	CK2	0.337±0.025b	2.90±0.21b	10.54±0.39b
	CA-1	0.381±0.022a	3.17±0.30a	11.03±0.45a
	CA-2	0.370±0.031a	3.03±0.35ab	10.70±0.54ab

同一早熟砂梨品种同一列数字后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。各处理见表 1 注。

与对照(CK1)相比,APK 250 倍液处理(SA-1)的苏翠 1 号梨果实硬度得到了显著提高,但是其他

稀释倍数 APK 处理与 CK1 之间没有显著差异。APK 500 倍液处理(CA-1)的翠玉梨果实硬度显著高于对照(CK2),但 KH_2PO_4 500 倍液处理的翠玉梨果实硬度虽比 CK2 高,但两者没有显著差异。

APK 较低稀释倍液处理能显著提高苏翠 1 号梨果实可溶性固形物含量,SA-1 和 SA-2 处理分别比 CK1 增加了 3.25% 和 2.76%;APK 较高稀释倍液处理(SA-3)果实可溶性固形物含量虽有提高,但与 CK1 没有达到显著差异。同样,APK 500 倍液处理(CA-1)对翠玉梨可溶性固形物含量显著增加,但 KH_2PO_4 500 倍液处理(CA-2)的可溶性固形物含量虽然比 CK2 增加,但两者差异没有达到显著水平。可见,APK 更能有效提高早熟砂梨果实可溶性固形物含量。

2.3 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟砂梨果实可溶性糖含量的影响

从表 3 可以看出,不同稀释倍数 APK 处理显著提高了苏翠 1 号梨果实可溶性糖的总含量。SA-1、SA-2、SA-3 处理后总糖含量依次为 129.65 mg/g、132.20 mg/g 和 122.25 mg/g,分别比对照(CK1) 113.19 mg/g 提高了 14.54%、16.79% 和 8.00%。从糖组分变化看,SA-1、SA-2 处理下,蔗糖、果糖、葡萄糖和山梨醇均有显著的增加,而 SA-3 处理则显著提高了蔗糖、葡萄糖、山梨醇含量。

相比于对照(CK2),500 倍液 KH_2PO_4 和 APK 处理均显著提高了翠玉梨的总糖含量。其中,500 倍液 APK 处理(CA-1)总糖含量达到 111.48 mg/g,分别比对照(CK2)和 500 倍液 KH_2PO_4 处理(CA-2)高出 13.71% 和 3.87%。从糖组分变化看,CA-1 和 CA-2 处理主要体现在蔗糖、果糖和山梨醇含量的提高上。

表 3 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟砂梨果实可溶性糖含量的影响

Table 3 Effects of different dilutions of APK and different types of phosphorus and potassium fertilizers on soluble sugar contents in early-ripening sand pear fruits

品种	处理	蔗糖 (mg/g)	葡萄糖 (mg/g)	果糖 (mg/g)	山梨醇 (mg/g)	总糖 (mg/g)
苏翠 1 号	CK1	45.53 ±1.87c	21.45 ±1.17b	30.90 ±0.64c	15.31 ±0.13c	113.19 ±2.56d
	SA-1	53.64±0.53a	23.20±1.64a	35.24±0.88b	17.57 ±0.89a	129.65.±1.28b
	SA-2	54.18±0.58a	23.40±0.38a	36.31 ±0.36a	18.31 ±0.31a	132.20 ±0.93a
	SA-3	51.66±1.02b	23.21±0.91a	31.25 ±0.48c	16.13 ±0.34b	122.25± 1.87c
翠玉	CK2	39.31±1.08b	14.11±0.22 b	19.87±0.61c	24.74 ±0.63c	98.04 ±1.30c
	CA-1	43.81±1.70a	15.88±0.35 ab	23.74±0.35a	28.05 ±1.29a	111.48±2.59a
	CA-2	42.18±1.68a	16.05±0.58 a	22.74±0.41b	26.36±0.56ab	107.33 ±2.16b

同一早熟砂梨品种同一列数字后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。各处理见表 1 注。

2.4 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟砂梨果实有机酸含量的影响

从表 4 可以看出,不同稀释倍数 APK 处理虽能降低苏翠 1 号梨果实总酸含量,但除 SA-2 处理显著低于对照(CK1)外,其他处理均未表现出显著差异。从酸组分变化看,不同稀释倍数 APK 处理能显著降

低苹果酸含量,但对奎宁酸、柠檬酸和莽草酸影响不大。同样,稀释 500 倍数的 KH_2PO_4 和 APK 处理也会使翠玉梨果实苹果酸含量的显著下降,而对其他酸组分没有显著影响。需要关注的是 APK 500 倍液处理的果实苹果酸含量显著低于 KH_2PO_4 500 倍液处理。

表 4 不同稀释倍数 APK 和不同类型磷钾肥对早熟砂梨果实有机酸含量的影响

Table 4 Effects of different dilutions of APK and different types of phosphorus and potassium fertilizers on organic acid contents in early-ripening sand pear fruits

品种	处理	苹果酸 (mg/g)	奎宁酸 (mg/g)	柠檬酸 (mg/g)	莽草酸 (mg/g)	总酸 (mg/g)
苏翠 1 号	CK1	1.70±0.09a	1.18±0.07a	0.38±0.05a	0.20±0.04a	3.46±0.13a
	SA-1	1.59±0.09b	1.23±0.13a	0.32±0.07ab	0.18±0.04a	3.32±0.20ab
	SA-2	1.50±0.07c	1.20±0.05a	0.36±0.08a	0.22±0.05a	3.27±0.15b
	SA-3	1.61±0.03b	1.22±0.09a	0.35±0.05ab	0.19±0.06a	3.37±0.15a
翠玉	CK2	0.99±0.10a	0.50±0.12ab	0.59±0.04a	0.17±0.01a	2.27±0.11a
	CA-1	0.78±0.04c	0.64±0.33a	0.61±0.03a	0.18±0.02a	2.21±0.34a
	CA-2	0.90±0.05b	0.53±0.08ab	0.63±0.02a	0.16±0.01a	2.23±0.05a

同一早熟砂梨品种同一列数字后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。各处理见表 1 注。

3 讨论

叶面施肥是将作物所需要的营养或有益成分直接喷施于叶片表面,通过叶面吸收而发挥其功能,具有营养吸收率高、作用起效快和针对性强等特点,已经成为园艺作物栽培中不可或缺的技术措施,在提高作物产量、品质和抗性方面发挥着重要作用^[18-21]。

磷、钾肥是果树生长发育和果实产量与品质形成所需的重要营养成分^[22]。外源施入磷、钾肥对果树的光合代谢,果实的品质与口感,尤其是可溶性糖的积累产生积极影响^[23-24]。另外,研究结果还表明,钾肥施用量只有在合理范围内才能起到促进叶片营养积累和提高果实品质的作用,过高或过低都可能造成养分供应不平衡,进而导致果实品质的降低^[25-26]。果实膨大期是梨树钾素吸收效率最高的时期,此阶段梨果实钾积累量占果实钾总积累量的 60%~79%^[27]。本研究通过叶面喷施不同稀释倍数 APK 对果实膨大期苏翠 1 号梨叶片和果实性状的影响试验,发现外源喷施 500 倍液 APK 条件下,叶片 SPAD 值、比叶质量均显著高于对照;同时梨果具有较高的单果质量、可溶性固形物、可溶性糖含量和较低的有机酸含量。因此,本研究认为该稀释倍数

是苏翠 1 号梨果实膨大期适宜的 APK 外源喷施稀释倍数,这与前人研究结果类似^[28]。

外源喷施多元素复合营养液在提高果树叶片光合能力、改善品质方面的作用较单一元素营养液效果更加明显。罗蕊等^[29]以落果和疏除的梨幼果为材料通过发酵方法制备的营养液,能显著促进叶片生长,提高叶片矿质营养成分含量,进而改善果实品质。本研究选用含褐藻寡糖的高磷钾型水溶性液体肥料(APK),在翠玉梨上与相同稀释倍数的磷酸二氢钾进行比较试验,发现 APK 500 倍液处理的果实果糖、总糖含量显著高于磷酸二氢钾 500 倍液处理,苹果酸含量显著低于磷酸二氢钾 500 倍液处理,叶片 SPAD 值和比叶质量显著高于磷酸二氢钾 500 倍液处理,这说明 APK 在提高果实品质和光合能力方面的效果优于磷酸二氢钾,这可能与 APK 中含有大量的矿物质以及生物活性物质相关^[30-31]。

4 结论

通过比较不同 APK 稀释倍液对苏翠 1 号梨叶片性状及果实品质的影响发现,APK 适宜稀释倍液(500 倍液)处理对提高叶片光合能力、改善果实品质效果明显;通过在翠玉梨上施用相同稀释倍数的 APK 与磷酸二氢钾的比较试验,分析认为 APK 比

磷酸二氢钾有更好的肥效,在提高果实品质、叶片光合能力和碳水化合物积累方面具有明显优势。

参考文献:

- [1] 李秀根,张绍玲.中国梨树志[M].北京:中国农业出版社,2020.
- [2] 黄显淦,王勤,赵天才.钾素在我国果树优质增产中的作用[J].果树科学,2000,17(4):309-313.
- [3] 唐岩,宋来庆,孙燕霞,等.叶面喷施磷酸二氢钾对红将军苹果叶片性状、果实品质和香气成分的影响[J].山东农业科学,2017,49(5):82-85.
- [4] 许建兰,马瑞娟,张斌斌,等.喷施外源物质对霞晖6号桃果实品质的影响[J].江苏农业学报,2011,27(5):1078-1082.
- [5] 张海声.叶面喷施磷酸二氢钾对葡萄产量和品质的影响[J].果树资源学报,2021,2(6):22-26.
- [6] 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.
- [7] CALVO P, NELSON L, KLOEPPER J W. Agricultural uses of plant biostimulants[J]. Plant and Soil, 2014, 383(1/2):3-41.
- [8] ERTANI A, PIZZEGHELLO D, BAGLIERI A, et al. Humic-like substances from agro-industrial residues affect growth and nitrogen assimilation in maize (*Zea mays* L.) plantlets[J]. Journal of Geochemical Exploration, 2013, 129:103-111.
- [9] 谷端银,王秀峰,杨凤娟,等.纯化腐植酸对低氮胁迫下黄瓜幼苗生长及养分吸收的影响[J].应用生态学报,2016,27(8):2535-2542.
- [10] BARRAJÓN-CATALÁN E, ÁLVAREZ-MARTÍNEZ F J, BORRÁS F, et al. Metabolomic analysis of the effects of a commercial complex biostimulant on pepper crops[J]. Food Chemistry, 2020, 310:125818.
- [11] 贾春花,刘之广,张民,等.宛氏拟青霉提取物对樱桃萝卜产量及品质的影响[J].农业资源与环境学报,2019,36(2):176-183.
- [12] 冯敬涛,邢玥,张鑫,等.干旱胁迫下水杨酸、脱落酸和海藻提取物对苹果幼苗抗旱性及养分吸收的影响[J].中国果树,2019(6):42-48.
- [13] PANFILI I, BARTUCCA M L, MARROLLO G, et al. Application of a plant biostimulant to improve maize (*Zea mays*) tolerance to metolachlor[J]. Journal of Agric Food Chem, 2019, 67(44):12164-12171.
- [14] FALKEBORG M, CHEONG L Z, GIANFICO C, et al. Alginate oligosaccharides: enzymatic preparation and antioxidant property evaluation[J]. Food Chem, 2014, 164:185-194.
- [15] 章文才.果树研究法[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [16] 郑丽静,聂继云,闫震,等.苹果可溶性糖组分及其含量特性的研究[J].园艺学报,2015,42(5):950-960.
- [17] 姚改芳,张绍铃,吴俊,等.10个不同系统梨品种的可溶性糖与有机酸组分含量分析[J].南京农业大学学报,2011,34(5):25-31.
- [18] 王少鹏,洪煜丞,黄福先,等.叶面肥发展现状综述[J].安徽农业科学,2015,43(4):96-98.
- [19] 廖海枝,杨成坤,林晓凯,等.叶面喷施钙镁肥对妃子笑荔枝果实品质的影响[J].南方农业学报,2021,52(7):1843-1850.
- [20] 李武,涂攀峰,李光玉,等.叶面喷施 γ -氨基丁酸对糯玉米产量形成及光合特性的影响[J].南方农业学报,2021,52(4):916-923.
- [21] 蒋雄英,莫千持,蒋云伟,等.2种施药方式对水稻晒吸收及分布的影响[J].南方农业学报,2021,52(1):123-128.
- [22] 陆景陵.植物营养学[M].北京:中国农业大学出版社,2003.
- [23] 王唯.钾肥与‘幸水’梨果实生长和品质形成的关系及施用技术研究[D].扬州:扬州大学,2017.
- [24] 马振强,贾明方,王金欢,等.磷肥追施时期对“摩尔多瓦”葡萄磷素吸收利用的影响[J].果树学报,2014,31(5):848-853.
- [25] ÇOLPAN E, ZENGİN M, ÖZBAHÇE A. The effects of potassium on the yield and fruit quality components of stick tomato [J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2013, 54(1):20-28.
- [26] 金会翠,张林森,李丙智,等.增施钾肥对红富士苹果叶片营养及果实品质的影响[J].西北农业学报,2007,16(3):100-104.
- [27] 武晓,申长卫,丁易飞,等.黄冠梨果实和叶片钾素积累特征及其对施钾的响应[J].植物营养与肥料学报,2016,22(5):1425-1432.
- [28] LIN D, HUANG D, WANG S. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture[J]. Scientia Horticulturae, 2004, 102(1):53-60.
- [29] 罗蕊,张杰,柳明娟,等.梨果实源营养液的制备及其对梨树叶片光合特性和果实品质的影响[J].中国农业科学,2012,45(16):3337-3345.
- [30] 潘海发,徐义流.叶面喷施钾肥对砀山酥梨叶片钾素含量和果实品质的影响[J].中国农学通报,2008,24(3):270-273.
- [31] 卢伟红,张玉星,张建光,等.鸭梨叶片和果实10种营养元素含量周年变化的研究[J].中国果树,2012(6):26-29.

(责任编辑:石春林)