

不同氮磷用量对红枣果实品质和产量的影响

张旭东^{1,2,3}, 安世杰^{1,2,3}, 支金虎^{1,2,3}, 汤智辉⁴, 郑强卿⁵, 杨莉莉^{1,2,3}, 于四海^{1,2,3}
(1. 塔里木大学农学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学南疆绿洲农业资源与环境研究中心, 新疆 阿拉尔 843300; 3. 环塔里木生态农业协同创新中心, 新疆 阿拉尔 843300;
4. 新疆农垦科学院机械装备研究所, 新疆 石河子 832000; 5. 新疆农垦科学院
林园研究所, 新疆 石河子 832000)

摘要: 水资源匮乏与土壤肥力不足一直是阻碍新疆红枣果业发展的重大问题。为探究不同氮磷用量对红枣产量和品质的影响, 给红枣树合理施肥提供指导。在南疆阿里市枣园, 以主干结果型灰枣树为研究对象, 采用单因素随机区组试验设计, 在滴灌条件下研究了不同施氮量和施磷量下灰枣果实可溶性糖、可滴定酸、糖酸比、Vc等品质指标与产量的变化。结果表明, 各施氮处理吊干枣的可溶性糖含量、可滴定酸含量均明显高于鲜枣, 但鲜枣的Vc含量和糖酸比却均明显高于吊干枣。随施氮量增加, 吊干枣果实中可滴定酸含量、糖酸比均呈先降低后增加趋势。其中以施N 690.0 kg/hm²时吊干枣可溶性糖含量较高, 糖酸比较低; 施N 495.0 kg/hm²时吊干枣可滴定酸含量较低, 糖酸比较低; 施N 592.5 kg/hm²时鲜枣Vc含量较高, 糖酸比较高, 吊干枣产量最高, 为8 061 kg/hm²。各施磷处理鲜枣的可溶性糖含量、可滴定酸含量明显低于吊干枣, 但鲜枣的Vc含量明显高于吊干枣, 糖酸比波动较大, 变化无明显规律。随施磷量增加, 鲜枣和吊干枣果实中可溶性糖含量和Vc含量均呈先增加后降低趋势; 可滴定酸含量呈先降低后增加趋势; 糖酸比鲜枣呈先增加后降低再增加趋势, 吊干枣呈先降低后增加趋势。施P₂O₅ 517.5 kg/hm²时吊干枣可溶性糖含量和鲜枣Vc含量较高, 吊干枣产量最高, 为6 983 kg/hm²。施P₂O₅ 435.0 kg/hm²时吊干枣可滴定酸含量较低。综合可见, 施N 495.0 kg/hm²、P₂O₅ 517.5 kg/hm²为南疆枣园最优施肥量。

关键词: 红枣; 施氮量; 施磷量; 品质; 产量

中图分类号: S665.1; S147.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2023)05-0468-07

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2023.05.015

Effects of Different Application Rates of Nitrogen and Phosphorus on Fruit Quality and Yields of Red Jujube

ZHANG Xudong^{1,2,3}, AN Shijie^{1,2,3}, ZHI Jinhui^{1,2,3}, TANG Zhihui⁴, ZHENG Qiangqing⁵,
YANG Lili^{1,2,3}, YU Sihai^{1,2,3}

(1. College of Agronomy, Tarim university, Alar Xinjiang 843300, China; 2. Research Centre of Oasis Agricultural Resources and Environment in Southern Xinjiang, Tarim University, Alar Xinjiang 843300, China; 3. Tarim Ecological Agriculture Cooperative Innovation Centre, Alar Xinjiang 843300, China; 4. Machinery Equipment Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi Xinjiang 832000, China; 5. Landscape Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi Xinjiang 832000, China)

Abstract: The shortage of water resources and soil fertility has always been a major problem restricting the development of jujube industry in Xinjiang. To explore the effects of different application rates of nitrogen and phosphorus on the yield and quality of jujube and to provide references for rational fertilization of jujube trees, trunk-fruit type grey jujube tree was taken as the material and single factor randomized block experiment design was adopted to study the effects of different application rates of nitrogen and phosphorus on grey jujube quality indexes, such as contents of soluble sugar, titratable acid, sugar-acid ratio and Vc, and grey jujube yields under drip irrigation conditions in Arier Municipality of southern Xinjiang. The results showed that contents of soluble sugar and titratable acid in hanging dried jujube under all nitrogen treatments were significantly higher than that of the fresh jujube, but Vc content in fresh jujube was significantly higher than that in hanging dried jujube. With the increase of nitrogen application rate, titratable acid content and sugar-acid ratio in hanging dried jujube were decreased first then increased, among which the soluble sugar content of hanging dried jujube was relatively higher and the sugar-acid ratio was relatively lower at N application rate of 690.0 kg/ha, titratable acid content and sugar-acid of hanging dried jujube were relatively lower at N application rate of 495.0 kg/ha, and Vc content of fresh jujube and the sugar-acid ratio were higher at N application rate of 592.5 kg/ha under which the yield of hanging

收稿日期: 2022-09-19; 修订日期: 2022-09-30

基金项目: 新疆生产建设兵团重大科技项目(2021AA005)。

作者简介: 张旭东(1995—), 男, 黑龙江哈尔滨人, 硕士, 研究方向为植物营养与农业环境。Email: 405506659@qq.com。

通信作者: 支金虎(1978—), 男, 甘肃张掖人, 教授, 博士, 主要从事植物营养与农业环境等研究工作。Email: zjhzky@163.com。

dried jujube peaked as well with an average data of 8 061 kg/ha. Contents of soluble sugar and titratable acid in fresh jujube under all phosphorus treatments were significantly lower than that of the hanging dried jujube, but Vc content in fresh jujube was significantly higher than that in hanging dried jujube, and the sugar-acid ratio varied with no obvious pattern of change. With the increase of phosphorus application rate, the soluble sugar content and Vc content in fresh and hanging dried jujube fruits showed a trend of increasing first then then decreasing, the content of titratable acid was decreased first and then increased, the sugar-acid ratio showed a trend of increasing first then decreasing, and then increasing again in fresh jujube, whereas sugar-acid ratio in hanging dried jujube showed a trend of decreasing first then increasing. The Vc contents of hanging dried and jujube were relatively higher and the yield of hanging dried jujube, i.e., 6 983 kg/ha, peaked at P_2O_5 application rate of 517.5 kg/ha, the titratable acid content in hanging dried jujube was low at P_2O_5 application rate of 435.0 kg/ha. Therefore, N application rate of 495.0 kg/ha, and P_2O_5 application rate of 517.5 kg/ha were considered as the optimum application rate of fertilizers for jujube production in southern Xinjiang.

Key words: Red jujube; Nitrogen application rate; Phosphorus application rate; Quality; Yield

枣为鼠李科枣属植物,在我国有着悠久种植历史,种植品种较多^[1],其耐旱性和适应性强,并且具有丰富的营养和医用价值^[2-3]。南疆阿克苏地区是重要的林果业发展基地^[4],光热资源丰富、昼夜温差较大,非常适合果实中糖分的积累,为生产高品质果实提供了良好的自然条件。但水资源匮乏与土壤肥力不足一直是阻碍新疆红枣乃至林果业发展的重大问题。水资源的匮乏导致红枣出现缺水、少水、灌水不及时,而水分不足必然影响土壤养分的转化与转移,从而影响土壤营养元素向植物的供应情况^[5]。

氮是绿色植物生长所必需的元素之一,在果树的整个生育期发挥着重要的作用。同时氮是植物细胞中众多化合物(如磷脂、核酸、细胞原生质、激素等)的重要组成成分^[6],对植物器官的构建方面也起着至关重要的作用^[7]。研究表明,氮素是叶片重要的组成成分,通过构建叶片影响果树的光合作用,从而影响果树果实营养成分的积累,最终将影响果树产量与品质^[8-11]。磷元素同样参与了果树的生长活动,是植物细胞中众多化合物合成的原材料。磷元素同样参与了叶绿素和多种酶、维生素的合成,在光合磷酸化过程中也发挥着重要的作用^[12-13]。磷元素对果树生长以及产量品质的影响也有较多报道。王静等^[14]在对苹果的田间试验研究中发现,施用适量的磷肥能够有效提高苹果树叶片的叶绿素含量和苹果产量;贺琦琦等^[15]对滴灌条件下矮砧苹果树的研究中发现,适量的磷钾肥配施能够有效促进苹果树树干

的直径和新梢的生长,对苹果树的生长有一定的促进作用,也可提高矮砧苹果的产量^[16]。

我们在滴灌条件下研究了不同施氮量和施磷量对红枣产量和品质的影响,以解决肥料施用不当造成红枣品质差和产量低等问题,为红枣合理施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

指示红枣品种为6年生灰枣。供试肥料分别为尿素(N 46%)、磷酸一铵(N 11%、 P_2O_5 11%)、硫酸钾(K_2O 51%)。

1.2 试验地概况

试验在位于南疆的新疆建设兵团第一师阿拉尔市九团内灰枣枣园(东经 $81^{\circ} 6'$ 、北纬 $40^{\circ} 34'$,海拔1 022 m)中进行。供试6年生灰枣树型均为主干结果型,株行距为 $1.5\text{ m} \times 3.0\text{ m}$ 。枣园土质为沙质壤土,其理化性质见表1。

1.3 试验方法

1.3.1 氮因素试验 采用单因素随机区组设计,共设5个处理,分别为施N 300.0 kg/hm^2 (N_1)、 397.5 kg/hm^2 (N_2)、 495.0 kg/hm^2 (N_3)、 592.5 kg/hm^2 (N_4)、 690.0 kg/hm^2 (N_5),氮因素试验只有氮元素1个变化量,施用的磷肥、钾肥、灌水量均保持一致,各处理均施 P_2O_5 435 kg/hm^2 、 K_2O 270 kg/hm^2 ,全生育期共灌水5次,每次 $375\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。3次重复,试验材料均为长势相对一致的主干结果型灰枣树,5株为1个小区。试验区均采用滴灌施肥,用水表控制灌溉量,每小区设置1个施肥罐,肥

表1 枣园土壤基础理化性质

土层深度 /cm	含水量 /(g/kg)	容重 /(g/cm ³)	全盐 /(g/kg)	碱解氮 /(mg/kg)	速效磷 /(mg/kg)	电导率 /($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH
0~20	17.0	1.37	0.28	23.15	30.51	111.15	8.28
20~40	29.4	1.45	0.54	17.45	27.64	107.55	8.33
40~60	43.3	1.51	0.49	15.21	23.96	92.90	7.73

料溶于施肥罐中，通过水压滴入田间。具体各时期的肥料分配见表 2。

1.3.2 磷因素试验 采用单因素随机区组设计，共设 5 个处理，分别为施 P_2O_5 270.0 kg/hm² (P₁)、352.5 kg/hm² (P₂)、435.0 kg/hm² (P₃)、517.5 kg/hm² (P₄)、600.0 kg/hm² (P₅)。磷因素试验只有磷元素 1 个变化量，施用的氮肥、钾肥、灌水量均保持一致，各处理均施 N 495 kg/hm²、K₂O 270 kg/hm²，全生育期共灌水 5 次，每次 375 m³/hm²。3 次重复，试验材料均为长势相对一致的主干结果型灰枣树，5 株为 1 个小区。试验区均采用滴灌施肥，用水表控制灌溉量，每小区设置 1 个施肥罐，肥料溶于施肥罐中，通过水压滴入田间。具体各时期的肥料分配见表 3。

1.4 测定指标及方法

9 月下旬枣成熟时，每小区分别从每株枣树东南西北 4 个方位随机采收鲜枣 40 个，混合后带回

实验室进行品质测定。10 月下旬枣自然风干后，分别从每株枣树东南西北 4 个方位随机采收吊干枣 40 个，每小区采集 200 个，混合后称其质量，计入小区产量，随后带回实验室进行品质测定。同时，按小区分别采集剩余吊干枣，称重记录数据并计产。可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定，Vc 含量采用 2, 6-二氯酚酚滴定法测定，可滴定酸含量采用 NaOH 标准液滴定法测定。

2 结果与分析

2.1 不同施氮量对红枣品质和产量的影响

2.1.1 可溶性糖含量 糖分在红枣果实品质评定中占据重要作用，糖含量的多少将决定最终枣果品质的优良程度。从图 1 中可以看出，随施氮量增加鲜枣可溶性糖含量在处理 N₃ 中达到峰值，含量为 191.5 g/kg。鲜枣可溶性糖含量处理 N₃ 与处理 N₁、N₂、N₄、N₅ 间差异均达到显著性水平；处理 N₄ 与处理 N₅ 红枣果实中可溶性糖含量基本相同，

表 2 枣树各时期 N 用量分配

施肥时期	纯养分用量	kg/hm ²				
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
萌芽前至花前(4月上旬)	N	72.0	95.4	118.8	142.2	165.6
	P ₂ O ₅	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	K ₂ O	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
花期(5月下旬)	N	60.0	79.5	99.0	118.5	138.0
	P ₂ O ₅	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	K ₂ O	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
花后至幼果期(6月底7月初)	N	54.0	71.6	89.1	106.7	124.2
	P ₂ O ₅	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	K ₂ O	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
果实膨大期(7月中下旬)	N	54.0	71.6	89.1	106.7	124.2
	P ₂ O ₅	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	K ₂ O	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
果实膨大期(8月上、中旬)	N	60.0	79.5	99.0	118.5	138.0
	P ₂ O ₅	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
	K ₂ O	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0

表 3 枣树各时期 P₂O₅ 用量分配

施肥时期	纯养分用量	kg/hm ²				
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
萌芽前至花前(4月上旬)	N	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
	P ₂ O ₅	64.800	84.600	104.400	124.200	144.000
	K ₂ O	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
花期(5月下旬)	N	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
	P ₂ O ₅	51.300	66.975	82.650	98.325	114.000
	K ₂ O	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
花后至幼果期(6月底7月初)	N	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
	P ₂ O ₅	51.300	66.975	82.650	98.325	114.000
	K ₂ O	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
果实膨大期(7月中下旬)	N	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
	P ₂ O ₅	51.300	66.975	82.650	98.325	114.000
	K ₂ O	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
果实膨大期(8月上、中旬)	N	99.000	99.000	99.000	99.000	99.000
	P ₂ O ₅	51.300	66.975	82.650	98.325	114.000
	K ₂ O	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000

分别为 178.4、179.6 g/kg, 且差异未达到显著性水平。处理 N₁ 和处理 N₂ 间差异同样达到显著性水平。吊干枣中可溶性糖含量整体水平要高于鲜枣, 可溶性糖含量最高可达到 223.7 g/kg, 而鲜枣中最高为 191.5 g/kg。说明红枣果实由鲜枣到吊干枣阶段, 果实中糖分仍在继续积累, 适当延迟红枣采摘时间有助于果实中可溶性糖含量的增加, 从而提高果实品质。吊干枣果实中可溶性糖含量表现为处理 N₅ 最高, 与处理 N₁、N₂、N₃、N₄ 间均存在显著性差异; 处理 N₃ 次之, 与处理 N₂ 和处理 N₄ 差异不显著, 但处理 N₂、N₃、N₄ 均与处理 N₁ 间差异达到显著水平。

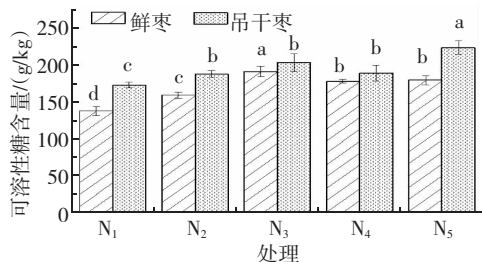


图 1 不同施氮量对红枣可溶性糖含量的影响

2.1.2 可滴定酸含量 酸含量同样是评定果实品质的重要指标, 红枣中酸含量越高, 其口感越差。从图 2 可知, 随施氮量增加, 红枣果实中可滴定酸含量先降低后增加, 且鲜枣和吊干枣均在处理 N₃ 时达到最小值, 分别为 1.32、1.81 g/kg。另外, 吊干枣中可滴定酸含量明显高于鲜枣, 表明在鲜枣向吊干枣转化的阶段, 果实中可溶性糖含量增加的同时, 可滴定酸含量也在增加。处理 N₃ 鲜枣可滴定酸含量处于较低水平, 与处理 N₁、N₂ 均差异不显著, 但与处理 N₄、N₅ 均差异显著; 处理 N₁、N₂、N₄ 均与处理 N₅ 差异显著。吊干枣以处理 N₃ 果实中可滴定酸含量仍较低, 与处理 N₁、N₂、N₄、N₅ 均差异显著, 处理 N₂ 与处理 N₅ 间差异显著, 其余处理间差异均不显著。

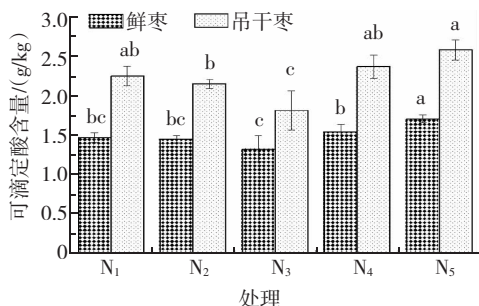


图 2 不同施氮量对红枣可滴定酸含量的影响

2.1.3 糖酸比 糖酸比是基于可溶性糖和可滴定酸评价果实口感的重要指标, 糖酸比高, 果实甜度高, 糖酸比低, 果实甜度低。从图 3 可以看出, 随着施氮量的增加, 鲜枣果的糖酸比呈现先增加后降低再增加的趋势, 其中处理 N₅ 鲜枣果的糖酸比达到峰值, 为 132.54, 但各处理间鲜枣果的糖酸比差异均不显著。吊干枣的糖酸比呈现先降低后增加的趋势, 随着氮肥用量增加, 最终各处理吊干枣的糖酸比稳定在 80.00 附近, 且各处理间差异均不显著。可见, 从鲜枣到吊干枣, 枣果中糖分在不断积累和转化的同时, 可滴定酸含量也在不断增加, 所以适当降低氮肥用量有助于提高果实糖酸比, 从而提升果实口感。

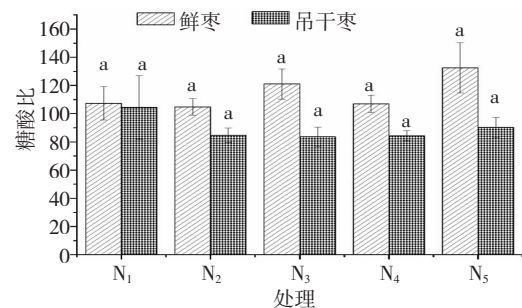


图 3 不同施氮量对红枣果实糖酸比的影响

2.1.4 Vc 含量 从图 4 中可知, 鲜枣 Vc 含量远高于吊干枣, 约为吊干枣的 6 倍。红枣果实在刚成熟时其 Vc 含量较为丰富, 但随果实进一步发育 Vc 含量呈急剧下降趋势。原因是随果实成长, 果肉中水分不断减少, 使得果肉中 Vc 难以保存而呈现降低趋势。鲜枣 Vc 含量随施氮量增加变化并不明显, 其中处理 N₁、N₂、N₄、N₅ 中 Vc 含量相差较少, 且这 4 个处理间差异不显著, 但处理 N₃ 果实中 Vc 含量较少, 且与处理 N₁、N₂、N₄、N₅ 均差异显著。吊干枣 Vc 含量相对较小, 其中以处理 N₄ 中 Vc 相对较多, 除与处理 N₂ 间差异显著外, 与其余处理间差异均不显著。总体来看, 施氮对果

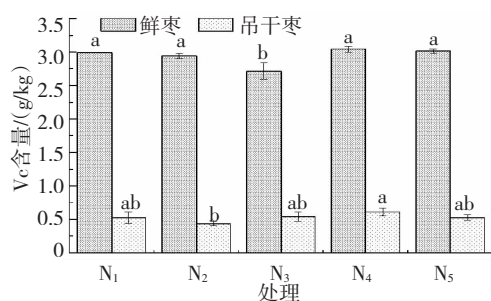


图 4 不同施氮量对红枣 Vc 含量的影响

实中 Vc 含量的影响较小。

2.1.5 产量 产量指标与品质指标不同，品质指标最终决定红枣价值上限，而产量指标直接影响红枣收益。从图 5 可以看出，随施氮量增加吊干枣产量逐呈先增加后降低趋势，在施氮量为 N₄ 水平下，吊干枣产量趋于稳定，且施氮量过高时吊干枣产量下降。处理 N₄ 吊干枣折合产量达到最高，为 8 061 kg/hm²；处理 N₅ 次之，折合产量为 5 218 kg/hm²。吊干枣产量随施氮量变化情况比较明显，其中处理 N₄ 和处理 N₅ 差异不显著，但均与处理 N₁、N₂、N₃ 差异显著；处理 N₃、处理 N₂、处理 N₁ 之间均差异显著。因此认为，施氮能够显著增加吊干枣的产量，但不建议施入过多的氮肥，氮肥施入过多一方面造成肥料浪费，污染环境，提高成本；另一方面不利于提高吊干枣产量。

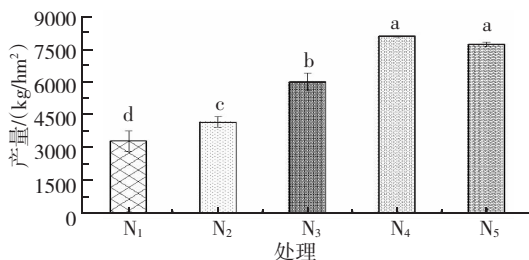


图 5 不同施氮量对吊干枣产量的影响

2.2 不同施磷量对红枣品质和产量影响

2.2.1 可溶性糖含量 红枣果实中可溶性糖含量影响食用时的口感。从图 6 可以看出，随施磷量增加，红枣果实中可溶性糖含量呈先增加后降低趋势。鲜枣中可溶性糖含量随施磷量变化趋势与施氮处理有相似之处，但不同的是施磷处理下吊干枣也呈先增加后降低的变化趋势。施磷处理后鲜枣中可溶性糖含量与施氮处理后相近，且整体上低于施氮处理；但吊干枣中可溶性糖含量却明显高于施氮处理，其中施氮处理吊干枣中可溶性糖平均含量水平为 196.0 g/kg，而施磷处理平均水平达到 216.0 g/kg。从图 6 还可以看出，施磷处理

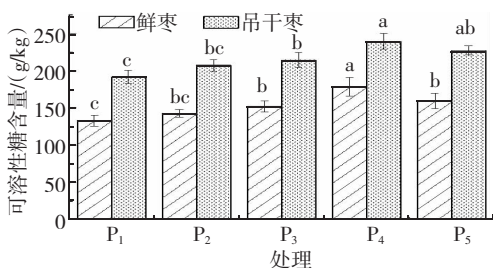


图 6 不同施磷量对红枣可溶性糖含量的影响

可溶性糖含量最高的处理 P₄，其可溶性糖含量高于施氮处理中可溶性糖含量最高的处理 N₅，可以看出磷素对红枣可溶性糖含量的影响效果要高于氮素。处理 P₄ 鲜枣果实中可溶性糖含量最高，达到 178.4 g/kg，且其与处理 P₁、P₂、P₃、P₅ 均差异显著；处理 P₃、P₅ 中可溶性糖含量次之，分别为 152.2、159.4 g/kg，均与处理 P₁ 差异显著。吊干枣可溶性糖含量也表现为处理 P₄ 含量最高，为 239.3 g/kg；处理 P₄ 与处理 P₁、P₂、P₃ 均差异显著，处理 P₃ 与处理 P₁ 差异显著，其余处理间均差异不显著。同时还可看出，吊干枣的可溶性糖含量远高于鲜枣。

2.2.2 可滴定酸含量 从图 7 可以看出，与施氮处理相似，施磷处理果实可滴定酸含量随施磷量增加也呈现先降低后增加趋势，果实可滴定酸含量处于较低水平的为处理 P₃。不同的是施氮处理中的处理 N₄、N₅ 果实中可滴定酸含量处于较高水平，而施磷处理与之相反，处理 P₁、P₂ 的果实中可滴定酸含量处于较高水平。鲜枣可滴定酸含量在各处理中显著性较差，虽然处理 P₂、P₃、P₄、P₅ 的可滴定酸含量随施磷量增加含量有所变化，但这 4 个处理间差异均未达到显著水平。处理 P₁ 的果实可滴定酸含量最高，且与处理 P₂、P₃、P₄、P₅ 均差异显著。吊干枣中以处理 P₃ 可滴定酸含量最低，与处理 P₁、P₂ 均差异显著，处理 P₄、P₅ 均与处理 P₂ 差异显著。

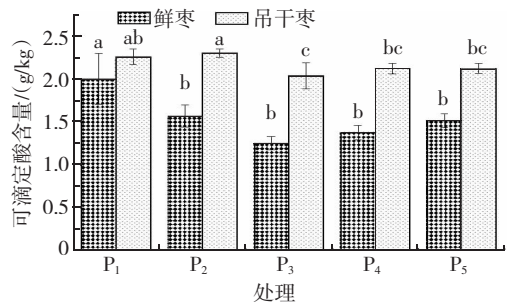


图 7 不同施磷量对吊干枣可滴定酸含量的影响

2.2.3 糖酸比 从图 8 可以看出，随着施磷量的增加，鲜枣的糖酸比呈现先增加后降低再增加趋势，其中处理 P₅ 的糖酸比达到峰值，为 136.93，但各处理间的糖酸比差异均不显著。随着施磷量的增加，吊干枣的糖酸比呈现先降低后增加的趋势，其中处理 P₁、P₂、P₅ 吊干枣的糖酸比均超过 100.00，分别为 104.02、100.04、111.67，同样是处理 P₅ 的糖酸比达到峰值，但各处理间的糖酸比

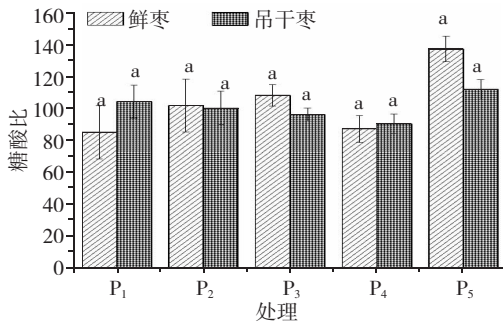


图 8 不同施磷量对红枣果实糖酸比的影响

差异均不显著。相较于施氮处理, 施磷处理鲜枣果的糖酸比整体较施氮处理低, 这是由于磷肥用量改变对鲜枣果中可滴定酸含量影响较大所导致的。而在鲜枣转变为吊干枣后可发现, 施磷处理下吊干枣的糖酸比要高于施氮处理, 说明适当增加磷肥用量可以提高果实糖酸比, 从而提升果实口感。

2.2.4 Vc 含量 从图 9 可以看出, 鲜枣 Vc 含量随施磷量增加呈先增加后降低趋势, 其中鲜枣 Vc 含量以处理 P₄ 最高, 为 3.206 g/kg。鲜枣 Vc 含量表现为处理 P₄ 与处理 P₁、P₂ 均差异显著, 处理 P₅ 与处理 P₁ 差异显著, 其余处理间差异均不显著。吊干枣 Vc 含量随施磷量在 P₄ 施磷水平时达到最大值并趋于稳定。处理 P₁、P₂ 的 Vc 含量较少, 处理 P₄、P₅ 的 Vc 含量相近。处理 P₄、P₅ 与处理 P₃ 差异不显著, 均与处理 P₁、P₂ 差异显著。同时还可以看出, 施磷各处理的鲜枣 Vc 含量远高于吊干枣。

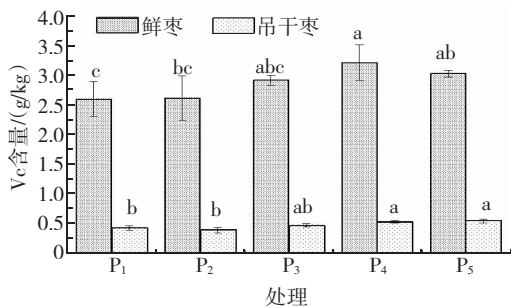


图 9 不同施磷量对红枣 Vc 含量的影响

2.2.5 产量 品质指标能够影响红枣的价格高低, 但只有品质和产量结合起来, 达到品质好、产量高才能获得最高收益。从图 10 中可以看出, 随施磷量增加吊干枣产量呈先增加后降低趋势, 以处理 P₄ 产量最高, 达到 6 983 kg/hm²。在继续增加施磷量时吊干枣产量开始出现下降, 如处理 P₃ 和处理 P₅ 施磷量与处理 P₄ 施磷量相差梯度相同, 但当施磷量继续增加至 600.0 kg/hm² (处理 P₅) 时反而导致吊干枣产量降低到与施磷量为 435.0 kg/hm² 时

(处理 P₅) 几近相同。因此枣树生长阶段需合理施用磷肥, 才能达到经济效益最大化。磷肥用量对枣树产量的影响效果也较明显, 处理 P₄ 与处理 P₁、P₂、P₃、P₅ 均差异显著, 处理 P₃ 与处理 P₅ 差异不显著, 均与处理 P₁、P₂ 差异显著, 处理 P₁ 与处理 P₂ 差异不显著。

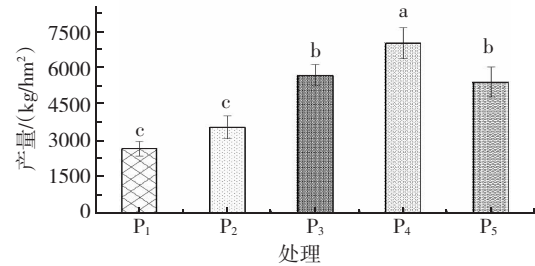


图 10 不同施磷量对吊干枣产量的影响

3 讨论与结论

氮肥对果树的品质和产量有重要的影响, 王晶晶等^[17]在对骏枣的研究中发现, 适宜的施氮量有利于红枣品质的提升, 对产量提升也有一定作用。李文庆等^[18]的研究中也发现, 适宜的施氮量可以调节果树的开花坐果能力, 从而促进果树产量的提升。曹超仁^[19]在对红枣品质的研究中发现, 适量的施氮量能够提高枣果的品质, 但施氮量过高反而会导致枣果品质的降低。本研究中, 增施氮肥后枣果可溶性糖含量有小幅度上升, 且在施 N 495.0、690.0 kg/hm² 时可溶性糖含量较高, 可滴定酸含量在施 N 495.0 kg/hm² 时处于较低水平。随施氮量的增加, 鲜枣果中糖酸比呈现先增加后降低再增加的趋势, 在施 N 690.0 kg/hm² 时糖酸比达到峰值, 为 132.54; 吊干枣的糖酸比则呈现先降低后增加的趋势, 但增加趋势不明显, 这与曹超仁^[19]、范志懿^[20]对红枣的研究结果基本一致。鲜枣中 Vc 含量明显高于吊干枣, 这与范志懿^[20]对红枣的研究结果相似。本研究中随着氮肥施用量的增加, 灰枣吊干枣产量呈现先增加后下降的趋势, 这与曹超仁^[19]的研究结果一致。

磷肥对红枣果实产量和品质有一定的影响效果, 随施磷量增加果实的可溶性糖含量、Vc 含量以及产量均呈上升趋势, 其中对产量提升幅度较大。枣果中可滴定酸含量随施磷量增加有降低趋势。贺琦琦^[16]对苹果的研究同样表明适宜施磷量有助于降低可滴定酸含量。各处理中鲜枣与吊干枣品质指标相差较大, 其中鲜枣可溶性糖含量和

可滴定酸含量明显低于吊干枣,但鲜枣 Vc 含量远高于吊干枣。随着施磷量的增加,鲜枣的糖酸比呈现先增加后降低再增加趋势,吊干枣的糖酸比呈现先降低后增加的趋势,且均以施 P_2O_5 690.0 kg/hm² 时的糖酸比最高,分别为 136.93、111.67,这与曹超仁^[19]、范志懿^[20]的研究结果基本一致。

以主干结果型 6 年生灰枣树为研究对象,采用单因素随机区组试验设计,在滴灌条件下对南疆阿拉尔市枣园进行了不同施氮量和施磷量对红枣产量和品质的影响试验,研究了灰枣果实的可溶性糖、Vc 和可滴定酸等品质指标与产量的变化。结果表明,各施氮处理的吊干枣中的可溶性糖、可滴定酸含量明显高于鲜枣,但鲜枣 Vc 含量和糖酸比却明显高于吊干枣。随施氮量增加吊干枣果实中可溶性糖含量呈先增加后下降趋势,可滴定酸含量、Vc 含量、糖酸比均呈先降低后增加趋势。其中以施氮处理以施 N 690.0 kg/hm² 时吊干枣可溶性糖含量较高,施 N 495.0 kg/hm² 时吊干枣可滴定酸含量水平较低;施 N 592.5 kg/hm² 时鲜枣 Vc 含量处于较高水平,吊干枣产量最高,为 8 061 kg/hm²。各施磷处理的鲜枣可溶性糖、可滴定酸含量明显低于吊干枣中含量,但鲜枣中 Vc 含量明显高于吊干枣,而糖酸比则变化波动较大,无明显规律。随施磷量增加,鲜枣、吊干枣果实中可溶性糖含量和 Vc 含量均呈先增加后下降趋势,可滴定酸含量呈先降低后增加趋势;糖酸比则是鲜枣呈先增加后降低再增加趋势,吊干枣呈先降低后增加趋势。施磷处理以施 P_2O_5 517.5 kg/hm² 时鲜枣 Vc 含量和吊干枣可溶性糖含量较高,吊干枣产量最高,为 6 983 kg/hm²。施 P_2O_5 435.0 kg/hm² 时吊干枣可滴定酸含量较低。通过对鲜枣和吊干枣中可溶性糖含量、Vc 含量、可滴定酸含量及吊干枣产量的综合考虑,最终得出施 N 495.0 kg/hm²、 P_2O_5 517.5 kg/hm² 为南疆枣园的最优施肥量。

参考文献:

- [1] 曲泽州,王永惠.中国枣树志枣卷[M].北京:中国林业出版社,1993.
- [2] 鲁飞.红枣产业加快转型升级[J].农经,2019(7):52-55.
- [3] 张艳红.红枣中营养成分测定及质量评价[D].乌鲁木齐:新疆大学,2007.
- [4] 李博,李青,陈红梅.阿克苏地区红枣生产技术效率及其影响因素分析[J].北方园艺,2016(7):181-185.
- [5] 柴仲平,王雪梅,孙霞,等.不同氮磷钾配比滴灌对灰枣产量与品质的影响[J].果树学报,2011,28(2):229-233.
- [6] 冯志威,杨艳君,郭平毅,等.谷子光合特性及产量最优的氮磷肥水平与细胞分裂素 6-BA 组合研究[J].植物营养与肥料学报,2016,22(3):634-642.
- [7] 王芬.高氮调控苹果果实碳氮代谢的机制及氮素调控技术研究[D].泰安:山东农业大学,2021.
- [8] 赵宏伟,邹德堂,付春艳.氮肥施用量对春玉米光合作用关键酶活性和光合速率的影响[J].玉米科学,2006(3):161-164.
- [9] 王东.施氮量对土壤氮素变化和小麦产量与品质影响的生理生态基础[D].泰安:山东农业大学,2005.
- [10] 董海荣.棉花增铵营养的形态反应及其生理调节机制的研究[D].保定:河北农业大学,2002.
- [11] REDDY K R, KOTI S, DAVIDONIS G H, et al. Interactive Effects of Carbon Dioxide and Nitrogen Nutrition on Cotton Growth, Development, Yield, and Fiber Quality[J]. Agronomy Journal, 2004, 96(4): 1150-1151.
- [12] 张其德.矿质元素与植物光合作用[J].植物杂志,1989(1):34-36.
- [13] ABEL S, TICCONI C A, DELATORRE C A. Phosphate sensing in higher plants[J]. Physiologia Plantarum, 2002, 115(1): 3-4.
- [14] 王静,叶壮,褚贵新.水磷一体化对磷素有效性及磷肥利用率的影响[J].中国生态农业学报,2015,23(11):1377-1383.
- [15] 贺琦琦,郭向红,杨凯,等.滴灌施磷钾肥对矮砧苹果树生理生长和产量的影响[J].节水灌溉,2019(8):24-27.
- [16] 贺琦琦.滴灌施磷钾肥对矮砧苹果树产量及品质的影响[D].太原:太原理工大学,2019.
- [17] 王晶晶,陈奇凌,郑强卿,等.水氮耦合滴灌对沙地骏枣产量和品质的影响[J].中国果菜,2017,37(10):24-28.
- [18] 李文庆,张民,束怀瑞.氮素在果树上的生理作用[J].山东农业大学学报(自然科学版),2002,33(1):96-100.
- [19] 曹超仁.不同氮磷钾配施对红枣枣果品质的影响[D].延安:延安大学,2017.
- [20] 范志懿.灵武长枣叶片性状、土壤养分及果实品质对施氮的响应[D].银川:宁夏大学,2021.