

环塔里木盆地枣树氮磷钾合理配施技术研究

王 泽¹, 陈波浪^{1*}, 盛建东¹, 谷海斌¹

(新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要:以新疆环塔里木盆地阿克苏红旗坡农场 5 年生红枣树为研究对象,在全年施肥量(纯 N 675 kg·hm⁻²、P₂O₅ 540 kg·hm⁻²、K₂O 135 kg·hm⁻²)一定条件下,通过田间施肥试验,研究氮磷钾不同配施比例对红枣树生理特性及果实品质的影响。结果表明:萌芽前期施纯 N、P₂O₅、K₂O 肥 270、180、67.5 kg·hm⁻²,开花期施纯 N、P₂O₅ 肥 202.5、180 kg·hm⁻²,果实膨大期施纯 N、P₂O₅、K₂O 肥 202.5、180、67.5 kg·hm⁻²的综合效果佳,有利于枣树苗壮生长和果实品质的提高。与常规施肥相比,红枣树开花期、幼果期、果实膨大期和成熟期的叶绿素 SPAD 值增幅分别为 6%、4%、5%和 11%;各测量时段 09:00、11:00、13:00、15:00、17:00、19:00 的净光合速率分别提高 11%、14%、16%、82%、15%、44%;气孔导度分别提高 34%、25%、30%、132%、129%、96%;胞间 CO₂ 浓度分别降低 13%、22%、14%、18%、24%、15%;蒸腾速率分别降低 50%、45%、28%、24%、33%、52%;果实维生素 C、还原糖、蛋白质含量最高,分别为 6.41 mg/100g、19.33%和 2.53%,差异显著。

关键词:氮磷钾配施;红枣树;生理特性;果实品质
中图分类号: S147.34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)03-0144-06

Study on combined application technique of N, P, and K fertilizers for *Zizyphus jujube* trees in Tarim basin

WANG Ze¹, CHEN Bo-lang^{1*}, SHENG Jian-dong¹, GU Hai-bing¹

(College of Grassland and Environmental Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: Using 5-year old trees in southern Xinjiang, a field experiment was conducted to measure the effect of N:P:K ratio on physiological traits and fruit quality of *Zizyphus jujube* trees. Results showed the favorable effect on jujube tree growth and fruit quality of applying N (270 kg·hm⁻²), P₂O₅ (180 kg·hm⁻²) and K₂O (67.5 kg·hm⁻²) at early stage, P₂O₅ (202.5 kg·hm⁻²) and K₂O (180 kg·hm⁻²) at flowering stage and N (202.5 kg·hm⁻²), P₂O₅ (180 kg·hm⁻²), and K₂O (67.5 kg·hm⁻²) at fruiting stage. Compared with conventional method, chlorophyll SPAD of each period for combined application treatment for the four periods, i. e., flower stage, young fruit stage, fruit expanding stage, and fruit harvest stage was increased by 6%, 4%, 5%, and 6%. Net photosynthetic rate of each period at the time 09:00, 11:00, 13:00, 15:00, 17:00 and 19:00 was increased by 11%, 14%, 11%, 82%, 15%, and 44%, stomatal conductance by 34%, 25%, 34%, 132%, 129%, and 96%, intercellular CO₂ by 13%, 22%, 14%, 22%, 24% and 15%, and transpiration rate by 50%, 45%, 28%, 45%, 33% and 52%. In addition, fruit vitamin C, reducing sugar, and protein content were 6.41 mg·100g⁻¹, 19.33% and 2.53%, respectively, being significantly different from those of conventional fertilization.

Keywords: combined application of NPK fertilizers; *zizyphus jujube* trees; physiological traits; fruit quality

枣 (*Zizyphus jujuba* Mill) 为鼠李科 (*Rhamnaceae*) 枣属 (*Zizyphus* Mill) 植物^[1-2]。枣树原产我国,适应性和抗逆性强,对土壤要求不严格,旱涝保收,有“铁杆庄稼”之称^[3]。

新疆环塔里木盆地绿洲地带阿克苏地区从 1970 年开始红枣的引种栽培,通过 30 多年的生产实践,在苗木繁育、密植丰产栽培、病虫害防治方面积累了丰富的经验;现已成为红枣、核桃、巴旦姆、杏、香

收稿日期:2013-11-11
基金项目:国家科技支撑计划(2007BAD36B07);新疆自治区科技厅支撑计划课题(201031103);自治区科技厅条件平台建设项目(PT1009);国家林业局重点推广项目(2010TK77);自治区土壤学重点学科资助

作者简介:王 泽(1984—),男,新疆昌吉人,硕士,助理研究员,主要从事植物与土壤相互作用、果树营养与施肥方面的研究。E-mail: wffengzhizi@sina.com。

* 通信作者:陈波浪(1979—),男,湖南汨罗人,博士,副教授,主要从事植物营养与土壤相互作用研究。E-mail: bolangch@yahoo.com.cn。

梨、苹果等特色林果的主产区,素有“瓜果之乡”的美名,成为新疆林果产业发展的重心,在全疆林果产业发展战略上起到了龙头及示范带动作用^[4]。截止到 2013 年,新疆林果种植面积已达 100 万 hm²,其中南疆环塔里木盆地达到 80 万 hm²,果品产量达到 1 000 万 t 以上^[5]。但是,随着林果产业的迅速发展,生产中肥料施用量问题一直受到人们的广泛关注。枣树施肥基本停留在凭经验施肥阶段,尤其是偏重氮肥的施用,忽略磷、钾肥的施用,造成各种营养元素配比不合理,肥料利用率低下,致使枣树长期营养不足,而影响枣树产量和果实品质^[6]。

目前有关枣树肥料配施技术的研究主要集中在促进枣树生长和提高产量等方面,如王斌等^[7]以“大瓜枣”为试材,用盆栽试验研究了氮、磷、钾施肥比例对枣幼树生长和结果的影响,研究发现株施纯氮 0.04 kg, P₂O₅ 0.02 kg, K₂O 0.04 kg 时,生长中庸,树形结构合理,显著提高坐果率和产量,如常兴秋等^[8]研究每株枣树全年施肥 N 1.2 kg、P₂O₅ 0.7 kg、K₂O 0.95 kg,较常规施肥平均增产 3.36 kg·plant⁻¹;而有关肥料配施对枣树生理特性及果实品质方面影响的研究报道较少。为此,本文以新疆环塔里木盆地阿克苏地区红旗坡农场 5 年生红枣树为研究对象,研究氮磷钾不同配施比例对红枣树生理特性及果实品质的影响,筛选出有利于枣树苗壮生长和果实品质俱佳的氮磷钾配施比例,以探索完善新疆红枣施肥技术体系,促进红枣产业的发展。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验于 2011 年 3—10 月在新疆阿克苏红旗坡农场 10 队(41°15′15″N, 80°11′14″E)进行,地处塔里

木河畔附近,受塔克拉玛干沙漠的影响,属于典型的干旱荒漠气候类型,光照充足、热量丰富。海拔在 1 025.9 m 以上,年平均太阳总辐射量 544.115 ~ 590.156 kJ·cm⁻²,年日照 2 855 ~ 2 967 h,无霜期长达 205 ~ 219 d,降雨量 42.4 ~ 94.4 mm。试验区年平均气温 7.9℃ ~ 11.2℃,年有效积温为 3 950℃,生长期(5—10 月)平均气温 16.7℃ ~ 19.8℃,≥5℃日数年平均 210 d 以上。供试红枣品种为 5 年树龄的骏枣,砧木为酸枣,株行距为 1.5 m × 2.0 m,栽培密度为 3 420 株·hm⁻²。土壤质地为砂壤,土壤 pH 值 8.18,有机质 7.05 g·kg⁻¹,碱解氮 25.03 mg·kg⁻¹,速效磷 12.15 mg·kg⁻¹,速效钾 196.5 mg·kg⁻¹。

1.2 试验设计

氮肥选用尿素(N 含量 46%),磷肥选用重过磷酸钙(P₂O₅ 含量 46%),钾肥选用硫酸钾(K₂O 含量 40%)。全年施肥总量:纯 N 为 675 kg·hm⁻²、P₂O₅ 为 540 kg·hm⁻²、K₂O 为 135 kg·hm⁻²,在萌芽前期、开花期、果实膨大期设计氮磷钾不同配施比例施肥处理,具体设计见表 1。共设 6 个处理,随机区组排列,重复 3 次。每小区 10 株树(小区面积 30 m²),辐射状沟施肥,全园管理方式相同。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 叶绿素含量测定 叶片叶绿素含量与 SPAD 值具有良好的相关性,所以研究中常用 SPAD 值来间接衡量叶片叶绿素的含量^[9]。红枣树生长的开花期、幼果期、果实膨大期、果实成熟期,使用 SPAD-502 叶绿素仪测定叶绿素相对含量(SPAD 值),每株红枣树随机取 20 片叶子进行检测。检测部位分别为叶下部、叶中部和中尖,取 3 个测试值的平均值作为整个叶片的 SPAD 值。

表 1 施肥设计

Table 1 The design of field experiment/(kg·hm⁻²)

处理 Treatment	萌芽前期 EBS			开花期 FS			果实膨大期 FES		
	纯 N	P ₂ O ₅	K ₂ O	纯 N	P ₂ O ₅	K ₂ O	纯 N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	270	540	135	202.5	0	0	202.5	0	0
2	270	135	135	202.5	0	0	202.5	405	0
3	270	180	135	202.5	180	0	202.5	180	0
4	270	180	67.5	202.5	180	0	202.5	180	67.5
常规 Conventional	450	300	225	0	0	0	450	300	225
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注 Note: EBS—Early bud stage; FS—Flower stage; YFS—Young fruit stage; FES—Fruit expanding stage; FHS—Fruit harvest

1.3.2 光合特性测定 在红枣生长旺盛的果实膨大期,选择晴朗天气利用自然光照,用 Li-6400 便

携式光合仪,配备红蓝光源(6400-02B)于 09:00、11:00、13:00、15:00、17:00、19:00 测定净光合速率

(P_n)、气孔导度(G_s)、细胞间隙 CO_2 浓度(G_i)和蒸腾速率(Tr)。每处理选取生长较为一致的植株 5 株,标记成熟叶片,每叶片以 3 次读数的平均值作为测定值。

1.3.3 果实品质测定 鲜果采回后在室内通风处自然晾干,还原糖采用直接滴定法测定;维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛反滴定法测定;蛋白质含量采用凯氏定氮法测定^[10]。

1.4 数据处理

利用 Microsoft Excel、DPS 数据处理系统和 SPSS 17.0 统计分析软件进行数据处理并完成制图。

2 结果与分析

2.1 氮磷钾不同配施比例对红枣树叶片叶绿素含量的影响

叶绿素是广泛存在于绿色植物中的最主要色

素,是光合作用的捕光物质,在光合作用中发挥着重要的生理功能^[11]。由表 2 可知,红枣树开花期、幼果期、果实膨大期和成熟期内,不同施肥处理的叶片叶绿素含量均呈先升高后降低趋势,最大值均出现在果实膨大期,SPAD 值分别为 45.77、44.87、45.63、46.70、44.23。四个生育期内不同处理间红枣树叶片叶绿素含量的大小顺序均为:处理 4>处理 1>处理 3>处理 2>常规处理>CK 处理。施肥处理与 CK 处理相比,施肥处理的叶绿素含量均高于 CK 处理,表明施肥可提高红枣叶片叶绿素的含量。氮磷钾不同配施处理(处理 1,2,3,4)与常规施肥处理相比,叶绿素含量的值均高于常规处理,其中处理 1 和 4 表现最为突出,差异达显著水平,处理 4 四个生育时期内的叶绿素 SPAD 值最大,分别为 38.23、41.70、46.73、40.57,较常规处理各时期增幅 6%、4%、5%和 11%。

表 2 叶片叶绿素含量的 SPAD 值
Table 2 Chlorophyll SPAD values of leaves

处理 Treatment	开花期 FS	幼果期 YFS	果实膨大期 FES	果实成熟期 FHS
1	38.03 ± 1.76a	41.17 ± 0.85ab	45.77 ± 0.35b	37.17 ± 1.35c
2	36.57 ± 0.91ab	41.03 ± 0.31ab	44.87 ± 0.40cd	37.83 ± 0.99bc
3	37.30 ± 0.62ab	41.53 ± 1.25ab	45.63 ± 0.45bc	38.53 ± 0.87b
4	38.23 ± 0.87a	41.70 ± 0.95a	46.73 ± 0.46a	40.57 ± 0.80a
常规 Conventional	36.17 ± 1.15b	40.07 ± 0.25bc	44.60 ± 0.46d	36.50 ± 0.98cd
CK	35.77 ± 0.60b	39.10 ± 0.56c	44.23 ± 0.31d	35.40 ± 0.79d

注:同列数据后不同字母表示差异达 5%显著水平。下同。
Note: Values followed by different letters in same column indicated significant difference at the 5% level. The same as below.

2.2 氮磷钾不同配施比例对红枣树光合特性的影响

2.2.1 氮磷钾不同配施比例对红枣树净光合速率的影响 不同施肥处理对红枣树叶片净光合速率的影响见图 1。各处理红枣树叶片光合速率日变化呈双峰曲线趋势,净光合速率第一个高峰出现在上午 11:00,下午 15:00 时达到最低值,第二个高峰出现在下午 17:00,表现明显的光合午休现象。施肥处理 6 个时段叶片净光合速率的大小顺序均表现为:处理 4>处理 3>处理 1>处理 2>常规>CK。施肥处理与 CK 相比,各时间段内的净光合速率均大于 CK,增幅分别为 1%~12%、2%~16%、4%~21%、12%~103%、15%~32%、4%~50%,说明施肥有利于红枣树净光合速率的提高。氮磷钾不同配施处理(处理 1,2,3,4)与常规施肥处理相比,各时间段内的净光合速率均大于常规处理,其中以处理 4 最

为突出,各时间段内的净光合速率最高,分别为 16.89、21.33、19.28、7.85、17.53、10.26 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,较常规施肥处理分别提高 11%、14%、16%、82%、15%、44%。

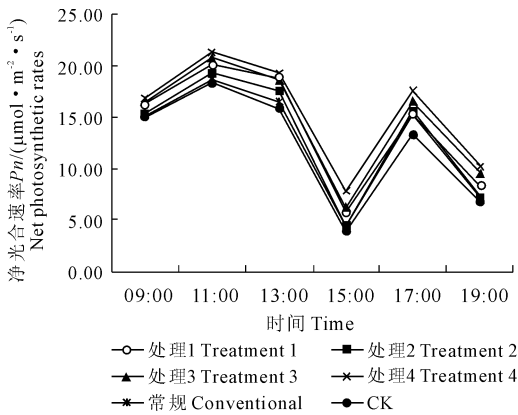


图 1 不同施肥处理红枣树净光合速率日变化
Fig.1 Diurnal variations of P_n with different fertilization treatments

2.2.2 氮磷钾不同配施比例对红枣树气孔导度的影响 不同施肥处理对红枣树叶片气孔导度的影响见图2。各处理红枣树的叶片气孔导度日变化曲线也呈双峰型,与净光合速率一样,在11:00时达到最高,15:00时达到最低值,第二个高峰出现在下午17:00。施肥处理09:00、11:00、13:00、15:00、17:00和19:00各时间段内叶片气孔导度的大小顺序均为:处理4>处理3>处理1>处理2>常规>CK。施肥处理与CK处理相比,各时间段内的气孔导度均大于CK处理,各时段增幅分别为5%~41%、8%~35%、10%~42%、20%~179%、6%~127%、6%~109%,说明施肥有利于红枣树的气孔导度的提高。氮磷钾不同配施处理(处理1、2、3、4)与常规施肥处理相比,各时间段内的气孔导度均大于常规处理,其中以处理4的最为突出,各时间段内的气孔导度最高,分别为316.5、355.2、332.6、175.2、304.7、226.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,较常规施肥处理分别提高34%、25%、30%、132%、129%、96%。

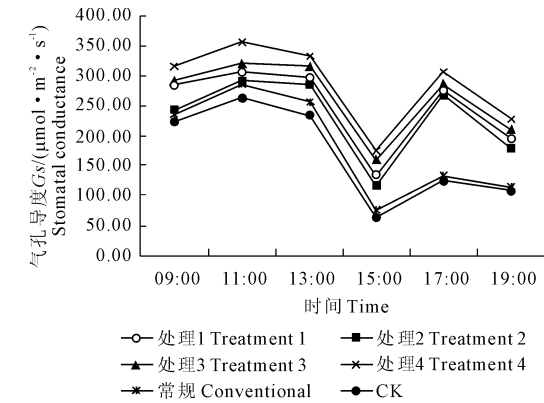


图2 不同施肥处理红枣树气孔导度日变化
Fig.2 Diurnal variations of Gs with different fertilization treatments

2.2.3 氮磷钾不同配施比例对红枣树胞间CO₂浓度的影响 不同施肥处理对红枣树叶片胞间CO₂浓度的影响见图3。各处理红枣树叶片胞间CO₂浓度日变化趋势呈先降低后升高的“V”字型曲线,9:00时达到最高,11:00时达到最低值,之后开始增加。施肥处理各时间段内叶片胞间CO₂浓度的大小顺序均为:CK>常规>处理2>处理1>处理3>处理4。施肥处理与CK处理相比,各时间段内的胞间CO₂浓度均小于CK处理,各时期降幅分别为3%~16%、6%~27%、8%~21%、5%~22%、3%~26%、3%~18%,说明施肥有利于红枣树胞间CO₂浓度的降低。氮磷钾不同配施处理(处理1、2、3、4)与常规施肥处理相比,各时间段内的胞间CO₂浓度均小于常规处理,其中以处理4的最为突出,各时间段内的胞间CO₂浓度最低,分别为275.1、175.4、198.3、

208.6、225.7、256.8 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$,较常规施肥处理分别降低13%、22%、14%、18%、24%、15%。

2.2.4 氮磷钾不同配施比例对红枣树蒸腾速率的影响 不同施肥处理对红枣树叶片蒸腾速率的影响见图4。各处理红枣树叶片蒸腾速率日变化呈先升高后降低的单峰曲线趋势,与净光合速率相反,在15:00时达到最高。施肥处理各时间段内叶片蒸腾速率的大小顺序均为:CK>常规>处理2>处理1>处理3>处理4。施肥处理与CK处理相比,各时间段内的蒸腾速率均小于CK处理,各时段降幅分别为5%~53%、5%~48%、3%~30%、3%~27%、5%~37%、8%~56%,说明施肥有利于红枣树蒸腾速率的降低。氮磷钾不同配施处理(处理1、2、3、4)与常规施肥处理相比,各时间段内的蒸腾速率均小于常规处理,其中以处理4的最为突出,各时段内的蒸腾速率最低,分别为1.87、2.68、4.09、5.32、3.35、1.53 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,较常规施肥处理分别降低50%、45%、28%、24%、33%、52%。

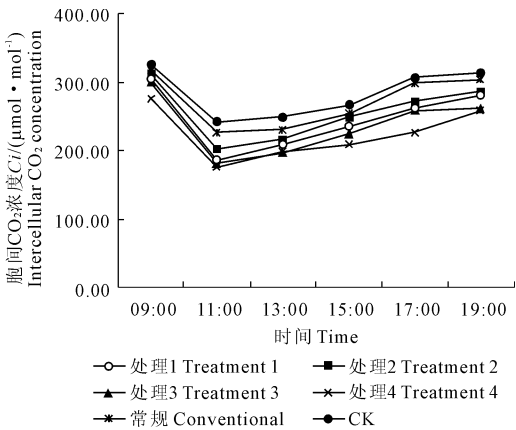


图3 不同施肥处理红枣树胞间CO₂浓度日变化
Fig.3 Diurnal variations of Ci with different fertilization treatments

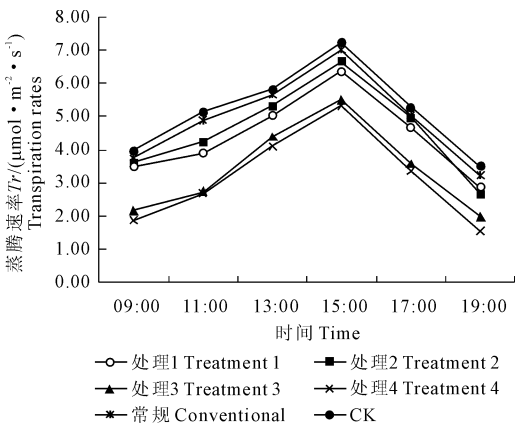


图4 不同施肥处理红枣树蒸腾速率日变化
Fig.4 Diurnal variations of Tr with different fertilization treatments

2.3 氮磷钾不同配施比例对红枣树果实品质的影响

维生素 C、还原糖、蛋白质是衡量果实营养品质的 3 个重要指标,其含量高低决定枣果营养价值和口感,进而影响枣果的商品价值^[12]。不同施肥处理对红枣树果实品质的影响见表 3,施肥处理与 CK 处理相比,各施肥处理的维生素 C、还原糖、蛋白质含量均显著高于 CK 处理,较 CK 处理提高 0.13 ~ 2.17 倍、8% ~ 58% 和 4% ~ 28%,表明施肥可以改善果实品质。氮磷钾不同配施处理(处理 1、2、3、4)与常规施肥处理相比,维生素 C、还原糖、蛋白质含量均高于常规施肥处理,较常规处理提高 0.07 ~ 2.01 倍、12% ~ 46% 和 1% ~ 23%。

表 3 施肥对红枣品质的影响

处理 Treatment	维生素 C Vitamin C /(mg·100g ⁻¹)	还原糖 Reducing sugar/%	蛋白质 Protein /%
1	2.28cd	17.33b	2.09b
2	5.08b	17.43b	2.23ab
3	2.85c	14.80c	2.24ab
4	6.41a	19.33a	2.53a
CK	2.02de	12.20e	1.98c
常规	2.13d	13.21d	2.06b

氮磷钾不同配施处理对维生素 C、还原糖、蛋白质的影响各不相同。氮磷钾不同配施处理维生素 C 含量的大小顺序为:处理 4 > 处理 2 > 处理 3 > 处理 1;还原糖含量的大小顺序为:处理 4 > 处理 2 > 处理 1 > 处理 3;蛋白质含量的大小顺序为:处理 4 > 处理 3 > 处理 2 > 处理 1。处理 4 的维生素 C、还原糖、蛋白质含量均达最高值,分别为 6.41 mg·100g⁻¹、19.33% 和 2.53%,其中处理 4 的维生素 C 含量是处理 1、2、3 的 2.81 倍、1.26 倍和 2.25 倍;还原糖含量较处理 1、2、3 分别提高 12%、11%、31%;蛋白质含量较处理 1、2、3 分别提高 21%、14% 和 13%,差异均达显著水平。

3 结论与讨论

果树产量、品质的形成源于光合作用,光合作用的完成依赖于叶绿素,叶绿素是位于叶绿体内的光合色素,直接参与光合作用中光能的吸收、传递、分配和转化等过程^[13]。红枣叶片叶绿素含量的变化趋势为生育前期较低,然后逐渐升高,生育后期又降低,果实膨大期达最大值,这与王刚等^[14]对红枣叶绿素荧光参数的研究结果一致。在氮肥分配一定的条件下,萌芽前期和果实膨大期施 P₂O₅、K₂O 肥 180、67.5 kg·hm⁻²处理的叶绿素含量,较 CK 处理开花期

增幅 7%,幼果期增幅 7%,果实膨大期增幅 6%,果实成熟期增幅 15%。研究结果小于史沉鱼^[15]等在苹果上的增幅 25%(果实膨大期),原因可能与果树的品种及叶片水分有关。

果树的光合性能不仅受品种、水分、砧木、天气的制约,而且还受营养状况的影响,矿质营养是植物进行光合作用的物质基础^[16-17]。红枣树净光合速率、气孔导度的日变化均为双峰曲线,胞间 CO₂ 浓度日变化趋势呈先降低后升高的“V”字型曲线,蒸腾速率日变化曲线呈单峰型,具有明显的“午休”现象,这与研究者在苹果^[18]、香梨^[19]上的研究结果一致。在氮肥分配一定的条件下,萌芽前期和果实膨大期施 P₂O₅、K₂O 肥 180、67.5 kg·hm⁻²处理的光合指标效果最为突出,与常规施肥相比,09:00、11:00、13:00、15:00、17:00 和 19:00 各时段内的净光合速率分别提高 11%、14%、16%、82%、15%、44%;气孔导度分别提高 34%、25%、30%、132%、129%、96%;胞间 CO₂ 浓度分别降低 13%、22%、14%、18%、24%、15%;蒸腾速率分别降低 50%、45%、28%、24%、33%、52%。表明适宜的氮磷钾配施比例有利于枣树叶片净光合速率和气孔导度的提高以及胞间 CO₂ 浓度和蒸腾速率的降低。

影响果树果实品质的因素很多,除了品种的遗传特性和大环境因素如光、温度、湿度、土壤水分外,矿质养分也是影响果实品质的一个重要因素^[20]。氮磷钾不同配施处理果实中维生素 C 的含量在 2.13 ~ 6.41 mg·100g⁻¹之间,小于邹耀湘等^[21]对 24 a 灰枣的研究结果(4.26 ~ 7.94 mg·100g⁻¹),还原糖含量在 13.21% ~ 19.33% 之间,也小于他的研究结果(56.05% ~ 61.15%),原因可能与红枣的品种和树龄有关。蛋白质含量在 2.06% ~ 2.53%,小于柴仲平等^[22]采用滴灌方式对红枣的研究结果(2.11% ~ 2.96%),这可能与灌溉方式有关。在氮肥分配一定的条件下,萌芽前期和果实膨大期施 P₂O₅、K₂O 肥 180、67.5 kg·hm⁻²处理的果实维生素 C、还原糖、蛋白质含量最高,分别为 6.41 mg·100g⁻¹、19.33% 和 2.53%,显著高于果实膨大期不施磷肥、钾肥和只施磷肥的处理。

在全年施肥量(纯 N 675 kg·hm⁻²、P₂O₅ 540 kg·hm⁻²、K₂O 135 kg·hm⁻²)一定条件下,萌芽前期施纯 N、P₂O₅、K₂O 肥分别是 270、180、67.5 kg·hm⁻²,开花期施纯 N、P₂O₅ 肥 202.5、180 kg·hm⁻²,果实膨大期施纯 N、P₂O₅、K₂O 肥 202.5、180、67.5 kg·hm⁻²时,对于枣树叶片叶绿素含量、净光合速率、气孔导度的提高,胞间 CO₂ 浓度、蒸腾速率的降低,以及果实品质的提高作用显著,有利于枣树苗壮生长和果

实品质的提高。因此,今后果树研究中,特别是红枣,要加强果树专用肥的研究,掌握适合不同品种果树优质高产的肥料配施比例,促进新疆特色林果业的发展。

参 考 文 献:

[1] 曲泽洲,孙云蔚.果树种类论[M].北京:农业出版社,1990:232-243.

[2] Brummitt P K. Vascular plant families and genera[J]. Kew Royal Botanic Gardens, 1992,10(3):646-647.

[3] 龙兴桂.现代中国果树栽培[M].北京:中国林业出版社,2001:545-550.

[4] 王宏明,孙 昊.阿克苏垦区红枣栽培技术[J].园林技术,2006,2(2):23-25.

[5] 刘晓芳,蒋 腾,李 萍,等.新疆发展特色林果的优势与途径[J].经济林研究,2006,24(3):88-91.

[6] 刘侯俊,巨晓棠,同延安,等.陕西省主要果树的施肥现状及存在问题[J].干旱地区农业研究,2002,20(1):38-44.

[7] 王 斌,张月华,王玉奎,等.氮磷钾施肥比例对枣幼树生长和结果的影响[J].园艺学报,2007,34(2):473-476.

[8] 常兴秋,常延明,韩丽红,等.不同数量肥水对枣树生长及产量的影响[J].防护林科技,2006,(1):33-37.

[9] 杨 丹,曲柏宏.苹果、梨叶片叶绿素含量的变化规律[J].湖北农业科学,2007,46(4):585-587.

[10] 胡桂娟,刘嘉芬,刘寄明.果树营养成分测定法[M].泰安:山东农业大学出版社,1997:10-15.

[11] 杨曦光,范文义,于 颖.基于 PROSPECT + SAIL 模型的森林

冠层叶绿素含量反演[J].光谱学与光谱分析,2010,30(11):144-148.

[12] George A P. Effect of the time of application of fertilizer nitrogen on the growth,flowering and fruiting of Maiden apple trees grown in sand culture[J]. Scientia Horticulturae, 1992,49(3):197-207.

[13] 周瑞金,杜晓华,刘遵春,等.金光杏梅叶绿素含量变化规律研究[J].中国农学通报,2010,26(6):201-203.

[14] 王 刚,侍 瑞,努尔尼萨,等.氮磷钾施肥配比对骏枣叶绿素荧光参数的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(9):187-194.

[15] 史沉鱼,李向民,苗 玲,等.不同氮磷钾肥配比与红富士苹果叶片叶绿素含量的关系研究[J].陕西农业科学,2009,55(1):23.

[16] 郑文君,范崇辉,韩明玉.不同天气对苹果叶片光合特性的影响[J].西北农业学报,2007,16(6):124-127.

[17] Grozov D N, Shishkanu G V. Photosynthesis by apple trees on a dwarfing rootstock Sadovodstvo [J]. Vinogradarstvo Vinodelie Moldavii, 1972,(12):10-13.

[18] 孙 霞,柴仲平,蒋平安,等.水氮耦合对苹果光合特性和果实品质的影响[J].水土保持研究,2010,17(6):271-274.

[19] 柴仲平,王雪梅,孙 霞,等.不同缺素处理对香梨坐果期光合特性的影响[J].北方园艺,2013,(2):15-19.

[20] 蒋万峰,周建斌.氮磷钾化肥配合施用对无核白葡萄品质与产量的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2009,10(3):4-8.

[21] 邹耀湘,梁 智,张计峰,等.红枣氮磷钾及微肥配合施用效果研究[J].新疆农业科技,2009,187(4):69-71.

[22] 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.

(上接第 143 页)

[14] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社.2000:263-268.

[15] Khemira H. Influence of canopy orientation on fruiting of “Anjou” pears and postharvest urea spray on ovule longevity and fruit set of “Comice” pears[D]. M. S. thesis, Corvallis: Oregon State University, 1991.

[16] Dejong T M, Day K R, Johnson R S. Partitioning of leaf nitrogen with respect to within canopy light exposure and nitrogen availability in peach[J]. Trees,1989,(3):89-95.

[17] Tami M, Lombard P B, Righetti T L. Effect of urea nitrogen on fruitfulness and fruit quality of Starkspur Golden Delicious apple trees [J]. Journal of Plant Nutrition,1986,9(1):75-85.

[18] 耿玉韬.苹果高产优质关键技术[M].郑州:河南科技出版社,1996.

[19] 彭福田,姜远茂,顾曼如,等.氮素对苹果果实内源激素变化动态与发育进程的影响[J].植物营养与肥科学报,2003,9(2):208-213.

[20] Olivier C M, Wooldridge J. Apple quality as related to nitrogen and phosphorus nutrition[J]. Journal of Plant Nutrition, 1994, 17(6):1005-1015.

[21] 王 进,欧 毅,谢永红,等.山地李园树盘覆盖效应研究[J].西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(4):601-605.

[22] 赵长增,陆 璐,陈佰鸿.干旱荒漠地区苹果园地膜及秸秆覆盖的农业生态效应研究[J].中国生态农业学报,2004,12(1):155-158.

[23] 孙 鹏,王丽华,李光宗,等.麦草覆盖对果园土壤理化性质影响的研究[J].水土保持研究,2001,8(3):37-39,109.

[24] 王庆江,程福厚,赵志军.生草和覆盖对梨园土壤水分和结构的影响[J].中国农学通报,2010,26(9):259-262.

[25] 曹燕荣,谷继成,王有年,等.不同覆盖材料对圆黄梨幼树土壤性状及树体生长的影响[J].北京农学院学报,2010,25(1):5-8.

[26] 董守坤,刘丽君,孙聪殊,等.氮肥施用方式对土壤有机质与氮素含量的影响[J].大豆科学,2010,29(5):836-839,844.

[27] 包耀贤,吴发启,贾玉奎.黄土丘陵沟壑区坝地和梯田土壤氮素特征与演变[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(3):97-104.

[28] 文宏达,刘玉柱,李晓丽,等.水肥耦合与旱地农业持续发展[J].土壤与环境,2002,11(3):315-318.

[29] 张雷明,杨君林,上官周平.旱地小麦群体生理变量对氮素供应量的响应[J].中国生态农业学报,2003,11(3):63-65.

[30] 姚维传.作物节水研究进展[J].安徽技术师范学院学报,2001,15(4):13-16.