

秦江南,郭永翠,王 博,等. 氮肥与甲哌镆耦合对主干形核桃品质及土壤氮素的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):108-113.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.026

# 氮肥与甲哌镆耦合对主干形核桃品质及土壤氮素的影响

秦江南<sup>1,3,4</sup>, 郭永翠<sup>2,3,4</sup>, 王 博<sup>5</sup>, 孙浩洋<sup>5</sup>, 武鹏宇<sup>2</sup>, 张 锐<sup>2</sup>

(1. 新疆阿克苏地区林业技术推广服务中心, 新疆阿克苏 843000; 2. 塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300;

3. 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 843300;

4. 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 843300;

5. 塔里木大学生命科学学院, 新疆阿拉尔 843300)

**摘要:**为探讨主干形核桃高产优质栽培的理论基础,选择 8 年生主干形新温 185 核桃为试材,设置不同梯度氮肥与甲哌镆耦合模式,研究其对核桃品质和土壤氮素利用的影响。整个生育期内核桃结果枝节间增长长度在同等氮肥条件下呈“下降—上升”的变化趋势,在成熟期 A2B3 处理下核桃节间增长长度出现最低,为 0.43 cm。在核桃的 4 个生育期内均出现随土层的深度增加而土壤含氮量降低的变化趋势,在油脂转化期 20~40 cm 土层土壤含氮量均低于同期对照,在 16.31~34.03 mg/kg 范围内变化。A2B3 耦合处理下核桃果实三径、单果质量、总糖含量、蛋白质含量、总酚含量均高于对照,而单宁含量却最低,为 1.19%。甲哌镆的喷施浓度为 800 mg/L、氮肥施入水平为 3 271.73 kg/hm<sup>2</sup> 时,可显著提高核桃对土壤氮素的吸收和利用以及核桃产量。

**关键词:**核桃;甲哌镆氮肥耦合;土壤氮含量;品质

**中图分类号:** S664.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0108-06

核桃(*Juglans regia* L.)是核桃科胡桃属木本油料,又称胡桃,其坚果果仁含有丰富的黄酮、维生素 E 和不饱和脂肪酸,具有防治血栓、降血压和抗衰老的特殊功效。我国是核桃生产大国,有着 2 000 多年的栽培历史,国内核桃种植分布广泛且品种资源丰富<sup>[1-5]</sup>。近年来,核桃主干形因其丰产早、成形快、整枝简单、便于机械化等优点逐渐成为研究热点<sup>[6]</sup>。然而主干形核桃由于见效快、结果早、产量高等特点,易造成树体养分消耗过大,加之生产中普遍存在果农对核桃需肥规律不明确,易出现施氮不足或施氮过量的 2 个极端,造成树体营养生长过慢或过旺,导致核桃产量和品质急剧下降<sup>[7]</sup>。甲哌镆(1,1-dimethyl-piperidinium chloride,简称 DPC)<sup>[8]</sup>作为一种可以阻断植株体内赤霉素的合成,从而控制植株徒长,

促进植株根系活力和产量器官发育的植物生长延缓剂<sup>[9]</sup>。前人多以红枣、香梨、苹果为研究对象比较甲哌镆不同施用方式、喷施浓度对果树整形、产量的影响<sup>[10-12]</sup>,而关于甲哌镆对核桃的品质和控制徒长上的研究较少。因此,本试验以主干形核桃果实品质和土壤氮素含量为研究对象,分析比较能提高核桃产量和品质的最佳氮肥施入量和最适甲哌镆喷施浓度,为核桃的科学管理、提质增效提供重要理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于新疆生产建设兵团第一师三团核桃高新生产示范园内(40°23'N、80°03'E),地处塔克拉玛干沙漠边缘,光热资源丰富,昼夜温差大,年平均气温 11℃,最高气温 43.9℃,最低气温-27.1℃,无霜期平均 207 d,≥0℃年积温 4 620.8℃,全年太阳总辐射量 142 kcal/cm<sup>2</sup>,年平均日照 2 793.4 h,年平均降水量 65 mm,年平均蒸发量 2 337.5 mm,气候干燥适宜干果生产。

### 1.2 材料与方法

1.2.1 试验材料 供试材料为 8 年生主干形新温 185 核桃,

收稿日期:2018-08-20

基金项目:新疆生产建设兵团第一师阿拉尔市科研课题“主干结果树形的构建与示范推广”(编号:2017YY20)。

作者简介:秦江南(1995—),男,河南南阳人,硕士研究生,研究方向为果树栽培。E-mail:1043207489@qq.com。

通信作者:张 锐,博士,教授,研究方向为核桃高产栽培及分子育种。E-mail:zhrghs@163.com。

[24] Casimiro I, Marchant A, Bhalerao R P, et al. Auxin transport promotes *Arabidopsis* lateral root initiation[J]. *The Plant Cell*, 2001, 13(4): 843-852.

[25] Husen A, Pal M. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. cuttings as affected by age of donor plants and auxin(IBA and NAA) treatment[J]. *New Forests*, 2007, 33(3): 309-323.

[26] 欧阳芳群,付国赞,王军辉,等. 欧洲云杉扦插生根进程中内源激素和多酚类物质变化[J]. *林业科学*, 2015, 51(3): 155-162.

[27] 詹亚光,杨传平. 白桦插穗生根的内源激素和营养物质[J]. *东北林业大学学报*, 2001, 29(4): 1-4.

[28] 周再知,刘式超,张金浩,等. 外源 IBA 对裸花紫珠扦插生根和内源激素含量变化的影响[J]. *热带作物学报*, 2016, 37(6): 1075-1080.

南北行向,株距 4 m×行距 1.5 m。供试植物生长延缓剂为 98% 甲哌鎗可溶性粉剂。供试肥料:氮肥(尿素, N ≥ 46.4%);磷肥(磷酸一铵, N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 为 12%-60%-0);钾肥(水白金, N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 为 10%-16%-26%)。

1.2.2 试验方法 试验于 2017 年核桃生育期开展,选取生长相近的主干形新温 185 核桃,单株小区,试验小区采取灌水量与大田生产相同。氮肥设置 4 个梯度,分别用 A1、A2、A3、A4 表示(表 1);DPC 设置 4 个浓度,分别为 0、600、800、

1 000 mg/L(分别用 B1、B2、B3、B4 表示),A1B1 处理为对照(CK),均采用单株叶面喷布处理,喷施时间为当天 10:30—13:00,天气晴朗无云,药品均为现配现用。甲哌鎗共喷施 4 次,分别于新梢长至 25~35 cm(4 月 18 日)、二次枝长为 5~10 cm(5 月 28 日)、二次枝长为 35~50 cm(6 月 22 日)、三次枝长为 5~10 cm(7 月 28 日),按照不同的生长调节剂浓度进行均匀喷布。本试验采用裂区试验设计,设置 16 个处理,4 次重复,共 64 个试验小区。

表 1 核桃施肥试验设计方案

生育期	时间 (月-日)	施肥日期 (月-日)	施肥量(kg/hm <sup>2</sup> )											
			A1			A2			A3			A4		
			尿素	磷酸一铵	硫酸钾	尿素	磷酸一铵	硫酸钾	尿素	磷酸一铵	硫酸钾	尿素	磷酸一铵	硫酸钾
开花期	04-15-05-09	04-15	593.16	221.45	249.75	2 678.57	221.45	249.75	2 965.78	221.45	249.75	3 943.55	221.45	249.75
果实膨大期	05-10-06-0	05-15	197.72	168.17	249.75	593.16	168.17	249.75	994.84	168.17	249.75	1 314.52	168.17	249.75
硬核期	06-04-07-05	06-30		221.45	249.75		221.45	249.75		221.45	249.75		221.45	249.75
油脂转化期	07-06-08-31	08-30		221.45	249.75		221.45	249.75		221.45	249.75		221.45	249.75
总计			790.88	832.52	999.00	3 271.73	832.52	999.00	3 960.62	832.52	999.00	5 258.07	832.52	999.00

1.3 测定项目

1.3.1 生长量的调查 2017 年 5—9 月生长调节剂喷施 20 d 后,选取长势相近的 4 棵植株,每棵植株选定树冠中部外围 1 年生的 5 个结果枝第 2 个节间挂牌进行调查,利用于卷尺测量新梢节间长,精确至 0.1 m,使用游标卡尺测量新梢粗度,精确至 0.01 mm。

1.3.2 土壤氮素含量的测定 土样于核桃果实膨大期、硬核期、油脂转化期、成熟期施肥喷药 20 d 后,选取 4 棵植株(长势相近)进行采集。采样点距样树 1.00 m 处取土(取 80 cm 深,每 20 cm 1 层)进行土样收集,并带回实验处理进行速效氮含量的测定<sup>[13]</sup>。

1.3.3 核桃品质的测定 坚果品质测定参阅相关文献,测定的外观指标包括横径、纵径、侧径、核壳厚度、单果质量、果仁质量、出仁率<sup>[14]</sup>。测定的内在指标分别为还原糖含量、纤维素含量、总糖含量、蛋白质含量、脂肪含量、单宁含量、总酚含量<sup>[15]</sup>。

1.4 数据与分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2010 进行绘图和数据处理,DPS7.05 统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同生育期核桃生长量的变化

2.1.1 不同生育期核桃节间增长长度的变化 从图 1 可以看出,随着核桃生育期的延长,核桃结果枝节间增长长度大致呈现缓慢上升的变化趋势,即果实膨大期最低,随后曲线逐渐上升至成熟期。在同等肥力条件下,不同 DPC 处理对节间增长长度呈“下降—上升”的变化趋势,不同 DPC 处理下节间增长长度峰值大都出现在成熟期。在成熟期 A2B2 处理下核桃节间增长长度出现最高值,达 1.89 cm,较同期最低值 A2B3 处理 0.43 cm 长 1.46 cm。对其他组合处理下的节间增长长度进行分析,在施氮量下调情况下,整个生育期核桃节间增长长度随着 DPC 浓度增加先降低后上升,说明适当控制氮肥的施入和适当 DPC 浓度喷施,可有效控制核桃节间生长,从而有效控制树体长势。

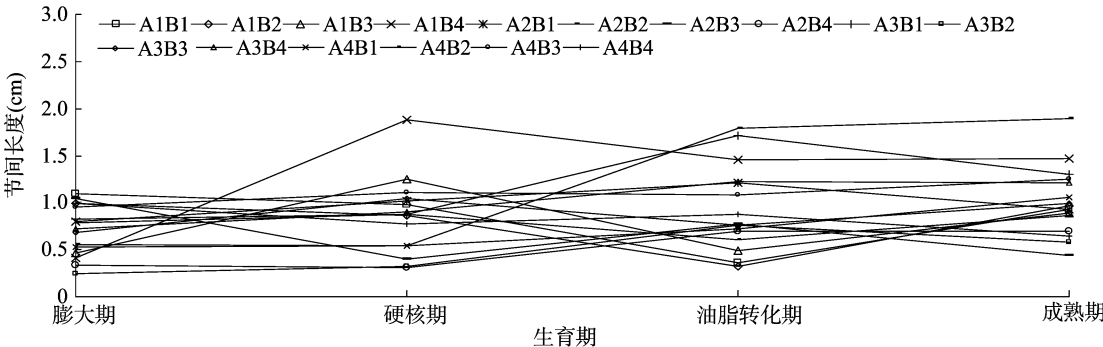


图 1 不同生育时期核桃节间增长的变化

2.1.2 不同时期核桃节间增粗的变化 从图 2 可以看出,不同耦合处理下核桃整个生育期节间增粗呈“下降—上升”的变化趋势,即膨大期节间增粗最高,油脂转化期最低。膨大期 A3B4 处理下节间增粗最高,达 3.42 mm,油脂转化期 A2B3 处理下节间增粗最低,为 0.06 mm。硬核期在 A3 施氮量下

DPC 各浓度处理均与对照差异达显著水平,且 A1B3 处理下节间增粗较 CK 增 71.96%。

2.2 不同耦合处理对核桃土壤含氮量的影响

2.2.1 核桃膨大期土壤含氮量的变化 膨大期果实体积和质量迅速增加,胚囊不断扩大,核壳逐渐形成。从图 3 可以看

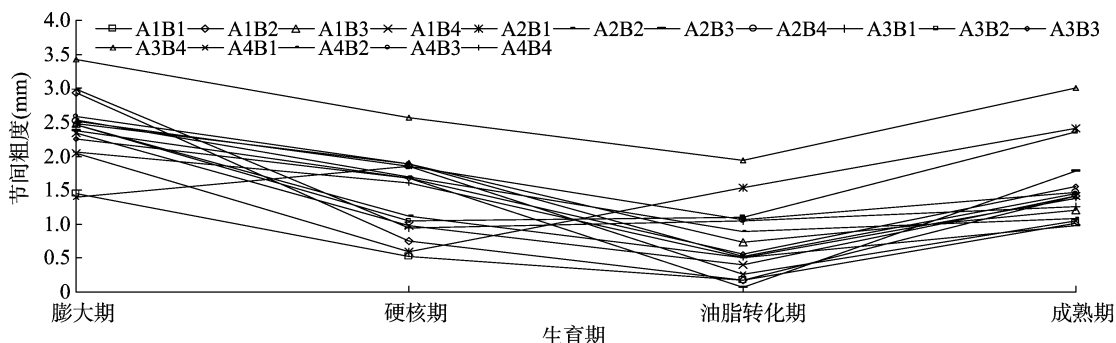


图2 不同生育时期桃节点增粗的变化

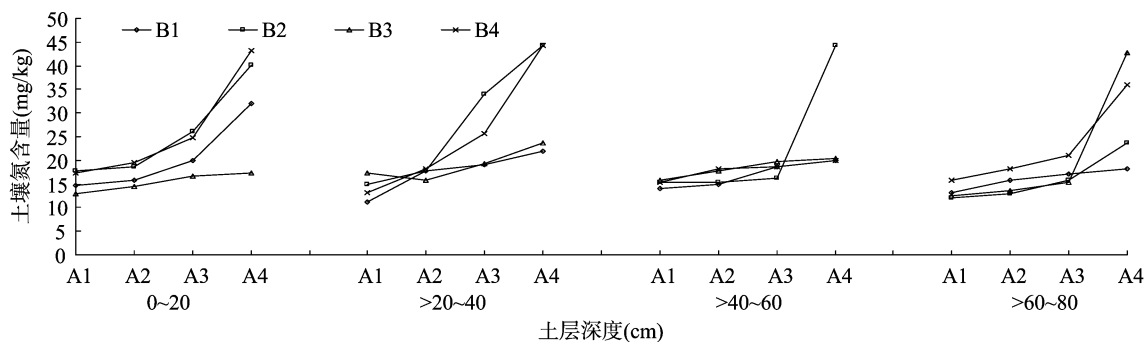


图3 核桃膨大期不同处理间土壤含氮量的变化

出,随着土层的深入,土壤中含氮量呈明显的下降变化趋势。在同一土层深度,土壤含氮量随施氮量的增加而增加。在 DPC 喷施浓度为 B3 时,0~20 cm 土层深度 A2、A3、A4 施氮处理均低于同期 CK 处理,说明 B3 处理的 DPC 可有效促进根系生长并对无机氮的吸收利用。在 20~40 cm 土层, A4 处理土壤含量达最高值,为 44.30 mg/kg 较 A1 处理 13.06 mg/kg 高 31.24 mg/kg;且在 A3 施氮处理下, B2、B3 和 B4 处理土壤含氮量较 B1 处理高 43.84%、1.57%、25.60%。

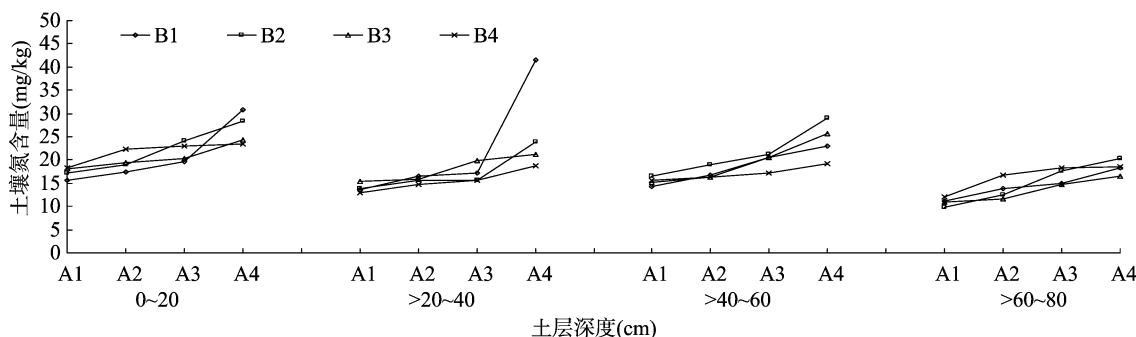


图4 核桃硬核期不同处理间土壤含氮量的变化

2.2.3 核桃油脂转化期土壤含氮量的变化 油脂转化期为核仁不断充实饱满、脂肪迅速增加、质量不断增加的关键时期。从图 5 可以看出,随着土层深度的增加其土壤含氮量呈缓慢下降的变化趋势。在 >20~40 cm 土层深度, A1、A2、A3 处理 B2、B3、B4 处理土壤含氮量均显著低于 B1 处理。土壤含氮量最高值出现在 >20~40 cm 土层 A4B3 处理,为 34.03 mg/kg;最低值 >60~80 cm 土层 A1B1 处理,为 13.27 mg/kg。

2.2.4 核桃成熟期土壤含氮量的变化 成熟期核桃青果皮由绿变黄,出现裂口,坚果易脱出。从图 6 可以看出,核桃成

2.2.2 核桃硬核期土壤含氮量的变化 硬核期核壳自顶端向基部逐渐硬化,种核内隔膜和褶壁的弹性及硬度逐渐增加。从图 4 可以看出,随着土层深度的增加,硬核期含氮量的变化趋势与膨大期相同,但该期不同土层处理下土壤含氮量明显低于膨大期各处理。在 0~20 cm 土层, A2 处理下土壤含氮量大小依次是 B1 < B2 < B3 < B4。在 >20~40 cm 土层深度下, A2 处理下 B2、B3、B4 处理分别较 B1 处理低 5.74%、4.05%、11.36%,处理间差异极显著。

熟期各个土层含氮量变化与油脂转化期变化相似,即含氮量随土层的加深逐渐下降。最高值出现在 >20~40 cm 土层 A4B1 处理,达 24.70 mg/kg,较该土层最低值 A4B3 处理 19.09 mg/kg 高 5.61 mg/kg(增 29.39%),处理间差异极显著。在 0~20 cm 和 20~40 cm 土层深度, B3 处理下各施氮量处理下土壤含氮量均低于 B1(CK)处理,说明 DPC 在 B3 浓度处理下能明显促进核桃根系对土壤中氮素的吸收利用。

## 2.3 不同耦合处理对核桃品质的影响

2.3.1 不同处理对核桃外观品质的差异性分析 不同耦合

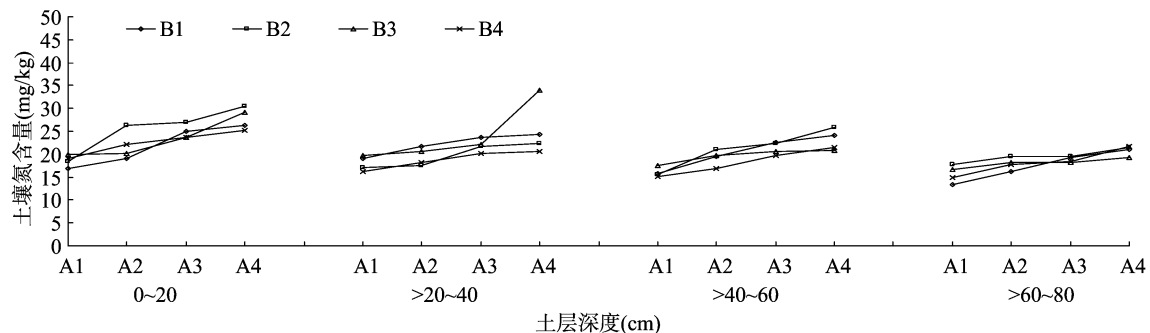


图5 核桃油脂转化期不同处理间土壤含氮量的变化

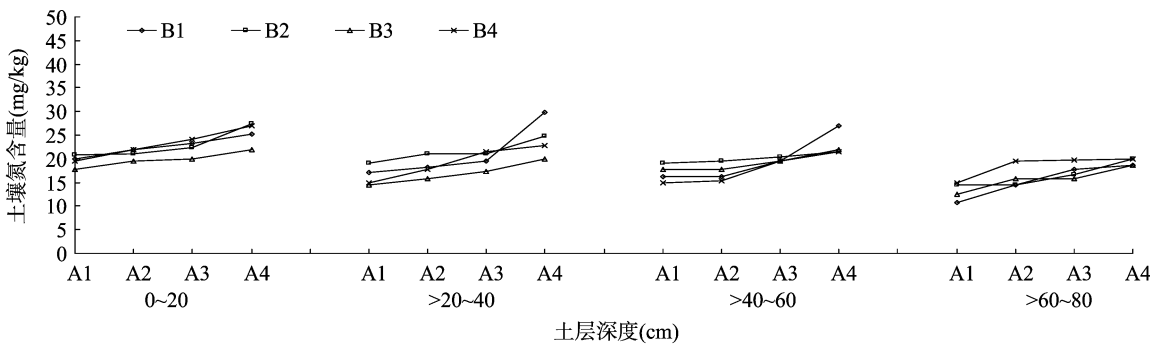


图6 核桃成熟期不同处理间土壤含氮量的变化

处理核桃果实外观指标差异见表 2,耦合处理下的核桃果实横径、纵径和侧径均高于对照,A1B4、A2B3、A4B4 各耦合处理下的果实横径、纵径和侧径最大,达 36. 24、40. 46、38. 69 mm,较 A1B1 处理下的果实三径 32. 97、36. 85、35. 39 mm 高 9. 92%、9. 80%、9. 32%。且果实纵径在 A1、A2 氮肥处理和果实横径 A2 氮肥处理下,B2、B3 和 B4 与 B1 处

表 2 不同处理对核桃外观品质的差异性分析

处理	横径 (mm)	纵径 (mm)	侧径 (mm)	核壳厚度 (mm)	单果质量 (g)	果仁质量 (g)	出仁率 (%)	产量 (kg/株)
A1B1	32.97cC	36.85bB	35.39bB	1.46aA	13.29bcB	8.71bcB	65.51aA	1.22bAB
A1B2	34.28bBC	39.77aA	38.04aA	1.34aA	13.03cB	8.35cB	64.49aA	1.80aA
A1B3	35.17abAB	40.00aA	37.94aA	1.45aA	14.15bAB	9.24abAB	65.29aA	0.74bB
A1B4	36.24aA	39.95aA	37.21aA	1.45aA	15.38aA	9.74aA	63.28aA	0.84bB
A2B1	31.80bB	37.76bB	33.59bB	1.39aA	11.74bB	7.45bB	63.45aA	0.67bA
A2B2	35.93aA	40.01aA	37.90aA	1.43aA	14.76aA	9.66aA	65.46aA	1.35aA
A2B3	35.04aA	40.46aA	38.26aA	1.51aA	14.26aA	9.19aA	64.41aA	1.93aA
A2B4	34.79aA	39.34aAB	37.14aA	1.42aA	14.17aA	9.06aA	63.98aA	1.44aA
A3B1	33.26bA	39.02aA	35.93aA	1.36aA	13.16aA	8.50aA	64.87aA	0.59aA
A3B2	33.48abA	38.82aA	36.12aA	1.34aA	12.31aAB	8.31aA	67.20aA	0.54aA
A3B3	34.20abA	38.94aA	37.25aA	1.25aA	10.85bB	35.93aA	63.81aA	0.81aA
A3B4	34.95aA	39.97aA	36.92aA	1.25aA	12.54aAB	8.38aA	66.93aA	0.89aA
A4B1	33.25bA	38.10bA	35.62bB	1.29abAB	11.78bA	7.30bB	62.14bA	0.82bA
A4B2	34.53abA	38.71abA	36.50bAB	1.10bB	13.59aA	8.71aAB	64.07abA	1.30abA
A4B3	35.52aA	40.45aA	37.23abAB	1.38aAB	13.01abA	8.87aA	68.95aA	0.72bA
A4B4	35.31aA	40.36aA	38.69aA	1.50aA	13.34aA	8.35abAB	61.96bA	1.66aA
F 值								
变异来源	横径	纵径	侧径	核壳厚度	单果质量	果仁质量	出仁率	产量
A	2.94 **	0.53 **	1.87 **	0.14 *	19.05 **	5.81 **	17.88 **	0.81 *
B	34.59 **	25.06 **	36.03 **	0.07	9.13 **	4.35 **	13.53 **	0.69 *
A × B	4.30 **	4.32 **	5.66 **	0.07	8.11 **	3.99 **	32.58 **	0.54 *

注:同列数据后不同小写、大写字母分别表示差异显著 ( $P < 0.05$ )、极显著 ( $P < 0.01$ )。A1、A2、A3、A4 分别代表施氮量为 790、88、3 271.73、3 960.62、5 258.07 kg/hm<sup>2</sup>;B1、B2、B3、B4 分别代表喷施甲哌噻浓度 0、600、800、1 000 mg/L。表 3 同。

理达极显著差异,侧径在 A1、A2 处理下的 B2、B3 和 B4 均与 B1 处理达极显著差异。在 A2 氮肥处理下,B2、B3、B4 处理下的核壳厚度较 B1 处理 1.39 mm 高 2.88%、8.63%、2.16%。在 A2 氮肥处理下,B2、B3 和 B4 单果质量和果仁质量均与 B1 处理达极显著差异,且大小顺序依次均为 B2 > B3 > B4 > B1。在 A2B2 耦合处理下单果质量出现最高值,为 14.76 g,较最低值 A3B3 处理 10.85 g 高 36.04%。在 A2 氮肥处理下,B2、B3 和 B4 核桃果实出仁率均较 B1 处理 63.45% 高 3.17%、1.51 和 0.84%。在 A2B3 耦合处理下核桃单株产量出现最高值,达 1.93 kg/株,较最低值 A3B2 处理高 1.39 kg/株,果实三径、单果质量、果仁质量和出仁率均在组内和组间均达极显著差异。

2.3.2 不同处理对核桃内在品质的差异性分析 氮肥与 DPC 耦合的处理方式对核桃种仁养分有一定的影响。从表 3

可以看出,在 A2 氮肥处理下,B2、B3 和 B4 还原糖含量均较 B1 处理 4.09% 高 65.28%、11.25% 和 12.71%,且 B2 处理与 B1(CK)处理达显著差异,与 B3 达极显著差异。在 A4 氮肥处理下,B2、B3 和 B4 核桃果实内的纤维素含量与 B1(CK)达到极显著差异,且大小依次是 B1 > B2 > B4 > B3。在 A1、A2 和 A3 氮肥处理下,核桃果实总糖 B2、B3 和 B4 均与 B1 处理达极显著差异,且在 A4 氮肥处理下 B2、B3 和 B4 处理均较 B1 处理高 25.30%、26.50%、18.11%。在 A1 氮肥处理下,B2、B3 和 B4 蛋白质和脂肪含量与 B1 处理达极显著差异,且在 A2B4 和 A2B3 处理下达较高值,为 5.07% 和 0.75%,在 A4B2、A3B2 处理存在较低值,为 0.31% 和 0.54%。在 A1B4 耦合处理下核桃果实内单宁含量最高,为 1.59%,且与 A1B1 处理存在极显著差异。在 A3 氮肥处理下,核桃总酚含量大小依次是 B4 > B1 > B3 > B2。

表 3 不同处理对核桃内在品质的差异性分析

处理	还原糖含量 (%)	纤维素含量 (%)	总糖含量 (%)	蛋白质含量 (%)	脂肪含量 (%)	单宁含量 (%)	总酚含量 (mg/kg)
A1B1	5.77aA	0.53cB	4.65bB	2.36cC	0.54bB	0.54bB	0.25aA
A1B2	4.97aA	0.83abA	5.35aA	4.74aA	0.61aA	1.35bB	0.29aA
A1B3	6.11aA	0.89aA	4.00cC	3.57bB	0.60aA	1.38bB	0.30aA
A1B4	4.94aA	0.67bcAB	5.44aA	4.94aA	0.60aA	1.59aA	0.25aA
A2B1	4.09bAB	1.12aA	5.94bB	3.21bB	0.57cC	1.32aA	0.29aA
A2B2	6.76aA	0.87bAB	6.81aA	3.01bB	0.64bB	1.18bB	0.29aA
A2B3	4.55bB	0.71bB	5.43cC	2.58cC	0.75aA	1.19aA	0.32aA
A2B4	4.61bAB	0.81bB	5.31cC	5.07aA	0.74aA	1.33aA	0.29aA
A3B1	5.16aA	1.11abA	6.22bB	1.06bB	0.60aA	1.58aA	0.22bB
A3B2	5.33aA	1.25aA	3.64cC	1.60aA	0.52bB	1.37bB	0.18bB
A3B3	3.44aA	1.13abA	8.40aA	0.98bB	0.54bB	1.35bB	0.21bB
A3B4	4.19aA	0.93aA	8.20aA	1.49aA	0.56bAB	1.33bB	0.31aA
A4B1	5.46aA	1.14aA	7.51cB	0.96bB	0.60abA	1.36aA	0.24bAB
A4B2	6.15aA	0.71bB	9.41aA	0.31cC	0.64aA	1.33aA	0.23bB
A4B3	4.32aA	0.33cC	9.50aA	2.17aA	0.59bA	1.35aA	0.27bAB
A4B4	4.86aA	0.41cBC	8.87bB	1.20bB	0.62abA	1.34aA	0.34aA

变异来源	F 值						
	还原糖含量	纤维素含量	总糖含量	蛋白质含量	脂肪含量	单宁含量	总酚含量
A	1.81 **	0.48 *	33.93 *	24.66 *	0.03 *	0.04 *	0.010
B	5.23 **	0.19 *	2.10 *	3.37 *	0.01 *	0.02 *	0.006
A × B	1.78 **	0.14 *	5.95 *	2.20 *	0.01 *	0.03 *	0.004

3 讨论与结论

枝条节间长度和粗度是常用来判断树形是否紧凑、是否有利于密植的关键指标<sup>[16]</sup>。植物生长延缓剂能使茎间细胞生长减缓、茎内维管束数目增多、机械组织厚度增加,新梢长度受到抑制而新梢粗度增加,导致节间缩短<sup>[17]</sup>。本试验发现,在核桃果实膨大期喷施不同浓度 DPC,在各氮肥处理下均能有效地抑制枝条节间纵向生长,抑制效果也随 DPC 浓度的增加逐渐增强,同时对新梢横向生长也起到促进作用,这与周伟权等在库尔勒香梨<sup>[18]</sup>、时朝等在桂树上的研究结果<sup>[19]</sup>一致。

合理的施氮量有利于植株高产,而盲目施氮不但对植株的生长发育不利,还将导致资源的浪费和环境污染<sup>[20]</sup>。灌水量是引起土壤中氮素迁移的主要因素,本试验表明,核桃 4 个

生育期在甲哌镈与氮肥耦合的各处理中,土层 > 60 ~ 80 cm 处碱解氮含量均高于 10 mg/kg,这是由试验地滴灌时间较长导致氮素随水分下迁造成的。在核桃油脂转化期 > 20 ~ 40 cm 土层深度不同施氮处理下土壤含氮量随 DPC 喷施浓度的增加反而降低,说明核桃植株地上部分受到不同浓度 DPC 的喷施,导致植株地上部分叶片光合作用效率增强,进而促进植株根系对土壤中氮等无机盐离子吸收利用,从而减少土壤中的氮含量,这与谢志玉等在文冠果研究结果<sup>[21]</sup>一致。

不同耦合处理对核桃生长量、土壤含氮量都产生了不同程度的影响,进而影响植株体内营养物质的积累与果实品质。早实密植核桃园虽具有结果早、产量高、便于机械化管理等优点,但却存在着核桃树体养分消耗大,进而影响核桃果实产量和品质<sup>[15]</sup>。前人多以高肥高水可促进核桃产量品质的提升相关研究较多<sup>[22]</sup>,但关于 DPC 与氮肥耦合对核桃产量品质

的影响研究较少。果实品质直接影响果实价值,DPC 的喷施可显著增加植株叶片光合作用效率,促进有机物的形成,进而为果实的生长发育提供原料<sup>[23]</sup>。汪景彦等研究指出,在苹果膨大期喷施 2 次适宜浓度延缓剂可显著提高苹果单果质量<sup>[24]</sup>。本研究结果表明,在 A2 氮肥处理下核桃果实壳厚度、总糖含量、蛋白质含量等指标均随 DPC 喷施浓度的增加而增大,说明适宜浓度延缓剂的使用可有效提升核桃内在品质,这与孟健柱等在喷施适宜浓度延缓剂可显著提升柑橘品质研究结果<sup>[25]</sup>一致。核桃果实的单果质量直接影响产量,本研究结果显示,随着氮肥施入量的增加,核桃果实单果质量呈现先增加后降低的趋势,说明适宜的氮肥施入量可促进核桃植株养分向果实中转移,促进植株从营养生长向生殖生长转化<sup>[26]</sup>,这与赵佐平等在苹果上施入适当无机氮肥增加产量的研究结果<sup>[27]</sup>一致。因此,主干形核桃的提质增效一方面应增加氮肥的投入,为增强树势、营养生长打好基础,从而提高产量,另一方面应重视延缓剂的喷施,构建合理树形促进光合效率的提升,为核桃果实发育提供充足的原料,从而提高品质。

综合分析,DPC 与氮肥耦合处理对核桃土壤和品质影响很大,DPC 的喷施浓度为 800 mg/L,氮肥施入水平在 3 271.73 kg/hm<sup>2</sup> 时可显著提高核桃对土壤氮素的吸收及利用并提升了核桃品质,为解决主干形核桃在密植中出现的树形构建困难、树体养分消耗大、品质下降等问题奠定了重要理论依据。

#### 参考文献:

- [1]李 照,孙 磊,高 飞,等. 核桃仁营养成分及活性研究进展[J]. 药物生物技术,2016,23(5):467-470.
- [2]耿 薇,魏永生,刘 静. GC-MS 外标法分析核桃仁中的脂肪酸含量[J]. 化学工程师,2015,29(6):26-27,25.
- [3]于沛沛,于萌萌,姜启兴,等. 不同产地核桃仁的成分分析及营养评价[J]. 安徽农业科学,2015,43(18):296-299.
- [4]徐崇志,全绍文,朱 玲,等. 不同核桃品种叶绿素荧光动力学参数比较研究[J]. 中国农学通报,2015,31(7):6-12.
- [5]孟 洁,杭 瑚. 核桃仁活性成分的提取及体外抗氧化活性研究[J]. 食品科学,2001,22(12):44-47.
- [6]汪景彦,丁文涛,纪连军,等. 晚秋蜜桃主干形整形修剪技术[J]. 中国果树,2018(2):66-69.
- [7]孔 芬,刘小勇,韩富军,等. 肥料对山旱地核桃叶片矿质元素与光合特性的影响[J]. 经济林研究,2017,35(3):109-114.
- [8]何钟佩,闵祥佳,李丕明,等. 植物生长延缓剂 DPC 对棉花根系活力的生理作用[J]. 北京农业大学学报,1988(3):235-241.
- [9]王 宁,田晓莉,段留生,等. 缩节胺浸种提高棉花幼苗根系活力中的活性氧代谢[J]. 作物学报,2014,40(7):1220-1226.
- [10]胡映泉. 矮密丰枣树的栽培管理[J]. 山西科技,2006(3):122-123,117.
- [11]王孟辉,高艳荣,李 辉,等. 缩节胺在库尔勒香梨树夏季修剪中的使用[J]. 西北园艺(果树),2006(2):35.
- [12]汪景彦,杨有龙. 国光苹果喷布缩节胺试验[J]. 辽宁果树,1986(3):34.
- [13]刘本先,刘文彬,刘文峰. 土壤中速效氮的测定方法[J]. 农村科技,2007(10):18.
- [14]邓凤彬,罗立新,虎海防,等. 新疆野核桃坚果表型性状多样性分析研究[J]. 果树学报,2018,35(3):1-14.
- [15]张 锐,张 琦,陈加利,等. 水肥耦合对核桃光合特性与品质的影响[J]. 果树学报,2015,32(6):1170-1178.
- [16]马 倩,蒋丽娟,李昌珠,等. 光皮树叶片解剖结构与树体生长势的相关性[J]. 经济林研究,2011,29(1):67-71.
- [17]温 玥,苏淑钗,马履一,等. 多效唑处理对油茶花芽分化和果实品质的影响[J]. 江西农业大学学报,2015,37(6):1027-1032.
- [18]周伟权,杨文莉,赵世荣,等. 多效唑对库尔勒香梨新梢生长及果实品质的影响[J]. 新疆农业大学学报,2016,39(5):360-365.
- [19]时 朝,郑彩霞,徐 莎. PP<sub>333</sub>对桂花幼树生长及叶片抗氧化酶活性的影响[J]. 北方园艺,2010(12):152-155.
- [20]谢 伟,黄 璜,沈建凯. 植物水肥耦合研究进展[J]. 作物研究,2007(增刊1):541-546.
- [21]谢志玉,张文辉,刘新成. 干旱胁迫对文冠果幼苗生长和生理生化特征的影响[J]. 西北植物学报,2010,30(5):948-954.
- [22]张绍铃. 施氮量对不同树势红富士苹果生长和果实品质的影响[J]. 河南农业科学,1993(5):28-30.
- [23]杨长琴,张国伟,刘瑞显. 种植密度与缩节胺(DPC)对麦后直播机采棉产量和品质的影响[J]. 江苏农业学报,2016,32(6):1288-1293.
- [24]汪景彦,范学颜. PBO 对苹果成花和品质的影响[J]. 山西果树,2002(1):44.
- [25]孟健柱,黄复瑞,袁泰伟,等. 植物生长延缓剂对抑制柑桔夏梢生长和减少落果作用的研究[J]. 上海农学院学报,1985(1):55-61.
- [26]路永莉,高义民,同延安,等. 滴灌施肥对渭北旱塬红富士苹果产量与品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2013(1):48-52.
- [27]赵佐平,同延安,刘 芬,等. 长期不同施肥处理对苹果产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(11):3091-3098.