

不同施氮量对设施甜瓜生长发育、 养分吸收利用的影响

刘志刚¹,任红松¹,李海峰¹,张以和²,买买提·艾合买提³,胡西旦·买买提¹,
努尔孜叶古丽·马合木提⁴,阿木提·库尔班¹,王瑞华¹,甘付华²

(1. 新疆农业科学院吐鲁番农业科学研究所,新疆吐鲁番 838000; 2. 新疆吐鲁番市农业技术推广中心,新疆吐鲁番 838000;

3. 托克逊县伊拉湖镇农业技术推广站,新疆托克逊 838103; 4. 托克逊县农产品质量安全检测中心,新疆托克逊 838100)

摘要:【目的】研究不同施氮量对设施甜瓜生长发育和养分吸收利用的影响,为设施甜瓜生产确定氮肥最佳施用量、提高化肥利用率和化肥减施增效提供参考。【方法】以新疆吐鲁番地方品种西开心甜瓜为试材,在设施条件下以不施氮肥和常规施肥为对照,分析不同施氮量处理对甜瓜生长发育及氮素吸收利用的影响。【结果】以施入一定磷钾肥为基础,植株主蔓和茎粗生长在生育期内表现为“慢-快-慢”3个阶段的“S”型生长曲线,主蔓长度与施氮量成正比,随着施氮量的增加,植株茎粗、果实纵径、横径及氮素吸收量均表现为先增加后减小的趋势,优化施肥与常规施肥相比,氮素吸收率提高32.79%,氮肥利用率提高11.63%。氮素过量施用会导致氮肥对产量贡献率、氮肥农学效率、氮肥偏生产力、氮肥生理利用率和氮投入比都降低。【结论】在保证甜瓜产量和品质的基础上,以优化施肥为基础,配方施肥,增施有机肥,根据甜瓜生长结果需肥规律,氮磷钾肥科学合理配施,实现氮肥的高效利用,提高氮肥利用率,减施化肥和农药,降低生产成本。

关键词:甜瓜;氮素;生长发育;化学肥料;吸收利用

中图分类号:S652

文献标识码:A

文章编号:1001-4330(2020)10-1792-10

0 引言

【研究意义】甜瓜属于喜肥作物^[1],也是需氮较多的作物^[2],施氮是甜瓜生产过程中重要环节^[3,4],科学合理的使用氮肥,不仅可以起到提高抗逆性、增强生长势、延缓早衰、促进高产、提升品质等作用,而且对植物生长发育的促进是多方面协同作用^[4,5]。在设施甜瓜生产中,常常施用过量的氮素肥料,使养分利用率降低、甜瓜品质变劣、土壤环境受到影响^[6-8]。筛选出适宜的氮肥施用量和优化施肥配比,对提高甜瓜产量、品质及氮肥利用率有重要意义。【前人研究进展】适期

适量施用氮肥可促进作物生长,延缓早衰^[4];李立昆等^[9]得出施氮越多株高增加速率越大;氮肥水平的高低可直接影响甜瓜茎粗的生长,提高氮肥水平将有利于茎粗生长^[10,11];许如意等^[12]研究表明,在2个甜瓜品种果实成熟期果实纵径和果形指数在不同氮素浓度分段管理下差异不显著;胡国智等^[8]的研究认为,施氮处理的氮肥利用率为11%~29%,随着施氮量的不断增加,氮肥利用率逐步降低。【本研究切入点】甜瓜的生长发育受氮肥种类、氮肥用量、施肥方式等影响,氮肥利用率受甜瓜品种、种植方式、生态环境、土壤养分、栽培管理等影响。研究不同施氮量对设施甜

收稿日期(Received):2020-02-02

基金项目:自治区公益性科研院所基本科研业务经费“甜瓜植株早衰机制与调控研究”(ky2019015);吐鲁番市2019年耕地保护与质量提升项目

作者简介:刘志刚(1977-),男,高级农艺师,硕士,研究方向为果蔬栽培与生理,(E-mail)lzg0327@163.com

通信作者:甘付华(1980-),男,高级农艺师,硕士,研究方向为园艺作物栽培、土肥水技术推广,(E-mail)63825078@qq.com

瓜株高、茎粗、果实纵径和横径、氮素吸收利用率的影响。【拟解决的关键问题】以吐鲁番设施甜瓜为研究对象,研究不同施氮量对设施甜瓜植株、果实的生长发育特性、不同时期的需肥规律及养分吸收利用的影响,为促进化肥减量增效,提高设施甜瓜种植氮肥利用率提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为甜瓜地方品种西开心,中早熟品种,全生育期 75~80 d,果实长圆形,幼果青皮,表面覆有深绿色条带,全瓜布有细网纹,青白瓢,风味极佳,由新疆吉丰种业有限责任公司生产。

所施用的氮肥为尿素(含 N≥46.4%),磷肥为重过磷酸钙(含 P₂O₅≥46%),钾肥为硫酸钾(含 K₂O≥51%),磷酸二铵(含 P₂O₅≥64%),

三元复合肥(总养分≥51%)。试验地土壤为砂壤土,0~20 cm 耕作层肥力中等,土壤养分含量中有机质为 16.082 g/kg、碱解氮为 94.5 mg/kg、速效磷为 19.6 mg/kg、速效钾为 415 mg/kg,pH 值为 7.88。

1.2 方法

1.2.1 试验设计

田间试验在 2018 年、2019 年 2~5 月新疆吐鲁番市高昌区新疆哈密瓜研究中心设施基地进行(N 42°56′21″,E 89°11′41″),海拔 56 m。试验设 5 个处理,其中以处理 5(常规施肥)为 CK1,以处理 1(无氮区)为 CK2,处理 2(70% 优化施氮量)、处理 3(优化施氮量)、处理 4(130% 优化施氮量)。试验每个处理 3 次重复,共 15 个小区,每次重复小区随机排列,四周设保护行,小区面积为 30 m²,单灌单排,避免水肥互相渗透,各处理基肥均为撒施,追肥为穴施,每次肥后滴水。表 1

表 1 甜瓜不同施氮量田间试验处理及施肥方案

处理 Treatment	有效分量 Available nutrient component (kg/hm ²)			化肥用量 Amount of fertilizer applied (kg/hm ²)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	尿素	重过磷酸钙	硫酸钾
1(无氮区)	0	150	180	0	326.1	360
2(70% 优化氮区)	210	150	180	452.55	326.1	360
3(优化氮区)	300	150	180	646.5	326.1	360
4(130% 优化氮区)	390	150	180	840.45	326.1	360
5(常规施肥区)	210	378	102	磷酸二铵(18-46)600,复合肥(17-17-17)600		

1.2.2 测定指标

植株生长性状测定,每小小区分别在温室前、中、后部各随机选取 3 株,共 9 株挂牌标记,每 6 d 测定 1 次主蔓长、茎粗、果实纵径、果实横径等指标。其中用卷尺测量主蔓长度;茎粗用电子数显游标卡尺测量主蔓子叶部粗度;种植前取基础混合土壤样本,收获时避开施肥处,每个处理各取一个土壤耕层混合样本分析 pH 值、总盐、有机质、速效氮、速效磷、速效钾。

吸氮量(g/plant)=氮含量×干重;氮收获指数(NHI)=果实吸氮量/植株吸氮量×100%;氮肥利用率(NFUE)=(施氮区地上部分吸氮量-不施氮区地上部分吸氮量)/施氮量×100%;氮肥生理利用率(kg/kg)=(处理区产量-对照区

产量)/(处理区地上部植株吸氮量-对照区地上部植株吸氮量);氮肥农学效率(AE)=(处理区产量-对照区产量)/施用氮肥纯量;氮肥对产量贡献率(FCR)=(处理区产量-对照区产量)/处理区产量×100%;氮肥偏生产力(PFPN)=处理区产量/施用氮肥纯量;氮产投比=[(处理区产量-对照区产量)×平均价格-处理区氮肥成本]/处理区氮肥成本。

1.3 数据处理

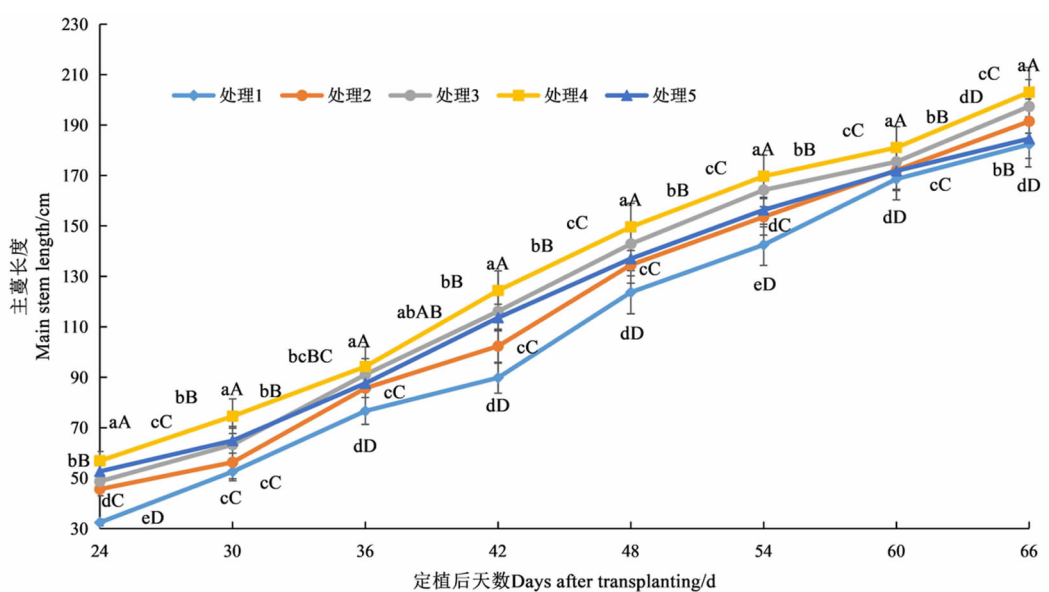
采用 Excel 2003 软件对数据进行处理和作图,采用 DPS14.5 统计软件 Duncan 新复极差法进行数据方差分析,不同大小写字母分别表示在(P≥0.01)和(P≥0.05)水平上差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同施氮处理对甜瓜主蔓长度的影响

研究表明,2月20日甜瓜定植后,随着外界气温的升高,棚内温度逐渐升高,地温也随之升高,促进了根系的生长和养分的吸收,植株主蔓生长主要分为“慢-快-慢”3个阶段。随着甜瓜苗木根系向纵深发展和氮肥施用量的增加,甜瓜主蔓长度也随之增长,定植后24~36 d,各处理主蔓长度生长速度在整个生育期内较慢,这可能与追肥时间也有一定关系,各处理主蔓生长量处理4 > 处理3 > 处理2 > 处理1 > 处理5,各处理

之间呈显著差异($P < 0.05$);定植后36~54 d,各处理主蔓生长进入快速生长期,可能由于施氮量和温度的原因,处理1主蔓生长速度居中,但因为前期主蔓生长缓慢,主蔓长度始终低于其他各处理,而处理4主蔓生长速度较快,各处理主蔓生长量处理4 > 处理3 > 处理5 > 处理2 > 处理1,各处理之间呈显著差异($P < 0.05$);定植后54~66 d,各处理主蔓生长进入缓慢生长期,各处理主蔓生长量处理4 > 处理3 > 处理2 > 处理5 > 处理1,除处理5以外,其他各处理之间呈极显著差异($P < 0.01$)。图1



注: $P < 0.05$ 差异显著,用小写字母表示; $P < 0.01$ 差异极显著,用大写字母表示,下同

Note: $P < 0.05$ has significant difference, represented by lowercase letters; $P < 0.01$ has significant difference, represented by capital letters, the same as below

图1 不同处理下主蔓长度变化

Fig. 1 Effects of different treatments on main stem length of melon

2.2 不同施氮处理甜瓜主蔓茎粗的影响

研究表明,在整个生育期内,各处理主蔓茎粗生长变化模型基本呈“S”型生长曲线,茎粗生长分3个阶段,对于处理3来说“S”型生长曲线表现较为明显,第1阶段为定植后36~48 d,为缓慢生长期,第2阶段为定植后48~60 d,为快速生长期,茎粗增长速率较快,第3阶段为定植后60~78 d,为茎粗增长缓慢期;处理1、处理2的生长曲线较相似,第1阶段为定植后36~42 d,为快速生

长期,之后为2个慢速生长期,第2阶段为定植后42~54 d,第3阶段为定植后54~78 d;而处理4、处理5的生长曲线较相似,第1阶段为定植后36~48 d,为快速生长期,之后为2个慢速生长期,第2阶段为定植后48~66 d,第3阶段为定植后66~78 d。在定植后78 d比较,处理3与其他处理呈极显著差异($P < 0.01$),主蔓茎粗比较为处理3 > 处理2 > 处理4 > 处理1 > 处理5。图2

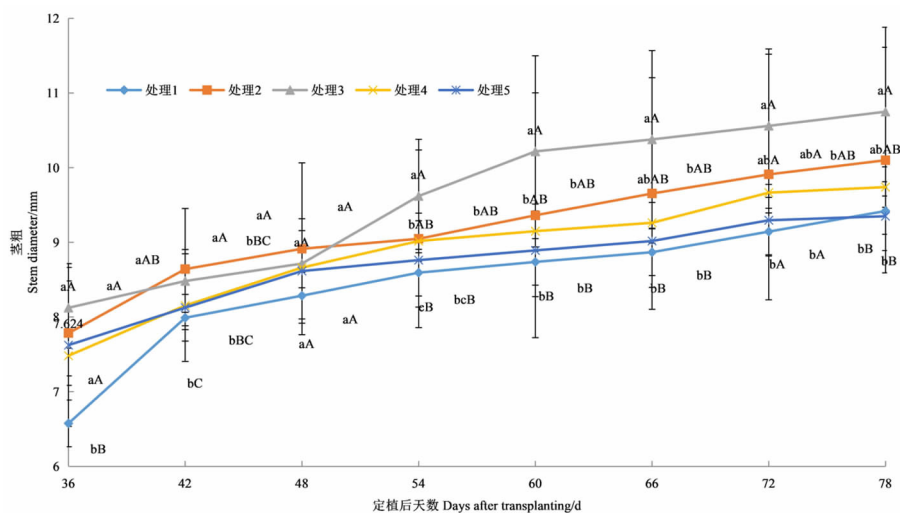


图2 不同处理下甜瓜茎粗变化

Fig. 2 Effects of different on stem diameter of melon

2.3 不同施氮处理对甜瓜果实纵径的影响

研究表明,随着施氮量的增加,果实纵径总体表现为先增加后减小的趋势,处理3(优化施肥处理)的甜瓜果实纵径最大,处理3施氮量有效的促进了果实的纵向生长发育,处理3在结果初期果实的纵径就表现出了一定的优势,随着时间的推移,在定植后84 d,处理3的果实纵径长度与其

他处理表现出较大的差异,处理3纵径最大,为28.4 cm,而处理5(常规施肥区)最小,为22.0 cm,其次为处理1,为23.4 cm,处理3相比其他处理呈极显著差异($P < 0.01$);而处理1(无氮区)在结果初期,从定植后48~60 d表现为纵径大于处理2(70%氮区),定植后66 d后与处理2差异不明显。图3

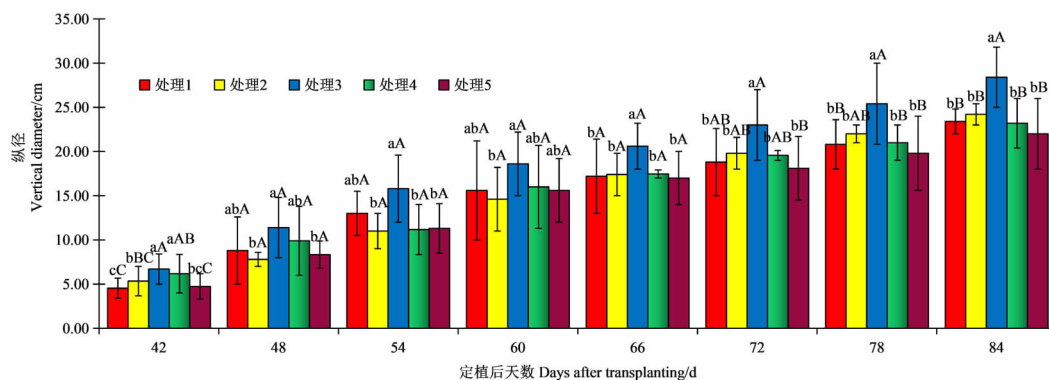


图3 不同处理下甜瓜果实纵径变化

Fig. 3 Effects of different treatments on fruit vertical diameter of melon

2.4 不同施氮处理对甜瓜果实横径的影响

研究表明,随着施氮量的增加,果实横径总体也表现为先增加后减小的趋势,处理3(优化施肥处理)的甜瓜果实横径最大,为16.2 cm,在整个生育期处理3的果实横径长度与其处理表现出一定的差异,处理3相比其他处理差异显著($P < 0.05$)。而处理1(无氮区)在结果初期,虽然没有施用氮素,从定植后48~66 d表现为横径始终大

于处理2,在定植后54~60 d甚至横径大于除处理3的其他处理,这可能与果实生长发育初期氮素浓度较低有关,低浓度的氮素有利于果实发育的充分吸收;在定植66 d之后,处理1开始表现出氮素缺乏的现象,果实横径生长比其他处理缓慢;从定植后72 d开始,果实横径大小始终为处理3>处理2>处理1>处理4,而处理5在定植后42~54 d,果实横径在各处理中较小。图4

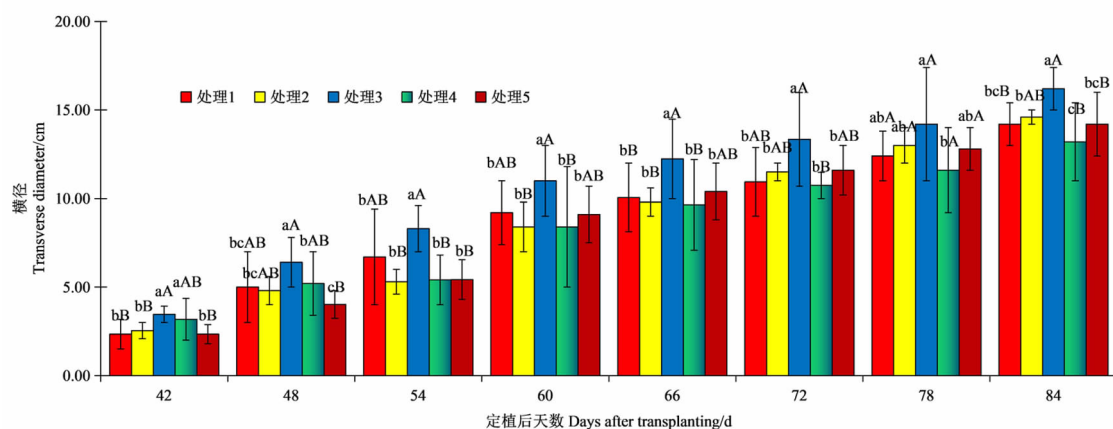


图4 不同处理下甜瓜果实横径变化

Fig. 4 Effects of different treatments on fruit transverse diameter of melon

2.5 不同施氮处理对甜瓜氮素吸收利用的影响

研究表明,在磷钾肥施入量相同的基础上,对氮素吸收量随施氮量的增加表现为先增加后减少的趋势,其中处理3对氮素吸收量最高,为5.67 g/株,其次是处理4,最低为处理1,为3.73 g/株,处理3、处理4与其他各处理呈极显著差异($P < 0.01$);但果实中全氮含量随施氮量的增加而增加,在处理4达到最高,为2.69 g/株,各处理间差异不显著;而处理3植株氮素吸收量最高,为2.98 g/株,在处理4时植株氮素吸收量开始降低,处理3、处理4与其他各处理呈极显著差异($P < 0.01$);处理5常规施肥氮素吸收量为4.27 g/株,相比处理3氮素吸收率提高32.79%。图5,图6

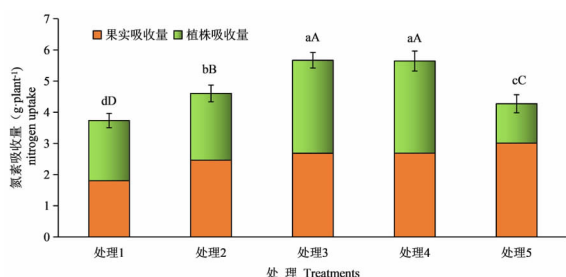


图5 不同处理下甜瓜氮素吸收变化

Fig. 5 Effects of different treatments on nitrogen absorptio of melon

2.6 不同施氮处理对土壤养分含量的影响

研究表明,施用一定量的磷钾素前提下,过量的氮素对甜瓜植株钾素的吸收有一定的抑制作用,植株主蔓长度与施氮量、根际速效氮含量成正比。处理4速效氮含量最高,330.3 mg/kg,速效钾含量最高,为428 mg/kg,处理4主蔓长度最长,各处理主蔓生长量排序为:处理4 > 处理3 > 处理2 > 处理1,这与各处理施氮量、根际速效氮含量排序相同;一定范围内,随氮素施入量的增加,促进了甜瓜植株对磷素的吸收,在处理3氮素施入量时磷素吸收最高,而主蔓茎粗比较中,表现为处理3 > 处理2 > 处理4 > 处理1,与根际磷素吸收量排序相同,植株对磷素的吸收量与根茎粗度有一定关系。表2

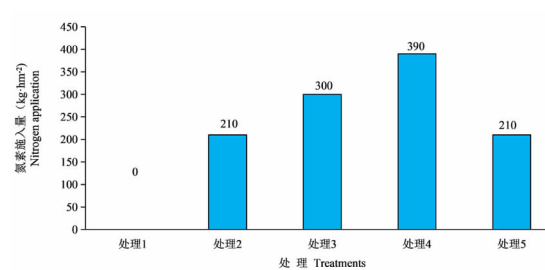


图6 不同处理下氮素施入量

Fig. 6 Nitrogen application in different treatments

表 2 甜瓜不同施氮量田间试验处理前后土壤养分含量

Table 2 Soil nutrient content of muskmelon before and after different nitrogen application						
处理	pH 值	总盐 (g/kg)	有机质 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
0	7.88	2.3	16.082	94.5	19.6	606
1	8.34	1.7	25.696	55.2	59.9	245
2	8.27	2.4	11.865	209.4	37.5	248
3	7.89	1.7	28.071	250.2	23.0	253
4	8.07	1.7	17.285	330.3	42.6	428
5	8.29	2.1	15.16	68.8	57.8	279

注:处理 0 表示试验地块在试验前初始的基础土壤养分含量;处理 1~5 分别表示不同处理试验结束后的土壤养分含量
Note:0 refers to the initial basic soil nutrient content of the test plot before the test; 1~5 refer to the soil nutrient content after the test of different treatments

2.7 不同施氮处理对氮肥利用效率的影响

研究表明,在磷钾肥施入量一定的前提下,随氮素施入量的增加氮肥利用率、产量的贡献率和氮收获指数先升高后降低,氮肥利用率、产量的贡献率在处理 3 均达到最高,分别为 19.34% 和 22.76%,处理 2 氮肥利用率最低,为 12.42%,与处理 3 差异显著($P<0.05$),处理 4 对产量的贡献率最低,为 10.15%,与各处理氮肥对产量贡献率呈极显著差异($P<0.01$),氮收获指数则是在处理 2 达到最高,为 90.15%,与其他处理差异显

著($P<0.05$);处理 2 氮肥农学效率、氮肥偏生产力、氮产投比均为最高,分别为 23.73、108.08、9.97,其次是处理 3,处理 4 氮肥对产量的贡献率、氮肥农学效率、氮肥偏生产力、氮产投比均最低,分别为 10.15、5.13、50.55、2.54,除处理 2 与处理 3、处理 4 间均呈极显著差异($P<0.01$);氮肥生理利用率随氮素施入量的增加而降低,处理 4 最低,为 50.04,处理 2 最高,为 327.66,处理 2 与其他处理间呈极显著差异($P<0.01$)。表 3

表 3 不同处理下氮肥利用效率变化

Table 3 Effect of different treatments on fertilizer utilization of N								
处理 Treatment	植株吸氮量 N uptake (g/株)	氮收获指数 NHI (%)	氮肥生理 利用率 (kg/kg)	氮肥利用率 NFUE (%)	氮肥对产量 贡献率 FCR (%)	氮肥农学 效率 NAE (kg/kg)	氮肥偏 生产力 PFPN (kg/kg)	氮产投比 NPIR
1	3.73 ^{dD}	93.26 ^{cB}	—	—	—	—	—	—
2	4.60 ^{bB}	114.95 ^{bB}	327.66 ^{aA}	12.42 ^{bA}	21.96 ^{aA}	23.73 ^{aA}	108.08 ^{aA}	9.97 ^{aA}
3	5.67 ^{aA}	89.93 ^{cB}	135.02 ^{bB}	19.34 ^{aA}	22.76 ^{aA}	17.40 ^{bB}	76.45 ^{bB}	9.24 ^{bB}
4	5.64 ^{aA}	90.88 ^{cB}	50.04 ^{cB}	14.69 ^{abA}	10.15 ^{bB}	5.13 ^{cC}	50.55 ^{cC}	2.54 ^{dD}
5	4.27 ^{cC}	238.89 ^{aA}	12.41 ^{dB}	7.71 ^{cB}	22.08 ^{aA}	23.90 ^{aA}	108.25 ^{aA}	6.70 ^{cC}

3 讨论

有研究认为,适宜的氮、钾肥施用量既能促进地上部植株生长^[13],又改善了根系的形态结构和分布^[14-15],过量的氮、钾肥使产量、品质和经济效益降低,且氮肥的抑制作用更为明显^[16]。而氮素过量可能会降低根际土壤微生物氮含量^[17],使大部分光合同化产物与氮形成蛋白质,影响光合产物的转化和输出^[18],且导致根系活力下降,不利

于对矿质养分的吸收利用和植株吸收养分的效率^[19]。试验中甜瓜的氮素利用率仅为 12.42%~19.34%,氮素过量对甜瓜果实生长的影响甚至比不施氮肥更严重,这与胡国智等^[8]的研究结果基本一致。

研究表明,适量的钾能促进植株对氮、磷、钾的吸收^[20],钾素累积到一定浓度时则会抑制对氮、磷的吸收^[21]。磷、钾间,氮、钾间,氮、磷间也表现出交互作用^[22,23]。研究显示,在一定范围内

增加氮素施用量有利于磷、钾素的吸收与利用,氮素过量会降低磷素和钾素的吸收量,这与孙永健^[5]的研究结论一致;研究还发现过量的磷素会抑制地上部氮、磷、钾素的吸收,不利于甜瓜植株和果实生长。

相关研究认为,氮素在植株体内的吸收积累量与施氮量、氮肥利用率等因素有关^[24],甜瓜氮肥利用效率与施氮量呈负相关关系^[8,13],岳文俊等^[25]得出在较低施氮量时,氮素被甜瓜植株充分吸收的机会较大,氮肥施入量大时供应的养分超出甜瓜吸收能力,造成吸收利用率低,每株甜瓜对氮、磷、钾的吸收量为 2.32 ~ 3.80、0.76 ~ 1.20、2.68 ~ 3.95 g/株;而陈波浪等^[26]得出:不同肥力水平下的立架栽培甜瓜,氮、磷、钾的吸收量分别为 3.81 ~ 5.38 g、1.40 ~ 1.64 g、12.89 ~ 16.66 g/株;研究结果得出,每株甜瓜对氮、磷、钾的吸收量分别为 3.73 ~ 5.67、0.39 ~ 0.79、10.45 ~ 13.15 g/株,主要原因可能与土壤基础养分含量、栽培方式、施肥量、品种等因素有关。

4 结 论

4.1 在磷钾肥一定的基础上,甜瓜主蔓长度与氮肥施用量成正比,甜瓜茎粗则呈现先增加后减少的趋势。

4.2 当优化施肥处理 N、P₂O₅、K₂O 分别为 300 kg/hm²、150 kg/hm²、180 kg/hm² 时,促进了甜瓜对磷、钾元素的吸收,对甜瓜果实生长和产量形成效果明显。

4.3 在磷钾肥一定的基础上,随氮素施入量的增加氮肥利用率、产量的贡献率和氮收获指数先升高后降低,氮肥利用率、产量的贡献率在优化施肥处理均达到最高,分别为 19.34 和 22.76。

4.4 氮收获指数、氮肥生理利用率、氮肥农学效率、氮肥偏生产力、氮产投比在 70% 优化施氮量处理均为最高,分别为 114.95%、327.66 kg/kg、23.73 kg/kg、108.08 kg/kg 和 9.97 kg/kg。

4.5 植株对氮素吸收量随施氮量的增加表现为先升高后降低的趋势,果实对氮素的吸收量表现出随施氮量的增加而增加的趋势;优化施肥与常规施肥相比,氮素吸收率提高 32.79%,氮肥利用率提高 11.63%。

参考文献 (References)

- [1] 王柳,张福漫,魏秀菊.不同氮肥对日光温室黄瓜品质和产量的影响[J].农业工程学报,2007,23(12):225-228.
WANG Liu,ZHANG Fuman,WEI Xiuju. Effects of different nitrogen fertilization levels on quality and yield of cucumber cultivated in solar greenhouse,2007,23(12):225-228.
- [2] 牛在垒,刘建辉,杜军志,等.不同氮、钾供肥量对厚皮甜瓜产量和品质的影响[J].北方园艺,2008,(10):8-12.
NIU Zailei,LIU Jianhui,DU Junzhi,et al. Effects of different amounts of nitrogen and potassium on yield and quality of musk [J]. *Northern Horticulture*, 2008, (10): 8-12.
- [3] 崔佩佩,丁玉川,焦晓燕,等.氮肥对作物的影响研究进展[J].山西农业科学,2017,45(4):663-668.
CUI Peipei,DING Yuchuan,JIAO Xiaoyan,et al. Research Advances on Effects of Nitrogen on Crops [J]. *Shanxi Agricultural Sciences*, 2017, 45(4): 663-668.
- [4] 李田,刘海河,张彦萍,等.外源硝酸铵对厚皮甜瓜坐果节位叶片衰老及果实产量和品质的影响[J].北方园艺,2018,(7):15-21.
LI Tian,LIU Haihe,ZHANG Yanping,et al. Effects of exogenous nitric acid on leaf senescence and fruit yield and quality of Muskmelon Fruit Set nodes [J]. *North horticulture*, 2018, (7): 15-21.
- [5] 孙永健,孙园园,刘树金,等.水分管理和氮肥运筹对水稻养分吸收、转运及分配的影响[J].作物学报,2011,37(12):2221-2232.
SUN Yongjian,SUN Yuanyuan,LIU Shujin,et al. Effects of water management and nitrogen application strategies on nutrient absorption, transfer, and distribution in rice [J]. *Acta Agronomica Sinica* 2011, 37(12): 2221-2232.
- [6] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等.中国农业面源污染形势估计及控制对策 I. 21 世纪初期中国农业面源污染的形势估计[J].中国农业科学,2004,37(7):1008-1017.
ZHANG Weili, WU Shuxia, JI Hongjie, et al. Estimation of agricultural non-point source pollution in China and the alleviating strategies [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(7): 1008-1017.
- [7] 王志丹.中国甜瓜产业经济发展研究[D].北京:中国农业科学院,2014.
WANG Zhidan. *Research on Economic Development of Chinese Melon* [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2014.
- [8] 胡国智,冯炯鑫,张炎,等.不同施氮量对甜瓜养分吸收、分配、利用及产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2013,19(3):760-766.
HU Guozhi, FENG Jiongxin, ZANG Yan, et al. Effects on nitrogen fertilization on nutrient uptake, assignment, utilization and yield of [J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*, 2013, 19(3): 760-766.

- [9] 李立昆, 李玉红, 司立征, 等. 不同施氮水平对厚皮甜瓜生长发育和产量品质的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(3): 150 – 153.
- LI Likun, LI Yuhong, SI Lizheng, et al. Effects of different nitrogen levels on growth and development, yield and quality of muskmelon[J]. *Acta Agriculturae Borealioccidentalis Sinica*, 2010, 19(3): 150 – 153.
- [10] 曹明, 黄植, 杨小锋, 等. 热带设施无土栽培氮肥水平对甜瓜产量和品质的影响[J]. 广东农业科学, 2013, (22): 86 – 89.
- CAO Ming, HUANG Zhi, YANG Xiaofeng, et al. Effects of nitrogen levels on yield and quality of tropical facilities soilless cultivated melon[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2013, (22): 86 – 89.
- [11] 胡国智, 冯炯鑫, 张炎, 等. 施氮对甜瓜干物质积累、分配及产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2014, (1): 29 – 32.
- HU Guozhi, FENG Jiongxing, ZHANG Yan, et al. Effect of fertilizing nitrogen on muskmelon's biomass accumulation, distribution, yield and quality. *Soil and Fertilizer in China*, 2014, (1): 29 – 32.
- [12] 许如意, 别之龙, 黄丹枫. 基质栽培中氮素浓度分段管理对网纹甜瓜干物质分配和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007, (6): 31 – 33.
- XU Ruyi, BIE Zhilong, HUANG Danfeng. Effects of different nitrogen concentration in different growth stage on the dry matter accumulation and of muskmelon[J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2007, (6): 31 – 33.
- [13] Molina J L, El – Sharkawy M A. Increasing crop productivity in cassava by fertilizing production of planting [J]. *Field Crops Research*, 1995, 44: 151 – 157.
- [14] Daria B, Gabriele M, Simon G, Shaul Y. Co – regulation of root hair tip growth by ROP GTPases and nitrogen source modulated pH [J]. *Plant Signaling and Behavior*, 2011, 6(3): 426 – 429.
- [15] 汪顺义, 李欢, 刘庆, 等. 氮钾互作对甘薯根系发育及碳氮代谢酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2015, 30(5): 167 – 173.
- WANG Sunyi, LI Huan, LIU Qing, et al. Interactive effects of nitrogen and potassium on root growth and leaf enzyme activities of sweet potato[J]. *Acta Agriculturae Boreali – Sinica*, 2015, 30(5): 167 – 173.
- [16] 薛亮, 马忠明, 杜少平. 沙漠绿洲灌区甜瓜氮磷钾用量优化模式研究[J]. 中国农业科学, 2015, 48(2): 303 – 313.
- XUE Liang, MA Zhongming, DU Shaoping. A Study of the optimized model of N, P, K fertilization on muskmelon in desert oasis area[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2015, 48(2): 303 – 313.
- [17] 赵俊晔, 于振文, 李延奇, 等. 施氮量对土壤无机氮分布和微生物量氮含量及小麦产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(4): 466 – 472.
- ZHAO Junhua, YU Zhenwen, LI Yanqi, et al. Effects of nitrogen application rate on soil inorganic nitrogen distribution, microbial biomass nitrogen content and yield of wheat[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2006, 12(4): 466 – 472.
- [18] 陈敏志, 陶勤南, 陈云香. 关于西瓜氮磷钾矿质营养生理特性的研究[J]. 园艺学报, 1991, 18(3): 227 – 232.
- CHEN Minzhi, TAO Qinnan, CHEN Yunxiang. Studies on the physiological properties of nitrogen phosphorus and potassium in watermelon[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1991, 18(3): 227 – 232.
- [19] Sainju U M, Singhand B P, Rahman S. Tomato root growth is influenced by tillage, cover cropping, and nitrogen fertilization[J]. *HortScience*, 2000, 35(1): 78 – 82.
- [20] 梁东丽, 吴庆强. 施钾对花生养分吸收及生长的影响[J]. 中国油料作物学报, 1999, 21(2): 49 – 51.
- LIANG Dongli, WU Qingqiang. Effect of potassium on nutrient uptake and growth of peanut. [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 1999, 21(2): 49 – 51.
- [21] 周可金, 马成泽, 许承保, 等. 施钾对花生养分吸收、产量与效益的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(11): 1917 – 1920.
- ZHOU Kejin, MA Chengze, XU Chengbao, et al. Effects of potash fertilizer on nutrient absorption by peanut and its yield and benefit [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(11): 1917 – 1920.
- [22] 田秀英, 石孝均. 不同施肥对稻麦养分吸收利用的影响[J]. 重庆师范学院学报(自然科学版), 2003, 20(2): 44 – 47.
- TIAN Xiuying, SHI Xiaojun. The effects of different fertilizers on the absorption and utilization of rice and [J]. *Journal of Chongqing Teachers (Nature Science Ed)*, 2003, 20(2): 44 – 47.
- [23] 董晓兵, 郝明德, 郭胜安, 等. 氮磷肥配施对羊草干草产量、养分吸收及品质影响[J]. 草地学报, 2014, 22(6): 1233 – 1238.
- DONG Xiaobing, HAO Mingde, GUO Shengan, et al. The effects of nitrogen fertilizer and phosphate fertilizer rates on the yield, nutrient uptake and quality of *Leymus Chinensis* [J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2014, 22(6): 1233 – 1238.
- [24] 李国锋, 何循宏, 徐立华, 等. 棉花专用包裹配方肥对棉株干物质和氮素积累与分配的影响[J]. 江苏农业学报, 2003, 19(2): 87 – 91.
- LI Guofeng, HE Xunhong, XU Lihua, et al. Effects of the cotton – formula fertilizer on accumulation and distribution of dry matter and nitrogen in cotton plant [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2003, 19(2): 87 – 91.
- [25] 岳文俊, 陈喜靖, 王维汉, 等. 不同氮处理对温室膜下滴灌甜瓜产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25(3): 461 – 469.
- YUE Wenjun, CHEN Xijing, WANG Weihang, et al. Effects of different nitrogen treatments on Yield and quality of Melon under

- mulch drip irrigation in greenhouse [J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer Science* 2019, 25 (3): 461 - 469.
- [26] 陈波浪, 吴海华, 曹公利, 等. 不同肥力水平下立架栽培甜瓜干物质累积和氮、磷、钾养分吸收特性[J]. *植物营养与肥料学报*, 2013, 19(1): 142 - 149.
- CHEN Bolang, WU Haihua, CAO Gongli, et al. Characteristics of dry matter accumulation and N, P and K assimilations of trellis cultivated melon under different fertility rates[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* 2013, 19(1): 146 - 153.
- [28] 周军, 张立新, 司立征, 等. 氮磷钾肥不同配比对甜瓜产量的效应[J]. *西北农业学报*, 2011, 20(6): 132 - 135.
- ZHOU Jun, ZHANG Lixin, SI Lizheng, et al. Effect of different ratios of nitrogen, phosphorus and potassium application on yield responses of muskmelon[J]. *Acta Agricultural Borealioccidentalis Sinica*, 2011, 20(6): 132 - 135.

Effects of Different Nitrogen Application Rates on Growth, Nutrient Absorption and Utilization of Muskmelon in Facilities

LIU Zhigang¹, REN Hongsong¹, LI Haifeng¹, ZHANG Yihe², Maimaiti Aihemaiti³, Huxidan Maimaiti¹,
Nuerziyeguli Mahemuti⁴, Amuti Kuerban¹, WANG Ruihua¹, GAN Fuhua²

(1. *Turpan Research Institute of Agricultural Sciences, Xinjiang academy of Agricultural Sciences, Turpan Xinjiang 838000, China*; 2. *Agricultural Technology Extension Center of Turpan City, Turpan Xinjiang 838000, China*; 3. *Agricultural Technology Extension Station of Toksun County Yilahu Town, Toksun Xinjiang 838103, China*; 4. *Agricultural Product Quality and Safety Testing Center in Toksun County, Toksun Xinjiang 838100, China*)

Abstract: **[Objective]** To study the effects of different nitrogen application rates on the growth, development and nutrient absorption and utilization of protected melon in the hope of providing reference for determining the best nitrogen application rate, improving the utilization rate of chemical fertilizer and reducing the application efficiency of chemical fertilizer. **[Methods]** muskmelon, a local variety in Turpan, Xinjiang, was used as the test material to analyze the effects of different nitrogen application on the growth and development of muskmelon and the nitrogen absorption and utilization under the condition of facility. **[Results]** Based on the application of a certain amount of P and K fertilizer, the growth curve of main vine and stem diameter in the growth period was "slow fast slow" three stages, and the length of main vine was in direct proportion to the amount of nitrogen application. With the increase of nitrogen application, the plant stem diameter, fruit vertical diameter, horizontal diameter and nitrogen absorption increased first and then decreased, and the optimized fertilization, compared with conventional fertilization, the nitrogen absorption rate and nitrogen utilization rate increased by 32.79% and 11.63% respectively. Excessive application of nitrogen reduced the contribution rate of nitrogen to yield, agronomic efficiency of nitrogen, partial productivity of nitrogen, physiological utilization rate of nitrogen and the ratio of nitrogen production to investment. **[Conclusion]** On the basis of ensuring the yield and quality of muskmelon and on the basis of optimizing fertilization, formula fertilization was carried out according to the soil fertility to increase the application of organic fertilizer. And according to the law of fertilizer requirement for melon growth results, nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer should be applied scientifically and reasonably to realize the efficient utilization of nitrogen fertilizer, improve the utilization rate of nitrogen fertilizer, reduce the application of chemical fertilizer and pesticide, and reduce the production cost in Turpan, thus efficiently increasing farmers' income and providing technical guarantee.

Key words: muskmelon; nitrogen; growth and development; chemical fertilizer; absorption and utilization

Fund project: Supported by Basic Scientific R & D Program of Public Welfare Research Institutions of Xinjiang Uygur Autonomous Region of China "Study on Mechanism and Regulation of Premature Senescence of Melon Plants" and Cultivated Land Protection and Quality Improvement Project in Turpan City in 2019

Correspondence author: GAN Fuhua (1980 -), male, senior agronomist, master's degree, mainly engaged in horticultural crop cultivation, soil, fertilizer and water technology promotion, etc. (E-mail) 63825078@qq.com