

曾博玲,孙 权,刘 喆,等. 不同施氮量对樱桃番茄生长、品质和氮素积累量的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(1):148-154.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.01.022

不同施氮量对樱桃番茄生长、品质和氮素积累量的影响

曾博玲,孙 权,刘 喆,王灵娟,戴鹏飞,解昊郡

(宁夏大学农学院,宁夏银川 750021)

摘要:为探究滴灌条件下宁夏沙漠拱棚樱桃番茄种植过程中的合理氮肥施用参数,以宁夏平原北部沙漠拱棚滴灌樱桃番茄品种风珠为试验材料,在常规土壤理化性质测定的基础上进行田间试验,通过设置 6 个不同梯度的氮肥试验(以 N 计, $N_0:0\text{ kg/hm}^2$ 、 $N_1:225\text{ kg/hm}^2$ 、 $N_2:450\text{ kg/hm}^2$ 、 $N_3:675\text{ kg/hm}^2$ 、 $N_4:900\text{ kg/hm}^2$ 、 $N_5:1\,125\text{ kg/hm}^2$),研究不同施氮量对樱桃番茄生长、品质、产量和氮素积累量的影响。结果表明,相较于不施肥处理,施用氮肥可显著影响樱桃番茄的产量和品质。随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄品质指标含量表现为先增加后减少的趋势,施氮量为 900 kg/hm^2 时,可溶性固形物含量最高;施氮量为 675 kg/hm^2 时,樱桃番茄的可溶性糖、总酸、维生素 C 含量及糖酸比最高。同时,施氮量为 675 kg/hm^2 时,对樱桃番茄植株生长发育、品质及产量的影响与施用 450 kg/hm^2 氮处理间无显著差异。但施氮量为 450 kg/hm^2 时,樱桃番茄植株总干物质质量和总氮素积累量达最大,分别为 $9\,130.06$ 、 189.90 kg/hm^2 。分析表明,试验地现有樱桃番茄种植条件下,氮肥的最佳施用量应为 450 kg/hm^2 ,此施氮条件下增产且樱桃番茄品质较优,干物质质量和氮素积累量也得到提升,是适宜的减量增效施氮量。

关键词:樱桃番茄;施氮量;产量;品质;氮素积累

中图分类号:S641.206 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)01-0148-06

随着我国农业供给侧改革,设施蔬菜栽培种植规模逐年增加。2019 年,我国蔬菜播种面积与产量分别达 $2\,086.27\text{ 万 hm}^2$ 和 7.21 亿 t ,全国设施蔬菜播种面积和产量更是占到了蔬菜总播种面积和总产量的 20% 和 30% 以上^[1-2]。同时,迅猛发展的设施蔬菜产业已成为宁夏经济发展主要的支柱产业之一^[3],尤其是宁夏设施番茄的种植面积逐渐扩大。2020 年,宁夏番茄主栽品种播种总面积 $13\,162.914\text{ hm}^2$,其中,大中拱棚 $1\,528.026\text{ hm}^2$ ^[4]。番茄培育过程中,其采收期长、产量大,对养分供应需求量较大^[5],但农户在实际栽培种植过程中大量施用氮肥,使氮肥使用过量现象愈发严重。氮肥施用过量不但不能增产,还会严重影响番茄植株氮素积累,同时还会影响番茄果实品质,造成环境的污染和资源的浪费^[6-8]。大量研究表明,氮肥的施用对番茄产量有着重要影响。毕晓庆等的研究表明,氮肥的施用可显著影响番茄的产量,随着氮肥施用

量增加产量显著提升,施用氮肥量为 360 kg/hm^2 时番茄产量最高,达到风味最佳则需要施氮量为 450 kg/hm^2 ^[9]。肖丽等研究发现,在氮肥用量达到一定值后,氮肥过量会导致肥料的浪费,并使番茄产量有所下降^[10]。

关于不同氮肥施用量对番茄生长、品质及氮素吸收的影响,不少学者进行了相关研究。韩雪等的研究表明,温室番茄的产量与品质会随着施用氮量增加而增加,但过量的氮肥施用反而会引起产量与品质的下降,施氮肥量为 300 kg/hm^2 时,叶片相对叶绿素含量、产量及品质均有所提高,在促进番茄良好生长发育的情况下减少了肥料的投入与浪费^[11]。谢安坤等进行了有机肥复配氮肥的番茄种植试验,结果表明,氮肥的施用量对于可溶性糖与维生素 C 的含量均有一定影响^[12]。前人研究表明,合理施用氮肥在一定程度上不仅能够促进番茄植株生长发育、提高番茄品质和产量,还能增加番茄植株干物质和氮素积累,因此,探究不同浓度氮肥对番茄的影响对番茄产业的“减本增效”具有指导意义。

本研究以不同施氮量为基础,以樱桃番茄风珠作为指示性作物,通过探究不同的施氮量对宁夏平原北部沙漠拱棚樱桃番茄生长、品质、产量和氮素

收稿日期:2023-03-07

基金项目:宁夏回族自治区重点研发计划(编号:2020BBF02021)。

作者简介:曾博玲(1997—),女,宁夏中宁人,硕士研究生,主要从事水肥资源高效利用研究。E-mail:18395166290@163.com。

通信作者:孙 权,博士,教授,博士生导师,主要从事水肥高效利用理论与实践研究。E-mail:sqnxu@sina.com。

积累量的影响,揭示不同施氮量下樱桃番茄不同器官的氮磷钾积累量变化规律,旨在为宁夏樱桃番茄产业的合理发展提供理论指导,对于农业的减本增效具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2021 年 5 月至 10 月在宁夏华泰农农业科技发展有限公司沙漠瓜菜种植示范园区温室大棚内进行。该示范区地处 106°78'E,38°84'N,位于宁夏银川平原北部、黄河中下游,属温带半干旱荒漠气候,年平均气温在 9.2℃,夏季逐月平均气温在 20℃ 以上,生长期年平均 219 d,无霜期年平均 175 d,年平均日照时数 3 051.4 h,热量丰富、日照充足,适宜的光热条件为樱桃番茄的种植提供了绝佳的环境,樱桃番茄含糖量较高,且酸度适中。气温年较差平均为 31.8℃,极端最高气温为 38.9℃,

极端最低气温为 -20℃ 以下,昼夜剧烈的温度起伏,对于有机质的积累也有一定促进作用。年度平均的降水量为 177.0 mm,年度平均的蒸发量为 1 755 mm,干旱且少雨,同时蒸发强烈,年蒸发量是降水量的近 10 倍。

1.2 试验材料

供试番茄品种为樱桃番茄凤珠。于 2021 年 5 月 24 日定植,9 月 29 日拉秧,全生育期共 122 d。采用人工起垄,垄上双行种植,垄宽 1.6 m,株距 45 cm,行距 50 cm,每垄 2 行,1 垄作为 1 个小区,每个小区面积为 35 m²,每个小区重复 2 次;樱桃番茄全生育期内共采摘果实 8 次,首次采果时间为 2021 年 8 月 1 日,最后一次采果时间为 2021 年 9 月 29 日。

供试土壤为典型的风沙土,土质松软透水透气性良好,但保水保肥能力差,土壤肥力贫瘠。其 0~20、20~40 cm 耕层土壤基本理化性质见表 1。

表 1 供试土壤基本理化性质

土层深度 (cm)	容重 (g/cm ³)	田间持水量 (%)	pH 值	全盐含量 (g/kg)	有机质含量 (g/kg)	碱解氮含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
0~20	1.46	16.58	8.89	0.34	2.32	2.92	12.46	77.56
20~40	1.51	15.56	8.88	0.33	1.56	2.68	13.92	68.58

1.3 试验设计

试验采用单因素多水平随机区组设计,根据目标产量确定各处理的氮肥施用量。在统一施用磷肥、钾肥的基础上,共设置 6 个处理,氮(N)施用量分别为 0、225、450、675、900、1 125 kg/hm²,分别以 N0、N1、N2、N3、N4 和 N5 表示,重复 2 次,所有处理随机区组排列。起垄前一次性基施有机肥 4 500 kg/hm²,P₂O₅ 施用量为 90 kg/hm²,K₂O 施用量为 825 kg/hm²;有机肥为芝麻饼肥;氮肥用尿素(N≥46%)、磷肥用 85% 磷酸溶液(P₂O₅≥61.6%)、钾肥用水溶性粉状硫酸钾(K₂O≥52%),均由宁夏润禾丰生物科技有限公司提供。灌溉方式采用番茄根区膜下滴灌;氮肥、磷肥、钾肥等比例分为 10 份,分别在樱桃番茄苗期、初花期、初果期、盛果期通过滴灌系统施入。樱桃番茄整个生育期内除追施氮肥量不同外,其他日常管理同企业一般温室大棚日常管理。

1.4 项目测定

1.4.1 土壤理化性质的测定 处理前采集 0~20、20~40 cm 基础土样。采用常规分析方法,容重和

田间持水量采用环刀法测定。pH 值采用 pH 计(土水比 1:5)测定;全盐含量采用电导率法测定;有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定;碱解氮含量采用碱解扩散法测定;有效磷含量采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法测定;速效钾含量采用 NH₄OAc 浸提-火焰光度法测定^[13]。

1.4.2 樱桃番茄生长指标的测定 在樱桃番茄结果盛期每个处理随机选取 6 株长势均一的植株,测定樱桃番茄的株高、茎粗、花序数及叶片叶绿素含量(SPAD 值)。采用钢卷尺测定株高(植株基部至最高点的垂直距离),采用游标卡尺测量地上部 1 cm 处的茎粗,并记录每株花序数;采用 SPAD-502 便携式叶绿素仪对植株功能叶片的叶绿素含量进行测定,测定时选择功能叶片中部,避开叶脉和有损伤的部位,每株重复测定 3 次取其平均值。

1.4.3 樱桃番茄光合指标的测定 在樱桃番茄结果盛期每个处理随机选取 6 株长势均一的植株,使用 LI-6400XT 便携式光合作用测定仪对植株功能叶片的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率、胞间 CO₂ 浓度、水分有效利用率等光合参数进行测定。选择

晴朗的天气,测定时间在 09:00—11:00,每个处理选取 3 张完整的功能叶片,3 次重复,测量时叶片充满叶室,垂直光照。

1.4.4 樱桃番茄产量及品质的测定 在整个生育期内共采集樱桃番茄果实 8 次,对每个小区的每一茬番茄均称质量计产,同时记录植株数量,计算得出每个处理番茄每公顷的总产量。在樱桃番茄盛果期对第 2 茬果实进行采摘,随机采集各氮肥处理具有代表性的果实样品,选取适量成熟度一致的番茄用搅拌机打成匀浆测定其品质。采用手持糖度计对果实中可溶性固形物含量进行测定,采用蒽酮比色法对可溶性糖含量进行测定^[14];采用标准 NaOH 溶液滴定法对总酸含量进行测定,采用钼蓝比色法对维生素 C 含量进行测定;依据公式:糖酸比 = 可溶性固形物含量/总酸含量计算糖酸比。

1.4.5 樱桃番茄各器官干物质质量及氮素积累量的测定 在樱桃番茄结果盛期,每个处理采集 2 株长势均一、具有代表性的植株,将各器官按根、茎、叶、果实分开,置于烘箱中 105 ℃ 杀青 30 min,然后将温度调至 60 ℃ 烘至恒质量,称质量后粉碎进行氮含量的测定。植株样品经 H₂SO₄ - H₂O₂ 消煮后,采用凯氏定氮法测定全氮含量;并依据公式:植株氮素积

累量(kg/hm²) = 植株干物质质量(kg/hm²) × 植株含氮量(%)计算植株植株氮素积累量^[15]。

1.5 统计分析

采用 Microsoft Excel 2010 软件进行数据计算并作图;采用 SPSS 20.0 统计软件进行方差分析,对相关性指标进行显著性检验($\alpha=0.05,n=6$)。

2 结果与分析

2.1 不同施氮量对樱桃番茄生长指标及 SPAD 值的影响

由表 2 可知,随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄株高先增加而后保持相对稳定,茎粗、花序数和 SPAD 值呈先升高后降低的趋势。N3 处理下植株株高、茎粗均最大,显著高于不施氮肥的 N0 处理,且与 N4 处理相比无显著差异;N3 处理下植株花序数最多,与不施氮肥的 N0 处理及施氮肥的 N5 处理间存在显著差异($P<0.05$);N4 处理樱桃番茄叶片 SPAD 值最高,与其他各处理间均存在显著差异($P<0.05$),氮肥施用量超过 900 kg/hm² 时 SPAD 值下降。可见,施用适量氮肥可促进樱桃番茄生长发育,增加樱桃番茄株高、茎粗、花序数及 SPAD 值,但施用量过多或过少会对其产生抑制作用。

表 2 不同施氮量对樱桃番茄生长指标及叶绿素含量的影响

处理	株高 (cm)	茎粗 (mm)	花序数 (个)	SPAD 值
N0	221.67 ± 3.08d	16.49 ± 0.53c	29.17 ± 2.79c	61.95 ± 1.52d
N1	223.17 ± 4.54cd	19.27 ± 1.56ab	33.83 ± 2.71ab	63.77 ± 1.70bcd
N2	226.00 ± 2.37bc	20.01 ± 0.78ab	34.67 ± 3.56ab	62.90 ± 2.20cd
N3	231.17 ± 2.71a	20.21 ± 0.89a	35.17 ± 3.25a	65.03 ± 0.31b
N4	229.67 ± 4.32ab	19.40 ± 1.23ab	33.83 ± 2.23ab	69.40 ± 1.68a
N5	230.17 ± 2.32a	18.77 ± 0.93b	31.00 ± 3.85bc	64.37 ± 0.63bc

注:表中同列数据后不同小写字母表示不同处理间数据差异显著($P<0.05$)。下表同。

2.2 不同施氮量对樱桃番茄光合作用的影响

由表 3 可知,随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄叶片的净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度、蒸腾速率、水分利用率等光合参数总体表现为先增加后降低的变化趋势。N3 处理下净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度及蒸腾速率均最大,显著高于不施氮肥的 N0 处理($P<0.05$),较不施氮肥处理分别增高 68.16%、95.98%、65.00%、54.42%。N2、N3、N4 处理可显著增加叶片的净光合速率,与 N0、N1、N5 处理间存在显著差异($P<0.05$);各施肥处理间

气孔导度无显著差异,但与 N0 处理相比 N1、N2、N3、N4、N5 处理下气孔导度均有显著增加($P<0.05$);N2、N3、N4 处理之间叶片的蒸腾速率和胞间 CO₂ 浓度无显著差异。N2 处理下水分利用率最高,显著高于 N0、N3、N4、N5 处理($P<0.05$),但与 N1 处理无显著差异。可见,适当的氮肥施用有利于樱桃番茄叶片进行光合作用,增大净光合速率,有效提高水分利用率,但施氮量过多反而影响光合速率。

2.3 不同施氮量对樱桃番茄品质的影响

由表 4 可知,各处理樱桃番茄果实品质随着氮

表 3 不同施氮量对樱桃番茄光合作用的影响

处理	净光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	气孔导度 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	胞间 CO_2 浓度 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	蒸腾速率 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	水分利用率 (g/kg)
N0	12.53 ± 0.21b	74.33 ± 4.16b	80.00 ± 13.00c	3.51 ± 0.17b	3.57 ± 0.14b
N1	14.17 ± 4.61b	130.67 ± 5.86a	109.33 ± 12.06ab	4.14 ± 0.57b	3.97 ± 0.28ab
N2	18.50 ± 0.46a	119.67 ± 16.04a	131.00 ± 25.24a	5.32 ± 0.32a	4.53 ± 0.26a
N3	21.07 ± 0.91a	145.67 ± 37.29a	132.00 ± 5.00a	5.42 ± 0.47a	3.69 ± 0.30b
N4	19.90 ± 0.20a	143.00 ± 12.00a	117.00 ± 18.68a	5.10 ± 0.33a	3.89 ± 0.46b
N5	12.87 ± 2.40b	133.67 ± 13.65a	87.00 ± 8.19bc	3.67 ± 0.42b	3.45 ± 0.45b

肥施用量的增加,其可溶性固形物、可溶性糖、总酸、维生素 C 含量及糖酸比均呈先升高后降低的趋势。樱桃番茄在 N4 处理下的可溶性固形物含量最高,与其他各处理间均存在显著差异($P < 0.05$),N1 处理与 N5 处理间差异不显著;相较于 N0 处理,各施氮肥处理均显著升高($P < 0.05$),分别提高 22.26%、13.84%、27.68%、30.68%、20.76%。N3 处理下樱桃番茄可溶性糖、总酸含量及糖酸比均达最大,与不施氮肥的 N0 处理相比分别增加 46.10%、9.38%、30.76%;N3 处理可溶性糖含量与其他各处理相比存在显著差异($P < 0.05$),总酸含

量与其他各处理间相比无明显差异,N3 与 N1、N2、N4 处理之间糖酸比无显著差异,但与 N0、N5 处理存在显著差异($P < 0.05$)。N3 处理下樱桃番茄维生素 C 含量最高,与 N1、N2、N4 处理之间无显著差异,但与 N0、N5 处理之间存在显著差异($P < 0.05$),分别较 N0、N1、N2、N4、N5 处理提高 40.29%、39.18%、31.38%、7.00%、18.54%。可见,在一定范围内,氮肥施用量的增加会显著增加樱桃番茄果实内可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C 含量及糖酸比,对樱桃番茄内总酸含量的影响较为稳定。

表 4 不同氮肥施用量对樱桃番茄品质的影响

处理	可溶性固形物含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	总酸含量 (%)	糖酸比	维生素 C 含量 (mg/kg)
N0	8.67 ± 0.12e	4.49 ± 0.12e	0.32 ± 0.04a	14.40 ± 1.96b	375.41 ± 6.86b
N1	10.60 ± 0.00c	5.39 ± 0.14c	0.33 ± 0.03a	16.27 ± 1.27ab	378.41 ± 42.69ab
N2	9.87 ± 0.12d	5.76 ± 0.14b	0.34 ± 0.03a	17.08 ± 1.34ab	400.87 ± 14.44ab
N3	11.07 ± 0.12b	6.56 ± 0.22a	0.35 ± 0.04a	18.83 ± 1.29a	526.66 ± 112.34a
N4	11.33 ± 0.12a	5.77 ± 0.09b	0.34 ± 0.04a	17.21 ± 2.10ab	492.21 ± 68.03ab
N5	10.47 ± 0.12c	4.94 ± 0.28d	0.33 ± 0.02a	15.12 ± 0.09b	444.29 ± 49.42b

2.4 不同施氮量对樱桃番茄植株干物质及氮素积累量的影响

由表 5 可知,随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄的总植株干物质质量和总氮素积累量先增后减,N2 处理下两者积累量达最大,相比不施氮肥的 N0 处理分别增加了 87.76%、89.88%。增施氮肥 N2、N3 处理的总干物质质量和氮素积累量显著高于不施氮肥的 N0 处理($P < 0.05$);但当氮肥施用量达到 $675 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,总植株干物质质量和氮素积累量有所下降。樱桃番茄各器官干物质质量呈现出茎 > 叶 > 果实 > 根的趋势。N4 处理下根部干物质质量和氮素积累量最大,与 N0、N1、N2 处理存在显著差异

($P < 0.05$);N2 处理下茎、叶、果实干物质质量和氮素积累量均最大,显著高于不施氮肥的 N0 处理($P < 0.05$)。可见,不同氮肥施用量处理下,适量施用氮肥能够提高果实干物质的积累,使植株获得最大的干物质质量和氮素积累量,过量施用氮肥反而不利于樱桃番茄果实对氮素的积累。

2.5 不同施氮量对樱桃番茄产量的影响

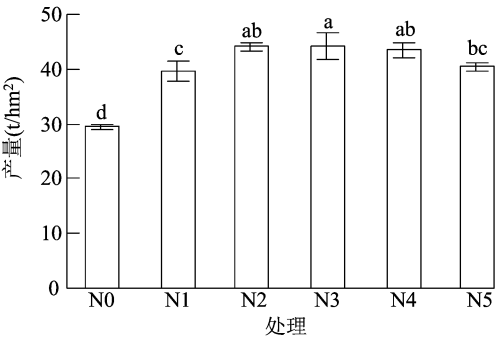
由图 1 可知,随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄的总产量呈现先增加后降低的趋势。与不施氮肥的 N0 处理相比,不同施氮肥处理均显著提高了樱桃番茄的产量($P < 0.05$),增产幅度为 34.48% ~ 50.26%。其中,N3 处理对樱桃番茄总产量的增加

表 5 不同施氮量对樱桃番茄各器官干物质及氮素积累量的影响

处理	干物质量(kg/hm ²)				
	根	茎	叶	果实	总计
N0	101.49 ± 6.14d	2 524.82 ± 403.92b	1 416.90 ± 307.43c	819.24 ± 145.47b	4 862.53 ± 862.95c
N1	144.81 ± 2.10c	2 825.06 ± 302.58b	1 787.06 ± 123.16bc	864.84 ± 375.47b	5 621.77 ± 198.16bc
N2	150.18 ± 6.14bc	4 422.40 ± 972.38a	2 517.04 ± 562.64a	2 040.45 ± 603.06a	9 130.06 ± 925.83a
N3	161.61 ± 10.67ab	3 472.17 ± 611.62ab	2 215.43 ± 74.68ab	1 177.89 ± 44.29ab	7 027.10 ± 652.67b
N4	169.61 ± 5.18a	3 175.93 ± 149.03ab	1 942.96 ± 102.48abc	1 257.55 ± 55.44ab	6 546.05 ± 107.16bc
N5	167.21 ± 2.43a	2 935.23 ± 184.58b	1 802.04 ± 109.75bc	1 100.52 ± 517.38ab	6 004.99 ± 809.29bc

处理	氮素积累量(kg/hm ²)				
	根	茎	叶	果实	总计
N0	1.58 ± 0.01d	36.95 ± 6.14b	41.72 ± 11.50b	19.77 ± 2.89b	100.01 ± 20.54c
N1	2.27 ± 0.13c	47.75 ± 6.78ab	50.43 ± 4.08ab	20.30 ± 9.75b	120.74 ± 7.19bc
N2	2.47 ± 0.07c	85.73 ± 31.74a	62.96 ± 5.96a	38.76 ± 11.11a	189.90 ± 26.53a
N3	2.76 ± 0.18b	65.20 ± 19.00ab	58.29 ± 1.70a	21.16 ± 1.47ab	147.39 ± 19.40ab
N4	3.10 ± 0.01a	55.54 ± 1.44ab	54.44 ± 3.10ab	21.11 ± 0.30ab	134.17 ± 1.36bc
N5	2.95 ± 0.01b	45.44 ± 7.21ab	49.88 ± 5.62ab	17.78 ± 7.93b	116.04 ± 20.77bc

最为显著,产量最大,为 44.288 t/hm²,与 N0、N1、N2、N4、N5 处理相比分别增产 14.813、4.650、0.203、0.700、3.781 t/hm²,增产率分别为 50.26%、11.73%、0.46%、1.61%、9.33%,其中,N3 和 N2、N4 处理间无显著差异,但与 N1、N5 处理间差异显著($P<0.05$);与 N0 处理相比,N2 处理也显著提高了樱桃番茄产量,但与 N3 处理相比降低了氮肥的用量和投入,表明 450 kg/hm² 为该地区最佳氮肥施用量。可见,在一定的氮肥施用量范围内,增加施氮量可以显著提高樱桃番茄产量,但施氮量超过一定的限度,进一步增加施氮量会导致樱桃番茄产量下降,甚至造成氮肥浪费。



不同小写字母表示不同处理间差异达显著水平($P<0.05$)
图1 不同施氮量对樱桃番茄产量的影响

3 讨论

合理施用氮肥有利于樱桃番茄生长发育,提高樱桃番茄的株高、茎粗、花序数及 SPAD 值,促进植

株光合作用,对于提高樱桃番茄产量具有促进作用。本研究发现,随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄株高呈不断上升的趋势,与徐健等的研究结果^[16]一致;说明氮肥施用过量会引起樱桃番茄植株不必要的生长发育。景博等研究发现,适宜的施氮量有利于促进番茄茎粗的增加,番茄茎粗大小随着氮肥施用量的增加呈先增大后减小的趋势^[17],本试验的茎粗变化规律与之大致相同,且各施氮肥处理的茎粗与不施氮肥处理存在显著差异。氮素是植物叶绿素不可或缺的组成部分,对于植物生长时的光合作用有直接和间接的影响^[18]。试验结果表明,随着氮肥施用量的增加 SPAD 值开始升高,并在达到氮肥施用量临界点开始下降,这与前人研究结果^[19-20]相一致;施氮肥处理 SPAD 值均高于不施氮肥处理,施氮量为 675 kg/hm² 时樱桃番茄叶片的净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度及蒸腾速率达到最大,提示适宜的氮肥施用量对于叶绿素的形成和光合作用有促进影响。在本研究中,随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄总产量呈先增加后减少的趋势,施氮量为 675 kg/hm² 时,樱桃番茄产量最高,但与施氮量为 450 kg/hm² 时的产量差异不明显,过量的氮肥施用反而会导致产量下降,这与潘明权的研究结果^[21]一致。

氮肥施用量对樱桃番茄的品质也有一定的影响,本研究中,樱桃番茄各施氮肥处理的品质较不施氮肥处理均有所提高。本研究结果表明,适量的

氮肥施用量可增加樱桃番茄果实中可溶性固形物、可溶性糖、总酸、维生素 C 的含量,提升樱桃番茄品质,这与前人的研究结果^[22-23]一致。过少或过多地施用氮肥反而会导致可溶性糖含量有所下降,可溶性固形物含量与可溶性糖含量具有关联性,所以二者的变化趋势基本达到一致^[24]。施氮量为 675 kg/hm^2 时,樱桃番茄维生素 C 含量达最大,但氮肥用量超过一定值后维生素 C 含量不再增加且呈下降趋势。樱桃番茄的糖酸比随氮肥施用量的增加呈现先升高后降低的趋势,与刘中良等的研究结果^[25]一致。合理施用氮肥提高了樱桃番茄的品质。

前人研究表明,氮肥施用量会影响樱桃番茄植株干物质和氮素的积累^[15,26]。本研究中,随着氮肥施用量的增加,樱桃番茄各器官及植株总干物质质量和氮素积累量均呈增加的趋势,当施氮量超过 450 kg/hm^2 时,植株总干物质质量和氮素积累量均开始降低,与史亮亮等的研究结果^[27-28]一致。可见,适量施用氮肥能够提高果实干物质的积累,使植株获得最大的干物质质量和氮素积累量,过量的施氮量则会抑制樱桃番茄各器官对氮素的积累。

4 结论

在统一施用磷肥、钾肥的基础上,研究不同施氮量对宁夏平原北部地区沙漠拱棚樱桃番茄生长、品质和氮素积累量的影响,发现樱桃番茄品质指标含量随施氮量的增加呈先增加后减少的趋势,施氮量为 675 kg/hm^2 时,樱桃番茄的可溶性糖、总酸、维生素 C 含量及糖酸比最高。但该施氮量处理下对樱桃番茄植株生长发育、品质及产量的影响与施用 450 kg/hm^2 氮处理之间无显著差异,并且施氮量为 450 kg/hm^2 时樱桃番茄植株干物质质量和氮素积累量达到最大。因此,在接近本土壤营养状况和拱棚种植基施有机肥的前提条件下,以樱桃番茄凤珠为栽培品种,施氮量为 450 kg/hm^2 时既增产,又减少了氮肥施用量,且品质较优,干物质质量和氮素积累量也得到提升,因此氮肥施用量为 450 kg/hm^2 ,是适宜的减量增效施氮量。

参考文献:

- [1]国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴 2021 [M]. 北京:中国统计出版社,2021.
- [2]中投顾问产业研究中心. 全国设施蔬菜种植面积和分布情况 [EB/OL]. (2021-12-26) [2022-02-22]. <https://www.aisoutu.com/a/1335248>.
- [3]戴仲龙. 宁夏引黄灌区日光温室不同水平的氮肥对番茄生长发育果实产量的影响[J]. 现代园艺,2017(18):5-6.
- [4]牛艳,王晓静,陈翔,等. 中国番茄产业发展的现状问题和对策及宁夏番茄产业发展成效[J]. 黑龙江农业科学,2022(12):70-74.
- [5]梁静,王丽英,陈清,等. 我国设施番茄氮肥施用量现状及其利用率、产量影响和地力贡献率分析评价[J]. 中国蔬菜,2015(10):16-21.
- [6]沙海宁,孙权,李建设,等. 不同施氮量对设施番茄生长与产量的影响及最佳用量[J]. 西北农业学报,2010,19(3):104-108.
- [7]Liang L Z, Zhao X, Yi X Y, et al. Excessive application of nitrogen and phosphorus fertilizers induces soil acidification and phosphorus enrichment during vegetable production in Yangtze River Delta, China [J]. Soil Use and Management,2013,29(2):161-168.
- [8]王新,马富裕,刁明,等. 不同施氮水平下加工番茄植株生长和氮素积累与利用率的动态模拟[J]. 应用生态学报,2014,25(4):1043-1050.
- [9]毕晓庆,山楠,杜连凤,等. 氮肥用量对设施滴灌栽培番茄产量品质及土壤硝态氮累积的影响[J]. 农业环境科学学报,2013,32(11):2246-2250.
- [10]肖丽,马明胜,刘廷祥. 不同施氮量对番茄产量、肥料利用率的影响[J]. 农业开发与装备,2019(5):143-144.
- [11]韩雪,曲梅,李银坤,等. 不同施肥水平对温室番茄生长、氮吸收及产量品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2021(2):162-169.
- [12]谢安坤,李志宏,张云贵,等. 不同施氮水平对番茄产量、品质及土壤剖面硝态氮的影响[J]. 中国土壤与肥料,2011(1):26-29,68.
- [13]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2000:30-34,44-48,56-57,74-76,81-83,106-107.
- [14]王学奎,黄见良. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2015:171,272-273.
- [15]高志英,陈梅,樊蕾,等. 不同氮肥用量下设施秋冬茬番茄干物质及氮素的积累动态[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2019,39(6):62-70.
- [16]徐健,张小华,应学兵,等. 不同氮肥用量对番茄生长及植株养分含量的影响[J]. 长江蔬菜,2017(8):66-68.
- [17]景博,牛宁,张文龙,等. 不同施氮量对加工番茄生长及土壤氮素平衡的影响[J]. 新疆农业科学,2020,57(10):1830-1838.
- [18]吴巍,赵军. 植物对氮素吸收利用的研究进展[J]. 中国农学通报,2010,26(13):75-78.
- [19]张艳玲,宋述尧. 氮素营养对番茄生长发育及产量的影响[J]. 北方园艺,2008(2):25-26.
- [20]王激清,刘社平. 施氮量对番茄生长发育和氮肥利用率的影响[J]. 河南农业科学,2015,44(2):94-97.
- [21]潘明权. 不同氮肥施用量对秋番茄产量的影响[J]. 河南农业,2018(17):24-25.
- [22]Xing Y Y, Zhang F C, Zhang Y, et al. Effect of irrigation and fertilizer coupling on greenhouse tomato yield, quality, water and nitrogen utilization under fertigation [J]. Scientia Agricultura Sinica,2015(12):23-25.

于二汝,袁婷婷,杨航,等. 15 份紫叶紫苏品系叶片色素含量与主要农艺性状的综合评价[J]. 江苏农业科学,2024,52(1):154-162.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.01.023

15 份紫叶紫苏品系叶片色素含量 与主要农艺性状的综合评价

于二汝,袁婷婷,杨航,向依,李慧琳,奉斌,潘金卫,林卫红

(贵州省农业科学院贵州省油料研究所,贵州贵阳 550006)

摘要:紫叶紫苏是我国药用、菜用紫苏的主要来源,为了促进紫叶紫苏的开发利用,针对从国内收集的 15 份紫叶紫苏,开展叶色生理基础研究和主要农艺性状的调查与分析,并运用因子分析和聚类分析等方法对材料进行综合评价。结果表明,15 份紫苏材料的叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素、花色苷含量分别为 0.55 ~ 1.00 mg/L、0.26 ~ 0.46 mg/L、0.22 ~ 0.38 mg/L 和 0.22 ~ 0.67 U/g(以鲜质量计),叶上表面为紫绿色的紫苏叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量均较低,叶上表面为紫色的紫苏花色苷含量高。紫苏生育期和 15 个农艺性状的变异系数为 4.4% ~ 38.0%,以单株籽粒质量最大,其次为总穗数、叶片数和叶片质量,变异系数依次为 33.3%、30.0% 和 28.0%。15 份紫苏单株的叶片质量、枝干质量和籽粒质量分别为 0.030 ~ 0.112 kg、0.222 ~ 0.468 kg、2.2 ~ 9.1 g。相关性分析结果显示,紫苏生育期与单株籽粒质量呈显著正相关($r=0.610$);叶片数与枝干质量($r=0.671$)呈极显著正相关,与叶片质量呈显著正相关($r=0.586$)。4 个公因子的累计方差贡献率为 83.957%,分别代表紫苏生物产量、株型结构、单株粒质量和千粒质量。15 份紫苏的综合因子得分介于 -1.234 ~ 0.565 之间,以 C05 最高。通过聚类分析将 15 份紫苏分为早熟矮秆低产组、枝繁叶茂组、大叶高秆组、晚熟高产组 4 组,分别包含 4、4、6、1 份材料。综合以上研究结果,初步筛选出生物产量突出的 C05、C11 和 C15 作为叶用型紫苏,综合得分高的 C09 作为籽叶兼用型紫苏加以利用。

关键词:紫苏;紫叶;色素;农艺性状;因子分析;聚类分析

中图分类号:S636.903.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)01-0154-09

紫苏[*Perilla frutescens* (L.) Britt.]系唇形科紫苏属一年生草本植物的统称,是我国传统药食两用植物。紫苏叶片颜色变异丰富,叶片面绿背紫或双

面紫色的,古称“苏”,与之相对的是叶片颜色为绿色的紫苏,即“白苏”,古称“荏”^[1]。《中华人民共和国药典》规定,药材紫苏叶的特征为“两面紫色或上表面绿色,下表面紫色”^[2],即为紫叶紫苏。目前,国内常用白苏的种子来榨油或做馅料,而紫叶紫苏更多为叶用,作药、时蔬或调味料等。据报道,紫叶紫苏叶含有丰富的粗蛋白和粗纤维^[3]以及钙、铁和硒等重要的营养元素和黄酮等活性成分^[4],其香味浓郁,主要成分为紫苏醛^[5],即药用紫苏的特征成分^[2]。我国的紫苏资源主要为白苏,前人已从

收稿日期:2023-03-13

基金项目:贵州省省级科技计划(编号:黔科合支撑[2020]1Y107号、黔科合支撑[2022]一般122);中央引导地方科技发展资金(编号:黔科中引地[2020]4012号)。

作者简介:于二汝(1985—),女,山西吕梁人,博士,副研究员,主要从事特色油料资源鉴定与遗传育种研究。E-mail: yuerru@163.com。

[23]刘宇曦,王娟娟,武隆楷,等. 不同追氮量对日光温室樱桃番茄品质、生长和氮素利用效率的影响[J]. 中国蔬菜,2021(7): 40-47.

[24]袁野,吴凤芝,周新刚. 光氮互作对番茄果实糖积累及蔗糖代谢相关酶活性的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(4):1331-1338.

[25]刘中良,高俊杰,谷端银,等. 施氮量对设施基质栽培番茄品质、产量及养分吸收的影响[J]. 干旱区资源与环境,2019,33(7): 163-167.

[26]聂大杭,梁青,张艳龙,等. 不同氮肥用量对番茄养分含量、分布及产量的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2015,36(2):31-34.

[27]史亮亮,聂俊,张长远,等. 氮素供给水平对浮板毛管水培樱桃番茄生长发育的影响[J]. 热带农业科学,2020,40(10): 49-59.

[28]史亮亮,聂俊,李艳红,等. 氮素水平对樱桃番茄氮磷钾吸收及利用率的影响研究[J]. 江西农业学报,2021,33(2):15-21,32.