

化肥减量配施有机肥对设施番茄光合特性、品质和产量的影响

朱金余 朱学刚 杜文青 邱拓宇 赵新彬

(开封市农林科学研究院, 475004, 河南开封)

摘要 以“汴粉 21 号”番茄为试验材料, 在越冬一大茬日光温室内研究常规 100% 施化肥 (CK)、90% 常规施肥+12 000 kg/hm² 有机肥 (T1)、80% 常规施肥+13 500 kg/hm² 有机肥 (T2) 及 70% 常规施肥+15 000 kg/hm² 有机肥 (T3) 对番茄生长、光合特性、品质及产量的影响, 以期为中原地区设施番茄合理施肥及绿色可持续发展提供参考依据。结果表明, 化肥减量配施有机肥显著提高了番茄植株的株高和茎粗, 相较于 CK, T1、T2、T3 处理番茄单果质量分别增加 14.9%、16.8% 和 34.4%, 产量分别增加 18.4%、59.4% 和 70.5%; 化肥减量配施有机肥可不同程度地提高叶片光合特性, T3 处理的净光合速率、蒸腾速率和气孔导度显著高于 CK 处理, 且胞间 CO₂ 浓度显著低于 CK 处理; 化肥减量配施有机肥后, 番茄果实的可溶性固形物、可溶性糖、番茄红素和维生素 C 含量显著增加, 总酸含量显著降低。综合表明, 常规化肥用量减少 30% 与施用 15 000 kg/hm² 有机肥可显著增加番茄产量, 提升果实品质, 取得较好的经济效益。

关键词 番茄; 有机肥; 光合特性; 品质; 产量

番茄 (*Solanum lycopersicum*) 种植经济效益高, 市场需求前景广阔, 近年来河南开封市番茄种植发展迅速, 番茄已经成为设施蔬菜栽培主要作物之一。但是河南开封市设施栽培种植年限长, 通常按照传统种植方式盲目使用化肥来提高番茄的产量^[1], 导致化肥使用过量 and 施肥不平衡, 使得土壤板结、施肥报酬递减、生态环境破坏等问题日益凸显^[2], 番茄产量和品质连年降低, 严重制约设施番茄的绿色可持续发展。

如何在减少化肥投入情况下, 使得作物产量和品质不受影响, 有机肥替代化肥是首选方式^[3]。前人^[4-6]研究证明, 有机肥的施用不仅可以提高作物产量和品质, 还可以改善土壤理化性状、增加土壤养分含量、培肥地力。张长春等^[4]研究表明, 有机肥部分替代化肥有助于提升小麦产量且可以降低硝态氮的环境压力, 曹丹等^[5]研究表明, 化肥减量配施有机肥能显著增强黄瓜根系活力及养分吸收能力, 同时提高叶片叶绿素含量和光合能力, 王琛等^[6]研究表明, 化肥减量配施有机肥可显著提高春玉米叶片茎秆产量和土壤微生物量。但是以往研究^[4-6]大多集中于固定量有机肥按不同比例取代化肥对作物产生的影响, 而在减少化肥用量并增施不同用量有机肥对番茄生长生理特性的影响方面报

道较少。因此, 本试验以“汴粉 21 号”番茄为研究对象, 研究化肥减量配施有机肥对番茄光合特性、产量、品质 and 经济效益的影响, 为设施番茄合理施肥提供技术支撑, 提高设施番茄种植效益, 促进中原地区设施番茄产业健康发展。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为开封市农林科学研究院自主选育的粉果番茄品种“汴粉 21 号”, 适宜冬暖温室早春、秋延迟、越冬一大茬栽培, 近几年在黄河中下游地区大面积种植。供试有机肥由河南花花牛乳业股份有限公司提供 (N+P₂O₅+K₂O≥5%, 有机质≥45%), 化肥为尿素 (N 含量 46%)、过磷酸钙 (P₂O₅ 含量 16%)、硫酸钾 (K₂O 含量 52%)。

1.2 试验设计

试验于河南省开封市祥符区八里湾镇番富康果蔬种植农民专业合作社的日光温室内进行。该温室连续 3 年种植越冬茬番茄, 土壤质地为沙质壤土, 0~20 cm 土壤基本理化性质为土壤容重 1.37 g/cm³、总孔隙度 50.1%、pH 8.21、电导率 1.08 dS/m、有机质 15.1 g/kg、碱解氮 323.9 mg/kg、有效磷 92.6 mg/kg、速效钾 143.8 mg/kg。

作者简介: 朱金余, 研究方向为番茄遗传育种及示范推广, E-mail: zhujindi4752@163.com

赵新彬为通信作者, 研究方向为茄果类蔬菜遗传育种及示范推广, E-mail: zxb70311@sina.com

基金项目: 开封市科技研发计划联合基金项目 (22LH007); 开封市科技攻关项目 (2302003)

收稿日期: 2023-11-14; 修回日期: 2024-01-11; 网络出版日期: 2024-10-25

试验共设置 4 个处理（表 1），分别为 CK：100%常规施肥，T1：90%常规施肥+80%有机肥（12 000 kg/hm² 有机肥），T2：80%常规施肥+90%有机肥（13 500 kg/hm² 有机肥），T3：70%常规施肥+100%有机肥（15 000 kg/hm² 有机肥），每个处理 3 次重复。试验小区面积为 19.6 m²，各处理小区完全随机区组排列。采用地膜覆盖高垄宽窄行种植，垄高 20 cm，株距 33 cm，大行距 70 cm，小行距 50 cm，每小区之间种植一垄番茄作为缓冲隔离区。

表 1 不同处理施肥量					
Table 1 Fertilizer application amount of different treatments					
处理 Treatment	有机肥施用量 Organic fertilizer application rate (kg/hm ²)	化肥比例 Fertilizer ratio (%)	化肥施用量 Fertilizer application rate (kg/hm ²)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CK	0	100	318.00	157.50	369.00
T1	12 000	90	286.20	141.75	332.10
T2	13 500	80	254.40	126.00	295.20
T3	15 000	70	222.60	110.25	258.30

2021 年 9 月 10 日采用 50 孔的穴盘基质育苗，9 月底整地施肥，10 月 16 日定植，2022 年 2 月开始采收，6 月采收结束，6 穗果封顶。番茄定植前，将不同处理的生物有机肥和过磷酸钙作为基肥一次性均匀撒入土壤。番茄整个生育期滴灌追施化肥 3 次，分别在第 1 穗果实开始膨大时、2~3 穗果采收后及 4 穗果采收后，追施比例分别为 30%、40%和 30%。其他管理同日光温室常规管理。

1.3 测定项目与方法

在番茄第 2 穗盛果期，每个小区随机选择 6 株番茄植株，统计株高（用卷尺测量第 4 果穗到地面的垂直距离）、茎粗（用游标卡尺测量，在茎蔓中部用十字交叉法测得）、叶片长度和最大叶宽（用卷尺测量完整且正常生长的最大叶片），观察其表观生长情况。番茄果实成熟后，在不同处理区收获番茄果实，统计单株结果数和单果重，分次采收后计算累积产量。有关经济效益指标的计算公式如下，产值=产量×单价（番茄当季收购价格）；产出投入比=产值/肥料成本；纯收益=产值-肥料成本。

在番茄第 3 穗结果中期，每个小区随机选择 6 株番茄植株，在晴天上午 9:00-11:00，利用便携式光合测定仪（Yaxin-1102，北京雅欣理仪科技有限公司）测定同叶位叶片的净光合速率（ P_n ）、气孔

导度（ G_s ）、蒸腾速率（ T_r ）和胞间 CO₂ 浓度（ C_i ）等光合参数。

每个处理随机选取 6 株番茄植株，取第 3 穗果的成熟果实，测定其维生素 C（ V_c ）、总酸、可溶性固形物、可溶性糖和番茄红素含量。采用高效液相色谱法^[7]测定 V_c 含量；采用酸碱指示剂滴定法^[8]测定总酸含量；采用折射仪法^[9]测定可溶性固形物含量；采用铜还原碘量法^[10]测定可溶性糖含量；采用高效液相色谱法^[11]测定番茄红素含量。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 整理试验数据，用 SPSS 20.0 软件对数据进行单因素方差分析，采用 Duncan’s 法进行差异显著性分析，显著水平设为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对番茄生长指标的影响

由表 2 可知，化肥减量配施生物有机肥处理对番茄株高和茎粗有显著影响，但对叶片长度和最大叶宽没有显著影响。CK 处理番茄株高最低，为 72.10 cm，T2 和 T3 处理间没有显著差异，但与 T1 处理有显著差异。番茄茎粗在 1.55~2.00 cm，T3 处理显著高于 CK 处理，与 T1 和 T2 处理间没有显著差异。叶片长度在 40.95~45.60 cm，各处理间没有显著差异，最大叶宽在 39.75~43.20 cm，各处理间没有显著差异。

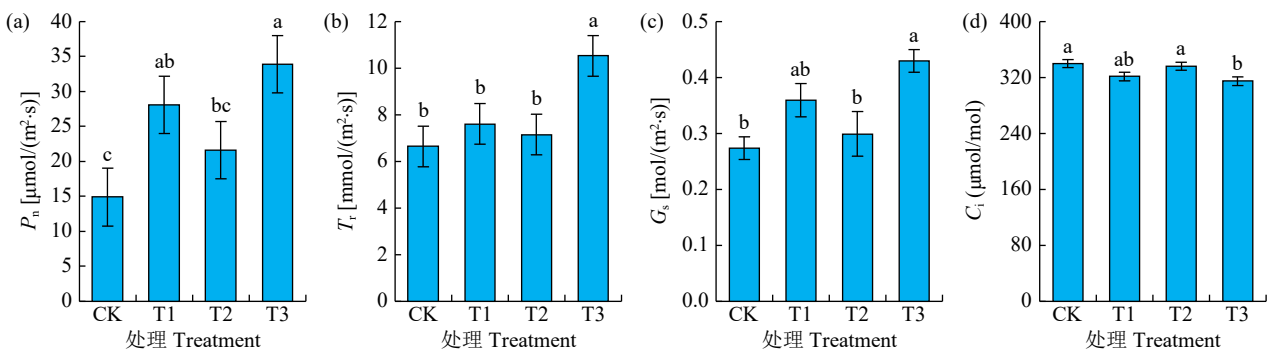
表 2 不同施肥处理对番茄生长指标的影响				
Table 2 Effects of different fertilization treatments on growth indexes of tomato				
处理 Treatment	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	叶片长度 Blade length	最大叶宽 Maximum width of blade
				cm
CK	72.10±1.70c	1.55±0.10b	41.43±2.40a	42.10±0.76a
T1	84.10±3.69b	1.69±0.22ab	41.00±5.56a	39.75±5.84a
T2	104.13±5.05a	1.77±0.23ab	40.95±2.51a	43.20±2.43a
T3	108.35±2.26a	2.00±0.19a	45.60±3.27a	40.80±2.82a

同列中不同小写字母表示处理间差异显著（ $P < 0.05$ ）。下同。表中数据测定时间为 2022 年 3 月 10 日。
Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$). The same below. The data in the table were measured on March 10th, 2022.

2.2 不同施肥处理对番茄光合指标的影响

不同施肥处理对番茄光合指标的影响如图 1 所示，T3 处理的 P_n 显著高于 CK 和 T2 处理，相较于 CK 处理高出 127.6%，T1 和 T2 处理之间差异不显著；T3 处理的 T_r 显著高于其他处理，相较于 CK

处理高出 58.6%，T1 和 T2 处理与 CK 处理相比差异不显著；T3 处理的 G_s 最高，且显著高于 CK 和 T2 处理，其他处理间差异不显著；T3 处理的 C_i 显著低于 CK 和 T1 处理，其他处理间差异不显著。



不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。
Different lowercase letters indicate significant differences among treatments ($P < 0.05$).

图 1 不同施肥处理对番茄光合特性的影响

Fig.1 Effects of different fertilization treatments on photosynthetic characteristics of tomato

2.3 不同施肥处理对番茄品质的影响

不同施肥处理对番茄品质的影响如表 3 所示，化肥减量配施生物有机肥处理对番茄品质指标有显著提升作用。T3 处理的 V_c 含量最高，与其他处理差异显著，T1、T2、T3 处理比 CK 处理分别高 30.0%、33.0%、70.5%；T3 处理的总酸含量最低，各处理间差异显著，T1、T2、T3 处理比 CK 处理

分别低 26.1%、11.7%、35.6%；T3 处理的可溶性固形物含量最高，与其他处理差异显著，T1、T2、T3 处理比 CK 处理分别高 9.0%、14.9%、19.1%；T1 处理的可溶性糖含量最高，与 T3 处理差异不显著，T1、T2、T3 处理比 CK 处理分别高 11.0%、6.2%、5.5%；T2 处理的番茄红素含量最高，各处理间差异显著，T1、T2、T3 处理比 CK 处理分别

表 3 不同施肥处理对番茄品质的影响

Table 3 Effects of different fertilization treatments on tomato quality

处理 Treatment	V_c 含量 V_c content (mg/100g)	总酸含量 Total acid content (g/kg)	可溶性固形物含量 Soluble solids content (%)	可溶性糖含量 Soluble sugar content (%)	番茄红素含量 Lycopene content (mg/kg)
CK	10.70±0.35c	1.80±0.04a	6.11±0.09d	2.92±0.05c	58.62±0.87d
T1	13.91±0.22b	1.33±0.03c	6.66±0.29c	3.24±0.03a	70.66±0.47b
T2	14.23±0.20b	1.59±0.03b	7.02±0.21b	3.10±0.03b	84.63±0.42a
T3	18.24±0.34a	1.16±0.05d	7.28±0.16a	3.08±0.01a	67.48±0.27c

高 20.5%、44.4%、15.1%。

2.4 不同施肥处理对番茄产量和经济效益的影响

如表 4 所示，化肥减量配施生物有机肥处理比单施化肥能显著提高单果质量和产量，CK 处理

单果质量最低，为 94.54 g，加大化肥减量和有机肥增量后单果质量逐步增高，T1 和 T2 处理间没有显著差异，T3 处理单果质量最高，为 127.10 g，与其他处理差异显著；单株结果数在 12.50~16.20，

表 4 不同施肥处理对番茄产量和经济效益影响

Table 4 Effects of different fertilization treatments on yield and economic benefit of tomato

处理 Treatment	单果质量 Single fruit weight (g)	单株结果数 Number of fruits per plant	产量 Yield (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²) Output value (yuan/hm ²)	肥料成本 (元/hm ²) Fertilizer cost (yuan/hm ²)	产出投入比 Output-input ratio	纯收益 (元/hm ²) Net income (yuan/hm ²)
CK	94.54±4.93c	12.50±3.09c	60 181.95±452.25d	300 909.75±2261.25d	13 827.00	21.76±0.16c	287 082.75d
T1	108.66±9.66b	12.84±3.86c	71 260.50±459.75c	35 6302.50±2298.75c	20 604.30	17.29±0.11d	335 698.17c
T2	110.40±9.80b	16.20±3.27a	95 920.50±518.85b	479 602.50±2594.25b	20 241.60	23.69±0.13b	459 360.87b
T3	127.10±11.82a	15.47±2.12b	102 589.50±439.80a	512 947.50±2199.00a	19 878.90	25.80±0.11a	493 068.58a

番茄单价按 5.0 元/kg 计算。肥料成本中有机肥、尿素、过磷酸钙和硫酸钾分别按 680 元/t、3100 元/t、7400 元/t 和 6200 元/t 计算。
The price of tomato is calculated at 5.0 yuan/kg. The fertilizer costs are 680 yuan/t, 3100 yuan/t, 7400 yuan/t, and 6200 yuan/t for organic fertilizer, urea, superphosphate and potassium sulfate, respectively.

T2 处理单株结果数最多, 与其他处理有显著差异, T1 与 CK 处理间差异不显著; 产量排序是 $T3 > T2 > T1 > CK$, 各处理间差异显著, T3 处理产量最高, 为 $102\ 589.50\ \text{kg}/\text{hm}^2$, 比 CK 处理高 70.5%; 产出投入比排序是 $T3 > T2 > CK > T1$, 各处理间差异显著, T3 处理产出投入比最高, 为 25.80; 化肥减量配施生物有机肥可显著提高纯收益, T1、T2、T3 较 CK 处理分别增收 48 615.42、172 278.12、205 985.83 元/ hm^2 。

3 讨论

化肥一般养分含量高, 肥效快, 但持续时间短且养分单一^[12], 有机肥能够提高土壤中有机质和速效养分含量, 增加土壤中养分含量^[13], 提高作物增产潜力^[14]。前人^[12,15-19]研究表明, 有机肥与化肥混施可取长补短。如蔡红光等^[15]研究发现, 有机肥配施化肥可以提高土壤总孔隙度, 降低土壤容重和紧实度, 有效改善土壤结构。梁称福等^[16]研究发现, 有机肥配施化肥可协调平衡养分供应, 满足作物在不同生育期对养分的需求。高洪军等^[17]研究发现, 有机肥部分替代化肥能提高玉米的氮素积累量和氮收获指数。

在本试验中, 化肥减量配施有机肥能显著提高番茄株高和茎粗, 单果质量也随着化肥减量的增多和有机肥增量的增加而逐步增大, T3 处理较 CK 处理番茄单果质量增加 34.4%, 且产量增加 70.5%, 纯收益较 CK 处理增收 205 985.83 元/ hm^2 , 产出投入比增加 18.6%。说明化肥减量配施有机肥明显促进了植株茎的横向增粗和纵向伸长, 即显著促进了番茄的生长发育, 并通过增加单果质量和单株结果数来显著提高产量, 达到提高产出投入比和增加收益的目的。

光合效率通常以 P_n 、 T_r 、 G_s 和 C_i 等指标反映^[20]。叶片光合速率的大小反映植株光合能力的强弱^[21], 本研究中, T3 处理显著增加了番茄叶片的 P_n , 同时 T3 处理叶片 T_r 显著高于其他处理, 其他配施有机肥处理数据高于 CK 但差异不显著, 说明施用 70%化肥+15 000 kg/hm^2 有机肥处理能显著促进植株 P_n , 且提高叶片 T_r 。气孔是作物水蒸气排出的重要出口, 也是叶片和外界气体进行交换的主要通道, G_s 是衡量气孔开闭程度的量化指标^[22], 是环境条件和作物生理过程综合作用的结果^[23]。本研究结果显示, 随化肥减量和有机肥增量的增加, G_s

变化呈现先降低后增加趋势, 与 P_n 和 T_r 变化相似, 说明有机肥部分替代化肥能提高叶片活力, 有利于植株进行光合作用和蒸腾作用, 从而促进植物的生长; C_i 受环境 CO_2 浓度、气孔开度及叶片光合能力影响显著^[24], 本研究中 T1 和 T2 处理 C_i 低于 CK 但差异不显著, T3 处理显著低于 CK 和 T2 处理, 表明化肥减量配施有机肥能降低 C_i 。相较于常规施肥处理, 化肥减量配施有机肥能显著提升叶片光合效率, 增强光合特性, 促进光合作用。

从番茄品质来看, 化肥减量配施有机肥显著提升了番茄果实的可溶性固形物、可溶性糖、番茄红素和 V_c 含量, 同时降低了总酸含量, 有效改善了番茄品质, 提升了番茄口感。这与在压砂西瓜^[25]、红枣^[26]、黄瓜^[27]上的研究结果一致。并且随着有机肥施用比例的增加可溶性固形物含量也逐渐增加, 这与孙晓等^[28]研究结果一致, 说明化肥减量配施有机肥能够显著提升番茄品质, 降低果实酸度。本研究中 T3 处理番茄红素含量相对不高, 这可能与检测样品的成熟度或者有机肥与氮磷钾肥配组比例有关。本研究仅比较分析了开封市越冬茬番茄当季化肥减量配施有机肥施肥效果, 具有一定的局限性, 下一步应对其他茬次及长期化肥减量配施有机肥效果进行连续的深入研究。

4 结论

本试验结果表明, 化肥减量配施有机肥对番茄产量和果实品质有显著提升作用, 综合番茄植株生长、产量、果实品质、叶片光合作用和经济效益来看, 70%化肥 (N 、 P_2O_5 、 K_2O 含量分别是 222.60、110.25、258.30 kg/hm^2) 配施 15 000 kg/hm^2 有机肥, 各指标均较理想, 是适宜的施肥方案。

参考文献

- [1] 闵炬, 施卫明, 王俊儒, 等. 不同施氮水平对大棚蔬菜氮磷钾养分吸收及土壤养分含量的影响. 土壤, 2008, 40(2): 226-231.
- [2] 申正香, 谈守玮. 景电灌区化肥减量配施生物有机肥对茄子生长特性、产量及品质的影响. 节水灌溉, 2022(6): 72-77, 84.
- [3] 贝凯月, 向春阳, 赵秋, 等. 有机肥替代化肥对设施蔬菜土壤有效态 Fc 、 Mn 、 Cu 含量的影响. 华北农学报, 2020, 35(6): 148-154.
- [4] 张长春, 袁丽敏, 高建勇, 等. 商品有机肥部分替代化肥对小麦产量和氮肥利用率的影响. 现代农业科技, 2019(4): 8-9.
- [5] 曹丹, 宗良纲, 肖峻, 等. 生物肥对有机黄瓜生长及土壤生物学特性的影响. 应用生态学报, 2010, 21(10): 2587-2592.
- [6] 王琛, 林启美, 赵小蓉, 等. 有机肥替代化肥对土壤养分动态及甜玉米生产的影响. 中国土壤与肥料, 2020(5): 132-140.
- [7] 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定: GB 5009.86-2016. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [8] 国家市场监督管理总局, 国家卫生健康委员会. 食品安全国家

- 标准 食品中总酸的测定：GB 12456-2021. 北京：中国标准出版社，2021.
- [9] 中华人民共和国农业部. 水果和蔬菜可溶性固形物含量的测定 折射仪法：NY/T 2637-2014. 北京：中国农业出版社，2014.
- [10] 中华人民共和国农业部. 蔬菜及其制品中可溶性糖的测定 铜还原碘量法：NY/T 1278-2007. 北京：中国农业出版社，2007.
- [11] 中华人民共和国农业部. 蔬菜及其制品中番茄红素的测定 高效液相色谱法：NY/T 1651-2008. 北京：中国农业出版社，2008.
- [12] 张俊峰，颀建明，张玉鑫，等. 生物有机肥部分替代化肥对日光温室番茄生长与光合特性及肥料利用率的影响. 北方园艺，2022(11)：44-50.
- [13] 马强，刘中良，周桦，等. 不同施肥模式对作物-土壤系统养分收支的影响. 中国生态农业学报，2011，19(3)：520-524.
- [14] 崔言省，陈志新，孙雪薇，等. 樱桃番茄弱碱性有机肥替代化肥试验研究——以乳山市为例. 种子科技，2023(10)：16-18.
- [15] 蔡红光，袁静超，闫孝贡，等. 不同培肥措施对土壤物理性状及无机氮的影响. 土壤通报，2017，48(2)：445-453.
- [16] 梁称福，陈正法，彭廷柏，等. 沼肥与化肥在大白菜、花椰菜上的应用效果比较研究. 生态学杂志，2004，23(2)：141-145.
- [17] 高洪军，朱平，彭畅，等. 等氮条件下长期有机无机配施对春玉米的氮素吸收利用和土壤无机氮的影响. 植物营养与肥料学报，2015，21(2)：318-325.
- [18] Shisanya C A, Muchem M W, Mugendi D N, et al. Effect of organic and inorganic nutrient sources on soil mineral nitrogen and maize yields in central highlands of Kenya. Soil and Tillage Research, 2009, 103(2)：239-246.
- [19] 宁建凤，艾绍英，李萌军，等. 化肥减量配合有机替代对赤红壤常年菜地蔬菜生长及土壤氮平衡的影响. 热带作物学报，2019，40(5)：1008-1014.
- [20] 郑盛华. 水分胁迫对玉米生理生态特性影响的研究. 北京：中国农业科学院，2007.
- [21] 李邵，薛绪掌，郭文善，等. 水肥耦合对温室盆栽黄瓜产量与水分利用效率的影响. 植物营养与肥料学报，2010，16(2)：376-381.
- [22] 赵蕊. 掺气滴灌对温室番茄气孔导度的影响. 卷宗，2015(8)：433-434.
- [23] 任佳楠，张亚红，付玉芳，等. 揭盖保温被时间对日光温室内环境和番茄叶片气孔导度的影响. 农业科学研究，2021，42(1)：20-25.
- [24] 苏鹏海，齐广平，康燕霞，等. 枸杞苜蓿间作模式下调亏灌溉对苜蓿光合特性和生物量的影响. 中国农村水利水电，2019(8)：71-75，82.
- [25] 谭军利，马永鑫，王西娜，等. 生物有机肥替代氮肥对压砂西瓜生长、产量及品质的影响. 北方园艺，2022(7)：30-38.
- [26] 赵满兴，刘慧，白二磊，等. 腐殖酸肥或生物有机肥替代部分化肥对土壤肥力、红枣产量和品质的影响. 西北农业学报，2019，28(6)：981-987.
- [27] 张俊峰，颀建明，张玉鑫，等. 生物有机肥部分替代化肥对日光温室黄瓜产量、品质及肥料利用率的影响. 中国蔬菜，2020(6)：58-63.
- [28] 孙晓，姜学玲，崔玉明，等. 有机肥替代对设施番茄产量、品质与土壤性质的影响. 中国瓜菜，2021，34(4)：46-52.

Effects of Chemical Fertilizer Reduction Combined with Organic Fertilizer Application on Photosynthetic Characteristics, Quality and Yield of Tomatoes Cultivated in Facilities

Zhu Jindi, Zhu Xuegang, Du Wenqing, Qiu Tuoyu, Zhao Xinbin

(Kaifeng Academy of Agriculture and Forestry, Kaifeng 475004, Henan, China)

Abstract Taking “Bianfen 21” tomato as the test material, the effects of 100% conventional fertilizer (CK), 90% conventional fertilizer +12 000 kg/ha organic fertilizer (T1), 80% conventional fertilizer +13 500 kg/ha organic fertilizer (T2) and 70% conventional fertilizer +15 000 kg/ha organic fertilizer (T3) on tomato growth, photosynthetic characteristics, quality and yield were studied in a large overwintering solar greenhouse for providing reference for rational fertilization and green sustainable development of facility tomato in Central Plains. The results showed that chemical fertilizer reduction combined with organic fertilizer application significantly increased the plant height and stem diameter of tomato plants. Compared with CK, the single fruit weight of tomatoes under T1, T2 and T3 treatments were increased by 14.9%, 16.8% and 34.4%, respectively, and the yield were increased by 18.4%, 59.4% and 70.5%, respectively. The chemical fertilizer reduction combined with organic fertilizer application also enhanced leaf photosynthetic characteristics to varying degrees, and the net photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance of T3 treatment were significantly higher than CK treatment, and the intercellular CO₂ concentration was significantly lower than CK treatment. The contents of soluble solid, soluble sugar, lycopene and vitamin C in tomato fruit increased significantly after fertilizer reduction and organic fertilizer application, while the total acid content decreased significantly. The results showed that reducing conventional chemical fertilizer by 30% combined with 15 000 kg/ha organic fertilizer could significantly increased tomato yield, improved fruit quality and achieved better economic benefits.

Key words Tomato; Organic fertilizer; Photosynthesis characteristics; Quality; Yield