

张 宇,樊小雪,徐 刚,等. 不同氮肥与有机肥配施对蒜产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(5):114-117.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.05.028

不同氮肥与有机肥配施对蒜产量及品质的影响

张 宇¹,樊小雪²,徐 刚²,杨亚娜¹,李亚灵¹,孙艳军²

(1. 山西农业大学园艺学院,山西晋中 030801; 2. 江苏省农业科学院蔬菜研究所,江苏南京 210014)

摘要:为了减少氮肥的施用量,达到肥料科学使用的目的。以蒜为材料,设常规氮肥+有机肥(F_1)、氮肥减量 15%+有机肥(F_2)、氮肥减量 30%+有机肥加量 20%(F_3)、氮肥减量 45%+有机肥加量 20%(F_4)、氮肥减量 60%+有机肥加量 40%(F_5)、氮肥减量 75%+有机肥加量 40%(F_6)6 个不同的氮肥有机肥配施处理,并以常规用肥量为对照(CK),研究不同的氮肥与有机肥配施对蒜产量及品质的影响。结果显示,添加有机肥可以提高蒜头及蒜薹的产量,其中 F_4 处理产量最高, F_4 处理下的蒜薹产量显著高于对照;蒜头产量在添加有机肥后都显著高于对照, F_5 处理仅次于 F_4 处理;蒜薹的叶绿素含量在 F_1 处理最高, F_5 处理提高蒜薹游离氨基酸及可溶性糖含量, F_4 处理硝酸盐含量最低; F_5 处理蒜头的硝酸盐含量最低,可溶性糖含量最高。从蒜头和蒜薹的产量以及品质综合考虑, F_5 处理表现较好,说明减少氮肥后配施有机肥可以提高蒜产量及品质。

关键词:蒜;氮肥;有机肥;产量;营养品质

中图分类号: S633.406 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)05-0114-04

蒜(*Allium sativum*)属百合科(Liliaceae)葱属(*Allium*)二年生草本植物,是一种重要的葱蒜类蔬菜,主要的产品器官为鳞茎(蒜头)、花茎(蒜薹)、幼株(蒜苗或青蒜),也可以形成蒜黄^[1]。蒜的营养价值较高,风味独特,同时蒜提取液中的含硫活性成分对人体、动物和植物的许多病原细菌有较强的抑制作用,对人体有较强的药用保健价值^[2]。我国是全球最主要的蒜生产国、消费国和出口国,2017 年种植面积达到 69.13 万 hm^2 ,占全球总面积的 58%,产量 1 206 万 t 以上,约为全球的 75%,年新鲜蒜出口量为 110 万 t^[3]。

尽管蒜在我国已有悠久的栽培历史和大规模栽培,但管理比较粗放,目前蒜的生产以传统的土壤栽培为主,生产上存在许多问题。特别是为了追求蒜苗产量,生产中盲目加大氮肥用量的现象很普遍^[4]。过量施用氮肥不仅会影响作物产量,同时也会降低作物品质,降低氮肥利用率,更为严重的是引起土壤酸化、硝态氮淋洗、水体富营养化、一氧化二氮(N_2O)及甲烷(CH_4)等温室气体排放等环境污染问题,对粮食安全生产有严重威胁^[5-7]。有机肥施用量的减少,会造成

土壤板结,土壤耕性、保水、保肥性能下降,降低对自然灾害的抵抗能力,对作物的优质高产产生严重影响^[8-9]。研究发现,有机肥与普通尿素的配合施用可活化被土壤固定的化肥,减少肥料的挥发流失,提高肥料利用效率^[10]。通过有机肥与氮肥配施来减少氮肥使用,提高氮肥的利用率,做到减施增效,同时根据蒜生长特性,得到提高蒜产量和品质的最佳施肥的比例和用量,最终达到肥料科学配施的目的。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验地点位于南京市玄武区江苏省农业科学院,试验时间为 2017 年 10 月至 2018 年 6 月。

试验采用的蒜品种为邳州一号。播种于长 50 cm、宽 30 cm、高 16 cm 的硬质栽培钵中,基质为泥炭和蛭石,体积比为 3:1。播种前按不同处理将基肥均匀撒入各小区。使用的肥料为氮肥(普通尿素中含氮量为 46.3%)、有机肥(鸡粪),以及硫酸钾复合肥(氮、磷、钾含量均为 15%)。

1.2 试验设计

试验设 7 个处理:(1)常规氮肥,无有机肥(CK);(2)常规氮肥+有机肥(F_1);(3)氮肥减量 15%+有机肥(F_2);(4)氮肥减量 30%+有机肥加量 20%(F_3);(5)氮肥减量 45%+有机肥加量 20%(F_4);(6)氮肥减量 60%+有机肥加量 40%(F_5);(7)氮肥减量 75%+有机肥加量 40%(F_6)。

收稿日期:2018-10-12

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD0800406-03)。

作者简介:张 宇(1994—),女,山西朔州人,硕士研究生,主要从事蔬菜栽培生理研究。E-mail:zhangyu08171@163.com。

通信作者:李亚灵,博士,教授,主要从事蔬菜栽培生理研究。E-mail:yalingli1988@163.com。

[24]孙鲁龙,许丽丽,杜远鹏,等. 有效积温与葡萄萌芽进程的关系[J]. 植物生理学报,2016(8):1263-1270.

[25]束怀瑞. 果树栽培生理学[M]. 北京:农业出版社,1993:162-166.

[26]Hänninen H. Effects of climatic change on trees from cool and temperate regions; an ecophysiological approach to modelling of bud

burst phenology[J]. Canadian Journal of Botany, 1995, 73(2): 183-199.

[27]Jones G V, Davis R E. Climate in fluencies on grapevine phenology, grape composition and wine production and quality for Bordeaux, France[J]. American Journal of Enology & Viticulture, 2000, 51: 249-261.

在所有处理中,有机肥作为基肥与硫酸钾复合肥一次性施入;氮肥作为追肥,以农民常用施氮量作为常规氮肥用量,在幼苗期、鳞芽花芽分化期、花茎伸长期、鳞芽膨大期施入,各个时期的追肥量分别为总氮肥用量的 15%、15%、35%、35%。具体施肥量见表 1。每盆种植 8 株蒜。

表 1 各处理每钵肥料类型及施用量

处理	硫酸钾复合肥施用量 (kg/hm ²)	氮肥施用量 (kg/hm ²)	有机肥施用量 (kg/hm ²)
CK	250	1 050.0	0
F ₁	250	1 050.0	2 250
F ₂	250	892.5	2 250
F ₃	250	735.0	2 700
F ₄	250	577.5	2 700
F ₅	250	420.0	3 150
F ₆	250	262.5	3 150

1.3 测定项目与方法

采收蒜薹和蒜头后,测定蒜薹的质量、粗度、长度,以及蒜的质量。各处理取 10 株进行测定。蒜薹于鳞茎上部 10 cm 处采收;用游标卡尺测定蒜薹粗度;用直尺测定蒜薹基部到总苞基部的距离即蒜薹长度;用电子天平称量蒜薹及鳞茎鲜质量。

表 2 有机肥与氮肥配合施用对蒜薹形态和产量的影响

处理	蒜薹粗		蒜薹长		蒜薹质量	
	平均蒜薹粗(cm)	比 CK 增长(%)	平均蒜薹长(cm)	比 CK 增长(%)	平均蒜薹质量(g)	比 CK 增长(%)
CK	38.10b	—	5.98b	—	3.87b	—
F ₁	48.14ab	26.35	7.76ab	29.77	4.55ab	17.57
F ₂	49.98ab	31.18	8.25ab	37.96	4.58ab	18.35
F ₃	43.80ab	14.96	6.86ab	14.72	4.54ab	17.31
F ₄	51.38a	34.86	10.03a	67.73	4.80a	24.03
F ₅	46.40ab	21.78	7.36ab	23.08	4.26ab	10.08
F ₆	44.53ab	16.88	7.61ab	27.26	4.64ab	19.90

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下表同。

由表 3 可以看出,F₄ 处理蒜的平均质量最高,且显著高于对照,不同处理间蒜产量表现为 F₄ > F₅ > F₂ > F₁ > F₃ > F₆ > CK,相对于对照分别增加了 66.28%、26.55%、25.87%、24.14%、24.04%、23.38%,且差异均达到显著水平。

这说明添加有机肥可有效减少化肥用量,防止土壤氮素供应过量对蒜产生毒害,施肥效果优于对照。添加有机肥还可以提高蒜产量,其中 F₄ 处理效果最佳,可以显著提高蒜和蒜薹的产量。

表 3 有机肥与氮肥配合施用对蒜鳞茎产量的影响

处理	平均鳞茎质量 (g)	比 CK 增长 (%)
CK	49.91d	—
F ₁	61.96c	24.14
F ₂	62.82b	25.87
F ₃	61.91c	24.04
F ₄	82.99a	66.28
F ₅	63.16b	26.55
F ₆	61.58c	23.38

2.2 不同肥料配施处理对蒜薹品质的影响

由图 1 可知,叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素以及类胡萝卜

素含量的变化趋势基本一致,F₁ 处理下叶绿素及类胡萝卜素的含量最高,F₄ 处理下含量最低。本研究发现肥料施用较多时,蒜薹中叶绿素含量显著增加,随着氮肥用量减少,叶绿素及类胡萝卜素含量先减少后增加。在 F₄ 处理下叶绿素及类胡萝卜素含量最低,使用有机肥的 F₅ 和 F₆ 处理,叶绿素及类胡萝卜素含量与 F₄ 处理相比有所增加。

1.4 数据整理与分析

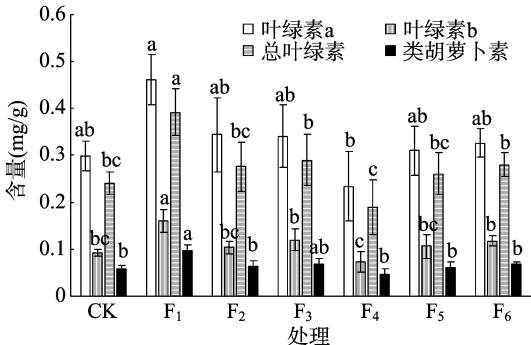
采用 Excel 2013 和 SPSS 20.0 进行数据整理和方差分析,采用 Tukey 和 Duncan's 法分析差异显著性($\alpha = 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同肥料配施处理对蒜薹生长及蒜头产量的影响

从表 2 可以看出,蒜薹粗度、长度及单薹质量在 F₄ 处理达到最大值,都显著高于对照。F₄ 处理蒜薹粗度、长度及单薹质量相比对照分别提高了 34.86%、67.73% 和 24.03%。其次为 F₂ 处理,蒜薹粗度、长度相比对照分别增加了 31.18%、37.96%;F₃ 处理在添加有机肥的所有处理中蒜薹粗度、长度增加的最低,分别仅比对照提高 14.96%、14.72%。F₆ 处理蒜薹质量略低于 F₄ 处理,相比对照增加了 19.90%;F₅ 处理在添加有机肥的所有处理中蒜薹质量增加最少,仅比对照提高 10.08%。

素含量的变化趋势基本一致,F₁ 处理下叶绿素及类胡萝卜素的含量最高,F₄ 处理下含量最低。本研究发现肥料施用较多时,蒜薹中叶绿素含量显著增加,随着氮肥用量减少,叶绿素及类胡萝卜素含量先减少后增加。在 F₄ 处理下叶绿素及类胡萝卜素含量最低,使用有机肥的 F₅ 和 F₆ 处理,叶绿素及类胡萝卜素含量与 F₄ 处理相比有所增加。



同一物质的不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

图 1 有机肥与氮肥配合施用对蒜薹叶绿素含量的影响

由表 4 可知,蒜薹的硝酸盐含量在 F₄ 处理中显著低于其他处理,相比对照降低了 18.45%,随着氮肥用量减少,硝酸

盐含量先减少后增加,F₄ 处理的硝酸盐含量最低,由于有机肥的施用量增加,F₅ 和 F₆ 处理硝酸盐含量与 F₄ 处理相比有所增加。游离氨基酸含量在 F₅ 处理最高,相对对照增加了 63.26%,其次为 F₁ 和 F₄ 处理,相对对照游离氨基酸含量分别增加了 52.28% 和 50.28%。F₃ 处理可溶性糖含量显著高于 F₄ 处理,相对对照高 2.92%。蔗糖含量各处理大都显著

高于对照,F₆ 处理的蔗糖含量最高,且施用有机肥后,各处理蔗糖含量均高于对照。

由表 4 可知,随着氮肥用量减少,同时有机肥的施用增加,硝酸盐含量在 F₄ 处理最低,然后再次呈上升趋势。施用有机肥可以显著提高游离氨基酸及蔗糖的含量。

表 4 有机肥与氮肥配合施用对蒜薹品质的影响

处理	硝酸盐含量 (mg/g)	游离氨基酸含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	蔗糖含量 (μg/g)
CK	0.103 ± 0.010c	0.901 ± 0.048d	0.171 ± 0.004ab	0.763 ± 0.213d
F ₁	0.121 ± 0.003b	1.372 ± 0.069b	0.173 ± 0.002ab	5.467 ± 0.661b
F ₂	0.111 ± 0.014bc	1.167 ± 0.085c	0.173 ± 0.003ab	2.302 ± 0.662cd
F ₃	0.103 ± 0.002c	0.958 ± 0.024d	0.176 ± 0.002a	4.048 ± 0.482bc
F ₄	0.084 ± 0.002d	1.354 ± 0.063b	0.163 ± 0.009b	3.950 ± 0.401bc
F ₅	0.108 ± 0.005c	1.471 ± 0.015a	0.175 ± 0.002ab	3.548 ± 0.389c
F ₆	0.134 ± 0.016a	1.237 ± 0.053c	0.175 ± 0.001ab	8.381 ± 0.673a

2.3 不同肥料配施处理对蒜头品质的影响

从表 5 中可以看出,F₅ 和 F₃ 处理的硝酸盐含量最低,相对对照分别降低了 50.74% 和 50.37%,且显著低于除了 F₆ 外的其他处理,F₁ 处理的硝酸盐含量最高。可溶性蛋白及游离氨基酸含量的变化趋势基本一致,F₂ 处理含量最高,相对对照分别增加 1.24%、1.53%,可溶性蛋白含量以 F₄ 处理最

低,游离氨基酸含量以 F₃ 处理最低。可溶性糖含量以 F₅ 和 F₁ 处理最高,相对对照增加 2.52%,F₆ 处理可溶性糖含量最低,由数据可以看出,可溶性糖含量受氮肥的影响较大。F₁ 处理蔗糖含量最高,其次为 F₅ 处理,增施有机肥后,各处理的数据都高于对照,可见增施有机肥可以提高蔗糖含量。

表 5 有机肥与氮肥配合施用对蒜头品质的影响

处理	硝酸盐含量 (mg/g)	可溶性蛋白含量 (mg/g)	游离氨基酸含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	蔗糖含量 (μg/g)
CK	0.272 ± 0.026b	6.558 ± 0.174ab	1.504 ± 0.006ab	0.159 ± 0.002a	5.630 ± 0.643c
F ₁	0.329 ± 0.011a	6.567 ± 0.031ab	1.480 ± 0.089ab	0.163 ± 0.001a	12.146 ± 0.813a
F ₂	0.197 ± 0.017c	6.639 ± 0.171a	1.527 ± 0.005a	0.162 ± 0.005a	8.023 ± 0.791bc
F ₃	0.135 ± 0.003d	6.349 ± 0.005b	1.339 ± 0.083c	0.146 ± 0.001b	7.863 ± 0.489bc
F ₄	0.197 ± 0.020c	6.342 ± 0.140b	1.485 ± 0.007ab	0.143 ± 0.002bc	6.334 ± 0.0.903c
F ₅	0.134 ± 0.014d	6.487 ± 0.126ab	1.472 ± 0.040ab	0.163 ± 0.004a	9.257 ± 0.680b
F ₆	0.174 ± 0.027cd	6.498 ± 0.163ab	1.391 ± 0.128bc	0.139 ± 0.004c	7.659 ± 0.810bc

F₃ 和 F₄ 处理的可溶性糖、可溶性蛋白及游离氨基酸含量有减少的趋势,可能由于氮肥用量减少,有机肥用量不足以代替氮肥来提高蒜头的品质。综上分析可知,F₅ 处理可溶性蛋白、游离氨基酸、可溶性糖及蔗糖含量相对较高,同时降低了硝酸盐的含量,F₅ 处理的蒜头品质较好。

3 讨论

目前蒜的生产以传统的土壤栽培为主^[12],生产上存在着许多问题,在生产中盲目施肥特别是氮肥过量施用现象十分严重。在江苏邳州的调查中发现,部分农户在种植蒜的过程中施用化肥量达到 1 350 kg/hm²。姜慧敏等认为随着施氮量的增加,番茄的产量先增加后减少,在寿光温室番茄种植条件下,农民习惯在施氮量基础上减氮 30%~50% 可以得到较高产量^[13]。有机肥与化肥配施与单施化肥氮相比显著增加了作物产量,而且能保持产量的稳定性^[14-15]。过量施氮使得作物纯收益率显著低于低氮处理,且经济效益降低,而有机肥配施氮肥较单施有机肥或氮肥能更有效地提高潮土的土壤肥力,从而提高作物产量^[16]。前人研究表明,减少氮肥的用量,配合施用有机肥可以显著提高蒜株高、茎粗和产量^[17]。本研

究结果表明,F₄ 处理的蒜薹及蒜产量最高,显著高于对照农民肥料施用处理,过量的氮肥施用以及不施用有机肥会严重影响蒜的产量,这与前人的试验结果相似。

叶绿素是反映光合作用的重要指标,在一定范围内,随着施肥量的增加,叶绿素含量增加^[18],有研究表明,有机肥和氮肥配施可以减少小麦生育后期叶片叶绿素含量和光合速率的下降,提高小麦干物质积累量,增加产量^[19-20]。何舞等研究发现,大量施用氮肥可以使叶绿素含量明显增加,在施氮量均为 0.4 g/kg 时,与单施化肥相比,化肥与饼肥配施或者单施饼肥的蒜叶片叶绿素含量显著降低^[21]。本研究发现,F₁ 处理的叶绿素含量最高,可见有机肥可以提高叶绿素的含量,但有机肥对叶绿素的增加效果低于氮肥。

在蔬菜种植中,氮肥过量不仅会影响产量,还会导致蔬菜的品质降低。徐坤范等研究表明,在 0~900 kg/hm² 范围内,随着施氮量的增加,硝酸盐含量逐渐增加^[22],蒜苗期叶片硝酸盐含量与氮肥用量呈正相关,配施有机肥后,硝酸盐含量降低^[21]。本研究发现,在蒜薹时期 F₄ 处理的硝酸盐含量显著低于对照,减少氮肥,配施有机可以降低硝酸盐含量,但在有机肥含量较高时硝酸盐含量也随之增加;在蒜头中,除 F₁ 处

理外,硝酸盐含量均显著低于对照,施用有机肥比例越大,硝酸盐含量越低。硝酸盐和可溶性蛋白含量的降低伴随着氮肥供给能力的减弱,对硝酸盐和可溶性蛋白合成起到抑制作用^[23-24]。本研究发现,可溶性蛋白含量先增加,在 F₂ 处理达到最高值,之后降低, F₄ 处理最低,由于有机肥施用量的增加, F₃ 和 F₆ 处理的可溶性蛋白含量再次增加。游离氨基酸的含量随着氮肥的减量施用有不同程度的降低^[25],本研究发现蒜头游离氨基酸含量的变化趋势与可溶性蛋白含量相似,蒜薹的游离氨基酸含量以 F₅ 处理最高,蒜头的游离氨基酸含量以 F₂ 处理最高, F₅ 处理游离氨基酸含量与 F₂ 处理没有显著差异,氮肥用量的减少会导致游离氨基酸含量降低,配施有机肥可以提高游离氨基酸含量,从而达到减施增效的目的。

可溶性糖含量随着氮肥减施而降低,主要原因在于氮作为植物体主要生命元素参与体内各种代谢过程,氮肥的减少会影响植株对矿质元素的吸收和利用^[24]。有机肥可以抑制可溶性糖向淀粉转化并促进作物中淀粉向可溶性糖转化,有机肥配施化肥可以提高可溶性糖的含量^[26-28]。蒜头中 F₁、F₅ 处理可溶性糖含量最高,蒜薹 F₃ 处理最高,但与 F₅ 处理没有显著性差异,且含量均高于对照。蔗糖属于可溶性糖,试验结果说明,有机肥的使用显著提高了蔗糖的含量。本试验发现,在减施氮肥后,配施一定量的有机肥可以替代氮肥,提高作物的含糖量。

4 结论

在经过不同施肥处理后发现,在农民常用氮肥施用量的基础上减氮 60%,同时有机肥用量增加 40%,可以使蒜头及蒜薹在获得较高产量的同时,得到较好的品质。

参考文献:

- [1] 刘世琦. 蔬菜栽培学简明教程[M]. 北京:化学工业出版社, 2007, 173.
- [2] 魏雪盈, 徐栋梁, 闫浩, 等. 大蒜抗菌活性蛋白的分离、纯化和鉴定[J]. 南昌大学学报(医学版), 2012, 52(12): 1-9.
- [3] 张会娟, 胡志超, 吴峰, 等. 我国大蒜机械化种植与收获概况[J]. 江苏农业科学, 2010(3): 460-461.
- [4] 刘正兴. 不同氮肥处理对新疆白皮大蒜生长发育、品质及产量的影响[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2009.
- [5] 樊治成, 郭洪芸, 张曙东, 等. 大蒜不同品种干物质生产与氮、磷、钾和硫的吸收特性[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 248-253.
- [6] 巨晓棠, 谷保静. 我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(4): 783-795.
- [7] Li L M, Zhu Z L, Wen Q X, et al. Nitrogen in soils of China[J]. Developments in Plant & Soil Sciences, 1997, 74: 239-279.
- [8] 马俊永, 李科江, 曹彩云, 等. 有机-无机肥长期配施对潮土土壤肥力和作物产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 236-241.
- [9] Monneveux P, Quillérout E, Sanchez C, et al. Effect of zero tillage and residues conservation on continuous maize cropping in a subtropical environment (Mexico)[J]. Plant and Soil, 2006, 279(1/2): 95-105.
- [10] 胡娟, 吴景贵, 孙继梅, 等. 氮肥减量与缓控肥配施对土壤供氮特征及玉米产量的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(8): 116-194.
- [11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000.
- [12] 王薇薇, 郭军, 梅燚, 等. 大蒜种质资源的综合评价与聚类分析[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(2): 397-403.
- [13] 姜慧敏, 张建峰, 杨俊诚, 等. 不同氮肥用量对设施番茄产量、品质和土壤硝态氮累积的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(12): 2338-2345.
- [14] Cherif H, Ayari F, Ouzari H, et al. Effects of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth, soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate[J]. European Journal of Soil Biology, 2009, 45(2): 0-145.
- [15] 汪军, 王德建, 张刚. 太湖地区稻麦轮作体系下秸秆还田配施氮肥对水稻产量及经济效益的影响[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(2): 265-270.
- [16] 马俊永, 李科江, 曹彩云, 等. 有机-无机肥长期配施对潮土土壤肥力和作物产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 236-241.
- [17] 王崇华, 王喜枝, 王立河, 等. 猪粪有机肥与硫酸钙配施对潮土区大蒜产量、品质及土壤性状的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2016(6): 62-67.
- [18] 徐苏男, 李虹仪, 李悦, 等. 养分异质条件下结缕草克隆分株生长、光合色素及叶绿素荧光特性的生理整合[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(4): 754-761.
- [19] 李春喜, 张令令, 马守臣, 等. 有机培肥和减施氮肥对小麦光合特性和氮素吸收及产量的影响[J]. 西北植物学报, 2017, 37(5): 943-951.
- [20] 张亚娟, 闫芳, 李翊华, 等. 不同施氮水平对“民乐紫皮”大蒜光合特性与叶绿素含量及品质的影响[J]. 北方园艺, 2016(7): 31-34.
- [21] 何舞, 刘红耀, 朱端卫, 等. 不同肥料施用对大蒜生长、品质和氮代谢的影响[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(2): 179-182.
- [22] 徐坤范, 李明玉, 艾希珍. 氮对日光温室黄瓜呈味物质、硝酸盐含量及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(5): 717-721.
- [23] 王鹏勃, 李建明, 丁娟娟, 等. 水肥耦合对温室袋培番茄品质、产量及水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(2): 314-323.
- [24] 李树庭. 密度和氮肥对设施袋培番茄生长、产量和品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2016.
- [25] 王晓航. 减量施氮对不同类型氮效率小麦品种氮代谢的影响[D]. 郑州:河南农业大学, 2015.
- [26] 柳洪鹏, 李作梅, 史春余, 等. 腐植酸提高食用型甘薯块根可溶性糖含量的生理基础[J]. 作物学报, 2011, 37(4): 711-716.
- [27] 高峻岭, 宋朝玉, 李祥云, 等. 不同有机肥配比对蔬菜产量和品质及土壤肥力的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2008(1): 48-51.
- [28] 张洋, 张荣. 施用有机肥对温室黄瓜生长和品质的影响[J]. 青海大学学报, 2008, 36(4): 54-68.