

张 宇,徐 刚,樊小雪,等. 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜养分积累及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(11):115-121.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.023

生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜养分积累及品质的影响

张 宇^{1,2}, 徐 刚², 樊小雪², 杨亚娜¹, 李小鹏², 刘贤松³

(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;

3. 江苏省邳州市宿羊山镇农业技术推广服务中心,江苏邳州 221300)

摘要:为了减少氮肥的施用,达到肥料科学使用的目的。试验设 7 个处理:常规氮肥无有机肥(CK);常规氮肥 + 有机肥(F_1H_0);氮肥减量 30% + 有机肥增加 20% (F_3H_0);氮肥减量 60% + 有机肥增加 40% (F_5H_0);在处理 F_1H_0 、 F_3H_0 、 F_5H_0 中添加生物炭,记为处理 F_1H_1 、 F_3H_1 、 F_5H_1 ,研究在添加生物炭之后氮肥与有机肥配施对大蒜养分吸收利用及品质的影响。研究表明,在氮肥减量 60% + 有机肥增加 40% 基础上添加生物炭,大蒜植株氮磷钾积累量以及肥料利用率都高于 CK 及没有添加生物炭的处理,同时提高大蒜鳞茎及蒜薹中的游离氨基酸含量、可溶性糖及蔗糖含量,降低硝酸盐含量,表明添加生物炭可以提高大蒜的品质,提高肥料利用率,促进大蒜植株生长,增加大蒜植株各部位氮磷钾含量的积累。

关键词:大蒜;生物炭;养分积累;肥料利用率;品质

中图分类号: S633.406 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)11-0115-06

生物炭可以改善土壤结构、吸附养分、提高作物产量及品质,研究发现,施用生物炭配施有机肥,可提高土壤的酶活性,提高烟叶的产量及品质,经济性状较好^[1]。王彩云等通过对连作多年的黄瓜土壤试验发现,添加生物炭降低了黄瓜的连作障碍,促进黄瓜的营养生长,提高了黄瓜产量^[2]。生物炭本身的矿质养分含量以及用量对作物生长及产量有很大的影响,在部分土壤中,较低含量的生物炭对作物生长及产量增加有促进作用,在生物炭含量较高时反而会抑制作物的生产^[3],生物炭所含有的营养成分较低,且对土壤养分有吸附的作用,大量的生物炭会导致作物减产^[4]。在速效氮、速效磷、速效钾等有效养分含量较少的土壤中,大量的生物炭施入土壤会导致作物产量下降^[5]。

有机肥与生物炭配施可以显著改善作物肥料利用率,研究发现,用木炭吸附氮磷钾肥料配置生物炭基复合肥,氮磷钾养分释放缓慢,持续时间较

长^[6]。王玫等研究发现,生物炭配施有机肥可以更好地减少土壤连作障碍,提高土壤酶的活性,优化土壤微生物群落结构,增加作物产量^[7]。本试验通过添加生物炭及氮肥有机肥配施,以期提高大蒜品质及肥料利用率。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地点位于江苏省南京市玄武区江苏省农业科学院内,地处 $32^{\circ}2'N$ 、 $118^{\circ}51'E$,属于亚热带季风气候,年平均气温为 $15.4^{\circ}C$,年平均降水量为 $1\ 106.5\ mm$,年平均湿度为 76%。试验时间为 2017 年 10 月至 2018 年 6 月。

试验采用的大蒜品种为邳州一号。播种于长 50 cm,宽 30 cm,高 16 cm 的硬质栽培钵中,每个处理 6 个种植盆,每盆种植大蒜 10 株。

基质为泥炭:蛭石 = 3:1。播种前按不同处理将基肥均匀撒入各小区。

1.2 试验设计

试验共设 7 个处理:(1)常规氮肥无有机肥(CK);(2)常规氮肥 + 有机肥(F_1H_0);(3)氮肥减量 30% + 有机肥增加 20% (F_3H_0);(4)氮肥减量

收稿日期:2019-05-06

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:徐 刚,博士,研究员,主要从事蔬菜设施栽培技术及相关栽培生理等研究。E-mail:xugang90@163.com。

表 1 供试基质理化性质

理化指标	测定值
pH 值	6.20
EC(μS/cm)	361.67
全氮含量(g/kg)	8.25
速效氮含量(mg/kg)	157.50
速效磷含量(mg/kg)	801.17
速效钾含量(mg/kg)	1 027.50

60% + 有机肥增加 40% (F_5H_0) ; 在处理 F_1H_0 、 F_3H_0 及 F_5H_0 中添加生物炭, 记为 F_1H_1 、 F_3H_1 、 F_5H_1 , 生物炭的用量为每个种植盆基质质量的 0.5%。具体施肥量见表 2。

表 2 不同处理每钵肥料类型及施用量

处理	施肥量(kg/hm ²)		
	硫酸钾复合肥	氮肥	有机肥
CK	250	1 050	0
F_1H_0	250	1 050	2 250
F_3H_0	250	735	2 700
F_5H_0	250	420	3 150

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%。使用肥料: 氮肥是普通尿素氮含量为 46.3%, 有机肥鸡粪有机肥氮、磷、钾含量分别为 1.63%、1.54%、0.85%, 硫酸钾复合肥氮、磷、钾含量分别为 15%、15%、15%。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 大蒜干物质及氮磷钾含量测定 从 1 月起每个月取 3 株, 用清水将根部基质冲洗干净, 擦干后将植株叶片、假茎、鳞茎以及根分开, 于 105℃ 下杀青 30 min, 然后 75℃ 烘干至恒质量, 测定植株的干质量。

将烘干样品磨碎, 过 100 目筛后, 称取 0.2 g 左右, 放入消煮管中, 于消煮炉上消煮后, 取消煮液体, 全氮用凯氏定氮仪测定; 全磷用钼锑抗比色法测定; 全钾用火焰分光光度法进行测定^[8]。

1.3.2 大蒜品质指标的测定 从 1 月起每月取新鲜叶片样品, 称质量后置于 -80℃ 冰箱备用。蒜薹及大蒜鳞茎收获后, 同样取样称质量, 后置于冰箱备用。

叶绿素含量采用乙醇浸提法测定; 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定; 游离氨基酸含量采用茚三酮比色法测定; 蔗糖采用间二苯酚光度法测定; 硝酸盐含量采用水杨酸比色法测定; 可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定; 维生素 C 含量用菲罗林比色法测定; 总酚含量用福林酚法测定^[9]。

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's 和 Duncan's 法分析差异显著性 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜氮磷钾含量的影响

2.1.1 氮含量 从图 1-A 可以看出, F_5H_1 处理叶片、鳞茎、假茎氮含量最高, 较 CK 分别增加了 10.80%、6.96%、15.46%, 根较 CK 增加了 13.97%, 其中根、假茎与 CK 差异显著, 根氮含量 F_1H_1 处理最高, 为 2.34%, 显著高于其他处理, 较 CK 增加 31.06%。添加生物炭之后, F_1H_1 处理氮含量都高于 F_1H_0 处理, 其中鳞茎与根差异显著; F_3H_1 处理根和假茎的氮含量高于 F_3H_0 处理, 且根的氮含量差异显著; F_5H_1 处理各部位氮含量都高于 F_5H_0 处理, 除假茎外差异显著。

2.1.2 磷含量 从图 1-B 中可以看出, 植株鳞茎中的磷含量最高, F_3H_1 处理叶片、假茎磷含量最高, 为 2.07%、5.11%, 较 CK 增加了 5.96%、18.48%, 其中假茎磷含量与 CK 差异显著。鳞茎 F_5H_1 处理磷含量较高, 为 5.67%, 显著高于 CK, 比 CK 增加了 21.36%, 根 F_1H_1 处理磷含量最高, 为 2.862%, 显著高于其他处理。 F_1H_1 处理鳞茎、根、假茎的磷含量都比 F_1H_0 高, 其中根磷含量差异显著; F_3H_1 处理磷含量除鳞茎外都高于 F_3H_0 处理, 其中根磷含量差异显著; F_5H_1 处理各部位磷含量都高于 F_5H_0 处理, 鳞茎及假茎的磷含量差异显著。

2.1.3 钾含量 从图 1-C 可以看出, 在不同部位中叶片钾含量最高, F_5H_1 处理叶片、鳞茎以及假茎的钾含量较高, 叶片 F_5H_1 处理钾含量为 5.325%, 显著高于其他处理, 较 CK 增加了 27.54%, 鳞茎及假茎 F_5H_1 处理较 CK 分别增加了 8.56%、18.14%, 假茎差异显著, 根 F_1H_0 处理钾含量最高, 为 3.75%, 与其他处理 (F_5H_0 处理除外) 差异显著。

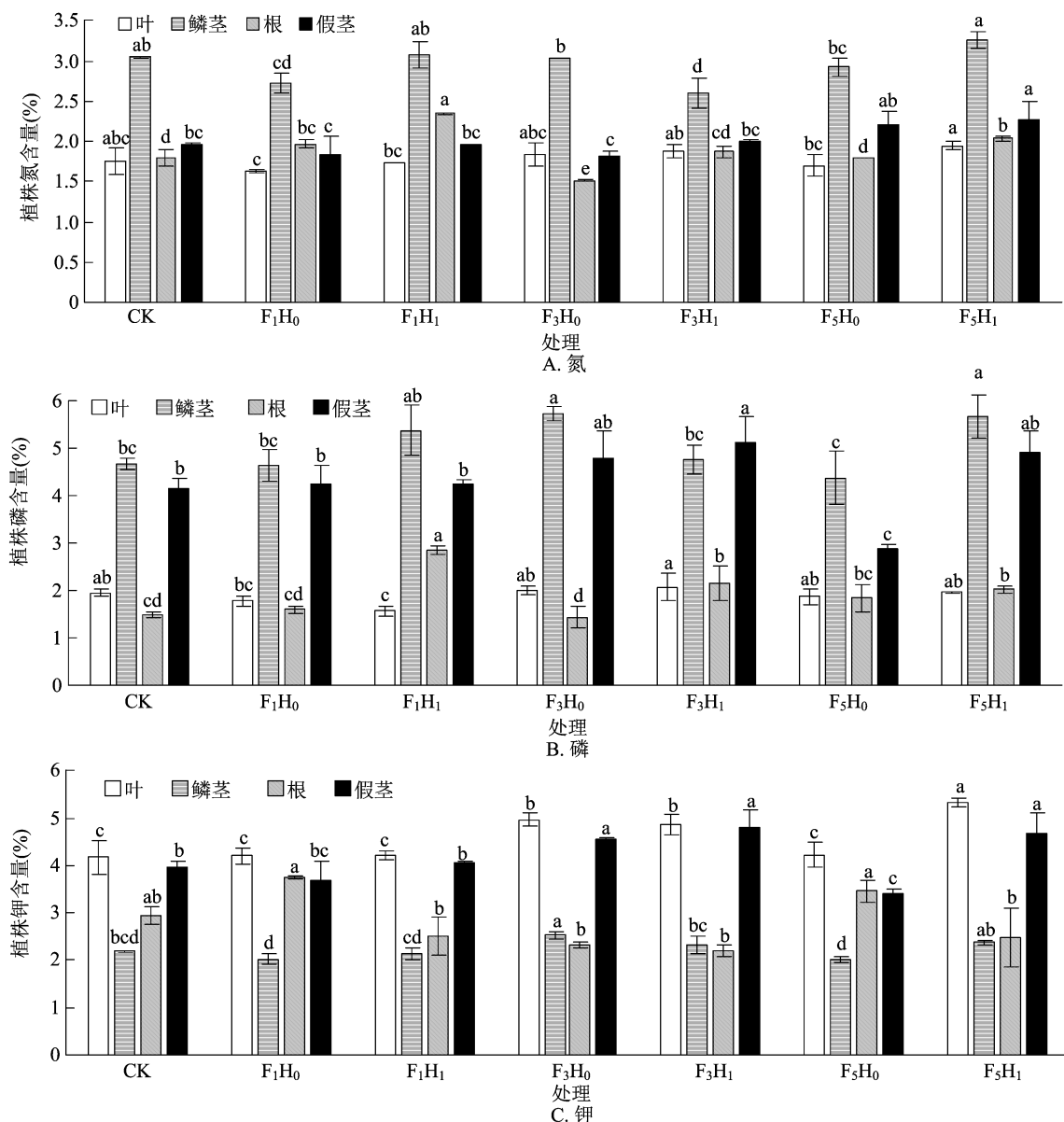


图1 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜植株氮磷钾含量的影响

F₁H₁ 处理假茎以及鳞茎钾含量高于 F₁H₀ 处理,但差异不显著;F₅H₁ 处理钾含量除根之外其他部位显著高于 F₅H₀ 处理。

2.2 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对氮磷钾肥残留及利用率影响

2.2.1 氮肥利用率

从表3可以看出,氮肥利用率最高的处理是 F₅H₁ 处理,较 CK 增加了 44.58%;植株氮积累量 F₃H₀ 处理最高,较 CK 增加了 10.16%。从图1-A可以看出,添加生物炭之后,F₁H₁ 处理以及 F₃H₁ 处理氮肥利用率低于原处理,F₅H₁ 处理高于原处理。添加生物炭后植株的氮积累量下降,但与原处理差异不显著。

2.2.2 磷肥利用率

F₅H₁ 处理植株磷积累量以及

磷肥利用率都高于 CK,分别较 CK 增加了 20.07%、16.31%。添加生物炭之后,磷肥利用率 F₅H₁ 处理高于原处理,F₁H₁、F₃H₁ 处理低于原处理。植株磷积累量最高为 F₃H₀ 处理,其次为 F₅H₁ 处理,二者差异不显著,最低的为 F₁H₁ 处理,添加生物炭之后 F₅H₁ 处理磷积累量显著高于原处理,其他 2 个处理与原处理差异不显著。

2.2.3 钾肥利用率

从表3可以看出,植株钾积累量 F₁H₀ 处理较低,添加生物炭之后 F₁H₁ 处理低于原处理,其他处理高于原处理。植株钾积累量 F₁H₁ 处理最低,在添加生物炭之后,F₁H₁ 处理显著低于原处理,F₅H₁、F₃H₁ 处理在添加生物炭后与原处理相比差异不显著。

表 3 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对氮磷钾肥残留及利用率的影响

处理	植株氮积累量 (g)	氮肥利用率 (%)	植株磷积累量 (g)	磷肥利用率 (%)	植株钾积累量 (g)	钾肥利用率 (%)
CK	1.87 ± 0.022b	17.99	2.84 ± 0.046b	11.53	20.75 ± 3.285d	6.58
F ₁ H ₀	1.49 ± 0.069c	13.74	2.44 ± 0.175c	9.86	26.46 ± 0.270c	5.39
F ₁ H ₁	1.48 ± 0.058c	13.52	2.41 ± 0.204c	9.68	31.14 ± 0.630ab	4.92
F ₃ H ₀	1.92 ± 0.025b	20.13	3.47 ± 0.118a	13.80	27.81 ± 0.285bc	7.36
F ₃ H ₁	1.82 ± 0.079b	18.97	3.18 ± 0.095ab	12.67	29.34 ± 0.360bc	7.37
F ₅ H ₀	2.17 ± 0.056a	25.50	3.04 ± 0.285b	11.94	33.03 ± 0.180a	7.31
F ₅ H ₁	2.06 ± 0.061a	26.01	3.41 ± 0.223a	13.41	30.33 ± 0.180ab	7.63

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 4、表 5 同。

2.3 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜品质的影响

硝酸盐是大蒜品质中的重要指标之一。从表 4 可以看出,不同处理中硝酸盐含量最高的是 F₁H₀ 处理,添加生物炭之后,该处理硝酸盐含量下降,且差异显著,F₅H₀ 处理的硝酸盐含量最低,低于 CK 且差异显著,但是在 F₃H₀、F₅H₀ 处理中,添加生物炭后硝酸盐含量反而上升,可能是因为生物炭吸附了基质大量的硝酸盐,避免了硝酸盐的流失,同时生物炭促进了大蒜对氮肥的吸收,导致添加生物炭后鳞茎膨大时吸收的硝酸盐较多,F₁H₁ 处理由于氮

肥过多对植株生长产生毒性,导致对硝酸盐的吸收减少。在游离氨基酸中,F₁H₁、F₅H₁ 处理高于 CK 处理但差异不显著,F₃H₁ 处理含量最低,与除 F₃H₀ 之外的其他处理差异显著,同时添加生物炭之后,F₁H₁、F₅H₁ 处理都高于未添加生物炭的处理。

从表 4 可以看出,CK 可溶性糖含量较高,CK 蔗糖含量最低,除 F₃H₁ 处理可溶性糖含量高于 F₃H₀ 之外,添加生物炭之后,可溶性糖、蔗糖含量都出现了不同程度降低,可能由于产生的糖类大量被消耗,合成了蛋白质氨基酸等物质。

表 4 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜鳞茎品质的影响

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	0.272 ± 0.026d	1.504 ± 0.006a	0.159 ± 0.002ab	5.630 ± 0.643c
F ₁ H ₀	0.329 ± 0.011a	1.480 ± 0.089a	0.163 ± 0.001a	12.146 ± 0.813a
F ₁ H ₁	0.206 ± 0.007c	1.531 ± 0.002a	0.158 ± 0.003b	6.346 ± 0.199c
F ₃ H ₀	0.135 ± 0.003e	1.339 ± 0.083ab	0.146 ± 0.001c	7.863 ± 0.489b
F ₃ H ₁	0.183 ± 0.003d	1.046 ± 0.260b	0.150 ± 0.003c	5.888 ± 0.038c
F ₅ H ₀	0.134 ± 0.014e	1.472 ± 0.040a	0.163 ± 0.004a	9.257 ± 0.680b
F ₅ H ₁	0.209 ± 0.007c	1.529 ± 0.003a	0.158 ± 0.003ab	8.526 ± 0.436b

2.4 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对蒜薹叶绿素含量的影响

从图 2 可以看出,叶绿素含量最高的是 F₁H₀ 处理,叶绿素含量与氮肥施用有很大的关联,F₁H₀ 处理氮肥用量较多,同时配施有机肥,导致该处理叶绿素含量较高,且显著高于 CK,在添加生物炭后叶绿素含量降低,F₃H₀、F₅H₀ 处理虽然氮肥用量减少但是有机肥的配施相应缓解了叶绿素含量下降,在添加生物炭之后,F₃H₁、F₅H₁ 处理叶绿素含量有一定的上升但效果不明显,同时由于肥料流失减少,

F₁H₁ 中养分过多,EC 值太大,对该处理产生抑制作用,导致叶绿素含量下降。

2.5 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对蒜薹品质的影响

从表 5 可以看出,在蒜薹中 F₁H₁ 处理各品质指标都低于 F₁H₀ 处理,可能由于生物炭吸附的养分较多,导致植株生长出现抑制现象。硝酸盐中 F₁H₀ 含量最多,显著高于 CK,F₃H₁ 处理含量最少,游离氨基酸 F₅H₀、F₅H₁ 处理最高,显著高于 CK 处理,分别增加了 63.26%、62.93%,添加生物炭之后 F₃H₁、

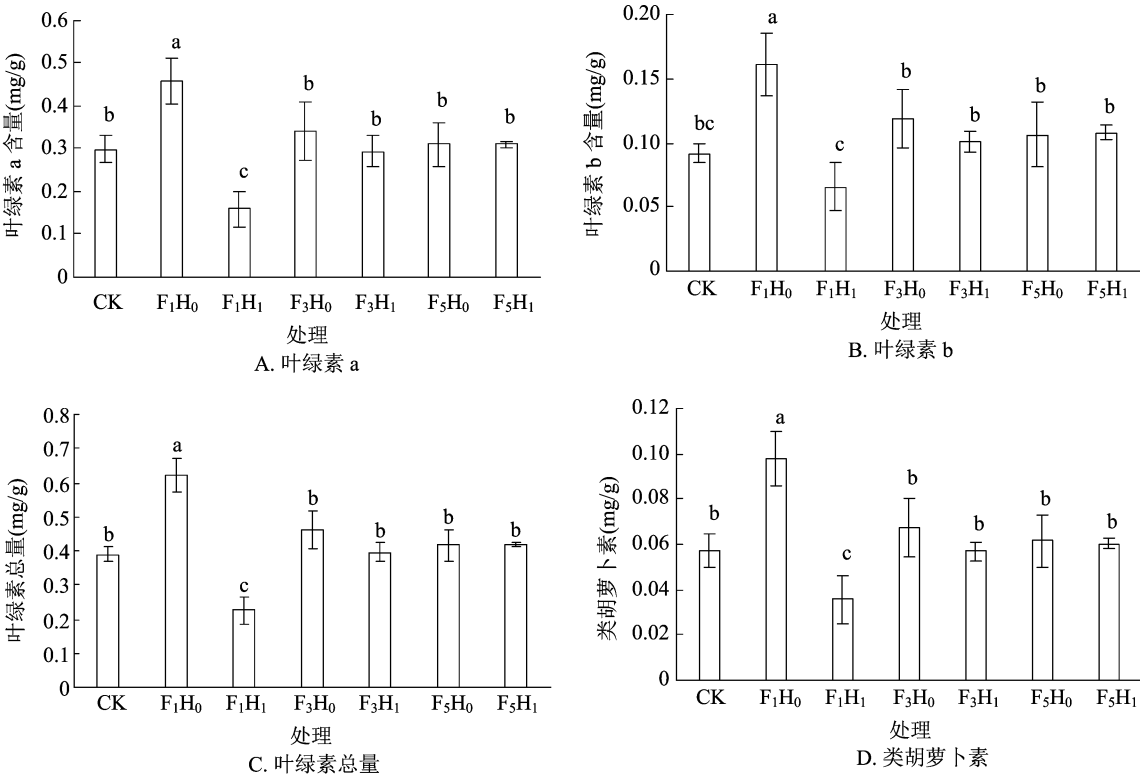


图2 生物炭施用以及氮肥与有机肥配施对蒜薹叶绿素含量的影响

F₅H₁ 处理硝酸盐及游离氨基酸含量有所下降,与大蒜鳞茎趋势相反。可溶性糖及蔗糖含量最高的都是 F₅H₁ 处理且都高于 CK 处理,在添加生物炭之

后,可溶性糖含量在 F₃H₁、F₁H₁ 处理与原处理相比减少,F₅H₁ 处理含量高于原处理,蔗糖 F₁H₁ 与原处理相比减少,F₃H₁、F₅H₁ 处理高于原处理。

表 5 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对蒜薹品质的影响

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 ± 0.010bc	0.901 ± 0.048e	0.171 ± 0.004ab	0.763 ± 0.213d
F ₁ H ₀	0.121 ± 0.003a	1.372 ± 0.069b	0.173 ± 0.002ab	5.467 ± 0.661b
F ₁ H ₁	0.108 ± 0.005abc	1.090 ± 0.086c	0.161 ± 0.006c	2.989 ± 0.561c
F ₃ H ₀	0.103 ± 0.002bc	0.958 ± 0.024de	0.176 ± 0.002ab	4.048 ± 0.482c
F ₃ H ₁	0.101 ± 0.010bc	1.033 ± 0.027cd	0.170 ± 0.003b	4.202 ± 0.571bc
F ₅ H ₀	0.108 ± 0.005abc	1.471 ± 0.015a	0.175 ± 0.002ab	3.548 ± 0.389c
F ₅ H ₁	0.095 ± 0.018c	1.468 ± 0.013a	0.177 ± 0.004a	7.056 ± 0.933a

3 讨论与结论

3.1 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜植株氮磷钾含量及肥料利用率的影响

生物炭种类及土壤肥力以及施肥方式对作物养分吸收有很大的影响,施用生物炭可以促进小麦玉米的氮素吸收积累,提高氮素的利用率^[10]。施用生物炭可以增加植株对磷钾钙镁等营养元素的吸收^[11]。梁锦秀等研究发现,增施生物炭显著增加了春小麦对氮磷钾的吸收率^[12]。植株氮磷钾的积累

量分别等于植株各部位干质量与全氮全磷全钾的乘积。在添加生物炭之后,大蒜植株各部位的氮含量有不同程度的增加,磷含量、钾含量也有所增加,其中 F₅H₁ 处理氮磷钾含量较原处理在植株各部位的增加较为明显,都高于 CK 处理。本试验发现,植株氮积累量在添加生物炭后与原处理相比有所下降,但差异不显著,F₅H₁ 处理的积累量显著高于 CK,F₅H₁ 处理的氮肥利用率以及积累量高于原处理也高于 CK,F₃H₁ 处理在添加生物炭之后氮肥残留量增加。植株磷积累量也在添加生物炭之后下

降,但 F_5H_1 处理增加且差异显著,同时 F_5H_1 处理磷肥利用率高于原处理, F_5H_1 处理磷积累量和利用率都高于 CK,添加生物炭之后所有处理磷肥残留量都低于原处理。相关研究发现,通过提高土壤中速效钾的含量来促进植株对钾元素的吸收^[13-16]。添加生物炭可以促进小麦玉米籽粒对钾素的吸收,提高钾肥的利用率^[17]。植株钾积累量在添加生物炭之后下降, F_5H_1 处理钾肥残留量显著降低,钾肥利用率增加明显。

随着氮肥用量减少,有机肥用量增加,大蒜对氮磷钾的积累逐渐增加,肥料利用率增加。添加生物炭可以提高肥料利用率,与相关试验结果相似,同时添加生物炭可以减少肥料的流失,本试验中,添加生物炭后,肥料的残留量有所上升,植株氮磷钾积累量与原处理相比增加不显著,这可能与本试验使用基质栽培有关,相关研究发现,添加生物炭在有机质含量较高的土壤中,作物的增产效果不明显^[18],本试验基质中含有大量磷钾元素,且基质对肥料有一定的吸附作用,导致肥料残留较多。

3.2 生物炭施用及氮肥与有机肥配施对大蒜鳞茎及蒜薹品质的影响

叶绿素是植株光合作用的重要参与物质,叶绿素含量与氮素含量有显著的关系^[19],本试验发现,蒜薹叶绿素含量 F_1H_0 处理最高, F_1H_1 处理最低,处理间差异显著,由于 F_1H_1 处理肥料过多、基质 pH 值最低、EC 值过大对植株的生长造成抑制作用。

大蒜鳞茎在添加生物炭之后, F_1H_1 处理硝酸盐含量降低, F_5H_1 、 F_3H_1 处理硝酸盐含量增加。蒜薹硝酸盐各处理在添加生物炭之后硝酸盐含量有所下降。在添加生物炭之后,大蒜地上部蒜薹叶片硝酸盐含量较原处理有所下降,地下部鳞茎硝酸盐含量增加。于南卓研究发现,施用生物炭之后小白菜叶片硝酸盐含量下降^[20]。王湛等研究发现,施用生物炭之后,菜心硝酸盐含量降低 20.0% ~ 44.3%^[21],本试验大蒜蒜薹的硝酸盐含量变化与之相似。植株游离氨基酸的含量与氮肥的施用有显著的关系^[22],鳞茎 CK 处理游离氨基酸含量较高。鳞茎游离氨基酸 F_3H_1 处理最低,添加生物炭之后 F_5H_1 、 F_1H_1 处理游离氨基酸增加。蒜薹游离氨基酸的变化趋势与大蒜鳞茎相反,且游离氨基酸含量都显著高于 CK,添加生物炭之后 F_5H_1 、 F_1H_1 处理游离氨基酸减少, F_5H_1 处理对叶片、鳞茎游离氨基酸含量增加较明显。

大蒜鳞茎以及蒜薹的蔗糖含量都显著高于 CK,大蒜鳞茎在添加生物炭后,可溶性糖、蔗糖含量有不同程度的降低,可能由于产生的糖类大量消耗,合成了蛋白质氨基酸等物质。配施有机肥有一定的提高作用。蒜薹蔗糖含量 F_3H_1 、 F_5H_1 处理变化趋势与大蒜鳞茎正好相反, F_1H_1 处理与鳞茎相同都低于 F_1H_0 处理。

添加生物炭之后, F_1H_1 处理大蒜植株各部位的氮磷钾含量、氮磷钾总积累量以及肥料利用率都较低, F_5H_1 处理植株氮磷钾积累量较 CK 增加 10.16%、20.07%、1.47%,肥料利用率较 CK 增加 44.58%、16.31%、15.96%。添加生物炭之后,大蒜鳞茎 F_5H_1 处理最好, F_5H_1 处理大蒜鳞茎中硝酸盐含量较 CK 降低 23.16%,游离氨基酸、蔗糖含量较 CK 处理增加 1.66%、51.44%; F_5H_1 处理蒜薹硝酸盐含量较 CK 处理下降 7.77%,游离氨基酸、可溶性糖含量比 CK 处理增加 62.93%、3.51%,蔗糖含量也高于 CK 处理。

综上所述,氮肥减施配施有机肥以及添加生物炭试验中, F_5H_1 处理即氮肥减量 60% + 有机肥加 40% 处理添加生物炭有较好的效果,可提高大蒜的品质,并可提高肥料利用率,增加大蒜植株各部位氮磷钾含量的积累。

参考文献:

- [1] 李司童,毛凯伦,石锦辉,等. 生物炭和菜籽饼配施对土壤养分、酶活性及烟叶产质量的影响[J]. 土壤通报,2017,48(6): 1429 - 1435.
- [2] 王彩云,武春成,曹霞,等. 生物炭对温室连作土壤黄瓜生长、叶片结构及产量的影响[J]. 北方园艺,2018(19): 23 - 27.
- [3] Kishimoto S, Sugiura G. Charcoal as a soil conditioner[J]. Symp for Prod Res Int Achiev Future,1985(5): 12 - 23.
- [4] Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G, et al. The 'terra preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics[J]. Naturwissenschaften,2001,88: 37 - 41.
- [5] Yan G Z, Kazuto S, Satoshi F, et al. The effects of bamboo charcoal and phosphorus fertilization on mixed planting with grasses and soil improving species under the nutrients poor condition[J]. Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology,2004,30(1): 33 - 38.
- [6] Khan M A, Kim K W, Wang M Z, et al. Nutrient - impregnated charcoal an environmentally friendly slow - release fertilizer[J]. The Environmentalist,2008,28(3): 231 - 236.
- [7] 王玫,徐少卓,刘宇松,等. 生物炭配施有机肥可改善土壤环境并减轻苹果连作障碍[J]. 植物营养与肥料学报,2018,24(1): 220 - 227.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2008.

张 婷,赵 林,李刚波,等. 耐低温弱光草莓品种的筛选[J]. 江苏农业科学,2020,48(11):121-124.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.024

耐低温弱光草莓品种的筛选

张 婷,赵 林,李刚波,杨 峰

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所,江苏徐州 221121)

摘要:以章姬、妙香 3 号、妙香 7 号、圣诞红、京藏香 5 个草莓品种作为试验材料,以自然降温阴天为试验处理,测定其相对电导率、MDA 含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量及抗氧化酶活性,筛选出适合徐州地区栽植的耐低温弱光的草莓品种。试验结果表明,草莓品种圣诞红在低温弱光胁迫下,相对电导率、MDA 含量、SOD 和 POD 活性显著或极显著低于其他品种,可溶性糖含量、可溶性蛋白含量及 CAT 活性极显著高于其他品种,其他品种间无显著差异。用隶属函数法得出 5 种草莓品种耐低温弱光顺序为圣诞红 > 妙香 3 号 > 京藏香 > 章姬 > 妙香 7 号。综上可知,圣诞红属于耐低温耐弱光的草莓品种。

关键词:低温;弱光;草莓;隶属函数法

中图分类号: S668.403.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)11-0121-04

草莓栽培以日光温室为主,进行冬春反季节栽培,但是设施比较简陋、可控程度低、缺乏设施栽培专用品种等原因,造成设施草莓产量和品质低等问题。首先,因覆盖物的存在导致光照强度降低,有时设施内的光照仅为自然光照的 10% 左右^[1],生产

光照时间和光照强度明显不足,远远不能满足植物生长的需要^[2]。另外,若遇连续的阴、雨、雪等极端天气,低温和光照不足使设施内植株的生长发育受到很大的影响,导致作物产量和品质的下降,果农经济损失严重,在一定程度上影响和制约了草莓的种植和发展。所以,筛选和培育耐低温弱光品种已成为草莓育种的目标之一。有关植物的抗寒性和耐弱光性,人们已在黄瓜、番茄、辣椒等作物上做了大量研究^[3-6],在生理指标方面主要集中于电解质外渗率、抗氧化物酶活性、叶绿素含量等方面^[7-9]。本试验以 5 种草莓品种为试材,监测秋冬季连续阴

收稿日期:2019-05-15

基金项目:徐州市农科院院基金(编号:XK2017001)。

作者简介:张 婷(1989—)女,硕士,助理研究员,主要从事果树种质资源及适应性方面的研究。E-mail:tingzhang322@163.com。

通信作者:杨 峰,博士,研究员,主要从事园艺作物育种改良研究。

E-mail:xz-yangfeg@163.com。

[9]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.

[10]曲晶晶,郑金伟,郑聚锋,等. 小麦秸秆生物炭对水稻产量及晚稻氮素利用率的影响[J]. 生态与农村环境学报,2012,28(3):288-293.

[11]马 莉,侯振安,吕 宁,等. 生物炭对小麦生长和氮素平衡的影响[J]. 新疆农业科学,2012,49(4):589-594.

[12]梁锦秀,郭鑫年,任福聪,等. 生物炭对宁夏扬黄灌区春小麦产量及养分吸收利用的影响[J]. 宁夏农林科技,2018,59(10):1-6.

[13]Lehmann J, da Silva J P Jr, Steiner C, et al. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments [J]. Plant and Soil, 2003, 249(2):343-357.

[14]Chan K Y, van Zwieten L, Meszaros I, et al. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment[J]. Australian Journal of Soil Research, 2007, 45(8):629-634.

[15]Uzoma K C, Inoue M, Andry H, et al. Effects of cow manure biochar

on maize productivity under sandy soil condition[J]. Soil Use and Management, 2011, 27(2):205-212.

[16]Zhao X, Wang J W, Xu H J, et al. Effects of crop-straw biochar on crop growth and soil fertility over a wheat-millet rotation in soils of China[J]. Soil Use and Management, 2014, 30(3):311-319.

[17]聂新星. 生物炭对土壤钾素有效性及作物生长的影响[D]. 武汉:中国科学院研究生院(武汉植物园),2016.

[18]黄 超,刘丽君,章明奎. 生物炭对红壤性质和黑麦草生长的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2011,37(4):439-445.

[19]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.

[20]于南卓. 生物炭及炭基肥料对小白菜、油菜及玉米的生长和土壤养分的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2018.

[21]王 湛,李银坤,王利春,等. 生物炭对有机菜心产量、品质及水分利用的影响[J]. 农业机械学报,2018,49(12):273-280.

[22]王晓航. 减量施氮对不同氮效率小麦品种氮代谢的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2015.