

崔必波,晏军,李亚芳,等. 肥料减施对江苏沿海地区大蒜生长与品质的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(6):123-128.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.06.021

# 肥料减施对江苏沿海地区大蒜生长与品质的影响

崔必波,晏军,李亚芳,李斌,郭树庆,陈满霞

(盐城市新洋农业试验站,江苏射阳 224049)

**摘要:**探究有机硅水溶缓释肥在大蒜生产中的应用效果与肥料减施机制,采用田间试验方法,以常规肥料常用量(F1)、有机硅水溶缓释肥常用量(F2)以及有机硅水溶缓释肥不同程度减施(F3、F4、F5)对大蒜生长性状、产量、品质与土壤性状进行研究,以期江苏沿海地区大蒜合理施肥提供技术解决方案。结果表明,施用有机硅水溶缓释肥可增加大蒜植株的株高、叶长、叶宽,提高叶片叶绿素含量,促进植株地上部生长,显著增加返青期地上部鲜质量产量( $P < 0.05$ );增加蒜薹的粗度、长度、鲜质量产量,提升蒜薹紧实度;增加鳞茎的直径、2~4级鳞茎占比、鲜质量产量,提升鳞茎紧实度与内在品质;有机硅水溶缓释肥减施20%处理较常规肥料常规用量处理,返青期地上部鲜质量、蒜薹鲜质量表现为增产,但二者间差异不显著,而鳞茎鲜质量不仅增产,且二者间差异达显著水平;有机硅水溶缓释肥对提升土壤中全氮和有效磷的含量效果明显,对降低土壤容重作用显著;而对土壤有机质含量、pH值、速效钾含量则无明显影响。总体而言,在江苏沿海地区大蒜生产过程中,采用有机硅水溶缓释肥,肥料总量减施20%不仅不会影响大蒜生长与产量,还可以增加产量并提升品质,提高肥料利用率,减少土壤养分流失,改善土壤性状。

**关键词:**大蒜;有机硅水溶缓释肥;减施;品质;土壤性状

**中图分类号:** S633.406 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)06-0123-06

大蒜是一种价值较高的经济作物,在江苏省盐城市射阳县与大丰区有着较为悠久的种植历史,常

年种植面积在3万 $\text{hm}^2$ 左右<sup>[1-2]</sup>,该产区位于江苏省盐城市沿海地带,由于成陆时间较晚,土壤污染少,环境条件优越,气候独特,特别适合大蒜生长,该产区生产的蒜薹全部为手拔苗,纤维化程度低,入口无渣,口感好,耐贮藏,是全国较为有名的蒜薹之乡,保鲜蒜薹、蒜头、速冻蒜米、脱水蒜片等产品远销全国各地乃至出口到日本、韩国及东南亚等国

收稿日期:2020-06-23

基金项目:江苏现代农业(蔬菜)产业技术体系(盐城)推广示范基地项目(编号:JATS[2019]217)。

作者简介:崔必波(1971—),男,江苏盐城人,助理研究员,主要从事农作物新品种选育以及新技术、新农药示范推广工作。E-mail: cuibibol971@163.com。

宜,适于草莓生产苗的繁育,经过2年示范经验得知,在临夏地区开展草莓露地育苗,匍匐茎抽生数量较少,匍匐茎苗健壮,能够促进植株提早花芽分化,因此,开展高海拔冷凉地区草莓育苗,是促进草莓产业健康发展的有效途径,也是促进西部地区经济发展的有效手段。

## 参考文献:

- [1]雷家军. 草莓属植物的分类与地理分布[R]. 黑龙江:中国园艺学会果树专业委员会,2010.
- [2]邓明琴,雷家军. 中国果树志(草莓卷)[M]. 北京:中国林业出版社,2005.
- [3]张运涛,雷家军,赵密珍,等. 新中国果树科学研究70年——草莓[J]. 果树学报,2019,36(10):1441-1452.
- [4]赵密珍,钱亚明. 江苏省草莓生产现状调查分析[J]. 江苏农业

科学,2010(3):1-2.

- [5]罗刚军. 基于中国原产野生草莓果实品质评价的种质创新研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2019.
- [6]王娟,孙瑞,王桂霞,等. 8个草莓新品种(系)果实特征香气成分比较分析[J]. 果树学报,2018,35(8):967-976.
- [7]庞夫花,赵密珍,袁华招,等. 草莓‘宁玉’及其亲本果实发育过程中香气成分分析[J]. 江西农业学报,2019,31(6):16-21.
- [8]岳高峰,王丽萍,韩志强. 不同补光时长对草莓开花及产量品质的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(18):144-148.
- [9]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.
- [10]赵密珍,王静,袁华招,等. 草莓育种新动态及发展趋势[J]. 植物遗传资源学报,2019,20(2):249-257.
- [11]庞夫花,赵密珍,王钰,等. ‘宁玉’草莓花芽分化及其生化物质的变化[J]. 果树学报,2014,31(6):1117-1122.
- [12]赵密珍,王壮伟,钱亚明,等. 草莓新品种‘宁玉’[J]. 园艺学报,2011,38(7):1411-1412.

家与地区<sup>[3]</sup>。大蒜产业不仅是盐城市农业的创汇大户,还为农业劳动力转移提供了大量的就业岗位,大蒜种植已成为当地农民增收致富的重要途径。然而几十年的大蒜种植,为盲目追求高产使得肥料使用量,特别是氮肥用量逐年增加,这不仅加重了种植者的生产成本,还加剧了土壤板结与盐渍化,加重了大蒜病害发生,造成大蒜产量与品质的下降<sup>[4-6]</sup>,直接影响了蒜农的收益,已成为制约本地大蒜产业健康发展的技术瓶颈;增加肥料使用量还会造成肥料利用率下降,加重水体污染<sup>[7]</sup>,与生态文明建设的国家战略不符。为此,如何提高肥料的利用率,减少肥料使用量,提高大蒜产量与品质,已成为保证当地大蒜产业健康发展必须要解决的技术难题。

硅被国际土壤界认为是继氮、磷、钾之后第 4 种植物营养元素,是水稻生长发育所必需的大量元素之一<sup>[8]</sup>。作物适量施用硅肥可提高作物产量,改善作物品质<sup>[9-11]</sup>。前人研究表明,施用硅肥可以促进作物对土壤中固定的氮、磷元素的吸收,提高肥料的利用率<sup>[12-13]</sup>,作物施用硅肥可提高作物的抗病性能<sup>[14]</sup>,改良土壤的理化性状<sup>[15]</sup>,同时对治理土壤中重金属污染作用明显<sup>[16-17]</sup>。目前,市场上硅肥种类繁多,大体可分为 2 类:(1)水溶性硅肥,溶于水可以被植物直接吸收,农作物对其吸收利用率较高,一般常用作叶面喷施;(2)枸溶性硅肥,指不溶于水而溶于酸后可以被植物吸收的硅肥,多为矿石经高温煅烧工艺加工而成,一般施用量较大,作物吸收利用率低,适合作土壤基肥;而将多种功能类型不同的有机硅与氮、磷、钾等作物必须的大量元素在充分混合的情况下,从高塔顶部喷淋而下,自然冷却造粒,生产出的有机硅水溶缓释肥是河北硅谷肥业有限公司的专利产品,该产品曾助力袁隆平院士的超级杂交水稻刷新世界水稻单产新纪录<sup>[18]</sup>,该产品还在果树、西瓜、草莓、番茄、马铃薯等多种经济作物上使用,均取得较为满意的效果,目前关于该肥料在大蒜生产上应用的报道较少。为此,笔者于 2018—2019 年开展有机硅水溶缓释肥在大蒜生产上的应用研究,以期能为江苏沿海地区大蒜合理施肥技术提供技术支撑。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验安排在江苏省射阳县临海镇中五村 5 组进行,田块连续种蒜 15 年,大小为 300 m × 45 m,土质

为滨海氯化物粉砂性盐土,试验地有机质含量为 22.40 g/kg,全氮含量为 1.16 g/kg,有效磷含量为 13.66 mg/kg,速效钾含量为 192.73 mg/kg,土壤 pH 值为 8.35,土壤容重为 1.25 g/cm<sup>3</sup>。

### 1.2 试验材料

试验用肥料包括市售品牌硫酸钾型复合肥(氮、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量均为 17%)、市售品牌尿素氮含量 ≥ 46%)、市售品牌硫酸钾(K<sub>2</sub>O 含量 ≥ 52%)、硅谷牌硫酸钾型有机硅水溶缓释肥(氮、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量均为 17%,硅为水溶态,含量 ≥ 3%)。供试大蒜品种为射阳白蒜,播种时间为 2018 年 9 月 25 日,采用地膜覆盖种植方式,株行距为 8 cm × 20 cm。

### 1.3 试验设计

试验设 5 个处理,分别为普通肥料常用量 F1(以复合肥 900 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 150 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥;尿素 150 kg/hm<sup>2</sup> 作返青肥;复合肥 150 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 150 kg/hm<sup>2</sup> 作抽薹肥)、有机硅水溶缓释肥常用量 F2(以有机硅水溶缓释肥 900 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 150 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥;尿素 150 kg/hm<sup>2</sup> 作返青肥;有机硅水溶缓释肥 150 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 150 kg/hm<sup>2</sup> 作抽薹肥)、有机硅水溶缓释肥减量 10% F3(以有机硅水溶缓释肥 810 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 135 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥;尿素 135 kg/hm<sup>2</sup> 作返青肥;有机硅水溶性缓释肥 135 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 135 kg/hm<sup>2</sup> 作抽薹肥)、有机硅水溶缓释肥减量 20% F4(以有机硅水溶缓释肥 720 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 120 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥;尿素 120 kg/hm<sup>2</sup> 作返青肥;有机硅水溶缓释肥 120 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 120 kg/hm<sup>2</sup> 作抽薹肥)、有机硅水溶缓释肥减量 30% F5(以有机硅水溶缓释肥 630 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 105 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥;尿素 105 kg/hm<sup>2</sup> 作返青肥;有机硅水溶缓释肥 105 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 105 kg/hm<sup>2</sup> 作抽薹肥)。随机区组排列,重复 3 次,小区面积为 30 m<sup>2</sup>。

### 1.4 测定项目与方法

在大蒜种植前对试验区的土壤进行采样分析,采用对角线 5 点取样法,取 0 ~ 20 cm 耕作层综合样 3 个。各小区蒜薹收获后,及时对每个小区的土样进行采样分析,采样方法同上。根据试验需要分别测定土壤有机质含量(重铬酸钾容量法 - 外加热法)、全氮含量(凯氏定氮法)、有效磷含量(碳酸氢钠浸提 - 钼锑抗比色法)、速效钾含量(醋酸铵浸提 - 火焰光度法)、pH 值(电位法)、土壤容重(环刀法)等<sup>[19]</sup>。

在大蒜返青后,调查各小区植株高度、叶长、叶宽及地上部单株鲜质量,用叶绿素仪 (SPAD-502) 测定叶绿素含量,以大蒜顶部向下第 3 张功能叶的 SPAD 数值表示,每个小区调查 30 株;蒜薹与鳞茎收获时计实产并调查单根蒜薹的鲜质量、粗度、长度、蒜薹紧实度、鳞茎鲜质量、直径、鳞茎紧实度,每个小区调查 30 株,并对每个小区 100 个随机取样的鳞茎进行大小分级,分级标准参照张明祥等制定的标准<sup>[20]</sup>,蒜薹、鳞茎鲜质量的测定采用电子天平,采用电子游标卡尺测定蒜薹、鳞茎的粗度与直径。蒜薹采收标准为鳞茎上部 10 cm 处采收,长度测量用直尺测量鳞茎基部到总苞的长度。蒜薹(鳞茎)紧实度 = 蒜薹(鳞茎)鲜质量/蒜薹(鳞茎)体积。蒜薹、鳞茎体积测定方法:在一个开放容器中放入 500 mL 烧杯,往烧杯内不断注水直到烧杯口有少量水溢出为止,然后用滤纸将溢出的水吸干,再将需要测量的蒜薹或鳞茎放入烧杯内(注意要将所测量样品全部没入水中),水溢出烧杯,后慢慢取出样品并取出烧杯,收集溢出的水并测量出水的体积,水的体积就是所测量样品的体积。

### 1.5 数据的处理与分析

采用 SPSS 20.0 软件进行数据统计分析,用 Excel 2013 进行作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 有机硅水溶性缓释肥减施对大蒜返青期植株生长性状及产量的影响

由表 1 可知,不同处理对植株高度、叶长、叶宽、地上部鲜质量及叶绿素含量有不同程度的影响,其中有机硅水溶缓释肥常规用量(F2)处理植株在外观上表现为植株健壮、长势旺、叶片长而宽、叶色深绿。各处理具体表现为随着有机硅水溶缓释肥用量的减少,植株高度呈下降趋势,F2、F3 处理的株高显著高于其他处理( $P < 0.05$ ),F1、F4 处理间差异不显著,F5 处理的株高显著低于其他处理;不同处理对植株叶长的影响较小,但对叶宽的影响略大于对叶长的影响,各处理叶长、叶宽的表现与株高基本一致;各处理地上部鲜质量以 F2 处理最高(138.2 g/株),显著高于除 F3 处理外的其他处理,F4 处理的地上部鲜质量较 F1 处理增加 1.56%,但两者间差异不显著;叶绿素含量(SPAD 值)以 F2 处理最高(62.5),F1 处理最低(59.7),从外观上看,施用有机硅水溶缓释肥的各处理叶色明显较常规肥料常规用量处理的深,有机硅水溶缓释肥随着用量的减少,叶色逐渐变淡,这与 SPAD 值的测定结果表现一致。

表 1 不同肥料用量对大蒜返青期生长性状的影响

处理	株高 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	地上部鲜质量 (g/株)	SPAD 值
F1	28.4 ± 0.21b	33.3 ± 0.72a	2.4 ± 0.02c	127.8 ± 1.46b	59.7 ± 0.44e
F2	29.6 ± 0.31a	33.9 ± 0.32a	2.7 ± 0.04a	138.2 ± 0.75a	62.5 ± 0.12a
F3	29.2 ± 0.44a	33.7 ± 0.25a	2.6 ± 0.04b	136.8 ± 0.45a	61.6 ± 0.23b
F4	28.2 ± 0.40b	33.4 ± 0.06a	2.5 ± 0.04c	129.8 ± 1.40b	61.0 ± 0.10c
F5	26.6 ± 0.42c	32.0 ± 0.72b	2.3 ± 0.04d	123.4 ± 1.07c	60.4 ± 0.32d

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下表同。

### 2.2 有机硅水溶性缓释肥减施对蒜薹生长性状及鲜质量的影响

由表 2 可知,不同处理对蒜薹生长状况及鲜质量的影响较大,其中 F2 处理的蒜薹最长最粗,单根鲜质量最高,鲜质量产量达 11 682.0 kg/hm<sup>2</sup>,显著高于其他处理,较 F1 处理增加 888.0 kg/hm<sup>2</sup>,增产 8.23%;各处理对蒜薹长度、粗度、单根鲜质量的影响与产量表现一致,随着有机硅水溶缓释肥用量的减少而降低,呈不断下降趋势,其中对蒜薹粗度的影响大于对蒜薹长度的影响;F4 处理的蒜薹鲜质量产量较 F1 处理表现为增产,但二者之间差异不显著。由于试验条件所限,本试验未能对蒜薹内在品

质进行检测,但通过对蒜薹的紧实度进行检测,也可间接地反映出蒜薹的内在品质,紧实度越高的蒜薹,干物质积累越多耐储性能就越好,经测试,施用有机硅水溶缓释肥处理的蒜薹紧实度均显著高于 F1 处理,说明施用有机硅水溶缓释肥可促进根系吸收的养分向蒜薹内转化,提升蒜薹内在品质。

### 2.3 有机硅水溶性缓释肥减施对大蒜鳞茎生长性状及鲜质量的影响

由表 3 可知,肥料用量不同可显著影响大蒜鳞茎生长状况及鲜质量,鳞茎平均直径以 F2 处理为最大,与其他处理间差异显著,较 F1 处理增加 8.2 mm,增加 16.3%;F2 处理的 2~4 级鳞茎占比

表2 不同肥料用量对大蒜蒜薹生长性状及产量的影响

处理	蒜薹长度 (cm)	蒜薹粗度 (mm)	单根鲜质量 (g)	紧实度 (g/cm <sup>3</sup> )	鲜质量产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
F1	43.7 ± 0.79c	12.5 ± 0.21d	23.9 ± 0.46c	0.90 ± 0.02c	10 794.0 ± 81.30c
F2	47.9 ± 0.67a	13.6 ± 0.26a	29.0 ± 0.59a	0.98 ± 0.01a	11 682.0 ± 117.00a
F3	46.6 ± 0.30b	13.3 ± 0.09b	27.9 ± 0.35b	0.97 ± 0.01a	11 230.5 ± 109.35b
F4	44.2 ± 0.40c	12.9 ± 0.10c	24.4 ± 0.30c	0.96 ± 0.01a	10 860.0 ± 75.00c
F5	41.2 ± 0.38d	12.2 ± 0.15d	21.8 ± 0.40d	0.94 ± 0.01b	10 530.0 ± 93.45d

表3 不同肥料用量对大蒜鳞茎生长性状及产量的影响

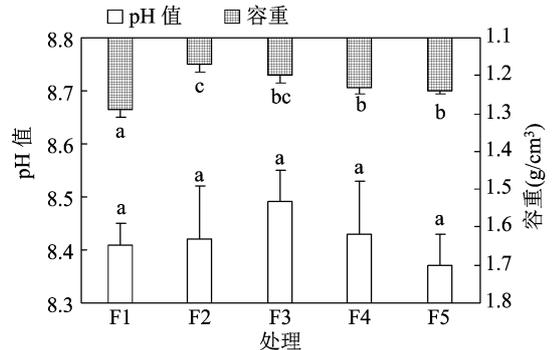
处理	鳞茎直径 (mm)	2~4级鳞茎占比 (%)	单个鳞茎鲜质量 (g)	紧实度 (g/cm <sup>3</sup> )	鲜质量产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
F1	50.3 ± 0.90c	39.0 ± 1.00d	69.6 ± 2.10d	0.87 ± 0.03c	20 736.0 ± 199.80d
F2	58.5 ± 0.97a	50.0 ± 1.00a	88.8 ± 2.05a	0.96 ± 0.02a	23 550.0 ± 214.95a
F3	52.5 ± 0.81b	46.7 ± 0.58b	80.8 ± 1.17b	0.92 ± 0.01b	22 335.0 ± 188.40b
F4	50.5 ± 0.60c	41.7 ± 0.58c	75.4 ± 2.20c	0.92 ± 0.01b	21 474.0 ± 244.85c
F5	47.6 ± 0.83d	37.7 ± 0.58d	68.7 ± 3.19d	0.91 ± 0.02b	20 653.5 ± 266.85d

最高,达50.0%,与其他处理间差异显著,随着有机硅水溶缓释肥用量的减少,2~4级鳞茎占比显著下降;各处理单个鳞茎鲜质量的表现与2~4级鳞茎占比一致,以F2处理最高(88.8g),F5处理最低(68.7g);施用有机硅水溶缓释肥对鳞茎紧实度的影响小于对鳞茎直径与鲜质量的影响,说明施用硅肥可促进养分向鳞茎内转化,对鳞茎膨大作用明显,有机硅水溶缓释肥所有处理鳞茎紧实度较F1处理差异显著;不同处理的鳞茎鲜质量产量表现为F2 > F3 > F4 > F1 > F5, F4处理鲜质量产量较F1处理增加738.0 kg/hm<sup>2</sup>,差异达显著水平。

#### 2.4 大蒜地施用有机硅水溶性缓释肥对土壤理化性能的影响

有机硅水溶缓释肥因其中含有特殊的有机硅材料而具有良好的统购黏结性,可明显改良土壤的团粒结构,使土壤变得疏松透气,本试验的研究结果表明,施用有机硅缓释水溶肥可降低土壤容重,施用有机硅缓释水溶肥的各处理与F1处理差异显著;而对土壤pH值的影响较小,各处理间差异不显著(图1)。

土壤有机质是土壤的重要组成成分,其中含有植物生长所需要的大、中、微量元素,能促进植物生长。从图2可以看出,施用有机硅水溶缓释肥对土壤有机质含量略有影响,但各处理间差异不显著;施用有机硅水溶缓释肥对土壤中全氮含量影响较大,F2、F3处理土壤全氮含量均显著高于F1处理和大蒜种植前的土壤全氮含量,各有机硅水溶缓释肥处理随着肥料用量的减少,土壤中全氮含量逐渐



柱上不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下图同图1 不同肥料用量对土壤容重、pH值的影响

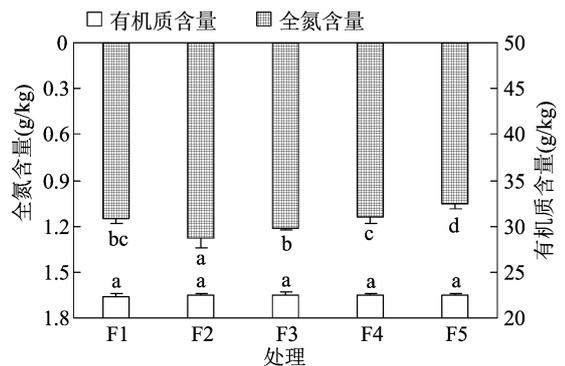


图2 不同肥料用量对土壤有机质、全氮含量的影响

降低,F4处理与F1处理土壤全氮含量差异不显著,F5处理的全氮含量低于其他处理,分析原因主要是因为肥料用量减少,土壤中氮素补充不足。

由图3可知,施用有机硅水溶缓释肥对土壤中有效磷含量的影响较大,总体趋势与全氮含量的变化规律一致。随着有机硅水溶缓释肥料用量的减少,土壤中有效磷含量呈降低趋势,F4、F5处理与

F1 处理间差异显著,进一步表明,有机硅水溶缓释肥对提升土壤中有效磷含量作用明显,说明有机硅水溶缓释肥对土壤中固定的磷素具有一定的活化作用;而不同处理对土壤中速效钾含量无明显影响,处理间差异不显著。

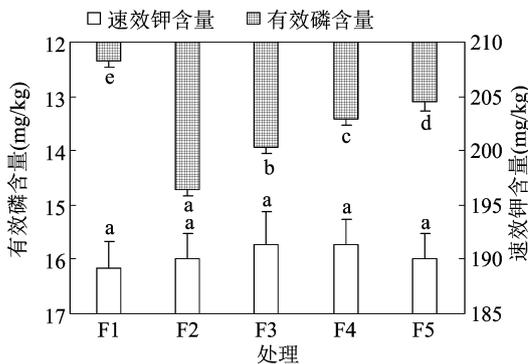


图3 不同肥料用量对土壤速效钾、有效磷含量的影响

### 3 讨论

目前,在大蒜实际生产中为了追求高产而盲目施肥,特别是氮素肥料过量施用已十分普遍,这成为制约大蒜产业健康发展的不稳定因素<sup>[4-6]</sup>。施用硅肥对大蒜的增产效益与品质改善效果已被多个研究结果所证实<sup>[20-22]</sup>,但是施用有机硅肥水溶缓释肥对大蒜生长发育及肥料减施的效果,前人还未做系统研究。本试验以常规肥料常规用量为对照,通过有机硅水溶缓释肥不同程度减施对大蒜生长、品质及土壤养分与理化性状影响展开研究。结果表明,施用有机硅水溶缓释肥可提升植株的株高、叶长、叶宽,促进植株地上部生长,在试验用量范围内随着用量的增加这种趋势更加明显,施用有机硅水溶缓释肥对提升大蒜体内叶绿素含量作用明显,可显著改善其光合状况;有机硅水溶缓释肥在肥料用量减施 20% 的状况下,地上部鲜质量较常规肥料正常用量表现为增产,肥料减施效果明显。相关的研究表明,使用硅肥在一定浓度范围内,植株地上部鲜质量、株高、假茎长、假茎粗以及色素含量均随硅浓度的增加而增加<sup>[21]</sup>。

刘景凯研究硅对水培大蒜生长及生理生化的影响发现,在一定浓度范围内,施用硅肥可显著增加蒜薹鲜质量与干质量,蒜薹鲜质量增产幅度为 13.12% ~ 53.64%,蒜薹干质量增产幅度为 41.81% ~ 98.95%<sup>[22]</sup>。本试验得出与上述研究一致的结论,施用有机硅水溶缓释肥可提高蒜薹的长度、粗度与鲜质量产量,肥料总量减施 20% 的 F4 处理较 F1 处理鲜质量产量增加 66.0 kg/hm<sup>2</sup>,减肥效

果明显,同时施用有机硅水溶缓释肥还可以显著提高蒜薹紧实度,提高蒜薹的内在品质。

研究有机硅水溶性缓释肥减施对大蒜鳞茎生长性状及鲜质量的影响发现,有机硅水溶缓释肥能促进植株合成的养分向鳞茎输送,可提高鳞茎的大小,显著提升 2~4 级鳞茎占比,提升鳞茎紧实度效果尤为明显,提质效果显著,对鳞茎鲜质量增产效果优于对蒜薹产量的影响,有机硅水溶缓释肥减施 20% 的 F4 处理较 F1 处理不仅表现为增产且鳞茎鲜质量产量差异显著,减肥稳产效果较蒜薹更加明显,试验结果与张明祥等的研究结果<sup>[20]</sup>一致。

熊丽萍等的研究表明,水稻施用硅肥可提高土壤有机质含量<sup>[23]</sup>。本研究结果表明,施用有机硅水溶缓释肥对土壤有机质含量无明显影响,这可能与 2 种作物的收获方式有关,水稻收获是籽粒,而大部分植株残体留在田间,而植株残体经过腐熟后有一部分物质可转化为有机质,而大蒜先收获蒜薹,后收获鳞茎,试验当地百姓习惯将鳞茎连同根系与茎秆一同收获离田,回家处理,导致留着田间的植株残体基本为零。因此,大蒜地施用有机肥增产提质效果将十分明显,这已被张宇等的研究结果<sup>[7]</sup>所证实。

土壤状况的优劣直接影响到根系生长的环境,良好的土壤状况能够保证整个土壤生态系统的平衡,从而为根系生长提供适宜的环境,土壤容重是检测作物根系生长环境的重要指标,本研究结果表明,施用有机硅水溶缓释肥可显著降低土壤容重,有机硅水溶缓释肥含有特殊的有机硅成分,能促进土壤形成团聚颗粒,使得土壤变得疏松通透,有利于根系的生长发育,对大蒜鳞茎的膨大作用明显,这就不难解释施用有机硅水溶肥可显著提升 2~4 级鳞茎占比的原因。宋利强等研究有机硅水溶缓释肥对小麦-玉米轮作的增产效应发现,施入有机硅水溶缓释肥的土层较施入常规肥整体上土壤性状得到明显改善,土壤毛管孔隙度在每层均显著增加,特别是 10~20 cm 土层总孔隙度增加最大<sup>[24]</sup>。

氮素在作物的生长发育和形态建成中起着非常重要的作用<sup>[25]</sup>,本研究结果表明,施用有机硅水溶缓释肥可增加土壤全氮含量,这与一些研究结论<sup>[23,26]</sup>相同。分析主要有 3 个方面的原因,一是该缓释肥氮素释放缓慢从而降低了氮素流失的风险;其次因该缓释肥含有有机硅成分,可促进土壤形成良好的团粒结构,吸附土壤中速效养分,减少速效氮流失的风险;第三可能与硅可以促进土壤氮的矿

化有关,据报道其机制可能是通过提高土壤 pH 值而加速有机态氮的矿化<sup>[27]</sup>。

磷素在作物体内参与光合作用、呼吸作用、能量储存和传递、细胞分裂、细胞增大等过程,对增强根系活力、提升农作物品质作用明显,本研究结果表明,施用有机硅水溶缓释肥,可显著增加土壤中有效磷的含量,分析原因为硅酸根离子与磷酸根离子都为含氧酸根离子,二者在土壤胶体表面可能存在着竞争性吸附,当硅肥施入土壤后,它占据了土壤铁铝氧化物或黏粒表面的部分吸附位置,从而导致了磷酸根吸附量的减少,解析量增加<sup>[28-29]</sup>。而不同处理对土壤中速效钾含量无明显影响,分析原因主要是江苏沿海为富钾地区,大蒜生长对土壤中速效钾的吸收能快速由土壤中固定的钾素予以补充而来。

#### 4 结论

(1)施用有机硅水溶缓释肥可增加大蒜植株的株高、叶长、叶宽,提高叶片叶绿素含量,促进植株地上部生长,显著增加返青期地上部鲜质量产量;增加蒜薹的粗度、长度、鲜质量产量,提升蒜薹紧实度;增加鳞茎的直径、2~4 级鳞茎占比、鲜质量产量,提升鳞茎紧实度与内在品质。

(2)有机硅水溶缓释肥减施 20% 处理较常规肥料常规用量处理,返青期地上部鲜质量、蒜薹鲜质量表现为增产,但二者间差异不显著,而鳞茎鲜质量不仅增产,且二者间差异达显著水平。

(3)江苏沿海地区大蒜地施用有机硅水溶缓释肥,对提升土壤中全氮、有效磷含量效果明显,对降低土壤容重作用显著;而对土壤有机质含量、pH 值、速效钾含量则无明显影响。

#### 参考文献:

[1] 梁文斌,赵慧,孙红玲,等. 大丰区玉米—二茬大蒜高效栽培技术[J]. 上海蔬菜,2018(1):43-44.

[2] 王薇薇. 盐城地区大蒜引种栽培试验[J]. 上海蔬菜,2018(6):9-10,39.

[3] 袁琦,仇恒军,顾善华. 射阳县大蒜商品化处理调研报告[J]. 农民致富之友,2016(12):48,201.

[4] 尹娟,李文杨. 钾肥对保护地大蒜品质及干鲜质量的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(19):211-214.

[5] 侯文通,刘振香,王庆菊,等. 金乡县大蒜重茬原因分析及解决对策[J]. 现代农业科技,2019(1):100-101.

[6] 王志坚,王崇华,杨爱华,等. 三种钙素肥料对大蒜病害的防治效果[J]. 中国瓜菜,2016,29(7):33-35.

[7] 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.

[8] 于广星,宫殿凯,代贵金,等. 硅肥对水稻增产提质抗病虫的影响研究进展[J]. 中国稻米,2019,25(1):21-22.

[9] Reyniers M, Vrindts J, Baerdemeker J. Optical measurement of crop cover for yield prediction of wheat[J]. Biosystems Engineering, 2004,89(4):383-394.

[10] 杜同庆,徐鹏,刘秀秀,等. 淮北地区不同时期喷施硅肥对水稻生育及产量和品质影响研究[J]. 北方水稻,2018,48(4):25-26,30.

[11] 高熙,武文华. 硅对草莓品质和产量的影响研究[J]. 现代农业科技,2010(16):122-123.

[12] 熊丽萍,蔡佳佩,朱坚,等. 硅肥对水稻-田面水-土壤氮磷含量的影响[J]. 应用生态学报,2019,30(4):1127-1134.

[13] 龚金龙,胡雅杰,龙厚元,等. 不同时期施硅对超级稻产量和硅素吸收、利用效率的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(8):1475-1488.

[14] 薛高峰,宋阿琳,孙万春,等. 硅对水稻叶片抗氧化酶活性的影响及其与白叶枯病抗性的关系[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(3):591-597.

[15] 陈固,张淦,周富忠,等. 不同硅肥在水稻上的应用及对酸性土壤的改良效果[J]. 农业科技通讯,2018(11):64-66.

[16] 高子翔,周航,杨文弢,等. 基施硅肥对土壤微生物有效性及水稻镉累积效应的影响[J]. 环境科学,2017,38(12):5299-5307.

[17] 梅鑫. 硅对大蒜铅胁迫的缓解效应[D]. 济南:山东农业大学,2018.

[18] 佚名. 有机硅水溶缓释肥助力“超级稻”创世界纪录[J]. 有机硅材料,2017,31(6):429.

[19] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2007.

[20] 张明祥,王义超,刘波,等. 速溶硅肥对大蒜产量和品质的影响[J]. 农业科技通讯,2016(2):124-129.

[21] 刘景凯,刘世琦,冯磊,等. 硅对青蒜苗生长、光合特性及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(4):989-997.

[22] 刘景凯. 硅对水培大蒜生长及生理生化特性的影响[D]. 济南:山东农业大学,2014.

[23] 熊丽萍,蔡佳佩,朱坚,等. 硅肥对水稻-田面水-土壤氮磷含量的影响[J]. 应用生态学报,2019,30(4):1127-1134.

[24] 宋利强,刘莹. 有机硅水溶缓释肥对小麦—玉米轮作的增产效应[J]. 湖北农业科学,2017,56(4):640-644.

[25] 胡茜,赵远,张玉虎,等. 生物炭配施化肥对稻田土壤有效氮素以及水稻产量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(15):108-112.

[26] 郭彬,娄运生,梁永超,等. 氮硅肥配施对水稻生长、产量及土壤肥力的影响[J]. 生态学杂志,2004,23(6):33-36.

[27] Fu J R, Ando H, Kakuda K. Nitrogen mineralization in two paddy soil as affected by silica source addition[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis,2001,13(3):133-140.

[28] 胡克伟,关连珠,颜丽,等. 水稻土中硅磷元素的存在形态及其相互影响研究[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(2):214-218.

[29] 孙颖,王旭东,王莺,等. 硅磷配施对水稻土中速效养分和水稻产量的影响[J]. 浙江农林大学学报,2015,32(4):551-556.