

氰氨化钙处理酸化土壤后配施微生物菌肥对花椰菜的影响

瞿云明¹, 徐小燕²

(1. 丽水市莲都区农业技术推广中心 浙江丽水 323000; 2. 云和县农作物站 浙江云和 323600)

摘要:为探索土壤酸化环境下的花椰菜高产优质生产措施,以花椰菜为试材,设置氰氨化钙、NCD-2 微生物菌肥处理,以不施用肥料为对照,试验设 W1(667 m²施用氰氨化钙 20 kg 配施菌肥 2.5 kg)、W2(667 m²施用氰氨化钙 40 kg 配施菌肥 2.5 kg)、W3(667 m²施用氰氨化钙 60 kg 配施菌肥 2.5 kg)3 个处理,研究对土壤 pH 值、有机质含量及花椰菜生长、产量、品质的影响。结果表明,种植花椰菜前 25 d 每 667 m²施用氰氨化钙 20~60 kg,种植时基肥中配施 NCD-2 微生物菌肥 2.5 kg 的处理,对土壤 pH 值、土壤有机质含量、花椰菜产量及品质均有显著提升;其中,处理 W3 的效果最优,土壤 pH 值提升 0.71,土壤有机质含量提升 5.90%,增加花椰菜产量 15.66%,且花球的维生素 C、蛋白质、可溶性糖、粗纤维含量均提高 10.68%以上。在土壤酸化环境下,施用氰氨化钙后配施 NCD-2 微生物菌肥技术可在花椰菜生产上推广。

关键词:花椰菜;氰氨化钙;酸化;土壤;微生物菌肥;产量;品质

中图分类号: S635.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2023)05-115-05

Effect of Calcium cyanamide treatment of acidified soil combined with bacterial fertilizer on cauliflower

QU Yunming¹, XU Xiaoyan²

(1. Lishui Liandu Agricultural Technology Extension Center, Lishui 323000, Zhejiang, China; 2. Yunhe County Crop Station, Yunhe 323600, Zhejiang, China)

Abstract: In order to explore the measures of high yield and good quality production of cauliflower under soil acidification, the Calcium cyanamide and NCD-2 microbial fertilizer were used as materials, and the control treatment without the application of Calcium cyanamide and NCD-2 microbial fertilizer was used, the effects of three treatments (W1: applying 20 kg Calcium cyanamide and 2.5 kg microbial fertilizer in every 667 m² soil, W2: applying 40 kg Calcium cyanamide and 2.5 kg microbial fertilizer in every 667 m² soil, W3: applying 60 kg Calcium cyanamide and 2.5 kg microbial fertilizer in every 667 m² soil) on soil pH, organic matter, growth, yield and quality of cauliflower were studied. The results showed that 20-60 kg Calcium cyanamide per 667 m² was applied 25 days before cauliflower planting and 2.5 kg NCD-2 microbial fertilizer was applied in basal fertilizer, soil pH, soil organic matter, cauliflower yield and quality were significantly increased, among which treatment W3 was the best, soil pH increased 0.71, soil organic matter content increased 5.90%, the yield of cauliflower was increased by 15.66%, and the contents of vitamin C, protein, soluble sugar and crude fiber were increased by more than 10.68%. The technique of applying NCD-2 microbial fertilizer after 25 days of application of Calcium cyanamide fertilizer under acidified soil environment is worth popularizing in cauliflower production.

Key words: Cauliflower; Calcium cyanamide; Acidification; Soil; Microbial fertilizer; Yield; Quality

土壤酸化不仅导致农作物大幅度减产甚至绝收,而且促进重金属等有害物质在农产品中吸收累积,威胁国家食品安全和人类健康。土壤酸化还会造成植物病害加剧,使得植物多样性和土壤微生物

多样性受到影响^[1]。为改良酸化土壤,生产者常以单施生石灰的方法直接中和土壤酸度,近年来用氰氨化钙替代生石灰的方法取得了优于生石灰的改良效果。但使用生石灰、氰氨化钙改良酸化土壤的

收稿日期: 2022-09-22; 修回日期: 2022-11-11

基金项目: 浙江省蔬菜产业技术团队项目(2019 TDJSJD-33); 丽水市重点研发计划项目(2017 ZDYF10); 丽水市莲都区科技项目(2020-9)

作者简介: 瞿云明,男,推广研究员,研究方向为蔬菜技术研究和推广。E-mail: qqym@126.com

通信作者: 徐小燕,女,高级农艺师,研究方向为蔬菜技术研究和推广。E-mail: 1975027354@qq.com

同时会杀灭或者抑制土壤中有益微生物,在一定程度上破坏了原有的微生物系统。微生物菌肥是以添加有效微生物菌来改善土壤环境的功能性肥料^[2],微生物菌肥能够增加土壤微生物种群数量,修复作物根际土壤环境,不断地为作物提供必要养分,增加作物对氮、磷元素的增溶量,促进作物根系对土壤养分的吸收来提高作物的产量与品质^[3]。研究表明,微生物菌肥具有提高土壤肥力、改善土壤结构、增强作物抗逆性、提高作物品质等效果,同时能够有效培肥地力、提高化肥利用率^[4]。董伟伟等^[5]研究表明,微生物菌肥能显著影响辣椒植株生长,增加株高、茎粗和地上干物质含量,可使产量提高35%以上。微生物菌肥还能显著提高辣椒可溶性糖、维生素C和总黄酮含量,有效降低辣椒中硝酸盐含量。赵贞等^[6]研究表明,施用微生物菌肥不仅会促进黄瓜营养生长,而且还可提高产量、果实中维生素C含量和可溶性糖含量等。丽水市自20世纪90年代末期农业产业结构调整,蔬菜种植面积迅速增加,因多年蔬菜连作种植、化肥使用不合理等,土壤酸化逐年加重,少部分土壤已不能再种植蔬菜,或者种植蔬菜的产量明显减少,病虫害发生日益严重,严重影响农民增收,设施环境下的蔬菜土壤酸化尤为明显。为此,在改良酸化土壤后,生产者会配施微生物菌肥、土壤调理剂,以平衡土壤中微生物种群,提高有益微生物种群数量,改善土壤理化结构,提高土壤肥力。

花椰菜(*Brassica oleracea* var. *botrytis*)又名花菜、菜花^[7],十字花科芸薹属甘蓝种以花球为产品的一个变种,一、二年生草本植物,花椰菜由野生甘蓝演化而来^[8]。花椰菜富含类黄酮、多酚、胡萝卜素及维生素C等多种抗氧化活性成分,长期食用能够减少罹患乳腺癌、直肠癌及胃癌的概率^[9]。有关氰氨化钙处理酸化土壤后配施微生物菌肥对农作物产量及品质影响的研究报道不多,特别是对花椰菜影响的研究鲜见报道。NCD-2微生物菌肥有效菌种为枯草芽孢杆菌、胶冻样类芽孢杆菌。为此,笔者以氰氨化钙、NCD-2微生物菌肥为土壤改良剂,以不施土壤改良剂为对照,设氰氨化钙3个不同用量、间隔25d配施NCD-2微生物菌肥的3个处理。研究氰氨化钙对土壤pH值的影响,及其与NCD-2微生物菌肥配施后对土壤有机质含量,花椰菜生长、产量、品质的影响,旨在摸索出适合本地酸化土壤改良路径及其关键配套技术,为

土壤酸化环境下的花椰菜高产优质生产提供理论和生产实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试花椰菜品种为彼岸65天,由杭州三江种业有限公司提供。氰氨化钙(有效成分 $\geq 50\%$,氧化钙含量38%),由宁夏大荣实业有限公司生产。NCD-2微生物菌肥(有效菌含量 ≥ 5 亿 $\cdot g^{-1}$,有效菌种为枯草芽孢杆菌、胶冻样类芽孢杆菌),由保定市科绿丰生化科技有限公司生产。

1.2 试验地概况

试验于2020年在浙江省丽水市莲都区进行,该区年平均气温为18.4℃,年平均降雨量1406.0mm,年平均日照时数1624.5h。试验地设于碧湖镇大陈村蔬菜基地的设施大棚,海拔62m,供试土壤为水稻土,前作为菜豆,土壤pH值4.28、有机质含量(w,后同)34.36 $g \cdot kg^{-1}$ 、全氮含量1.62 $g \cdot kg^{-1}$ 、碱解氮含量102.32 $mg \cdot kg^{-1}$ 、速效磷含量33.71 $mg \cdot kg^{-1}$ 、速效钾含量85.63 $mg \cdot kg^{-1}$ 。

1.3 试验设计

试验分2个阶段,第1阶段施用氰氨化钙调整土壤酸碱度,第2阶段配施NCD-2微生物菌肥种植花椰菜。以不施氰氨化钙和NCD-2微生物菌肥为对照(CK),设氰氨化钙3个不同用量、1个NCD-2微生物菌肥用量(表1),面积18 m^2 ,3次重复,共12个小区,随机区组排列。土壤调酸处理25d后种植花椰菜。

表1 试验处理

处理	氰氨化钙用量/ ($kg \cdot 667 m^2$)	NCD-2微生物菌肥用量/ ($kg \cdot 667 m^2$)
CK	0	0
W1	20	2.5
W2	40	2.5
W3	60	2.5

1.4 方法

2020年8月19日按照试验设计在经深翻土壤20cm的对应小区畦面均匀撒施氰氨化钙,之后再深翻土壤20cm,然后畦面滴灌至20cm耕作层湿润止,闷棚20d后开棚通风透气5d。9月12日移栽花椰菜,移栽前3d畦中间开深沟施入基肥,每667 m^2 施商品有机肥300kg、45%的低磷高钾三元复合肥20kg、土壤调理剂“地还童”(有机物总量 $\geq 85\%$,有机质含量 $\geq 75.0\%$)40kg。有NCD-2微生物菌肥的处理,按试验设计用量与基肥均匀混和施

入。畦宽 120 cm、沟宽 30 cm。株距 50 cm、小行距 70 cm、行距 150 cm,每小区种植 48 株。其他水肥管理、病虫害防治等按常规设施花椰菜生产管理。

1.5 测定项目与方法

土壤酸碱度调整阶段,分别于氰氨化钙施用后 10、20 d,每小区随机采集 3 点耕层 0~20 cm 土样,采用电位法^[10]测定土壤 pH 值, $V_{\pm}:V_{\text{水}}=1:2.5$ 。种植花椰菜阶段,于 2020 年 11 月 12 日,每小区随机取 6 株,测量株高、叶片数、最大叶的长和宽,观察叶色。于 11 月 25 日,每小区随机选取 3 个成熟的花球,测量花球纵径、横径、质量,并随机采收其中的 3 个花球,测定花球的维生素 C、蛋白质、可溶性糖、粗纤维的含量。采用 GB 6195—1986 方法测定维生素 C 含量;采用 GB/T 5009.5—2010 方法测定蛋白质含量;采用 GB 6194—1986 方法测定可溶性糖含量;采用 GB/T 5009.10—2010^[11]方法测定粗纤维含量。花椰菜收获期间记载各小区产量,统计小区产量。收获结束后,每小区随机采集 3 点耕层 0~20 cm 土样,参照《土壤农化分析》^[12]测定土壤有机质含量。

1.6 数据分析

试验数据经 Excel 2007 处理,采用 SPSS 22.0

软件进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤 pH 值、有机质含量和花椰菜植物学性状的影响

由表 2 可知,施用氰氨化钙的处理,经 10、20 d 后土壤 pH 值均有显著提升;随着氰氨化钙施用量的增加,土壤 pH 值呈上升趋势,且各处理间差异显著。氰氨化钙施后 20 d 时,处理 W1、W2、W3 的土壤 pH 值分别比 CK 提升了 8.45%、13.38%、16.67%。配施 NCD-2 微生物菌肥种植花椰菜后,处理 W1、W2、W3 的土壤有机质含量分别比 CK 显著提升了 3.54%、5.01%、5.90%;处理 W1 与 W3 土壤有机质含量差异显著。在花椰菜植物学性状表现上,土壤调酸并配施 NCD-2 微生物菌肥后,随着氰氨化钙施用量的增加,土壤 pH 值逐渐提升,花椰菜的株高、叶长、叶宽、叶片数也呈逐渐增加趋势,但增加幅度有所差异;其中,株高、叶宽随着土壤 pH 值的提升明显,且各处理间差异显著。叶长除处理 W1 与 W2 差异不显著外,其他各处理间差异显著;叶片数 W1、W2、CK 各处理间差异不显著,W1、W2、W3

表 2 不同处理对土壤 pH 值、有机质含量和花椰菜植物学性状的影响

处理	氰氨化钙施后 10 d 土壤 pH 值	氰氨化钙施后 20 d 土壤 pH 值	菌肥施后 95 d 土壤 w(有机质)/(g·kg ⁻¹)	株高/ cm	叶长/ cm	叶宽/ cm	叶色	叶片数
CK	4.27±0.02 d	4.26±0.05 d	33.9±0.25 c	46.3±0.4 d	53.1±0.3 c	25.6±0.2 d	尚深绿	6.00±0.00 b
W1	4.56±0.03 c	4.62±0.03 c	35.1±0.26 b	49.2±0.2 c	55.9±0.2 b	27.3±0.1 c	深绿	6.33±0.58 ab
W2	4.69±0.04 b	4.83±0.02 b	35.6±0.06 ab	51.6±0.3 b	56.2±0.1 b	28.5±0.3 b	深绿	6.67±0.58 ab
W3	4.82±0.05 a	4.97±0.02 a	35.9±0.06 a	53.9±0.3 a	56.5±0.3 a	29.7±0.1 a	深绿	7.00±0.00 a

注:同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

各处理间差异也不显著,但处理 W3 与 CK 差异显著。综上表明,与 CK 相比,酸化土壤种植花椰菜前 25 d 每 667 m² 施用氰氨化钙 20~60 kg,种植时基肥中配施 NCD-2 微生物菌肥 2.5 kg 的处理,对土壤 pH 值、土壤有机质含量,花椰菜的株高、叶长、叶宽的影响显著。

2.2 不同处理对花椰菜花球性状和品质的影响

由表 3 可知,酸化土壤经氰氨化钙处理后配施 NCD-2 微生物菌肥可以不同程度地促进花椰菜花

球的生长及品质提高。各处理间花球横径、花球质量均差异显著,其中,处理 W3 的花球横径、花球质量均最大,分别比 CK 的增加 14.93%、15.74%。花球纵径,除处理 W3 与 CK 差异显著外,其他处理间均表现为差异不显著,其中,处理 W3 的花球纵径最大,比 CK 的增加 10.69%。在花椰菜品质方面,各处理间维生素 C、蛋白质含量均存在显著差异;但各处理间的可溶性糖含量、粗纤维含量,除处理 W1 与 W2 差异不显著外,其他处理间均表现为差异显

表 3 不同处理对花椰菜花球性状和品质的影响

处理	花球纵径/cm	花球横径/cm	花球质量/kg	w(维生素 C)/(mg·g ⁻¹)	w(蛋白质)/(mg·g ⁻¹)	w(可溶性糖)/%	w(粗纤维)/%
CK	13.1±0.2 b	22.1±0.2 d	1.08±0.02 d	64.6±0.3 d	24.4±0.1 d	1.68±0.03 c	16.3±0.1 c
W1	13.7±0.1 ab	23.3±0.1 c	1.13±0.01 c	66.9±0.2 c	25.3±0.2 c	1.75±0.02 b	16.8±0.1 b
W2	14.2±0.1 ab	24.5±0.2 b	1.19±0.02 b	68.1±0.2 b	25.8±0.4 b	1.78±0.03 b	17.3±0.1 b
W3	14.5±0.2 a	25.4±0.3 a	1.25±0.03 a	71.5±0.2 a	27.1±0.2 a	1.89±0.01 a	18.1±0.1 a

著。其中,处理 W3 的维生素 C、蛋白质、可溶性糖、粗纤维的含量最高,分别比 CK 的增加 10.68%、11.07%、12.50%、11.04%。综上所述,酸化土壤种植花椰菜前 25 d 每 667 m² 施用氰氨化钙 20~60 kg,种植时基肥中配施 NCD-2 微生物菌肥 2.5 kg 对改善花椰菜花球性状和品质具有显著作用。

2.3 不同处理对花椰菜产量的影响

由表 4 可以看出,酸化土壤经氰氨化钙处理后配施 NCD-2 微生物菌肥可不同程度地提高花椰菜的 667 m² 产量,所有经氰氨化钙和微生物菌肥的处理均显著高于 CK。除处理 W1 与 W2 差异不显著外,其他处理间均表现为差异显著,处理 W1、W2 和 W3 分别比 CK 增产 5.09%、10.18% 和 15.66%。综上所述,酸化土壤每 667 m² 施入 20~60 g 氰氨化钙后间隔 25 d 配施 NCD-2 微生物菌肥 2.5 kg,可显著增加花椰菜产量。

表 4 不同处理对花椰菜产量的影响

处理	小区产量/kg	667 m ² 产量/ kg	比 CK+/%
CK	51.1±0.3 c	1 893.9 c	
W1	53.7±0.3 b	1 990.2 b	5.09
W2	56.3±0.2 b	2 086.5 b	10.18
W3	59.1±0.1 a	2 189.0 a	15.66

3 讨论与结论

花椰菜栽培最适的土壤 pH 值为 6.0~6.7^[13],蔬菜生产上,由于不合理施肥,特别是生理酸性肥料的大量施用,以及蔬菜作物的选择性吸收、设施蔬菜生长的特定环境等加速了土壤酸化的进程。土壤酸化破坏土壤团粒结构,加重土壤板结,影响农作物根系伸展等,导致农作物产量和品质降低。氰氨化钙是一种新型的缓释药肥^[14],能补充作物生长过程中所需要的氮素和钙素养分^[15],具有肥效高、效期长等特点,可有效改善酸性土壤结构,提高土壤 pH 值,促进作物品质和提高产量,对线虫病害等有良好的防治效果^[14],能减少土壤中铵态氮的淋溶、降低硝酸盐在土壤及植物中的累积等^[16]。NCD-2 微生物菌肥的主要成分枯草芽孢杆菌具有抑制植物病原菌、增强植物的抗病性能、产生类似细胞分裂素和植物生长激素的物质而促进植物生长的作用,还可通过生长代谢产生的酶等活性物质提高土壤养分含量。

本研究结果表明,酸化土壤经氰氨化钙处理后配施 NCD-2 微生物菌肥种植花椰菜可显著增加株高、叶长、叶宽、花球横径、花球质量,并显著提高花

球品质。一方面,酸化土壤经氰氨化钙处理后土壤 pH 值得到提升,改善了土壤生态环境,与 CK 相比,土壤的 pH 值更接近适宜花椰菜的种植要求。间隔 25 d 配施 NCD-2 微生物菌肥,较快地恢复并提升因施用氰氨化钙而伤害的土壤有益微生物种群数量,修复作物根际土壤环境,提高土壤有机质含量,改善土壤理化结构,为花椰菜生长发育创造良好的土壤环境,从而有利于根系对水分、养分的吸收,促进植株的生长发育和花球品质的提升。另一方面,NCD-2 微生物菌肥含有的生物菌在生长代谢过程中,产生类似细胞分裂素、植物生长激素的物质也促进花椰菜生长发育,并提高花球品质。本研究结果表明,施用氰氨化钙、微生物菌肥能促进作物生长发育和品质的提升,这与王志伟等^[16]、刘红波等^[17]、王明友等^[18]、杨永青等^[19]、窦玉青等^[20]在其他蔬菜作物及烟草上的研究结果基本一致,同时也说明,酸化土壤环境中施用氰氨化钙 25 d 后配施 NCD-2 微生物菌肥技术,对土壤 pH 值、有机质含量,以及花椰菜产量及品质的提升是可行的。

在笔者的研究中,参考了贲海燕等^[21]的氰氨化钙改良土壤及其防治蔬菜土传病害的研究成果,同时结合本地实际,认为对于 pH 值较低的(4.5 以下)土壤,要有效快速调整到适宜大部分蔬菜种植较为适宜的 pH,困难较大,需通过几年的调整比较适宜。为此,试验设置时仅设了氰氨化钙 3 个用量的处理,试验结果是每 667 m² 氰氨化钙用量 60 kg 的,对土壤 pH 值的提升效果最好,没有设置每 667 m² 氰氨化钙用量 80 kg 以上的处理,以至于未能得出在多少氰氨化钙用量时,对土壤 pH 值的提升效果最佳,这有待于今后的进一步的试验研究。同时,本试验中,经氰氨化钙处理的土壤 pH 值最大的提升了 0.55,这与贲海燕^[21]等研究发现,在每 hm² 氰氨化钙施用量 1000 kg 条件下土壤 pH 值在 30 d 内可升高 1.5~2.0 的效果,还存在较大的差距,这可能与氰氨化钙施用后覆盖地膜能提高土温而促进了氰氨化钙提升 pH 值的效果,以及施用前土壤 pH 值的基值等密切相关。由此可见,土壤施用氰氨化钙经灌水后应进行地膜覆盖,是施用氰氨化钙提升土壤 pH 值的一个重要环节;具体施用多少氰氨化钙较为适宜,应根据施用的场地环境温度、施用前土壤 pH 值以及施用后需要达到多少土壤 pH 值等因素而综合决定。

选择每 667 m² 施用 NCD-2 微生物菌肥用量为 2.5 kg,是基于产品推荐的使用量,至于在酸化土壤

施用氰氨化钙调整土壤酸碱度的后续配用中, 是否需增加其使用量, 增加多少使用量以及增加使用量后对土壤有机质含量、花椰菜产量及品质影响的研究有待下一步展开。

综上所述, 酸化土壤上种植花椰菜前 25 d 每 667 m² 施用氰氨化钙 20~60 kg, 种植时基肥中配施 NCD-2 微生物菌肥 2.5 kg 的处理, 对土壤 pH 值、土壤有机质含量、花椰菜产量及品质均有不同程度的提升; 其中施用氰氨化钙 60 kg 后基肥中配施 NCD-2 微生物菌肥 2.5 kg 的效果最优, 土壤 pH 值提升 0.71, 土壤有机质含量提升 5.90%, 花椰菜产量增加 15.66%, 且花球的维生素 C、蛋白质、可溶性糖、粗纤维含量均提高 10.68% 以上。土壤酸化环境下, 施用氰氨化钙后配施 NCD-2 微生物菌肥技术值得在花椰菜生产中推广。

参考文献

- [1] 徐仁扣, 李九玉, 周世伟, 等. 我国农田土壤酸化调控的科学问题与技术措施[J]. 中国科学院院刊, 2018, 33(2): 160-167.
- [2] 张瑞福, 颜春荣, 张楠, 等. 微生物肥料研究及其在耕地质量提升中的应用前景[J]. 中国农业科技导报, 2013, 15(5): 8-16.
- [3] 李茜, 苏国权, 危月辉, 等. 增施微生物菌肥对烤烟生长发育及烟叶品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(19): 123-129.
- [4] 田露, 刘景辉, 赵宝平, 等. 保水剂和微生物菌肥配施对旱作土壤理化性质和燕麦产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(4): 109-117.
- [5] 董伟伟, 吕慎宝. 微生物菌肥对辣椒生长及品质的影响[J]. 中国果菜, 2021, 41(7): 67-69.
- [6] 赵贞, 杨延杰, 林多, 等. 微生物菌肥对日光温室黄瓜生长发育及产量品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2012(18): 149-153.
- [7] 李菊, 高程斐, 马宁, 等. 化肥减量配施生物有机肥对松花菜养分吸收及产量的影响[J]. 华北农学报, 2021, 36(6): 153-162.
- [8] 张德纯. 花椰菜[J]. 中国蔬菜, 2016(1): 84.
- [9] 陈敏敏, 王彬, 李永平, 等. 六个品种花椰菜花球的营养成分分析与评价[J]. 热带亚热带植物学报, 2022, 30(3): 349-356.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [11] 丁云花, 何洪巨, 赵学志, 等. 不同类型花椰菜主要营养品质分析[J]. 中国蔬菜, 2016(4): 58-63.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [13] 孙培田, 刘玉梅, 方智远. 花椰菜丰产栽培[M]. 北京: 金盾出版社, 1991.
- [14] 吕晓东. 农业用氰氨化钙发展现状及标准修订建议[J]. 中国化工贸易, 2019, 30(10): 219.
- [15] 洪波, 李际会, 范永强. 含氰氨化钙成分新型肥料对芦笋产量及经济效益的影响[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(8): 135-136.
- [16] 王志伟, 朱菲莹, 谭华, 等. 施用氰氨化钙对连作西瓜生长和产量的影响[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(5): 36-39.
- [17] 刘红波, 乔志刚, 王永铭, 等. 不同微生物菌肥对结球白菜产量和品质的影响[J]. 北方农业学报, 2020, 48(6): 45-49.
- [18] 王明友, 李光忠, 杨秀凤, 等. 微生物菌肥对保护地黄瓜生育及产量、品质的影响研究初报[J]. 土壤肥料, 2003(3): 38-41.
- [19] 杨永青, 高芳芳, 马亚君, 等. 胶冻样类芽孢杆菌对不同施肥处理的马铃薯产量和品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2020, 33(5): 32-38.
- [20] 窦玉青, 顾毓敏, 徐天养, 等. 氰氨化钙配施生物有机肥对烤烟生长发育、病害及质量的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(21): 86-89.
- [21] 贲海燕, 崔国庆, 石延霞, 等. 氰氨化钙土壤改良作用及其防治蔬菜土传病害效果[J]. 生态学杂志, 2013, 32(12): 3318-3324.