

不同肥料对蒜黄产量和品质的影响

李成玉¹, 钟云鹏¹, 乔琪¹, 唐中杰¹, 翟新然², 段峥峥¹,

王庭峰¹, 于跃波¹, 路风银¹, 谢德意¹

(1. 河南省农业科学院经济作物研究所 郑州 450002; 2. 驻马店市农业科学院 河南驻马店 463000)

摘要: 为了探明不同肥料类型对第二茬蒜黄生长、品质及产量的影响, 采用基质栽培和灌根处理的方式, 设置 5 种不同肥料处理, 分别为尿素[总氮含量(w , 下同) $\geq 46\%$, N+], 高钾复合肥(N:P:K=13:5:28, HK)、高氮高钾复合肥(N:P:K=18:5:22, HNK)、高氮复合肥(N:P:K=22:9:9, HN)和黄腐酸钾(矿物源黄腐酸钾含量 $\geq 50\%$, K_2O 含量 $\geq 12\%$, BSFA), 将各处理的肥料溶于水后灌根, 以等量清水为对照(CK), 研究不同肥料处理对第二茬蒜黄品质和产量的影响。结果表明, 第一茬蒜黄的假茎粗与蒜氨酸、维生素 C、可溶性糖、锗和硒含量以及产量均显著高于第二茬, 但株高和大蒜素、可溶性蛋白含量显著低于第二茬。对第二茬蒜黄进行分析, 生长指标方面, N+、HK 和 HNK 处理的株高均显著低于 CK, HN 和 BSFA 处理株高低于 CK, 但差异不显著; HK 处理的假茎粗显著低于 CK; HK、N+ 和 BSFA 处理的第二茬蒜黄的植株生长速率呈降低-升高-降低的趋势。营养品质方面, 与 CK 相比, HNK 处理提高了第二茬蒜黄的锗、硒、大蒜素和可溶性蛋白的含量, 分别提高了 66.27%、55.12%、3.03% 和 18.92%; 产量方面, HNK 处理的第二茬蒜黄产量比 CK 提高了 4.85%。综上所述, 在蒜黄的生产过程中, 宜适当补充高氮高钾肥料以确保第二茬蒜黄的品质和产量。

关键词: 蒜黄; 肥料; 生长指标; 品质指标

中图分类号: S633.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)06-181-07

Effects of different fertilizers on yield and quality of blanched garlic leaves

LI Chengyu¹, ZHONG Yunpeng¹, QIAO Qi¹, TANG Zhongjie¹, ZHAI Xinran², DUAN Zhengzheng¹, WANG Tingfeng¹, YU Yuebo¹, LU Fengyin¹, XIE Deyi¹

(1. Institute of Industrial Crops, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, Henan, China; 2. Zhumadian Institute of Agricultural Sciences, Zhumadian 463000, Henan, China)

Abstract: To investigate the effects of different fertilizer types on the growth index, quality, and yield of the second cut blanched garlic leaves, this study employed matrix cultivation and root irrigation treatments. Five different fertilizer treatments: Urea [total nitrogen content (w , the same below) $\geq 46\%$, N+], high-potassium compound fertilizer (N:P:K=13:5:28, HK), high-nitrogen and high-potassium compound fertilizer (N:P:K=18:5:22, HNK), high-nitrogen compound fertilizer (N:P:K=22:9:9, HN), potassium fulvate acid (mineral-source fulvic acid potassium content $\geq 50\%$, and K_2O content $\geq 12\%$, BSFA), the treated fertilizers were dissolved in water and then applied to the roots. The effects of different fertilizer treatments on the quality and yield of the second cut blanched garlic leaves was studied with equal amount of clear water as the control. The results indicated that the pseudostem diameter, alliin content, vitamin C content, soluble sugar content, germanium concentration, selenium content, and yield of the first cut blanched garlic leaves were significantly higher than those of the second cut blanched garlic leaves. However, the plant height, garlicin content, and soluble protein content were significantly lower in the first blanched garlic leaves compared to the second cut blanched garlic leaves. Analyze the second cut blanched garlic leaves, regarding growth indicators, the plant height of the second cut blanched garlic leaves was significantly lower than that of CK in N+, HK and HNK treatments, and lower than that of CK in HN and

收稿日期: 2024-10-29; 修回日期: 2025-01-14

基金项目: 河南省农业科学院新兴学科发展专项(2024XK11); 河南省农业科学院自主创新项目(2024ZC018); 河南省农业科学院经济作物研究所自主创新项目(2023JZRZ01)

作者简介: 李成玉, 男, 助理研究员, 研究方向为大蒜遗传育种与高效栽培技术。E-mail: 1047431203@qq.com

通信作者: 钟云鹏, 男, 副研究员, 研究方向为大蒜遗传育种与高效栽培技术。E-mail: zhongyp_126@126.com

谢德意, 男, 研究员, 研究方向为大蒜遗传育种。E-mail: xiedeyi101@sina.com

BSFA treatments, but the difference was not significant. The pseudostem diameter under HK treatment was also significantly lower than the CK. Additionally, the plant growth rate of the second cut blanched garlic leaves under HK, N+, and BSFA treatments exhibited a "decreasing-increasing-decreasing" trend. In terms of nutritional quality, HNK treatment increased the germanium, selenium, alliin, and soluble protein content of the second cut blanched garlic leaves by 66.27%, 55.12%, 3.03%, and 18.92%, respectively, compared to the CK. Regarding yield, the second cut blanched garlic leaves treated with HNK showed a 4.85% increase over the CK. In conclusion, during the production process of the second cut blanched garlic leaves, it is advisable to apply high-nitrogen and high-potassium fertilizers to ensure optimal quality and yield.

Key words: Blanched garlic leaves; Fertilizer; Growth index; Quality index

大蒜(*Allium sativum* L.)是百合科葱属一、二年生草本植物,具有很高的营养和药用价值^[1-2],大蒜富含含硫化合物,其中大蒜素具有杀菌、抑菌和抗癌的功效^[3-4]。蒜黄是将大蒜鳞茎在黑暗条件下进行软化栽培形成的产品,其叶呈蜡黄色,基部嫩白,食用部位为柔嫩的黄色蒜叶及叶鞘^[5]。蒜黄含有丰富的维生素C、蛋白质以及核黄素等营养成分^[6],并且蒜黄虽具有蒜的香辣味道,但辣味不浓,鲜嫩且富有营养^[7],还与大蒜一样具有抑菌、杀菌和增强身体免疫力的作用^[8-9]。蒜黄在全国种植规模约50万hm²,主要集中在山东、河南、江苏等地,近年来蒜黄年产量稳步增长,2022年全国总产量约30万t。蒜黄种植周期短、成熟快、效益高,在脱贫致富和百姓增收方面具有重要作用^[10]。

蒜黄栽培可分为有土栽培和无土栽培两种方式^[11],一次可以收获2~3茬^[12],但随着收割次数的增加,蒜黄产量和品质会有所下降^[13]。因此,在实际生产中,农户一般只收获1茬,造成了严重的蒜种浪费,增加了蒜黄种植成本,前人研究也多集中在第一茬蒜黄生产上^[14-15],对后茬蒜黄及其所需的肥料类型则研究较少。

为了有效增加蒜种利用率,减少种植成本,保证蒜黄在第二茬收获时,仍能具有较高的品质和产量,本试验通过基质栽培的方式,以5种不同的肥料为处理,以清水为对照,比较不同肥料对第二茬蒜黄生长、品质和产量的影响,以期筛选出合适的肥料类型,为蒜黄的高产优质栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2024年4月在河南现代农业研究开发基地进行。供试大蒜为河南农业科学院经济作物研究所大蒜研究室保存的邳州白蒜品种。

1.2 方法

1.2.1 栽培管理 本试验采用随机区组设计,蒜头

经低温处理后,剥去外层鳞片,均匀摆放在托盘中(托盘底部铺一层无纺布),以体积比为1:1:1的草炭、珍珠岩、蛭石为基质,托盘尺寸为40cm×25cm×8cm,每个托盘均匀摆放40个蒜头,共18盘,浇水后,置于置物架上,于黑暗环境中培养,温度控制在(24±1)℃,湿度为70%~80%。

1.2.2 肥料类型及处理 试验设置5个肥料处理,分别为尿素(总氮含量≥46%,N+)、高钾复合肥(N:P:K=13:5:28,HK)、高氮高钾复合肥(N:P:K=18:5:22,HNK)、高氮复合肥(N:P:K=22:9:9,HN)和黄腐酸钾(矿物源黄腐酸钾含量≥50%,K₂O含量≥12%,BSFA),在第一茬蒜黄生长20d后,于基质表面收割第一茬蒜黄后,将各处理的肥料50g分别溶于水后灌根,以等量清水为对照(CK),3次重复。

1.2.3 测定指标 生长指标包括株高(Plant height, PIH)和假茎粗(Pseudostem diameter, PsD),自施肥后5d开始测量蒜黄高度和假茎粗,每隔5d调查1次,连续调查4次,并计算蒜黄高度和假茎粗的生长速率。

假茎粗生长速率 $PsDGR = (S_2 - S_1) / (t_2 - t_1)$;

株高生长速率 $PIHGR = (L_2 - L_1) / (t_2 - t_1)$ 。

t_1 和 t_2 分别表示前后两次测定的时间; S_1 和 S_2 分别代表测量的假茎粗值, L_1 和 L_2 分别代表测量的株高值^[16]。株高:使用尺子测量自基质表面至蒜黄顶部的距离,单位cm;假茎粗:使用游标卡尺测量基质以上2cm处的植株的直径,单位mm。

品质指标在蒜黄收获后(处理20d后)进行测定,使用江苏酶免的试剂盒测定维生素C(Vc)、可溶性蛋白(SS)和可溶性糖(SP)含量;使用HPLC法^[17]测定蒜氨酸和大蒜素含量;参照杨绍康等^[18]的方法测定硒和锗含量。每个样品3次重复。

产量为每盘蒜黄收获后的总产量,单位g。

1.3 数据处理

试验所得数据采用Microsoft Excel 2023软件

进行图表绘制,采用 SPSS 20.0 软件进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 第一茬和第二茬蒜黄生长、品质与产量的比较

由表 1 可知,蒜黄的第一茬(FC, first cut)与第二茬(CK)各指标均有极显著差异。在生长方面,CK 的株高极显著高于 FC,与 FC 相比,提高了

39.82%;CK 的假茎粗极显著低于 FC,与 FC 相比,降低了 26.28%。在品质方面,CK 的蒜氨酸、维生素 C、可溶性糖、锗和硒含量均极显著低于 FC,与 FC 相比,分别降低了 5.91%、59.91%、42.52%、64.15%和 52.94%;CK 的大蒜素和可溶性蛋白含量极显著高于 FC,与 FC 相比,分别提高了 464.71%和 34.33%。在产量方面,CK 的产量极显著低于 FC,与 FC 相比,降低了 11.65%。由此可知,大蒜第二茬

表 1 第一茬与第二茬蒜黄的生长、品质与产量的比较

Table 1 Comparison of growth, qualities and yield of the first and second cut blanched garlic leaves

茬数 Crops	株高 Plant height/ cm	假茎粗 Pseudostem diameter/ mm	w(蒜氨酸) Alliin content/ (mg·g ⁻¹)	w(大蒜素) Garlicin content/ (mg·g ⁻¹)	w(维生素 C) Vitamin C content/ (mg·g ⁻¹)	w(可溶性糖) Soluble sugar content/ (mg·g ⁻¹)	ρ(可溶性蛋白) Soluble protein content/ (mg·mL ⁻¹)	w(锗) Ge content/ (μg·kg ⁻¹)	w(硒) Se content/ (μg·kg ⁻¹)	产量 Yield/ (g·plate ⁻¹)
第一茬 FC	47.56±2.07	4.49±0.26	3.89±0.02	0.02±0.00	6.36±0.07	19.85±0.05	0.67±0.01	105.52±0.46	87.73±0.37	449.57±17.33
第二茬 CK	66.50±8.22	3.31±0.38	3.66±0.02	0.10±0.00	2.55±0.02	11.41±0.04	0.90±0.01	37.83±1.00	41.29±0.79	397.27±8.40
F 值 F value	1.89	1.49	4.78	0.31	9.09	0.05	0.00	0.91	1.59	2.41
显著性 Sig.	0.207***	0.257***	0.854***	0.607***	0.039***	0.829***	1.000***	0.394***	0.276***	0.195***

注:*表示在 0.05 水平上差异显著,**表示在 0.01 水平上差异极显著,***表示在 0.001 水平上差异极显著。

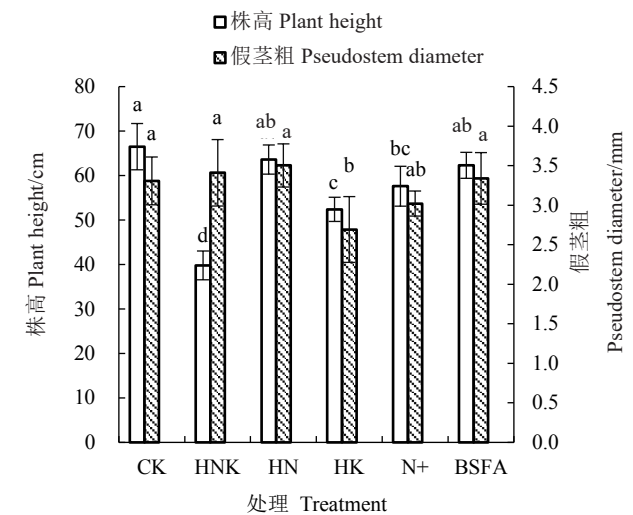
Note: * indicates significant difference at 0.05 level, ** indicates extremely significant difference at 0.01 level, *** indicates extremely significant difference at 0.001 level.

除株高、大蒜素和可溶性蛋白含量极显著高于第一茬外,其他指标均是第一茬极显著高于第二茬,这表明第一茬蒜黄的生长、品质和产量总体优于第二茬。

2.2 不同肥料对第二茬蒜黄生长指标的影响

2.2.1 不同肥料对第二茬蒜黄株高和假茎粗的影响 由图 1 可知,不同肥料处理对第二茬蒜黄株高和假茎粗的影响程度不同。在收获时,各肥料处理的蒜黄株高均低于 CK,平均株高为 57.03 cm,降低幅度为 4.36%~40.15%。其中,HNK、HK 和 N+处理蒜黄株高均显著低于 CK,分别降低了 13.38%、21.20%和 40.15%;HN 和 BSFA 处理株高低于 CK,但差异不显著。各处理株高依次为 CK>HN>BSFA>N+>HK>HNK。在收获时,与 CK 相比,各肥料处理的蒜黄假茎粗变化幅度为-18.58%~5.91%,平均假茎粗为 3.21 mm,与 CK 相比,HNK、HN 和 BSFA 处理分别使假茎粗增加了 5.91%、3.10%和 0.95%,但差异不显著,HK 与 N+处理使假茎粗分别降低了 18.58%和 8.66%,其中 HK 处理显著低于 CK。蒜黄假茎粗大小依次为 HN>HNK>BSFA>CK>N+>HK。

2.2.2 不同肥料对第二茬蒜黄植株生长速率的影响 如图 2-a 所示,HK、HN、N+、BSFA 处理第二茬



注:不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different small letters indicate significant difference among different treatments at 0.05 level. The same below.

图 1 不同肥料对第二茬蒜黄株高和假茎粗的影响

Fig. 1 Effects of different fertilizers on PIH and PsD diameter of second cut blanched garlic leaves

蒜黄株高的生长速率呈降低-升高-降低的趋势,HNK 和 CK 处理在 5~10 d 均呈降低趋势,但 HNK 处理在 10~20 d 呈降低趋势,CK 则呈升高趋势。蒜黄假茎粗生长速率如图 2-b 所示,HK、N+、CK

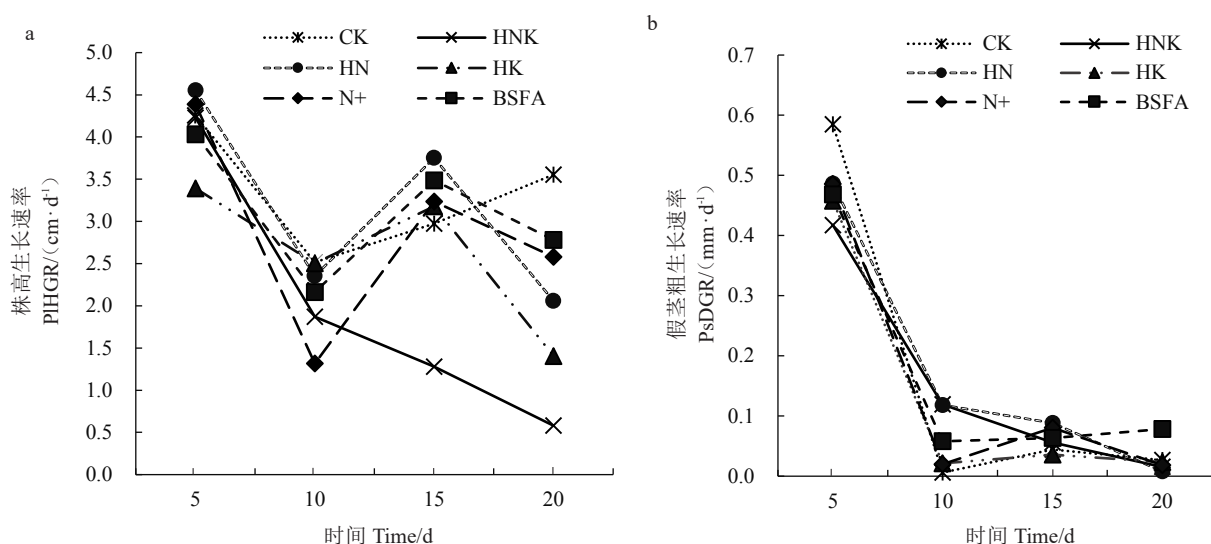


图2 不同肥料对第二茬蒜黄植株生长速率的影响

Fig. 2 Effects of different fertilizers on the growth rate of plant of second cut blanched garlic leaves

趋势相同,均为降低-升高-降低,BSFA 处理表现出先降低后升高的趋势,而 HNK 和 HN 处理,则呈持续降低趋势。HNK 处理在 5~10 d 降低速率相对较缓,HN 处理降低率相对较快。HK 和 N+ 处理对株高和假茎粗生长速率的影响相同,均表现为降低-升高-降低。通过对第二茬蒜黄生长指标的分析发现,HN 处理蒜黄的株高、株高生长速率和假茎粗优于其他处理,但假茎粗生长速率呈持续降低趋势。

2.3 不同肥料对第二茬蒜黄品质的影响

2.3.1 不同肥料对第二茬蒜黄维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响 由图 3 可知,各肥料处

理对第二茬蒜黄维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白含量影响各不相同,但与 CK 差异显著。维生素 C 含量 BSFA 处理最高,达 $4.63 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,比 CK 显著提高了 81.57%;HK 处理含量最低,仅为 $2.22 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,比 CK 显著降低了 12.94%。可溶性糖含量 N+ 处理最高,达 $11.62 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,比 CK 显著提高了 1.84%;HNK 处理含量最低,仅为 $7.64 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,比 CK 显著降低了 33.04%。可溶性蛋白含量 HNK 处理最高,达 $1.11 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,比 CK 显著提高了 18.92%;BSFA 处理含量最低,仅为 $0.82 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,比 CK 显著降低了 8.89%。维生素 C 含量高低为 $\text{BSFA} > \text{N+} > \text{HNK} > \text{HN} > \text{CK} > \text{HK}$;可溶性糖含

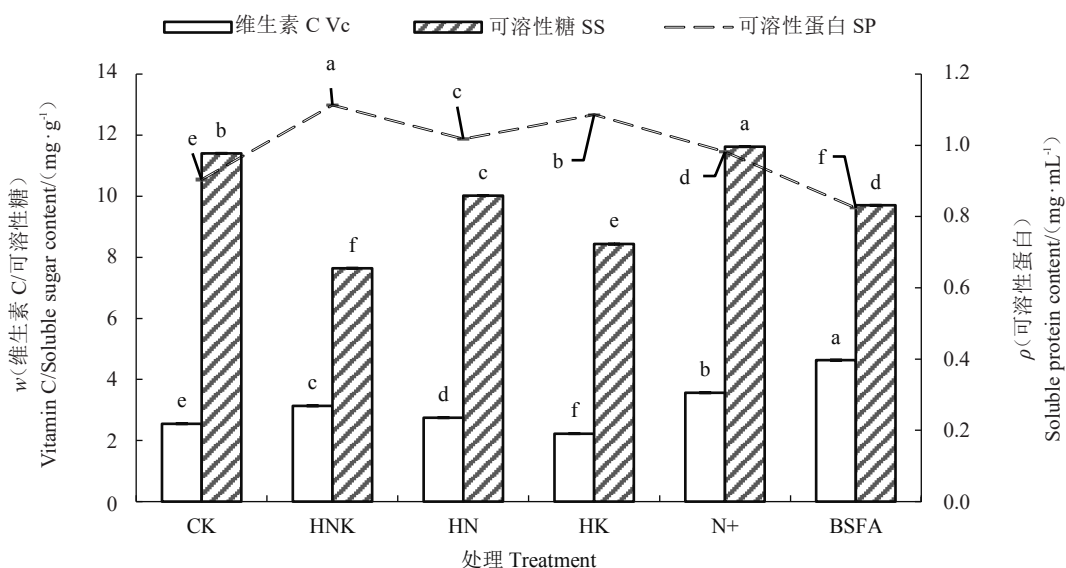


图3 不同肥料对第二茬蒜黄维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响

Fig. 3 Effects of different fertilizers on the contents of Vc, SS and SP in the second cut blanched garlic leaves

量高低为 $N+ > CK > HN > BSFA > HK > HNK$; 可溶性蛋白含量高低为 $HNK > HK > HN > N+ > CK > BSFA$ 。综上, $N+$ 处理提高了第二茬蒜黄的维生素 C 和可溶性糖含量, HNK 处理提高了蒜黄的可溶性蛋白含量。

2.3.2 不同肥料对第二茬蒜黄蒜氨酸和大蒜素含量的影响 蒜氨酸和大蒜素含量是蒜黄品质的重要指标。由图 4 可知, 与 CK 相比, 不同肥料处理间第二茬蒜黄蒜氨酸和大蒜素含量差异不同。蒜氨酸含量 HK 处理最高, 为 $6.39 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 比 CK 显著提高了 42.81%; $BSFA$ 处理最低, 仅为 $3.44 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 与 CK 无显著差异。大蒜素含量 HNK 处理最高, 为 $0.099 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 比 CK 显著提高了 3.03%; $BSFA$ 处理最低, 为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 比 CK 显著降低了 45.83%。综上, 各处理蒜氨酸含量高低为 $HK > HNK > N+ > HN > CK > BSFA$, 大蒜素含量高低为 $HNK > CK >$

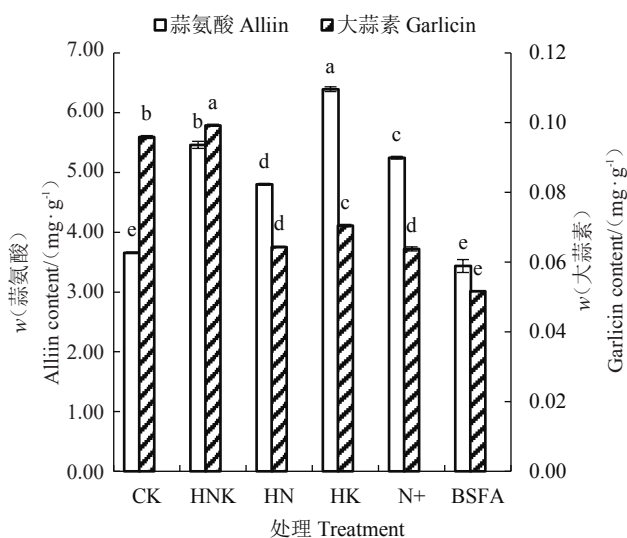


图 4 不同肥料对第二茬蒜黄蒜氨酸和大蒜素含量的影响

Fig. 4 Effects of different fertilizers on the content of alliin and garlicin in the second cut blanched garlic leaves

$HK > HN = N+ > BSFA$ 。说明 HK 和 HNK 处理在一定程度上可以提升第二茬蒜黄的蒜氨酸和大蒜素含量。

2.3.3 不同肥料对第二茬蒜黄锗元素和硒元素含量的影响 稀有元素锗和硒的含量影响蒜黄品质的高低。由图 5 可知, 各肥料处理第二茬蒜黄锗和硒的含量与 CK 相比, 均差异显著。锗含量 HNK 处理最高, 为 $112.16 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比 CK 显著提高了 66.27%; HK 处理含量最低, 仅为 $9.48 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比 CK 显著降低了 91.55%。硒含量 HNK 处理最高, 为 $92.03 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比 CK 显著提高了 55.12%; HK 处理

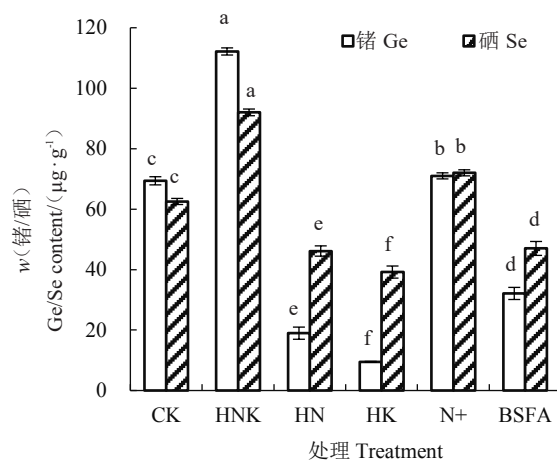


图 5 不同肥料对第二茬蒜黄锗和硒含量的影响

Fig. 5 Effects of different fertilizers on the contents of Ge and Se in the second cut blanched garlic leaves

最低, 仅为 $39.19 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比 CK 显著降低了 5.09%。综上, 各处理锗含量高低为 $HNK > N+ > CK > BSFA > HN > HK$; 各处理硒含量高低为 $HNK > N+ > CK > BSFA > HN > HK$ 。说明 HNK 处理在一定程度上可以提高第二茬蒜黄锗和硒的含量, 而 HK 处理可能对第二茬蒜黄锗和硒含量有一定的抑制作用。

2.4 不同肥料对第二茬蒜黄产量的影响

高产是作物种植追求的目标, 不同肥料处理对第二茬蒜黄的产量存在一定的影响。由图 6 可知, 蒜黄产量 HNK 处理高于 CK , 但差异不显著, 与 CK 相比, HNK 处理提高了 4.85%。 $N+$ 和 HK 处理略低于 CK , 但差异不显著, HN 和 $BSFA$ 显著低于 CK 。总体而言, 除 HNK 外, 与 CK 相比, 其他肥料

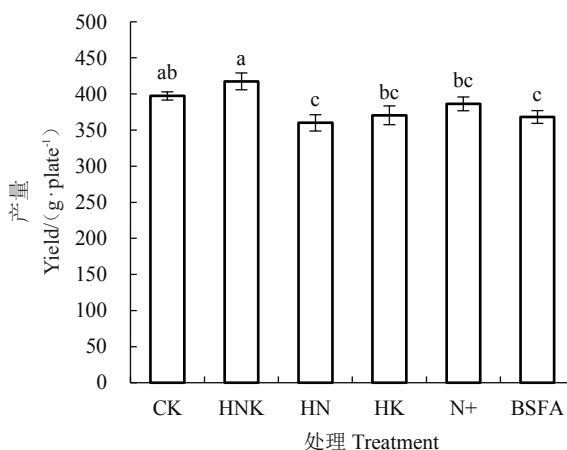


图 6 不同肥料对第二茬蒜黄产量的影响

Fig. 6 Effects of different fertilizers on yield of the second cut blanched garlic leaves

处理的蒜黄产量降低幅度为 2.75%~9.39%，其中 HN 处理产量最低，降低了 9.39%。第二茬蒜黄产量高低为 HNK>CK>N+>HK>BSFA>HN。综上所述可知，在蒜黄生产中，及时施加 HNK 复合肥，可以有效提高第二茬蒜黄产量。

3 讨论与结论

蒜黄的生长、品质和产量受到多种因素的影响。氮素在番茄^[19]、大葱^[20]、苦瓜^[21]等作物上的作用，前人已有研究，它不仅是蛋白质、核酸、磷脂的主要成分，还与植物生长、品质关系密切。本研究表明，与 CK 相比，各施肥处理第二茬蒜黄的株高均降低，但 HN 处理降低幅度最小，HN 处理还增加了第二茬蒜黄的假茎粗。N+处理的株高、假茎粗低于 HN 处理，这可能与 HN 处理中虽然氮含量高，但配合有少量其他元素有关，而高浓度尿素可能对蒜黄生长产生了一定的抑制作用，这与前人研究结果相似^[22-23]。

大蒜的主要保健功能源自大蒜素、硒元素和锗元素。大蒜中硒元素含量是其他蔬菜的 20~30 倍^[24]，并且其锗元素含量也较为丰富，锗及其化合物不仅有抗癌、抗肿瘤的功效，还可清除动植物体内的自由基，保护细胞器，避免其受到自由基的攻击^[25]。本研究表明，不同肥料处理条件下，HNK 处理第二茬蒜黄中的锗、硒、大蒜素和可溶性蛋白含量要高于 CK，与 CK 相比分别提高了 66.27%、55.12%、3.03%和 18.92%，HK 处理大蒜素含量低于 CK，这可能是因为在大蒜素合成过程中对 K 元素存在阈值，这与陈昆等^[26]的结果相似，但需要进一步验证。罗国才等^[27]研究表明，随着矿物质黄腐酸钾(BSFA)浓度的提高，番茄的可溶性固形物和维生素 C 含量也随之提高，与常规施肥和喷施清水相比，维生素 C 含量提高了 7.85%。本研究表明，与 CK 相比，BSFA 处理维生素 C 含量提高了 81.57%，马增广^[28]也在黄瓜上得到了相似的结论。

在第二茬蒜黄产量调查时发现，除 HNK 处理外，其他各处理均有不同程度的烂母现象(鳞芽腐烂)，这严重影响了后期蒜黄产量。推测可能原因是：第一，蒜母在第一次收割后，本身营养已经近乎消耗殆尽，由自养转至异养过程中，蒜母因外界养分突然大量施入，出现烂母现象；第二，HN、HK、N+及 BSFA 处理养分过于单一，使蒜黄生长过快，倒伏严重，而 HNK 和 CK 处理由于营养相对均衡，出现烂母和倒伏情况较少。张露等^[29]研究也表明，基于

沼液平衡营养液栽培可以提高蒜黄的产量和收获指数。HNK 处理比 CK 产量提高了 4.85%，这可能是最终收获时，虽然 CK 株高高于 HNK 处理，但 CK 假茎粗较细，存在倒伏情况，故 HNK 处理产量高于 CK。今后研究可将重点聚焦在蒜黄第一茬收获后的烂母问题以及不同肥料的施入时机和用量等问题上。

综上所述，在本试验条件下，不同肥料灌施对第二茬蒜黄生长、品质和产量方面影响的结果表明，与 CK 相比，HNK 处理提高了第二茬蒜黄中锗元素、硒元素、大蒜素和可溶性蛋白含量，也提高了的产量。因此，在蒜黄的生产过程中，可以适当补充高氮高钾肥料以确保第二茬蒜黄的产量和品质。

参考文献

- [1] EL-SABER BATIHA G, BESHBI SHY A M, WASEF L G, et al. Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium sativum* L.): A review[J]. *Nutrients*, 2020, 12(3): 872.
- [2] THAKUR P, DHIMAN A, KUMAR S, et al. Garlic (*Allium sativum* L.): A review on bio-functionality, allicin's potency and drying methodologies[J]. *South African Journal of Botany*, 2024, 171: 129-146.
- [3] EZEORBA T P C, EZUGWU A L, CHUKWUMA I F, et al. Health-promoting properties of bioactive proteins and peptides of garlic (*Allium sativum*) [J]. *Food Chemistry*, 2024, 435(1): 137632.
- [4] AMERIAN M, KHORAMIVAFA M, PALANHI A, et al. The effect of different levels of urea and sodium selenate on the morphophysiological characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) [J]. *Scientia Horticulturae*, 2024, 337: 113469.
- [5] 刘美艳, 张健. 软化栽培对韭菜、蒜苗主要营养成分的影响[J]. *江苏农业科学*, 2005(4): 117-118.
- [6] 薄卫华. 冬春季蒜黄无公害栽培技术[J]. *现代农业*, 2016(9): 12.
- [7] 张亚峰. 优质蒜黄高产水培技术[J]. *现代农业*, 2021(3): 60-62.
- [8] 刘松忠, 陈清, 何洪巨, 等. 葱、蒜挥发性物质形成及影响因素研究进展[J]. *中国蔬菜*, 2005(增刊 1): 35-38.
- [9] 金永均, 殷伯贤. 蒜黄立体高效工厂化周年生产技术[J]. *上海蔬菜*, 2017(5): 21-22.
- [10] 杨贝贝, 杨敬先, 孙桂玲. 高产高效典型简易水床栽培蒜黄高产高效[J]. *中国蔬菜*, 2010(23): 43-44.
- [11] 王兵帆, 王晶晶, 杨雷. 淮南市蒜黄温室无土栽培周年生产技术[J]. *长江蔬菜*, 2024(19): 34-36.
- [12] 刘玉霞. 无公害蒜黄优质高产高效栽培技术[J]. *河南农业*, 2014(5): 42.
- [13] 肖本木, 万晟杰. 长江流域江滩河滩蒜黄高产栽培技术[J]. *长江蔬菜*, 2018(1): 39-40.
- [14] 武志勇. 蒜黄温室网式密植多茬栽培技术[J]. *中国蔬菜*, 2013

- (9):57-58.
- [15] 葛洁,樊继德,杨青青,等.蒜黄种质资源农艺性状的综合评价及聚类分析[J].江苏农业科学,2021,49(19):29-34.
- [16] 梁嘉琪,郭占斌,刘瑞香,等.种植密度对不同株型藜麦材料生长特性及饲用价值的影响[J].草地学报,2024,32(11):3628-3635.
- [17] 夏陈,朱永清,杨开俊,等.高效液相色谱法测定甘孜州大蒜有效成分蒜氨酸的含量[J].化学与生物工程,2017,34(9):67-70.
- [18] 杨绍康,刘明.氢化物发生原子发射光谱法测定硒、锗元素[J].中国检验检测,2023,31(1):33-36.
- [19] 张乐,王庆芬,宋振启,等.氮钾肥施用量对番茄品质的影响[J].中国果菜,2024,44(7):49-53.
- [20] 高杰军,王家嘉,于豪杰,等.施用氮钾肥对大葱产量和经济效益的影响[J].现代农业科技,2021(15):49-51.
- [21] 李婉豫,田丽波,王海新,等.不同氮、钾肥施用量对嫁接苦瓜生长发育及产量的影响研究[J].农业科技与装备,2024(3):21-24.
- [22] 张兴洪,季佳南,刘灿光,等.不同有机物添加的营养液对生菜生长的影响[J].浙江农业科学,2024,65(5):1169-1173.
- [23] 佟容,王国臣,乔建磊,等.减氮施肥对菠菜生长发育及品质的影响[J].北方园艺,2021(14):59-64.
- [24] 方勇,罗佩竹,胡勇,等.大蒜的生物富硒作用及其硒的形态分析[J].食品科学,2012,33(17):1-5.
- [25] 康雅.大蒜的营养成分及其保健功能[J].中国食物与营养,2010(9):75-77.
- [26] 陈昆,刘世琦,张自坤,等.钾素营养对大蒜生长、光合特性及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(2):506-512.
- [27] 罗国才,杨敏,孙开利,等.施用矿源黄腐酸钾对西红柿产量、品质及土壤酶活性的影响[J].耕作与栽培,2023,43(6):95-97.
- [28] 马增广.黄腐酸钾施用量对黄瓜产量、品质及土壤的影响[D].山东泰安:山东农业大学,2023.
- [29] 张露,沈祥军,孙周平.不同营养液对水培蒜黄产量和品质的影响[J].沈阳农业大学学报,2013,44(5):700-703.