



# 腐植酸水溶肥料在3种蔬菜上的应用效果初探

孙海龙

安徽省宿州市埇桥区农业技术推广中心 宿州 234000

**摘要:** 为了研究“天河百润”“黑包公”“森正达”3种腐植酸水溶肥料在花椰菜、芹菜和甘蓝3种蔬菜上的田间试验效果,于2021年至2023年,分别在宿州市埇桥区3个不同地点进行了肥效试验,试验设基施底肥+叶面喷施腐植酸水溶肥料、基施底肥+叶面喷施清水以及基施底肥(CK)3个处理。结果表明:在基施底肥的基础上,叶面喷施腐植酸水溶肥料明显改善了花椰菜、芹菜和甘蓝的生物学性状,增产效果明显。其中,花椰菜较CK增产3466.8 kg/hm<sup>2</sup>,增产率为10.59%;芹菜较CK增产2502 kg/hm<sup>2</sup>,增产率8.32%;甘蓝较CK增产4767 kg/hm<sup>2</sup>,增产率6.56%。

**关键词:** 腐植酸水溶肥料;叶面喷施;花椰菜;芹菜;甘蓝

中图分类号: TQ314.1, S63 文章编号: 1671-9212(2024)06-0071-06

文献标识码: A DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.06.006

## Preliminary Study on the Application Effect of Humic Acid Water-soluble Fertilizer on Three Kinds of Vegetables

Sun Hailong

Agricultural Technology Extension Center of Yongqiao District, Suzhou City, Anhui Province, Suzhou, 234000

**Abstract:** To study the field experiment effects of “Tianhebairun”, “Heibaogong” and “Senzhengda” humic acid water-soluble fertilizer products on cauliflower, celery and cabbage, fertilizer efficiency experiment were conducted at different locations in Yongqiao District, Suzhou City, from 2021 to 2023. The experiment included three treatments: basal fertilizer + foliar spraying humic acid water-soluble fertilizer, basal fertilizer + foliar spraying clear water, and basal fertilizer (CK). The results showed that on the of basal fertilizer, foliar spraying of humic acid water-soluble fertilizer could significantly improve the biological traits of cauliflower, celery and cabbage, with obvious-increasing effects. Among them, cauliflower increased by 3466.8 kg/hm<sup>2</sup> compared to CK, with an increase rate of 10.59%; celery increased by 2502 kg/hm<sup>2</sup> compared to CK, with an increase rate of 8.32%; cabbage increased 4767 kg/hm<sup>2</sup> compared to CK, with an increase rate of 6.56%.

**Key words:** humic acid water-soluble fertilizer; foliar spraying; cauliflower; celery; cabbage

合理施用水溶肥是提高蔬菜产量和效益的重要措施<sup>[1]</sup>。腐植酸水溶肥料是一种兼具育化土壤、提质增效化肥、增强作物抗逆性、改善农产品品质等效果的肥料,代表着绿色环保、经济实用的现代农业的发展方向。大量研究和应用实践表明,腐植

酸水溶肥料在粮食作物、蔬菜作物、林木、果树、观赏植物等上均具有显著的促进作物生长和养分吸收,提升作物农艺性状,提高作物产量,改善作物品质,提高果实商品率等效果<sup>[2-5]</sup>。为了验证宿州市区域内不同品牌腐植酸水溶肥料产品在蔬菜上的

[收稿日期] 2024-09-04

[作者简介] 孙海龙,男,1971年生,高级农艺师,主要从事土壤肥料研究, E-mail: saksak215@163.com。

应用效果,于2021年1月至2023年10月,在花椰菜、芹菜和甘蓝上开展了“天河百润”“黑包公”“森正达”3种腐植酸水溶肥料小区试验,以期为3种腐植酸水溶肥料在蔬菜生产上大面积推广应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在宿州市埇桥区3个镇的3个村,土壤类型及理化性状见表1。

表1 试验地土壤基本理化性质

Tab.1 Basic physical and chemical properties of the tested soil

地点	土壤类型	pH	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
城东街道八里村	淤黑土	8.4	18.10	98.8	7.9	174
西二铺镇沈家村	两合土	7.4	19.72	101.0	15.9	153
符离镇符离村	沙土	7.9	14.40	88.5	12.0	116

### 1.2 供试材料

#### 1.2.1 供试作物

花椰菜,品种为“祥云65”;芹菜,品种为“文图拉西芹”;甘蓝,品种为“珍宝”。

#### 1.2.2 供试肥料

产品I:“天河百润”腐植酸水溶肥料,安徽天河生物科技有限公司生产,  $N+P_2O_5+K_2O \geq 20.0\%$  (其中  $N \geq 5$ 、 $P_2O_5 \geq 5$ 、 $K_2O \geq 10$ ),腐植酸  $\geq 3.0\%$ ,粉剂。产品II:“黑包公”腐植酸水溶肥料,江苏黑包公肥业科技有限公司,  $N+P_2O_5+K_2O \geq 20.0\%$  (其中  $N \geq 10$ 、 $P_2O_5 \geq 5$ 、 $K_2O \geq 5$ ),腐植酸  $\geq 3.0\%$ ,粉剂。产品III:“森正达”腐植酸水溶肥料,宿州森正达生物科技有限公司生产,  $N+P_2O_5+K_2O \geq 20.0\%$  (其中  $N \geq 8$ 、 $P_2O_5 \geq 5$ 、 $K_2O \geq 7$ ),腐植酸  $\geq 3.0\%$ ,剂型:粉剂。以上3种腐植酸水溶肥料均执行NY 1106—2010标准。

### 1.3 试验设计

#### 1.3.1 施肥方案

3种蔬菜施肥方案均设3个处理,分别为:处理1,基施底肥+叶面喷施腐植酸水溶肥料;处理2,基施底肥+叶面喷施清水(清水喷洒的用量及时间与供试腐植酸水溶肥料一致);处理3(CK),基施底肥。各处理设3次重复,随机区组排列。

根据3种蔬菜对养分需求的不同,基施底肥和喷施腐植酸水溶肥料产品及用量不同。花椰菜:基施底肥为商品有机肥,用量  $4500 \text{ kg/hm}^2$ ,氮磷钾含量(纯量,下同)为  $N 181.5 \text{ kg/hm}^2$ 、

$P_2O_5 112.5 \text{ kg/hm}^2$ 、 $K_2O 112.5 \text{ kg/hm}^2$ 。叶面喷施腐植酸水溶肥料为产品I。芹菜:基施底肥为商品有机肥,用量  $1500 \text{ kg/hm}^2$ 、 $N 193.5 \text{ kg/hm}^2$ 、 $P_2O_5 90 \text{ kg/hm}^2$ 、 $K_2O 90 \text{ kg/hm}^2$ 。叶面喷施腐植酸水溶肥料为产品II。甘蓝:基施底肥为商品有机肥,用量  $1800 \text{ kg/hm}^2$ 、 $N 135 \text{ kg/hm}^2$ 、 $P_2O_5 135 \text{ kg/hm}^2$ 、 $K_2O 135 \text{ kg/hm}^2$ 。叶面喷施腐植酸水溶肥料为产品III。

以上3种蔬菜叶面喷施腐植酸水溶肥料方案见表2。

#### 1.3.2 种植方案

花椰菜种植地点为城东街道八里村杨键特色种植家庭农场。采用塑料大棚种植,浇水采用微喷灌。试验小区面积  $15 \text{ m}^2$  ( $3 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ ),采用畦田种植,平均行距  $60 \text{ cm}$ 、株距  $55 \text{ cm}$ ,定植密度  $3 \text{ 万株/hm}^2$ 。2021年1月20日施肥、整地、做畦,5、6片真叶时定植,苗期22天。4月16日第1次收获(间收),4月18日收获完毕。期间灌水5次,摘叶盖花1次,其他管理措施相同。

芹菜种植地点为西二铺镇沈家村永盛蔬菜专业合作社。试验小区面积  $16.8 \text{ m}^2$  ( $2 \text{ m} \times 8.4 \text{ m}$ ),采用撒播种植。2021年3月24日施肥、整地、做畦,3月27日播种,播量  $3 \text{ kg/hm}^2$ ,2次间苗后定苗,定植密度  $30 \text{ 万株/hm}^2$ ,2021年6月26、27日收获,期间每7~10天浇水1次,防治病虫害1次,其他管理措施相同。

甘蓝种植地点为符离镇符离村王飞承包地。



试验小区面积 15 m<sup>2</sup> (3 m × 5 m)，采用塑料大棚加盖遮阳垄畦田种植，每小区 4 垄，垄宽 45 cm，垄间距 30 cm，每垄定植 1 行，平均行距 75 cm、株距 33 cm，定植密度 4.2 万株/hm<sup>2</sup>。2023 年 8 月

20 日施肥、整地、做畦，同日人工移栽定植。10 月 21 日第 1 次收获（间收），10 月 25 日第 2 次收获（间收），10 月 31 日收获完毕。期间灌水 3 次，防治病虫 3 次，其他管理措施相同。

表 2 腐植酸水溶肥料喷施方法及用量

Tab.2 The spraying method and dosage of humic acid water-soluble fertilizer

作物名称	腐植酸水溶肥料产品	第 1 次		第 2 次		第 3 次		第 4 次	
		用量 (kg/hm <sup>2</sup> )	稀释倍数						
花椰菜	I	0.56	800	0.90	500	0.90	500	—	—
芹菜	II	0.98	800	0.98	800	0.98	800	1.28	600
甘蓝	III	0.45	1000	0.45	1000	0.45	1000	—	—

表 2 续

作物名称	腐植酸水溶肥料产品	第 5 次		第 6 次		第 7 次		施用时期	每次间隔时间
		用量 (kg/hm <sup>2</sup> )	稀释倍数	用量 (kg/hm <sup>2</sup> )	稀释倍数	用量 (kg/hm <sup>2</sup> )	稀释倍数		
花椰菜	I	—	—	—	—	—	—	苗期、莲座期和结球期	20 天
芹菜	II	1.28	600	1.28	600	1.28	600	苗期、缓慢生长期、旺盛生长期	7~10 天
甘蓝	III	—	—	—	—	—	—	苗期、莲座期、结球期	7 天

#### 1.4 指标测定及方法

花椰菜采收前，从每个处理中随机选择具有代表性植株 10 株，观察生育期、叶色、长势，用卷尺测定株高、叶片展开度、花球直径，用电子天平（精度 0.01 g）测定单株重，数值取平均值。各小区分别单收单称计产，折算商品产量，计算增产率。

芹菜采收前，从每个处理中随机选择具有代表性植株 10 株，观察叶色、长势等，用卷尺测定株高、叶柄长、叶柄宽，记录单株叶柄数，用电子天平（精度 0.01 g）测定单株重，数值取平均值。各小区分别单收单称计产，折算商品产量，计算增产率。

甘蓝采收前，从每个处理中随机选择具有代表性植株 10 株，观察生育期、根系、叶色，用卷尺测

定净球周长，用电子天平（精度 0.01 g）测定单株生物学重量、单株净球重量等，数值取平均值。各小区分别单收单称计产，折算商品产量，计算增产率。

#### 1.5 数据处理与分析

使用 Microsoft Excel 2010 进行数据处理，使用 SPSS 12.0.1 分析软件对试验结果进行方差分析及 LSD 多重比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 腐植酸水溶肥料对花椰菜、芹菜和甘蓝生物学性状的影响

不同处理对花椰菜生物学性状的影响见表 3。

由表可知,在基施底肥的基础上叶面喷施产品 I (处理 1)能显著改善花椰菜的株高、叶片展开度、花球直径以及单株重等生物学性状。其中,处理 1 花椰菜的株高 73.23 cm,分别比处理 2 和 CK 高 0.40 和 4.43 cm;叶片展开度 96.53 cm,分别比处理 2 和 CK 宽 0.40 和 2.80 cm;花球直径 26.10 cm,分别比处理 2 和 CK 增加 3.33 和 4.50 cm;单株重 1.18 kg,分别比处理 2 和 CK 增加 0.19 和 0.37 kg。经显著性分析,处理 1 各指标与 CK 差异均达到显著水平;处理 1 与处理 2 花球直径和

单株重差异达到显著水平,株高和叶片展开度差异未达到显著水平;处理 2 各指标均好于 CK,仅单株重达到显著差异。据田间观察,各处理之间的生育期基本一致,无明显差别,分别于 2021 年 2 月 13 日进入莲座期,3 月 24 日进入结球期;结球初期,处理 1 叶色浓绿,花椰菜长势旺盛,结球均匀一致,明显好于处理 2 和 CK;结球中后期,处理 1 生物学性状都好于其他处理,说明施用“天河百润”腐植酸水溶肥料对花椰菜生长发育具有较好的促进作用。

表 3 不同处理对花椰菜生物学性状的影响

Tab.3 Effects of different treatments on biological characters of cauliflower

处理	株高 (cm)	叶片展开度 (cm)	花球直径 (cm)	单株重 (kg)
1	73.23 ± 0.40a	96.53 ± 0.12a	26.10 ± 0.80a	1.18 ± 0.05a
2	72.83 ± 1.69ab	96.13 ± 1.73ab	22.77 ± 0.74b	0.99 ± 0.06b
CK	68.80 ± 1.34b	93.73 ± 0.19b	21.60 ± 1.07b	0.81 ± 0.04c

注:表中数据为平均值 ± 标准差;同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。下同。

不同处理对芹菜生物学性状的影响见表 4。由表可知,在基施底肥的基础上叶面喷施产品 II (处理 1)能显著改善芹菜的株高、单株叶柄数、叶柄长、叶柄宽以及单株重等生物学性状。处理 1 芹菜的株高 61.98 cm,分别比处理 2 和 CK 高 2.55 和 4.22 cm;单株叶柄数 7.23 个,分别比处理 2 和 CK 增加 1.06 和 1.50 个;叶柄长 46.44 cm,分别比处理 2 和 CK 增加 4.95 和 8.65 cm;叶柄宽 0.91 cm,分别比处理 2 和 CK 增加 0.03 和 0.15 cm;单株重

108.67 g,分别比处理 2 和 CK 增加 7.00 和 8.34 g。经显著性分析,处理 1 所有指标与 CK 差异均达显著水平;处理 1 与处理 2 株高、叶柄长和单株重差异均达显著水平,单株叶柄数和叶柄宽无显著差异;处理 2 各指标均好于 CK,仅叶柄长差异达显著水平。此外,收获时观察到,处理 1 芹菜生长比较均匀整齐,茎粗基本一致,叶柄肥厚,颜色翠绿,商品性较好,说明施用“黑包公”腐植酸水溶肥料对芹菜生长发育具有较好的促进作用。

表 4 不同处理对芹菜生物学性状的影响

Tab.4 Effects of different treatments on biological characters of celery

处理	株高 (cm)	单株叶柄数 (个)	叶柄长 (cm)	叶柄宽 (cm)	单株重 (g)
1	61.98 ± 0.25a	7.23 ± 0.09a	46.44 ± 2.15a	0.91 ± 0.04a	108.67 ± 1.25a
2	59.43 ± 1.23b	6.17 ± 0.49ab	41.49 ± 1.37b	0.88 ± 0.05ab	101.67 ± 0.47b
CK	57.76 ± 0.63b	5.73 ± 0.70b	37.79 ± 1.70c	0.76 ± 0.03b	100.33 ± 2.05b

不同处理对甘蓝生物学性状的影响见表 5。由表可知,处理 1 于 2023 年 9 月 14 日进入莲座期,处理 2 和 CK 于 9 月 15 日进入莲座期,均于 9 月 21 日进入结球期,不同处理甘蓝苗期各处理

根系发达,叶色浓绿,长势旺盛,没有差别。后期取样测量,处理 1 较处理 2、CK 净球周长分别减少 2.43 cm 和增加 0.80 cm、单株生物学重量分别增加 0.06 和 0.07 kg、单株净球重量分别增加 0.04



和 0.07 kg。经显著性分析, 处理 1 单株净球重量较 CK 差异达显著水平, 与处理 2 差异不显著; 处理 2

净球周长与处理 1 和 CK 差异均达显著水平, 处理 1 和 CK 之间差异不显著。

表 5 不同处理对甘蓝生物学性状的影响

Tab.5 Effects of different treatments on biological characters of cabbage

处理	莲座期	结球期	根系	叶色	净球周长 (cm)	单株生物学重量 (kg)	单株净球重量 (kg)
1	9月14日	9月21日	发达	浓绿	55.93 ± 0.62b	1.89 ± 0.08a	1.40 ± 0.01a
2	9月15日	9月21日	发达	浓绿	57.56 ± 0.27a	1.83 ± 0.23a	1.36 ± 0.03ab
CK	9月15日	9月21日	发达	浓绿	55.13 ± 0.58b	1.82 ± 0.09a	1.33 ± 0.02b

## 2.2 腐植酸水溶肥料对花椰菜、芹菜和甘蓝产量的影响

不同处理对花椰菜、芹菜和甘蓝产量的影响见表 6。由表可知, 花椰菜在基施底肥的基础上叶面喷施腐植酸水溶肥料 (处理 1) 具有显著的增产效果, 较 CK 达极显著水平, 较处理 2 达显著水平。处理 1 产量 36201.75 kg/hm<sup>2</sup>, 较处理 2 增产 2022.30 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率 5.92%; 较 CK 增产 3466.80 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率 10.59%。

芹菜在基施底肥的基础上叶面喷施腐植酸

水溶肥料 (处理 1) 具有显著的增产效果, 与其他处理相比差异达极显著水平。处理 1 产量 32578.95 kg/hm<sup>2</sup>, 较处理 2 增产 2121.20 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率 6.96%; 较 CK 增产 2502.00 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率 8.32%。

甘蓝在基施底肥的基础上叶面喷施腐植酸水溶肥料 (处理 1) 具有显著的增产效果, 与其他处理差异达极显著水平。处理 1 产量 77415.00 kg/hm<sup>2</sup>, 较处理 2 增产 3411.00 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率 4.61%; 较 CK 增产 4767.00 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率 6.56%。

表 6 不同处理对花椰菜、芹菜和甘蓝产量的影响

Tab.6 Effects of different treatments on yield of cauliflower, celery and cabbage

作物	处理	小区产量 (kg)	折合产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	较处理 2		较 CK		差异显著性	
				增产 (kg/hm <sup>2</sup> )	增产率 (%)	增产 (kg/hm <sup>2</sup> )	增产率 (%)	0.05	0.01
花椰菜	1	54.30 ± 0.36	36201.75	2022.30	5.92	3466.80	10.59	a	A
	2	51.27 ± 0.39	34179.45	—	—	1444.50	4.41	b	AB
	CK	49.10 ± 1.26	32734.95	—	—	—	—	b	B
芹菜	1	54.73 ± 0.66	32578.95	2121.20	6.96	2502.00	8.32	a	A
	2	51.17 ± 0.31	30457.80	—	—	380.85	1.27	b	B
	CK	50.53 ± 1.00	30076.95	—	—	—	—	b	B
甘蓝	1	116.10 ± 0.67	77415.00	3411.00	4.61	4767.00	6.56	a	A
	2	111.00 ± 2.02	74004.00	—	—	1356.00	1.87	b	B
	CK	109.00 ± 0.90	72648.00	—	—	—	—	b	B

## 2.3 腐植酸水溶肥料对花椰菜、芹菜和甘蓝经济效益的影响

在基施底肥、田间管理等其他生产成本相同的情况下, 仅考虑供试腐植酸水溶肥料和人工成

本, 不同处理对花椰菜、芹菜和甘蓝经济效益的影响见表 7。

不同蔬菜的单价均按上市时市场平均售价进行计算。花椰菜处理 1 较处理 2、CK 纯收入分别

增加4439.2、7167.1元/hm<sup>2</sup>；芹菜处理1较处理2、CK纯收入分别增加4210.1、4221.8元/hm<sup>2</sup>；甘蓝处理1较处理2、CK纯收入分别增加5111.1、

6695.1元/hm<sup>2</sup>。可见，叶面喷施3种腐植酸水溶肥料均不同程度地促进了花椰菜、芹菜和甘蓝增产增收。

表7 不同处理对花椰菜、芹菜和甘蓝经济效益的影响

Tab.7 Effects of different treatments on economic benefits of cauliflower, celery and cabbage

产品	处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	单价 (元/kg)	产值 (元/hm <sup>2</sup> )	增加肥料和 人工成本 (元/hm <sup>2</sup> )	纯收入 (元/hm <sup>2</sup> )	较处理2 增加产值 (元/hm <sup>2</sup> )	较CK 增加产值 (元/hm <sup>2</sup> )
I	1	36201.75	2.2	79643.9	459.9	144347.1	4439.2	7167.1
	2	34179.45	2.2	75194.8	450.0	136267.8	—	2727.9
	CK	32734.95	2.2	72016.9	—	130939.8	—	—
II	1	32578.95	2.0	65157.9	782.2	64375.7	4210.1	4221.8
	2	30457.80	2.0	60915.6	750.0	60165.6	—	11.7
	CK	30076.95	2.0	60153.9	—	60153.9	—	—
III	1	77415.00	1.5	116122.5	455.4	115667.1	5111.1	6695.1
	2	74004.00	1.5	111006.0	450.0	110556.0	—	1584.0
	CK	72648.00	1.5	108972.0	—	108972.0	—	—

注：人工喷施费用150元/hm<sup>2</sup>/次。产品I、II、III价格分别为4200、4000、4000元/吨。

### 3 结论

试验结果显示：腐植酸水溶肥料对3种蔬菜作物生长发育均有不同程度的促进作用，表现出显著的增产增收效果。

(1)在花椰菜上，3次叶面喷施“天河百润”腐植酸水溶肥料，对花椰菜的株高、叶片展开度、花球直径以及单株重等生物学性状具有显著改善作用，产量较CK增加3466.80 kg/hm<sup>2</sup>，增产率为10.59%，增产效果极显著。

(2)在芹菜上，7次叶面喷施“黑包公”腐植酸水溶肥料，对芹菜的株高、单株叶柄数、叶柄长、叶柄宽以及单株重等生物学性状具有显著改善作用，产量较CK增加2502.00 kg/hm<sup>2</sup>，增产率8.32%，增产效果极显著。

(3)在甘蓝上，3次叶面喷施“森正达”腐植酸水溶肥料，对甘蓝单株净球重量具有显著改善作用，产量较CK增加4767.00 kg/hm<sup>2</sup>，增产率为6.56%，增产效果极显著。

本研究只针对每种腐植酸水溶肥料进行了一种蔬菜的初步试验，今后还需要针对每种肥料在不同的蔬菜、粮食、果树等作物上进行肥效试验研究，以为大面积推广应用提供参考。

### 参考文献

- [1] 袁艳娜. 不同水溶肥配施对设施黄瓜生长及土壤肥力的影响[D]. 河北科技师范学院硕士学位论文, 2024.
- [2] 吴小娟. 玉米含腐植酸水溶肥料肥效试验[J]. 基层农技推广, 2024(10): 28~30.
- [3] 杨丽, 悦秀丽. 澳佳生态腐植酸优化套餐在滑县冬小麦上的应用效果[J]. 基层农技推广, 2023(12): 8~11.
- [4] 任洪建, 程传东, 唐向军, 等. 含腐植酸水溶肥在草莓上应用效果初探[J]. 中国农技推广, 2021(6): 85~86, 33.
- [5] 许锦程, 徐义群, 陈栋, 等. 含腐植酸水溶肥“意菲乐”替代尿素作穗肥在水稻上的应用[J]. 中国农技推广, 2024(7): 80~83.