



3 种腐植酸水溶肥料在小青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: 为研究宿州市“天河百润”“黑包公”“森正达”3 种腐植酸水溶肥料对小青菜产量与经济效益的影响, 于 2020 年 8 月至 2022 年 8 月, 分别在宿州市埇桥区不同地点进行了小青菜应用 3 种不同腐植酸水溶肥料效果试验, 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, 3 种腐植酸水溶肥料对小青菜生长发育均有不同程度的促进作用, 能有效改善小青菜的产量构成因素, 有助于小青菜产量的形成, 对增加小青菜产量和经济效益效果显著, 增产幅度 7.11% ~ 9.32%。

关键词: 小青菜; 腐植酸水溶肥料; 叶面喷施; 产量; 效果

中图分类号: TQ314.1, S636

文章编号: 1671-9212(2024)05-0026-05

文献标识码: A

DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.05.003

Preliminary Study on Application Effects of Three Humic Acid Water-soluble Fertilizers on Pakchoi

Sun Hailong

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

Abstract: To study the effects of three humic acid water-soluble fertilizer products of “Tianhebairun”, “Heibaogong” and “Senzhengda” on the yield and economic benefits of pakchoi. From August 2020 to August 2022, the experiments on the effects of three different humic acid water-soluble fertilisers were carried out at different locations in Yongqiao District, Suzhou City, with three treatments: base fertilization + foliar spraying of humic acid water-soluble fertilizer, base fertilization + foliar spraying of water and base fertilization (CK). The results showed that, on the basis of base fertilization, three humic acid water-soluble fertilizers could promote the growth and development of pakchoi in different degrees, effectively improve the yield components of pakchoi, be helpful to the formation of the yield of pakchoi, and had a remarkable effect on the increase of the yield and economic benefit, the increase range was 7.11% ~ 9.32%.

Key words: pakchoi; humic acid water-soluble fertilizer; foliar spraying; yield; effect

腐植酸水溶肥料功能独特, 效果直接, 使用方便, 具有“增效 + 亲水 + 抗逆 + 提质”等综合效能, 深受广大用户欢迎^[1~5]。腐植酸类物质不但能影响植物的光合作用和呼吸作用^[6, 7], 还对植物具有类似激素的刺激功能^[8]。据农业农村部种植业管理司网站公布数据统计, 截至 2024 年 10 月 9 日农业农村部登记的腐植酸水溶肥料产品 3439 个, 占登

记水溶肥料总数的 37.2%, 登记作物包括大田作物、叶菜类、薯菜类、茄果类、根菜类、豆菜类、薯芋类、葱蒜类、瓜类、浆果类、核果类、仁果类等 100 多种。近年来, 伴随我国腐植酸水溶肥料产业的迅速发展, 宿州市腐植酸水溶肥料生产企业越来越多, 腐植酸水溶肥料新产品不断涌现。为了验证宿州市区域内不同品牌腐植酸水溶肥料产品的肥效, 本试验按照

[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。



农业农村部《肥料登记管理办法》和《肥料效应鉴定田间试验技术规程》的要求，初步在小青菜上开展了“天河百润”“黑包公”“森正达”3 种腐植酸水溶肥料应用效果研究，以期为腐植酸水溶肥料在小青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（街道）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）
西二铺镇二铺村	潮土	7.8	23.20	110.0	9.5	133
西二铺镇沈家村	两合土	7.4	19.72	101.0	15.9	153
城东街道八里村	淤黑土	8.4	18.10	98.8	7.9	174

1.2 试验材料

1.2.1 供试作物

小青菜，品种为“青梗菜”。

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砀山分公司生产， $N+P_2O_5+K_2O \geq 20.0\%$ （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 $\geq 3.0\%$ ，粉剂。

以上 3 种腐植酸水溶肥料均执行 NY 1106—2010 标准。

1.3 试验方案

产品 I：地点在西二铺镇二铺村慧洁种植家庭农场，试验小区面积 15 m^2 （ $1.5\text{ m} \times 10\text{ m}$ ），2020 年 8 月 10 日播种，播量 6.75 kg/hm^2 ，9 月 15 日收获。期间人工除草 1 次，灌水 4 次，防治蜗牛、菜青虫等病虫害 3 次 [6% 密达杀螺颗粒剂防治蜗牛，雷通（甲氧虫酰肼）悬浮剂防治菜青虫等]。

产品 II：地点在西二铺镇沈家村永盛蔬菜专

业合作社，试验小区面积 15 m^2 （ $2\text{ m} \times 7.5\text{ m}$ ），2021 年 8 月 12 日播种，播量 6 kg/hm^2 ，9 月 18 日收获。期间化学除草 1 次 [采用 96% 金都尔（精-异丙甲草胺）乳油封闭除草]，灌水 2 次，防治蜗牛、菜青虫等病虫害 2 次。

产品 III：地点在城东街道八里村杨键特色种植家庭农场，试验小区面积 20 m^2 （ $2.5\text{ m} \times 8\text{ m}$ ），2022 年 7 月 11 日播种，播量 5.25 kg/hm^2 ，分别于 2022 年 8 月 15 日（间收）和 8 月 19 日两次收获完毕。期间化学除草 1 次，浇水频率（吊喷）2 ~ 3 天。防治蜗牛、菜青虫等病虫害 2 次。

每个产品均设 3 个处理：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。

同一产品各处理均在底肥用量相等的基础上实施：

产品 I 施底肥量为商品有机肥 3000 kg/hm^2 ，氮磷钾含量（纯量，下同）为 $N\ 135\text{ kg/hm}^2$ 、 $P_2O_5\ 126\text{ kg/hm}^2$ 、 $K_2O\ 144\text{ kg/hm}^2$ ；

产品 II 施底肥量为商品有机肥 3000 kg/hm^2 、 $N\ 90\text{ kg/hm}^2$ 、 $P_2O_5\ 90\text{ kg/hm}^2$ 、 $K_2O\ 90\text{ kg/hm}^2$ ；

产品 III 施底肥量为商品有机肥 4500 kg/hm^2 、 $N\ 181.5\text{ kg/hm}^2$ 、 $P_2O_5\ 112.5\text{ kg/hm}^2$ 、 $K_2O\ 112.5\text{ kg/hm}^2$ 。

腐植酸水溶肥料的施用方案，参照各产品使用说明，具体喷施时间及用量见表 2。



表 2 腐植酸水溶肥料喷施时间及用量
Tab.2 The spraying time and dosage of humic acid water-soluble fertilizers

产品	第 1 次		第 2 次		第 3 次		施用时期	备注
	用量 (kg/hm ²)	稀释 比例	用量 (kg/hm ²)	稀释 比例	用量 (kg/hm ²)	稀释 比例		
I	0.56	800	0.75	600	0.75	600	苗期、生长期和生长旺盛期	每次间隔一周
II	0.56	800	0.75	600	0.75	600	苗期、生长期和生长旺盛期	每次间隔一周
III	0.75	600	0.75	600	—	—	生长期和生长旺盛期	每次间隔 10 天

1.4 指标测定及方法

观测小青菜的生物学性状：小青菜采收前，各处理随机取样 20 株，测量其株高、单株叶片数、单株重、叶长、叶宽，计算单叶叶面积，单叶叶面积 = 叶长 × 叶宽 × 0.7007^[9]；观察叶色。

测定小青菜的产量：实收称重计产，折算公顷产量。

1.5 数据处理与分析

使用 Excel 进行数据处理，使用 SPSS 分析软件对试验结果进行方差分析，并进行 LSD 多重比

较分析。

2 结果与分析

2.1 腐植酸水溶肥料对小青菜生物学性状的影响

腐植酸水溶肥料对小青菜生物学性状的影响结果见表 3。由表可以看出，在基施底肥的基础上，叶面喷施 3 种腐植酸水溶肥料均改善了小青菜的生物学性状，包括增加了小青菜的株高、单株叶片数、单叶叶面积和单株重等。

表 3 腐植酸水溶肥料对小青菜生物学性状的影响
Tab.3 Effects of humic acid water-soluble fertilizer on biological traits of pakchoi

产品	处理	株高 (cm)	单株叶片数 (片)	单叶叶面积 (cm ²)	单株重 (g)	叶色
I	1	19.54 ± 0.50a	10.27 ± 0.34a	42.20 ± 0.26a	23.69 ± 1.01a	浓绿
	2	19.12 ± 0.82a	9.27 ± 0.29ab	41.16 ± 0.40b	20.84 ± 1.51ab	浓绿
	CK	18.59 ± 0.15a	9.43 ± 0.17b	36.09 ± 0.41c	18.97 ± 0.55b	翠绿
II	1	13.90 ± 0.16a	10.90 ± 0.15a	31.71 ± 0.62a	13.90 ± 0.16a	翠绿
	2	13.80 ± 0.16a	10.50 ± 0.07b	30.50 ± 0.35a	13.37 ± 0.12b	翠绿
	CK	12.67 ± 0.12b	10.30 ± 0.11b	28.10 ± 0.79b	10.83 ± 0.05c	翠绿
III	1	14.78 ± 0.42a	11.40 ± 0.43a	33.14 ± 0.43a	21.43 ± 0.25a	浓绿
	2	13.41 ± 0.28b	10.55 ± 0.10b	30.71 ± 0.38b	20.04 ± 0.01b	翠绿
	CK	13.28 ± 0.82b	10.35 ± 0.15b	29.46 ± 0.49b	19.80 ± 0.11b	翠绿

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

由表 3 可以看出，喷施产品 I 的处理 1 较处理 2 和 CK 株高分别增加 0.42 cm 和 0.95 cm，单株叶片数分别增加 1.00 片和 0.84 片，单叶叶面积分别增加 1.04 cm² 和 6.11 cm²，单株重分别增加 2.85 g 和 4.72 g；除株高外，其他指标处理 1 和 CK 均达

到显著差异，与处理 2 相比仅单叶叶面积达到显著差异。

喷施产品 II 的处理 1 较处理 2 和 CK 株高分别增加 0.10 cm 和 1.23 cm，单株叶片数分别增加 0.40 片和 0.60 片，单叶叶面积分别增加 1.21 cm²



和 3.61 cm²，单株重分别增加 0.53 g 和 3.07 g；所测指标处理 1 和 CK 均达到显著差异，与处理 2 相比单株叶片数和单株重达到显著差异。

喷施产品Ⅲ的处理 1 较处理 2 和 CK 株高分别增加 1.37 cm 和 1.50 cm，单株叶片数分别增加 0.85 片和 1.05 片，单叶叶面积分别增加 2.43 cm² 和 3.68 cm²，单株重分别增加 1.39 g 和 1.63 g；所测指标处理 1 显著优于处理 2 和 CK。

叶色方面，小青菜叶面喷施腐植酸水溶肥料，

收获时商品性好，表现为植株嫩绿，叶色深。喷施产品 I 的处理 1 和处理 2 叶色浓绿，好于 CK 翠绿；喷施产品Ⅱ各处理叶色无差异，均为翠绿；喷施产品Ⅲ的处理 1 叶色浓绿，较处理 2 和 CK 表现更好。

2.2 腐植酸水溶肥料对小青菜产量的影响

腐植酸水溶肥料对小青菜产量的影响结果见表 4。由表可以看出，在基施等量底肥的基础上，叶面喷施 3 种腐植酸水溶肥料对小青菜均具有显著的增产效果。

表 4 腐植酸水溶肥料对小青菜产量的影响
Tab.4 Effects of humic acid water-soluble fertilizer on yield of pakchoi

产品	处理	小区产量 (kg)				折合产量 (kg/hm ²)	比处理 2		比 CK		差异显著性	
		I	Ⅱ	Ⅲ	平均值		增产 (kg/hm ²)	增产率 (%)	增产 (kg/hm ²)	增产率 (%)	0.05	0.01
I	1	32.65	31.31	31.02	31.66 ± 0.71	21107.7	1186.7	5.96	1800.1	9.32	a	A
	2	30.29	29.89	29.47	29.88 ± 0.33	19921.0	—	—	613.4	3.18	b	B
	CK	28.98	28.87	29.04	28.96 ± 0.07	19307.6	—	—	—	—	b	B
Ⅱ	1	29.10	28.42	28.83	28.78 ± 0.28	19187.8	906.9	4.96	1273.5	7.11	a	A
	2	27.52	27.61	27.14	27.42 ± 0.20	18280.9	—	—	366.6	2.05	b	B
	CK	26.58	27.32	26.70	26.87 ± 0.32	17914.3	—	—	—	—	b	B
Ⅲ	1	43.50	43.80	43.30	43.53 ± 0.21	21766.1	1430.1	7.03	1630.1	8.10	a	A
	2	41.10	40.10	40.80	40.67 ± 0.42	20336.0	—	—	200.0	1.00	b	B
	CK	40.70	39.80	40.30	40.30 ± 0.37	20136.0	—	—	—	—	b	B

由表 4 可以看出，3 种腐植酸水溶肥料试验的小青菜产量处理 1 与处理 2、CK 之间差异均达极显著水平，产品 I、产品Ⅱ、产品Ⅲ的处理 2 与 CK 之间差异均不显著。

其中，喷施产品 I 处理 1 较处理 2、CK 分别增产 1186.7、1800.1 kg/hm²，增产率分别为 5.96%、9.32%；喷施产品Ⅱ处理 1 较处理 2、CK 分别增产 906.9、1273.5 kg/hm²，增产率分别为 4.96%、7.11%；喷施产品Ⅲ处理 1 较处理 2、CK 分别增产 1430.1、1630.1 kg/hm²，增产率分别为 7.03%、8.10%。

2.3 腐植酸水溶肥料对小青菜经济效益的影响

腐植酸水溶肥料对小青菜经济效益的影响结果见表 5。由表可以看出，在基施底肥的基础上，

叶面喷施 3 种腐植酸水溶肥料对小青菜均具有良好的经济效益。

由表 5 可以看出，喷施产品 I 处理 1 较处理 2、CK 纯收入分别增加 1771.35、2441.45 元 /hm²，处理 2 较 CK 纯收入增加 471.0 元 /hm²；喷施产品Ⅱ处理 1 较处理 2、CK 纯收入分别增加 1805.6、2088.8 元 /hm²，处理 2 较 CK 纯收入增加 283.20 元 /hm²；喷施产品Ⅲ处理 1 较处理 2、CK 纯收入分别增加 3569.25、3769.25 元 /hm²，处理 2 较 CK 纯收入增加 200.00 元 /hm²。

3 种腐植酸水溶肥料产品中，以产品Ⅲ经济效益最好，增加的纯收入最多，主要受小青菜产量增加、肥料和人工成本降低以及小青菜单价较高等综合因素影响。产品 I 和产品Ⅱ增加纯收入相近，二

者肥料和人工成本基本相同, 差异主要来源于小青 菜单价波动。

表 5 腐植酸水溶肥料对小青菜经济效益的影响
Tab.5 Effects of humic acid water-soluble fertilizer on economic benefit of pakchoi

产品	处理	产量 (kg/hm ²)	单价 (元/kg)	产值 (元/hm ²)	增加肥料和 人工成本 (元/hm ²)	纯收入 (元/hm ²)	比处理 2 增加产值 (元/hm ²)	比 CK 增加产值 (元/hm ²)
I	1	21107.7	1.5	31661.6	458.7	31202.9	1771.35	2441.45
	2	19921.0	1.5	29881.5	450.0	29431.5	—	470.10
	CK	19307.6	1.5	28961.4	—	28961.4	—	—
II	1	19187.8	2.0	38375.6	458.2	37917.4	1805.60	2088.80
	2	18280.9	2.0	36561.8	450.0	36111.8	—	283.20
	CK	17914.3	2.0	35828.6	—	35828.6	—	—
III	1	21766.1	2.5	54415.3	306.0	54109.3	3569.25	3769.25
	2	20336.0	2.5	50840.0	300.0	50540.0	—	200.00
	CK	20136.0	2.5	50340.0	—	50340.0	—	—

注: 人工喷施费用 150 元/hm²/次。产品 I、II、III 价格分别为 4200、4000、4000 元/吨。

3 结论

本试验中, 3 种腐植酸水溶肥料基施底肥 + 叶面喷施腐植酸水溶肥料处理 (处理 1) 与基施底肥 + 叶面喷施清水处理 (处理 2) 和基施底肥 (CK) 比较, 小青菜株高、单株叶片数、单叶叶面积、单株重均显著增加, 收获时植株嫩绿, 叶色深, 商品性更好, 说明腐植酸水溶肥料有益于小青菜生长并改善其产量构成因素。3 种腐植酸水溶肥料处理 1 均极显著提高了小青菜的产量, 同时增加了经济效益, 较处理 2 和 CK 分别增产 4.96% ~ 7.03%、7.11% ~ 9.32%, 增收 1771.35 ~ 3569.25 元/hm²、2441.45 ~ 3769.25 元/hm², 说明腐植酸水溶肥料有利于提高小青菜产量, 提升经济效益。综上, 本试验 3 种腐植酸水溶肥料适合在小青菜生产上大面积推广应用。

参考文献

[1] 吴涛, 路阳, 赵营, 等. 引黄灌区玉米喇叭口期追施腐植酸水溶肥试验初报 [J]. 寒旱农业科学, 2023, 2 (12): 1121 ~ 1125.

[2] 葛爱琴, 丁文斌, 尹玉梅. 含腐植酸水溶肥料在黄瓜上的应用效果研究 [J]. 现代农业科技, 2013 (5): 98, 100.

[3] 张旭婷, 周峰, 谢林鑫, 等. 含腐植酸水溶肥料在大白菜上的应用 [J]. 云南农业, 2016 (7): 51 ~ 52.

[4] 龙增群, 林翠兰, 曾娥, 等. 含腐植酸水溶肥料在果蔬上的应用研究 [J]. 现代农业科技, 2012 (14): 222, 229.

[5] 刘洋, 曹邦州, 王莉. 含腐植酸水溶肥料在小麦上的应用效果研究 [J]. 现代农业科技, 2013 (7): 13 ~ 14.

[6] 王艳芳, 武月胜, 李灵芝, 等. 不同水分胁迫条件下腐植酸类钾盐对西葫芦幼苗生长及光合荧光特性的影响 [J]. 腐植酸, 2022 (1): 44 ~ 51.

[7] 张辉, 姜文勇, 刘波. 不同来源腐植酸促进植物生长活性及作用机理研究——II. 腐植酸对植物酶活性、呼吸作用及光合作用的影响 [J]. 腐植酸, 2000 (2): 16 ~ 19, 15.

[8] 靳永胜, 仝宝生, 李炎, 等. 腐植酸叶面肥在叶菜上的应用效果 [J]. 北京农学院学报, 2010, 25 (3): 6 ~ 8.

[9] 王婷, 李雯琳, 巩芳娥, 等. LED 光源不同光质对不结球白菜生长及生理特性的影响 [J]. 甘肃农业大学学报, 2011 (4): 69 ~ 73.