



# 简述腐植酸类肥料在 35 种药材种植上的应用研究

张茜<sup>1</sup> 马萃<sup>1</sup> 张婷<sup>2</sup> 龚星铭<sup>1</sup>

1 巴中职业技术学院 巴中 636000

2 四川省巴中市恩阳区经济和信息化局 巴中 636000

**摘要:** 腐植酸类肥料作为一种天然的有机物质, 具有促进植物生长、提高抗病性、改善土壤结构、提高品质和产量等多种功能。近年来, 腐植酸类肥料在药材种植中应用广泛。本文综述了腐植酸类肥料在药材种植上的应用研究进展, 重点探讨了其对药材种子萌发、生长发育、逆境调控、营养品质和产量的影响, 提出了目前腐植酸在药材种植上的研究建议, 以期为促进腐植酸类肥料在药材上的应用与推广提供科学依据。

**关键词:** 腐植酸; 黄腐酸; 肥料; 药材; 生长

**中图分类号:** TQ444.6      **文章编号:** 1671-9212(2025)01-0011-05

**文献标识码:** A      **DOI:** 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2025.01.002

## The Application of Humic Acid Fertilizers on the Cultivation of 35 Kinds of Chinese Herbal Medicines: A Brief Review

Zhang Xi<sup>1</sup>, Ma Cui<sup>1</sup>, Zhang Ting<sup>2</sup>, Gong Xingming<sup>1</sup>

1 Bazhong Vocational and Technical College, Bazhong, 636000

2 Enyang District Economic and Information Bureau of Bazhong City, Sichuan Province, Bazhong, 636000

**Abstract:** Humic acid fertilizer, which is natural organic substance, can promote plant germination and growth, enhance disease resistance, improve soil structure, increase quality and yield, and so on. Humic acid fertilizers have been widely applied in the cultivation of Chinese herbal medicine in recent years. The application of humic acid fertilizers in the cultivating of Chinese herbal medicine was reviewed in this paper, and the effects of humic acid fertilizers on seed germination, growth and development, stress regulation, nutritional quality and yield of Chinese herbal medicine were discussed. Research suggestion on humic acid in the cultivation of Chinese herbal medicine were also summarized to provide a scientific basis for the application of humic acid fertilizers to promote the cultivation of traditional Chinese herbal medicine.

**Key words:** humic acid; fulvic acid; fertilizer; Chinese herbal medicine; growth

目前大约有 300 种药材主要依赖人工栽培<sup>[1]</sup>, 但药材质量下降的问题已经成为制约该领域发展的主要障碍<sup>[2]</sup>, 恰当的施肥措施能够显著提升药材的品质与产量。本文简要分析了腐植酸的作用机理, 概述了腐植酸类肥料在丹参、天麻、石斛、黄精、肉苁蓉、红花等药材生长发育中的应用进展, 以期

为腐植酸类肥料在相关领域的研究及推广提供有益信息。

### 1 腐植酸类肥料的特点

腐植酸主要从泥炭、褐煤和风化煤等热值较

[收稿日期] 2024-10-20

[作者简介] 张茜, 女, 1995 年生, 助教, 研究方向为中药材栽培与质量控制, E-mail: 853653124@qq.com。

低的年青煤中提取<sup>[3]</sup>。腐植酸具有基于多酚或醌的芳族核以及分布在环状、脂肪族和芳香族链上的-O-、=CH-、-S-S-等多种基团连接,富含羧基、酚基和羰基、糖、肽等官能团<sup>[4]</sup>。腐植酸结构的酚和羧酸官能团中H元素易去质子化,使得腐植酸具有改善植物生长和营养、与重金属络合、抗病毒和抗炎活性等多种功能<sup>[5]</sup>。研究表明,腐植酸类肥料可有效刺激植物的代谢,促进根系生长,提高养分利用率,使药材增产提量,是优质的植物生长刺激剂<sup>[6]</sup>。此外,腐植酸类肥料能吸附固定重金属<sup>[7]</sup>,钝化毒害生物敏感酶的活性,提高植物抗病虫害和干旱能力<sup>[8]</sup>。

## 2 腐植酸类肥料在 35 种药材生长上的应用

### 2.1 促进肉苁蓉、天麻、铁皮石斛、丹参、红花等 5 种药材种子萌发

药材萌发是药材种植过程中至关重要的一环,直接关系到药材的产量、品质以及后续的药用价值。何秀丽<sup>[9]</sup>研究发现,施用腐植酸有机肥可有效促进肉苁蓉种子萌发和寄生,肉苁蓉的寄生点数、寄生株数、鲜重和最大茎长度均显著增加。王丹阳等<sup>[10]</sup>对促进天麻种子萌发的因素进行了筛选,发现 0.15 mg/L 及以下浓度的腐植酸钠可加速新陈代谢,有效提高天麻种子的萌发率。王晓敏等<sup>[11]</sup>通过分析 7 种肥料对铁皮石斛的生长特性的影响发现,腐植酸肥料能增加铁皮石斛最长芽的叶片数、芽生长量和平均芽生长量,从而促进铁皮石斛的萌芽参数。程赵惠等<sup>[12]</sup>对丹参在干旱胁迫下的抗旱性进行了筛选,通过腐植酸钠浸种试验发现,经腐植酸钠浸泡的丹参种子的萌发率提高了。张元等<sup>[13]</sup>通过盐胁迫试验发现,腐植酸能增强红花幼苗的抗盐性,有效缓解盐胁迫的伤害,促进红花种子萌发及幼苗生长。

### 2.2 促进龙胆、潞党参、川芎、金钗石斛、甘草、佛手、红豆杉、板蓝根、山豆根等 9 种药材生长

李帅<sup>[14]</sup>研究发现,腐植酸水溶肥料对蓝玉簪龙胆丛径和分枝的生长量最好,分别为 3.02 cm 和 4 根左右。程泽京等<sup>[15]</sup>通过田间肥料试验发现,

施用腐植酸型营养剂后潞党参的根长达到最大值,其水分、总灰分和浸出物含量均符合《中国药典》的标准。此外,潞党参的多糖和炔苷含量分别达到 23.86% 和 0.43 mg/g;特别是喷施 300 L/hm<sup>2</sup> 的腐植酸制剂 I + 促根营养制剂(具体成分为腐植酸 + 营养元素)效果最佳,不仅提高了潞党参的产量,还改善其品质,实现了高产与优质的目标。喻文等<sup>[16]</sup>通过叶面喷施试验发现,黄腐酸显著提高了川芎的分蘖数和冠幅,并增加了川芎挥发油和浸出物的含量。刘迎等<sup>[17]</sup>研究发现,黄腐酸钾显著提高了金钗石斛的茎粗、鲜重和干重,增长率分别达到 20.68%、28.39% 和 34.50%。于江<sup>[18]</sup>通过田间试验发现,施加腐植酸肥料显著提高了甘草的植株高度、单株地上鲜重和产量,增长率分别为 8.2%、6.9% 和 29.1%。王岚岚等<sup>[19]</sup>研究发现,腐植酸能显著提高金华佛手叶片面积、叶绿素 a 和叶绿素(a+b)的含量。高邹莺<sup>[20]</sup>研究发现,腐植酸肥料能够刺激太行红豆杉叶片气孔开度,加快蒸腾,提高太行红豆杉叶片叶绿素含量,提升叶片捕获光的能力、电子传递效率和实际光能转化效率,从而提高光合效率进而促进太行红豆杉植株生长。林晶等<sup>[21]</sup>研究发现,含腐植酸保水剂能增加板蓝根叶片中叶绿素含量,增强板蓝根快速生长时期的根系活力,从而促进植株生长。冯世鑫等<sup>[22]</sup>研究发现,施用黄腐酸钾钼合剂能显著促进山豆根生长,施用 184 kg/hm<sup>2</sup> 处理山豆根株高、根瘤数量和单叶面积分别较对照增加 48.2%、115.4%、54.0%。

### 2.3 增强田七、麻黄、金丝皇菊、丹参、红豆杉、望江南、独行菜等 7 种药材抗性

药材在生长过程中常因各种病虫害的侵袭、化肥过量施用以及极端天气的影响,导致品质下降,甚至失去药用价值,提高药材的抗性显得尤为重要。沈伟等<sup>[23]</sup>研究发现,叶面喷施黄腐酸钾能够通过提高田七叶片超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性,增加脯氨酸(Pro)和可溶性蛋白质的含量,有效抑制丙二醛(MDA)的产生,从而缓解田七的高温胁迫。贾志国等<sup>[24]</sup>研究发现,施用腐植酸肥料可明显增加麻黄可溶性蛋白质及抗氧化酶活性,降低 MDA



含量,有效缓解麻黄的干旱胁迫。丁丁等<sup>[25]</sup>研究发现,黄腐酸可有效增加盐胁迫下金丝皇菊幼苗株高生长量和叶绿素含量,降低相对电导率(REC)、MDA 含量和 Pro 含量,从而提高盐胁迫下金丝皇菊幼苗的抗性。刘瑞浩<sup>[26]</sup>研究发现,腐植酸肥料可以有效提高土壤的 pH,增加土壤中的有机质、碱解氮、有效磷和速效钾的含量,改善连作丹参的生长环境条件,显著提升丹参在连作障碍下对氮、磷、钾等营养元素的吸收能力,提高对根结线虫的防治效果。高邹莺<sup>[20]</sup>研究发现,喷施 100 mg/L 腐植酸水溶肥和根施 0.9 g/kg 腐植酸肥料可以显著降低太行红豆杉叶片中的 MDA 含量和 REC,增强其抗性。侯向飞<sup>[27]</sup>研究发现,在铜胁迫条件下施加适量浓度的黄腐酸能促进望江南叶片和根部对氮、磷、钾的吸收。当黄腐酸浓度为 800 mg/kg 时,望江南根和叶片中的氮含量达到最大值,分别比对照增加了 138.4% 和 43.1%。Yildirim 等<sup>[28]</sup>研究发现,浓度为 7000 mg/L 的腐植酸与黄腐酸组合成功缓解了镉胁迫对独行菜造成的危害,使得 CAT、SOD、MDA 和 Pro 分别下降了 43%、21%、68% 和 70%。

#### 2.4 提高浙贝母、桔梗、蒲公英、柠檬、百合、麦冬、银杏、红豆杉、黄芪、红枣等 10 种药材品质

通过腐植酸类肥料提高药材有效成分十分必要。张鹏等<sup>[29]</sup>研究发现,腐植酸类肥料可以提高药用植物体内次生代谢产物的积累和促进药材品质形成。郎晓平等<sup>[30]</sup>研究发现,施用黄腐酸钾浙贝母的指标成分醇溶物达到 21.61% ~ 22.27%。李松儒<sup>[31]</sup>研究发现,喷施腐植酸叶面肥有利于桔梗的叶片积累皂苷、黄酮、多糖和可溶性蛋白含量。项国栋等<sup>[32]</sup>研究发现,施用腐植酸蔬菜专用肥能促进蒲公英的生长发育、提高产量和改善品质。何孝英等<sup>[33]</sup>研究发现,腐植酸叶面肥可显著提高柠檬单果质量、可食率、出汁率以及维生素 C、总酸、总糖和可溶性固形物的含量。张锋等<sup>[34]</sup>研究发现,施用腐植酸肥料可降低百合体内硝酸盐含量,提高硝酸还原酶活性,促进养分向地下部分运输,提高百合营养品质,达到增产效果。邓红梅等<sup>[35]</sup>通过麦冬基础施肥试验发现,黄腐酸提高了抗氧化酶的活性、抑制蛋白分解酶等,增加了叶片中叶绿素含量,促

进了光合作用,加速了糖类成分的累积,进而提高了麦冬药材中浸出物与总多糖含量。杨云马等<sup>[36]</sup>研究发现,用腐植酸复合肥处理的银杏叶片中总黄酮含量高于无机肥,且以 645 kg/hm<sup>2</sup> 用量最为适宜,黄酮含量最高。高邹莺<sup>[20]</sup>研究发现,喷施 75 mg/L 腐植酸水溶肥和根施 0.6 g/kg 腐植酸肥处理下的太行红豆杉叶片黄酮和多糖含量显著提高,促进了太行红豆杉叶片黄酮和多糖的积累。冯守疆等<sup>[37]</sup>研究发现,施用含腐植酸高塔熔体黄芪专用肥的黄芪干根长、干根直径、干根重、产量、黄芪甲苷含量、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、纯效益等生长指标及效果性能指标均优于常规施肥。赵满兴等<sup>[38]</sup>研究发现,配施腐植酸肥料后枣果的维生素 C 含量增加 1.33 ~ 5.13 倍,蛋白质含量增加 3.53% ~ 5.88%、还原糖含量增加 21.09%,黄酮含量增加 22.41%,总可溶性糖含量增加 25.77%,有效提高了枣果品质。

#### 2.5 增加当归、党参、丹参、多花黄精、万寿菊、黄芪、麦冬、白芷、生姜、花生等 10 种药材产量

科学合理的施用腐植酸类肥料不仅能促进植株根系生长,提升以根入药的药材品质,而且能增加叶片和块根数,达到提高药材产量的目的。武延安等<sup>[39]</sup>研究发现,施用腐植酸能促进当归单株鲜重、冠重、根重、叶片数、叶面积及干物质积累量,其中最高促进增产 605 kg/hm<sup>2</sup>。陈来红<sup>[40]</sup>通过叶面喷施试验发现,腐植酸水溶肥可显著增加党参的根长和根粗,提升党参的产量和品质,其中追施 3 次产量最高为 4900 kg/hm<sup>2</sup>,较对照提高 25.6%。刘瑞浩<sup>[26]</sup>研究发现,单施处理中腐植酸肥处理的丹参产量最高,达到了 4016.89 kg/hm<sup>2</sup>;配施处理中腐植酸肥加其他调理剂能促进丹参植株对尿素物质的充分吸收,减少土壤可溶性肥料氮磷钾向酸性土壤上进行的直接快速淋溶,产量最大为 5752.65 kg/hm<sup>2</sup>,比不施肥处理增加了 132.17%。蔡瑜等<sup>[41]</sup>研究发现,黄腐酸钾能显著促进多花黄精幼苗块茎生长,提高块茎产量。张世远等<sup>[42]</sup>研究发现,施用腐植酸水溶肥能显著增加万寿菊的分枝数和花朵数,提高叶片中 SOD 和 CAT 活性,并使单株总产量增加 16.02%。郭岩等<sup>[43]</sup>研究发现,

喷施腐植酸显著提高了蒙古黄芪叶绿素相对含量、叶片水分利用效率、根表面积和体积,腐植酸处理后中等密度和高密度黄芪产量较对照分别增加8.6%和7.1%。邓红梅等<sup>[35]</sup>研究发现,基施黄腐酸能促进麦冬块根中镁、铁元素,须根中钙、铁、铜、锌元素,叶片中镁、钙、铜、锌元素含量,表明适宜剂量的黄腐酸能促进贮藏根数和块根数目增加,基施黄腐酸(5 kg/667 m<sup>2</sup>)能显著促进增产,增产率为6.41%。童文等<sup>[44]</sup>研究发现,在白芷上施用不同腐植酸肥料可以增产196.0 ~ 1106.0 kg/hm<sup>2</sup>,增产比例为2.3% ~ 13%。梁太波等<sup>[45]</sup>研究发现,施用腐植酸钾明显提高了生姜的根系活力,增加了钾素吸收量和干物质积累量,比空白对照增产61.29%。刘兰兰等<sup>[46]</sup>研究发现,施用腐植酸复合肥花生单株结果数显著增加,饱果率较高,荚果产量显著增加,较无肥对照增产26.63%,较氮磷钾对照增产9.16%。

### 3 结论和建议

研究发现,腐植酸类肥料能有效提高药材种子的萌发率,增加寄生点数和芽长,进而有力地促进种子的萌发过程;能提升叶绿素的含量,极大地促进光合作用,提高光合效率,对药材的生长起到刺激作用,促进药材叶面以及根部的生长,提升药材的药性品质;能吸附金属离子,改善土壤的性质,增强根系的活力,促进植株对尿素的吸收,提高药材对不良环境的抗性;还能增加株高和株幅,促进块茎以及贮藏根的生长,改善土壤微生物的多样性,提高养分的利用率以及药材的产量。

目前,关于腐植酸类肥料的研究,大多聚焦于药材次级代谢的改善方面,还停留在描述性的层面,调节机制尚未明晰。未来仍需深入剖析腐植酸类肥料对药用植物次级代谢的作用效果,明确腐植酸类肥料对药用植物次级代谢产物所产生的影响。因此,我们需要全力聚焦前沿检测技术以及创新方法的开发,构建起药材产业高产、坚实且可靠的基础架构。为进一步推进我国药材栽培研究向更深层次、更科学的方向发展。

本文建议:第一,解析作用机理,深入研究腐

植酸类肥料调控种子萌发过程中的基因表达,精准理解其打破种子休眠、提高萌发率的内在机理。同时,研究腐植酸类肥料在药材光合作用、呼吸作用等生理过程中的信号传导途径,明确其影响植物的能量代谢和物质合成。第二,优化腐植酸类肥料配方,根据不同药材的生长特性和营养需求,开发个性化的腐植酸类肥料配方。结合现代生物技术(如基因编辑等手段),筛选和培育对腐植酸类肥料响应更敏感的药材品种,实现肥料与品种的最佳匹配,进一步提高种植效益。第三,将腐植酸类肥料与生态农业相结合,促进腐植酸类肥料中药材标准化种植科学有序发展。

### 参考文献

- [1] 景永帅,金姗,张丹参.基于中药资源普查工作对药用植物资源保护的思考和建议[J].卫生职业教育,2021,39(7):158~159.
- [2] 王丹,侯俊玲,万春阳,等.中药材施肥研究进展[J].土壤通报,2011,42(1):225~228.
- [3] 刘征捷.腐殖酸及腐殖酸肥的性质与应用[J].化工管理,2021(25):73~74,86.
- [4] Quiroz-Urzola H, Castro-Suarez J R, Colpas-Castillo F. Extraction of humic acids from different origins: a review[J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021(1): 012044.
- [5] Melo B A G D, Motta F L, Santana M H A. Humic acids: structural properties and multiple functionalities for novel technological developments[J]. Materials Science and Engineering C, 2016, 62(5): 967~974.
- [6] 王雅婷,陈子平,陈世金,等.腐植酸肥料增产作物与改良土壤研究新进展[J].腐植酸,2023(4):21~26.
- [7] Winarso S, Pandutama M H, Purwanto L D. Effectivity of humic substance extracted from palm oil compost as liquid fertilizer and heavy metal bioremediation[J]. Agriculture & Agricultural Science Procedia, 2016, 9:146~157.
- [8] Li J Y, Nie Z H, Fan Z, et al. Biochemical fulvic acid modification for phosphate crystal inhibition in water and fertilizer integration[J]. Materials, 2022, 15(3): 1174.



- [9] 何秀丽. 有机肥与土壤微生物对肉苁蓉 (*Cistanche deserticola*) 种子萌发与寄生的影响研究 [D]. 北京协和医学院硕士学位论文, 2021.
- [10] 王丹阳, 汪鋆植, 苏香萍, 等. 天麻无伐栽培替代菌材的研究 [J]. 中药材, 2022, 45 (4): 784 ~ 788.
- [11] 王晓敏, 程汉亭, 康专苗, 等. 几种肥料对铁皮石斛生长特性的影响 [J]. 安徽农学通报, 2017, 23 (7): 122 ~ 124.
- [12] 程赵惠, 高园园, 张蕾蕾, 等. 腐殖酸钠和高岭土对丹参抗旱性的影响 [J]. 河北师范大学学报 (自然科学版), 2014, 38 (6): 628 ~ 632.
- [13] 张元, 冯琼, 杨小方, 等. 黄腐酸对盐胁迫下红花种子萌发及幼苗生理特性的影响 [J]. 河南农业科学, 2015, 44 (11): 24 ~ 27.
- [14] 李帅. 蓝玉簪龙胆人工栽培技术研究 [D]. 西藏农牧学院硕士学位论文, 2023.
- [15] 程泽京, 张慧仙, 黄高鉴, 等. 腐植酸型营养剂对潞党参产量与品质的影响 [J]. 山西农业科学, 2023, 51 (7): 771 ~ 776.
- [16] 喻文, 余星语, 张德林, 等. 叶面喷施黄腐酸对川芎生长及品质的影响 [J]. 北方园艺, 2021 (19): 128 ~ 132.
- [17] 刘迎, 陈青, 梁晓, 等. 6种叶面肥对海南林下栽培金钗石斛生长和品质的影响 [J]. 热带作物学报, 2021, 42 (10): 2898 ~ 2903.
- [18] 于江. 生物腐植酸对新疆甘草种植区产地环境综合作用效果评价 [D]. 中国农业科学院博士学位论文, 2009.
- [19] 王岚岚, 陈小苗, 董燕燕, 等. 腐殖酸对金华佛手生长和品质的影响 [J]. 浙江农业学报, 2010, 22 (2): 229 ~ 233.
- [20] 高邹莺. 腐植酸肥对太行红豆杉生理特性和黄酮多糖的影响 [D]. 河南科技学院硕士学位论文, 2022.
- [21] 林晶, 王曰鑫. 保水缓释肥在药用植物板蓝根上的试验研究 [J]. 腐植酸, 2008 (1): 4.
- [22] 冯世鑫, 蒋妮, 陈乾平, 等. 黄腐酸钾铝合剂对山豆根生长和品质及叶绿素荧光参数的影响 [J]. 江苏农业科学, 2021, 49 (15): 123 ~ 127.
- [23] 沈伟, 岑湘涛, 李玥莹. 黄腐酸钾对高温胁迫下田七生理特性的影响 [J]. 农业与技术, 2022, 42 (6): 10 ~ 13.
- [24] 贾志国, 张丽, 辛立彬, 等. 外源物质对干旱胁迫下麻黄幼苗膜质过氧化作用的影响 [J]. 北方园艺, 2017 (1): 158 ~ 163.
- [25] 丁丁, 郭艳超, 鲁梦莹, 等. 黄腐酸对 NaCl 胁迫下茶菊幼苗生理特性的影响 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47 (24): 114 ~ 117.
- [26] 刘瑞浩. 腐植酸肥、微生物菌肥和土壤调理剂对连作丹参产量和品质的影响 [D]. 山东农业大学硕士学位论文, 2022.
- [27] 侯向飞. 铜胁迫对望江南生理、生长的影响及黄腐酸缓解作用 [D]. 江西农业大学硕士学位论文, 2021.
- [28] Yildirim E, Ekinci M, Turan M, et al. Humic+fulvic acid mitigated Cd adverse effects on plant growth, physiology and biochemical properties of garden cress [J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 1 ~ 8.
- [29] 张鹏, 俄胜哲, 袁金华, 等. 腐殖酸肥料研究进展 [J]. 中国农学通报, 2023, 39 (25): 102 ~ 108.
- [30] 郎晓平, 孙健, 沈晓霞, 等. 黄腐酸钾对浙贝母产量和品质的影响 [J]. 中国中药杂志, 2020, 45 (1): 72 ~ 77.
- [31] 李松儒. 种植方式与施肥对叶用桔梗生长及品质的影响 [D]. 东北农业大学硕士学位论文, 2020.
- [32] 项国栋, 宁伟, 邹德乙. 腐植酸蔬菜专用肥对蒲公英生长发育、品质产量及经济效益的影响 [J]. 腐植酸, 2018 (5): 34 ~ 40.
- [33] 何孝英, 朱春华, 李进学, 等. 腐植酸叶面肥对柠檬叶挥发油的含量、化学成分组成及抗氧化活性的影响 [J]. 植物资源与环境学报, 2017, 26 (4): 54 ~ 59, 83.
- [34] 张锋, 朱彦威, 倪大鹏, 等. 腐殖酸肥对卷丹百合产量和品质的影响 [J]. 黑龙江农业科学, 2013 (11): 34 ~ 36.
- [35] 邓红梅, 蔡晓洋, 李文静, 等. 叶面喷施黄腐酸对麦冬生长及品质的影响 [J]. 北方园艺, 2022 (21): 106 ~ 114.
- [36] 杨云马, 薛世川, 社会英, 等. 腐植酸类肥料对银杏叶黄酮含量的影响 [J]. 河北农业大学学报, 2004 (6): 22 ~ 25.
- [37] 冯守疆, 张立志, 杨博, 等. (下转第44页)



型和周边土壤环境具有积极的影响。它会刺激植物根细胞的分裂和生长,增加根的数量,延长根的长度,使作物吸收更多的水分和养分,从而促进作物的生长并提升作物品质<sup>[15]</sup>。

综上所述,在莴笋的种植中,建议追施常规用量或减量 10% 的腐植酸复合肥,能够提升莴笋的产量和品质,进而增加经济效益。

### 参考文献

[1] 王虎. 把握蔬菜市场动态实现高产增收 [N]. 保定日报, 2013-06-24 (B02).

[2] 杨翠琴. 阿坝茂县莴笋高效栽培 [J]. 中国果菜, 2018, 38 (7): 69 ~ 71.

[3] 李珈铭, 刘文钰. 缓释肥施用量对莴笋生长发育和品质的影响 [J]. 上海蔬菜, 2023 (5): 42 ~ 43, 46.

[4] 郑盛华, 万柯均, 陈尚洪, 等. 氮肥有机替减对成都平原稻菜轮作区莴笋产量和土壤理化性状的影响 [J]. 西南农业学报, 2021, 34 (5): 1042 ~ 1046.

[5] 周孟瑜, 孙玉桃, 董春华, 等. 喷施腐植酸水溶肥对冬莴笋产量、品质及效益的影响 [J]. 湖南农业科学, 2020 (4): 27 ~ 28, 33.

[6] 郭勤卫, 章心惠, 李朝森, 等. 新型生物腐植酸有机肥在

莴苣上的肥效试验 [J]. 上海蔬菜, 2014 (5): 62 ~ 63.

[7] 陈琦, 肖茶林. 腐植酸水溶性肥料对莴苣产量和效益的影响 [J]. 中国瓜菜, 2008 (2): 27 ~ 28.

[8] 苗明军, 李佳佳, 雷晓葵, 等. 不同种植密度对高原莴笋农艺性状、产量和经济效益的影响 [J]. 长江蔬菜, 2024 (18): 61 ~ 64.

[9] 张治安, 陈展宇. 植物生理学实验技术 [M]. 长春: 吉林大学出版社, 2008.

[10] 韩桂琪, 徐卫红. 专用缓释肥对辣椒生物性状、品质及产量的影响 [J]. 贵州农业科学, 2015, 3 (3): 114 ~ 119.

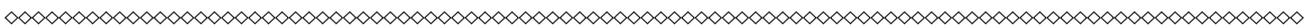
[11] 田敏. 有机肥和化肥对蔬菜中五项指标的影响 [J]. 辽宁城乡环境科技, 2004, 24 (3): 8 ~ 9.

[12] 张志奎, 鹿启智, 余忠保, 等. 有机腐植酸高活性液肥在蔬菜生产上的应用研究 [J]. 现代农业科技, 2013 (7): 83, 86.

[13] 王晓雯. 腐植酸肥施用对小麦-玉米轮作土壤 CO<sub>2</sub> 通量及相关影响因素的研究 [D]. 山东农业大学硕士学位论文, 2020.

[14] 刘艳丽, 丁方军, 张娟, 等. 活化腐植酸-尿素施用对小麦-玉米轮作土壤氮肥利用率及其控制因素的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2016, 24 (10): 1310 ~ 1319.

[15] 石冰, 章卫星. 腐植酸在农业生产与土壤修复领域的作用和建议 [J]. 化肥工业, 2015, 42: 86 ~ 89.



(上接第 15 页)含腐植酸高塔熔体黄芪专用肥施用效果研究 [J]. 甘肃农业科技, 2022, 53 (2): 51 ~ 54, 2.

[38] 赵满兴, 刘慧, 白二磊, 等. 腐植酸肥或生物有机肥替代部分化肥对土壤肥力、红枣产量和品质的影响 [J]. 西北农业学报, 2019, 28 (6): 981 ~ 987.

[39] 武延安, 蔺海明, 曹占凤, 等. 腐植酸类有机肥对当归物质生产及品质的影响 [J]. 中国中药杂志, 2008 (3): 251 ~ 255.

[40] 陈来红. 天康源含腐植酸水溶性叶面肥不同追肥次数对党参产量的影响 [J]. 农业科技与信息, 2022 (10): 18 ~ 21.

[41] 蔡瑜, 周双双, 石明凡. 施肥对多花黄精生长和主要代谢产物含量的影响 [J]. 中药材, 2022, 45 (12): 2805 ~ 2811.

[42] 张世远, 高伟, 吕兴娜, 等. 喷施腐植酸肥对万寿菊现蕾期农艺性状与生理指标的影响 [J]. 北方园艺, 2024 (16): 41 ~ 48.

[43] 郭岩, 盛晋华, 张雄杰, 等. 腐植酸水溶肥对蒙古黄芪根系生长及产量质量的影响 [J]. 北方农业学报, 2019, 47 (3): 85 ~ 90.

[44] 童文, 孙佩, 杨晓, 等. 施用腐植酸肥对白芷产量和质量的影响 [J]. 西南农业学报, 2011, 24 (3): 1236 ~ 1238.

[45] 梁太波, 王振林, 刘兰兰, 等. 腐植酸钾对生姜生长、钾素吸收及钾肥利用率的影响 [J]. 水土保持学报, 2008, 22 (1): 87 ~ 90.

[46] 刘兰兰, 史春余, 万勇善, 等. 腐植酸和氨基酸肥料对花生生长和产量的影响 [J]. 山东农业科学, 2007 (1): 67 ~ 68, 71.