

◆健康保育与环境修复◆

新型有机肥对农田土壤健康与农作物生长的效应分析

王佰成, 孟祥海, 张星哲, 杨冰, 王文慧, 时新瑞, 孙国宏

(黑龙江省农业科学院牡丹江分院, 黑龙江 牡丹江 157020)

[摘要] 随着全球农业生产体系的不断演进, 对于土壤健康和农作物生长的关注逐渐从传统的高产高效向可持续和生态友好的方向转变。传统农业生产中, 过度依赖化肥和农药往往导致土壤结构恶化、微生物丰富度下降、土壤酸碱度失衡等问题, 不仅影响了土壤的长期生产力, 还对环境造成了负面影响。有机肥以其天然、环保的特性备受瞩目, 被认为是一种可持续的土壤管理方式。其主要成分包括植物残体、动物粪便、厌氧发酵产物等, 这些成分在进入土壤后能够迅速分解为有机质, 为土壤提供丰富的养分和微生物活动所需的碳源, 从而改善土壤结构和生态系统功能。

[关键词] 新型有机肥; 农田土壤; 作物生长; 效应

[中图分类号] S147.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-4566 (2025) 05-0101-05

Effect analysis of new organic fertilizer on soil health and crop growth

WANG Baicheng, MENG Xianghai, ZHANG Xingzhe, YANG Bing, WANG Wenhui, SHI Xinrui, SUN Guohong
(Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157020, China)

Abstract: As the global agricultural production system continues to evolve, the focus on soil health and crop growth is gradually shifting from the traditional high yield and efficiency to the sustainable and eco-friendly direction. In traditional agricultural production, excessive reliance on fertilizers and pesticides often leads to the deterioration of soil structure, the decline of microbial abundance, and the imbalance of soil pH, which not only affects the long-term productivity of soil, but also has a negative impact on the environment. Organic fertilizers have attracted much attention because of their natural and environmentally friendly properties, and are considered a sustainable way to manage soil. Its main components include plant residues, animal feces, anaerobic fermentation products, etc., which can be rapidly decomposed into organic matter after entering the soil, providing rich nutrients and carbon sources required for microbial activities, thereby improving the soil structure and ecosystem function.

Key words: new organic fertilizer; farmland soil; crop growth; effect

农业生产的可持续性发展是当今社会所面临的一个重要课题。为了实现高效生产的同时降低对环境的负面影响, 新型有机肥作为一种创新的农业生产手段备受关注。其与传统化肥相比, 不仅提供养分, 还通过丰富的微生物和有机质成分, 对土壤进行改良, 对植物的生长发育产生多重积极影响。

1 新型有机肥概述

新型有机肥作为当代农业生产中的一项重要创新, 因其对土壤健康和农作物生长的积极效应成为科研和应用领域的热点之一。新型有机肥不同于传统有机肥的关键在于其制备过程和成分创新。其主要成分包括植物提取物、动物粪便、微生物菌剂等, 通过科技手段提取和发酵等工艺, 使有机肥具有高效养分释放和土壤改良的特性。新型有机肥的

制备过程中引入了现代生物技术和发酵技术, 使得有机肥中的微生物数量和种类更加丰富多样。这些微生物不仅能够土壤中形成良好的团聚结构, 有助于改善土壤通透性和水分保持能力, 同时还能够与植物根系形成共生关系, 促进植物对养分的吸收, 这为提高土壤肥力和促进植物生长创造了良好的环境^[1]。另外, 新型有机肥中的植物提取物成分经过科学筛选, 可提高有机肥的养分含量和利用效

[收稿日期] 2023-12-09

[作者简介] 王佰成(1967-), 男, 黑龙江牡丹江人, 农艺师、工程师, 主要从事土壤肥料的生产工艺和配方研发以及作物的栽培与植物保护。

[基金项目] 寒地农业微生物长期定位监测及有益微生物资源的挖掘利用(CX23JC01); 国家农业微生物伊春观测实验站(NAES060AM03); 黑土保护与可持续利用技术集成与示范推广(CX23GG08)

率。这些植物提取物富含有机氮、有机磷等植物生长必需元素，通过微生物的分解作用，能够更为迅速地释放为植物可吸收的形态，提供全面的养分供给。与此同时，这些植物提取物中还含有丰富的有机质，能够改善土壤结构，增加土壤保水性和通透性，有助于降低土壤的压实度和改善通气条件。另外，新型有机肥的制备中往往添加了微生物菌剂，这些益生菌对土壤生态系统的影响不可忽视。这些微生物菌剂包括固氮菌、磷解离细菌等，它们能够在土壤中形成良好的微生物群落，协同作用于植物的生长发育^[2]。例如，固氮菌能够将空气中的氮气转化为植物可吸收的铵态氮，提供对植物生长至关重要的氮源。

2 新型有机肥的分类和生产工艺

有机肥的种类多样，每种有机肥都有其独特的特点和适用场景。将农作物的秸秆还田作为有机肥使用，可以提供丰富的有机质和养分，并改善土壤结构。秸秆还田有利于保持土壤湿度，提高土壤的保水能力，减少土壤侵蚀，同时也能减少秸秆焚烧对环境的污染^[3]。绿肥则是指在农田里种植一些特定的绿色植物，并将其作为有机肥使用。发酵有机肥是通过将有机废弃物进行堆肥发酵处理而得到的肥料。发酵过程中，有机物质会被分解成更容易被植物吸收的形态，并且通过发酵过程，有机肥的气味和有害物质也会得到有效控制。在发酵生产工艺上，多采用槽式堆置发酵法，另外，平地堆置发酵法、发酵槽发酵法、密封仓式发酵法等在生产中也得到了应用^[4]。在发酵腐熟过程中物料的水分、碳氮比、温度等的调节及腐熟剂的使用是生产工艺的关键，特别是菌剂的应用直接影响物料发酵的周期及腐熟程度。经过腐熟的物料基本实现了产品的无害化，有利于后处理过程中所加入功能菌的存活。而生物有机肥则是使用微生物菌剂对有机物进行发酵和处理，以提高有机肥的肥效，如EM菌^[5]。

3 新型有机肥对农田土壤健康的效应分析

3.1 影响土壤理化性质

新型有机肥作为土壤改良剂，对农田土壤理化性质的影响是多方面且深远的。大量研究数据表明，添加有益微生物菌剂的新型有机肥能够在多个方面促进土壤的健康与改良。新型有机肥的施用显著提高了土壤的孔隙度，降低了土壤容重。通过实验对比施用新型有机肥和传统肥料的土壤样本，发现新型有机肥处理的土壤孔隙度较高，容重较低。具体数据显示，施用新型有机肥后，土壤容重由常

规处理的 1.25 g/cm^3 降至 0.95 g/cm^3 ，孔隙度从 35.2% 上升至 46.8%^[6]。这表明新型有机肥的使用能够使土壤结构更加疏松，有利于植物根系的伸展和生长。土壤中的酶活性是一个重要指标，它反映了土壤中微生物的活跃程度和有机物质分解的速度。新型有机肥的应用对土壤的酶活性产生积极的影响。在一项针对新型有机肥处理的实验中，研究人员发现，与对照组相比，施用新型有机肥后土壤中蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶等多种酶的活性显著提高^[7]。其中，蔗糖酶活性提高了 32%，脲酶活性提高了 18%，过氧化氢酶活性提高了 25%。这说明新型有机肥的使用能够激活土壤中的微生物群落，加速有机物的分解，为植物提供更为易吸收的养分。此外，新型有机肥对土壤 pH 值的调节也是其重要的影响之一。实验结果显示，新型有机肥处理后土壤 pH 值有所升高，从传统处理的 5.64 提升至 6.04。这种提高的趋势有助于缓解土壤酸化现象，改善土壤的酸碱平衡，为农作物的生长提供了更为适宜的环境。此外，较高的土壤 pH 值还有利于改善土壤中矿质元素的有效性，促进这些元素对植物的吸收利用，从而提高农作物的抗性，减少病虫害的发生。

综合上述实验数据与分析，新型有机肥对农田土壤理化性质的积极影响主要表现在提高孔隙度、降低容重、促进酶活性、调节土壤 pH 值等方面。这些效应共同作用，为土壤创造了更加适宜植物生长的环境，为提高农田土壤的健康水平奠定了基础。

3.2 影响土壤微生物群落

新型有机肥对农田土壤健康的效应涉及多个方面，其中之一是其对土壤微生物群落的影响。通过与常规氮磷钾化肥共同施用，生物有机肥在提高水稻产量的同时，对土壤中的真菌群落多样性产生了显著的改善效果。添加生物有机肥的土壤中腐生菌丰度平均增加了 22.55% ~ 76.09%。这一现象的出现可能是由于有机肥中的有机物质提供了更丰富的碳源，从而促进了腐生菌的繁殖和生长^[8]。与此同时，动物致病菌平均减少了 28.61% ~ 73.84%，这表明生物有机肥对土壤中有害微生物具有抑制作用，从而降低了农作物病害的发生率。有关土壤微生物活性的研究显示，生物有机肥和硅肥作为改良剂能够显著提高土壤微生物的活性水平。这可能是由于有机肥中丰富的有机质和硅肥的矿物质成分共同作用，刺激了土壤中微生物的代谢活动。值得注

意的是,这种活性的提高对土壤养分的有效性有着积极的促进作用,有助于提高土壤的整体肥力水平。此外,生物有机肥的使用可以提高土壤中的有机碳含量,进而促使土壤中nirS型反硝化菌的丰度增加,这对于加速土壤中氮元素的循环、提高土壤生产力具有重要意义^[9]。nirS型反硝化菌的活性对氮元素的有效利用有着直接的影响,因此生物有机肥的施用可以改善土壤氮循环中发挥着关键作用。在农田管理中,生物有机肥与土壤熏蒸除菌技术的联合应用被证明对解决农作物连作障碍具有显著效果。通过生物有机肥的施用,有害真菌子囊菌和镰刀菌的丰度显著降低,这有助于减缓土壤病原微生物的积累。与此同时,土壤中有益微生物如芽孢杆菌、孢霉菌、腐质霉和芽孢杆菌的相对丰度得到提高,为农作物生长发育提供了有利条件。

3.3 促进土壤可持续利用

新型有机肥对农田土壤健康的效应之一是其促进土壤可持续利用方面发挥的积极作用。这一效应涉及生物有机肥对土壤微生物的调控、对植物生长的促进以及对土壤污染的修复等多个方面。微生物在土壤中通过多种机制,如产生植物生长激素、抑制植物病原菌等,积极参与植物的生态系统。此过程中,植物根系通过光合作用释放碳渗出物,为土壤微生物提供营养,形成植物-微生物共生关系。这种共生关系有助于提高植物对养分的吸收利用率,改善土壤结构,从而提升农作物品质。生物有机肥还可以修复污染土壤。研究发现,在肥料中添加PGPB菌株(植物生长促进细菌)能够有效修复受重金属和有机化合物污染的土壤^[10]。这表明生物有机肥中的微生物成分可促进土壤中有害物质的生物降解。以生物有机肥料DNBF32为例,其可通过调节土壤菌群结构和数量,促进对除草剂阿特拉津的降解,实现对土壤污染的修复^[11]。这种修复作用不仅维护了土壤的生态平衡,还有助于保持土壤的肥力,为农作物提供了更为有利的生长环境。在实践中,生物有机肥料还被证明能够减少耕地中的碳排放,从而缓解温室气体的排放,对抑制气候变化具有积极的环境效应。通过提高土壤有机碳含量,生物有机肥不仅促进了土壤的肥力,还能够一定程度上固定大气中的二氧化碳,减缓温室效应。

4 新型有机肥对农田作物生长的效应分析

4.1 提高农作物产量及品质

新型有机肥对农田作物生长的效应在提高农作

物产量及品质方面展现出显著的优势。合理配施生物有机肥和无机肥料,对红辣椒产量的提升具有显著效果。生物有机肥的施用为植物提供了丰富的有机质、全氮、碱解氮、全磷和速效磷等养分,这对三七和人参等作物的鲜质量、干质量、茎长和根长等生长指标起到了积极的促进作用。通过合理提高生物有机肥与化肥的配施比例,能够有效增加生姜可溶性糖、维生素C和挥发油的积累,同时显著降低粗纤维和硝酸盐的含量,从而提高生姜的品质。研究表明,减少化肥的施用量并辅助应用生物有机肥,不仅可以提高莴笋的产量,还能降低叶片中硝酸盐的含量,提升叶片中可溶性糖和维生素C的含量,进一步优化了莴笋的品质^[12]。此外,施用木霉菌生物有机肥对西瓜生长也产生了显著的积极影响,表现为株高、茎粗、叶片SPAD值以及果实可溶性蛋白含量的显著增加。这说明新型有机肥不仅能够促进植物的生长发育,还有助于提升水果的品质和营养价值。在水稻田中应用丝状蓝藻生物肥的研究也取得了令人瞩目的成果,蓝藻对氮元素的固定作用使水稻叶绿素质量分数增加了近50%,氮质量分数增加了10%以上,从而全面提高了水稻的产量和品质^[13]。类似地,在小麦田间施用丝状蓝藻生物肥,小麦整体质量提高40%。这些研究结果不仅证明了新型有机肥在提高农作物产量方面的有效性,同时也为降低化肥使用量提供了科学依据。通过合理配置生物有机肥和化肥的比例,既可以保障农作物的生长需求,又能够降低对环境的不良影响。

4.2 具有一定生物防治能力

新型有机肥的生物防治能力主要得益于其中乳酸菌属、红假单胞菌属、放线菌属和链霉菌属等微生物的协同作用,这些微生物联合作用能够显著提高农作物的水溶性磷和钾元素含量,为植物的生长提供了有力的支持。在生物有机肥中含有的芽孢菌株显示出对菌核病的高效抑制能力。实验结果表明,使用含有芽孢菌株的生物肥料可以有效降低菌核病的发生率,为农作物的健康生长提供可靠的防线。链霉菌腐熟生物有机肥不仅促进了植物的生长,还能够提高植物对病虫害的抵抗能力,使用链霉菌腐熟的生物有机肥可以使植物的抗病虫害指数提高20%以上,证明了其在生物防治方面的卓越效果^[14]。另外,混合菌株的使用使土壤微生态系统更趋近于自然环境,这有助于提高植物的耐受范围,使其对不利因素的适应性更强。通过分析土壤微生态的变化,发现混合菌株的引入能够增加

土壤有益微生物的数量,促进土壤的生态平衡,从而进一步增强了生物防治的有效性和稳定性^[15]。枯草芽孢杆菌与发酵鸡粪制成的生物有机肥具有潜在的线虫防治效果,这种有机肥的应用能够抑制近50%的根结病发生率,为农作物提供了一种可行的线虫防治策略。进一步的分析表明,枯草芽孢杆菌在土壤中的生存能力与其与发酵鸡粪的协同效应密切相关,这为其作为新型线虫防治剂提供了有力支持。此外,新型有机肥的应用还能够显著减少病原菌 *Leifsonia aquatica* 的数量,从而有效抑制或减缓作物持续性矮化病的发生,使用新型有机肥的农田比对照组矮化病发病率减少了约30%,表明其在改善植株健康生长方面发挥了明显的积极作用^[16]。此外,经过有机肥处理的种子在发芽率和幼苗活力方面相较未处理的种子有着显著优势。有机肥不仅使种子表面建立了有益菌群的防护层,还通过提高土壤中的微生物多样性,为种子萌发提供了良好的环境。通过数据分析,可以明确看出新型有机肥在维持种子健康、促进幼苗生长方面的重要作用。

4.3 提高植株抗逆能力

新型有机肥在提高农田作物生长效应中,表现出显著的植株抗逆能力。这一优势主要归因于有机肥中特定微生物的作用、有机质的促进作用以及对植物相关生理生化通路的调控。新型有机肥中的微生物成分,如放线菌属、乳酸菌属等,对植物的抗逆能力起到了积极作用^[17]。研究数据显示,新型有机肥处理的农作物在逆境条件下表现出更高的生存率和生长速率。例如,在高温胁迫下,有机肥处理组的植株相较于对照组表现出更低的氧化损伤指数,反映了植物对高温胁迫的更好适应性。这一结果说明,有机肥中的微生物对植物的生理状态具有积极调节作用,提高了其在不利环境条件下的生存能力。有机肥中的有机质成分能够促进植物的生理代谢活动,从而增强其抗逆能力。数据统计显示,有机质含量较高的有机肥处理组在逆境环境下维持了更高的叶绿素含量和光合作用速率。这表明有机质的添加促进了植物的光合能力,提高了其对光能的利用效率,从而增强了植物在逆境条件下的生存和生长能力^[18]。此外,有机质还能够改善土壤结构,增加土壤保水保肥能力,为植物提供更为稳定的生长环境,有机质与微生物的协同作用使有机肥的抗逆效果更为显著。新型有机肥通过调控植物的生理生化通路,激活抗逆相关基因的表达,从而

提高植物的逆境抗性。数据分析表明,有机肥处理组在逆境条件下显著提高了一系列抗逆相关基因的表达水平,包括抗氧化酶、热激蛋白等。这些基因表达水平的升高直接反映了植物对逆境胁迫的积极应对,例如抗氧化酶的增加有助于清除过氧化物,减轻氧化损伤^[19],使植物能够更有效地对抗逆境引起的生理损伤,保持较为正常的生长状态。此外,有机肥的应用还能够提高植物的根系活力和根系对逆境的敏感性。实验数据显示,有机肥处理组的根系生物量显著增加,根系长度和根毛数量也明显提高。这反映了有机肥促进根系发育的效果,而健康有活力的根系有助于植物更好地吸收水分和养分,并更为敏感地感知土壤环境的变化,使植物能够更及时地做出适应性的生长调整,增强对逆境的抵抗能力。

4.4 有机肥的节肥效应

新型有机肥在农作物生长中展现出显著的节肥效应,通过促进养分的高效利用、改善土壤肥力和提高农作物抗逆性等多方面机制,为可持续农业发展提供了重要支持。有机肥的使用显著提高了农作物对养分的利用效率。研究数据显示,在有机肥处理组中,农作物的氮、磷、钾吸收率分别比对照组提高了15%、12%和18%。这表明有机肥能够促进土壤中养分的释放和提供,使农作物更为高效地吸收养分,减少养分的浪费。此外,有机肥中的有机质能够与土壤颗粒结合,形成稳定的有机质-矿物复合体,有助于长期储存养分,延缓其流失速度,从而进一步提高了养分的利用效率^[20]。有机肥的施用对土壤肥力也有显著的改善效果,有机肥处理组的土壤中 w (有机质)相较于对照组显著增加了20%。这不仅提高了土壤的保水保肥能力,减缓了土壤贫瘠化的趋势,同时也促进了土壤微生物的生物活性,维护了土壤生态平衡^[21]。有机质的增加还改善了土壤结构,增加了土壤孔隙度,提高了土壤通气性和保水性,有助于农作物根系更好地生长和养分吸收。在有机肥处理组中,氮肥、磷肥、钾肥的施用量分别减少了25%、20%和15%。这表明有机肥的施用可以有效减少对化肥的依赖,实现节肥的目标。同时,减少化肥的使用也有助于降低农业生产对环境的负面影响,减轻土壤和水体的污染程度。

5 结束语

在全球农业正面临严峻挑战的今天,新型有机肥的广泛应用为我们开辟了一条实现可持续农业的

新途径。通过全面分析新型有机肥对农田土壤健康和农作物生长的影响,不仅验证了其在提高土壤肥力、改善土壤结构、促进养分高效利用等方面的显著效果,也展示了其在抗逆性提升、化肥用量降低等方面的积极贡献。这一系列的优势不仅符合现代农业绿色、高效的需求,也为实现粮食生产的可持续性发展奠定了坚实基础。

[参考文献]

- [1] 王朝霞. 玉米新型有机肥施肥效果对比试验初报[J]. 农业科技与信息,2018(3):41-43.
- [2] 王朝霞. 庄陵县马铃薯新型有机肥施肥效果对比试验初报[J]. 农业科技与信息,2018(4):34-35.
- [3] 刘玲. 肥料的分类与科学施用[J]. 湖南农业,2021(6):18.
- [4] 胡斌,傅晓岩,刘恩科,等. 山东省有机肥产业发展现状及对策[J]. 安徽农学通报,2023,29(3):103-106,164.
HU B, FU X Y, LIU E K, et al. Current Status and Countermeasures of Organic Fertilizer Industry in Shandong [J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2023, 29(3): 103-106, 164.
- [5] 吴永波. 绿色生物有机肥料的发展与应用[J]. 山西农经,2018(9):95-96.
- [6] 史鸿志,韩根成. 新型有机肥在崇明区水稻上的施用效果初探[J]. 上海农业科技,2023(2):128-129,158.
- [7] 麻仲花,刘吉利,吴娜,等. 深旋耕配施有机肥对盐碱地玉米根际土壤细菌群落结构及其功能的影响[J]. 中国农业气象,2023,44(6):479-491.
MA Z H, LIU J L, WU N, et al. Effects of deep tillage combined with organic fertilizer on bacterial community structure and function of maize rhizosphere soil in saline alkali land [J]. China Journal of Agrometeorology, 2023, 44(6):479-491.
- [8] 董爱云,李丰先,李德明. 定西市安定区有机肥配合不同新型肥料在马铃薯上的应用效果研究[J]. 现代农业科技,2020(5):63-64.
- [9] 张慧,余端,杭晓宁,等. 稻菜轮作下不同施氮处理对土壤微生物多样性的影响[J]. 西南农业学报,2023,36(3):550-556.
ZHANG H, YU D, HANG X N, et al. Effects of different nitrogen treatments on soil microbial diversity under rice-vegetable rotation [J]. Southwest Journal of Agriculture, 2023, 36(3): 550-556.
- [10] 雷玉明,吕彪,鄂利锋,等. 新型腐植酸有机肥对马铃薯茎基腐病的防效[J]. 中国马铃薯,2021,35(1):38-43.
LEI Y M, LV B, E L F, et al. Control Effect of New Humic Acid Organic Fertilizer on Potato Stem canker [J]. China Potato Journal, 2021, 35(1):38-43.
- [11] 张娜,王永欢. 新型生物有机肥在黄瓜连作障碍上的效果试验[J]. 农业科技与装备,2020(3):5-6.
ZHANG N, WANG Y H. Effect Experiment of the New Bio-organic Fertilizer on Cucumber Cropping Obstacle of Cucumber [J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2020(3):5-6.
- [12] 姜昭,马月璇,闫轶文,等. 生物有机肥DNBF32对黑土中阿特拉津消减及土壤细菌群落结构的影响[J]. 东北农业大学学报,2022,53(2):13-19.
JIANG Z, MA Y X, YAN Y W, et al. Effects of bio-organic fertilizer DNBF32 on removal of atraz and bacterial communities in black soil [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2022, 53(2): 13-9.
- [13] 郝焕芳,谢文娟,陈际才. “地福来”藻类活性细胞生物肥在冬马铃薯上的同田对比试验[J]. 农业科技通讯,2018(11):146-148.
- [14] 薛国萍,白红梅,杜金伟,等. 不同处理措施对辣椒连作土壤细菌群落结构及多样性的影响[J]. 中国蔬菜,2023(3):78-84.
XUE G P, BAI H M, DU J W, et al. Effects of different treatments on structure and diversity of soil bacterial community in Pepper continuous cropping soil [J]. China Vegetables, 2023(3):78-84.
- [15] 孟昭杰,张莹莹,孟昭伟,等. 一种新型微生物有机肥料在水稻种植上的应用研究[J]. 农业科技通讯,2021(8):70-72.
- [16] 朱佳敏,杨霞,赵玉雪. 核桃青皮生物有机肥的制备及其在百香果上的应用初探[J]. 中国果树,2023(4):63-67.
ZHU J M, YANG X, ZHAO Y X. Preparation of bio-organic fertilizer for walnut peel and its application on passion fruit [J]. China Fruit, 2023(4):63-67.
- [17] 郭娜,吕广一,赵熠,等. 不同生物有机肥对日光温室番茄生长、产量和土壤养分的影响[J]. 蔬菜,2023(1):17-25.
GUO N, LV G Y, ZHAO Y, et al. Effects of Different Organic Bioorganic fertilizers on Growth, Yield of Tomatoes, and Soil Nutrients in Solar Greenhouses [J]. Vegetables, 2023(1): 17-25.
- [18] 张微. 试论新型肥料及其在林业上的应用[J]. 中国绿色画报,2018(6):11.
ZHANG W. A Discussion on New Fertilizers and Their Applications in Forestry [J]. China Green Pictorial, 2018(6):11.
- [19] 丁文成,何萍,周卫. 我国新型肥料产业发展战略研究[J]. 植物营养与肥料学报,2023,29(2):201-221.
DING W C, HE P, ZHOU W. Development strategies of the new fertilizer industry in China [J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2023, 29(2):201-221.
- [20] 陶英,寇俊德,崔云玲,等. 不同新型肥料对轻度盐碱地青贮玉米产量及土壤盐分的影响[J]. 农业科技与信息,2023(3):68-71.
- [21] 柴晓明,何小林,胡丹丹,等. 化肥减量配施有机肥对稻田肥力与养分吸收的影响[J]. 湖南农业科学,2023(11):30-32.
CHAI X M, HE X L, HU D D, et al. Effects of chemical fertilizer reduction combined with manure application on soil fertility and nutrient absorption in paddy fields [J]. Hunan Agricultural Science, 2023(11): 30-32.