

谭雪明,朱宁,李木英,等.中药渣基质培育机插稻秧苗的效果研究[J].江西农业大学学报,2019,41(6):1041-1047.



中药渣基质培育机插稻秧苗的效果研究

谭雪明,朱宁,李木英*,潘晓华,石庆华

(江西农业大学 作物生理生态与遗传育种教育部重点实验室/江西省作物生理生态与遗传育种重点实验室/双季稻现代化生产协同创新中心,江西 南昌 330045)

摘要:利用中药渣和粉碎稻草为基质代土育秧,探讨中药渣基质的育秧效果。结果表明,不同药渣体积比处理的种子出苗率在93%~98%,成秧率在91%~97%。播种后7 d之内秧苗生长较慢;7 d之后秧苗生长随药渣比例的增加,生长加快。增加育秧基质中药渣比例,提高秧苗素质,表现出苗高更高,叶片数多,假茎宽增大,壮苗指数提高;发根数增多、根系氧化力提高。增加育秧基质中药渣比例可提高水稻秧苗叶绿素和氮素含量。植株中全氮33 mg/g、总糖38 mg/g左右,氮/糖比接近1的秧苗素质最佳。基质比例为药渣70%、稻草10%、红壤粘土20%,培育的秧苗综合素质最好。中药渣是一优质取代土壤培育水稻秧苗的基质。

关键词:中药渣;基质;机插稻;育秧

中图分类号:S511 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-2286(2019)06-1041-07

A Study of the Effect of Substrate of Traditional Chinese Medicine Residue on Cultivation of Rice seedlings for Mechanical Transplanting

TAN Xue-ming, ZHU Ning, LI Mu-ying*, PAN Xiao-hua, SHI Qing-hua

(Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Genetic Breeding, Ministry of Education/Jiangxi Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Genetic Breeding/Collaborative Innovation Center for the Modernization Production of Double Cropping Rice, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: The effect of substrate of traditional Chinese medicine residue plus crushed rice straw on cultivation of rice seedlings was explored. The results showed that the emergence rate of the seeds treated with this substrate was between 93% and 98% and the seedling rate was between 91% and 97%. The seedling growth was slow within 7 days after sowing and the seedling growth quickened with the increase of the proportion of drug residue after 7 days. The seedling quality was improved with the increase of the proportion of traditional Chinese medicine residue in the seedling raising substrate. The expressions were increased seedling height, number of leaves, width of false stem, the index of strong seedlings the number of roots and the oxidation power of roots. The chlorophyll and nitrogen contents of the rice seedlings was increased by the increased proportion of tradi-

收稿日期:2019-06-10 **修回日期:**2019-07-08

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFD0301605)和江西省水稻产业技术体系专项(JXARS-02-03)

Project supported by the National Key R&D Program of China(2017YFD0301605) and Fund of Technical System of Rice Industry in Jiangxi Province(JXARS-02-03)

作者简介:谭雪明(1969—),男,高级实验师,主要从事作物营养与施肥技术研究,txmfy@163.com; *通信作者:李木英,研究员, orcid.org/0000-6043-2380, 15907097622@163.com。

tional Chinese medicine residue in the raising substrate seedling. The seedlings had the best quality with total nitrogen 33 mg/g, total sugar 38 mg/g and ratio of nitrogen/sugar close to 1. The substrate with the proportion of 70% of traditional Chinese medicine residue, 10% of rice straw and 20% of red clay cultivated seedlings of best overall quality. The residue of traditional Chinese medicine was a high quality matrix substitute for soil to cultivate rice seedlings.

Keywords: traditional Chinese medicine residue; substrate; mechanical transplanting rice; seedling cultivation

水稻机械化生产是发展的必然趋势,其中机械种植是机械化生产的关键环节,而制约机械种植的成败关键是培育适合机插的壮秧。目前机插水稻育秧主要采用营养土育秧的方式,但随着水稻机插秧面积的不断扩大,营养土育秧难以适应工厂化育秧供给的需求,一是营养土体量大,不便运输;其次是营养土就地取自稻田,为此带走大量的成熟土层土壤,破坏了部分稻田耕作层的土壤结构^[1],长此下去,威胁了稻田的可持续利用。因此代土育秧,成为水稻机插秧持续发展的重要条件。目前,利用工农业有机废弃物育菇育苗,在食用菌栽培^[2],瓜果蔬菜^[3-5]以及烤烟^[6]的秧苗培育上已有利用,牛粪也因地质疏松成为花卉果蔬育苗材料的重要原料^[7-11]。可见寻求代土基质育苗是现代农业生产发展的趋势。目前,制约我国机插秧发展规模的瓶颈之一是缺少性能稳定、价格低廉的壮秧培育基质,水稻生产科技工作者亦已尝试利用农业生产废弃物研制水稻育秧基质,如稻草^[12-13]、菇渣^[14]、牛粪^[15]等替代稻田营养土,用以培育水稻机插秧苗。中药渣是我国中药企业生产成药后的废弃物,大多是植物的根、茎、叶、花、果、皮,以及动物的肢体、脏器、外壳等,含有丰富的有机物和无机物质、以及一定量的粗纤维、粗脂肪、淀粉、粗多糖、氨基酸等有机营养成分和丰富的氮、磷、钾等无机营养成分^[16]。我国中药企业在产出大量中成药的同时也产出了数量庞大的药渣,这些中药渣还是一种未被充分利用的生物资源,并对存放的周边环境产生较大负面影响^[17]。而数量庞大的药渣资源,目前仅用于食用菌栽培、有机肥、畜禽饲料及添加剂^[18]、以及瓜果蔬菜育苗。利用中药渣作水稻育秧基质还鲜见报道,由于中药渣含有丰富的植物可利用的营养物质,因此利用中药渣加工制成水稻育秧基质,即是解决中药渣避免环境污染的一条有效途径,亦可以作为制作培育水稻秧苗基质的重要原料。本试验旨在探究中药渣适合水稻育秧基质的基本配量,以期水稻机插秧替代营养土选择更优质资源,为机插水稻工厂化育秧的优质基质材料的配制和生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于2016年3月在江西农业大学科技园进行。中药渣来自江西汇仁集团有限公司,该药渣氮、磷、钾含量分别37.67 mg/g、1.46 mg/g、0.80 mg/g;稻草为江西农业大学科技园水稻试验田收后粉碎,稻草氮、磷、钾含量分别9.13 mg/g、0.24 mg/g、0.89 mg/g;红壤粘土来自高安石脑。基质配N-P-K三元复合肥,氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)含量各为1.5 mg/g。7寸塑盘(58 cm×23 cm×2.5 cm)育秧。水稻供试品种为中嘉早17。

1.2 试验处理

药渣和稻草堆沤发酵处理后,按照不同体积比与红壤粘土混合(表1),每100 L基质中加入300 g N-P-K三元复合肥,基质堆沤发酵完成后与肥料充分溶融培肥。

1.3 测定内容与方法

秧苗于第一片完全叶全展后,每处理定30株,分次考察出叶速率。移栽前每处理选取大小一致、长势相同的20株考察苗高、各叶长、假茎高、假茎宽、根数(5 mm以上不定根条数)、最长根长;苗高大于平均苗高1/2为有效苗,以此计算成秧率;另每盘取100株秧苗,分茎叶和根分烘干至恒质量,测干物质量。秧苗充实度=茎叶干质量/苗高,壮苗指数按郭银生等^[19]方法测算,壮苗指数=(假茎宽/苗高)×茎叶干质量。发根力按张胜清^[20]水发根法,移栽时取样,清水培养7 d,测定新发根数及根长。生理指标按张志良

表 1 试验处理的物料体积比例
Tab.1 Test treated by proportion of material volume %

处理代号 Code name of treatment	药渣 Chinese medicine residue	稻草 Rice straw	红壤粘土 Red clay soil
A1	80	/	20
A2	70	10	20
A3	60	20	20
A4	50	30	20
A5	40	40	20
A6	30	50	20
A7(CK)	/	80	20

等^[21]试验方法:叶绿素含量的测定用酒精热浸提测定;根系氧化力采用 α -萘胺氧化法测定;可溶性糖含量及淀粉含量的测定采用蒽酮比色法。植株全氮含量采用 FOSS 全自动凯氏定氮仪测定。

1.4 数据处理

采用 Excel 软件对试验数据进行计算整理、图表处理及相关分析,采用 DPS 统计软件方差分析进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 中药、稻草不同配比基质育秧对水稻种子出苗和成秧的影响

图 1 表明,中药渣与稻草不同配比的基质,育秧出苗率和成秧率 90% 以上。种子出苗率在 93%~98%,A7 出苗率最高,除 A2 与 A5 差异显著,其它各处理间差异未达显著,可见中药渣作为水稻育秧基质是可行的。成秧率在 91%~97%,不同处理以 A6 成秧率最高,随药渣配比的增加和稻草配比减少,成秧率下降。但 A3~A7 处理间的出苗率和成秧率差异均不显著。表明水稻种芽和幼苗对此中药渣基质适应性很好,但中药渣中增配一定量的稻草基质可提高出苗率 4%、成秧率 5% 以上,效果更佳。

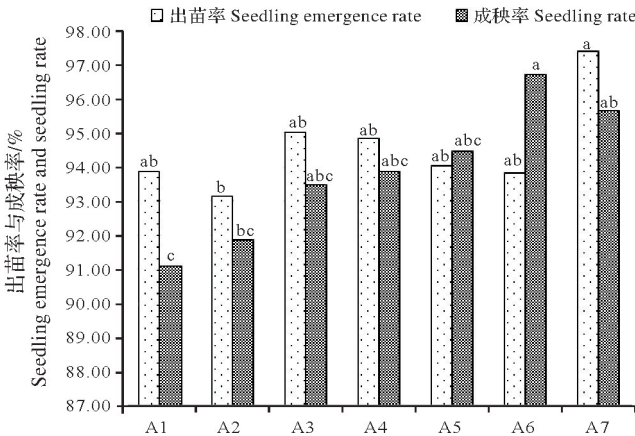


图 1 不同处理对出苗率和成秧率的影响
Fig.1 Effects of different treatments on the emergence rate and the seedling rate

2.2 中药渣、稻草不同配比基质育秧对水稻秧苗叶片生长的影响

表 2 表明,播种后 7 d 之内,高药渣份量处理的叶片生长较低份量药渣处理更慢;播种 11 d 之后,高药渣份量处理的水稻叶片数生长快于高稻草份量处理;且多数处理间差异达到显著;至播后 17 d,处理 A1 比 A7 叶片多 0.82,接近 1 片叶。此结果表明,中药渣基质育秧,可能只是在秧苗生长前期对芽苗生长产生了一定的胁迫,但 7 d 以后秧苗生长明显加快,药渣份量越多,促生长效果越明显。

2.3 中药渣、稻草不同配比基质育秧对水稻秧苗素质的影响

2.3.1 对秧苗地上部素质的影响 表 3 表明,不同处理的秧苗地上部形态指标,如叶龄、株高、假茎高、假茎宽基本随着育秧基质中药渣份量的增加而增大。说明育秧基质中增加药渣的份量,促进水稻秧苗生长。假茎宽是衡量水稻秧苗健壮与否的重要指标之一,表 3 可见,A2 处理的假茎宽显著大于其它处理,其次是 A1、A3 处理,此外基本上是随着处理中药渣份量的减少,秧苗的假茎宽渐小。单株茎叶干质量也有随药渣份量的加大而干质量增加的趋势,A2 处理茎叶干质量显著高于其它处理,与 A7 相差近 12 mg,其它处理与 A7 相比,茎叶干质量最少增加近 4 mg,可见,基质配量中一定范围内增加药渣份量,有提高秧苗素质效果。

表 2 不同处理对叶片生长的影响
Tab.2 Effects of different treatments on leaf growth cm

处理代号 Code name of treatment	播后天数 Days after sowing			
	7 d	11 d	14 d	17 d
A1	1.54f	2.60a	2.97a	3.72a
A2	1.58e	2.52b	2.93b	3.64b
A3	1.70cd	2.50b	2.85c	3.48c
A4	1.78b	2.40c	2.83c	3.18d
A5	1.72d	2.36d	2.79d	3.17d
A6	1.80a	2.30e	2.81cd	3.09e
A7	1.74c	2.20f	2.49e	2.90f

表 3 不同处理对秧苗地上部素质的影响
Tab.3 Effects of different treatments on quality of overground seedlings

处理代号 Code name of treatment	叶龄 Leaves age	苗高/cm Height of seedling	假茎高/cm False stem height	假茎宽/mm False stem width	单株茎叶干质量/mg Dry weight of culm and leaf per plant
A1	3.72a	20.83c	9.04a	1.89b	21.87b
A2	3.64b	21.28a	8.56ab	2.11a	25.43a
A3	3.48c	21.03b	8.41abc	1.85bc	19.43b
A4	3.18d	20.67d	7.97bcd	1.78c	20.20b
A5	3.17d	18.81e	7.87cd	1.56d	18.67b
A6	3.09e	18.32f	7.38d	1.56d	20.13b
A7	2.90f	16.46g	5.82e	1.52d	14.60c

2.3.2 对水稻秧苗根系素质的影响 表 4 表明,各处理间根数多少有一定的趋势规律,基本为基质中药渣份量较多的根数较多,A2 处理秧苗根数最多,多数差异不显著;根长和单株根质量规律不明显,A2 单株根系干质量小于 A1、A5 和 A6,但差异未达显著。清水培养发根数试验表明,基质药渣配量大的处理发根数增多,A1 和 A2、A3 和 A4、A5 和 A6 等成对处理间差异不显著,但都是显著高于 A7 处理。表明,基质中增加一定份量的中药渣,对移栽后的水稻秧苗有促进发根作用,也有明显的促根生长效果。根系氧化力测定结果表明,基质药渣配量较高的 A1、A2、A3 处理,其根系氧化值明显高于基质药渣配量较高的 A4、A5、A6 处理,无药渣基质的 A7 处理的秧苗根系氧化力明显低于有药渣基质处理。由于中药渣基质有明显提高秧苗根系活力的作用,因此促进了移栽后发根和根系生长,利于秧苗移栽后快速返青。

表 4 不同处理对秧苗根系素质的影响
Tab.4 Effects of different treatments on root quality of seedling

处理代号 Code name of treatment	单株根数/根 Number of roots per plant	根长/cm Roots length	单株根干质量/mg Root dry weight per plant	单株发根数/根 Rooting number per plant	发根长/cm Rooting length	根系氧化力/ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) Roots oxidation power
A1	11.44a	5.00ab	7.20ab	13.33a	4.13b	97.06a
A2	11.56a	4.44ab	7.10ab	12.78a	4.61a	90.70ab
A3	11.06a	5.25a	5.80b	11.61b	4.43a	89.88ab
A4	10.56a	4.77ab	5.97b	11.20b	4.08b	79.11c
A5	10.94a	5.02ab	8.17ab	9.08c	2.77e	79.99bc
A6	10.33a	4.02b	8.53a	9.61c	3.15d	81.48bc
A7	10.61a	5.17ab	6.00b	7.00d	3.69c	75.66c

2.3.3 对水稻秧苗壮秧指标的影响 表5中几项指标,一定程度是反映了秧苗生长的健壮程度。单株总干质量反映了秧苗的物质生产能力,A2总干质量显著高于其它处理,与A7相差近增加12 mg,与其它处理最少增重近6 mg;各处理重高比、秧苗充实度和壮苗指数的大小与单株干质量大小变化趋势基本一致。A2处理的秧苗各项指标优于其它处理,秧苗素质最佳。

表 5 不同处理对秧苗干质量的影响
Tab.5 Effects of different treatments on dry weight of seedlings

处理代号 Code name of treatment	单株总干质量/mg Total dry weight per plant	重高比/(mg·cm ⁻¹) Weight to height ratio	秧苗充实度 Seeding filling rate	壮苗指数 Strong seedling index
A1	25.07bc	1.07d	0.937 1bc	0.202 9bc
A2	32.53a	1.53ab	1.195 5a	0.322 8a
A3	25.23bc	1.20cd	0.924 2bc	0.213 3bc
A4	26.17b	1.27bcd	0.977 5bc	0.234 9b
A5	26.83b	1.43abc	0.992 8bc	0.222 0bc
A6	28.67ab	1.56a	1.092 8ab	0.242 6b
A7	20.60c	1.25cd	0.887 2c	0.189 7c

2.4 中药渣、稻草不同配比基质育秧对水稻秧苗生理的影响

表6可见,不同处理的水稻秧苗叶绿素和氮素含量随着基质中药渣份量的增加提升,可溶性糖和淀粉含量随着中药渣份量的增加而下降。数据表明,基质中药渣份量,对水稻秧苗的氮碳代谢有明显的影
响,中药渣配量多的植株氮含量高,促进秧苗生长,但氮素过高,秧苗生长过旺,降低秧苗抗逆能力;秧苗植株糖含量越高,增加秧苗抗逆能力越强,但是秧苗糖含量不宜过高,否则植物株生长缓慢,生长量小、出叶慢。据表2~5,A2处理秧苗生长最快、形态素质最佳,说明秧苗植物株移栽前含全氮33 mg/g、总糖38 mg/g左右为佳,氮/糖比接近1为宜。

表 6 不同处理对秧苗生理的影响
Tab.6 Effects of different treatments on seedling physiology

处理代号 Code name of treatment	叶绿素含量/ (mg·g ⁻¹) Chlorophyll content	全氮含量/ (mg·g ⁻¹) Nitrogen content	可溶性糖含量/ (mg·g ⁻¹) Soluble sugar content	淀粉含量/ (mg·g ⁻¹) Starchcontent	总糖含量/ (mg·g ⁻¹) Total sugar content
A1	5.19a	44.13a	8.14d	22.42b	30.56c
A2	4.32b	33.30b	9.13d	29.39ab	38.52bc
A3	4.01bc	30.97c	13.07c	34.32a	47.39a
A4	3.95bc	26.33d	13.56bc	38.72a	52.28ab
A5	3.32de	22.90e	14.70abc	37.71a	52.41a
A6	3.46cd	24.10e	15.50ab	38.41a	53.92a
A7	2.82e	19.80f	16.00a	40.09a	56.09a

3 小结与讨论

试验表明,利用中药渣基质育秧,育秧效果较好,育秧出苗率和成秧率都在90%以上,药渣基质成份占50%~60%,出苗率最高,但低于纯稻草基质处理(A7)。药渣不同配量比例的基质,对秧苗生长和秧苗素质有影响。播种7 d内,药渣基质育秧的芽苗生长没有优势,可能是由于药渣营养成分较高,对芽苗生长有一定的营养胁迫。已有研究表明,水稻秧苗生长中,适氮处理的根系生长和养分吸收速率优于高氮处理^[1,19]。秧苗1叶1心之后,耐肥能力逐渐增强,药渣高配量基质处理的秧苗生长加速,移栽前秧苗叶片数多、单株干质量大、发根力强,根系活力高,说明药渣基质仅在芽苗期对水稻秧苗具有营养胁迫影响,出了芽苗期,营养丰富的中药渣基质促进水稻秧苗生长的效果明显,各项形态指标趋优。丁能飞等^[20]在

番茄、萝卜等园艺作物中的应用也表明,中药渣基质促进作物生长,提高产量。唐懋华等^[3]研究结果表明,中药渣能提高蔬菜幼苗的壮苗指数及光合能力,促进蔬菜根系对养分的吸收,本研究结果表明,增加基质中药渣份量,提高了水稻叶片叶绿素含量、全氮含量、发根力和根系氧化力等生理活性,本研究结果与之一致。本研究认为,植株移栽前全氮33 mg/g、总糖38 mg/g左右,氮/糖比接近1秧苗素质最佳。中药渣为一种配制水稻育秧基质的优质原料,对于其在水稻育苗期的营养胁迫作用,还需进一步通过调试配方得以解决。

参考文献:

- [1] 谭雪明,胡凯,李木英,等.稻草基质育秧的氮肥管理对水稻秧苗素质的影响[J].杂交水稻,2018,33(3):59-63.
Tan X M, Hu K, Li M Y, et al. Effects of nitrogen fertilizer management on seedling quality in raising seedling with rice straw substrate[J]. Hybrid Rice, 2018, 33(3): 59-63.
- [2] 王慧杰.中药渣醋渣栽培平菇试验[J].郑州牧业工程高等专科学校学报,2000(3):177-178.
Wang H J. An experiment of pleurotus ostreatus cultivation with dregs of medical herb and acetic dregs[J]. Acta College of Animal Husbandry Engineering Zhengzhou, 2000(3): 177-178.
- [3] 唐懋华,成维东.中药渣基质对蔬菜育苗及产量的影响[J].江苏农业科学,2005(4):81-82.
Tang M H, Chen W D. Effect of substrate of traditional Chinese medicine residue on seedling raising and yield of vegetables[J]. Jiangsu Agricultural Science, 2005(4): 81-82.
- [4] 邢后银,唐懋华,沙进城,等.南京地区小型西瓜和厚皮甜瓜中药渣基质栽培技术[J].现代农业科技,2007(4):21-22.
Xing H Y, Tang M H, Sha J C, et al. Cultivation techniques of small watermelon and thick skin melon with substrate of traditional Chinese medicine residue in Nanjing area[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2007(4): 21-22.
- [5] 张跃群,余德琴.中药渣有机基质对番茄产量和品质的影响[J].北方园艺,2009(11):33-36.
Zhang Y Q, She D Q. The effects of organic substrates composed of Chinese traditional medicine residue on the yield and quality of tomato[J]. Northern Horticulture, 2009(11): 33-36.
- [6] 吴涛,晋艳,杨宇虹,等.药渣及秸秆替代基质中草炭进行烤烟漂浮育苗研究初报[J].中国农学通报,2007,23(1):305-309.
Wu T, Jin Y, Yang Y H, et al. The primary study of herb residue and screw extrusion substituted medium in floating system of tobacco[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(1): 305-309.
- [7] 王勤礼,许耀照,闫芳,等.以牛粪、食用菌废料为主的辣椒育苗基质配方研究[J].中国农学通报,2014,30(4):179-184.
Wang Q L, Xu Y Z, Yan F, et al. Study on substrates formula for pepper seedling mainly with edible fungus scrap and cattle manure[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(4): 179-184.
- [8] 赵海亮,王玉萍,邹志荣,等.牛粪与菇渣配合施用对番茄沙化栽培基质的改良效果[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(7):189-194.
Zhao H L, Wang Y P, Zou Z R, et al. Effects of combined application of cow manure and mushroom residue on the improvement of substrate for tomato sandy culture[J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed) 2013, 41(7): 189-194.
- [9] 冯锡鸿,赵金华.育苗基质中腐熟牛粪用量对番茄、甜瓜幼苗生长的影响[J].中国农学通报,2009,25(8):230-232.
Feng X H, Zhao J H. Effects of the amount of cow manure compost on the seedling growth of tomato and melon[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(8): 230-232.
- [10] 胡雨彤,时连辉,刘登民,等.牛粪代替泥炭作栽培基质对万寿菊生长的影响[J].北方园艺,2013(20):60-63.
Hu Y T, Shi L H, Liu D M, et al. Effects of different ratios of decomposed cattle dung as peat substitute on substrate properties and growth of tagetes erecta[J]. Northern Horticulture, 2013(20): 60-63.
- [11] 高贵,郭亚莉,戴辉,等.甘蔗渣与牛粪不同配比对烤烟产质量的影响[J].贵州农业科学,2016,44(12):83-87.
Gao G, Guo Y L, Dai H, et al. Effects of different proportions of bagasse to cow dung on yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2016, 44(12): 83-87.

- [12] 廖莎,谭雪明,李木英,等.稻草基质育秧不同芸苔素内酯处理对水稻秧苗生长的影响[J].江西农业大学学报,2017,39(5):851-858.
- Liao S, Tan X M, Li M Y, et al. Effect of different treatment of brassinolide on seedling growth of rice in straw substrates[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2017, 39(5): 851-858.
- [13] 朱宁,谭雪明,李木英,等.稻草基质育秧不同有机肥处理对水稻秧苗生长的影响[J].江西农业大学学报,2018,40(2):286-294.
- Zhu N, Tan X M, Li M Y, et al. Effects of different organic fertilizers on growth of rice seedlings raised in straw substrates[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2018, 40(2): 286-294.
- [14] 汪向东,陈再高.不同育秧基质对水稻秧苗素质的影响[J].中国稻米,2018,24(1):98-100.
- Wang X D, Chen Z G. Effects of different seedling substrates on seedling quality of rice[J]. Chinese Rice, 2018, 24(1): 98-100.
- [15] 冯加根,周燕,管帮超.不同基质育秧对水稻秧苗素质和大田生长的影响[J].上海农业科技,2011(6):37-38.
- Fong J G, Zhou Y, Guang B C. Effects of different substrate seedling raising on seedling quality and field growth of rice[J]. Shanghai Agricultural Technology, 2011(6): 37-38.
- [16] 贺超,王文全,侯俊玲.中药药渣生物有机肥的研究进展[J].中草药,2017,48(24):5286-5292.
- He C, Wang W Q, Hou J L. Research progress on bio-organic fertilizer from Chinese materiamedica residues[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2017, 48(24): 5286-5292.
- [17] 王月茹,谢伟,王剑龙,等.基于专利文献谈中药药渣资源的再利用问题.世界中医药,2015,10(9):1421-1423.
- Wang Y R, Xie W, Wang J L, et al. Problem of traditional Chinese medicine extract residues recycling based on patent documents[J]. World Chinese Medicine, 2015, 10(9): 1421-1423.
- [18] 王小国.中药渣资源化利用现状[J].中国资源综合利用,2019,37(1):81-84.
- Wang X G. Resource utilization of herb medicine residues[J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2019, 37(1): 81-84.
- [19] 张胜.不同基质育秧和机插秧对水稻生长及产量的影响[D].武汉:华中农业大学,2014.
- Zhang S. Effects of different seedling substrates and mechanical transplanting on growth and yield of rice[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2014.
- [20] 丁能飞,郭彬,林义成.药渣有机无机复混肥在番茄及萝卜上的应用效果[J].浙江农业科学,2010(4):714-719.
- Ding N F, Guo B, Ling Y C. Application effect of organic and inorganic compound fertilizer of drug residue on tomato and radish[J]. Zhejiang Agricultural Science, 2010(4): 714-719.