

不同新型肥料作基肥对机插双晚常规粳稻分蘖和主要性状的影响

汪向东, 张长海 (桐城市水稻研究所, 安徽桐城 231400)

摘要 以复合-秸混肥、缓释肥、有机-无机复混肥为供试新型肥料, 以镇稻 18 为供试品种, 设置同田对比试验, 研究新型肥料在机插双季晚粳生产中作基肥后不再追施穗肥的应用效果。结果表明, 不同新型肥料作基肥后的秧苗分蘖动态存在差异, 对生育性状影响较小, 对经济产量有影响但处理间差异未达显著水平 ($F=4.69, F_{0.05}=6.94$)。在试验用量下, 复合-秸混肥处理和缓释肥处理在水稻生长后期未表现脱肥特征, 结实率、千粒重和收获指数较高, 可以作为不施穗肥的基肥使用; 有机-无机复混肥处理在水稻生长后期表现较明显的脱肥特征, 结实率、千粒重和收获指数偏低, 在提倡化肥减量政策下, 不宜作为不施穗肥的基肥使用。

关键词 新型肥料; 基肥; 机插; 双季晚粳稻; 分蘖; 性状

中图分类号 S511.2'2 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)02-0169-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.02.046



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different New Fertilizers as Base Fertilizer on Tillers and Main Characters of Machine Transplanted Double Late Conventional Japonica Rice

WANG Xiang-dong, ZHANG Chang-hai (Tongcheng Rice Research Institute, Tongcheng, Anhui 231400)

Abstract Compound straw mixed fertilizer, slow-release fertilizer and organic-inorganic compound fertilizer were used as new fertilizer, Zhendao 18 was used as test variety, and the same field comparative experiment was set to study the application effect of the new fertilizer as base fertilizer and no ear fertilizer in the production of machine inserted double cropping late japonica. The results showed that there were differences in tillering dynamics of seedlings after using different new fertilizers as base fertilizer, which had little effect on growth characters, and had effect on economic yield, but the difference between treatments did not reach a significant level ($F=4.69, F_{0.05}=6.94$). Under the experimental dosage, the compound straw mixed fertilizer treatment and slow-release fertilizer treatment did not show the characteristics of fertilizer removal in the later stage of rice growth, and the seed setting rate, 1 000-grain weight and harvest index were high, which could be used as the base fertilizer without panicle fertilizer; Organic-inorganic compound fertilizer treatment showed obvious fertilizer removal characteristics in the later stage of rice growth, and low seed setting rate, 1 000-grain weight and harvest index were low. It should not be used as base fertilizer without panicle fertilizer under the policy of promoting chemical fertilizer reduction.

Key words New fertilizer; Base fertilizer; Machine transplanted; Double cropping late japonica rice; Tiller; Character

双季稻复种指数高, 单位面积粮食产出高于同区域单季稻生产模式, 对保障我国粮食安全意义重大^[1]。桐城市地处安徽省双季稻北缘, 可用于水稻生产的温光资源一季富余两季略显不足。前几年, 受农业劳动力紧缺和成本快速上涨等因素的影响, 桐城市的双季稻生产面积下降至不足水稻种植的 10%。2020 年, 在国家恢复双季稻政策引导下, 桐城市双季稻种植面积有所增加。近年来, 新型肥料如缓控释肥料等, 因具有一次性施入、缓/控释肥、应用范围广泛以及与作物不同生育期养分需求吻合等特点, 更容易实现减肥、节本、增效、增收的目的, 得到迅速推广使用^[2-3]。这些新型肥料在安徽省水稻上的应用主要在一季稻上, 对于双季晚稻的应用鲜见报道。

缓释肥是通过养分的化学复合或物理作用, 使有效养分能随着时间的推移而缓慢释放的一种化学肥料^[4-5]。安徽省青阳县茂施农业科技有限公司生产的“稻坚强”缓释掺混肥料是缓释肥的一种, 采用技术先进的“无溶剂生物降解超薄聚氨酯”缓释技术生产而成, 养分释放呈“S”曲线, 适合作物对养分的需求^[6]。有机肥是我国农业生产中的重要肥料, 含有丰富的有机养分和无机养分, 有机肥替代化肥是实现化肥零增长的重要途径之一^[7]。有机-无机肥料的配合做成颗粒状, 不但可以提高氮肥的吸收率^[8], 而且便于施用。山东泉林嘉有肥料有限责任公司生产的黄腐酸有机-无机复混肥

料, 富含黄腐酸, 粒内螯合, 可减少氮、磷、钾养分的流失, 从而提高肥料利用率。随着秸秆禁烧力度的加大, 秸秆处理和利用是必须面对的问题, 近年来, 利用机械破碎和搅拌秸秆, 同时根据需要添加化肥, 再通过机械造粒制作成秸混肥^[9], 既解决了秸秆处理问题, 又可实现化肥减量的目的。为此, 笔者 2020 年选择复合肥加秸混肥、缓释肥、有机-无机肥料在双季晚粳稻生产中作基肥应用, 以期在不施穗肥的基础上, 验证其对双季晚粳稻生长、经济性状和产量的影响, 旨在为双季晚稻减肥增效的栽培技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在桐城市龙腾街道天泰农业种植专业合作社进行。试验田前茬为早稻中早 25, 于 7 月 21 日收割, 早稻秸秆还田量约 4 500 kg/hm²。试验田土壤肥力中等。

1.2 试验材料 供试品种为镇稻 18。供试肥料为 2020 年 7 月 14 日制作的秸混肥(水稻秸秆 100 kg+尿素 10 kg, 以下简称秸混肥), 48%(16-16-16)六国牌含氯复合肥(以下简称六国复合肥), 安徽省青阳县茂施农业科技有限公司生产的 48%(27-10-11)稻坚强牌含氯缓释掺混肥料(缓释氮 ≥ 22%, 以下简称稻坚强掺混肥), 山东泉林嘉有现代农业股份有限公司生产的 30%(10-10-10)黄辅天牌黄腐酸有机-无机复混肥料(II型, 黄辅酸 ≥ 10%, 有机质 ≥ 15%, 以下简称黄辅天复混肥), 尿素(含氮量 46%)。

1.3 试验设计 试验在同一块田中进行, 大田面积 10 670 m²。设计同田对比试验, 中间作埂将田分成 3 个试验

区,埂上铺薄膜防止肥水串灌,3个试验区独立排灌。试验设3个处理,复合-秸混肥处理(处理A):施六国复合肥+秸混肥作基肥,试验区面积9100 m²,用量为六国复合肥450 kg/hm²,秸混肥750 kg/hm²;缓释肥处理(处理B):施稻坚强掺混肥作基肥,试验区面积900 m²,用量为450 kg/hm²;有机-无机复混肥处理(处理C):施黄辅天复混肥作基肥,试验区面积670 m²,用量为600 kg/hm²。

1.4 栽培管理 7月25日在整田1遍后分别施入基肥,施肥结束后各自再次整田1次。参试品种镇稻18于6月28日播种,基质育秧,机器栽插,7月25日移栽,秧龄27 d。栽植规格25 cm×11 cm,大田1 hm²栽36万穴左右。7月28日追施尿素150 kg/hm²作分蘖返青肥。期间于8月16日防治螟虫、稻瘟病和稻飞虱,9月11日防治螟虫、稻瘟病、纹枯病和稻飞虱等病虫2次。7月28日结合追肥进行化学除草,控制大田草害。8月18日放水搁田,搁田程度中等,8月26日复水,幼穗分化期保持田间有水层,扬花结束后干湿交替。

1.5 测定项目与方法 观察各处理的秧苗生长情况,记载各处理的始穗期、齐穗期和成熟日期。

秧苗活棵后,采用定点定株方法,分别于7月31日、8月6日、8月12日、8月18日、8月24日、8月28日计数单穴分

蘖数,每次每个处理定点查10穴,计算各处理的期间分蘖率和总分蘖率,期间分蘖率=(期末苗数-期初苗数)/期初苗数×100%,总分蘖率=(最高苗数-基本苗数)/基本苗数×100%。成熟时,数取有效穗,计算各处理的成穗率。

在成熟期前后,各处理随机取3个点作为重复,每个点取40穴,收割其全部稻穗,测量收割面积,数取全部有效穗,风干后称其去杂质后的稻谷重量,计算该点单位面积有效穗和产量,取平均值为单位面积有效穗和产量的最终值。

在收割点附近,各处理随机取2点,每点10穴计20穴测量株高,另取5穴地上部分全部植株进行室内考种,考察每穗总粒数、实粒数和千粒重,以实粒数占该穗总粒数的比值为结实率,以5穴稻谷重量占该5穴地上总重量的比值为收获指数。

2 结果与分析

2.1 不同处理对镇稻18分蘖与成穗的影响 由表1可知,在栽插基本苗上,复合-秸混肥处理(处理A)最多,有机-无机复混肥处理(处理C)最少,经过大田分蘖后,3个处理的最高苗出现时间在机插后30 d左右,田间最高苗表现处理A与处理C相同,均为701.85万/hm²,以缓释肥处理(处理B)最多,达734.55万/hm²,比处理A和处理C多32.7万/hm²,

表1 不同新型肥料作基肥下镇稻18的分蘖与成穗

Table 1 Tillingering and panicle formation of Zhendao 18 with different new fertilizers as base fertilizer

处理 Treatment	基本苗 Basic seedling 万/hm ²	期间分蘖率 Tillingering rate during tillingering period//%				最高苗 Highest seedling 万/hm ²	成穗数 Panicle number 万/hm ²	总分蘖率 Total till- ering rate//%	成穗率 Panicle rate//%
		7~12 d	13~18 d	19~24 d	25~30 d				
A	210.90	51.71	39.76	21.13	29.55	701.85	472.65	232.8	67.4
B	189.15	34.60	55.69	34.86	37.41	734.55	439.95	288.5	59.9
C	167.25	34.80	24.22	50.62	66.39	701.85	469.05	319.6	66.8

可见处理B和处理C表现的总分蘖率高于处理A。虽然处理B的最高苗多于处理A和处理C,但处理B的成穗数低于处理A和处理C,处理B的成穗率只有59.9%,分别比处理A和处理C低7.5和6.9百分点,处理C和处理A的成穗率均在65%以上,单位面积成穗数相近。从期间分蘖率看,插后7~12 d以处理A的分蘖率最高,分别比处理B和处理C的分蘖率高17.11和16.91百分点,这说明在此期间处理B和处理C的氮素主要来源于分蘖返青肥,而处理A氮素来源除分蘖返青肥外,还有基肥中的氮素参与供应;插后13~18 d的期间分蘖率表现为处理B>处理A>处理C,结合插后7~12 d期间分蘖率表现可以看出,处理A和处理C的期间分蘖率呈下降状态,说明分蘖返青肥的供氮在减少,相比于处理C,处理A的期间分蘖率仍高出处理C 15.54百分点,再次说明处理A基肥中的氮素仍在参与供应,处理B的期间分蘖率呈上升状态,说明基肥中的氮素有大量释放;插后19~24 d的期间分蘖率表现为处理C>处理B>处理A,处理A的期间分蘖率持续下降,说明处理A的基肥供氮能力在减弱,处理C的期间分蘖率较插后13~18 d增加26.40百分点,说明处理C基肥中的氮素供应充足,而处理B的期间分蘖率较插后

13~18 d有所下降,但仍保持较高数值,也说明缓释肥具有缓慢释放氮素的特点;插后25~30 d的期间分蘖率表现同插后19~24 d,受此期间气温上升和日照增多的影响,期间分蘖率较插后19~24 d高,尤其是有机-无机复混肥的处理C,期间分蘖率高达66.39%,比处理B和处理A分别高28.98和36.84百分点,说明有机-无机复混肥作基肥的氮素释放高峰期在施后20~30 d。

2.2 不同处理对镇稻18生育期的影响 从表2可以看出,复合-秸混肥处理(处理A)和缓释肥处理(处理B)于9月15日始穗,9月19日齐穗,11月10日成熟,全生育期135 d,有机-无机复混肥处理(处理C)的抽穗期略早,于11月8日成熟,全生育期133 d,比处理A和处理B短2 d。从抽穗期表现看,3种不同基肥处理对生育期影响较小。

2.3 不同处理对镇稻18农艺性状的影响 由表3可知,不同新型肥料作基肥下镇稻18的农艺性状有差异。以复合-秸混肥处理(处理A)的植株最高,分别比缓释肥处理(处理B)和有机-无机复混肥处理(处理C)高3.6和3.8 cm;穗长以处理B最长,其次为处理C,最短为处理A;穗颈长度以处理C较长,平均达2.18 cm,分别比处理B和处理A长0.51和

0.58 cm;3 个处理下的剑叶长度均在 16.5 cm 左右,且差异很小;处理 B 的单穗重较高,为 2.06 g,其次是处理 A,处理 C 的

表 2 不同新型肥料作基肥下镇稻 18 的生育性状表现

Table 2 Growth characters of Zhendao 18 with different new fertilizers as base fertilizer

处理 Treatment	播种日期 Sowing date	移栽日期 Transplanting date	始穗日期 Initial spike date	齐穗日期 Date of ear filling	播齐历期 Sowing calendar//d	成熟日期 Maturity date	全生育期 Whole growth period//d
A	06-28	07-25	09-15	09-19	83	11-10	135
B	06-28	07-25	09-15	09-19	83	11-10	135
C	06-28	07-25	09-14	09-18	82	11-08	133

表 3 不同新型肥料作基肥下镇稻 18 的农艺性状

Table 3 Agronomic characters of Zhendao 18 with different new fertilizers as base fertilizer

处理 Treatment	株高 Plant height cm	穗长 Spike length cm	穗颈长度 Sword leaf length//cm	剑叶长度 Spike neck length//cm	单穗重 Single panicle weight//g
A	80.0	12.77	1.60	16.52	1.76
B	76.4	14.66	1.67	16.39	2.06
C	76.2	13.02	2.18	16.15	1.57

2.4 不同处理对镇稻 18 经济性状和产量的影响 不同新型肥料作基肥下镇稻 18 田间有效穗、经济产量和室内考种结果见表 4。从表 4 可以看出,3 种基肥处理下的有效穗均较高,有效穗均超过 360 万穗/hm²,以有机-无机复混肥处理(处理 C)最多,缓释肥处理(处理 B)最少,两者相差 30.1 万穗/hm²;3 种基肥处理下的平均每穗总粒数表现较少,均不足 90 粒,以处理 B 最多,为 88.94 粒,其次为处理 C,复合-粘混肥处理(处理 A)表现最少,只有 77.17 粒,比处理 B 每穗少 11.77 粒;处理 A 和处理 B 的结实率较高,分别达

86.75%和 87.42%,处理 C 的结实率偏低,不足 80%,分别比处理 A 和处理 B 低 8.69 和 9.36 百分点;不同基肥下镇稻 18 的千粒重也有差异,以处理 B 的千粒重最高,为 26.46 g,处理 C 的千粒重最低,只有 25.13 g,比处理 B 的千粒重低 1.33 g,比处理 A 的千粒重低 1.23 g。

在经济产量方面,以处理 A 单产最高,为 6 591.00 kg/hm²,其次是处理 B,为 6 528.15 kg/hm²,比处理 A 减产 0.95%,处理 C 的单产最低,只有 5 692.65 kg/hm²,比处理 A 和处理 B 分别减产 13.63%和 12.80%,经方差分析,不同基肥处理经济产量间的差异未达显著水平($F=4.69, F_{0.05}=6.94$)。在收获指数上,处理 A 和处理 B 在 0.500 0 以上,以处理 B 最高,达 0.569 8,处理 C 的收获指数低于 0.500 0,只有 0.473 3。由经济产量和收获指数计算出的生物学产量以处理 A 最高,为 12 073.65 kg/hm²,分别比处理 B 和处理 C 高 5.38%和 0.38%,其次为处理 C,为 12 027.60 kg/hm²,以处理 B 表现最低,只有 11 456.85 kg/hm²,分别比处理 A 和处理 C 低 5.11%和 4.75%。

表 4 不同新型肥料作基肥下镇稻 18 的经济性状与产量

Table 4 Economic characters and yield of Zhendao 18 with different new fertilizers as base fertilizer

处理 Treatment	有效穗 Effective panicle 万穗/hm ²	每穗总粒数 Total grains per panicle 粒	每穗实粒数 Number of grains per panicle//粒	结实率 Seed setting rate//%	千粒重 1 000-grain weight//g	经济产量 Economic output kg/hm ²	收获指数 Harvest index	生物学产量 Biological yield kg/hm ²
A	381.90	77.17	66.95	86.75	26.36	6 591.00	0.545 9	12 073.65
B	364.35	88.94	77.75	87.42	26.46	6 528.15	0.569 8	11 456.85
C	394.45	79.96	62.42	78.06	25.13	5 692.65	0.473 3	12 027.60

3 结论与讨论

氮(N)肥施入稻田后短时间内迅速水解,一次性基施通常使水稻前期氮素养分供应过多,会加剧病虫害及倒伏的风险,同时中后期氮素养分供应不足,将导致结实率、养分利用率的降低且氮素损失量增加^[10]。3 种不同新型肥料作基肥施用,复合-粘混肥处理(处理 A)实质上是在常规施用复合肥的基础上添加了尿素和秸秆还田量,水稻栽插后,前期分蘖发生量大,这是基肥中的尿素和返青分蘖肥共同供氮的结果,中后期仍能保持较高分蘖水平,这主要是复合肥中氮素在供应,从水稻生长后期看,水稻植株未表现脱肥特征,水稻植株高度在 3 个处理中表现最高,成穗率尚可,穗型不大但结实率较高,有效穗和千粒重中等,经济产量和生物学产量

较高,可以作为不施穗肥的基肥使用,该试验中复合肥和粘混肥是作 2 次施用的,施肥成本较大,如果在制作粘混肥时将复合肥按需要添加其中,基肥即可一次施用;缓释肥处理(处理 B)在水稻机插后,前期分蘖发生中等,这主要是返青分蘖肥在供氮,中期秧苗分蘖水平较高,这是缓释肥中氮素在足量供应,后期秧苗分蘖水平中等,说明分蘖后期缓释肥中氮素仍在供应,从水稻生长后期看,水稻植株未表现脱肥特征,且穗型在 3 个处理中最大,结实率、千粒重和收获指数最高,这说明缓释肥在水稻生育后期仍有较高的氮素供应,可以作为不施穗肥的基肥使用;有机-无机复混肥处理(处理 C)在水稻机插后,其大量分蘖发生在分蘖后期,成穗

(下转第 221 页)

性、全面性、直观性,对该地区生态城镇化发展评价结果具有精确、科学、全面的特性。

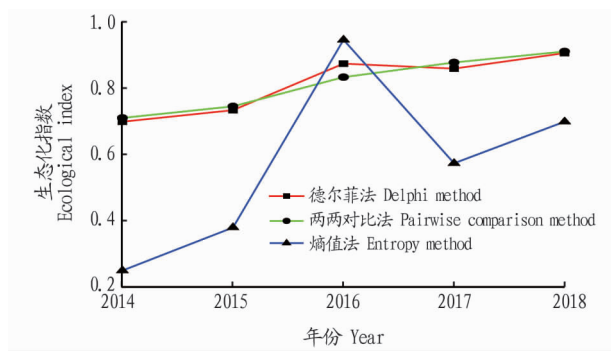


图 2 生态评价指标体系生态化指数

Fig.2 Ecological index of ecological evaluation index system

依据研究结果对该地区城镇生态建设提出以下几点对策:①注重规划。找准城市定位,加强规划设计,突出生态城市规划的重要性,系统分析该地区三大产业现状、功能定位、群众需求、生态发展、文明建设等,确定该地区生态建设主题。②强化特色。注重生态产业特色发展,建设颐养环境,将生态产业和生态文旅工作作为提升重点,把生态保护、社会发展、经济建设、健康颐养作为特点,做好城市生态文明改造工作。③提升技术。继续加大生态文明城镇化发展投入,加强技术、人员、设施的投入,并不断提升管养水平,对管养工人定期进行专业培训,制定切实可行的管养标准,通过一系列的手段,让城区生态建设水平再提升。④紧抓机遇。抓住经济全球化的发展机遇,以桥头堡建设为契机,充分发挥城市地域优势,基于区域环境承载力,建设生态城市。

(上接第 171 页)

率较高,有效穗较多,但结实率、千粒重和收获指数偏低,且后期水稻植株表现较明显脱肥特征,这说明黄辅天复混肥作基肥时大量氮素释放在施后 30 d 左右,后期氮素供应不足,这一方面可能是该试验中黄辅天复混肥的施氮量偏少,经计算,处理 C 的施氮量为 129.6 kg/hm²,比处理 B 总施氮量 191.1 kg/hm²少 61.5 kg/hm²,另一方面可能与黄辅天复混肥氮肥释放集中有关,在提倡化肥减量政策下,补施穗肥是弥补后期氮素不足的有效方法,故有机-无机复混肥不提倡作为不施穗肥的基肥使用。

参考文献

- [1] 周兵.不同栽培模式对沿江平原双季稻周年产量效益和资源利用的影响[J].中国稻米,2020,26(4):72-76.
- [2] 吴文革,习敏,李红春,等.不同水稻专用新型肥料减肥增效对比研究

参考文献

- [1] 尹坚.工业园产业生态化评价指标体系及其升级路径研究:以镇江新区为例[D].镇江:江苏大学,2013.
- [2] 江宗文,张军.生态城市评价指标体系研究综述[J].山西建筑,2016,42(13):245-246.
- [3] 李琪琛.京津冀城市群协调发展研究[D].石家庄:河北师范大学,2012.
- [4] 吴松毅.中国生态工业园区研究[D].南京:南京农业大学,2005.
- [5] 韩玉堂.生态工业园中的生态产业链系统构建研究[D].青岛:中国海洋大学,2009.
- [6] 孟萌.生态服务循环经济评价指标体系的构建[J].现代经济信息,2014(14):2-3.
- [7] 徐国强.奎屯市生态城市建设研究[D].乌鲁木齐:新疆师范大学,2007.
- [8] 黄颖洪.湖南省农机专业合作社运营绩效评价研究[D].长沙:湖南师范大学,2015.
- [9] 任高晖.基于 BESO 法的结构拓扑优化研究及应用[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2016.
- [10] 韩宇哲.内蒙古经济增长质量研究[D].北京:中央民族大学,2013.
- [11] 梅志红.满意评价方法及其应用研究[D].成都:西南交通大学,2004.
- [12] 贺孟娇.基于供应链的供应商评价指标体系研究[D].天津:天津大学,2008.
- [13] 吴伟,陈功玉,陈明义,等.生态工业系统的综合评价[J].科学学与科学技术管理,2002,23(1):72-74.
- [14] 王旭,韩福荣.企业生态质量管理水平评价研究[J].经济与管理研究,2004,25(5):51-53,55.
- [15] 陈杰.安徽省服务业集聚对城镇化质量影响研究[D].蚌埠:安徽财经大学,2016.
- [16] 任静静.基于熵值法的合肥市经济发展质量评价[J].湖北农业科学,2017,56(11):2157-2161.
- [17] 胡泊.江苏省节水型生态灌区评价指标体系研究与软件开发[D].扬州:扬州大学,2011.
- [18] 范小杉,高吉喜.生态资产动态评估指标及计量模型[J].生态经济,2009,25(7):43-47,134.
- [19] 黄连云,吴建国.成都市旅游经济发展脆弱性动态演变及其阻力因素分析[J].乐山师范学院学报,2017,32(8):71-79.
- [20] 弓宪文.基于熵权法的保税物流企业经营绩效评价[J].物流技术,2013,32(21):145-147,210.
- [21] 文宗川,崔鑫,王晓燕.生态网络城市建设模式及其评价指标体系[J].城市发展研究,2008,15(6):164-166.
- [22] [J].安徽农业科学,2019,47(2):135-137,140.
- [3] 宁远武,王巧,王远玲,等.不同施肥处理对水稻产量及效益的影响[J].安徽农业科学,2019,47(17):142-145.
- [4] 胡铁军,张怀杰,郑佩君,等.3 种缓控释肥在双季稻上的应用效果比较[J].上海农业科技,2019(6):96-97.
- [5] 徐辰峰.不同类型缓控释肥对水稻南粳 9108 氮素利用的影响[J].安徽农业科学,2021,49(3):156-159.
- [6] 徐礼和.两种缓释肥与普通复合肥在水稻上的应用效果研究[J].基层农技推广,2020,8(3):35-37.
- [7] 孙志祥,李敏,韩上,等.有机肥部分替代化肥和秸秆还田对双季稻产量、养分吸收及土壤肥力的影响[J].安徽农业大学学报,2020,47(6):1012-1016.
- [8] 杨旭,林清火,史东梅,等.有机无机复混肥在热带地区双季稻上化肥减施的应用效果[J].热带作物学报,2021,42(1):85-91.
- [9] 叶淑珍,欧阳由男,曾凡荣,等.秸秆制备有机-无机颗粒肥的理化特性与效应分析[J].中国稻米,2020,26(2):27-31.
- [10] 钟雪梅,吴远帆,彭建伟,等.控释掺混肥机插侧深施实现双季稻增产与增效[J].水土保持学报,2020,34(4):256-262.