

# 水稻机插同步侧深一次性施用缓释肥料技术应用探究

许传中<sup>1</sup>, 吴爱国<sup>2</sup>, 赵伟<sup>2</sup>

<sup>1</sup>江苏省溧阳市农业农村局, 江苏 溧阳

<sup>2</sup>江苏省泰州姜堰区农业农村局, 江苏 泰州

Email: wuzhong.cool@163.com

收稿日期: 2021年2月16日; 录用日期: 2021年3月16日; 发布日期: 2021年3月23日

---

## 摘要

对一次性侧深施用缓释肥料和“一基一追”技术进行了试验示范, 一次性侧深施用缓释肥料有节工、提高肥料利用率和不减产效果; “一基一追”更能提高水稻产量; “汉枫”缓释肥料增产效果好于“美农”。

## 关键词

缓释肥, 一次性, 应用研究, 水稻

---

# Research on the Application of One-Time Slow-Release Fertilizer Application Technology of Synchronous Side Depth of Rice Machine Transplant

Chuanzhong Xu<sup>1</sup>, Aiguo Wu<sup>2</sup>, Wei Zhao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural and Rural Bureau of Liyang City, Liyang Jiangsu

<sup>2</sup>Agricultural and Rural Bureau of Jiangyan District, Taizhou Jiangsu

Email: wuzhong.cool@163.com

Received: Feb. 16<sup>th</sup>, 2021; accepted: Mar. 16<sup>th</sup>, 2021; published: Mar. 23<sup>rd</sup>, 2021

---

## Abstract

Experiments and demonstrations of the one-time deep-side application of slow-release fertilizers and the “one-base, one-recovery” technology have been carried out. The one-time deep-side applica-

tion of slow-release fertilizers saves labor, improves fertilizer utilization and does not reduce production; it can increase rice output; "Hanfeng" slow-release fertilizer has a better yield-increasing effect than "Meinong".

## Keywords

Slow-Release Fertilizer, One-Off, Applied Research, Rice

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

水稻机插同步侧深一次性施用缓释肥料技术能减少水稻施肥作业次数、提高氮素肥料利用率和避免过量施肥而引起的对秧苗的伤害[1]。为寻求适宜的缓释肥料品种和集成相应的配套技术,2020年,在扬州大学霍中洋教授指导下,江苏省水稻产业技术体系集成创新中心溧阳基地、姜堰河横基地分别开展水稻机插同步侧深一次性施用缓混肥料技术专题试验和示范;在姜堰增加了“一基一追”2次施肥模式试验,探索缓释肥料的水稻高产肥料运筹模式。

## 2. 材料和方法

### 2.1. 试验地点

江苏省水稻产业技术体系集成创新中心溧阳基地(江苏省水稻产业技术体系首席专家张洪程院士研发团队在江苏溧阳市建立的稻麦试验示范基地),稻麦两熟种植模式;姜堰基地-沈高镇河横村汉土农场(江苏省水稻产业技术体系姜堰区稻麦科技综合示范基地),紫云英-水稻种植模式。

### 2.2. 姜堰基地试验设计

#### 2.2.1. 苗情基础

水稻品种选择姜堰区种植主体品种、优质食味粳稻南粳9108。5月8日干籽播种,125 g/盘,软盘培育毯状小壮苗,5月31~6月2日试验栽插,秧龄20 d,叶龄3.6叶,667 m<sup>2</sup>栽基本苗7.72万。

#### 2.2.2. 不同缓释肥料品种、不同用量一次性施用试验设计

试验方案见表1。设立667 m<sup>2</sup>总施氮16 kg, NPK比例1:0.5:0.5。试验产品:1)“美农”控释掺混肥料,“美农”化肥有限公司生产,总养分N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O≥48%,N-P-K26-10-12,控释氮≥9%;2)“汉枫”掺混肥料,汉枫缓释肥料(江苏)有限公司生产,总养分≥48%,N-P-K,26-10-12;缓释肥料9个百分点是包膜;15个百分点中加入脲酶抑制剂、腐殖酸等;过硫酸钙的有效磷含量为12%;氯化钾的有效钾含量为60% [2]。2个缓释肥料产品分别设立30 kg、40 kg、50 kg 3个处理,机插同时侧施,N肥不足部分分别以尿素、过磷酸钙、氯化钾补足,机插前施入田中。设立16 kg、18 kg和20 kg 3个常规施肥对照,基肥:分蘖肥=5:5,前后肥比例=6:4。不设重复,每个处理试验面积0.53 hm<sup>2</sup>。

#### 2.2.3. “一基一追”2次施肥模式试验设计

在2.2.2试验用肥基础上,6个缓释肥料处理分别用扎丝圈围0.13 hm<sup>2</sup>小区,于倒4叶期后半叶期667 m<sup>2</sup>施尿素7.5 kg,观察适量施用穗肥对水稻产量的影响。

**Table 1.** One-time application technology test plan of machine inserted slow-mix fertilizer (Unit: kg)**表 1.** 机插缓混肥一次性施用技术试验方案(单位: kg)

处理	A3	B3	A2	B2	A1	B1	C1(对照)	C2(对照)	C3(对照)
总纯氮	16	16	16	16	16	16	16	18	20
缓释肥	美农 50	汉枫 50	汉枫 40	美农 40	美农 30	汉枫 30			
尿素	6.45	6.45	12	12	8.8	8.8			
磷	5	5	4	8	6	6			
钾	6	6	4.8	4.8	3.6	3.6			
过硫酸钙	0	0	4.15	8.3	16.7	16.7			
补氯化钾	0	0	2	2	4	4			

#### 2.2.4. 调查内容和方法

水稻活棵后定点调查 667 m<sup>2</sup> 茎蘖数, 观察不同处理发苗动态; 成熟期 5 点分布法调查穗粒构成; 3 点对角线法实收小区计算 667 m<sup>2</sup> 实际产量。

### 2.3. 溧阳水稻机插同步侧深一次性施用缓释肥料技术示范

#### 2.3.1. 苗情基础

示范面积 1.33 hm<sup>2</sup>。水稻品种选择优质食味粳稻品种南粳 46。5 月 2 日干籽播种, 150 g/盘, 软盘培育毯状小壮苗, 6 月 2 日示范栽插, 秧龄 30 d, 叶龄 4.1 叶, 667 m<sup>2</sup> 栽基本苗 6.88 万。

#### 2.3.2. 肥料运筹

667 m<sup>2</sup> 施氮 18.3 kg, 机插侧施汉枫缓掺混肥料 40 kg + 大粒海南尿素 7.5 kg/667 m<sup>2</sup>, 倒 4 叶 667 m<sup>2</sup> 施尿素 5 kg。

#### 2.3.3. 调查内容

调查示范田和对照田 667 m<sup>2</sup> 产量。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 3 种常规施肥运筹模式 667 m<sup>2</sup> 产量和穗粒结构比较

#### 3.1.1. 667 m<sup>2</sup> 产量

C1 较 C2、C3 分别 667 m<sup>2</sup> 减少 66.2 kg、35 kg, 减幅 11.4%、6%, C2 较 C3 667 m<sup>2</sup> 增产 31.2 kg, 增幅 5.7%。

#### 3.1.2. 穗粒结构

C1 667 m<sup>2</sup> 有效穗较 C2、C3 分别减少 5.3 万、5 万, 每穗总粒分别减少 16.2 粒、22 粒, 差异显著; C2 结实率 97.7% 最高, 其次为 C3、C1; C2 千粒重 24.2 g 最高, 其次为 C1、C3;

以上表明, 常规施肥运筹 C2 667 m<sup>2</sup> 产量最高, 本次试验田常规施肥运筹以 667 m<sup>2</sup> 施 N 18 kg 模式最佳; C1 667 m<sup>2</sup> 有效穗和每穗总粒显著低于 C2 和 C3, 667 m<sup>2</sup> 总颖花量显著小于 C2 和 C3, 表明 C1 667 m<sup>2</sup> 总施 N 16 kg 可能施肥量偏小, 导致群体生长总量不足、产量低; C3 667 m<sup>2</sup> 总用 N 高于 C2, 667 m<sup>2</sup> 总颖花量也高于 C2, 但 667 m<sup>2</sup> 产量小于 C2, 分析原因, 前茬口为紫云英, 全量耕翻还田, 土壤肥力高, 施肥量大, C3 后期贪青, 千粒重显著低于 C2, 导致 667 m<sup>2</sup> 产量低于 C2。

### 3.2. 不同缓释肥料产品、不同用量水稻产量和穗粒结构比较

#### 3.2.1. “美农”缓释肥料不同用量水稻 667 m<sup>2</sup> 产量

表 2 显示, 水稻 667 m<sup>2</sup> 产量从高到低顺序为 A1、A2、A3, A1 较 A2、A3 分别 667 m<sup>2</sup> 增产 9.5 kg、20.1 kg, A2 较 A3 增产 9.4 kg。试验表明, 在 667 m<sup>2</sup> 总用 N 均为 16 kg 情况下, 随缓释肥料 667 m<sup>2</sup> 用量增加, 667 m<sup>2</sup> 产量增加, 各处理 667 m<sup>2</sup> 产量差异不显著。

#### 3.2.2. “美农”缓释肥料不同用量水稻穗粒结构

表 2 显示, 不同 667 m<sup>2</sup> 用量 667 m<sup>2</sup> 有效穗差异无规律、不显著; 与常规施肥对照比较, 667 m<sup>2</sup> 有效穗比 C1 多, 表明“美农”缓释肥料提高了肥料利用率, 有促进分蘖效果; 少于 C2 和 C3, 表明前期肥力还有不足; 每穗总粒、结实率差异不明显, 无规律, 与常规施肥比较, 每穗总粒少于常规施肥, 较 C2、C3 减粒显著; 千粒重随 667 m<sup>2</sup> 用量增加而增加, A1 较 A2 和 A3 增加显著, A1、A2、A3 较常规施肥也表现增加显著, 表明“美农”缓释肥料对增加水稻千粒重有显著效果。

#### 3.2.3. “汉枫”缓释肥料不同用量水稻 667 m<sup>2</sup> 产量

表 2 显示, 水稻产量从高到低顺序为 B3、B2、B1, B3 较 B2、B1 分别 667 m<sup>2</sup> 增产 52.6 kg、132.5 kg, B2 较 B1 增产 69.9 kg。试验表明, 在 667 m<sup>2</sup> 总用 N 均为 16 kg 情况下, 随着缓释肥料用量增加, 667 m<sup>2</sup> 产量减少, 处理间产量均呈显著差异。

#### 3.2.4. “汉枫”缓释肥料不同用量水稻穗粒结构

表 2 显示, 随缓释肥料用量增加 667 m<sup>2</sup> 有效穗减少, 且差异显著。每穗总粒、结实率和千粒重差异不显著, 无规律。

### 3.3. 一次性施用缓释肥料和常规施肥对照产量比较

#### 3.3.1. 一次性施用“美农”缓释肥料和常规施肥对照比较

A1、A2、A3 较 C1 分别 667 m<sup>2</sup> 增产 53.1 kg、43.6 kg、33 kg, 增幅 10.3%、8.5%、6.4%, 增产显著; A1、A2、A3 较 C2 分别 667 m<sup>2</sup> 减产 13.1 kg、22.6 kg、33.2 kg, 减幅 2.3%、3.9%、5.7%, 减产显著; A1、A2、A3 较 C3 分别 667 m<sup>2</sup> 增产 18.1 kg、8.6 kg、-2 kg, 增幅 3.3%、1.6%、-0.4%; 试验表明, “美农”缓释肥料不同用量与相同施肥总量的常规对照均表现为增产, 表明“美农”缓释肥料肥料利用率高于常规施肥; 相较常规施肥 667 m<sup>2</sup> 施 N 18 kg 表现减产, 说明试验设计的 667 m<sup>2</sup> 施 N 16 kg 用肥量不足。

#### 3.3.2. 一次性施用“汉枫”缓释肥和常规施肥对照比较

B1、B2、B3 较 C1 分别 667 m<sup>2</sup> 增产-17.6 kg、52.3 kg、114.9 kg, 增幅-3.4%、10.2%、22.4%; B1、B2、B3 较 C2 分别 667 m<sup>2</sup> 增产-83.6 kg、-13.9 kg、48.7 kg, 增幅-14.4%、-2.4%、8.4%; B1、B2、B3 较 C3 667 m<sup>2</sup> 增产-17.6 kg、-17.3 kg、79.9 kg, 增幅-3.2%、-3.15%、14.6%; 试验表明, “汉枫”缓释肥 667 m<sup>2</sup> 用量 50 kg 处理 667 m<sup>2</sup> 产量不及相同施 N 量的常规对照, 667 m<sup>2</sup> 用量 40 kg 处理 667 m<sup>2</sup> 产量接近施 N 18 kg 常规对照产量水平, 667 m<sup>2</sup> 用量 30 kg 处理 667 m<sup>2</sup> 产量较施 N 18 kg 常规对照增产显著。

综合上述表明, 在 667 m<sup>2</sup> 总施 N 16 kg 条件下, “美农”缓释肥随 667 m<sup>2</sup> 用量增加, 667 m<sup>2</sup> 产量增加, 不同用量间 667 m<sup>2</sup> 产量增加不显著, 与常规施肥比较, 较相同施 N 水平均表现增产, “美农”缓释肥料提高了肥料利用率, 但较常规施肥 18 kg, 667 m<sup>2</sup> 产量减产不显著, “美农”缓释肥料 667 m<sup>2</sup> 减 N 能力小于 2 kg, 减幅小于 11%; 在 667 m<sup>2</sup> 总施 NN 16 kg 条件下, 汉枫缓释肥料随 667 m<sup>2</sup> 用量增加, 667

m<sup>2</sup>产量减少,不同用量间667 m<sup>2</sup>产量减少显著;与常规施肥对照比较,667 m<sup>2</sup>用量过大,会导致667 m<sup>2</sup>产量降低,但适量施用汉枫缓释肥,有显著增产效果。

**Table 2.** Rice yield and grain structure of different dosages of “Meinong” products (Unit: kg)

**表 2.** “美农”产品不同用量水稻产量和穗粒结构(单位: kg)

处理	667 m <sup>2</sup> 有效穗	总粒/穗	结实率	千粒重	667 m <sup>2</sup> 实际产量	
“美农”产品	A1	23.4	102.3	94.9	25.6	566.3
	A2	23.2	107.4	93.7	24.7	556.8
	A3	23.8	99.5	97.5	24.5	546.2
汉枫产品	B1	22.4	94.9	97.9	24.1	495.6
	B2	25.4	95.0	94.2	24.9	563.1
	B3	26.9	97.6	95.2	25.0	628.1
常规对照	C1	19.3	103.2	93.8	23.4	513.2
	C2	24.6	119.4	97.7	24.3	579.4
	C3	24.3	125.2	95.1	22.9	548.2

### 3.4. 不同处理苗情动态表现

按田间对角线3点定点调查不同处理茎蘖动态,大田普查667 m<sup>2</sup>基本苗7.5~7.8万,以平均667 m<sup>2</sup>基本苗7.7万定点,调查数据显示(见表3和图1),施用缓释肥料田块,生长前期分蘖速度比常规施肥慢,“美农”较“汉枫”快,表明缓释肥料前期大分蘖小于常规施用对照;高峰苗数量从高到低为,汉枫缓释肥、“美农”缓释肥、常规施肥,表明缓释肥料分蘖后期肥力向,群体大,小分蘖也多;最终667 m<sup>2</sup>成穗率从大到小分别为汉枫缓释肥、常规施肥、“美农”缓释肥,以上表明,“汉枫”缓释肥其缓释含量要高于“美农”产品,小分蘖成穗高,亩有效穗高,“美农”缓释肥后期显示肥力不足,小分蘖消亡多,667 m<sup>2</sup>成穗率最低;常规施肥除C1外,应用精准施肥,前期分蘖启动快,大分蘖多,高峰苗适宜,后期消亡慢,667 m<sup>2</sup>成穗率最高[3]。

**Table 3.** Occurrence of stem tillers in different treatment fields (Unit: ten thousand)

**表 3.** 不同处理田间茎蘖发生情况(单位: 万)

处理	苗情动态					667 m <sup>2</sup> 成穗率
	6月10日	6月16日	6月24日	7月6日	10月20日	
A1	7.7	14.8	24.7	41.1	23.4	0.57
A2	7.7	14.3	25.8	39.2	23.2	0.59
A3	7.7	13.4	27.0	39.5	23.8	0.60
B1	7.7	13.0	25.6	44.8	22.4	0.50
B2	7.7	14.1	26.9	40.6	24.3	0.60
B3	7.7	15.0	28.4	37.2	26.9	0.72
C1	7.7	14.1	26.0	38.8	19.3	0.50
C2	7.7	14.9	35.6	38.1	24.6	0.65
C3	7.7	15.8	25.8	36.6	24.3	0.66

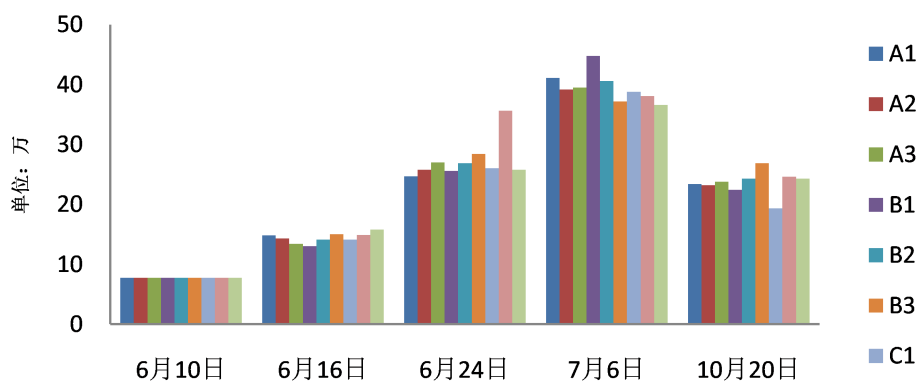


Figure 1. Occurrence of stem tillers in different treatments  
图 1. 不同处理田间茎蘖发生情况

### 3.5. “一基一追” 试验结果与分析

#### 3.5.1. 667 m<sup>2</sup> 产量比较

“美农”缓释肥追施穗肥，A1 667 m<sup>2</sup> 减产 110.8 kg，-19.5%，主要原因是后期肥力偏高引起贪青，结实率和千粒重降低；A2 667 m<sup>2</sup> 增产 25.5 kg，+4.6%，A3 667 m<sup>2</sup> 增 8.7 kg，+1.6%；汉枫缓释肥追施穗肥，B1 667 m<sup>2</sup> 增产 73.9 kg，+14.9%，B2 667 m<sup>2</sup> 增产 32.5 kg，增 5.8%，B3 667 m<sup>2</sup> 减 35.3 kg，-5.6%，减产原因可能是割方不准确的原因；汉枫缓释肥追肥效果好于“美农”，B1 和 B2 667 m<sup>2</sup> 产量超过 C2。

#### 3.5.2. 穗粒结构变化

表 4 显示，追施穗肥，多个处理如 A1、A2、B1 表现为 667 m<sup>2</sup> 有效穗、每穗粒数增加，结实率和千粒重减少。

Table 4. Yield and grain structure of 667 m<sup>2</sup> in one application and one chase (Unit: kg)

表 4. 一施一追 667 m<sup>2</sup> 产量和穗粒结构(单位: kg)

试验处理	有效穗/667 m <sup>2</sup>	总粒/穗	结实率	千粒重	667 m <sup>2</sup> 产量
A1	23.41	102.3	94.9	25.55	566.3
A1 追	24.74	101.6	91.2	23.93	455.5
A2	22.90	107.4	93.7	24.73	556.8
A2 追	23.17	127.4	93.7	24.43	571.9
A3	23.79	99.5	97.5	24.53	546.2
A3 追	24.31	101.2	96.2	23.08	554.8
B1	22.36	94.9	97.9	24.08	495.6
B1 追	23.18	112.6	93.4	23.98	569.5
B2	25.36	95.1	94.2	24.90	563.1
B2 追	24.33	124.3	91.1	24.30	595.7
B3	26.87	97.6	95.2	24.98	628.1
B3 追	24.55	118.4	96.0	23.75	592.8
C1	19.29	103.2	93.8	23.38	513.2
C2	24.56	119.4	97.7	24.30	579.4
C3	24.26	125.1	95.1	22.90	548.2

### 3.6. 溧阳示范田水稻 667 m<sup>2</sup> 产量

667 m<sup>2</sup> 实际产量平均 571 kg, 较对照田 667 m<sup>2</sup> 产量 562 公斤增加 9 kg, +1.6%, 不显著。

## 4. 结论与讨论

### 4.1. 结论

1) 一次性侧深施用缓释肥料实现节工、提高肥料利用率和不减产。

2) 在侧深施用缓释肥基础上, 于水稻倒 4 叶后半期、叶色正常落黄时, 追施适量的速效肥料, 即“一基一追”施肥模式, 能够增加 667 m<sup>2</sup> 有效穗和每穗总量, 提高水稻 667 m<sup>2</sup> 产量。

3) 水稻 667 m<sup>2</sup> 产量和田间苗情动态显示, 汉枫缓释肥料水稻 667 m<sup>2</sup> 产量、667 m<sup>2</sup> 有效穗和每穗总量随 667 m<sup>2</sup> 用量增加而减产, 一次性侧深施用汉枫缓释肥适宜 667 m<sup>2</sup> 用量为 40 kg, 以大棵粒、籽粒均匀的速效肥料配足 667 m<sup>2</sup> 用 N 16 kg; 667 m<sup>2</sup> 用量过多, 速效肥料少, 早期大分蘖少, 可能引起 667 m<sup>2</sup> 有效穗不足, 过少, 则失去技术应用目的; “美农”缓释肥料水稻 667 m<sup>2</sup> 产量、667 m<sup>2</sup> 有效穗和每穗总量随用量增加而增加, 667 m<sup>2</sup> 有效穗、结实率和每穗总粒无显著差异, 千粒重随 667 m<sup>2</sup> 用量增加而显著增加, 一次性侧深施用“美农”缓释肥适宜 667 m<sup>2</sup> 用量为 50 kg。以大棵粒、籽粒均匀的速效肥料配足 667 m<sup>2</sup> 用 N 16 kg。

4) 姜堰试验和溧阳示范结果表明, “汉枫”试验效果好于“美农”。水稻施用缓释肥料高产肥料运筹: 水稻机插时侧深 667 m<sup>2</sup> 施汉枫缓释肥 40 kg, 以大棵粒、籽粒均匀的速效肥料配足 667 m<sup>2</sup> 用 N 16 kg; 叶色正常落黄时、水稻倒 4 叶后半叶 667 m<sup>2</sup> 施尿素 5~7.5 kg。

### 4.2. 讨论

1) 试验在紫云英-水稻轮作田进行, 紫云英于 4 月底全量还田, 可能会影响试验结果; 下一步, 将继续安排在稻麦茬口田块继续进行试验。

2) 由于理论测产和小区收割计算实产时, 可能会有误差, 从而影响部分试验结果, 试验结论代表本次试验, 仅供参考。

## 基金项目

江苏省水稻产业技术体系(编号 JATS[2020]266), 农业重大技术协同推广计划(编号 2020-SJ-047-04-01)。

## 参考文献

- [1] 何万福, 刘逊忠, 陈同聪, 等. 水稻一次性施用缓释肥对产量及效益的影响[J]. 现代农业科技, 2011(10): 285-287.
- [2] 韩蔚娟. 新型肥料在黑土上的施用效果及环境效应研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2015.
- [3] 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.