# 江西早稻缓释尿素肥效试验结果

李祖章　孙 刚

（江西省农科院土壤肥料研究所，江西 南昌，330200）

受美国加阳 (Agrium) 公司委托，2010 年对其生产的缓释尿素“益多宝”进行了肥效试验，目的通过比较尿素与缓释尿素的肥效、氮素利用率，确定缓释尿素节能减排的效益及有效施用技术，为缓释尿素在水稻上的有效使用提供技术依据。

## 1 材料与方法

1、试验地点：南昌县广福镇广福村。供试品种：早稻：春光 1 号。

2、供试土壤：为近代河流冲积物发育的潮沙泥田，排灌水条件好，土壤肥力上等，基本农化性状为：pH5.64，有机质 29.4 克 / 公斤，全 N2.3 克 / 公斤，全磷 0.78 克 / 公斤，碱解氮 164 毫克 / 公斤，有效磷 22.8 毫克 / 公斤，速效钾 155 毫克 / 公斤。

3、试验设计：试验设 9 个处理，分别为：（1）NPK–尿素 100% 基施；（2）NPK– 尿素 40% 基施，60% 追施；（3）NPK– 尿素 40% 和 CRU 60% 基施；（4）NPK–CRU 100% 基施；（5）NPK–CRU 75% 全基施；（6）NPK–尿素 75% 全基施；（7）NPK–CRU 50% 全基施；（8）NPK– 尿素 50% 全基施；（9）对照 (PK 肥基施，不施氮肥）。小区面积 30 平方米，区组随机排列，重复 3 次，共 27 个小区。小区间用田埂分隔开，单独设立排灌水沟，各小区均采用最优的水分调控技术进行生产管理，管理措施一致。

肥料用量：N，$P_2O_5$ 和 $K_2O$ 用量分别为 150，60 和 135 公斤 / 公顷），N 用尿素或缓释尿素，P 用钙镁磷肥，K 用氯化钾，各处理施肥方案见表 1；施肥方法：PK 肥一次性全作基肥，氮肥按试验处理要求施用，处理 2 中 60% 的尿素追肥部分分二次施用，30% 作分蘖肥，在栽禾后 5–7 天施用，另 30% 作穗分化肥在栽禾后 30 天左右施用。

试验材料来源：缓释尿素由美国加阳有限公司提供，尿素：江西九江化肥厂生产，含 N46%；钙镁磷肥为省产，含 $P_2O_5$ 12%；氯化钾为加拿大产，含 $K_2O$ 60%。

4、栽插规格：每亩按 5×7 寸约 1.71 万蔸栽插。

5、调查记载：对所有农事操作进行详细记载；移栽后定点调查生长情况，以后每隔 5 天调查一次，包括株高、分蘖等，记载各主要生育期并做好农事记载（施肥、喷药、灌水等）。

6、取样：土壤样品：试验前取试验地基础土壤样品 1 个，分析项目至少包括土壤 pH 值，OM，速效 N，P，K；早稻试验结束后及时按每个处理取土样分析，共 9 个样，分析项目至少包括土壤 pH 值，速效 N，P，K；植株样品在收获前一天按每个小区试验取考种和分析样，共 27 个样，每个样品最少 3 蔸禾，先考种，然后进行分析，按稻谷、稻草分别分析氮含量。

7、操作过程：2010 年 3 月 22 日浸种，3 月 25 日播种育秧，4 月 15 日进行第一次翻耕，4 月 18 日进行第二次整田，19 日 –21 日作小区田埂，4 月 22 日浅水下基肥，

表 1 各处理施肥方案（公斤 / 公顷）

| 处理 | 处理内容 | 尿素 | CRU | 钙镁磷肥 | 氯化钾 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 尿素 100% 基施 | 325. 5 | 0 | 499. 5 | 225 |
| 2 | 尿素 40% 基施 +60% 追施 | 基施 130. 2 + 追施 195. 3 | 0 | 499. 5 | 225 |
| 3 | 尿素 40% 和 CRU 60% 基施 | 基施 130. 2 | 基施 204. 3 | 499. 5 | 225 |
| 4 | CRU 100% 基施 | 0 | 基施 340. 5 | 499. 5 | 225 |
| 5 | CRU 75% 基施 | | 基施 255. 4 | 499. 5 | 225 |
| 6 | 尿素 75% 基施 | 基施 244. 1 | 0 | 499. 5 | 225 |
| 7 | CRU 50% 基施 | 0 | 基施 170. 1 | 499. 5 | 225 |
| 8 | 尿素 50% 基施 | 基施 162. 8 | 0 | 499. 5 | 225 |
| 9 | 对照 (PK 基施，不施 N) | 0 | 0 | 499. 5 | 225 |

然后趟田，4 月 23 日抛栽，每个小区抛 3 盘，4 月 26 日调查基本苗及株高等，然后按主要生育期进行定点调查，4 月 30 日施分蘖肥与除草剂，5 月 20 日施穗分化肥，7 月 21 日取植株考种样，7 月 22 日割禾，7 月 23 日分小区打禾脱粒。

## 2 结果与分析

### 2.1 缓释尿素对早稻生长的影响

从表 2 试验调查结果可知：尿素 100% 基施与尿素 40% 基施 +60% 追施比较，尿素分次追施有利于提高早稻的株高，施缓释尿素有利于早稻株高的提高，说明缓释尿素具有促进早稻生长的效果。从产量构成结果看：缓释尿素主要是有利于提高早稻的有效穗、千粒重和株高，从而达到增产的作用，对每穗实粒数和千粒重没有很大差异。

### 2.2 缓释尿素对早稻产量的影响

从表 3 产量结果可知：（1）以 100% 缓释尿素基施处理产量最高，为 8422.6 公斤 / 公顷，比 100% 尿素基施处理增产 1200 公斤 / 公顷，增产 16.6%，差异极显著，40% 尿素 +60% 缓释尿素基施处理比 100% 尿素基施处理增产 911.1 公斤 / 公顷，增产 12.6%，差异显著；（2）100% 缓释尿素基施处理与 40% 尿素 +60% 缓释尿素基施处理产量差异不明显，但比 40% 尿素基施 +60% 尿素追施处理和 75% 缓释尿素基施处理增产达显著水平；（3）75% 缓释尿素基施处理与 40% 尿素基施 +60% 尿素追施处理产量基本相当；（4）75% 缓释尿素基施处理比 100% 尿素基

表 2 水稻生长情况调查

| 处理 | 基本苗 | 最大分蘖数 | 有效分蘖数 | 株高 | 每穗 | 千粒重 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | x 1000 | | | （厘米） | （粒数） | （克） |
| 1. CK (PK) B | 718. 2 | 3437. 1 | 1713. 3 | 119. 1 | 132. 6 | 25. 5 |
| 2. RU100% B | 666. 9 | 3539. 7 | 2313. 0 | 123. 3 | 140. 5 | 25. 7 |
| 3. CRU 100% B | 718. 2 | 3898. 8 | 2570. 0 | 123. 3 | 140. 4 | 25. 6 |
| 4. RU 40% B+60% T | 513. 0 | 3565. 4 | 2398. 7 | 125. 4 | 140. 3 | 25. 1 |
| 5. (RU 40%+CRU 60%) B | 590. 0 | 3591. 0 | 2313. 0 | 124. 0 | 148. 1 | 25. 5 |
| 6. CRU 75% B | 590. 0 | 3334. 5 | 2398. 7 | 123. 9 | 148. 2 | 25. 1 |
| 7. RU 75% B | 718. 2 | 3719. 3 | 2056. 0 | 125. 2 | 143. 2 | 25. 3 |
| 8. CRU 50% B | 666. 9 | 3821. 9 | 2227. 3 | 122. 4 | 134. 7 | 25. 6 |
| 9. RU 50% B | 692. 6 | 3744. 9 | 2056. 0 | 120. 2 | 136. 9 | 26. 0 |

表 3 不同形态尿素对早稻产量的影响

| 处理 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | 产量 | 增产 | 增产率 | LSD | LSD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | （公斤 / 平方米） | | | （公斤 / 公顷） | | (%) | 0. 05 | 0. 01 |
| UR10–0 | 21. 8 | 22. 4 | 20. 8 | 7222. 6 | 1600. 1 | 28. 5 | c | BCD |
| UR4–UR6 | 22. 2 | 22. 6 | 24. 2 | 7667. 1 | 2044. 5 | 36. 4 | bc | ABC |
| UR4–CRU6 | 26 | 24. 6 | 22. 6 | 8133. 7 | 2511. 2 | 44. 7 | ab | AB |
| CRU10–0 | 26. 3 | 24. 2 | 25. 3 | 8422. 6 | 2800. 1 | 49. 8 | a | A |
| CRU7. 5–0 | 21. 5 | 25 | 21. 4 | 7544. 8 | 1922. 3 | 34. 2 | bc | ABC |
| UR7. 5–0 | 20. 3 | 21 | 21. 4 | 6967. 0 | 1344. 5 | 23. 9 | cd | CD |
| CRU5. 0–0 | 20. 7 | 22. 6 | 20. 1 | 7044. 8 | 1422. 3 | 25. 3 | cd | CD |
| UR5. 0–0 | 18. 9 | 20. 9 | 17. 2 | 6333. 7 | 711. 1 | 12. 6 | de | DE |
| CK | 17. 2 | 16. 6 | 16. 8 | 5622. 5 | | | e | E |

表 4 不同处理产量方差分析

| 变异来源 | 平方和 | 自由度 | 均 方 | F 值 | 显著水平 |
|---|---|---|---|---|---|
| 区组间 | 5. 6674 | 2 | 2. 8337 | 1. 785 | 0. 1997 |
| 处理间 | 162. 4941 | 8 | 20. 3118 | 12. 792 | 0 |
| 误 差 | 25. 4059 | 16 | 1. 5879 | | |
| 总变异 | 193. 5674 | 26 | | | |

施处理有增产作用，增产 4.4%，差异不明显；40% 尿素基施 +60% 尿素追施处理比 100% 尿素基施处理有增产作用，增产 6.2%，差异不明显；50% 缓释尿素基施处理与 75% 尿素基施处理产量表现基本一致，比 100% 尿素基施处理略有减产，减产 2.5%，差异不明显，比 50% 尿素基施处理增产 11.2%，差异不显著；（5）所有施氮肥处理比不施氮肥处理增产 711.1–2800.1 公斤 / 公顷，增产 11.2%–49.8%，说明氮肥对早稻产量的贡献比晚稻更大。

综合分析产量结果，可以得出初步结论：75% 加阳缓释尿素基施完全可以替代 100% 尿素，且还有增产作用。

## 2.3 不同形态尿素 N 的利用率

从表 5、表 6 结果可知：（1）施用缓释尿素能提高稻谷中的 N 含量，但对稻草的 N 含量除不施氮处理、50% 尿素处理和 75% 尿素处理含量明显低外，其他处理之间差异表现不明显，且重复之间、处理之间有一

表 5 不同形态尿素对早稻植株 N 含量的影响（克 / 公斤）

| 处理 | 稻谷 N 含量 | | | 稻草 N 含量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| UR10–0 | 12. 1 | 11. 8 | 11. 8 | 6. 45 | 6. 28 | 6. 21 |
| UR4–UR6 | 12. 0 | 11. 7 | 12. 0 | 6. 54 | 6. 31 | 6. 48 |
| UR4–CRU6 | 12. 3 | 12. 1 | 12. 1 | 6. 21 | 6. 24 | 6. 46 |
| CRU10–0 | 12. 4 | 12 | 12. 1 | 6. 24 | 6. 29 | 6. 53 |
| CRU7. 5–0 | 12. 2 | 11. 8 | 11. 9 | 6. 34 | 6. 1 | 6. 2 |
| UR7. 5–0 | 11. 8 | 11. 2 | 11. 6 | 6. 2 | 6. 04 | 6. 11 |
| CRU5. 0–0 | 11. 9 | 11. 6 | 11. 8 | 6. 19 | 5. 89 | 6. 04 |
| UR5. 0–0 | 11. 6 | 10. 9 | 11. 2 | 5. 46 | 5. 61 | 5. 64 |
| CK | 10. 2 | 9. 8 | 10. 5 | 5. 11 | 5. 04 | 5. 12 |

表 6 不同形态尿素对早稻植株 N 含量的影响（公斤 / 亩）

| 处理 | 稻谷吸 N 量 | | | 稻杆吸 N 量 | | | 全株吸 N 量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| UR10–0 | 5. 22 | 5. 20 | 4. 84 | 3. 32 | 2. 97 | 2. 70 | 8. 54 | 8. 17 | 7. 54 |
| UR4–UR6 | 5. 25 | 5. 24 | 5. 71 | 3. 28 | 3. 13 | 3. 30 | 8. 53 | 8. 37 | 9. 00 |
| UR4–CRU6 | 6. 36 | 5. 86 | 5. 36 | 3. 34 | 3. 18 | 2. 96 | 9. 70 | 9. 04 | 8. 32 |
| CRU10–0 | 6. 48 | 5. 71 | 6. 03 | 3. 33 | 3. 12 | 3. 43 | 9. 81 | 8. 82 | 9. 45 |
| CRU7. 5–0 | 5. 22 | 5. 82 | 5. 00 | 2. 52 | 3. 12 | 2. 79 | 7. 74 | 8. 94 | 7. 79 |
| UR7. 5–0 | 4. 76 | 4. 60 | 4. 90 | 2. 57 | 2. 65 | 2. 78 | 7. 33 | 7. 25 | 7. 68 |
| CRU5. 0–0 | 4. 88 | 5. 16 | 4. 65 | 2. 37 | 2. 70 | 2. 50 | 7. 25 | 7. 87 | 7. 15 |
| UR5. 0–0 | 4. 35 | 4. 48 | 3. 79 | 1. 97 | 2. 50 | 2. 02 | 6. 31 | 6. 97 | 5. 81 |
| CK | 3. 48 | 3. 22 | 3. 47 | 1. 66 | 1. 78 | 1. 82 | 5. 14 | 4. 99 | 5. 29 |

表 7 不同形态尿素 N 的利用率

| 处理 | 植株平均吸 N 量 | 植株吸收肥料 N 量 | 肥料 N 用量 | N 素利用率 |
|---|---|---|---|---|
| | （公斤 / 亩） | | | (%) |
| UR10–0 | 8. 08 | 2. 94 | 10. 00 | 29. 4 |
| UR4–UR6 | 8. 63 | 3. 49 | 10. 00 | 34. 9 |
| UR4–CRU6 | 9. 02 | 3. 88 | 10. 00 | 38. 8 |
| CRU10–0 | 9. 36 | 4. 22 | 10. 00 | 42. 2 |
| CRU7. 5–0 | 8. 16 | 3. 02 | 7. 50 | 40. 2 |
| UR7. 5–0 | 7. 42 | 2. 28 | 7. 50 | 30. 4 |
| CRU5. 0–0 | 7. 42 | 2. 28 | 5. 00 | 45. 7 |
| UR5. 0–0 | 6. 37 | 1. 23 | 5. 00 | 24. 5 |
| CK | 5. 14 | | | |

定的变幅，这可能与取样有关；（2）植株吸收N量以100%缓释尿素基施处理最高，其次为40%尿素+60%缓释尿素基施处理，均明显高于100%尿素基施处理；75%缓释尿素基施处理与100%尿素基施处理基本持平；40%尿素基施+60%尿素追施处理高于100%尿素基施处理，高6.8%；50%缓释尿素基施处理与75%尿素基施处理基本持平，说明使用50%以上缓释尿素，可以达到替代增加25%尿素的作用。（3）施用75%缓释尿素基施处理吸氮量比100%尿素基施处理吸氮量还要高1.0%，说明用75%缓释尿素完全可以达到替代100%尿素的作用。

从表7结果可知：（1）所有施氮肥处理，氮素利用率以50%缓释尿素基施处理最高，为45.7%，其次是50%缓释尿素基施处理，为42.2%，以50%尿素基施处理最低，为24.5%，其次是100%尿素基施处理，为29.4%。（2）在高肥力土壤条件下（基础产量5622.5公斤/公顷），4个等N处理比较，以100%缓释尿素基施处理氮素利用率最高，为42.2%，其次为40%尿素+60%缓释尿素基施处理，为38.8%，分别比100%尿素基施处理提高12.8个百分点和9.4个百分点，采用加阳缓释尿素氮肥利用效率提高显著；40%尿素基施+60%尿素追施处理比100%尿素基施处理氮素利用率提高5.5个百分点，说明尿素分次施用有利于提高氮素利用率。（3）在减施25%氮肥条件下，75%缓释尿素基施处理比75%尿素基施处理氮素利用率提高9.8个百分点，而在减施50%氮肥条件下，50%缓释尿素基施处理比50%尿素基施处理氮素利用率提高21.2个百分点，加阳缓释尿素三个施用水平的氮素利用率均大于40%，说明采用加阳缓释尿素，具有显著提高氮肥利用率的作用。

### 2.4 不同形态尿素对土壤有效养分的影响

从表8土壤分析结果可知：（1）不同形态尿素对土壤pH值没有影响。（2）施用缓释尿素在等氮量条件下，土壤碱解氮略有提高，但不明显，说明使用缓释尿素有利于提高土壤氮库，保证或提高土壤肥力。（3）由于磷钾施用各处理一致，土壤中有效P、K含量基本与产量水平呈负相关，产量高，植株带走多，剩余土壤就少。

## 3 讨论

1、通过对试验的观察记载与分析，结果表明缓释尿素及氮肥后移有利于早稻有效穗的形成，从而达到增产的效果；施缓释尿素有利于早稻株高的提高，促进早稻生长。

2、通过对各处理产量统计分析表明，以100%缓释尿素基施处理产量最高，与40%尿素+60%缓释尿素基施处理产量差异不明显，显著高于100%尿素基施处理，75%缓释尿素基施处理与40%尿素基施+60%尿素追施处理产量基本相当，说明75%加阳缓释尿素基施完全可以替代100%尿素。

3、通过对各处理氮素利用率的计算分析表明，所有施氮肥处理，氮素利用率以50%缓释尿素基施处理最高，为45.7%，其次是50%缓释尿素基施处理，为42.2%，以50%尿素基施处理最低；使用加阳缓释尿素可以使氮素利用率提高9.4–12.8个百分点，效果非常显著，施用75%缓释尿素基施吸氮量比施用100%尿素基施吸氮量高2.7%，进一步佐证用75%缓释尿素完全可以达到替代100%尿素的作用。

表8 不同形态尿素对土壤pH与碱解氮的影响

| 处理 | pH | 碱解氮 | 有效磷 | 速效钾 |
|---|---|---|---|---|
| | | （毫克/公斤） | | |
| UR10–0 | 5.76 | 168 | 26.8 | 164 |
| UR4–UR6 | 5.68 | 172 | 27.4 | 159 |
| UR4–CRU6 | 5.84 | 175 | 24.9 | 172 |
| CRU10–0 | 5.82 | 178 | 23.8 | 163 |
| CRU7.5–0 | 5.76 | 168 | 26.4 | 176 |
| UR7.5–0 | 5.78 | 159 | 27.5 | 154 |
| CRU5.0–0 | 5.80 | 164 | 26.8 | 175 |
| UR5.0–0 | 5.74 | 156 | 27.8 | 180 |
| CK | 5.90 | 149 | 28.6 | 184 |