

# 秸秆还田后水稻生长需氮量研究

许爱霞, 于倩倩, 王艳蓉, 李莲 (江苏省泰州市姜堰区农业委员会, 江苏泰州 225500)

**摘要** [目的]筛选秸秆还田配施化学氮肥最佳方案。[方法]试验设置7个秸秆还田配施化学氮肥方案,考察不同处理对土壤养分、水稻产量及其结构的影响。[结果]秸秆还田后施纯氮315 kg/hm<sup>2</sup>时,产量最高,达9 600.90 kg/hm<sup>2</sup>。[结论]秸秆还田后配施315 kg/hm<sup>2</sup>氮能满足秸秆腐解与水稻生长的需要,该方案具有广泛的应用价值。

**关键词** 秸秆还田;氮肥;水稻生长

**中图分类号** S511 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)31-0023-02

## Research on Amount of Nitrogen Necessary for Rice Growth after Returning Straw to Fields

XU Ai-xia, YU Qian-qian, WANG Yan-rong et al (Agricultural Commission of Jiangyan District, Taizhou, Jiangsu 225500)

**Abstract** [Objective] To select the best scheme of nitrogen fertilizer application after returning straw to fields. [Method] Seven straw mulching plus nitrogen fertilizer treatments were conducted in the experiment, the effects of different treatments on soil nutrients, rice yield and structure were investigated. [Result] The yield would be the highest and up to 9 600.90 kg/hm<sup>2</sup> when pure nitrogen was applied at a concentration of 315 kg/hm<sup>2</sup> after straw mulching. [Conclusion] Application of 315 kg/hm<sup>2</sup> nitrogen fertilizer after returning straw to fields can meet the needs of straw decomposition and rice growth.

**Key words** Returning straw to fields; Nitrogen fertilizer; Rice growth

随着各项栽培新技术的推广应用,农作物产量大幅度提高,秸秆数量随之增加。据统计,全国每年农作物秸秆产量达  $7 \times 10^8$  t,总养分含量达  $1.905 \times 10^7$  t,接近1999年全国化肥用量的  $1/2^{[1-2]}$ 。秸秆还田后,经过一段时间腐解转化成有机质和速效养分,既为作物生长供应了所需的养分,也为土壤理化性状的改善提供了有利条件<sup>[3]</sup>。

随着农村劳动力的转移以及石油农业的发展,土地规模经营成为农业发展的趋势,秸秆还田已成为政府和农业部门广为重视的一项改土培肥的增产措施,一方面杜绝了秸秆焚烧所带来的环境污染,另一方面还有利于作物产量的提高,对化肥减量增效目标的实现有推动作用。该研究提出秸秆还田配施化学氮肥方案,以期缓解秸秆还田前期秸秆腐解与水稻生长争氮的矛盾,并提高水稻生长中后期土壤氮、磷、钾的供应水平。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验地基本情况** 试验于2015年在江苏省泰州市姜堰区张甸镇进行,该地块种植制度为一年两熟的稻麦轮作。供试土壤质地为砂土,其土壤养分含量为全氮1.02 g/kg、碱解氮85.67 mg/kg、速效磷9.92 mg/kg、速效钾69 mg/kg、有机质24.76 g/kg, pH 7.22,全田地面平整,地力均匀。

**1.2 供试品种** 供试水稻品种为南粳9108。

**1.3 试验设计** 试验设7个处理(表1),3次重复,共21个小区,随机区组排列,小区面积为40 m<sup>2</sup>。小区间筑埂并包膜,防止窜水窜肥,各小区单独排灌。秸秆为麦秸,经切碎耕埋,深度7~8 cm。氮肥为普通尿素,基肥(其中基肥:蘖肥为7:3)与穗肥比例为6:4,基肥统一在耕翻时施用,蘖肥在移栽5 d后施用,穗肥在倒4、倒3叶各施1/2。磷、钾按当地常规施肥施用。采取早育秧,5月8日播种,6月13日移栽,移栽秧龄为5.7,栽插密度为  $2.36 \times 10^5$  穴/hm<sup>2</sup> (15.0 cm ×

28.3 cm),每穴3本,采用高产栽培管理方式。

表1 试验设计  
Table 1 Test design

处理 Treatment	秸秆还田量 Amount of returning straw to fields	氮肥量 Amount of nitrogen fertilizer	折施纯氮量 Amount of pure nitrogen
CK <sub>1</sub>	0	0	0
CK <sub>2</sub>	6 000	0	42
A <sub>1</sub>	0	315	315
A <sub>2</sub>	6 000	225	267
A <sub>3</sub>	6 000	270	312
A <sub>4</sub>	6 000	315	357
A <sub>5</sub>	6 000	360	402

**1.4 测定项目** 在水稻生长的关键时期取土样,取样深度为20 cm,测定土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量。成熟期每个小区普查100穴,折算成单位面积穗数后按照平均茎蘖数取有代表性的水稻10穴,考察穗粒结构,并计算理论产量。小区分别收割、脱粒、晒干测实产。

**1.5 数据分析** 有关数据分析和表格绘制采用SPSS数据分析系统和Word、Excel软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对土壤养分含量的影响

**2.1.1 碱解氮含量。**由表2可知,空白(CK<sub>1</sub>)的碱解氮含量随生育进程的发展呈下降趋势,而秸秆还田处理(CK<sub>2</sub>)碱解氮含量以拔节期为最高,随生物进程的发展呈先上升后下降再上升趋势,成熟期秸秆还田处理(CK<sub>2</sub>)碱解氮含量比空白(CK<sub>1</sub>)增加10.9%,这说明秸秆还田能缓解土壤碱解氮的下降。从整个生育期来看,秸秆还田和氮肥配施的处理(A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>)碱解氮含量与秸秆还田处理(CK<sub>2</sub>)趋势一致,在成熟期A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>处理碱解氮含量分别比A<sub>1</sub>处理提高3.87%、5.09%、6.46%、6.48%,可见秸秆还田和氮肥配施有协同提高土壤碱解氮含量的作用,且碱解氮含量随着无机氮肥施用量的增加而增加,其中A<sub>4</sub>处理成熟期碱解氮含量较CK<sub>1</sub>提高了53.50%,当施氮量为360 kg/hm<sup>2</sup>(A<sub>5</sub>)时,碱

解氮增加不明显。

表2 不同处理对土壤碱解氮含量的影响

Table 2 Effects of different treatments on alkali-hydrolyzable nitrogen content in soil

处理 Treatment	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Elongation stage	孕穗期 Booting stage	灌浆期 Filling stage	成熟期 Mature period
CK <sub>1</sub>	70.63	65.18	62.50	58.72	58.54
CK <sub>2</sub>	67.62	69.60	66.57	62.17	64.92
A <sub>1</sub>	97.18	95.75	91.47	75.07	84.41
A <sub>2</sub>	105.63	112.59	103.64	79.55	87.68
A <sub>3</sub>	108.61	115.03	105.90	81.63	88.71
A <sub>4</sub>	112.42	114.54	107.50	83.07	89.86
A <sub>5</sub>	110.66	116.23	106.27	81.55	89.88

**2.1.2 速效磷含量。**土壤中的速效磷以化学固定和微生物固定2种模式存在,化学固定在很大程度上降低磷的有效性,而生物固定具有减少磷化学固定、提高磷素利用率的作用,秸秆还田对土壤微生物和土壤酶的活性有提高作用<sup>[4]</sup>。由表3可知,随着生育进程的发展,除空白(CK<sub>1</sub>)外,其他处理土壤速效磷含量的变化基本呈先上升后下降再上升的趋势,A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>处理各个生育期土壤速效磷的含量均高于空白(CK<sub>1</sub>)以及A<sub>1</sub>处理。由此可见,秸秆还田有利于土壤速效磷的提高,特别是水稻生长中后期的土壤速效磷含量。

表3 不同处理对土壤速效磷含量的影响

Table 3 Effects of different treatments on available phosphorus content in soil

处理 Treatment	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Elongation stage	孕穗期 Booting stage	灌浆期 Filling stage	成熟期 Mature period
CK <sub>1</sub>	9.72	9.25	8.59	8.49	8.23
CK <sub>2</sub>	10.16	10.61	11.74	11.23	11.64
A <sub>1</sub>	11.71	12.25	12.90	12.48	12.54
A <sub>2</sub>	11.87	12.35	13.12	12.52	13.06
A <sub>3</sub>	12.06	12.44	13.25	12.87	13.15
A <sub>4</sub>	12.22	12.73	13.56	12.94	13.21
A <sub>5</sub>	12.19	12.49	13.10	12.85	13.17

**2.1.3 速效钾含量。**麦秸秆含有较多的钾素,并以离子态存在于秸秆内,极易被淋洗出来。从表4可以看出,与空白(CK<sub>1</sub>)相比,秸秆还田处理(CK<sub>2</sub>)可以延缓速效钾的下降速度,由成熟期速效钾含量可以看出,秸秆还田处理(CK<sub>2</sub>)速效钾含量比空白(CK<sub>1</sub>)增加27.15%。秸秆分解初期由于微生物争氮,会降低土壤中氮含量,配施氮肥有利于加快秸秆腐熟进程,从A<sub>1</sub>与A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>各处理的速效钾含量对比

看,土壤中速效钾含量随氮肥用量增加呈上升趋势,当施氮量为315 kg/hm<sup>2</sup>(A<sub>4</sub>)时,成熟期的速效钾含量比A<sub>1</sub>处理增加10.67%;当施氮量为360 kg/hm<sup>2</sup>(A<sub>5</sub>)时,成熟期的速效钾含量比A<sub>1</sub>处理增加10.77%,速效钾增加效果不明显,可见秸秆还田配施化学氮肥有利于土壤速效钾大幅度提高,但当氮肥用量超过315 kg/hm<sup>2</sup>时,对生产贡献不大。

表4 不同处理对土壤速效钾含量的影响

Table 4 Effects of different treatments on available potassium content in soil

处理 Treatment	分蘖期 Tillering stage	拔节期 Elongation stage	孕穗期 Booting stage	灌浆期 Filling stage	成熟期 Mature period
CK <sub>1</sub>	72.03	68.13	63.57	59.75	54.21
CK <sub>2</sub>	80.76	97.70	85.79	77.51	68.93
A <sub>1</sub>	82.38	104.17	87.18	73.19	72.15
A <sub>2</sub>	83.04	106.94	88.37	81.88	77.64
A <sub>3</sub>	83.71	107.92	90.07	83.26	78.86
A <sub>4</sub>	84.40	109.08	91.12	83.68	79.85
A <sub>5</sub>	84.63	109.14	91.22	83.71	79.92

**2.2 不同处理对产量及其结构的影响** 从实际产量来看(表5),不管在无氮空白区,还是施肥区(315 kg/hm<sup>2</sup>),秸秆还田都增加了水稻产量,其中,秸秆还田无氮区增产量为157.35 kg/hm<sup>2</sup>,达2.45%的增产水平;秸秆还田施氮区(A<sub>4</sub>)增产量为534.15 kg/hm<sup>2</sup>,达5.89%的增产水平。由此可见,秸秆还田与化学氮肥配施对水稻增产效果更为明显<sup>[5]</sup>。

从产量结构来看,秸秆还田无氮区(CK<sub>2</sub>)较对照(CK<sub>1</sub>)成穗数减少2.34%、每穗总粒数增加3.97%、千粒重增加0.22%、结实率增加0.31%,可能是在无氮情况下秸秆腐解与水稻争氮,引起水稻分蘖期氮营养不够,导致成穗数减少,而秸秆经过一段时间腐解后,养分逐渐释放出来,刚好满足穗分期的需求,起到增大穗型的作用。对秸秆还田施氮区各处理产量构成因素进行分析,成穗数随氮肥用量增加而增加,随氮肥用量的增加,结实率和千粒重有逐渐减少的趋势,穗粒数呈先增加后减少的趋势,并以A<sub>4</sub>处理最大,其理论单产和实收产量也最大,与预期一致。由此可见,秸秆还田后配施315 kg/hm<sup>2</sup>无机氮已能满足秸秆腐解和水稻生长的需要。而高氮处理的A<sub>5</sub>之所以穗粒数、结实率、千粒重较A<sub>4</sub>处理低,可能因氮肥施用量过大,致使大量无效蘖增加,水稻通风透光性差,易造成群体恶化,病害加重,水稻穗型变小,生育期推迟<sup>[6]</sup>。

表5 不同处理对产量及其结构的影响

Table 5 Effects of different treatments on yield and its structure

处理 Treatment	成穗数 Panicle number 万/hm <sup>2</sup>	每穗总粒数 Grain number per panicle	结实率 Setting percentage %	千粒重 1000-grain weight//g	理论产量 Theoretical yield kg/hm <sup>2</sup>	实际产量 Actual yield kg/hm <sup>2</sup>
CK <sub>1</sub>	211.20	118.30	95.52	27.33	6 522.45	6 432.30
CK <sub>2</sub>	206.25	123.00	95.82	27.39	6 658.05	6 589.65
A <sub>1</sub>	310.35	122.27	94.02	25.78	9 197.55	9 066.75
A <sub>2</sub>	296.70	122.94	94.44	26.53	9 139.05	8 800.80
A <sub>3</sub>	309.30	123.98	94.36	26.21	9 483.90	9 300.30
A <sub>4</sub>	320.10	124.51	94.18	25.98	9 751.80	9 600.90
A <sub>5</sub>	321.30	122.83	93.29	25.55	9 406.80	9 186.60

2013、2015和2016年杂交中粳的垩白度高于中熟中粳,竞争优势分别为6.45%、56.25%和108.54%,2014年杂交中粳的垩白度低于中熟中粳,竞争优势为-58.18%。杂交中粳的粒长高于中熟中粳,2013—2016年杂交中粳在粒长上的竞争优势分别为9.80%、8.16%、15.69%和11.54%。杂交中粳的长宽比高于中熟中粳,2013—2016年杂交中粳在长宽比上的竞争优势分别为15.79%、11.11%、22.22%和15.79%。这说明杂交中粳与中熟中粳相比在垩白米率和垩白度上差异不稳定,但在粒型上表现出籽粒较长、较宽的优势。

**2.2.3 蒸煮品质。**稻米直链淀粉含量与米饭的粘性、柔软性、光泽和食味品质密切相关,其含量高是决定稻米品质优劣的最重要性状之一。杂交中粳直链淀粉含量与中熟中粳相比差异不稳定,2013和2014年杂交中粳的直链淀粉低于中熟中粳,竞争优势分别为-8.75%和-5.49%,2015和2016年杂交中粳的直链淀粉高于中熟中粳,竞争优势分别为8.97%和6.29%。胶稠度是评价稻米食用品质和储藏品质的一项重要指标,杂交中粳胶稠度与中熟中粳相比差异不稳定,2013、2014和2016年杂交中粳的稻米胶稠度高于中熟中粳,竞争优势分别为18.16%、7.57%和1.36%,2015年杂交中粳的稻米胶稠度低于中熟中粳,竞争优势为-12.81%。这也说明杂交中粳与中熟中粳在蒸煮品质上差异不稳定。

### 3 结论与讨论

对2013—2016年江苏省杂交中粳与中熟中粳区试组合(品种)的比较分析得出,杂交中粳组合的株高和每穗实粒数比中熟中粳有较强的竞争优势,表现为植株高大、穗大粒多。在其他农艺性状上表现不明显,特别是效穗数、结实率为负优势,表现为穗数少和结实率偏低。从主要品质性状的比较分析显示,杂交中粳除在整精米和粒型上具有一定的优势外,其他性状与中熟中粳相比几乎无竞争优势,特别是杂交中粳的垩白粒率与垩白度较高,各组合间的垩白度和垩白粒

(上接第24页)

### 3 小结与讨论

(1) 秸秆还田配施化学肥料能较大程度地满足水稻生长对氮素养分的需要,而过度的氮肥用量不利于水稻高产的形成,只能造成无形的浪费,这与化肥减量增效行动目标不一致。

(2) 秸秆还田后,315 kg/hm<sup>2</sup>氮水平处理的理论单产和实际产量都最大。由此可见,秸秆还田后配施315 kg/hm<sup>2</sup>氮已能满足秸秆腐解和水稻生长的需要。

(3) 该试验在姜堰南部高砂土地区进行,对姜堰北部里下河地区生产指导意义不大,随着秸秆全量还田年限的增加,长期秸秆全量还田对水稻生长的持续效应还需要继续定

率差异较大。杂交中粳稻与中熟中粳的产量水平差异不明显,甚至有的年份产量比中熟中粳要低,说明当前江苏省杂交中粳育种整体处于停滞不前状态,育种水平还有待进一步提高。近几年宁波市农业科学院利用粳型不育系与籼粳中间型广亲和恢复系配组,选育出的甬优系列三系“粳不籼恢”亚种间杂交粳稻在江苏表现出较好的发展势头<sup>[8-9]</sup>,值得借鉴。

对于当前江苏省杂交粳稻育种中存在的问题,应通过籼粳渐渗杂交技术,从籼稻材料中导入柱头外露率和早花时基因,选育花时早、柱头外露率高的粳型保持系,利用“籼粳架桥”技术,选育籼稻成分适当、穗形大、花时相对较迟、花药大、花粉量足、花粉抗风性好的籼粳中间型广亲和恢复系,解决制种父母本花时不遇的问题,以达到提高制种产量、降低制种成本目的。充分利用亚种间杂种优势,走“双亲双优”策略,提高杂交粳稻的品质和抗性,研究杂交粳稻配套栽培技术体系,充分发挥杂交粳稻高产、优质的特性。

### 参考文献

- [1] 谢留杰,潘晓颺,段敏,等.水稻粳型不育系研究进展与选育策略[J].浙江农业科学,2015,56(5):625-628,630.
- [2] 浦汉春,周振玲,徐大勇.三系杂交粳稻发展的历史与问题[J].江苏农业科学,2015,43(1):74-77.
- [3] 孙建权,王书玉,薛应征,等.我国杂交粳稻和常规粳稻品质现状比较分析[J].中国种业,2007(8):37-38.
- [4] 胡忠孝,田妍,徐秋生.中国杂交水稻推广历程及现状分析[J].杂交水稻,2016,31(2):1-8.
- [5] 杨振玉,李志彬,东丽,等.中国杂交粳稻发展与展望[J].科学通报,2016,61(35):3770-3777.
- [6] 谢辉,党小景,刘二宝,等.江淮稻区杂交粳稻骨干亲本产量性状配合力的SSR标记位点鉴定[J].作物学报,2016,42(3):330-343.
- [7] 王才林,张亚东,朱镇,等.水稻优质抗病高产育种的研究与实践[J].江苏农业学报,2012,28(5):921-927.
- [8] 东丽,李志彬,张平良,等.我国杂交粳稻育种进展与展望[J].中国稻米,2016,22(5):1-5.
- [9] 林建荣,宋昕蔚,吴明国,等.籼粳超级杂交稻育种技术创新与品种培育[J].中国农业科学,2016,49(2):207-218.

位研究。

### 参考文献

- [1] 高祥照,马文奇,马常宝,等.中国作物秸秆资源利用现状分析[J].华中农业大学学报,2002,21(3):242-247.
- [2] 安成立,杜建,岳秀琴,等.作物秸秆高效综合利用途径探析[J].中国资源综合利用,2004(1):25-27.
- [3] 毛伟,李文西,张富春,等.稻麦轮作制下连续秸秆全量还田对耕地质量的影响[J].江苏农业科学,2012,40(6):361-362.
- [4] 陈留根,张宝生,庄恒扬,等.太湖地区稻田保护性耕作条件下水稻生育期土壤肥力的变化[J].江苏农业学报,2008,24(6):826-832.
- [5] 黄俏丽.秸秆还田和施氮量对水稻产量形成的影响[D].扬州:扬州大学,2007.
- [6] 朱从海,蔡爱琴,严军,等.小麦秸秆还田后施氮量对机插水稻产量的影响[J].中国稻米,2011,17(4):32-34.