

施凯峰, 孙光佑, 李超, 等. 秸秆速腐还田条件下氮肥用量对小麦幼苗生长的影响 [J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10): 94–96.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.028

# 秸秆速腐还田条件下氮肥用量对小麦幼苗生长的影响

施凯峰<sup>1</sup>, 孙光佑<sup>2</sup>, 李超<sup>1</sup>, 朱新开<sup>2</sup>, 盛海君<sup>1,3</sup>

(1. 扬州大学环境科学与工程学院, 江苏扬州 225127; 2 扬州大学江苏省作物遗传生理国家重点实验室培育点, 江苏扬州 225009;

3. 南京农业大学江苏省有机固体废弃物资源化协同创新中心, 江苏南京 210095)

**摘要:** 秸秆还田是生态、低耗、持续的农业生产方式, 缩短秸秆还田腐熟时间, 有利于培育壮苗。设置不同氮肥用量的盆栽试验, 研究微生物速腐秸秆还田条件下氮肥用量对小麦出苗及幼苗生长的影响。结果表明, 秸秆速腐还田可以显著改善土壤的理化性质, 提高土壤氮、钾养分含量。随着氮肥施用量的增加, 小麦幼苗生物量及叶绿素含量, 小麦植株中的氮、磷、钾含量等也随之提高。

**关键词:** 秸秆速腐还田; 氮肥; 小麦; 幼苗; 生物菌肥

**中图分类号:** S512.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0094-03

秸秆还田作为 1 种低耗、持续的农业生产方式, 已成为世界各国农业的共同发展趋势<sup>[1-3]</sup>。秸秆还田有利于改良土壤理化性状、提升土壤肥力<sup>[4-5]</sup>。然而秸秆还田技术在推广过程中存在不少障碍<sup>[6-7]</sup>。刘丽华等调查表明, 近年来江苏省秸秆还田比例均较低, 田间焚烧现象十分严重<sup>[8]</sup>。秸秆焚烧不仅浪费生物资源<sup>[9]</sup>, 而且污染环境、影响交通<sup>[10-18]</sup>。近年来, 各地政府相继制定了促进秸秆综合利用、禁止田间焚烧秸秆的相关政策措施, 但实施效果并不理想。刘娣等认为, 秸秆还田技术是改善农田生态环境的有效手段<sup>[6]</sup>。徐国伟等认为, 秸秆还田改善了土壤的水、肥、气、热状况, 生态效应、生物效应显著, 有利于小麦生长发育, 小麦增产效果显著<sup>[19]</sup>。陈尚洪等研究结果表明, 秸秆覆盖量越多, 作物增产效果越明显<sup>[20]</sup>。季陆鹰等研究认为, 水稻秸秆还田可以显著提高小麦产量, 以半量秸秆还田处理下小麦产量最高<sup>[21]</sup>。江晓东等认为, 1~2 年内秸秆还田对小麦、玉米增产效果不显著<sup>[22]</sup>。Paul 等研粉表明, 一年高留茬还田处理下冬小麦减产 13%, 春小麦减产 5%<sup>[23]</sup>。李录久等研究认为, 施用未经处理的秸秆对当季小麦产量影响不大, 小麦略有减产; 施用秸秆速腐剂后, 小麦产量高于对照处理<sup>[24]</sup>。由于秸秆腐熟过程中会消耗氮素, 施肥不足会影响幼苗对氮素的吸收, 造成幼苗弱小、发黄。本试验采用微生物菌剂对秸秆进行速腐, 研究秸秆速腐还田条件下氮肥用量对小麦出苗及幼苗生长的影响, 旨在为推广秸秆速腐还田技术提供理论依据。

## 1 材料与方法

试验于 2013 年 11 月至 2014 年 3 月在扬州大学环境科

收稿日期: 2014-11-19

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31271642); 国家科技支撑计划(编号: 2013BAD07B09); 江苏省高校自然科学基金重大项目(编号: 13KJA210004)。

作者简介: 施凯峰(1990—), 男, 江苏南通人, 硕士, 主要从事有机固废资源化利用研究。E-mail: 837741255@qq.com。

通信作者: 盛海君, 高级农艺师, 主要从事有机固废资源化利用及植物营养等研究。E-mail: hjsheng@yzu.edu.cn。

学与工程学院人工气候室进行。

### 1.1 材料

供试土壤取自扬州大学农学院小麦试验田。土壤基本理化性质: 有机质含量 18.4 g/kg, 铵态氮含量 3.51 mg/mg, 速效磷含量 77.0 mg/kg, 速效钾含量 155 mg/kg。试验前把土壤磨细过筛(目的是使土壤混合均匀), 将水稻秸秆(有机碳含量为 39.2%)磨成粉状。秸秆速腐剂为南京宁粮生物工程有限公司出品的有机物料腐熟剂(有效活菌数 0.5 亿个/g)。盆钵为塑料盆, 容量约 5 kg, 有孔。供试小麦品种为扬麦 15。

### 1.2 试验设计

采用氮肥用量单因素试验, 设 4 个氮肥处理: N1 (225 kg/hm<sup>2</sup>)、N2 (337.5 kg/hm<sup>2</sup>)、N3 (405 kg/hm<sup>2</sup>)、折算为每盆分别施尿素 1.09、1.62、1.96 g, 以不施氮处理作为对照(CK)。每盆装土 5 kg, 秸秆用量 9 000 kg/hm<sup>2</sup>, 折算为每盆施秸秆 20 g。施磷量(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 135 kg/hm<sup>2</sup>, 折算为每盆施过磷酸钙 0.820 g, 不施钾。2013 年 11 月 14 日将秸秆(已提前 1 d 拌入快腐菌剂, 以促进秸秆快速分解)、尿素(氮肥)、过磷酸钙(磷肥)分别与土壤混匀装盆, 保持土壤含水量为 25%~30%, 25℃下连续培养 15 d, 每处理 5 盆, 重复 3 次。12 月 2 日播种, 每盆播 18 粒种子。出苗后间苗, 每盆留苗 12 株。

### 1.3 方法

培养结束后取土样测定土壤理化性质, 土壤有机质及速效氮、磷、钾含量。12 月 30 日取小麦幼苗测定生物量、根系特征参数等指标。2014 年 3 月 6 日小麦分蘖期取样测定小麦生物量、叶绿素含量、全氮含量、磷含量、钾含量等指标。

**1.3.1 土壤理化性质** 采用环刀法测定土壤密度, 使 20 目风干土壤充满一定容积的环刀, 称量后计算单位体积的烘干土质量。采用称质量法测定土壤最大持水量, 将环刀充满土, 在环刀下垫 1 张滤纸, 用皮筋固定, 放在盘子里, 给盘中倒水, 没过滤纸即可, 隔天将环刀中的土壤取出, 称量后计算单位质量烘干土的最大持水量。采用重铬酸钾容量法-外加热法测定土壤有机质含量。采用 2 mol/L KCl 浸提、靛酚蓝比色法测定土壤铵态氮含量。采用 0.5 mol/L NaHCO<sub>3</sub> 浸提、钼蓝比色

法测定土壤速效磷含量。采用 1.0 mol/L  $\text{NH}_4\text{OAc}$  浸提、火焰分光光度法测定土壤速效钾含量。

1.3.2 小麦根系参数分析 用流水冲洗小麦根系,采用数字化扫描仪将全部根系图像扫描存入计算机,采用与扫描仪配套的 WinRHIZO 根系分析系统(winRHIZO regent instruments, Canada)进行分析,测定小麦根长、根表面积、根体积、根尖数、根平均直径等指标。

1.3.3 小麦生物量 采用称质量法测定小麦地上部、地下部生物量。

1.3.4 叶绿素含量 将小麦叶片剪碎后放入比色管中,用 95% 乙醇浸泡,采用分光光度法测定小麦叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量。

1.3.5 小麦地上部氮、磷、钾含量测定 用硫酸-双氧水消煮小麦地上部,采用淀粉蓝比色法测定全氮含量,采用钼蓝比色法测定全磷含量,采用火焰光度法测定全钾含量,采用水杨酸法测定硝酸盐含量。

表 1 秸秆速腐还田条件下不同氮肥处理对土壤理化性质的影响

处理	土壤密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	土壤最大持水量 (%)	有机质含量 ( $\text{g}/\text{kg}$ )	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量 ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量 ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	速效磷含量 ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	速效钾含量 ( $\text{mg}/\text{kg}$ )
CK	1.01aA	42.7b	18.98a	6.4dD	3.94cB	66bB	183b
N1	0.98bA	43.0ab	18.21a	40.4cC	4.33cB	66bB	220a
N2	0.97bA	43.4ab	18.48a	71.7bB	5.76bAB	83aA	215a
N3	0.81cB	45.2a	18.53a	121.0aA	7.46aA	81aA	216a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。下表同。

2.2 秸秆速腐还田条件下施氮量对小麦出苗及幼苗生长的影响

2.2.1 对小麦出苗及幼苗生物量的影响 由表 2 可知,随着氮肥施入量的增加,小麦根质量降低,地上部质量却极显著增加。这是因为当土壤的养分供应不足或较低时,小麦的根系需要衍生出更多的细根来吸收养分。3 月 7 日,小麦地上部质量随着施氮量的增加而极显著增加(表 2、图 1)。

表 2 秸秆速腐还田条件下不同氮肥处理对小麦幼苗生长的影响

处 理	出苗率 (%)	12-30			03-07
		根鲜质量 ( $\text{g}/\text{株}$ )	茎叶鲜质量 ( $\text{g}/\text{株}$ )	总鲜质量 ( $\text{g}/\text{株}$ )	地上部鲜质量 ( $\text{g}/\text{株}$ )
CK	100	0.417a	0.178b	0.594a	0.598dD
N1	100	0.404ab	0.279a	0.683a	4.670cC
N2	100	0.320bc	0.285a	0.605a	6.240bB
N3	100	0.307c	0.291a	0.598a	7.490aA

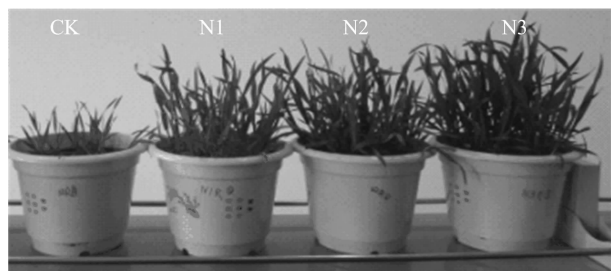


图 1 2014 年 3 月 6 日小麦幼苗生长情况

2.2.2 对小麦幼苗根系特征参数的影响 由表 3 可知,小麦根尖数随着施氮量的增加而减少,但差异不显著。原因在于

## 1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 软件对数据进行处理,采用 SPSS 19.0 软件对数据进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

2.1 秸秆速腐还田条件下不同氮肥施用量对土壤理化性质的影响

由表 1 可知,不同处理对土壤理化性质影响不同,表现为随着氮肥施用量的增加,土壤密度降低,土壤疏松性增强,说明土壤的保水保肥性能变好。土壤最大持水量也随着氮肥施用量的增加而增加,说明土壤蓄水能力变强,调节降水的初渗量也增大。施氮量对土壤有机质含量影响较小,不同氮肥施用量处理下土壤有机质含量差异不显著;土壤硝态氮含量随着施氮量的增加极显著提高;土壤铵态氮含量随着施氮量的增加明显增加;土壤速效磷含量随着施氮量的增加极显著增加;土壤速效钾含量随着施氮量的增加明显增加。

当土壤中的养分含量减少时,小麦的根系需要衍生出更多的次生根来吸收养分。施氮量对小麦根长的影响并不显著。施氮量越多,小麦根表面积、根体积、平均根直径都随之增大。不同施氮量下小麦根体积、平均根直径与对照相比差异极显著,说明增加施氮量对小麦根系发生影响不大,但能促进小麦根系的发育,小麦吸收水分、养分的能力也增强。

表 3 秸秆速腐还田条件下不同氮肥处理对小麦根系特征参数的影响

处理	根尖数 (个/株)	根长 ( $\text{cm}/\text{株}$ )	根表面积 ( $\text{cm}^2/\text{株}$ )	根体积 ( $\text{cm}^3/\text{株}$ )	平均根直径 ( $\text{mm}/\text{株}$ )
CK	604a	262a	27.5c	0.230cC	0.334cC
N1	557a	265a	33.5b	0.337bB	0.402bB
N2	499a	263a	33.6b	0.342bB	0.407bB
N3	485a	262a	37.7a	0.432aA	0.458aA

不同直径内的小麦根长分布如表 4 所示,4 个处理中直径处于  $>0.11 \sim 0.22 \text{ mm}$  (细根)范围内的根长所占总体的比例最大,分别所占总量的 37.8%、31.6%、29.9%、28.0%。氮肥施用量不足的处理中,小麦会产生更多的细根,随着氮肥施用量的增加,小麦粗根比例开始上升。

2.2.3 对小麦幼苗叶绿素含量的影响 叶绿素是植物进行光合作用的色素,其含量高低在一定程度上可以反映植物光合作用水平。由表 5 可知,氮肥施用量越多,小麦幼苗叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量越高。

2.2.4 对小麦 N、P、K 养分含量的影响 由表 6 可知,N1、N2、N3 处理下小麦地上部植株氮含量分别比对照提高 0.2%、10.6%、32.1%;全磷含量与对照相比分别提高了 8.6%、

表 4 秸秆速腐还田条件下不同氮肥处理下小麦不同直径根系长度分布

处理	不同直径根长 (cm/株)					
	0~0.11	>0.11~0.22	>0.22~0.33	>0.33~0.44	>0.44~0.55	>0.55
CK	30.49	98.96	53.34	44.62	16.53	17.65
N1	23.26	83.82	58.37	40.93	26.66	31.89
N2	20.72	79.83	57.55	36.46	24.51	32.24
N3	30.12	86.51	53.70	40.40	26.52	33.58

表 5 秸秆速腐还田条件下不同氮肥处理下小麦幼苗叶绿素含量

处理	苗质量 (g/株)	色素含量 (mg/g)			
		叶绿素 a	叶绿素 b	类胡萝卜素	叶绿素
CK	0.598dD	2.07cB	0.93b	0.59cCD	3.00cC
N1	4.670cC	2.60cB	1.75ab	0.46cC	4.35bcBC
N2	6.240bB	4.11bA	2.22a	0.76bB	6.33abAB
N3	7.490aA	5.54aA	2.42a	0.98aA	7.96aA

表 6 秸秆速腐还田条件下不同氮肥处理下小麦植株地上部氮、磷、钾含量

处理	全氮(不含硝氮)含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量 (g/kg)
CK	4.52aA	0.175aA	4.57a
N1	4.53aA	0.190abAB	4.63a
N2	5.00aAB	0.195bAB	4.78a
N3	5.97bB	0.211cC	5.47a

11.4%、20.6%；全钾含量与对照相比分别提高了 1.3%、4.6%、19.7%，但差异并不显著。

3 结论与讨论

秸秆还田后分解过程需要耗氮，在一定程度上会造成土壤氮的“相对缺乏”，需要在小麦播种时适量补充氮肥，如氮肥施用量不足，会显著影响小麦根系、植株生长。小麦越冬始期植株总质量与不施肥处理相比差异不显著，不能实现壮苗，至拔节期小麦幼苗植株鲜质量与对照差异极显著。本试验条件下，N1、CK 处理下小麦根尖数高于 N2、N3 处理，以 CK 最高。因此，秸秆还田条件下小麦基肥氮肥施用量宜适量增加。本试验条件下，N2、N3 处理下植株生长状况较好，但施氮量具体追加多少需在大田试验条件下明确。小麦拔节期植株体内氮、磷含量在低施氮量条件下略升高但差异不显著，钾含量基本无变化；高施氮量条件下小麦植株体内氮、磷含量明显升高，钾含量上升但差异不显著，说明秸秆还田后肥料的配比方式需要根据实际需求合理调整，以满足小麦对养分的需求。

参考文献：

[1] 常志州,陈新华,杨四军,等. 稻麦秸秆直接还田技术发展现状及展望[J]. 江苏农业学报,2014,30(4):909-914.

[2] 韩永俊,尹大庆,赵艳忠. 秸秆还田的研究现状[J]. 农机化研究,2003(2):39-40.

[3] 范秀莲,曲英杰. 秸秆还田与农业可持续发展[J]. 农机化研究,2002(2):172.

[4] 金亚征,忻龙祚,王建民,等. 华北平原小麦、玉米一年两作区长期秸秆全量还田对夏玉米产量的影响[J]. 江苏农业学报,2014,

30(3):527-533.

[5] 刘继龙,张振华. 秸秆覆盖条件下黑土区不同土层土壤全氮分布特征[J]. 江苏农业科学,2013,41(10):295-296.

[6] 刘 娣,范丙全,龚明波. 秸秆还田技术在中国生态农业发展中的作用[J]. 中国农学通报,2008(6):404-407.

[7] 李正东,李 懋,潘根兴,等. 作物秸秆还田的新问题——对河南商丘地区农民的问卷调查[J]. 中国农学通报,2013,29(32):204-208.

[8] 刘丽华,蒋静艳,宗良纲. 秸秆燃烧比例时空变化与影响因素——以江苏省为例[J]. 自然资源学报,2011,26,24(9):1535-1545.

[9] 孔繁德,高爱明,杨彬然. 生态保护[M]. 北京:中国环境科学出版社,2005:176-181.

[10] Crutzen P J, Andreae M O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles[J]. Science, 1990,250(4988):1669-1678.

[11] Langmann B, Duncan B, Textor C, et al. Vegetation fire emissions and their impact on air pollution and climate[J]. Atmospheric Environment,2009,43(1):107-116.

[12] 杭继琦,陈建江. 野外燃烧秸秆对环境的影响与防治[J]. 环境监测管理和技术,2000,12(2):36-37.

[13] 孟庆江,韩 炜,徐嘉悒. 徐州市秸秆焚烧污染现状及防治对策[J]. 中国资源综合利用,2010,8(8):52-53.

[14] 段凤魁,鲁毅强,狄一安,等. 秸秆焚烧对北京市空气质量的影响[J]. 中国环境监测,2001,17(3):8-11.

[15] 张 红,邱明燕,黄 勇. 一次由秸秆焚烧引起的霾天气分析[J]. 气象,2008,34(11):96-100,130.

[16] 吴 兑. 大城市区域霾与雾的区别和灰霾天气预警信号发布[J]. 环境科学与技术,2008,31(9):1-7.

[17] 金文刚,张 晶,向绍信,等. 秸秆焚烧对玉溪市大气 PM<sub>10</sub> 的影响解析研究[J]. 云南环境科学,2003,22(增刊1):83-85.

[18] 杨朝飞. 顺应农村秸秆利用方式转变的新举措[J]. 环境保护,1999(11):32-35.

[19] 徐国伟,常二华,蔡 建. 秸秆还田的效应及影响因素[J]. 耕作与栽培,2005(1):6-9.

[20] 陈尚洪,朱钟麟,吴 婕,等. 紫色土丘陵区秸秆还田的腐解特征及对土壤肥力的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(6):141-144.

[21] 季陆鹰,葛 胜,朱 伟,等. 稻秸秆不同还田方式对小麦生育进程及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2011,39(4):79-80.

[22] 江晓东,迟淑筠,宁堂原,等. 秸秆还田与施氮量对小麦、玉米产量与品质的影响[J]. 河南农业科学,2010(12):44-47.

[23] Rasmussen P E. 残茬和肥料对免耕小麦产量的效应[J]. 杨健,译. 麦类作物学报,1998,18(4):59-62.

[24] 李录久,杨哲峰,李文高,等. 秸秆直接还田对当季作物产量效应[J]. 安徽农业科学,2000,28(4):450-457.