

# 秸秆还田对冬小麦农田土壤无机氮 和土壤脲酶的影响

赵 鹏<sup>1</sup> 陈 阜<sup>2</sup> 李 莉<sup>3</sup>

(1. 河南农业大学 资源与环境学院 河南 郑州 450002; 2. 中国农业大学 农学与生物技术  
学院 北京 100094; 3. 河南省农业科学院 经济作物研究所 河南 郑州 450002)

**摘要:** 为研究秸秆还田对冬小麦农田土壤无机氮和土壤脲酶的影响,2006–2007 年小麦生长季在河南省滑县进行了田间小区定位试验。结果表明,冬小麦生长后期,10~30 cm 土层,秸秆还田处理土壤硝态氮含量低于秸秆未还田的处理。秸秆还田有利于冬小麦对土壤硝态氮的吸收和利用。秸秆还田影响了土壤铵态氮的分布,提高了土壤铵态氮含量。冬小麦生长前期和成熟期,秸秆还田处理土壤脲酶活性较高,生产管理中应减少氮肥施用;进入抽穗期和灌浆期,秸秆还田处理土壤脲酶活性较低,应增加氮肥施用。

**关键词:** 秸秆还田; 冬小麦; 土壤硝态氮; 土壤铵态氮; 土壤脲酶

中图分类号: S143.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)03-0165-05

## Effects of Straw Mulching on Inorganic Nitrogen and Soil Urease in Winter Wheat Field

ZHAO Peng<sup>1</sup>, CHEN Fu<sup>2</sup>, LI Li<sup>3</sup>

(1. College of Resource and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;  
2. College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;  
3. Industrial Crops Institute, Henan Academy of Agriculture Sciences, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** To study the effects of straw mulching on inorganic nitrogen and soil urease in winter wheat field, fixed-plot field experiments were conducted in the growing season of 2006–2007 in Huaxian County, Henan Province. The results showed that content of soil  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  in 10–30 cm layer of the soil mulched with straw was lower than that in the unmulched soil in late growing period. Straw mulching was favorable to absorption and utilization of soil  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  of winter wheat. Straw mulching also affected distribution of soil  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  and increased soil  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$  content. Since soil urease activity was high in the soil mulched with straw both in early growing period and at maturity of winter wheat, decreasing N application rate was reasonable in production practice. However, during the period from earing to grain filling, soil urease activity was low and then increasing N application rate was reasonable.

**Key words:** Straw mulching; Winter wheat; Content of soil  $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ; Content of soil  $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ ; Soil urease activity

秸秆还田是促进农业可持续发展的有效途径。很多研究表明,秸秆还田对农田生态系统产生重大影响,它可增加土壤有机质含量<sup>[1,2]</sup>,提高土壤有效养分含量<sup>[3,4]</sup>,提高作物产量和品质<sup>[5-7]</sup>。土壤酶活性是衡量土壤肥力高低的可靠的生物学指标之一,土壤中所有的生物化学反应主要取决于微生物酶的活性<sup>[8,9]</sup>。土壤脲酶对土壤和肥料的氮素转化

起着重要作用<sup>[10]</sup>,与土壤肥力关系十分密切<sup>[11]</sup>,脲酶可以加速土壤中潜在养分的有效化,因而检测土壤中脲酶活性可以作为衡量土壤肥力的指标之一,并能部分反映土壤生产力。土壤脲酶活性与全氮、速效氮呈极显著相关,与有机碳呈显著相关<sup>[12-14]</sup>。李贵桐等<sup>[15]</sup>认为,秸秆还田可使土壤表层无机氮含量增加;高秀君等<sup>[16]</sup>认为,秸秆还田可使春小麦土

收稿日期: 2010-04-09

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD17B09); 河南省基础与前沿技术研究计划项目(92300410007)

作者简介: 赵 鹏(1967-),男,河南滑县人,副教授,主要从事植物营养和农作制度研究。

壤脲酶活性呈现“先上升,拔节期出现峰值后逐渐下降,而灌浆期到收获后又处于回升阶段”的特征;劳秀荣等<sup>[7]</sup>认为,秸秆还田可使土壤速效氮、脲酶活性提高2~9倍,极大地提高了土壤供氮能力;贾伟等<sup>[8]</sup>认为,秸秆还田能提高土壤脲酶活性。2006~2007年,在河南省滑县试验基地研究了秸秆还田对冬小麦农田土壤无机氮和土壤脲酶的影响,旨在为合理利用秸秆,科学制定施肥方案,提高小麦产量提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验于2006~2007年在滑县试验基地进行。基地年平均温度 $14^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $4\,582^{\circ}\text{C}$ ,年总辐射量 $4\,782\text{ MJ/m}^2$ ,年降雨量 $617\text{ mm}$ 。供试土壤为壤土,有机质 $6.37\text{ g/kg}$ 、碱解氮 $87.05\text{ mg/kg}$ 、速效磷 $9.59\text{ mg/kg}$ 、速效钾 $110\text{ mg/kg}$ ,pH 8.4。

施氮(N)量设0,90,180,270,360  $\text{kg/hm}^2$  5个水平。试验采用二因素随机区组设计,施氮与秸秆还田组合共10个处理(用N表示施N处理,S表示秸秆还田处理),依次为N0、N90、N180、N270、N360、S+N0、S+N90、S+N180、S+N270和S+N360,3次重复,共30个小区,小区面积 $36\text{ m}^2$ ,小区间隔 $0.3\text{ m}$ 。供试冬小麦品种为周麦14,播种量 $225\text{ kg/hm}^2$ ,行距 $25\text{ cm}$ 。前茬夏玉米的秸秆粉碎后全量(约 $7\,500\text{ kg/hm}^2$ )还田,随耕地翻埋(深度 $25\sim 30\text{ cm}$ )地下(秸秆不还田处理的除外)。翻地时施用磷肥( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) $90\text{ kg/hm}^2$ ,钾肥( $\text{K}_2\text{O}$ ) $75\text{ kg/hm}^2$ ;氮肥(N)的50%于整地、划小区后施入,50%于小麦拔节期结合浇水开沟施入。供试氮肥、磷肥、钾肥分别为尿素、过磷酸钙、氯化钾。

### 1.2 测定项目与方法

于小麦越冬前、返青、拔节、抽穗、灌浆期,在土壤 $0\sim 30\text{ cm}$ 深度,每 $10\text{ cm}$ 取一个土样。

土壤无机氮(硝态氮和铵态氮)的测定:新鲜土样带回实验室后立即过 $5\text{ mm}$ 筛,充分混匀后取 $20\sim 30\text{ g}$ 放入铝盒中, $105^{\circ}\text{C}$ 下烘干,测定土壤水分,另称取 $12.00\text{ g}$ 过 $5\text{ mm}$ 筛的新鲜土壤样品于 $180\text{ mL}$ 的塑料瓶中,加入 $100\text{ mL }0.01\text{ mol/L}$ 的 $\text{CaCl}_2$ 溶液,振荡 $1\text{ h}$ ,过滤,滤液冷冻保存。测定前将滤液解冻,采用连续流动分析仪法(TRAACS2000,BRAN+LUEBBE公司,德国)测定硝态氮和铵态氮。

参照文献<sup>[19]</sup>测定土壤脲酶活性。

### 1.3 数据分析

所有试验数据采用SPSS软件分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 秸秆还田对冬小麦农田 $0\sim 30\text{ cm}$ 土壤硝态氮的影响

由表1可以看出,冬小麦越冬期,在施N量相同情况下,与秸秆未还田处理相比, $0\sim 10\text{ cm}$ 土层,除不施N和施N $270\text{ kg/hm}^2$ 外,均以秸秆还田处理土壤硝态氮含量较高; $10\sim 20\text{ cm}$ 土层,除施N $360\text{ kg/hm}^2$ 外,均表现为秸秆还田处理土壤硝态氮含量较高; $20\sim 30\text{ cm}$ 土层,均以秸秆还田处理土壤硝态氮含量较高。说明随着土层深度的增加,秸秆还田提高土壤硝态氮含量的效果更加明显。

拔节期,在施N量相同情况下,与秸秆未还田处理相比, $0\sim 10\text{ cm}$ 土层,除施N $270,360\text{ kg/hm}^2$ 外,均以秸秆还田的土壤硝态氮含量较低; $10\sim 20\text{ cm}$ 土层,除不施N和施N $180\text{ kg/hm}^2$ 外,均表现为秸秆还田处理土壤硝态氮含量较高; $20\sim 30\text{ cm}$ 土层,在施N $270\text{ kg/hm}^2$ 和施N $360\text{ kg/hm}^2$ 时,均以秸秆还田土壤硝态氮含量较高。说明在施N $270\text{ kg/hm}^2$ 和 $360\text{ kg/hm}^2$ 时,秸秆还田提高了 $10\sim 20\text{ cm}$ 和 $20\sim 30\text{ cm}$ 土层的土壤硝态氮含量。

抽穗期,秸秆还田对 $0\sim 30\text{ cm}$ 土壤硝态氮含量的影响规律不明显。

灌浆期,在施N量相同情况下,与秸秆未还田处理相比, $0\sim 10,20\sim 30\text{ cm}$ 土层,除不施N外,均以秸秆还田土壤硝态氮含量较低; $10\sim 20\text{ cm}$ 土层,均表现为秸秆还田土壤硝态氮含量较低。说明秸秆还田降低了 $0\sim 30\text{ cm}$ 土壤硝态氮含量。

收获期,在施N量相同情况下,与秸秆未还田处理相比, $0\sim 10\text{ cm}$ 土层,均表现为秸秆还田处理土壤硝态氮含量较高; $10\sim 20\text{ cm}$ 土层,均以秸秆还田处理土壤硝态氮含量较低; $20\sim 30\text{ cm}$ 土层,除施N $90\text{ kg/hm}^2$ 外,均表现为秸秆还田处理土壤硝态氮含量较低。说明随着土层深度增加,秸秆还田降低了土壤硝态氮含量。

### 2.2 秸秆还田对冬小麦农田 $0\sim 30\text{ cm}$ 土壤铵态氮的影响

从表2可以看出,冬小麦越冬期,施N量相同情况下,与秸秆未还田处理相比, $0\sim 10\text{ cm}$ 土层,均以秸秆还田处理土壤铵态氮含量较高; $10\sim 20\text{ cm}$ 土层,除施N $90,180\text{ kg/hm}^2$ 外,均表现为秸秆还田处理土壤铵态氮含量较高; $20\sim 30\text{ cm}$ 土层,均以秸秆还田处理土壤铵态氮含量较高。说明在 $0\sim 10\text{ cm}$ 和 $20\sim 30\text{ cm}$ 土层,秸秆还田提高了土壤铵态氮含量。

拔节期 秸秆还田提高了各土层土壤铵态氮含量。

表 1 小麦不同生育时期 0 ~ 30 cm 土壤硝态氮含量

Tab.1 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N content in 0 – 30 cm soil at different growth stages in winter wheat											kg/hm <sup>2</sup>
生育时期 Stage	土层/cm Soil layer	处理 Treatment									
		N0	N90	N180	N270	N360	S + N0	S + N90	S + N180	S + N270	S + N360
越冬期 Trough winter	0 ~ 10	3.2f	4.5e	3.4f	6.2cd	7.7b	2.0g	5.8d	6.7c	4.2e	9.9a
	10 ~ 20	4.2e	6.4d	8.4c	9.5bc	13.2a	4.6e	6.4d	8.4c	9.8b	9.9b
	20 ~ 30	4.6f	12.4d	13.2d	9.6e	16.5c	9.9e	16.4c	17.0c	21.1b	23.6a
拔节期 Jointing	0 ~ 10	4.4d	4.7d	6.4cd	5.6cd	7.5c	1.1e	2.2e	6.1cd	9.7b	29.8a
	10 ~ 20	3.9ef	5.6e	12.2c	8.4d	10.8cd	3.0f	5.7e	10.5cd	17.1b	33.4a
	20 ~ 30	1.5g	5.6g	10.8de	9.3ef	13.5c	1.8g	3.1fg	6.0fg	22.1b	80.9a
抽穗期 Earing	0 ~ 10	4.7g	6.4g	26.0f	52.1d	163.1a	2.1g	6.1g	34.8e	88.8c	146.9b
	10 ~ 20	3.9f	7.7f	15.6e	61.9c	90.7b	2.2f	4.6f	16.9	32.6d	110.6a
	20 ~ 30	5.4e	7.1e	14.5d	37.2b	66.7a	3.0e	4.3e	16.0d	22.7c	66.4a
灌浆期 Grain filling	0 ~ 10	4.9d	7.9d	16.1c	45.4b	51.9a	5.1d	5.4d	7.2d	9.0d	13.2c
	10 ~ 20	4.2g	9.7de	18.7c	24.3b	58.1a	4.0g	6.4ef	6.7ef	10.5d	20.5c
	20 ~ 30	3.6e	9.8d	14.5c	26.5b	78.8a	4.1e	2.6e	2.7e	5.4e	13.6cd
收获期 Maturity	0 ~ 10	15.0f	16.2f	18.7ef	22.8de	30.7c	18.6ef	19.2ef	26.1cd	41.1b	54.9a
	10 ~ 20	14.5f	30.3cd	33.7cd	110.8b	153.3a	12.3f	19.3ef	25.4de	35.3c	105.1b
	20 ~ 30	9.6f	11.3ef	26.2d	135.8b	199.6a	9.3f	14.6def	15.9def	23.4de	91.7c

注: 表中同一行数据后不同字母表示差异显著( *P* < 0.05) 。下同。  
Note: Values followed by a different letter within a column are significantly different at *P* < 0.05. The same as below.

表 2 小麦不同生育时期农田土壤 0 ~ 30 cm 土壤铵态氮含量

Tab.2 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N content in 0 ~ 30 cm soil at different growth stages in winter wheat											kg/hm <sup>2</sup>
生育时期 Stage	土层/cm Soil layer	处理 Treatment									
		N0	N90	N180	N270	N360	S + N0	S + N90	S + N180	S + N270	S + N360
越冬期 Trough winter	0 ~ 10	6.3e	7.4e	9.6d	10.5d	12.2c	9.5d	9.6d	11.9c	14.8b	16.4a
	10 ~ 20	8.8d	10.2d	13.7c	13.5c	16.6b	10.3d	9.7d	13.3c	16.9b	19.9a
	20 ~ 30	9.2f	12.6d	12.2d	10.9def	11.9de	10.2ef	14.3c	17.3ab	16.7b	18.6a
拔节期 Jointing	0 ~ 10	8.9f	11.7de	12.5de	18.2c	18.2c	10.3de	13.3d	25.2b	28.6b	38.5a
	10 ~ 20	10.4f	12.3de	12.3de	16.1d	22.1c	14.4de	17.0d	31.2b	53.0a	57.4a
	20 ~ 30	11.1g	14.4fg	14.9fg	19.1ef	25.2d	17.1f	22.2de	31.1c	40.5b	67.2a
抽穗期 Earing	0 ~ 10	8.6bc	9.8b	8.3c	9.9b	5.7d	5.6de	4.1f	4.4def	4.3ef	11.8a
	10 ~ 20	10.1a	9.9a	10.2a	10.1a	7.2b	6.7b	4.7c	5.3c	5.0c	8.0b
	20 ~ 30	7.8b	7.5b	9.5a	7.5b	8.4b	8.2b	6.0c	3.7d	4.2d	8.3b
灌浆期 Grain filling	0 ~ 10	6.1ef	6.8def	7.1de	6.5def	5.3f	7.4cde	8.9ab	7.8bcd	9.2ab	9.5a
	10 ~ 20	5.2e	6.1bcde	5.6cde	6.5bc	5.3e	5.4de	6.4bc	6.8b	7.9a	8.3a
	20 ~ 30	6.9bc	5.4cd	7.8b	4.4e	5.1cd	7.6b	5.8bc	10.1a	10.4a	10.4a
收获期 Maturity	0 ~ 10	6.6de	10.9bc	9.9bcd	8.2cde	6.2e	10.9bc	12.5b	8.3cde	12.4b	18.9a
	10 ~ 20	11.6bc	6.3e	7.9de	9.9bcd	8.0de	12.4ab	15.5a	8.8cde	12.5ab	12.0bc
	20 ~ 30	9.5bc	6.7c	7.2c	9.2b	10.6ab	10.7ab	9.8bc	13.5a	10.1ab	12.4ab

抽穗期 ,在施 N 量相同情况下 ,与秸秆未还田处理相比 0 ~ 10 cm 和 10 ~ 20 cm 土层 除施 N 360 kg/hm<sup>2</sup> 外 ,均以秸秆还田处理土壤铵态氮含量较低; 20 ~ 30 cm 土层 ,除不施 N 外 ,均表现为秸秆还田处理土壤铵态氮含量较低。说明秸秆还田降低了各土层土壤铵态氮含量。

灌浆期 施 N 量相同情况下 ,与秸秆未还田处理相比 ,各土层均以秸秆还田处理的土壤铵态氮较高。

收获期 施 N 量相同情况下 ,与秸秆未还田处理相比 0 ~ 10 cm 土层 除施 N 180 kg/hm<sup>2</sup> 外 ,均表现为秸秆还田处理土壤铵态氮较高; 10 ~ 20 cm 和 20 ~ 30 cm 土层 均以秸秆还田处理土壤铵态氮较高。

由以上分析可知 随着冬小麦生育期的推进 秸

秆还田提高了土壤铵态氮的含量。

2.3 秸秆还田对冬小麦农田土壤 0 ~ 30 cm 土壤脲酶活性的影响

由表 3 可以看出 ,冬小麦越冬期 ,同样的施氮量 ,与秸秆未还田处理相比 0 ~ 10 20 ~ 30 cm 土层 均以秸秆还田处理土壤脲酶活性较高; 10 ~ 20 cm 土层 除施 N 90 270 kg/hm<sup>2</sup> 外 ,均表现为秸秆还田处理土壤脲酶活性较高。

拔节期 相同的施氮量 ,与秸秆未还田处理相比 ,各土层均以秸秆还田处理土壤脲酶活性较高。

抽穗期 相同施氮量下 ,与秸秆未还田处理相比 0 ~ 10 cm 土层 ,均以秸秆还田处理土壤脲酶活性较低; 10 ~ 20 cm 土层 除不施 N、施 N 90 kg/hm<sup>2</sup>

外 均表现为秸秆还田处理土壤脲酶活性较高; 20 ~ 30 cm 土层 除施 N 90 kg/hm<sup>2</sup> 外 均以秸秆还田处理土壤脲酶活性较高。

灌浆期 相同施氮量下 与秸秆未还田处理相比 0 ~ 10 cm 土层 除施 N 360 kg/hm<sup>2</sup> 外 均表现为秸秆还田处理土壤脲酶活性较低; 10 ~ 20 cm 土层 均以秸秆还田处理土壤脲酶活性较低; 20 ~ 30 cm 土层 除不施 N 外 均表现为秸秆还田处理土壤脲

酶活性较低。  
收获期 相同施氮量下 与秸秆未还田处理相比 各土层均表现为秸秆还田处理土壤脲酶活性较高。  
从以上分析可以看出 在冬小麦的生长前期 秸秆还田处理土壤脲酶活性较高; 进入抽穗期和灌浆期 秸秆还田处理土壤脲酶活性较低; 至收获期 秸秆还田处理土壤脲酶活性较高。这种变化可能与秸秆还田影响土壤氮素转化和供氮能力有关。

表 3 小麦不同生育时期土壤 0 ~ 30 cm 土壤脲酶活性

Tab. 3 Soil urease activity in 0 ~ 30 cm soil at different growth stages in winter wheat											U/g
生育时期 Stage	土层/cm Soil layer	处理 Treatment									
		N0	N90	N180	N270	N360	S + N0	S + N90	S + N180	S + N270	S + N360
越冬期 Trough winter	0 ~ 10	225c	279. 5b	309. 6b	354. 2ab	290. 6bc	353. 2ab	332. 9ab	401. 2a	397. 1b	334. 9ab
	10 ~ 20	260. 7c	331. 4abc	345. 9abc	421. 9a	276. 7bc	389. 5bc	317. 7abc	401. 3a	392. 1a	365abc
	20 ~ 30	167. 7cd	164. 4cd	192. 5cd	214. 2bcd	166. 4d	246. 5ab	217. 1bc	247. 1ab	270. 6a	204. 8bcd
拔节期 Jointing	0 ~ 10	249. 4c	375. 8bc	463. 8abc	319. 8bc	317. 2bc	591. 3ab	724. 4a	562. 7ab	526abc	512. 2abc
	10 ~ 20	282. 9c	342. 6bc	380. 6bc	310. 1c	304. 4c	660. 6abc	876. 1a	522. 7abc	610. 2abc	707. 7ab
	20 ~ 30	152. 9ca	187. 0c	219. 0c	150. 7c	205. 5c	331. 0bc	526. 5a	451. 1ab	289. 2bc	342. 1bc
抽穗期 Earing	0 ~ 10	567. 9a	565. a8	510. a7	536. 7a	487. 0a	407. 3a	414. 4a	350. 1a	480. 5a	378. 8a
	10 ~ 20	539. 3a	489. 9a	379. 9a	446. 1a	511. 6a	438. 8a	334. 5a	484. 7a	518. 5a	528. 8a
	20 ~ 30	276. 1a	273. 4a	218. 7a	210a	261. 4a	315. 5a	229. 9a	280. 9a	346. 6a	272. 3a
灌浆期 Grain filling	0 ~ 10	804. 8a	708. 7ab	644. 5abcd	621. 7abcd	591. 1bcd	612. 5abcd	546. 6bcd	470cd	448. 5d	656. 0abc
	10 ~ 20	675. 7a	564. 1ab	623ab	526. 9ab	532. 2ab	524. 4ab	523. 0ab	442. 7b	500. 0ab	480. 4ab
	20 ~ 30	231. 3a	175. 3a	227. 6a	195. 6a	187. 4a	310a	378. 4a	175. 5a	179. 5a	152. 8a
收获期 Maturity	0 ~ 10	159. 9d	208. 7cd	220. 8cd	209. 2cd	236. 7bc	280. 6abc	247. 7bc	299. 4ab	324. 6a	341. 2a
	10 ~ 20	138. 6e	167. 6cde	153. 5de	156. 5de	140. 9de	212. 4bcde	228. 6abc	289. 7a	214. 4bcd	272. 7ab
	20 ~ 30	56. 7a	57. 5a	61. 5a	50. 6a	63a	80. 1a	79. 4a	85a	92. 5a	83. 6a

3 结论与讨论

本试验表明 冬小麦生长后期 在等量施 N 情况下 10 ~ 30 cm 土层 秸秆还田处理的土壤硝态氮含量低于秸秆未还田处理。这可能是由于秸秆还田提高了冬小麦的氮素利用效率<sup>[20]</sup> 冬小麦从土壤中吸收了较多的硝态氮 而造成留在土壤中的硝态氮含量较少。这也说明秸秆还田有利于冬小麦对土壤硝态氮的吸收和利用 因此 应提倡秸秆还田。

在北方干旱、半干旱地区作物吸收氮主要以硝态氮形式进行 硝态氮含量随作物生长季节的变化而变化<sup>[21-22]</sup>; 对同一土层或一个土壤剖面 土壤铵态氮的含量相对稳定 其含量不受施氮水平和时期的影响 因此 在植物营养诊断中 常常直接将土壤硝态氮含量作为诊断指标 而不考虑土壤铵态氮含量<sup>[23]</sup>。而本试验的结果表明 麦玉两熟秸秆还田条件下 不同时期不同施氮水平对土壤铵态氮的含量产生了显著的影响 变化幅度较大。其原因可能是秸秆还田配施化学氮肥后 对土壤硝化作用的进程和强度产生了比较大的影响。因此 建议在秸秆还田地区进行植物营养诊断时 不能仅将土壤硝态氮含量作为诊断指标 还应考虑土壤铵态氮含量。

土壤脲酶活性与土壤氮素营养有一定的关系。关于土壤脲酶与土壤氮素之间的关系 有研究认为 小麦各生育时期土壤脲酶活性变化规律与小麦需肥规律有一定的协调性 小麦从分蘖到起身为营养生长期 由于积累干物质比较少 需氮也相应较少 此期土壤脲酶活性也较低; 从拔节到开花为小麦生殖生长期 吸收氮最多 可占总吸收氮的 90% 以上 此期土壤脲酶活性迅速提高并达到最高峰<sup>[24]</sup>。深耕土层下部的土壤脲酶活性在作物生育后期显著增强 表明土壤氮素的转化得到加强 从而改善了作物的氮素营养。土壤脲酶活性在作物生长旺盛期活性增强 有利于作物吸收养分。土壤脲酶活性与土壤有机质、全氮量密切相关<sup>[25]</sup>。土壤肥力水平较高的土壤中过氧化氢酶、转化酶和脲酶活性均高于土壤肥力较低或中等肥力水平的土壤酶活性<sup>[26]</sup>。土壤脲酶活性愈强 作物产量水平愈高<sup>[24]</sup>。本试验结果显示 在冬小麦的生长前期和成熟期 秸秆还田处理的土壤脲酶活性较高 表明土壤供氮能力较强 因此要少施氮肥; 进入抽穗期和灌浆期 秸秆还田处理的土壤脲酶活性较低 表明土壤供氮能力较弱 此时期小麦需要大量氮素 所以要增加氮肥施用。

参考文献:

[1] 牛灵安,秦耀生,郝晋珉,等. 曲周试区秸秆还田配施氮磷钾的效应研究[J]. 土壤肥料,1998(6):32-35.

[2] 逢蕾,黄高宝. 不同耕作措施对旱地土壤有机碳转化的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(3):110-113.

[3] 刘巽浩,高旺盛,朱文珊. 秸秆还田机理与技术模式[M]. 北京: 中国农业出版社,2001:14-15.

[4] 曾木祥,王蓉芳,彭世琪,等. 我国主要农区秸秆还田试验总结[J]. 土壤通报,2002,33(5):336-339.

[5] 刘义国,林琪,王月福. 秸秆还田与氮肥耦合对冬小麦特性及产量形成的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(1):42-44.

[6] 刘世平,陈后庆,陈文林,等. 稻麦两熟制不同耕作方式与秸秆还田对小麦产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报,2007,27(5):839-863.

[7] 郭予琦. 芝麻饼肥、秸秆还田与化肥配施条件下烤烟生长及品质表现[J]. 河南农业科学,2004(3):32-35.

[8] 沈善敏. 中国土壤肥力[M]. 北京: 中国农业出版社,1998:111-151.

[9] 李春霞,陈阜,王俊忠,等. 秸秆还田与耕作方式对土壤酶活性动态变化的影响[J]. 河南农业科学,2006(11):68-70.

[10] 和文祥,朱铭莪. 陕西土壤脲酶活性与土壤肥力关系分析[J]. 土壤学报,1997,34(4):392-397.

[11] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社,1986:115-183.

[12] 李军,孙宏德. 黑土的酶活性与施肥和产量的相关分析[J]. 土壤通报,1986,17(7):37-41.

[13] 李博文,杜孟庸,刘树庆,等. 冀中冲积平原潮土的酶活性[J]. 河北农业大学学报,1991,14(4):33-36.

[14] 廖铁军,黄云. 紫色土脲酶活性与土壤营养的研究[J]. 西南农业大学学报,1995,17(1):72-75.

[15] 李贵桐,赵紫娟,黄元仿,等. 秸秆还田对土壤氮素转化的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(2):162-167.

[16] 高秀君,张仁陟,杨招弟. 不同耕作方式对旱地土壤酶活性动态的影响[J]. 土壤通报,2008,39(5):1012-1016.

[17] 劳秀荣,吴子一,高燕春. 长期秸秆还田改土培肥效应的研究[J]. 农业工程学报,2002,18(2):49-52.

[18] 贾伟,周怀平,解文艳,等. 长期秸秆还田秋施肥对褐土微生物碳、氮量和酶活性的影响[J]. 华北农学报,2008,23(2):138-142.

[19] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社,1986:297-298.

[20] 赵鹏,陈阜. 秸秆还田配施化学氮肥对冬小麦氮效率和产量的影响[J]. 作物学报,2008,34(6):1014-1018.

[21] 刘微,赵同科. 冬小麦土壤无机氮淋失规律及灌水施氮量的推荐[J]. 农业环境科学学报,2006,25(6):1541-1546.

[22] 谢经荣,戴祥韵,黄元仿,等. 京郊不同农业种植制度下土壤中无机氮周年变化规律[J]. 土壤通报,1996,27(3):111-113.

[23] 崔振岭,徐久飞,石立委,等. 土壤剖面硝态氮含量的快速测试方法[J]. 中国农业大学学报,2005,10(1):10-12,25.

[24] 刘凯,杨华球. 土壤脲酶活性与土壤肥力关系研究再报[J]. 百泉农专学报,1982(2):9-12.

[25] 刘建新. 不同农田土壤酶活性与土壤养分相关关系研究[J]. 土壤通报,2004,35(4):523-525.

[26] 杨捻年. 土壤酶活性与土壤肥力相关性的探讨[J]. 湖北大学学报:自然科学版,1985(1):84-86.