

# 不同施氮方式对玉米产量及 N<sub>2</sub>O 排放的影响

刘慧颖, 华利民, 张 鑫

(辽宁省农业科学院植物营养与环境资源研究所, 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:**通过3年定位试验,采用静态箱/气相色谱法对壤质草甸土区玉米生产进行了全生长季 N<sub>2</sub>O 排放通量的观测,分析了不同施氮方式对 N<sub>2</sub>O 排放总量、排放系数和玉米产量的影响。结果表明:减少氮肥用量 20%的缓控释肥处理与秸秆还田配化肥处理产量最高,而且二者间差异不显著;秸秆还田促进了农田土壤 N<sub>2</sub>O 排放,使得秸秆还田配化肥处理的年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量最高,达到 1.50 kg N·hm<sup>-2</sup>;年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量与施肥量之间相关系数达到了 0.97;随着试验年限的增加,N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数受施肥量的影响逐年增加,相关系数从 2009 年的-0.015 增加到 2011 年的 0.624。因此不同施氮方式对 N<sub>2</sub>O 季节排放的影响需要通过多年定位来准确把握,同时在研究农田 N<sub>2</sub>O-N 季节排放时要适当考虑植株生长过程中 N<sub>2</sub>O 的排放。兼顾产量和减排 2 个因素,建议推广缓控释肥的减量施用。

**关键词:**氮肥;玉米;产量;N<sub>2</sub>O 排放

**中图分类号:**S147.3

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-4944(2013)05-0076-05

## Effect of Different N Application Methods on Yield, N<sub>2</sub>O Emission of Maize

LIU Hui-ying, HUA Li-min, ZHANG Xin

(Institute of Plant Nutrition and Environmental Resources, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** Manual static opaque chamber/gas chromatography was used to measure the growing seasonal fluxes of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) of maize in a 3-year field experiment. The effects of no nitrogen fertilization (CK), traditional fertilization (FP), optimized N fertilization (OPT), optimized N fertilization with straw returning (OPTS) and control-released fertilization (CRF) on inter-annual maize yield, seasonal total N<sub>2</sub>O fluxes and N<sub>2</sub>O emission factors (EF) from loamy meadow soil were investigated. The results showed that maize yields of CRF and OPTS were similar, which were all higher than those of CK, FP, OPT treatments. Straw returning increased N<sub>2</sub>O emissions and the average N<sub>2</sub>O emission peak within 3 years of OPTS was up to 1.50 kg N·hm<sup>-2</sup>. Nitrogen fertilization amount and seasonal total N<sub>2</sub>O fluxes were significant correlated with an R<sup>2</sup> of 0.97. Correlation coefficient between EF and nitrogen fertilization amount increased from -0.015 to 0.624 within 3 years. Therefore, the study on farmland N<sub>2</sub>O-N emission could be accurate by long-term monitoring and should be appropriate to consider the plant N<sub>2</sub>O-N emission. With attention to both yield and N<sub>2</sub>O-N emission reduction, reduced application of controlled-release fertilization was recommended.

**Keywords:** N application; maize; yield; N<sub>2</sub>O emission

我国温室气体排放总量大,已居世界第二,且增加速度较快,2005年农业源温室气体排放量比1994年增加24%,人均排放量低的优势正在逐渐丧失。除

工业生产外,农业活动是最重要的人为温室气体排放源,而 N<sub>2</sub>O 是最重要的温室气体之一<sup>[1]</sup>,其对全球变暖的贡献约占温室气体总贡献的 5%~10%,农业土壤 N<sub>2</sub>O 排放量占人类活动排放总量的 46%<sup>[2]</sup>。随着全球节能减排呼声的加大,我国农业温室气体减排工作迫在眉睫。同时玉米是我国主要粮食作物,2009年玉米产量占全国粮食产量的 31.4%,其种植面积占全国粮食作物播种面积的 28%<sup>[3]</sup>。2011年仅东北三省玉米种植面积就达到了 0.11 亿 hm<sup>2</sup>,约占整个东北耕地面积

收稿日期:2013-06-06

**基金项目:**农业部农业公益性行业科研专项经费项目“环渤海区域农业碳氮平衡定量评价及调控技术研究”(200803036);农业部农业公益性行业科研专项经费项目“农业源温室气体监测与控制技术研究”(201103039)

**作者简介:**刘慧颖(1970—),女,辽宁锦州人,硕士,研究员,主要从事植物营养与环境资源研究。E-mail:liujinhuiying@126.com

的 46%。因此,玉米增产稳产是保证国家粮食安全和 2012 年农业部实施东北玉米“双增二百”科技行动的实际需求。然而,肥料是一把双刃剑,随着肥料的作用被广大农民所认可,生产中肥料的投入也日益增多,近年来也出现了诸多不合理施肥引起对土壤、水体、空气污染的报道。未来的玉米生产肩负着稳产和减排的双重任务。因此,本项研究的主要目的在于保证玉米稳产或增产前提下,筛选减少玉米田  $N_2O$  排放的切实有效的施肥技术。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验于 2009 年起始,布置在辽宁凌海市农业技术推广中心科技示范场,位于凌海市新庄子镇曹家村。在试验年限内的该地区气候条件如下:2009 年年平均气温  $9.2\text{ }^\circ\text{C}$ ,较历年偏高  $0.3\text{ }^\circ\text{C}$ ,上半年气温偏高,6 月份与历年持平,7—9 月偏高、10—12 月偏低;2009 年降雨量仅为  $261.9\text{ mm}$ ,1—5 月降水量较历年多  $37.7\text{ mm}$ ,7—10 月较历年少  $191.5\text{ mm}$ ,玉米季  $\geq 10\text{ }^\circ\text{C}$  积温  $3\ 378.8\text{ }^\circ\text{C}$ ,较 2004—2008 年多  $79.5\text{ }^\circ\text{C}^{[4]}$ 。2010 年凌海全区平均气温  $8.3\text{ }^\circ\text{C}$ ,较常年偏低  $0.6\text{ }^\circ\text{C}$ ,冬季、春季气温比常年偏低,夏季、秋季比常年偏高;全区平均降水量为  $975.8\text{ mm}$ ,较历年多 4~5 成,是近 10 年同期降水量最多的一年。2011 年全区平均气温  $8.7\text{ }^\circ\text{C}$ ,降水总量为  $446.9\text{ mm}$ 。

供试土壤前茬为蔬菜,土壤类型为耕型壤质草甸土,耕层土壤养分状况描述如表 1 所示。

### 1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,共设 5 个处理,每个处理 3 次重复,每一个小区面积为  $30.8\text{ m}^2$ 。处理如表 2 所示。

处理 2 为当地农民习惯施肥量;处理 3 为“3414 试验”的理论建议施肥量;处理 4 在减量施肥基础上配合秸秆还田;处理 5 将尿素替换为包膜尿素形态。

处理 2、处理 3、处理 4 于春季播种时施入氮肥总量  $1/3$ ,7 月上旬追施氮肥总量  $2/3$ 。2008—2010 年每年 11 月将处理 4 玉米秸秆还田,还田量为  $7\ 500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,平均携入 N 量为  $40\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。分别于 2009 年、

表 2 试验设计

处理	代码	N/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	$\text{P}_2\text{O}_5$ / $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	$\text{K}_2\text{O}$ / $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$	施氮方式
不施氮	CK	0	39.75	52.5	
农民习惯施肥	FP	263	39.75	52.5	基:追=1:2
优化施肥	OPT	210	39.75	52.5	基:追=1:2
化肥+秸秆还田	OPTS	210+40	39.75	52.5	基:追=1:2
缓控释肥	CRF	210	39.75	52.5	基:追=3:0

2010 年、2011 年 5 月中旬播种,磷钾肥作为基肥一次性施入。于每年 10 月中旬收获,生长周期  $145\sim 150\text{ d}$ ,试验区田间管理同大田。玉米品种为金城 29,一年一熟制,种植密度为  $45\ 477\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。尿素为辽宁华锦通达化工股份有限公司生产,含量为 46.4%;磷肥为过磷酸钙,秦皇岛抚宁化工有限公司生产,含  $\text{P}_2\text{O}_5$  12%;钾肥为硫酸钾,由盘锦恒兴化工有限责任公司生产,含  $\text{K}_2\text{O}$  50%;包膜尿素为山东金正大集团生产,含氮 35%。

### 1.3 采样及测定方法

土壤 pH 值用电位法;全氮用凯氏法;全磷用氢氧化钠熔融钼锑抗比色法;全钾用氢氧化钠熔融-火焰光度法;硝态氮、铵态氮用  $\text{CaCl}_2$  浸提-流动分析仪测定。

$\text{N}_2\text{O}$  气体采集测定采用静态暗箱-气相色谱法<sup>[5-6]</sup>,田间不锈钢采样箱( $50\text{ cm}\times 50\text{ cm}\times 50\text{ cm}$ )外覆绝热材料,观测中箱内温度变化  $< 2\text{ }^\circ\text{C}$ 。采样箱底座也为不锈钢材质,埋入土壤  $20\text{ cm}$ ,距离地表  $10\text{ cm}$  以下的每个侧壁上有 9 个直径  $2\text{ cm}$  的圆孔,底座顶端有深、宽均为  $3\text{ cm}$  的水槽,注水后可保证底座与箱体密封。采样气袋容积  $1\text{ L}$ ,大连光明化工研究设计院生产。生育期全程监测,于施肥、降雨、农事操作后连续采样 1 周,其余时间每周采样 1 次。

2009 年试验将玉米植株种植于气体采样箱底座中。随玉米生长而不断将箱体加高,采样过程对植株有所破坏,测定数据受植株个体差异影响大,同时采样难度加大也导致试验精度降低。2010 年和 2011 年将采样箱底座放置于垄间,每边中心位置外有一株玉米植株。因此 2009 年与 2010 年、2011 年测定数值差异较大,但不影响各处理间差异性。

表 1 耕层土壤养分状况

土壤层次	全氮/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全磷/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全钾/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	pH	硝态氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	铵态氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	速效磷/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	速效钾/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
0~20 cm	1.41	0.98	22.19	22.70	7.1	30.34	0.70	55.90	177

注:首年试验启动时,为及时将秸秆还田,因此于 11 月采集了试验土壤测定本底值。

## 1.4 计算方法

统计分析采用浙大 DPS 7.05 版数据分析软件。

$N_2O$  季节排放系数  $EF(\%) = (\text{施肥区 } N_2O \text{ 季节排放总量} - \text{不施肥区 } N_2O \text{ 季节排放总量}) / \text{施氮量} \times 100^{[7]}$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同氮肥施入方式对玉米年际产量的影响

由表 3 可知,定位试验第 1 年的玉米产量明显高于后 2 年的玉米产量。2009 年除与不施氮处理差异显著外,其他各处理间差异不显著,产量最高的是缓控释肥处理,比不施氮处理增产 16.5%,比产量次高的农民习惯施肥处理增产 4.4%,秸秆还田配化肥处理与农民习惯施肥处理产量相差甚微,居于第 3 位;定位试验第 2 年的玉米产量各处理间差异显著性明显增强,产量最高的是秸秆还田配化肥处理,比不施氮处理增产达 21.6%,比产量次之的缓控释肥处理增产 3.89%,二者分别比农民习惯施肥处理增产 8.95%、4.87%。定位试验第 3 年的玉米产量各处理间差异显著,产量最高的是缓控释肥处理,比不施氮处理增产 22.29%,比产量次高的秸秆还田配化肥处理仅增产 0.28%,农民习惯施肥处理产量居于第 3 位,比不施氮对照增产 21.47%。缓控释肥处理和秸秆还田处理 3 年平均产量较高,二者之间差异不显著。

### 2.2 不同氮肥施入方式对年际 N<sub>2</sub>O 季节排放总量的影响

由表 4 可知,2009 年 N<sub>2</sub>O 季节排放总量明显高

于 2010 年、2011 年,而且各施肥处理间 N<sub>2</sub>O 季节排放总量无差异显著性,与不施氮对照之间存在差异显著性,排放量最大的是秸秆还田处理,比不施氮对照排放增加 65%,由施肥引起的排放量与施肥量之间的相关系数达到了 0.99。2010 年和 2011 年各处理间排放规律相同,秸秆还田处理的排放量最大,农民传统施肥处理次之,虽然缓控释肥处理与优化施肥处理施氮肥量相同,但排放量却低于优化施肥处理,排放量与施肥量之间的相关系数分别达到了 0.94 和 0.97,而且各处理间存在差异显著性。3 年综合来看,年度间 N<sub>2</sub>O 季节排放总量有明显差异,秸秆还田处理的年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量最大,习惯施肥处理年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量高于其他 2 个减氮 20% 的处理,缓控释肥料处理与优化施肥处理年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量无差异。3 年平均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量与施肥量之间相关系数达到了 0.97。

### 2.3 不同氮肥施入方式对年际 N<sub>2</sub>O 季节排放系数的影响

综观 3 年的排放系数(表 5),年际间规律变化差异性很大。2009 年排放系数最大的是缓控释肥处理,其次是秸秆还田处理,N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数与施肥量的相关系数为-0.015;2010 年排放系数最高的是秸秆还田处理,达到 0.25%,缓控释肥处理最低,秸秆还田处理 N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数与其他处理间差异达到极显著,2010 年 N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数与施肥量的相关系数为 0.439;2011 年仍然是秸秆还田处理 N<sub>2</sub>O-N 季

表 3 玉米年际产量性状(kg·hm<sup>-2</sup>)

处 理	2009 年产量	2010 年产量	2011 年产量	年均产量
CK	10 299.8 ± 12.4b	8 787.5 ± 173.4d	8 684.4 ± 91.3c	9 257.2 ± 904.4c
FP	11 506.8 ± 999.5a	9 804.7 ± 272.5c	10 548.6 ± 321.3ab	10 620.0 ± 853.3ab
OPT	11 276.8 ± 857.6a	9 745.9 ± 304.8c	9 977.2 ± 330.7b	10 333.3 ± 825.2b
OPTS	11 470.1 ± 844.0a	10 681.9 ± 334.8a	10 590.1 ± 59.4a	10 914.0 ± 483.8a
CRF	12 008.2 ± 754.9a	10 282.1 ± 369.6b	10 619.9 ± 286.7a	10 970.1 ± 914.8a

注:子粒含水量为 14%,不同小写字母表示 0.05 差异显著水平。下表同。

表 4 各年度 N<sub>2</sub>O 季节排放总量

处理	施氮量/kg·hm <sup>-2</sup>	N <sub>2</sub> O 季节排放总量/kg N·hm <sup>-2</sup> ·season <sup>-1</sup>			
		2009 年	2010 年	2011 年	平均值
CK	0	1.28 ± 0.03b	0.63 ± 0.01d	0.54 ± 0.01d	0.82 ± 0.23c
FP	263	2.11 ± 0.06a	1.11 ± 0.01b	1.07 ± 0.02b	1.43 ± 0.34ab
OPT	210	1.88 ± 0.04a	1.03 ± 0.06bc	0.96 ± 0.08bc	1.29 ± 0.29b
OPTS	250	2.12 ± 0.05a	1.26 ± 0.01a	1.12 ± 0.04a	1.50 ± 0.31a
CRF	210	2.04 ± 0.03a	0.98 ± 0.02c	0.87 ± 0.03c	1.30 ± 0.37b
相关系数		0.99	0.94	0.97	0.97

表5 各年度 N<sub>2</sub>O 季节排放系数

处理	年度 N <sub>2</sub> O 季节排放系数 /%			
	2009 年	2010 年	2011 年	平均值
FP	0.32 ± 0.03a	0.18 ± 0.02b	0.20 ± 0.04b	0.23 ± 0.07a
OPT	0.29 ± 0.02b	0.19 ± 0.02b	0.20 ± 0.03b	0.23 ± 0.05a
OPTS	0.34 ± 0.05a	0.25 ± 0.01a	0.23 ± 0.01a	0.27 ± 0.05a
CRF	0.36 ± 0.03a	0.17 ± 0.07b	0.16 ± 0.01b	0.23 ± 0.10a
与施肥量相关系数	-0.015	0.439	0.624	

节排放系数最高,而缓控释肥处理最低,秸秆还田处理 N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数与其他处理间差异显著,2011 年排放系数与施肥量的相关系数为 0.624。从 3 年平均排放系数来看,秸秆还田处理 N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数最大,而优化施肥处理、缓控释肥和农民习惯施肥处理差异不大。

### 3 讨论

由于试验地前茬为蔬菜,施肥管理精细,土壤类型为耕型壤质草甸土,土壤自身生产力高,土壤肥力综合评级介于 2~3 级(根据全国第二次土壤普查的建议养分评级标准),前期调研也显示当地农民习惯施肥方式的产量通常在 10 000 kg·hm<sup>-2</sup> 以上。因此,第 1 年试验表现高产,而且各施肥处理间产量差异不显著,充分说明了基础地力高的土壤玉米产量也高,高肥力土壤使得施肥处理间的差异不明显,与赵营等<sup>[8]</sup>、高静等<sup>[9]</sup>在玉米上的试验研究结论一致。从产量差异显著性来看,随着试验年限增加,不同处理间产量差异显著性增强。缓控释肥处理与秸秆还田配化肥处理产量居高,3 年平均比习惯施肥增产 3.3% 和 2.77%。与于淑芳等<sup>[10]</sup>、张秀芝等<sup>[11]</sup>利用秸秆还田与化肥配施、缓控释肥在玉米产量上的表现相一致。

2009 年 N<sub>2</sub>O 季节排放总量高于后 2 年,主要由于植株干扰的作用,因为 2009 年采集气体样品不仅包含土壤与大气间的 N<sub>2</sub>O 交换量,而且包含植株生长过程中 N<sub>2</sub>O 的排放,与陈冠雄等<sup>[12]</sup>研究结论一致。2010 年和 2011 年则表现了玉米农田土壤与大气间的交换,各处理间排放规律表现出了一致性,施氮处理排放量明显高于不施氮处理,与王重阳等<sup>[13]</sup>和邱炜红等<sup>[14]</sup>的研究结论相一致。3 个年度间 N<sub>2</sub>O 季节排放总量有明显差异<sup>[15]</sup>,秸秆还田处理的年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量最大,说明秸秆还田促进了农田土壤总的温室气体排放<sup>[3,16]</sup>。习惯施肥处理年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量高于其他 2 个减氮 20% 的处理,说明施肥量影响着 N<sub>2</sub>O 季

节排放总量<sup>[17-18]</sup>。缓控释肥处理比优化施肥处理年均 N<sub>2</sub>O 季节排放总量微高,表明养分的缓慢释放导致土壤的硝化和反硝化过程加强,从而增加了 N<sub>2</sub>O 排放损失。

N<sub>2</sub>O 季节排放系数的基本意义是 N<sub>2</sub>O-N 季节排放量占肥料氮的比例<sup>[7]</sup>。2009 年 N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数与施肥量的相关系数为-0.015,而 2010 年及 2011 年逐渐增长为 0.439 和 0.624,随着试验年限的增加,N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数与施肥量相关性加大。再次说明 2009 年度的排放受到了植株生长的影响,从而对施肥量变化的响应受到了影响,与 Sehy 等<sup>[19]</sup>研究的结论相一致,即植株的存在增加了 N<sub>2</sub>O-N 排放。可见,不同施氮方式对 N<sub>2</sub>O 季节排放系数的影响需要通过多年定位来准确把握,其规律性还有待于进一步研究。

### 4 结论

减少化肥氮施入量 20%,用缓控释尿素或者与秸秆还田配合施用可提高玉米产量,而且二者间产量差异不显著;秸秆还田促进了农田土壤总的 N<sub>2</sub>O 排放,施肥量也影响着 N<sub>2</sub>O 季节排放总量;随着试验年限的增加,N<sub>2</sub>O-N 季节排放系数受施肥量的影响在逐年增加。因此不同施氮方式对 N<sub>2</sub>O 季节排放的影响需要通过多年定位来准确把握。在研究农田 N<sub>2</sub>O-N 季节排放的时候要适当考虑植株生长过程中 N<sub>2</sub>O 的排放。兼顾产量和减排 2 个因素,建议推广缓控释尿素的施用。

#### 参考文献:

- [1] 叶欣,李俊,王迎红,等.华北平原典型农田土壤氧化亚氮的排放特征[J].农业环境科学学报,2005,24(6):1186-1191.
- [2] 卢燕宇,黄耀,郑循华.农田氧化亚氮排放系数的研究[J].应用生态学报,2005,16(7):1299-1302.
- [3] 蒙世协,刘春岩,郑循华,等.小麦秸秆还田量对晋南地区裸地土壤-大气间甲烷、二氧化碳、氧化亚氮和一氧化氮交换的影响[J].气候与环境研究,2012,17(4):504-514.
- [4] 梁涛,刘景利,胡丹,等.2009 年锦州地区生态与农业气象监测

- 及评估[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(29): 16343-16346, 16352.
- [5] Wang Y S, Wang Y H. Quick measurement of CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions from a short-plant ecosystem[J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2003, 20(5): 842-844.
- [6] Yao Z S, Zheng X H, Xie B H, et al. Tillage and crop residue management significantly affects N-trace gas emissions during the non-rice season of a subtropical rice-wheat rotation[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2009, 41: 2131-2140.
- [7] IPCC. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Reference manual[M]. Paris: OECD, 1997, 1-140.
- [8] 赵 营, 同延安, 赵护兵. 不同施氮量对夏玉米产量、氮肥利用率及氮平衡的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2006(2): 30-33.
- [9] 高 静, 马常宝, 徐明岗, 等. 我国东北黑土区耕地施肥和玉米产量的变化特征[J]. 中国土壤与肥料, 2009(6): 28-32.
- [10] 于淑芳, 杨 力, 张 民, 等. 控释尿素对小麦-玉米产量及土壤氮素的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(9): 1744-1749.
- [11] 张秀芝, 高洪军, 彭 畅, 等. 等氮量投入下有机无机肥配施对玉米产量及氮素利用的影响[J]. 玉米科学, 2012, 20(6): 123-127.
- [12] 陈冠雄, 徐 慧, 张 颖, 等. 植物-大气 N<sub>2</sub>O 的一个潜在排放源[J]. 第四纪研究, 2003, 23(5): 504-511.
- [13] 王重阳, 郑 靖, 顾江新, 等. 下辽河平原几种旱作农田 N<sub>2</sub>O 排放通量及相关影响因素的研究[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(3): 657-663.
- [14] 邱炜红, 刘金山, 胡承孝, 等. 不同施氮水平对菜地土壤 N<sub>2</sub>O 排放的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(11): 2238-2243.
- [15] 郑建初, 张岳芳, 陈留根, 等. 稻麦轮作系统冬小麦农田耕作措施对氧化亚氮排放的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(19): 6138-6146.
- [16] 王丽媛, 孙洁梅, 徐 荣. 植物残体施用对土壤排放 N<sub>2</sub>O 的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2006, 29(3): 26-30.
- [17] 于亚军, 王小国, 朱 波, 等. 紫色土菜地生态系统土壤 N<sub>2</sub>O 排放及其主要影响因素[J]. 生态学报, 2012, 32(6): 1830-1838.
- [18] 张仲新, 李玉娥, 华 璐, 等. 不同施肥量对设施菜地 N<sub>2</sub>O 排放通量的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(5): 269-275.
- [19] Sehly U, Ruser R, Munch J C. Nitrous oxide fluxes from maize fields: relationship to yield, site-specific fertilization, and soil conditions [J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2003, 99(1/3): 97-111.

## 欢迎订阅 2014 年《腐植酸》杂志

《腐植酸》杂志创刊于 1979 年, 由中国腐植酸工业协会主办, 国内外公开发行的全国唯一的腐植酸类专业科技期刊、世界唯一的腐植酸类综合性刊物, 是《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊, 《中国学术期刊(光盘版)》、《中国核心期刊(遴选)数据库》入编期刊。杂志集学术、专业、实用性于一身, 内容丰富、信息广泛、指导性强。主要栏目有: 卷首语、专题评述、研究论文、译文、腐植酸文摘、腐植酸专利简介、腐植酸环保应用、协会(专业)标准讨论、“两会”动态、信息传真、“乌金杯”采风等。

2014 年, 本刊将继续以“高扬绿色, 关注民生”为指导, 积极宣传腐植酸绿色低碳产业思想, 以及腐植酸在节能减排、循环经济、生态环境、开发新材料等领域的新成果、新思想和行业新资讯, 为推动我国腐植酸产业的发展做好服务工作!

本刊为双月刊, 国际标准大 16 开, 内设 60 页。国际刊号: ISSN 1671-9212; 国内刊号: CN 11-4736/TQ。每期定价 20.00 元, 全年 6 期, 年定价 120.00 元(含邮费)。

热诚欢迎各位新、老读者订阅! 如需过刊, 请与编辑部联系。

### 《腐植酸》编辑部联系方式:

电话: 010-82784950, 010-82035180

传真: 010-82784970

邮箱: chaia@126.com

网址: www.chinaha.org

### 邮局汇款:

地址: 北京市西城区六铺炕街 1 号

邮编: 100120

收款人: 《腐植酸》编辑部

### 银行汇款:

账号: 0200 0223 0901 4405 144

开户名: 中国腐植酸工业协会

银行: 中国工商银行北京六铺炕支行