

## СКОРОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗАКИСИ АЗОТА ЧЕРНОЗЕМОМ ОБЫКНОВЕННЫМ В РАЗЛИЧНЫХ ЦЕНОЗАХ

Т. А. Девятова, А. А. Авксентьев

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 30.06.2010 г.

**Аннотация.** Глобальные изменения климата стали актуальной проблемой, требующей большого внимания со стороны ученых. Изменение климата вызвано преимущественно поступлением парниковых газов в атмосферу с последующим их накоплением. Одним из агрессивных газов является закись азота ( $N_2O$ ), которая поступает в атмосферу не только вследствие деятельности человека, но и в результате микробиологических процессов, протекающих в почве. Эмиссия  $N_2O$  почвой зависит от многих факторов, основными являются тип почвы, вид ценоза, тип и длительность сельскохозяйственного использования, климат, агрофизические, микробиологические и агрохимические показатели.

**Ключевые слова:** Эмиссия закиси азота, чернозем обыкновенный, ценоз, влажность, структура, содержание доступных нитратов.

**Abstract.** Global climate change has become an acute problem, demanding a lot of attention on scientists. Climate change is primary caused by greenhouse gases (GHG) emission with the following accumulation in the atmosphere. The most aggressive GHG is nitrous oxide ( $N_2O$ ), which is emitted not only because of human activity, but also due to divers microbiological processes.  $N_2O$  emission depends on many factors, however the fundamental ones are soil type, ecosystem type, land use period and climatic, agrophysical, microbial and agrochemical properties.

**Keywords:** Nitrous oxide emission, Haplic Chernozem, cenosis, moisture, structure, available nitrates content.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия увеличилась антропогенная нагрузка на почву и экосистемы, сопровождающаяся развитием деградационных явлений в виде прогрессирующей дегумификации и связанным с нею истощением плодородия, обеднением видового биоразнообразия, разбалансированностью циклов биогенных элементов с угрозой изменения климата, снижением продуктивности агроэкосистем. Одной из ключевых проблем является изменение климата, так как климат это один из важнейших факторов обитания всего живого.

Поступлением так называемых парниковых газов (диоксид углерода, закись азота, метан и другие) обусловлен парниковый эффект. Закись азота и диоксид углерода являются одними из наиболее агрессивных парниковых газов, принимающих участие в разрушении озонового слоя атмосферы. Источником этих газов является не только производственная деятельность человека, но и микробиологические процессы, протекающие в почвах.  $N_2O$  образуется в процессах нитрификации и денитрификации в ходе микробного разложения сложных органических соединений  $NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow$

$NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$ .  $N_2O$  поступает в атмосферу, тем самым, усиливая парниковый эффект, или же используется дальше микроорганизмами, превращаясь в молекулярный азот и тем самым оказывая меньшее воздействие на атмосферу. Следовательно, при одних условиях процесс выделения закиси азота усиливается, а при других — ослабляется. Максимальное увеличение потока  $N_2O$  происходит в процессе изменения климатических условий (оттаивания почвы зимой и увлажнения летом). Резкое увеличение выделения закиси азота после выпадения дождя во время летней засухи, обусловленное неполной (незавершенной) денитрификацией, может продолжаться от нескольких часов до нескольких суток [1, 2].

Цель данной работы — оценка интенсивности и скорости выделения закиси азота черноземом обыкновенным при различных типах его использования.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Образцы почвы отбирались на опытных полях НИИ СХ ЦЧП им. В. В. Докучаева (Каменная степь, Воронежская область)

Для исследования использовали варианты: Залежь некосимая, залежь косимая, пашня более

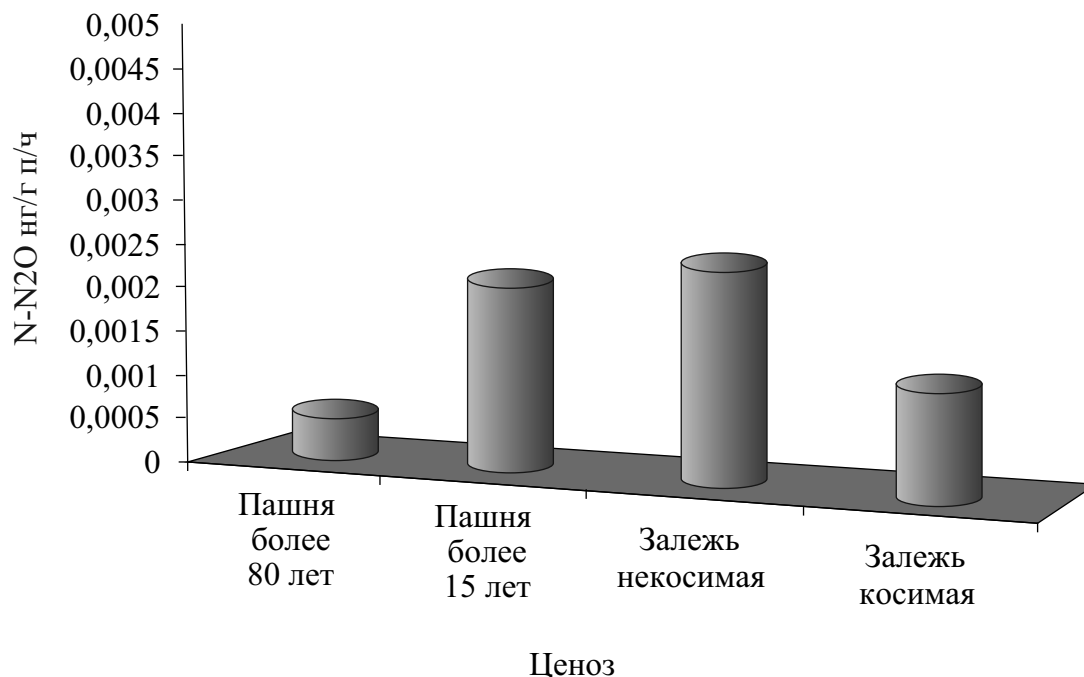


Рис. 1. Эмиссия закиси азота черноземом обыкновенным различных ценозов

15 лет, пашня более 80 лет. Почвы — чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый среднетощий среднегумусный на карбонатном лессовидном суглинке. Содержание гумуса в слое 0—40 см колеблется от 8,7 % в залежи некосимой, 8,1 % — в залежи косимой до 6,1 % — в 15 летней пашне, 5,8 % — в 80 летней пашне. рН водной в среднем составляет 6,9.

Образцы почвы отбирали с глубины 0—20 см, просеивали через сито с диаметром ячеек 3 мм, освобождали от корней и крупных растительных остатков, хранили при естественной влажности в холодильнике (+10 °С) до использования в эксперименте.

Эксперименты проводили в почвенной навеске массой 2 г (в пятикратной повторности). Для стимулирования активности денитрификации и эмиссии закиси азота почву увлажняли до состояния 100 % от ПВ, имитируя, таким образом, выпадение дождевых осадков. Образцы инкубировали в течение суток при температуре +28 °С. Через 5 и 24 часа инкубации отбирали газовые пробы с помощью шприца для анализа газовой фазы на содержание закиси азота и кислорода. После первого определения концентрации закиси азота, в часть флаконов добавляли гелий, замещая воздух. Таким образом, в этих образцах оценивали влияние концентрации кислорода на процессы продуцирования и поглощения закиси азота [3, 6—8]. Концентрацию выделившегося N<sub>2</sub>O определяли на газовом хромато-

графе с детектором электронного захвата (Ni<sup>63</sup>) при силе сигнала 2500 мВ. Объем газовой пробы составлял обычно 0,1 см<sup>3</sup>.

Обсуждение результатов. Как показали результаты наших исследований, эмиссия закиси азота зависит от вида ценоза (рис. 1). Максимальное количество закиси азота выделялось черноземом обыкновенным залежи некосимой и молодой пашни (15 лет). Минимальный объем N<sub>2</sub>O выделялся черноземом обыкновенным под многолетней пашней (более 80 лет).

Проведенный нами модельный опыт с имитацией дождевых осадков показал, что максимальное выделение закиси азота было в многолетней пашне (пашня более 80 лет, рис. 2). Объясняется это, тем, что в первые часы опыта свободное пространство почвы быстро заполняется водой. Увеличение влажности почвы приводит к возрастанию количества заземленного воздуха и уменьшению капиллярных сил, последнее ведет к снижению водопроницаемости и как следствие к образованию анаэробных условий в почве. В многолетней пашне происходит ухудшение качества структуры, нарушение сложения из-за длительного физического воздействия. В последующие часы снижается эмиссия закиси азота, так как почва постепенно промачивается и застой воды в верхнем горизонте уменьшается.

В естественных ценозах наблюдается постепенное увеличение выделения закиси азота со

временем инкубации, так как анаэробные условия возникают постепенно по мере промачивания профиля. Естественные ценозы и малолетняя пашня обладают лучшими физическими свойствами в силу малого антропогенного воздействия (рис. 2).

Скорость продуцирования закиси азота непосредственно зависит от содержания нитратов в почве (рис. 3). Это свидетельствует о том, что основным источником закиси азота в исследованных почвах был процесс денитрификации. Косвен-

ным подтверждением этому является тот факт, что наибольшая скорость продуцирования закиси была зарегистрирована для почвенных образцов, проинкубированных с гелием и содержащих наименьшее количество кислорода (табл. 1).

Наименьшая активность продуцирования закиси азота в черноземе обыкновенном за время нашего эксперимента была отмечена под длительно используемой пашней. В этой почве обнаружены самые низкие запасы микробной биомассы, что

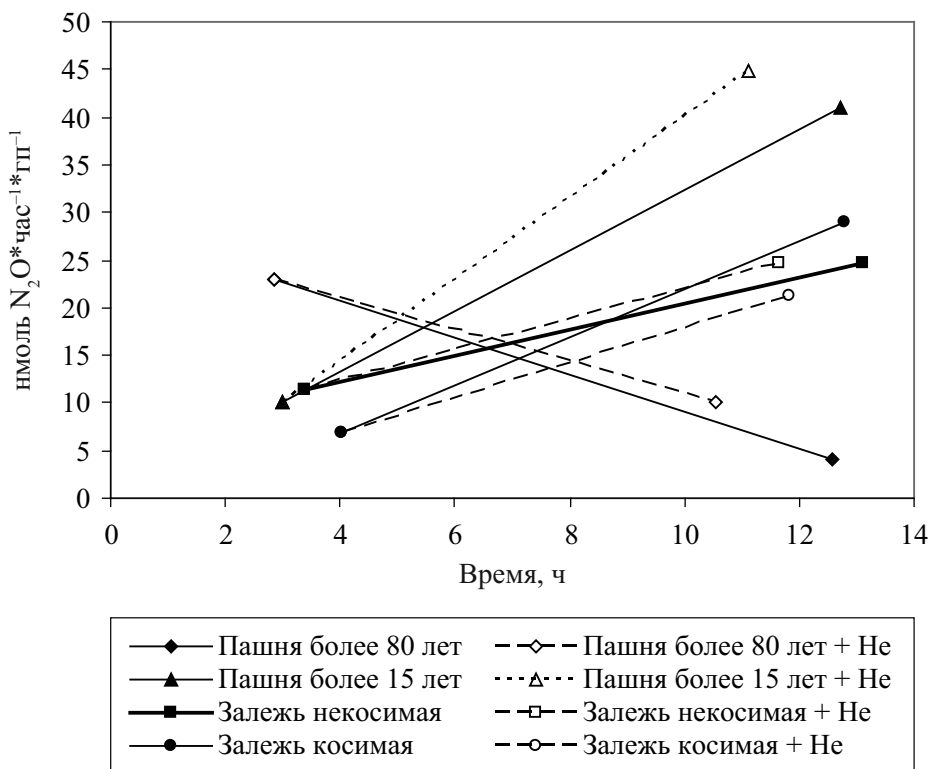


Рис. 2. Динамика накопления закиси азота черноземом обыкновенным под различными ценозами

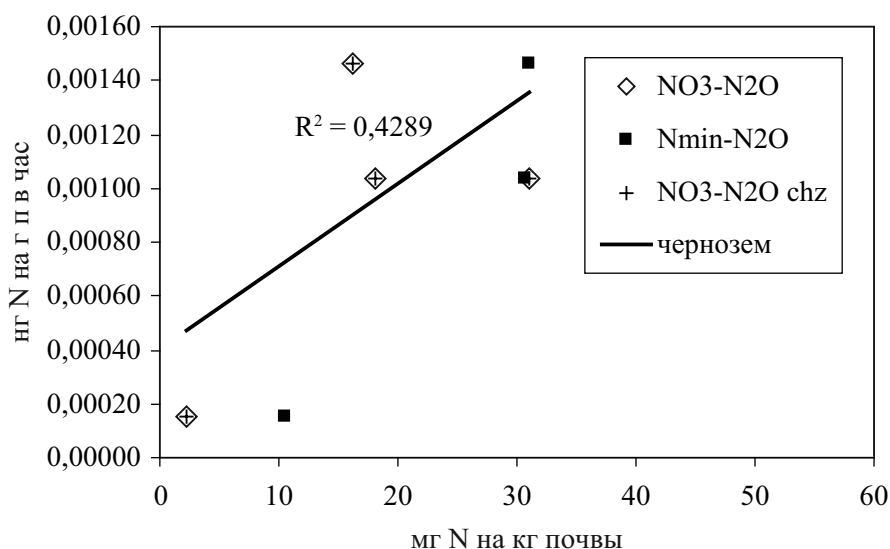


Рис. 3. Скорость продуцирования закиси азота черноземом обыкновенным

Концентрация кислорода во флаконе в черноземе обыкновенном

Ценоз	Среднее значение кислорода во флаконе, %	Суммарное выделение закиси азота, N-N <sub>2</sub> O мг/г почвы/час
Пашня более 80 лет	0,20	0,00015
Гелий	0,07	0,00036
Пашня более 15 лет	0,19	0,00146
Гелий	0,13	0,00160
Залежь некосимая	0,19	0,00104
Гелий	0,11	0,00088
Залежь косимая	0,19	0,00104
Гелий	0,09	0,00076

Таблица 2

Связь интенсивности продуцирования закиси азота с содержанием общей микробной биомассы и содержанием нитратов в черноземе обыкновенном.

Ценоз	Суммарное выделение закиси азота, N-N <sub>2</sub> O мг/г почвы/час	Микробная биомасса, мкг/г почвы	Содержание нитратов, мг N/кг почвы
Пашня более 80 лет	0,00015	321,89	9,96
Пашня более 15 лет	0,00146	425,85	22,65
Залежь некосимая	0,00104	494,87	26,65
Залежь косимая	0,00104	407,66	18,71

и, по-видимому, является определяющим (табл. 2). Естественные ценозы и малолетняя пашня показали максимальную эмиссию закиси азота.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, выделения закиси азота в пределах одного типа почвы различаются в зависимости от ценоза. Интенсивная динамика накопления N<sub>2</sub>O свойственна пашне более 80 лет, которая со временем постепенно снижается. Естественные ценозы характеризуются постепенным увеличением накопления закиси азота от времени.

Скорость продуцирования закиси азота непосредственно зависит от содержания нитратов в почве. Сельскохозяйственные угодья характеризуются меньшим содержанием нитратов и как следствие минимальным выделением закиси азота по сравнению с естественными ценозами.

Полученные данные свидетельствуют о том, что перевод пахотных почв в залежи, имеющий место во многих регионах в последние десятилетия, может сопровождаться увеличением эмиссии N<sub>2</sub>O в атмосферу. Размеры эмиссии парниковых газов из естественных и антропогенно измененных почв зависят от содержания в них соединений азота и углерода, а также от системы землепользования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благодатская Е. В. Характеристика состояния микробного сообщества почв по величине метаболического коэффициента / Е. В. Благодатская, Н. Д. Ананьева, Т. Н. Мякшина // Почвоведение. — 1995. — №2. — С. 205—210.
2. Благодатская Е. В. Изменение экологической стратегии микробного сообщества почвы, инициированное внесением глюкозы / Е. В. Благодатская,

- И. Н. Богомолова, С. А. Благодатский // Почвоведение. — 2001. — №5. — С. 600—608.
3. Кудеяров В. Н. К методике определения общего азота в почвах и растениях / В. Н. Кудеяров // Агрохимия. — 1972. — №11 С. 125—128.
4. Кураков А. В. Гетеротрофная нитрификация в почвах / А. В. Кураков, И. В. Евдокимов, А. И. Попов // Почвоведение, 2001, №10, — С. 1250—1260.
5. Пахоненко О. А. Образование и восстановление закиси азота почвенными микроскопическими грибами / О. А. Пахоненко, А. В. Кураков, Н. В. Костина, М. М. Умаров // Почвоведение. 1999, №2. 235—240 с.
6. Сусьян Е. А. Разделение грибного и бактериального субстрат индуцированного дыхания с использованием антибиотиков в почвах разных экосистем / Е. А. Сусьян Н. Д. Ананьева, Е. В. Благодатская // Микробиология. — 2005. — №3. — С. 394—400.
7. Anderson J. P. E. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils / J. P. E. Anderson, K. H. Domsch // Soil Biology and Biochemistry. 1978. V. 10. P. 215—221.
8. Butterbach-Bahl. Temporal variations of fluxes of NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in a tropical rain forest ecosystem. / Butterbach-Bahl, K., Kock, M., Willibald, G., Hewett, B. // Global Biochemical Cycles. 18, GB3012
9. Conrad R. 1996. Soil microorganisms as controllers of atmospheric trace gases (H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, OCS, N<sub>2</sub>O, and NO) / R. Conrad // Microbiological Reviews. 2006., V60. P. 609—640.
10. Mei L. Nitrous oxide production and consumption in serially diluted soil suspensions as related to in situ N<sub>2</sub>O emission in submerged soils / Mei, L., Yang, L., Wang, D // Soil Biol. & Biochem 2004., V. 36., P. 1057—1066.
11. Müller C. Processes leading to N<sub>2</sub>O emissions in grassland soil during freezing and thawing. / Müller, C., Martin, M., Stevens, R. J., Laughlin // Soil Biol.&Biochem 2002., V. 34, P. 1325—1331.

---

Девятова Татьяна Анатольевна — доктор биологических наук, зав. каф. экологии и земельных ресурсов биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета; тел.: (4732) 467832

Авксентьев Алексей Александрович — аспирант каф. экологии и земельных ресурсов биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета; тел.: (4732) 467832, e-mail: lfs@list.ru

Devyatova Tatiana A. — Dr. of biological science, Head of Department of Ecology and Land Resources, Faculty of Biology and Soil Science, Voronezh State University; tel.: (4732) 467832

Avksentiev Aleksei A. — PhD student, Department of Ecology and Land Resources, Faculty of Biology and Soil Science, Voronezh State University; tel.: (4732) 467832, e-mail: lfs@list.ru