

Министерство образования и науки Российской Федерации
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
Новосибирский государственный аграрный университет
Общество почвоведов имени В.В. Докучаева
Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»

**III КОВАЛЕВСКИЕ
МОЛОДЕЖНЫЕ ЧТЕНИЯ**

**«ПОЧВА – РЕСУРС ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ»**

**Материалы Всероссийской
научной конференции**

26–30 сентября 2016 г., г. Новосибирск

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2016

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЦИКЛ АЗОТА

П.А. Никитич^{1,2}, Д.В. Еремеева²

¹ *Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
polinkanick@mail.ru*

² *Томский государственный университет, Томск, reteevadiana040294@gmail.com*

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-34-00674.

Аннотация. В течение последних нескольких десятилетий в научном сообществе активно обсуждается глобальная проблема изменения климата. На это указывают многочисленные исследования, результаты которых отражены в научных публикациях. Сезонно заснеженные районы особенно чувствительны к изменению климата, так как даже небольшие изменения температуры и осадков могут привести к значительным изменениям мощности снежного покрова и сроков его установления. Снег является отличным теплоизолятором, и сезонный снежный покров достаточной высоты эффективно защищает почву от воздействия температуры воздуха.

Ключевые слова: изменение климата; снежный покров; цикл азота.

В настоящее время климатические условия на территории России существенно меняются, и тенденции этих изменений в ближайшие 5–10 лет будут сохраняться, что подтверждается результатами исследований российских ученых, в частности Российской академии наук, и исследованиями зарубежных специалистов [1–8]. В последние десятилетия на фоне повышения глобальной температуры и сокращения площади морского льда в Северном полушарии на территории России наблюдается увеличение высоты снежного покрова, как средней за зиму, так и максимальной.

Современные сценарии изменения климата прогнозируют увеличение количества осадков на юге Западной Сибири, которое может привести к увеличению мощности снежного покрова и уменьшению степени промерзания почв, что, в свою очередь, будет отражаться на скорости разложения и минерализации органического вещества и циклах основных биофильных элементов. Это окажет значительное

влияние на баланс углерода и элементов минерального питания в экосистеме, а также стабильность экосистем и биоразнообразие [7–12].

Остается неясным влияние долговременных изменений климата на две характеристики, важные для функционирования бореальных лесов: 1 – влажность почвы в летний период, 2 – снежный покров [13]. Первая регулирует процессы разложения растительных остатков, динамику элементов питания и зависит от температуры, количества осадков, а также способности растений использовать воду [14]. В последние годы проблеме изменения климата в зимнее время уделяется особое внимание в связи с тем, что промерзание почвы регулирует динамику элементов питания в течение зимнего периода во многих экосистемах [15–18]. Изменения климата зимой и влажности почвы летом влияют на многие процессы: листопад, минерализацию, нитрификацию, денитрификацию, выщелачивание, микробное и корневое дыхание. Это влияние осуществляется непосредственно воздействием температуры и влажности почвы, а также косвенно – через поглощение воды и питательных элементов растениями [19].

Примерно 60% земной поверхности подвержено образованию сезонного снежного покрова и промерзанию почв [20]. Сезонно заснеженные экосистемы играют важную роль в глобальных биогеохимических циклах. Воздействие изменения климата на циклы питательных элементов в настоящее время изучено недостаточно. Некоторые исследователи предполагают снижение в почвах количества азота, доступного растениям; имеющиеся в научной литературе данные часто противоречивы [17, 21–22].

Исследования в различных лесных и тундровых экосистемах показывают, что увеличенная мощность снежного покрова защищает почву от низких температур воздуха и обеспечивает более высокие уровни иммобилизации азота [16, 23], в то время как при небольшой мощности снежного покрова отмечается более высокий экспорт азота [16–17, 22, 24–28]. Минерализованный азот под более высоким снежным покровом иммобилизуется микробной биомассой [16, 25] и, предположительно, позже используется растениями в начале вегетационного периода. Изменение мощности снежного покрова может косвенно влиять на накопленный углерод в экосистемах путем регулирования количества доступного растениям азота после снеготаяния. Однако в некоторых случаях изменение мощности снежного покрова не оказывает влияния на процессы минерализации азота [17, 29–30].

Изменение климата может привести к заметным трансформациям в структуре и функционировании экосистем, включая циклы элементов питания [31–33]. Территории с сезонным снежным покровом особенно чувствительны к изменению климата, небольшие колебания температуры и осадков могут привести к значительным изменениям сроков и мощности снежного покрова.

В связи с этим проблема изменения климата и трансформации циклов основных элементов-биофилов является актуальной и требует глубоких исследований для прогнозирования процессов, протекающих в почве – связующем звене любых наземных экосистем.

Литература

1. Мещерская А.В., Белянкина И.Г., Голод М.П. Мониторинг толщины снежного покрова в основной зернопроизводящей зоне бывшего СССР за период инструментальных наблюдений // Известия РАН. Сер. географическая. 1995. № 4. С. 101–110.
2. Bamzai A. S., Shukla J. Relation between Eurasian snow cover, snow depth, and the Indian summer monsoon: an observational study // *Climate*. 1999. Vol. 12. P. 3117–3132.
3. Ye H., Ellison M. Changes in transitional snowfall season length in Northern Eurasia // *Geophys. Res. Lett.* 2003. Vol. 30, № 5. P. 561–563.
4. Ye H., Bao Z. Eurasian snow conditions and summer monsoon rainfall over South and Southeast Asia: Assessment and comparison // *Adv. Atmos. Sci.* 2005. Vol. 22, № 6. P. 877–888.
5. Китаев Л.М., Радионов В.М., Форланд Э., Разуваев В.Н., Мартуганов Р.А. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова на севере Евразии в условиях современных изменений климата // *Метеорология и гидрология*. 2004. № 11. С. 65–72.
6. Китаев Л.М., Разуваев В.Н., Хейно Р., Форланд Э. Продолжительность залегания снежного покрова в Северной Европе // *Метеорология и гидрология*. 2006. № 3. С. 95–100.
7. Groisman P.Y., Blyakharchuk T.A., Chernokulsky A.V., Arzhanov M.M., Marchesini L.B., Bogdanova E.G., Borzenkova I.I., Bulygina O.N., Karpenko A.A., Karpenko L.V., Knight R.W., Khon V.C., Korovin G.N., Meshcherskaya A.V., Mokhov I.I., Parfenova E.L., Razuvaev V.N., Speranskaya N.A., Tchebakova N.M., Vygodskaya N.N. *Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences*. [S. l.] : Springer, 2012. 357 p.
8. IPCC. *Climate Change 2013 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / ed. by T. Stocker, D. Qin, G. Plattner, M. Tignor, S. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P. Midgley. Cambridge Books Online. Cambridge University Press, 2013. 1535 p.

9. Bulygina O.N., Razuvaev V.N., Korshunova N.N. Changes in snow cover over Northern Eurasia in the last few decades // *Environ. Res. Lett.* 2009.
10. Bulygina O.N., Groisman P.Y., Razuvaev V.N., Radionov V.F. Snow cover basal ice layer changes over Northern Eurasia since 1966 // *Environ. Res. Lett.* 2010.
11. Bulygina O.N., Groisman P.Y., Razuvaev V.N., Korshunova N.N. Changes in snow cover characteristics over Northern Eurasia since 1966 // *Environ. Res. Lett.* 2011.
12. Rawlins M.A., Steele M., Holland M.M., Adam J.C., Cherry J.E., Francis J.A., Groisman P.Y., Hinzman L.D., Huntington T.G., Kane D.L., Kimball J.S., Kwok R., Lammers R.B., Le C.M., Lettenmaier D.P., McDonald K.C., Podest E., Pundsack J.W., Rudels B., Serreze M.C., Shiklomanov A., Skagseth Ø., Troy T.J., Vörösmarty C.J., Wensnahan M., Wood E.F., Woodgate R., Yang D., Zhang K., Zhang T. Analysis of the Arctic System for Freshwater Cycle Intensification: Observations and Expectations // *Clime*. 2010. Vol. 23, № 21. P. 5715–5737.
13. Groffman P., Hardy J., Fisk M., Fahey T., Driscoll C. Climate variation and soil carbon and nitrogen cycling processes in a northern hardwood forest // *Ecosystems*. 2009.
14. Hanson P.J., Wullschlegel S.D., Norby R.J., Tschaplinski T.J., Gunderson C.A. Importance of changing CO₂, temperature, precipitation, and ozone on carbon and water cycles of an upland-oak forest: incorporating experimental results into model simulation // *Glob. Change Biol.* 2005. Vol. 11. P. 1402–1423.
15. Williams M., Rastetter E.B., Fernandes D.N., Goulden M.L., Wofsy S.C., Shaver G.R., Melillo J.M., Munger J.W., Fan S.M., Nadelhoffer K.J. Modelling of soil-plant-atmosphere continuum in a Quercus-acer stand at Harvard forest: The regulation of stomatal conductance by light, nitrogen and soil/plant hydraulic properties // *Plant, Cell and Environment*. 1996. Vol. 19. P. 911–927.
16. Brooks P.D., Williams M.W. Snowpack controls on nitrogen cycling and export in seasonally snow-covered catchments // *Hydrol. Process.* 1999. Vol. 13, № 14–15. P. 2177–2190.
17. Groffman P., Driscoll C., Fahey T., Hardy J., Fitzhugh R., Tierney G. Colder soils in a warmer world: A snow manipulation study in a northern hardwood forest ecosystem // *Biogeochemistry*. 2001. Vol. 56, № 2. P. 135–150.
18. Campbell J.L., Reinmann A.B., Templer P.H. Soil Freezing Effects on Sources of Nitrogen and Carbon Leached During Snowmelt // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2014a. Vol. 78, № 1. P. 297.
19. Borken W., Davidson E.A., Savage K., Sundquist E.T., Steudler P. Effect of summer throughfall exclusion, summer drought, and winter snow cover on methane fluxes in a temperate forest soil // *Soil Biol Biochem.* 2006. Vol. 38. P. 1388–1395.
20. Zhang T. Influence of the seasonal snow cover on the ground thermal regime: An overview // *Authors. Rev. Geophys.* 2005. Vol. 43.
21. Christopher F.S., Shibata H., Ozawa M., Nakagawa Y., Mitchell M.J. The effect of soil freezing on N cycling: comparison of two headwater subcatchments with different vegetation and snowpack conditions in the northern Hokkaido Island of Japan // *Biogeochemistry*. 2008. Vol. 88. P. 15–30.
22. Fitzhugh R., Driscoll C., Groffman P., Tierney G., Fahey T., Hardy J. Effects of soil freezing disturbance on soil solution nitrogen, phosphorus, and carbon chemistry in a northern hardwood ecosystem // *Biogeochemistry*. 2001. Vol. 56 (2). P. 215–238.

23. Buckeridge K.M., Grogan P. Deepened snow increases late thaw biogeochemical pulses in mesic low arctic tundra // *Biogeochemistry*. 2010. Vol. 101, № 1–3. P. 105–121.
24. Boutin R., Robitaille G. Increased soil nitrate losses under mature sugar maple trees affected by experimentally induced deep frost // *Can. J. For. Res.* 1995. Vol. 25, № 4. P. 588–602.
25. Brooks P.D., Williams M.W., Schmidt S.K. Microbial activity under alpine snowpacks, Niwot Ridge, Colorado // *Biogeochemistry*. 1996. Vol. 32, № 2. P. 93–113.
26. Callesen I., Borken W., Kalbitz K., Matzner E. Long-term development of nitrogen fluxes in a coniferous ecosystem: Does soil freezing trigger nitrate leaching? // *Plant Nutr. Soil Sci.* 2007. Vol. 170, № 2. P. 189–196.
27. Groffman P.M., Hardy J.P., Driscoll C.T., Fahey T.J. Snow depth, soil freezing, and fluxes of carbon dioxide, nitrous oxide and methane in a northern hardwood forest // *Glob. Chang. Biol.* 2006. Vol. 12.9. P. 1748–1760.
28. Groffman P.M., Williams C.O., Pouyat R.V. Nitrate leaching and nitrous oxide flux in urban forests and grasslands // *Environ Qual.* 2009. Vol. 38. P. 1848–1860.
29. Groffman P.M., Stylinski C., Nisbet M., Duarte C., Jordan R., Burgin A., Previtali M.A., Coloso J. Restarting the conversation: Challenges at the interface between ecology and society // *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2010. Vol. 8, № 6. P. 284–291.
30. Vitosek P.M., Porder S., Houlton B.Z., Chadwick O.A. Terrestrial phosphorus limitation: mechanisms, implications, and nitrogen-phosphorus interactions // *Ecol. Appl.* 2010. Vol. 20, № 1. P. 5–15.
31. Mitchell M.J., Driscoll C.T., Kahl J.S., Murdoch P.S., Pardo L.H. Climatic Control of Nitrate Loss from Forested Watersheds in the Northeast United States // *Environ. Sci. Technol.* 1996. Vol. 30, № 8. P. 2609–2612.
32. Tilman D. Species comparison, species diversity, and ecosystem processes: Understanding the impact of global changes // *Successes, Limitations, and Frontiers in Ecosystem Science* / eds. by M.L. Pace and P.M. Groffman.. New York : Springer-Verlag, 1998. P. 452–472.

CLIMATE CHANGE AND ITS EFFECT ON NITROGEN CYCLE

Nikitich P.A.^{1,2}, *Eremeeva D.V.*²

¹ Institute of Soil Science and Agrochemistry SB of RAS, Novosibirsk, polinkanick@mail.ru

² National Research Tomsk State University, Tomsk, eremeevadiana040294@gmail.com

Summary. Over the last several decades, the scientific community discussed the global problem of climate change. On this indicate numerous studies, the results of which are reflected in scientific publications. The seasonally snow-covered regions are especially sensitive to climate change, as even small changes in temperature and precipitation can lead to significant changes in the thickness of snow cover and the timing of its establishment. Snow is an excellent insulator, and seasonal snow cover sufficient height effectively protects the soil from the effects of air temperature.

Keywords: climate change; snow cover; nitrogen cycle.