

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-200-202

РОЛЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В РАДИАЛЬНОМ РОСТЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ БАСЕЙНА Р. ОБЬ

THE ROLE OF SNOW COVER IN THE RADIAL GROWTH OF WOODY PLANTS IN NATURAL ZONES OF THE OB RIVER BASIN

Быков Н.И., Рыгалова Н.В., Шигимага А.А.

Bykov N.I., Rygalova N.V., Shigimaga A.A.

e-mail: nikolai_bykov@mail.ru

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

Institute of Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

Аннотация. В статье приводятся результаты корреляционного анализа связи между показателями снежного покрова и шириной годичных колец деревьев различных природных зон бассейна р. Оби (лесотундры, северной и средней тайги, южной лесостепи, сухой степи) и лесного пояса Алтая и Полярного Урала. В качестве факторов радиального роста деревьев рассматриваются толщина и водозапас снежного покрова на период максимального снегонакопления, даты установления, разрушения и продолжительность залегания устойчивого снежного покрова.

Abstract. The article presents the results of a correlation analysis of the relationship between the indicators of snow cover and the width of annual rings of trees in various natural zones of the river basin. Ob (forest-tundra, northern and middle taiga, southern forest-steppe, dry steppe) and the forest belt of Altai and the Polar Urals. As factors of radial growth of trees, the thickness and water content of snow cover for the period of maximum snow accumulation, the dates of establishment, destruction, and the duration of stable snow cover are considered.

Ключевые слова: древесно-кольцевые хронологии, снежный покров, природные зоны, Западно-Сибирская равнина, Алтай, Полярный Урал.

Keywords: tree-ring chronologies, snow cover, natural zones, West Siberian Plain, Altai, Polar Urals.

Введение. Снежный покров в комплексе с другими факторами играет важную роль в дифференциации природной среды, в том числе влияет на термический и водный режим древесных растений, в значительной мере определяя их продуктивность [1; 4; 5; 8]. При этом характер воздействия снежного покрова на продуктивность древесных растений зависит от географического положения [3]. Как правило, в районах, где снежный покров залегает продолжительно, связь его характеристик с показателями годичных колец тесная [6; 7; 9–11]. Однако какого-либо подробного анализа географической детерминации данной связи в пределах одной или двух физико-географических стран до сих пор не проводилось. Поэтому целью данного исследования является проверка связи ширины годичных колец древесных растений с показателями снежного покрова в пределах Обского бассейна, включающим Западно-Сибирскую равнину, а также горы Урала и Алтая.

Территория, материалы и методы. Образцы для дендрохронологических исследований отбирались на Полярном Урале в бассейне р. Б. Хадыта, лесотундре, северной и средней тайге, в лесостепи, сухой степи Западно-Сибирской равнины, в черневой тайге Салаирского кряжа, на верхней и нижней границах лесного пояса Алтая. Сбор материала осуществлялся в соответствии с рекомендациями по проведению дендроклиматических исследований [2]. Всего было отобрано более 1000 образцов, которые были измерены на полуавтоматической установке Lintab-6 с точностью до 0.01 мм. При стандартизации и построении обобщенных древесно-кольцевых хронологий использовалась программа ARSTAN. В дальнейшем проводился корреляционный анализ связи древесно-кольцевых хронологий с рядами данных о снежном покрове (толщина и водозапас, даты установления, разрушения и продолжительности залегания устойчивого снежного покрова за период 1966–2020 гг.) ближайших метеостанций. Периоды сравнения ширины годичных колец и показателей снежного покрова были не везде одинаковыми, поскольку отбор дендрохронологических образцов производился на протяжении многих лет.

Результаты и обсуждение. Толщина снежного покрова наблюдается на метеостанциях как на метеоплощадках, так и на маршрутах в «поле» или «лесу». При этом ее значения в данных локациях могут существенно отличаться, что вполне объяснимо, поскольку данный показатель в значительной мере зависит от микрорельефа, характера растительного покрова и т.д. Нарушения синхронности многолетних рядов наблюдений толщины снежного покрова в разных локациях также могут быть обусловлены переносом метеоплощадок и маршрутов, изменением характера растительного покрова.

Самые высокие коэффициенты корреляции между максимальной толщиной снежного покрова на метеоплощадках и шириной годичных колец были отмечены в лесотундре ($k=0.45-0.49$) у лиственных древесно-кольцевых хронологий, полученных с деревьев плакорных участков. Положительная реакция радиального роста деревьев лесотундры на толщину снежного покрова, вероятно, обусловлена его теплоизоляционными свойствами. Небольшая толщина снежного покрова зимой способствует значительному промерзанию почвы и грунтов, что в постзимний период увеличивает время их оттаивания, вследствие чего происходит сокращение вегетационного периода. В северной и средней тайге значимые связи между толщиной снежного покрова и шириной годичных колец не отмечаются ($k=-0.16-$

0.17). В южной лесостепи ($k=-0.28-0.19$) и сухой степи ($k=-0.19-0.18$) знак связи варьирует от положительного до отрицательного в зависимости от местообитания. При этом значимые отрицательные связи отмечаются лишь в южной лесостепи. В горных территориях значения связи также невысокие. Преимущественно они отмечаются у древесно-кольцевых хронологий с верхней границы леса (максимально до $k=0.29$). Положительная связь, вероятно, также обусловлена тем, что при значительной толщине связи не происходит промерзания почвы.

Между значениями максимальной за зимний период толщины снежного покрова на маршруте и шириной годовых колец деревьев значения связи в целом более высокие, чем на метеоплощадке. Особенно это касается лесотундры (k до 0.58) и сухой степи (k до 0.46 в сухих местообитаниях). При этом как было указано выше в лесотундре положительная связь объясняется теплоизоляционными свойствами снежного покрова, а в сухой степи тем, что снежный покров является источником увлажнения почвы. В северной и средней тайге связи незначимы, а в южной лесостепи – отрицательно значимы лишь для отдельных местообитаний ($k=-0.25$). На верхней границе леса Алтая и Полярного Урала увеличение толщины снежного покрова часто приводит к увеличению скорости радиального прироста в последующий вегетационный период (k до 0.30 и 0.29 соответственно).

Наилучшие связи рядов максимального водозапаса снежного покрова и ширины годовых колец также отмечаются в лесотундре (k до 0.60). В лесной зоне эти связи незначимы ($k=-0.15-0.12$). В южной лесостепи связь варьирует от отрицательной до положительной ($k=-0.25-0.15$) в зависимости от местоположения. Однако статистически значимыми являются только отрицательные связи. В сухой степи характер связи также зависит от местоположения деревьев. В сухих местообитаниях радиальный рост положительно влияет на увеличение водозапаса снежного покрова в предшествующую зиму, а во влажных местообитаниях – отрицательно. При этом значение связи выше ($k=-0.31-0.28$), чем в лесостепи, и коэффициенты корреляции часто значимы, что вполне объяснимо, так как снежный покров в сухой степи в значительной мере определяет увлажнение периода максимального роста годового кольца (май-июнь). В горах связи также меняются в зависимости от местообитания ($k=-0.38-0.33$). На верхней границе леса они, как правило, имеют отрицательный характер, а в нижней части лесного пояса водозапас снежного покрова уже положительно влияет на радиальный рост деревьев.

Между рядами ширины годовых колец и датами установления устойчивого снежного покрова в некоторых природных зонах также отмечается значимая корреляционная связь. При этом наибольшее значение имеет дата установления снежного покрова не в текущий год, а в предыдущий. В лесотундре данная связь положительна и значима (k до 0.33). Это можно объяснить тем, что более позднее установление снежного покрова, вероятно, обусловлено более поздним наступлением холодного периода года и, вследствие этого, меньшим промерзанием почвы, что в дальнейшем способствует более раннему ее оттаиванию и увеличивает продолжительность вегетационного периода.

В лесной зоне дата установления устойчивого снежного покрова не играет лимитирующего значения для радиального роста деревьев и коэффициенты корреляции рассматриваемых рядов незначимы ($k=-0.17-0.18$). Напротив, в южной лесостепи деревья чутко реагируют на даты установления устойчивого снежного покрова (k до 0.40). При этом связь положительна, то есть чем позднее устанавливается снежный покров, тем больший прирост у деревьев отмечается в следующем вегетационном периоде. В сухой степи эти связи редко статистически незначимы ($k=-0.18-0.14$). В горных территориях эта связь варьирует от -0.27 до 0.27. Как правило, в нижней части лесного пояса ранняя дата установления снежного покрова отрицательно влияет на радиальный рост деревьев в следующем вегетационном сезоне, а на верхней границе леса положительно. При этом на верхней границе леса сосна кедровая более сильно реагирует на даты установления устойчивого снежного покрова в текущем году ($k=-0.38$), что, вероятно, обусловлено ограничением вегетационного периода вследствие раннего установления снежного покрова.

Даты разрушения устойчивого снежного покрова в лесотундре и лесной зоне слабо влияют на радиальный рост деревьев: корреляционные связи статистически незначимы. При этом в лесотундре более позднее разрушение устойчивого снежного покрова способствует увеличению прироста деревьев ($k=0.13-0.19$). В южной лесостепи ранний сход снежного покрова положительно влияет на радиальный прирост деревьев, что обусловлено увеличением вегетационного периода, хотя корреляционные связи редко бывают статистически значимыми (максимальное значение $k=-0.27$, в северной лесостепи до -0.37). В сухой степи реакция деревьев на более позднее разрушение снежного покрова положительная и более значимая. У сосен сухих местообитаний k до 0.28, а у тополей до 0.38. Вероятно, это связано с тем, что более позднее разрушением снежного покрова способствует большему увлажнению почв в период интенсивного роста (май и начало июня). В горных территориях на нижних уровнях лесного пояса деревья реагируют разнообразно ($k=-0.34-0.29$). Там, где пояс подходит вплотную горным степным ландшафтам, реакция на позднее разрушение снежного покрова положительная. Однако в большинстве случаев поздний сход снега уменьшает скорость радиального прироста. На верхней границе леса связь между показателями часто статистически незначима (k максимально до 0.24).

Наконец, продолжительность периода залегания устойчивого снежного покрова мало влияет на радиальный прирост деревьев в лесотундре и лесной зоне ($k=-0.19-0.19$). В лесостепи и сухой степи значимость этого показателя выше (k соответственно до -0.42 и 0.34). То есть продолжительная зима

отрицательно влияет на радиальный прирост деревьев в лесостепи, а в сухой степи положительно. В нижней части лесного пояса продолжительный снежный покров замедляет радиальный рост деревьев (k до -0.31), а в верхней части ускоряет (k до 0.28). В последнем случае это, возможно, связано с тем, что при раннем разрушении снежного покрова поздние заморозки повреждают ассимиляционный аппарат деревьев, на восстановление которого в дальнейшем требуется время. Однако данное утверждение требует дополнительных исследований.

Выводы. Роль снежного покрова и его отдельных показателей весьма разнообразна в природных зонах бассейна р. Обь. Наиболее ярко она проявляется на границах распространения древесной растительности. При этом влияние конкретного показателя на радиальный рост деревьев меняется в зависимости от природной зоны от положительного до отрицательного. В целом снежный покров ни в одной природной зоне не выступает главным лимитирующим фактором для деревьев.

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-27-00268, <https://rscf.ru/project/22-27-00268/>

Литература

1. Быков Н.И. Дендроиндикация многолетней динамики элементов нивально-гляциального комплекса // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 1998. С. 51–55.
2. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Ч. I. Красноярск, Изд-во КрасГУ, 2000. 80 с.
3. Николаев А.Н., Скачков Ю.Б. Влияние динамики снежного покрова на рост и развитие лесов в Центральной Якутии // Криосфера Земли, 2011, т. XV, № 3, с. 71–80.
4. Gedalof Z., Smith D.J. Dendroclimatic response of mountain hemlock (*Tsuga mertensiana*) in Pacific North America // Canadian Journal of Forest Research. 2001. V.31. P. 322–332.
5. Falarz M. Tree-Ring Widths and Snow Cover Depth in High Tauern. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95 (2017) 062005. doi :10.1088/1755-1315/95/6/062005.
6. Kirilyanov A., Hughes M., Vaganov E., Schweingruber F., Silkin P. The importance of early summer temperature and date of snow melt for tree growth in the Siberian Subarctic // Trees. 2003. V.17. P.61–69.
7. Owczarek P., Opała M. Dendrochronology and extreme pointer years in the tree-ring record (AD 1951–2011) of polar willow from southwestern Spitsbergen (Svalbard, Norway) // Geochronometria. 2016. V. 43. P. 84–95.
8. Sanmiguel-Valladolid A., Camarero J. Julio, Gazol Antoni, Morán-Tejeda E., López-Moreno J. I. Detecting snow-related signals in radial growth of *Pinus uncinata* mountain forests. // Dendrochronologia. 2019. V. 57. Article 125622. doi:10.1016/j.dendro.2019.125622.
9. Schmidt N.M., Baittinger C., Kollmann J., Forchhammer M.C. Consistent dendrochronological response of the dioecious *Salix arctica* to variation in local snow precipitation across gender and vegetation types // Arctic, Antarctic and Alpine Research. 2010. V.42. P. 471–475.
10. Vaganov E.A., Kirilyanov A.V., Schweingruber F.H., Silkin P.P. Influence of snowfall and melt timing on tree growth in subarctic Eurasia // Nature. 1999. V. 400. P.149–151. doi 10.1038/22087.
11. Watson E., Luckman B.H. An investigation of the snowpack signal in moisture-sensitive trees from the Southern Canadian Cordillera // Dendrochronologia. 2016. V. 38. P. 118–130.