

9. *Poplavskaja G.I.* Kratkij kurs jekologii rastenij. – L.: Izd-vo biol. i med. lit., 1937. – 297 s.
10. *Poplavskaja G.I.* Jekologija rastenij. – M.: Sov. nauka, 1948. – 295 s.
11. *Prokop'ev E.P.* Vvedenie v jekologiju rastenij: ucheb. posobie. – Tomsk: Izd-vo Tomsk. gos. un-ta, 2004. – 164 s.
12. *Serebrjakov I.G.* Jekologicheskaja morfologija rastenij. Zhiznennye formy pokrytosemennyh i hvojnyh. – M.: Vyssh. shk., 1962. – 378 s.
13. *Shennikov A.P.* Jekologija rastenij. – M.: Sovetskaja nauka, 1950. – 371 s.
14. *Raunkiaer C.* Types biologiques pour la geographie botanique. Oversigt over det Kgl. Danske Videnskabernes Selsk. – Forhandl, 1905. – № 5.



УДК 630*561.24

*Д.А. Машуков, А.В. Бенькова,
В.Е. Бенькова, А.В. Шашкин*

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И КСИЛОТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СТВОЛА СУХОВЕРШИННЫХ И ЗДОРОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ В ЛИСТВЕННИЧНИКЕ НА МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЕ*

*D.A. Mashukov, A.V. Benkova,
V.E. Benkova, A.V. Shashkin*

THE FEATURES OF GROWTH AND ANATOMICAL STRUCTURE OF STAG-HEADED AND HEALTHY TREES IN LARCH STAND GROWING IN PERMAFROST

Машуков Д.А. – мл. науч. сотр. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: mashukov1988@gmail.com

Бенькова А.В. – канд. биол. наук, мл. науч. сотр. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: annie1977@yandex.ru

Бенькова В.Е. – д-р биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: benkova@yandex.ru

Шашкин А.В. – канд. физ.-мат. наук, зав. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: shashkin@ksc.krasn.ru

Mashukov D.A. – Junior Staff Scientist, Lab. of Wood Rings Structure, V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS – Separate Division of FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: mashukov1988@gmail.com

Benkova A.V. – Cand. Biol. Sci., Junior Staff Scientist, Lab. of Wood Rings Structure, V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS – Separate Division of FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: annie1977@yandex.ru

Benkova V.E. – Dr. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Wood Rings Structure, V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS – Separate Division of FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: benkova@yandex.ru

Shashkin A.V. – Cand. Phys. and Math. Sci., Head, Lab. of Wood Rings Structure, V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS – Separate Division of FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: shashkin@ksc.krasn.ru

В последние десятилетия на фоне увеличения экстремальных погодных явлений наблюдается увеличение процента погибших

и суховершинных деревьев в северных лесных экосистемах. Причину усыхания исследователи видят в том, что деревья в современной

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-34-00181 мол_а).

климатической ситуации часто испытывают водный дефицит, который может приводить к уменьшению эффективности процесса водопроведения в стволах деревьев. В данной работе выявлены различия в динамике радиального роста вдоль ствола у деревьев лиственницы Гмелина *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr., произрастающих на склоне северной экспозиции (Центральная Эвенкия, 64°19'23" с.ш., 100°13'28" в.д.). Цель исследования – получить дополнительные аргументы в пользу предположения, что водный стресс может являться причиной усыхания верхушек деревьев на многолетней мерзлоте. Отобрано тринадцать неповрежденных суховершинностью и двенадцать суховершинных модельных деревьев. С каждого дерева взято пять спилов: у шейки корня, на 1/4, 1/2, 3/4 высоты ствола дерева и с вершинной части, на 20–30 см ниже апекса. Суховершинные деревья отличались от неповрежденных по ксилотомическим характеристикам: сильным нарушением рядности трахеид последних колец, отсутствием разделения на раннюю и позднюю древесину годовичных колец, меньшими средними значениями ширины годовичных колец (ШГК), толщины клеточных стенок и люмена. Выявлено заметное отставание в росте в высоту и по диаметру суховершинных деревьев старше 30–40 лет. Сделан вывод, что сравнительно высокая температура воздуха (которая обуславливает высокую транспирацию) может спровоцировать водный стресс у деревьев и, как следствие, усыхание верхушек.

Ключевые слова: морфометрические характеристики, анатомическая структура древесных колец вдоль ствола дерева, сезонно-талый слой, водный дефицит.

*In previous decades on the background of extreme weather events increasing high percentage of dead and stag-headed trees in northern forests has been registered. The researchers suggest that the reason for the desiccation is in drought, which can lead to the reduction of the efficiency of the process of water carrying out in tree trunks. In the study the distinctions in dynamics of radial growth along the trunk in larch trees of *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr., growing in permafrost conditions of the north-facing slope (Central Siberia, 64°19'23"*

N, 100°13'28" E) were revealed. The purpose of the research was to receive additional arguments in favor of the assumption that water stress could be the reason of top shrinkage in larch trees in permafrost. Thirteen healthy and twelve stag-headed model trees were chosen for the study. From each tree sampled disks at several stem heights: close to root collar, at 1/4, 1/2, 3/4 of stem height and at 20–30 cm beneath apex were cut. Stag-headed trees differed from intact according to xylotomy characteristics: strong violation of lane tracheids of the last rings, the lack of division into early and late wood of year rings, smaller average values of the width of year rings (WYR), the thickness of cellular walls and lumens. Distinct lagging in growth in height was revealed and on the diameter of stag-headed trees senior than 30–40 years. The conclusion was drawn that rather high temperature of air (causing high transpiration) might provoke water stress in trees revealed in trees' top drying.

Keywords: morphometric characteristics, anatomical structure of tree rings along the tree stem, seasonally melting layer, water deficiency.

Введение. В северотаежных древостоях довольно часто встречается явление суховершинности. Несмотря на обилие влаги в сезонно-талом слое в начале вегетационного сезона, деревья могут испытывать «физиологическую засуху» [1] из-за низкой температуры почвенной влаги, которая обуславливает пониженную всасывающую способность корневой системы. При этом верхушки деревьев, имеющие низкий водный потенциал по сравнению с нижерасположенными частями дерева [1], оказываются в наиболее неблагоприятных по водообеспечению условиях. В ксилеме верхушки при этом увеличивается опасность эмболии и потери проводимости [2, 3], что в конечном итоге может привести к их усыханию.

Наиболее явно водный дефицит у деревьев на многолетнемерзлых почвах, очевидно, должен проявиться на локальных участках, которые отличаются сравнительно низкой поступающей солнечной энергией, мощным мохово-лишайниковым покровом, малой глубиной оттаивания и низкой температурой почвы. Такие условия характерны для склонов северной экспозиции [4]. Установлено, что деревья, произрастающие на склонах северной экспозиции, на-

ходятся в угнетенном состоянии, имеют сравнительно низкие таксационно-биометрические показатели [5, 6] и скорости роста в высоту и по диаметру [4], отличаются слабым фотосинтезом [7], имеют особенности питания и морфологии корней [8, 9]. По результатам дендрозкологического исследования [4] был выявлен период в пределах сезона радиального роста, когда дефицит влаги для деревьев лиственницы на склоне северной экспозиции наиболее вероятен: это начало мая – конец июня (начальный период) и период интенсивного радиального роста.

Цель работы. Выявление различий между суховершинными и здоровыми деревьями, произрастающими на склоне северной экспозиции, по динамике их радиального роста и анатомическому строению древесины на разных уровнях высоты ствола от комля к верхушке.

Действительно, движение воды снизу-вверх по стволу происходит за счет уменьшения водного потенциала в направлении от комля к вершине [1], что обуславливает различие в функционировании камбия на разной высоте ствола. На камбиальную активность косвенно, через количество доступной влаги в почве, влияют и погодные условия. Таким образом, в характеристиках радиальных приростов на разных уровнях высоты ствола должны быть «зашиты» эти оба вида воздействия на камбий, а значит, и информация о наличии водного дефицита в определенные периоды сезона роста.

Объекты и методы. Исследование проводилось в бассейне р. Нижняя Тунгуска, вблизи пос. Тура, на базе Эвенкийского опорного экспедиционного пункта ИЛ СО РАН (64°19'23" с.ш., 100°13'28" в.д.). Объектом исследования был одновозрастный лиственничник багульниково-бруснично-голубичный лишайниково-зеленомошный, сформировавшийся после сильного низового пожара 1899 года на мерзлотных почвах склона северной экспозиции, расположенного в нижнем течении ручья Кулингдан. Крутизна склона 7–8°. Более 60% деревьев на склоне было с сухими верхушками. Средний возраст деревьев составлял 110 лет, густота 4075 дер/га, бонитет Vб. В средней части склона была заложена временная пробная площадь (ПП) размером 500 м² на высоте около 200 м над ур. м. У всех деревьев на ПП измерены вы-

сота, диаметр ствола на высоте 1,3 м от поверхности почвы и протяженность кроны и по ним рассчитаны средние характеристики древостоев. Для суховершинных деревьев данные параметры составляют: средняя высота – 7,36 м, средний диаметр на высоте груди – 47,4 мм, средняя протяженность кроны – 3,79 м. Для несуховершинных деревьев: средняя высота – 8,29 м, средний диаметр на высоте груди – 65,2 мм, средняя протяженность кроны – 4,44 м. Сезонное оттаивание почвы составляет 42±10 см в буграх мерзлотного пучения и 6±6 см в западинах. Мощность органического горизонта варьирует в пределах 11–25 см (18,9±3,8 см (n = 16)), а глубина корнеобитаемого слоя не превышает 25 см. Сравнительно небольшая глубина сезонного оттаивания почвы обусловлена наличием мощного мохово-лишайникового покрова (7–15 см), препятствующего прогреву. В течение всего вегетационного периода почва характеризуется сравнительно низкой температурой. На момент наблюдения (27.07.2009) температура почвы на глубине 10 см была +6,5 °С, объемная влажность – 40 % (общая климатическая характеристика района исследования, более подробное описание пробной площади и древостоя, а также методов измерения и анализа даны в работе [4]).

На пробной площади было отобрано тринадцать не поврежденных суховершинностью и соседних с ними двенадцать суховершинных модельных деревьев. Данное количество деревьев для исследования было обусловлено экстремальными условиями местообитания, где наблюдается высокая изменчивость и синхронность в изменчивости прироста от года к году [10]. На момент взятия образцов (07.2009) деревья с признаками суховершинности отстали в росте от соседних здоровых деревьев: средний диаметр на высоте груди у первых был на 27 % меньше (47,4 и 65,2 мм соответственно), средняя высота на 26 % меньше (7,36 и 8,29 м), средняя протяженность кроны на 14,6 % меньше (3,79 и 4,44 м).

Со стволов выбранных деревьев взято по шесть спилов: как можно ближе к поверхности почвы, на 1/4, 1/2, 3/4 высоты ствола дерева и у верхушки, на 20–30 см ниже апекса (в тексте «верхушка»). Всего было исследовано 65 спилов с неповрежденных и 60 спилов с суховер-

шинных деревьев. Измерение ширины последовательных годовичных колец на спилах, датировка и построение древесно-кольцевых хронологий проводились стандартными методами [10]. Для исследования анатомического строения годовичных колец использовалась установка компьютерного анализа изображений (Image Analysis System, Karl Zeiss, Jena); точность измерений составила 0,003 мм.

Результаты и их обсуждение. Осуществив датировку спилов, взятых с суховершинных и здоровых деревьев на исследуемых уровнях высоты ствола и измерив на них ширину годовичных колец (ШГК), мы реконструировали динами-

ку роста каждого дерева в высоту. Зная дату последнего годовичного кольца (2009 г.), путем датировки определили год образования первого кольца на спилах и, зная возраст дерева на 2009 г., определили возраст дерева на момент достижения соответствующего уровня высоты. Суммируя ширину последовательных годовичных колец на 1/4 высоты ствола, соответствующей высоте груди (1,3 м), реконструировали динамику роста ствола каждого дерева по диаметру. На рисунке 1 приведены усредненные по исследованным деревьям кривые изменения с возрастом высоты (А) и радиуса ствола (Б) здоровых (1) и суховершинных (2) деревьев.

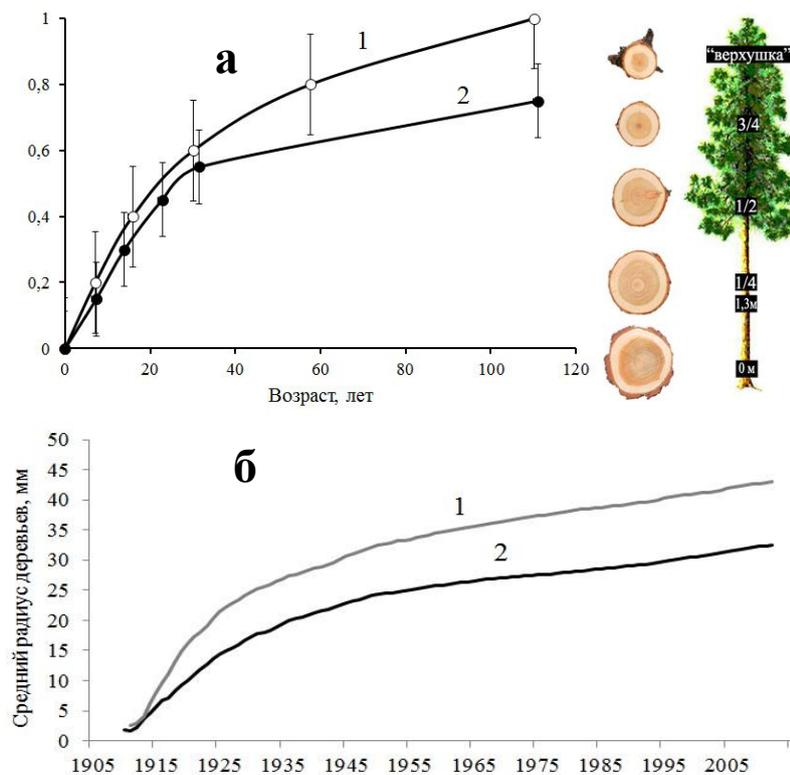


Рис. 1. Реконструированная динамика роста в высоту (а) и по радиусу (б) здоровых (1) и суховершинных (2) деревьев лиственницы, произрастающих на склоне северной экспозиции: высота стволов (а) дана в относительных единицах; радиус определялся суммированием ширины годовичных колец в стволе на высоте 1,3 м над поверхностью почвы

Заметное отставание в росте в высоту и по диаметру у суховершинных деревьев началось примерно в 30–40-летнем возрасте. С 40- до 60-летнего возраста разница между здоровыми и суховершинными деревьями по средней высоте постепенно возрастала, а затем стабилизировалась и в возрасте 109 лет составила пример-

но 90 см (рис. 1, а). Разница в средних значениях радиуса ствола (на высоте груди) после периода плавного увеличения также стабилизировалась и к возрасту 109 лет составила 7–9 мм (рис. 1, б). Для сравнительного анализа численных характеристик ШГК мы выделили период 1974–2009 гг., общий для всех рядов ширины

годичных колец, и в его пределах вычислили среднее значение этого показателя на разных уровнях высоты ствола (табл.). Оказалось, что у суховершинных деревьев средняя ШГК на всех уровнях высоты ствола заметно меньше (при $P > 0.95$); разница особенно существенна в верхней части ствола. У суховершинных деревьев

на уровне 3/4 высоты ствола годичные кольца были уже в 1,8 раза, а у верхушки – в 2,5 раза меньше, что указывает на сравнительно низкую камбиальную активность.

На рисунках ниже приведены анатомические срезы древесины суховершинных деревьев на уровне 3/4 высоты ствола и верхушки (рис. 2–4).

Средний радиальный прирост (ШГК) на разных уровнях высоты ствола суховершинных и здоровых деревьев на склоне северной экспозиции (1974–2009 г.)

Уровень высоты ствола	ШГК, мм	
	Здоровые деревья	Суховершинные деревья
Комель	0,20 (0,05)	0,140 (0,039)
1/4	0,14 (0,04)	0,095 (0,023)
1/2	0,11 (0,02)	0,081 (0,020)
3/4	0,12 (0,02)	0,066 (0,013)
Верхушка	0,12 (0,03)	0,048 (0,014)

Примечание. В скобках приведено стандартное отклонение.

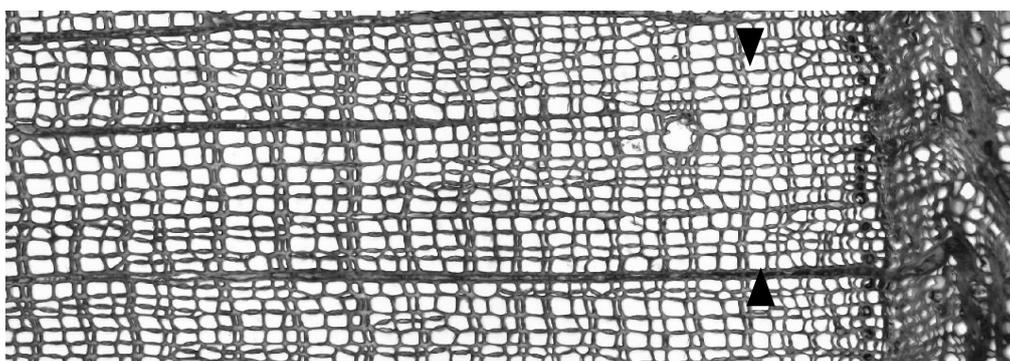


Рис. 2. Изменения в клеточной структуре ксилемы лиственницы под усыхающей верхушкой (стрелками указано кольцо, датируемое 2002 г., с явными признаками нарушения строения)

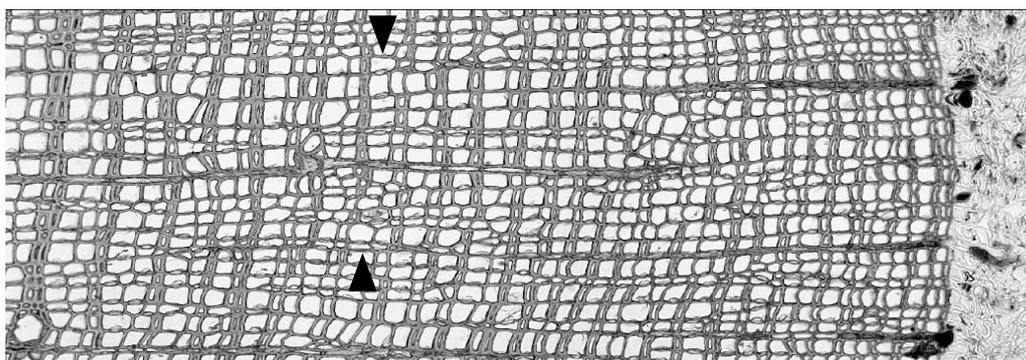


Рис. 3. Начало нарушения в структуре ксилемы усыхающего дерева на высоте 3/4 (стрелочками указано кольцо, после которого начинаются изменения в толщине клеточной стенки поздней древесины, датируемое 1988 годом, X20)

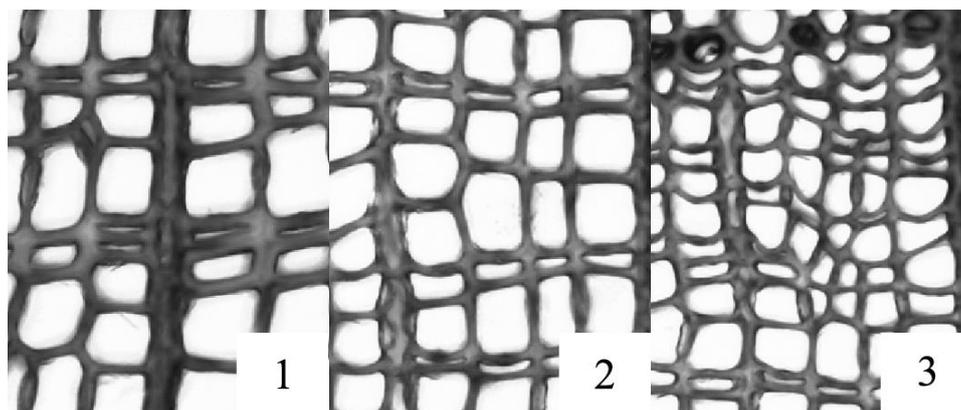


Рис. 4. Степени нарушения структуры клеток годичных колец в верхушках усыхающих деревьев: 1 – нормальная структура поздней древесины годичных колец; 2 – постепенное уменьшение толщины стенки клетки поздней древесины; 3 – полное нарушение структуры и рядности годичных колец

Начало нарушения фиксируется уже на уровне 3/4 и наиболее явно проявляется на уровне верхушки. Изменения проявляются в виде уменьшения ширины годичного кольца (см. табл.), клеточной стенки и люмена. У суховершинных деревьев градиент размера люмена и толщины стенки заметно выше, чем у здоровых (6,5 мкм относительно 2,5 мкм для первого показателя и 3,5 мкм относительно 2,0 мкм для второго). Ближе к камбию в годичном кольце отсутствует разделение на зоны ранней и поздней древесины (см. рис. 2–4).

Заключение. В периоды с пониженной температурой воздуха (пониженным количеством осадков) в течение сезона деревья лиственницы на склоне северной экспозиции могут испытывать водный стресс, при котором водообеспечение крон резко снижается и водный потенциал уменьшается. Это проявляется в уменьшении ширины годичных колец и нарушении их клеточной структуры относительно здоровых деревьев. Уменьшение количества влаги и питательных веществ в связи с недостатком водообеспечения верхушек способствуют уменьшению размеров люменов и толщины стенок трахеид. Отсутствие в годичных слоях разделения на раннюю и позднюю зону свидетельствует о недостатке «строительного материала» при ослаблении фотосинтеза. В конечном итоге со временем такая реакция деревьев может привести к усыханию верхушек.

Литература

1. *Kramer P.J., Boyer J.S.* Water Relations of Plants and Soils. – San Diego: Academic Press, 1995. – 495 p.
2. *Lu P., Biron P., Granier A., Cochard H.* Water relations of adult Norway spruce (*Picea abies* (L) Karst) under soil drought in the Vosges mountains: whole-tree hydraulic conductance, xylem embolism and water loss regulation // *Ann. des Sci. For.* – 1996. – Vol. 53. – P. 113–121.
3. *Anderegg W. R. L., Flint A., Huang C.-Y., Flint L., Berry J. A., Davis F. W., Sperry J. S., Field C. B.* Tree mortality predicted from drought-induced vascular damage // *Nature Geoscience.* – 2015. – № 8. – P. 367–371.
4. *Бенькова А.В., Машуков Д.А., Бенькова В.Е.* [и др.]. Значение экспозиции склонов для роста лиственницы Гмелина в мерзлотных условиях Средней Сибири. I. Различия в динамике радиального прироста деревьев на склонах северной и южной экспозиции // *Сибирский лесной журнал.* – 2015. – № 4. – С. 18–29.
5. *Yanagihara Y.* Soil respiration on the contrasting north and south facing slopes of a Larch forest in Central Siberia / *T. Koike, Y. Matsuura, S. Mori, H. Shibata, F. Satoh, O.V. Masuyagina, O.A. Zyryanova., A.S. Prokushkin, S.G. Prokushkin, A.P. Abaimov* // *Eurasian J. For.Res.* – 2000. – № 1. – P. 19–29.

6. Prokushkin A. S., Kajimoto T., Prokushkin S.G., McDowell W.H., Abaimov A.P., Matsuura Y. Climatic factors influencing fluxes of dissolved organic carbon from forest floor in a continuous-permafrost Siberian watershed // Can. J. For. Res. – 2005. – Vol. 35. – P. 2130–2140.
7. Yasue K., Kujansuu J., Kajimoto T., Nakai Y., Koike T., Abaimov A.P., Matsuura Y. Seasonal changes in stem radial growth of *Larix gmelinii* in Central Siberia in relation to its climatic responses. In: Permafrost ecosystem: Siberian Larch Forest, Ecological studies (eds. Osawa A., Zyryanova O.A., Matsuura Y., Kajimoto T., Wein R. W.). – Springer: Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 2010. – Vol. 209. – P. 331–345.
8. Koike T. Photosynthesis and foliar nutrient dynamics in larch and spruce grown on contrasting north and south-facing slopes in the Tura Experiment Forest in central Siberia / S. Mori, Y. Matsuura, S.G. Prokushkin, O.A. Zyryanova, T. Kajimoto, A. P. Abaimov // (eds. Mori, S., Kanasawa, Y., Matsuura, Y., Inoue, G). Proc. of the Sixth Symp. on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1997. – Tsukuba, 1998. – P. 3–10.
9. Koike T. Photosynthetic characteristics of trees and shrubs growing on the north and south facing slopes in Central Siberia / S. Mori, O.A. Zyryanova, T. Kajimoto, Y. Matsuura, A. P. Abaimov // (eds. Osawa, A., Zyryanova, O.A., Matsuura, Y., Kajimoto, T., Wein, R.W). Permafrost ecosystem: Siberian Larch Forest, Ecological studies. Springer. – 2010. – Vol. 209. – P. 273–287.
10. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Курдянов А.В. [и др.]. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации. – Красноярск, 2000. – 80 с.
- (L) Karst) under soil drought in the Vosges mountains: whole-tree hydraulic conductance, xylem embolism and water loss regulation // Ann. des Sci. For. – 1996. – Vol. 53. – P. 113–121.
3. Anderegg W.R.L., Flint A., Huang C.-Y., Flint L., Berry J. A., Davis F. W., Sperry J. S., Field C. B. Tree mortality predicted from drought-induced vascular damage // Nature Geoscience. – 2015. – № 8. – P. 367–371.
4. Ben'kova A.V., Mashukov D.A., Ben'kova V.E. [и др.]. Значение яекспозиции склонов дла роста лиственницы Gmelina v мерзлотных условиях Средней Сибири. I. Различия в динамике радиального прироста деревьев на склонах северной и южной яекспозиции // Сибирский лесной журнал. – 2015. – № 4. – С. 18–29.
5. Yanagihara Y. Soil respiration on the contrasting north and south facing slopes of a Larch forest in Central Siberia / T. Koike, Y. Matsuura, S. Mori, H. Shibata, F. Satoh, O.V. Masuyagina, O.A. Zyryanova., A.S. Prokushkin, S.G. Prokushkin, A.P. Abaimov // Eurasian J. For.Res. – 2000. – № 1. – P. 19–29.
6. Prokushkin A. S., Kajimoto T., Prokushkin S.G., McDowell W.H., Abaimov A.P., Matsuura Y. Climatic factors influencing fluxes of dissolved organic carbon from forest floor in a continuous-permafrost Siberian watershed // Can. J. For. Res. – 2005. – Vol. 35. – P. 2130–2140.
7. Yasue K., Kujansuu J., Kajimoto T., Nakai Y., Koike T., Abaimov A.P., Matsuura Y. Seasonal changes in stem radial growth of *Larix gmelinii* in Central Siberia in relation to its climatic responses. In: Permafrost ecosystem: Siberian Larch Forest, Ecological studies (eds. Osawa A., Zyryanova O. A., Matsuura Y., Kajimoto T., Wein R. W.). – Springer: Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 2010. – Vol. 209. – P. 331–345.
8. Koike T. Photosynthesis and foliar nutrient dynamics in larch and spruce grown on contrasting north and south-facing slopes in the Tura Experiment Forest in central Siberia / S. Mori, Y. Matsuura, S.G. Prokushkin, O.A. Zyryanova, T. Kajimoto, A. P. Abaimov // (eds. Mori, S., Kanasawa, Y., Matsuura, Y., Inoue, G). Proc. of the Sixth Symp. on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1997. – Tsukuba, 1998. – P. 3–10.

Literatura

1. Kramer P.J., Boyer J.S. Water Relations of Plants and Soils. – San Diego: Academic Press, 1995. – 495 p.
2. Lu P., Biron P., Granier A., Cochard H. Water relations of adult Norway spruce (*Picea abies*

- rian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1997. – Tsukuba, 1998. – P. 3–10.
9. Koike T. Photosynthetic characteristics of trees and shrubs growing on the north and south facing slopes in Central Siberia / S. Mori, O.A. Zyryanova, T. Kajimoto, Y. Matsuura, A. P. Abaimov // (eds. Osawa, A., Zyryanova, O.A., Matsuura, Y., Kajimoto, T., Wein, R.W). Permafrost ecosystem: Siberian Larch Forest, Ecological studies. Springer. – 2010. – Vol. 209. – P. 273–287.
10. Shijatov S.G., Vaganov E.A., Kirdjanov A.V. [i dr.]. Metody dendrohronologii. Ch. I. Osnovy dendrohronologii. Sbor i poluchenie drevesno-kol'cevoj informacii. – Krasnojarsk, 2000. – 80 s.



УДК 634. 73: 581.4

М.Л. Берсенева

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ

M.L. Berseneva

THE CONTENT OF SOME HEAVY METALS IN WHEAT GRAIN

Берсенева М.Л. – канд. биол. наук, доц. каф. строительных материалов и технологий строительства Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: mari-leonm@yandex.ru

Berseneva M.L. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Construction Materials and Technologies of Construction, Construction Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: mari-leonm@yandex.ru

Зерновые культуры с давних времен занимают важное место в питании человека, являясь доступным источником микроэлементов, белков, углеводов и витаминов. Наиболее распространенной зерновой сельскохозяйственной культурой во многих странах мира является пшеница, получившая широкое применение при изготовлении различных видов продуктов питания, косметических, лекарственных препаратов, кормов для сельскохозяйственных животных. Благодаря наличию в своем составе большого количества полезных для организма человека веществ, пшеница способствует укреплению иммунной системы, создает мощную преграду для развития онкологических заболеваний. Основными продуктами питания большинства жителей России являются хлеб, хлебобулочные изделия, мука, крупы, макароны. В России пшеница лидирует по посевным площадям, получаемому урожаю и экспорту. В зависимости от почвы, природных и климатических условий отдельно взятого региона существуют приоритеты в выращивании этой зерновой культуры. Обладая

большим фондом земель сельскохозяйственного назначения, Россия вынуждена учитывать неблагоприятные условия климата, географическое положение и другие особенности природной среды, что существенно усложняет успешное развитие сельского хозяйства. Для достижения высокого урожая большое значение имеет качественная подготовка почвы перед посевом. Имея слабую корневую систему, пшеница капризно относится к фитосанитарному состоянию почвы и культурам, возделываемым перед ней. Предпочтительно, если предшественниками станут кукуруза, гречиха или зернобобовые растения, насыщающие почву азотом, способствующие накоплению легкоусвояемых питательных элементов. Соблюдение двухгодичного перерыва в севообороте пшеницы, зяблевая обработка пахоты также приводят к повышению устойчивости почвы к накоплению влаги, уменьшают численность сорняков и вредоносных насекомых, что благоприятно сказывается на урожайности.