

УДК 630*182:551.521

Н. В. Москаленко¹, Н. И. Булко¹, М. А. Шабалева², Н. В. Митин³¹ Институт леса Национальной академии наук Беларуси² Гомельский государственный медицинский университет³ Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины**ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ОЛЬХИ ЧЕРНОЙ
(*ALNUS GLUTINOSA* (L.) GAERTH.) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОДТОПЛЕНИЯ**

Изменение процессов жизнедеятельности в результате деструктивного воздействия подтопления связано с аккумуляцией растением токсических метаболитов и диоксида углерода из-за ограничения обмена газов в корнях между почвой и атмосферой. Реакция растений проявляется в виде морфологических и анатомических изменений, связанных с адаптацией растений к условиям аноксии при избыточном увлажнении, выраженном в развитии полостей аэренхимы в различных тканях, способствующих улучшению транспорта кислорода к корням. Теоретически древесина приобретает более рыхлую структуру, и ее плотность уменьшается. Исследования плотности древесины были выполнены в соответствии с ГОСТ 16483.1–84. Анализ плотности наружных слоев древесины, в лесных насаждениях ольхи черной, подвергшихся подтоплению, относительно контрольных насаждений показал, что плотность древесины в ослабленном подтоплением насаждении выше данного показателя в здоровых насаждениях. Оценка варьирования показателей плотности древесины, в годичных кольцах подтопленных насаждений ольхи черной между наружными (после подтопления) и более ранними (до подтопления) внутренними слоями показал, что в ослабленных подтоплением насаждениях ольхи черной также наблюдается возрастание плотности древесины после подтопления.

Возможно, повышение плотности древесины связано с тем, что в условиях подтопления характерно увеличение относительной ширины кольца поздней древесины, так же изменяется и соотношение между ранней и поздней древесиной в структуре годичного кольца, о чем свидетельствует анатомическое изменение структуры древесины. В подтопленных насаждениях значительно выше объемная доля сосудов, их количество больше относительно числа паренхимных клеток; диаметр сосудов в насаждении, испытывающем влияние подтопления, выше относительно данного показателя здоровых насаждений ольхи черной.

Ключевые слова: мелиорация, гидрологический режим, подтопление, ольха черная, плотность древесины, анатомическая структура древесины, диаметр сосудов, клетки паренхимы.

N. V. Moskalenko¹, N. I. Bulko¹, M. A. Shabaleva², N. V. Mitin³¹ Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus² Gomel state medical university³ F. Skorina Gomel state university**CHANGE OF DENSITY OF WOOD OF THE ALDER OF BLACK
(*ALNUS GLUTINOSA* (L.) GAERTH.) AS A RESULT OF FLOODING**

Change of processes of activity as a result of destructive impact of flooding is connected with accumulation by a plant of toxic metabolites and carbon dioxide because of restriction of an exchange of gases in roots between the soil and the atmosphere. Reaction of plants is shown in the form of the morphological and anatomic changes connected with adaptation of plants to anoxia conditions at the excess moistening expressed in development of cavities of an aerenkhima in various fabrics promoting improvement of transport of oxygen to roots. Theoretically wood gets more friable structure, and its density decreases. Researches of density of wood were executed according to STST 16483.1–84. The analysis of density of external layers of wood, in forest plantings of an alder black, undergone flooding, rather control plantings showed that wood density in the planting weakened by flooding above this indicator in healthy plantings. Assessment of a variation of indicators of density of wood, in year rings the waterlogged plantings of an alder black between external (after flooding) and earlier (before flooding) inside layers I showed that in the plantings of an alder weakened by flooding black increase of density of wood after flooding is also observed.

Perhaps, increase of density of wood is connected with that in the conditions of flooding the increase in relative width of a ring of late wood is characteristic, also the ratio between early and late wood in structure of a year ring to what anatomic change of structure of wood testifies also changes. In the waterlogged plantings the volume fraction of vessels is much higher, their quantity is more concern-

ing number the parenkhimnykh of cages; diameter of vessels in the planting coming influence of flooding, above rather this indicator of healthy plantings of an alder black.

Key words: melioration, hydrological mode, flooding, alder black, wood density, anatomical structure of the wood, diameter of vessels, parenchyma cages.

Введение. В связи с увеличением количества лесных земель с резко повысившимся гидрологическим режимом проблема подтопления и вторичного заболачивания обширных территорий пойменных земель реки Припять приобретает в настоящее время наибольшую актуальность. Данные по общему количеству подтопленных лесных территорий и погибших от подтопления насаждений весьма противоречивы.

Основным фактором, влияющим на процесс искусственного переувлажнения лесных территорий Полесья, является хозяйственная деятельность человека, выраженная в недостаточном внимании к организации поверхностного стока во время проведения широкомасштабных мелиоративных преобразований поймы реки Припять, а так же при проектировании, строительстве и эксплуатации различных категорий дорог [1].

Нарушение исторически сложившейся системы водообмена на прилегающих к народнохозяйственным объектам лесных территориях Полесья привело к различным сукцессионным процессам. Наблюдается деградация лесных земель, уменьшение многообразия типов леса, возникает дисбаланс в структуре лесного фонда, снижается продуктивность лесов, а в ряде случаев наблюдается гибель лесов с формированием на их месте болотных экосистем.

Происходит это после прекращения текущего ухода за гидромелиоративными объектами, они перестают нормально функционировать и на прилегающих лесных территориях образуются очаги подтопления, площади которых ежегодно расширяются.

В связи с этим возникает проблема сохранения пойменных лесов, повышения их устойчивости и оптимизации гидрологического режима лесных насаждений [2].

Основная часть. Мелиоративные объекты в связи с долговечностью эксплуатационного периода оказывают длительное воздействие на экологическую устойчивость пойменных лесов, расположенных в непосредственной близости от построенных гидромелиоративных сооружений.

Об биоэкологических особенностях произрастающих в пойменных лесах древесных пород, как правило, судят по санитарному состоянию лесных насаждений.

Объекты для исследований закладывались в насаждениях ольхи черной, имеющих разную степень воздействия и удаления от мелиоративных систем и напорного водохранилища. Рабо-

ты на объектах проводились в меженный период с низкими уровнями грунтовых вод.

Изменение процессов жизнедеятельности связано со снижением аэрации корневых систем в результате деструктивного воздействия подтопления, вызванного аккумуляцией растением токсических метаболитов (альдегидов, органических кислот, этанола) и диоксида углерода из-за ограничения обмена газов в корнях между почвой и атмосферой [3]. Способность древесных пород реагировать на повышение уровня грунтовых вод возникает в связи с условиями аноксии. Среди физиологических механизмов адаптации к условиям анаэробноза выделяется способность растений транспортировать кислород и ассимиляты из аэрируемых (надземных) органов в корни [4–5]. Образование аэренхимы (газовых полостей внутри тканей) в наибольшей степени обеспечивает данную способность растения. Газовые полости могут образовываться как в результате шизогении, т. е. регулируемого деления и растяжения клеток, так и в результате лизогении, в результате селективного распада и деградации тканей [5]. Сигналом к этим процессам является накопление в тканях этилена, которое приводит к экспрессии генов, кодирующих гибель и апоптоз клеток. Как результат – рост межклеточных пространств и снижение плотности клеток для улучшения кислородного транспорта. В ряде случаев наблюдается увеличение прироста по диаметру при влиянии подтопления, в частности, у *Quercus robur* и *Fraxinus excelsior*. Этот феномен отмечают А. И. Русаленко [6] и С. Glenz [7] у устойчивых к подтоплению видов. Теоретически в этом случае древесина должна приобрести более рыхлую структуру, а ее плотность уменьшится.

Оценка возможных изменений плотности древесины ольхи черной проводилась в соответствии с ГОСТ 16483.1–84 (СТ СЭВ 388–76) [8].

Для изучения изменения плотности древесины деревьев ольхи черной были отобраны керны приростным буравом по методике А. И. Русаленко [6].

Как показал сравнительный анализ различий в плотности наружных слоев древесины в лесных насаждениях ольхи черной, подвергшихся подтоплению, относительно контрольных насаждений (табл. 1), показатели плотности древесины в ослабленном подтопленном насаждении достоверно выше данного показателя в здоровых насаждениях на 17%.

Таблица 1
Различия в плотности древесины ольхи черной при воздействии избыточного увлажнения между различными категориями насаждений

Плотность наружных слоев древесины, г/см ³		Критерий Стьюдента, t	Уровень достоверности отличий, p
здоровое	ослабленное		
0,35	0,41	2,06	0,07

Дополнительно была проведена оценка варьирования показателей плотности древесины в годовых кольцах ольхи черной между наружными (после начала подтопления) и более ранними (до подтопления) внутренними слоями (табл. 2). Проведенный анализ показал, что в ослабленных подтоплением насаждениях ольхи черной также наблюдается возрастание (на 8%) плотности древесины после подтопления.

Таблица 2
Различия в плотности древесины ольхи черной до и после начала подтопления в насаждениях, испытывающих воздействие избыточного увлажнения

Плотность слоев древесины, г/см ³		Критерий Стьюдента, t	Уровень достоверности отличий, p
до начала подтопления	после подтопления		
0,39	0,42	1,28	0,24

Возможно, это связано с тем, что в условиях подтопления так же изменяется и соотношение между ранней и поздней древесиной в структуре годового кольца. При этом для насаждений, при продолжительном действии подтопления в начале вегетационного периода, характерно увеличение относительной ширины кольца поздней древесины, т. к. растение менее интенсивно растет в теплое время, основной его рост активизируется осенью, когда негативное влияние подтопления больше не сказывается на росте растения и вследствие этого формируется более

плотная поздняя древесина [9]. Естественно, то в этом случае общая плотность древесины должна увеличиваться.

Визуальная оценка микроструктуры древесины ольхи черной была проведена с помощью бинокулярного микроскопа. Относительное количество трахеид в поздней и ранней древесине измерялось на тангентальном срезе вдоль условной прямой, проходящей перпендикулярно годовичным кольцам.

Анализ изменений анатомической структуры древесины подтопленных насаждений ольхи черной показал, что у ослабленных деревьев, испытывающих влияние подтопления, заметен более четкий переход и разграничение между ранней и поздней древесиной. Также в подтопленных насаждениях ольхи черной значительно выше объемная доля сосудов, их количество больше относительно числа паренхимных клеток; диаметр сосудов также выше относительно данного показателя здоровых насаждений.

Заключение. По выполненным в 2008–2014 гг. обследованиям установлено, что основным фактором переувлажнения лесных массивов является нарушение ранее сложившейся системы организации поверхностного стока. Нарушение гидрологического режима лесных земель обуславливается уменьшением числа водопропускных сооружений под насыпными дамбами, выходом из строя лесомелиоративных каналов, сбросом воды с сельскохозяйственных полей в лес.

На территории Белорусского Полесья лесные насаждения испытывают отрицательное влияние подъема уровня грунтовых вод, обусловленное антропогенным воздействием. Проведена сравнительная оценка плотности древесины в лесных насаждениях ольхи черной, подвергшихся подтоплению. Установлено, что в связи с резким повышением уровня грунтовых вод лесные насаждения оказываются в постоянно угнетенном состоянии с тенденцией к гибели, о чем свидетельствует анатомическое изменение структуры древесины ольхи черной, а так же изменение ее плотности.

Литература

1. Исследовать влияние полевой системы поймы р. Припять на состояние лесов и разработать рекомендации по оптимизации гидрологического режима и повышению устойчивости лесов в зоне действия полевой системы поймы р. Припять: отчет о НИР / Институт леса НАН Беларуси; рук. темы И. А. Машков. Гомель, 2013. 88 с. № ГР 20114822.
2. Гельтман В. С., Моисенко И. Ф. Лесная растительность поймы Припяти и принципы ее охраны в связи с обвалованием // Проблемы Полесья. 1987. № 11. С. 280–288.
3. Вартапетян В. В. Учение о гипоксическом и аноксическом стрессах растений – новое направление в экологической физиологии, биохимии и молекулярной биологии растений // Вестник РФФИ. 2007. № 5(55). С. 28–57.
4. Colin-Belgrand M. Sensitivity of seedlings from different oak species to waterlogging: effects on root growth and mineral nutrition // Ann. sci. forest. 1991. № 2, pp. 193–204.

5. Levy G. Comportement de jeunes plants d'Épicéa commun en sol á engorgement temporaire de spruce: influence de divers facteurs du milieu // Ann. sci. forest. 1981. № 1, 38, pp. 3–30.
6. Русаленко А. И. Структура и продуктивность лесов при подтоплении и затоплении. Минск: Наука и техника, 1983. 175 с.
7. Glenz C. Process-based, Spatially-explicit Modelling of Riparian Forest Dynamics in Central Europe – Tool for Decisionmaking in River Restoration. Lausanne: EPFL, 2005. 220 p.
8. Древесина. Метод определения плотности: ГОСТ 16483.1–84 (СТ СЭВ 388 - 76). Введ. 01.07.85. Москва, 1984. 10 с.
9. Самцов А. С. Экология хвойных пород и формирование фитоценозов в зоне водохранилищ. Минск: Навука і тэхніка, 1991. 240 с.

References

1. Issledovat' vliyanie pol'dernykh system pojmy reki Pripyat' na sostoyanie lesov i razrabotat' rekomendatsii po optimizatsii gidrologicheskogo rezhima i povysheniyu ustojchivosti lesov v zone dejstviya the pol'dernykh sistem pojmy reki Pripyat' [To investigate influence the poldernykh of systems of a flood plain of the river Pripyat on a condition of the woods and to developed recommendations about optimization of the hydrological mode and to increase of stability of the woods in an area of coverage the poldernykh of systems of a flood plain of the river Pripyat]: report on SRW [Institute of the wood of NAS of Belarus], head I. A. Mashkov. Gomel, 2013. 88 p. No. SR 20114822 (in Russian).
2. Geltman V. S., Moiseenko I. F. Forest vegetation of a flood plain of Pripyat and the principles of its protection in connection with ridging. *Problemy Poles'ya* [Problems of Poles'ya], 1987, no. 11, pp. 280–288 (In Russian).
3. Vartapetyan V. V. The doctrine about hypoxemic and anoksichesky stresses of plants – the new direction in ecological physiology, biochemistry and molecular plant biology. *Vestnik RFFI* [Bulletin of RFFI], 2007, no. 5(55), pp. 28–57 (in Russian).
4. Colin-Belgrand M. Sensitivity of seedlings from different oak species to waterlogging: effects on root growth and mineral nutrition. [Ann. sci. forest]. 1991. № 2, pp. 193–204.
5. Levy G. Comportement de jeunes plants d'Épicéa commun en sol á engorgement temporaire de spruce: influence de divers facteurs du milieu. [Ann. sci. forest]. 1981. № 1, 38, pp. 3–30.
6. Rusalenko A. I. *Struktura i produktivnost' lesov pri podtoplenii i zatoplenii* [Structure and productivity of forests under floodwater]. Minsk, *Nauka i tekhnika*, 1983. p. 175 (in Russian).
7. Glenz C. Process-based, Spatially-explicit Modelling of Riparian Forest Dynamics in Central Europe – Tool for Decisionmaking in River Restoration. Lausanne: EPFL, 2005. 220 p.
8. GOST 16483.1–84. Wood. Method of determination of density. Moscow, 1984. 10 p. (In Russian).
9. Samtsov A. S. *Ekologiya khvojnykh porod i formirivanie fitotsenozov v zone vodokhranilishch* [Ecology of coniferous breeds and formation of fitotsenoz in a zone of reservoirs]. Minsk. *Nauka i tekhnika*, 1991. 240 p. (in Russian).

Информация об авторах

Москаленко Надежда Васильевна – научный сотрудник. Институт леса национальной академии наук Беларуси (246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71, Республика Беларусь). E-mail: formelior@tut.by

Булко Николай Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией. Институт леса национальной академии наук Беларуси (246001, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71, Республика Беларусь). E-mail: formelior@tut.by

Шабалева Марина Александровна – кандидат биологических наук, старший преподаватель. Гомельский государственный медицинский университет (246000, г. Гомель, ул. Ланге, 5, Республика Беларусь).

Митин Николай Васильевич – кандидат биологических наук, доцент. Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины (246019, г. Гомель, ул. Советская, 104, Республика Беларусь).

Information about the authors

Moskalenko Nadezhda Vasil'yevna – research fellow. Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (71, Proletarskaya str., 246001, Gomel, Republic of Belarus). E-mail: fomelior@tut.by

Bulko Nikolay Ivanovich – Ph. D. Agriculture, head of the laboratory. Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus (71, Proletarskaya str., 246001, Gomel, Republic of Belarus). E-mail: formelior@tut.by

Shabaleva Marina Aleksandrovna – Ph. D. Biology, senior lecture. Gomel state medical university (5, Lange str., 246000, Gomel, Republic of Belarus).

Mitin Nikolay Vasil'yevich – Ph. D. Biology, assistant professor. F. Scorina Gomel state university (104, Sovetskaya str., 246019, Gomel, Republic of Belarus).

Поступила 16.02.2015