

першому ярусі росте сосна і дуб. Ялина європейська, бук, осика, граб, клен гостролистий і береза трапляються у другому і третьому ярусах лісового намету.

2. Зімкнутість трав'яного покриву під наметом старовікових деревостанів становить 0,18-0,46. В умовах сугрудів і грудів найпоширенішими видами є ожина, безщитник жіночий, осока лісова, веснівка дволиста, маренка запашна, зеленчук жовтий, печіночниця звичайна. Дуже рідко трапляються фіалка лісова, анемона дібровна, кропива дводомна, купена кільчаста.
3. Індекс санітарного стану деревостанів змінюється в межах 1,3-2,6. На погіршення санітарного стану старовікових деревостанів значною мірою впливають дуб і ялина і меншою мірою – сосна звичайна.

Література

1. Геренчук К.І. Природа Львівської області / за ред. проф. К.І. Геренчука. – Львів : Вид-во "Вища шк.", 1972. – 137 с.
2. Данчук О.Т. Особливості моніторингу лісів ПЗ "Розточчя" / О.Т. Данчук, М.М. Король, С.А. Гаврилук // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.7. – С. 55-61.
3. Данчук О.Т. Аналіз змін лісового покриття території Українського Розточчя на основі супутникових знімків Landsat за період із 1988 по 2006 роки / О.Т. Данчук, О.Г. Часковський, Л.Б. Косик, І.А. Більський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.16. – С. 139-143.
4. Полевая геоботаника. – М.-Л. : Изд-во АН СССР. – 1964. – Т. 3. – 524 с.
5. Придка П.П. Лісові насадження Українського Розточчя: поширення та лісівничо-таксаційна характеристика / П.П. Придка, Ю.М. Дебринок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.16. – С. 9-22.
6. Санітарні правила в лісах України. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р., № 555. – 17 с.
7. Сорока М.І. Рослинність Українського Розточчя / М.І. Сорока. – Львів : Вид-во "Світ", 2008. – 432 с.
8. СОУ 02.02-37-476:2006. "Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання". – К. : Вид-во Мінагрополітики України, 2006. – 32 с.
9. Стойко С.М. Деривати природних лісових екосистем Українського Розточчя та їх багатогранне значення / С.М. Стойко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.16. – С. 194-200.
10. Стрямець Г.В. Давні букові ліси Природного заповідника "Розточчя" / Г.В. Стрямець, Н.М. Ференц, Н.С. Стрямець // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.1. – С. 96-101.

Надійшла до редакції 19.10.2016 р.

Зварич О.Д., Заика В.К., Стрямець Г.В., Зварич Ю.В., Тимочко І.О. Лесоводственно-таксационные показатели и санитарное состояние старовозрастных древостоев Природного заповедника "Расточье"

Изучены лесоводственно-таксационные показатели старовозрастных древостоев Природного заповедника "Расточье", которые растут в разных типах леса сугрудков и грудов. Возраст древостоев составляет 110-165 лет. В условиях сугрудков и грудов формируются преимущественно производные старовозрастные древостои. Их запас составляет 378-733 м³/га, а абсолютная полнота – 30,2-52,9 м²/га. В бучинах преимущественно сформировались одноярусные древостои, где лесной покров формируют бук или бук и дуб, а в субучинах – сосна, бук и дуб. В условиях свежей и влажной грабово-сосновой судубравы сформировались сложные древостои из двух- и трехъярусным покровом. В первом ярусе растет сосна и дуб. Ель, бук, осина, граб, клен остролистный и береза встречаются во втором и третьем ярусах древостоя.

Индекс санитарного состояния древостоев колеблется в пределах 1,3-2,6. На санитарное состояние древостоев наиболее влияют дуб и ель, а меньше – сосна. Количество

свежего и старого сухостоя дуба составляет 13,3-25,5 %, ели – 40 % и сосны – 6,5-15,6 %.

Ключевые слова: Природный заповедник "Расточье", старовозрастные древостои, санитарное состояние, лесоводственно-таксационные показатели.

Zvarych O.D., Zaika V.K., Stryamec G.V., Zvarych Yu.V., Tymochko I.O. Forestry and Inventory Characteristics and Forests Health of Old-growth Stands of the Natural Reserve "Roztochya"

We studied forestry and inventory characteristics of the old-growth stands in different fairly fertile and fertile site type of the natural reserve "Roztochya". The age of stands is 110-165 years. On the fairly fertile and fertile site type mainly secondary old-growth stands are formed. The volume of growing stock varies from 378 to 733 m³/ha and the absolute stands density varies from 30.2 to 52.9 m²/ha. In the beech fertile site types mainly single-stage stands formed, where stand canopy formed beech or beech and oak, and in the beech fairly fertile site types – pine, beech and oak. In the fresh and wet hornbeam and pine fairly fertile oak site types complex stands with two or three tree layer are formed. In the first tree layers pine and oak grow. In the second and third tree layers spruce, beech, aspen, hornbeam, maple and birch grow. Index of forests health of stands varies from 1.3 to 2.6. The index of forests health is mostly affected by such tree species as oak and spruce and lesser extent tree of pine. The number of new and old snag of oak tree ranges from 13.3 to 25.5 %, of spruce – 40 % and of pine 6.5-15.6 % respectively.

Keywords: Natural Reserve "Roztochya", old-growth stands, forests health, forestry and inventory characteristic.

УДК 630*561.24

БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ НАСАДЖЕНЬ ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ НА ПРИКЛАДІ ДЕРЕВОСТАНУ ЯРУНСЬКОГО ЛІСНИЦТВА ДП "НОВОГРАД-ВОЛИНСЬКЕ ДЛМГ"

І.М. Коваль¹

Наведено результати дендрокліматичних та дендроіндикаційних досліджень ясеневих насаджень у Новоград-Волинському фізико-географічному районі. Виявлено збільшення чутливості радіального приросту ясеня у 1986-2014 рр. порівняно з 1956-1985 рр. до кліматичних чинників, що свідчить про зменшення стійкості насаджень внаслідок змін клімату. Депресії радіального приросту спричинені підвищенням температури в липні-серпні та підвищенням рівня ґрунтових вод. Внаслідок цього ясеневі насадження пошкоджуються кореневою гниллю та масово всихають.

Ключові слова: дендрокліматичні та дендроіндикаційні дослідження, динаміка радіального приросту дерев, *Fraxinus excelsior* L., зміни клімату, рівень ґрунтових вод, коренева гниль.

Вступ. Всихання ясеня звичайного почалося у Польщі в 1990-х роках та швидко поширилося у більшості східних, центральних та північних європейських країн [3, 4, 6].

У лісах заходу України зафіксовано всихання ясеня у чистих та мішаних насадженнях, що призводить до збільшення обсягу санітарних рубок. Автори подібних досліджень називають різні причини погіршення стану лісів та їх всихання: зміни клімату та гідрологічного режиму ґрунтів, спрощення стану і бу-

¹ ст. наук. співроб. І.М. Коваль, канд. с-г. наук – Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького

дови деревостанів, зараження дерев інвазивним грибом-аскоміцетом *Huterea pseudoalbidu* [4-6].

Об'єктивним індикатором змін, які відбуваються у природному середовищі, є радіальний приріст. Втрата стійкості лісів за нестабільної екологічної ситуації може відобразитися в мінливості радіального приросту дерев та його постійній депресії [8, 15]. Причини всихання ясеневих лісів дотепер достовірно не діагностовано [3]. Дотепер немає єдиного розуміння причин деградації ясеня, у зв'язку з чим надзвичайно важливим є виявлення причин цього явища [6].

Мета дослідження – виявити причини погіршення стану та усихання ясеневих насаджень у Новоград-Волинському фізико-географічному районі дендрохронологічними методами.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження ясеневе насадження, що росте в Ярунському лісництві ДП "Новоград-Волинське ДЛМГ" (кв. 68 вид. 9). Склад насадження – 5Яз2Дз1Гз1Ос1Влч, вік – 75 років, $H_{сер.}$ – 28 м, $D_{сер.}$ – 34 см, повнота – 0,5. Ясеневе насадження росте в умовах $D_{3,4}$ на лучних опідзолених ґрунтах на алювіальних відкладах.

Спостережено масове всихання дерев, яке пришвидшилося у 2010-2014 рр.

Використано стандартні дендрохронологічні методики [9]. Керни відібрано по 20-25 шт. буровом Преслера зі стовбура дерева на висоті 1,3 м. Величини шарів річної деревини виміряно цифровим приладом для вимірювання шарів деревини HENSON з точністю до 0,01 мм. Перехресне датування, яке проведено з метою встановлення точної дати формування для кожного шару річної деревини, перевірено за програмою COFECHA. Потім абсолютні значення для кожної пробної площі усереднено. Здійснено індексацію деревно-кільцевих хронологій за програмою ARSTAN для видалення вікового тренду, що дало змогу провести аналіз відгуку радіального приросту ясеня до кліматичних чинників за допомогою програми RESP з пакету програм DPL [7].

Використано метеорологічні дані Новоград-Волинської (2003-2014 рр.) та Житомирської метеостанцій (1945-2002 рр.) і показники рівнів ґрунтових вод (2002-2014 рр.) Житомирської гідрогеолого-меліоративної експедиції та Новоград-Волинського міжрайонного управління водного господарства.

Результати дослідження. Радіальний річний приріст та його індекси STANDART представлено на рис. 1.

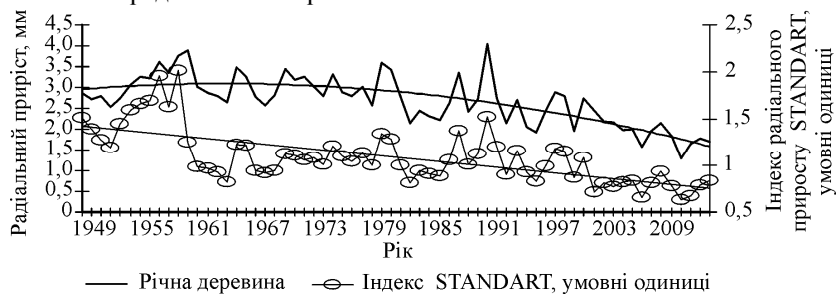


Рис. 1. Динаміка радіального приросту ясеня звичайного та його індексів для насадження, яке росте в Ярунському лісництві ДП "Новоград-Волинське ДЛМГ" (квартал 68, виділ 9)

У зв'язку з тим, що різке зменшення радіального приросту ясеневих насаджень почалося з 1995 р., було вирішено проаналізувати зв'язки між радіальним приростом дерев та кліматичними чинниками за 1995-2014 рр. та попередніми 1975-1994 рр. та порівняти їх. Виявлено зменшення індексів радіального приросту в 1995-2014 рр. на 22 %, порівняно з періодом 1975-1994 рр. (рис. 1). Упродовж 1985-2014 рр. відбулося підвищення температур, порівняно з 1956-1984 рр. за рік – на 0,99 °С, квітень-серпень – на 1,04 °С, зиму – на 1,03 °С; березень – на 1,69 °С. Відбулося також незначне збільшення кількості річних опадів за відповідні періоди на 2 %, за осінньо-зимовий період – на 2-3 % і зменшення їх кількості в період вегетації (квітень-серпень) – на 0,06 %.

Виявлено, що у свердловині Сусли-3 (Церемська осушувальна система), яка розташована найближче до району досліджень, відбулося підвищення рівня ґрунтових вод внаслідок високих зимових та ранньовесняних температур та деякого збільшення кількості зимових опадів, що зменшило весняний поверхневий стік. Так, якщо у 2008 р., порівнянні з 2005 р., рівень ґрунтових вод підвищився у січні-серпні на 17 %, у 2011 р. – на 19 %, то у 2013 р. – вже на 47 %. Це негативно вплинуло на формування річних шарів деревини ясеня (див. рис. 1, 2).

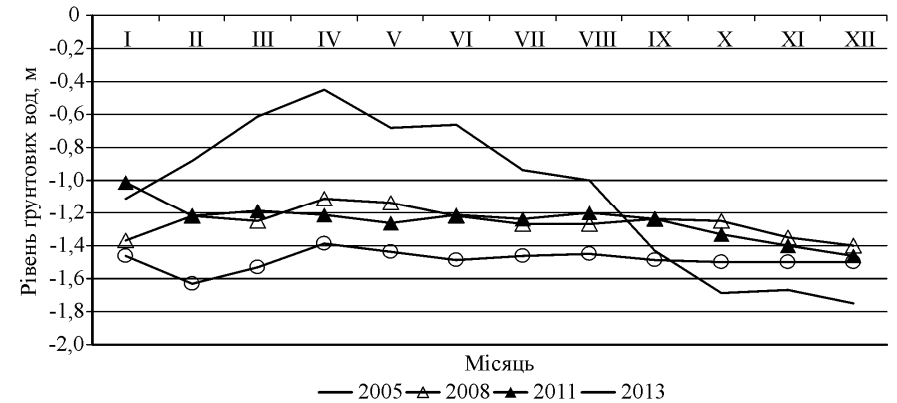


Рис. 2. Рівні ґрунтових вод в свердловині Церемської осушувальної системи Сусли-3

До того ж причиною підвищення ґрунтових вод є несприятливий меліоративний стан осушувальних систем, який зафіксовано, в основному, в понижених ділянках осушувальних систем, де спостерігається нестійке та періодичне перезволоження. Цю проблему можна пояснити незадовільним технічним станом частини внутрішньогосподарських меліоративних систем (дренажу, каналів, споруд), які не забезпечують оперативне регулювання рівнів ґрунтових вод, потребують ремонту або технічної реконструкції [1].

Кореляції між кліматичними чинниками та індексною хронологією величин шарів річної деревини ясеня звичайного та коефіцієнти функції відгуку радіального приросту на варіації клімату розраховано за два періоди: 1956-1984 рр. та 1985-2014 рр. за 15 місяців із серпня попереднього року по жовтень поточного року (рис. 3, 4). Аналіз відгуку показав, що вплив температур та опадів на радіальний приріст посилюється у 1985-2014 рр., порівняно з 1956-1984 рр.

Зокрема, за серпень-листопад попереднього року в 1956-1984 рр. значущі зв'язки виявлено тільки для листопада, а в наступні 1985-2014 рр. значущий вплив температури спостерігався упродовж вересня-грудня. Також збільшилася залежність радіального приросту дерев від зимової температури для 1985-2014 рр. Травнева температура позитивно впливала на приріст у 1956-1984 рр., а в 1985-2014 рр. цей вплив вже став негативним. Якщо для 1956-1984 рр. вплив серпневих температур був позитивним, то у 1985-2014 рр. він перетворився на негативний. Виявлено негативні кореляції між індексами радіального приросту та температурами за вересень та жовтень для обох періодів (див. рис. 3).

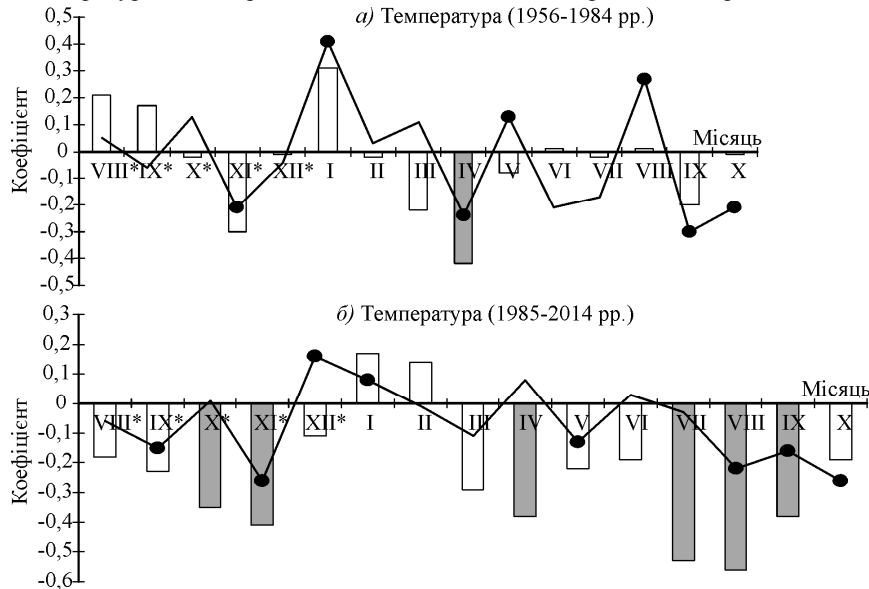


Рис. 3. Коефіцієнти Пірсона (стовпчики) та коефіцієнти функції відгуку (лінії) між місячними середніми температурами та деревно-кільцевою хронологією ясеня звичайного (сірими стовпчиками відзначено значущі кореляції ($P < 0,05$) та чорними колами відзначено значущі зв'язки ($P < 0,05$) коефіцієнта функції відгуку; зірочками (*) відзначено місяці попереднього року)

Відбулося незначне збільшення кількості опадів взимку та зменшення їх кількості влітку, що порушило гідрологічний режим на фоні підвищення температури і негативно вплинуло на радіальний приріст дерев майже для всього року, за винятком грудня попереднього року та січня поточного року.

Підвищення рівня ґрунтових вод у місяцях зростання ясеневих насаджень навесні та їх зниження влітку, разом з посухами протягом вегетаційного періоду та теплими зимами призвели до захворювань дерев, в основному, кореневою гниллю. Внаслідок цього почалося всихання ясеневих насаджень надзвичайно високими темпами. Можливо, однією з причин цього явища є те, що якщо більше половини кореневої системи дерева перебуває під водою більше ніж 30 днів, то відбувається кисневе голодування цієї системи, що може негативно впливати на приріст [6].

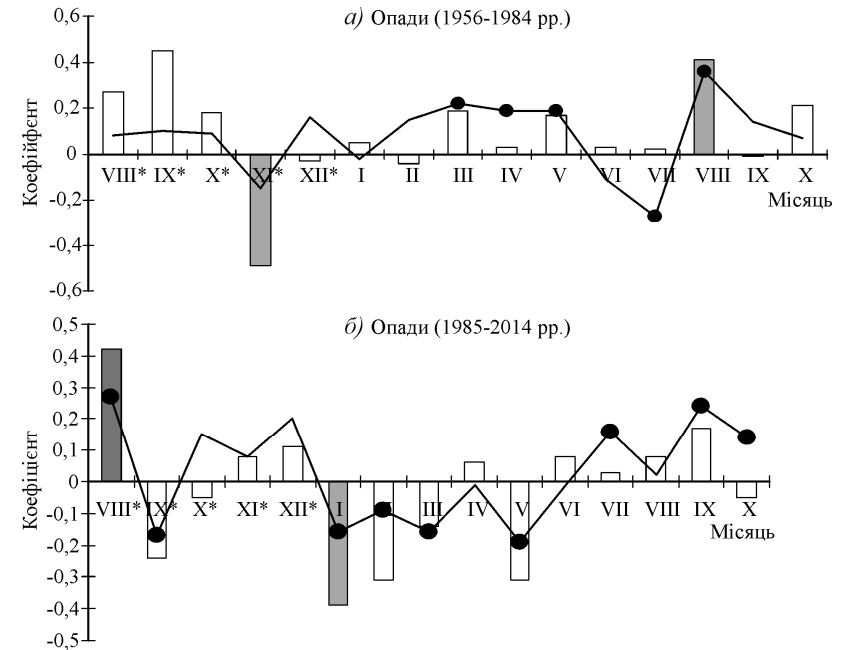


Рис. 4. Коефіцієнти Пірсона (стовпчики) та коефіцієнти функції відгуку (лінії) між місячними сумами опадів та деревно-кільцевою хронологією ясеня звичайного (сірими стовпчиками відзначено значущі кореляції ($P < 0,05$) та чорними колами відзначено значущі зв'язки ($P < 0,05$) коефіцієнта функції відгуку; зірочками (*) відзначено місяці попереднього року)

Насадження за останнє десятиріччя постійно ослаблювалося теплими зимами, що не давало змоги перейти деревам у стан зимового спокою, а також високими рівнями ґрунтових вод, максимум яких спостерігався в квітні. Особливо важкими для насаджень видалися 2011 та 2013 рр., коли аномальні погодні умови та антропогенні фактори (незадовільний технічний стан осушувальної системи) призвели до масового всихання ясеня. У 2011 р. всихання ясеня вже відбувалося надзвичайно високими темпами. У наступному 2013 р. ослаблі насадження не змогли витримати надзвичайно високий рівень ґрунтових вод, теплу зиму і почали масово всихати. Упродовж 2013-2014 рр. на дослідній ділянці всохло до 90 % дерев. Перед всиханням спостерігалася дефоліація крон до 70 %, що зумовило деяке збільшення радіального приросту, бо, як відомо, ауксини (фітогормони), тобто ферменти, які задіяні в процесі фотосинтезу, внаслідок значного зрідження крон, долучаються у процес ксилогенезу. Це на деякий час впливає на збільшення радіального приросту [5]. Останніми роками (2012-2014) перед всиханням ясеня виявлено деяке збільшення радіального приросту (див. рис. 1).

Постає питання, що робити із ясеневими насадженнями, які втрачають стійкість. Масові рубки призведуть до заболочування на значній території. Залишається шлях природного відновлення граба та інших порід та, де можливо,

підсаджування сіянців. При цьому потрібно залишати деяку частку, навіть всохлих дерев, бо внаслідок суцільної вирубки дерев відбувається швидке заболочування території.

Подяки. Щиро дякуємо за сприяння та допомогу в дослідженнях директору ДП "Новоград-Волинське ДМЛГ Степану Антоновичу Нусбаум та головному лісничому Георгію Арсентійовичу Юзвінському. Також велика подяка за надані матеріали та цінні поради колегам із Житомирської гідрогеолого-меліоративної експедиції та Новоград-Волинського міжрайонного управління водного господарства.

Висновки

1. Депресії радіального приросту ясеня та захворювання дерев кореневою гниллю виникли внаслідок збільшення кількості посух у липні та серпні; незначного збільшення кількості опадів взимку на фоні підвищення зимових та ранньовесняних температур, що спричинило підняття рівня ґрунтових вод, на яке також вплинув незадовільний стан вторинних меліоративних каналів, які не виконують свої функції повною мірою.
2. Вплив температури та опадів на радіальний приріст дерев збільшився у 1985-2014 рр., порівняно з 1956-1984 рр., про що свідчить зменшення стійкості ясеня до засухи. Цей деревостан почав всихати надзвичайно високими темпами у 2011-2014 рр.

Література

1. Данилко І.В. Аналітична довідка про меліоративний стан осушуваних сільськогосподарських угідь та заходи щодо підвищення ефективності використання меліорованих земель Новоград-Волинського району / І.В. Данилко // Звіт Житомирської гідрогеолого-меліоративної експедиції. – 2013. – 4 с.
2. Коваль І.М. Радіальний приріст дуба звичайного та ясеня звичайного як індикатор стану лісових екосистем в умовах Новоград-Волинського фізико-географічного району / І.М. Коваль, О.В. Бологов, С.А. Нусбаум, Г.А. Юзвінський // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДЛГА. – 2015. – Вип. 126. – С. 202-211.
3. Мацяк І.П. Всихання ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) на заході України / І.П. Мацяк І.П., В.О. Крамарець // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.7. – С. 67-74.
4. Мешкова В.Л. Насекомые и возбудители болезней ясеня на востоке Украины / В.Л. Мешкова, Е.В. Давиденко // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития : матер. Междунар. науч.-практ. конф., 9-11 октября 2013 г., г. Гомель, Беларусь. – Гомель : Изд-во ин-та леса НАН Беларуси, 2013. – С. 96-100.
5. Усцький І.М. Вплив омели на деякі біохімічні показники уражених дерев / І.М. Усцький, Л.В. Полякова // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДЛГА. – 2008. – Вип. 114. – С. 212-215.
6. Dobrowolska D. A review of European ash (*Fraxinus excelsior* L.): implications for silviculture / D. Dobrowolska, S. Hein, A. Oosterbaan, S. Wagner, J. Clark Skovsgaard // Forestry – 2011. – Vol. 84 (2). – Pp. 133-148.
7. Holmes, R.J. Dendrochronology Program Library-Users Manual; University of Arizona: Tucson, AZ, USA. – 1994.
8. Koval Iryna. Climatic signal in earlywood, latewood and total ring width of Crimean pine (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*) from Crimean Mountains, Ukraine / Iryna Koval // Baltic Forestry. – 2013. – Vol. 19(2). – Pp. 245-251.
9. Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences Author : edited by Edward R. Cook and Leonardas A. Kairiukstis. – Dordrecht : the Netherlands : Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 1990. – 394 pp.

Надійшла до редакції 23.12.2016 р.

Коваль І.М. Биоиндикация состояния насаждения ясеня обыкновенного Западной Лесостепи на примере древостоя Ярунского лесничества ГП "Новоград-Волинское ГЛОХ"

Представлены результаты дендроклиматических и дендроиндикационных исследований ясеневых насаждений в Новоград-Волинском физико-географическом районе. Выявлено увеличение чувствительности радиального прироста ясеня обыкновенного в 1986-2014 гг. в сравнении с 1956-1985 гг. к климатическим факторам, что свидетельствует об уменьшении стойкости насаждений вследствие изменений климата.

Депрессии радиального прироста вызваны повышением температуры в июле-августе и повышением уровня грунтовых вод. Вследствие этого ясеневые насаждения страдают от корневой гнили и массово усыхают.

Ключевые слова: дендроклиматические и дендроиндикационные исследования, динамика радиального прироста деревьев, *Fraxinus excelsior* L., изменения климата, уровень грунтовых вод, корневые гнили.

Koval I.M. Biological Indication of the State of European Ash Stands in West Forest-Steppe Zone on the Example Stand of Jarunske Forestry of GE 'Novograd-Volynsky GFHF'

Some results of dendroclimatic and dendroindicative research of ash stand in Novograd-Volynsky physiographic region are presented. In 1986-2014 sensitivity of ash radial growth to climatic factors comparing with 1956-1985 was detected that indicates decrease of stands resistance caused by climatic changes. Depressions of radial growth were caused by increase of temperature in July, August and increase of water table. Consequently ash stands are damaged by root rot and large-scale drying occurs.

Keywords: dendroclimatological and dendroindication researches, dynamic of tree radial growth, *Fraxinus excelsior* L., climatic changes, water table, root rot.

УДК 630*232.3

EXPRESSION OF THE PEROXIDASE GENE FROM *PINUS SYLVESTRIS* L. IN SEEDLINGS UNDER ABIOTIC STRESS

V.A. Kovaleva¹, N.I. Hrunyk², Yu.M. Yusyovych³, R.T. Gout⁴

Abiotic factors such as cold, salt, drought, flooding, and heavy metal pollutants cause production of reactive oxygen species in different intracellular and extracellular compartments in plants. Peroxidases play a key role in the control of cellular H₂O₂ level. Extracellular peroxidases are involved in a wide range of physiological processes such as lignification, suberization, cross-linking of cell wall proteins, stress tolerance, and defense against phytopathogenic attacks. The activity of extracellular peroxidases in roots of seven-day-old Scots pine seedlings was detected. Expression of the Scots pine *peroxidase* gene was up-regulated by copper, cobalt, zinc, sodium chloride, flooding and hydrogen peroxide treatments. High temperature and drought suppressed expression of the gene

Keywords: abiotic stress, gene expression, peroxidase, Scots pine

Introduction. Stressful environmental conditions such as cold, salt, drought, pathogenic attacks, and heavy metal pollutants cause production of reactive oxygen species (ROS) in different intracellular and extracellular compartments in plants. In order to cope with these stresses, plants have evolved the counteract effects to ROS

¹ senior researcher V.A. Kovaleva, PhD – Ukrainian National Forestry University, Lviv;

² researcher N.I. Hrunyk – Ukrainian National Forestry University, Lviv;

³ researcher Yu.M. Yusyovych, PhD – Ukrainian National Forestry University, Lviv;

⁴ prof. R.T. Gout, Dr. Sci. – Ukrainian National Forestry University, Lviv