

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УДК 630.114.68: 630.176.321/322

**АНТОНИК**

**Мария Ивановна**

**ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ И АКТИВНОСТЬ  
МИКРОБИОТЫ ПОЧВ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 03.02.13 – почвоведение

Минск, 2016

Работа выполнена на кафедре лесных культур и почвоведения в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель

**БОСАК Виктор Николаевич**,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
безопасности жизнедеятельности,  
УО «Белорусский государственный  
технологический университет»

Официальные оппоненты:

**БАМБАЛОВ Николай Николаевич**,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, академик НАН Беларуси,  
главный научный сотрудник, ГНУ  
«Институт природопользования НАН  
Беларуси»

**КАЛЮК Вадим Александрович**,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент, старший научный сотрудник  
сектора методики картографирования и  
бонитировки почв, РУП «Институт  
почвоведения и агрохимии»

Оппонирующая организация

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»

Защита состоится 27 сентября 2016 г. в 10<sup>30</sup> часов на заседании совета по защите диссертаций К 02.08.01 при УО «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а.

Тел.: +375 (17) 3277452, факс +375 (17) 3276217, e-mail: kovalevsky@belstu.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Автореферат разослан 24 июня 2016 года

Ученый секретарь совета

по защите диссертаций,

кандидат сельскохозяйственных наук



С.В. Ковалевский

## ВВЕДЕНИЕ

Насаждения дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Республике Беларусь занимают 281,0 тыс. га (3,4% от покрытых лесом земель). Большинство насаждений дубрав произрастают в юго-западной части Беларуси. За последнее десятилетие площадь дубрав уменьшилась с 4,8 до 3,4%, что обусловлено многими факторами, в том числе и почвенно-экологическими.

Продуктивность и устойчивость дубрав определяется особенностями почвенных условий их произрастания, поэтому для разработки рекомендаций по их воспроизводству и формированию является актуальным изучение активности микрофлоры, водно-физических и химических свойств почв дубовых насаждений.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами (проектами), темами.** Диссертационная работа выполнена в рамках НИР ГБ 3–01 «Изучить рост и продуктивность искусственных лесных насаждений в различных почвенно-грунтовых условиях и разработать научные основы технологии лесовосстановления и лесоразведения основных лесообразующих пород» (2002–2005 гг.); ГБ 3–06 «Разработать теоретические основы и практические рекомендации по лесовосстановлению с учетом почвенно-грунтовых условий и селекционного происхождения посадочного материала» (2006–2007 гг.); ГБ 27–008 «Исследование почвенно-грунтовых условий дубовых насаждений ГПУ НП «Беловежская пуца» (2006–2007 гг., № госрегистрации 2007982).

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – определить зависимость продуктивности дубовых насаждений от физико-химических свойств и биологической активности почв.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- определить гранулометрический состав, водно-физические и химические свойства почв и рассчитать запасы влаги и химических элементов в 1,5 м слое почвы;
- определить групповой и фракционный состав гумуса почв дубовых насаждений;
- исследовать микробиоту и ферментативную активность почв дубовых насаждений, рассчитать запасы биогенных элементов и микробной биомассы в почвах;
- провести корреляционный анализ продуктивности дубрав, запасов биогенных элементов и микробной биомассы почв дубрав, регрессионный анализ связей физико-химических свойств почв и ферментативной активности микробиоты.

Объект исследования – почвы дубовых насаждений ГПУ НП «Беловежская пуца», ГНП «Припятский», ГЛХУ «Житковичский лесхоз». Выбор объектов в Беловежской пуце обосновывается специфичностью произрастания высоковозрастных дубрав на дерново-подзолистых и бурых лесных почвах, в Полесье – на дерново-подзолистых связнопесчаных и пойменных связнопесчаных почвах.

Предмет исследования – водно-физические и физико-химические свойства, микробиота и ферментативная активность почв дубовых насаждений.

**Научная новизна.** Впервые представлены комплексные исследования (почвенные, микробиологические, лесоводственные) дубрав юго-западной части Беларуси. Определено содержание биогенных элементов, исследован гранулометрический состав почв, групповой и фракционный состав гумуса, диапазоны ферментативной активности почв суходольных и пойменных дубрав. Рассчитаны количественные соотношения бактерий и грибов и их биомасса в 1,5 м слое почв. Выявлены взаимосвязи физико-химических свойств и ферментативной активности; продуктивности дубрав, запасов биогенных элементов и микробной биомассы почв дубовых насаждений.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Водно-физические свойства, гранулометрический состав, влагозапасы и физико-химический состав почв рассматриваются как диагностические признаки условий роста и продуктивности дубрав юго-западной части Беларуси.

Плотность твердой фазы почв беловежских дубрав составляет 2,35–2,87 г/см<sup>3</sup>, припятских дубрав – 1,20–2,78 г/см<sup>3</sup>; влагозапасы в 1,5 м слое почвы – соответственно 104,15–207,46 и 246,43–574,52 мм; содержание гумуса в гумусовом горизонте – 2,10–4,67 и 1,16–2,68%, общего азота – 0,14–0,50 и 0,17–0,85%, валового фосфора – 0,02–0,08 и 0,001–0,012%.

2. В беловежских дубравах состав гумуса дерново-подзолистых глееватых супесчаных, подстилаемых моренными суглинками почв – фульватно-гуматного и гуматного типа ( $C_{гк}:C_{фк}$  от 1,04 до 1,84), насыщенный прочносвязанными гуминовыми кислотами; состав гумуса дерново-подзолистых глееватых супесчаных, сменяемых песками почв припятских дубрав – гуматно-фульватного типа ( $C_{гк}:C_{фк}$  от 0,69 до 0,98).

3. Трансформация органического вещества почв дубовых насаждений обусловлена ферментативной активностью и биомассой микробных сообществ.

Запас микробной биомассы в почвах беловежских дубрав составляет 0,98–1,52 кг/м<sup>2</sup>, грибная биомасса – 0,90–1,42 кг/м<sup>2</sup>, в почвах полесских дубрав – 0,44–0,96 и 0,39–0,92 кг/м<sup>2</sup> при запасах органического вещества почв беловежских и полесских дубрав соответственно 15,0–22,8 и 9,8–17,2 кг/м<sup>2</sup> и биомассе микроорганизмов 4–7% от содержания гумуса.

4. Роль почвенных условий выявляется в результате установления полифункциональных связей между физико-химическими свойствами и активностью микрофлоры, подтверждаемых корреляционным анализом продуктивности, запасами биогенных элементов и биомассой микроорганизмов, а также регрессионным анализом.

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Диссертантом самостоятельно проведены подбор объектов, закладка пробных площадей и почвенных разрезов с подробным морфологическим описанием и отбором образцов по генетическим горизонтам, лабораторные исследования, статистический анализ, обобщение и систематизация полученных результатов, написана и оформлена диссертация.

По основным положениям диссертационной работы опубликовано 23 научные публикации. В публикациях, написанных в соавторстве [3, 4, 6–8, 10–13, 16–23], соискателю принадлежит анализ и обсуждение полученных результатов. Публикации 1, 2, 5, 9, 14, 15 подготовлены соискателем самостоятельно.

Диссертант выражает признательность научным руководителям, доктору биологических наук А.Л. Ефремову и доктору сельскохозяйственных наук, профессору В.Н. Босаку, а также сотрудникам кафедры лесных культур и почвоведения УО «Белорусский государственный технологический университет» за помощь в проведении исследований, возможность обмена мнениями и поддержку.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Результаты исследований представлены и обсуждены на 69-й, 70-й, 71-й, 77-й и 80-й научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов УО «Белорусский государственный технологический университет» (Минск, 2005, 2006, 2007, 2013, 2016), на Международных научных конференциях: «Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов» (Минск, 2005); «Наука о лесе: история, современное состояние и перспективы развития, посвященная 75-летию Института леса НАН Беларуси» (Гомель, 2005); «Региональные проблемы природопользования и охраны природных ресурсов Верхнего Поднепровья и сопредельных территорий» (Могилев, 2005); «Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты от деградации, посвященной 75-летию Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси и III съезда почвоведов» (Минск, 2006); «Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця» (Брэст, 2006); «Экологическое образование и воспитание. Опыт и проблемы организации экологических практик» (Минск, 2006); «Сахаровские чтения 2007 года: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2007); «Экологические проблемы западного региона Беларуси» (Гродно, 2006); «Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений» (Горки, 2007); «Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития» (Гомель, 2007).

Результаты исследования внедрены в производство и учебный процесс.

**Опубликование результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 23 печатные работы (5,96 авторских листа), в т.ч. в рецензируемых научных изданиях согласно перечню ВАК Республики Беларусь – 14 (4,98 авторских листа), в материалах конференций и тезисах докладов – 9 (0,98 авторских листа). Без соавторов опубликовано 6 научных работ. В работах, написанных в соавторстве, соискателю принадлежит 1,92 авторских листа.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации составляет 169 страниц машинописного текста, содержит 15 таблиц, 32 рисунка, 6 приложений. Библиографический список включает 323 наименования, в том числе 31 – на иностранных языках и 23 публикации соискателя.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### Состояние изученности вопроса

Исследования почвенных условий дубовых насаждений в различных климатических зонах и оценка основных лесорастительных свойств почв дубовых насаждений рассматривались Б.Г. Розановым, А.П. Утенковой, И.Д. Юркевичем, С.В. Зонном, И.К. Блинцовым, Т.А. Романовой, И.А. Солоновичем, И.А. Павлович, А.В. Горюновой, Г.В. Добровольским, Л.О. Карпачевским, И.В. Соколовским, А.И. Русаленко, по результатам исследований которых выявлены отдельные особенности происхождения, генезиса, физико-химического и минералогического состава почв и их влияние на продуктивность насаждений.

В связи с горизонтальной и вертикальной зональностью почв дубрав в условиях их произрастания важную роль имеют процессы ферментативного разложения органического вещества (О.Я. Пушкинская, А.А. Купревич, Т.А. Щербакова, Е.Н. Мишустин, Z. Ambroz, С.В. Егорова, Д.Г. Звягинцев, А.Л. Ефремов, Н.А. Михайловская, Т.Г. Добровольская), однако в механизмах их функционирования недостаточно четко выявлены связи с физико-химическими свойствами и не отражается возможность прогноза продуктивности дубовых насаждений по этим параметрам. На основании вышеизложенного было установлено направление и выбран круг проблем диссертационного исследования.

### Объекты и методы исследований

Исследование почвенных условий в суходольных и пойменных дубовых насаждениях проводили в 2004–2007 гг. на пробных площадях (ПП) в Милевичском лесничестве ГЛХУ «Житковичский лесхоз», в Переровском и Озеранском лесничествах ГНП «Припятский», образующих типолого-экологический ряд дубрав: орляковая, черничная, кисличная, прируслово-пойменная, ольхово-пойменная, злаково-пойменная, широколиственно-пойменная, ландышево-пойменная, осоково-пойменная, а также в Королево-Мостовском и Пашуковском лесничествах ГПУ НП «Беловежская пуца» – орляковая, черничная, кисличная, снытевая, крапивная, папоротниковая дубравы.

Лесоводственно-таксационные и лесотипологические исследования выполнены по методам В.Н. Сукачева, В.С. Зона (1961), И.Д. Юркевича, В.С. Гельтмана (1960, 1985). Детальному исследованию предшествовало рекогносцировочное обследование лесных массивов. Таксация пробных площадей проводилась по общепринятым в лесной таксации методам (ОСТ 56–69–83). В процессе выполнения работы заложено 42 пробные площади. Для исследования почвенных условий на пробных площадях кроме разрезов глубиной до 2 м закладывалось 3–5 прикопок (полуям), описывались морфологические признаки генетических горизонтов, измерялась глубина уровня грунтовых вод, отбирались образцы для анализов водно-физических, химических и биологических свойств. Всего было отобрано 355 почвенных образцов.

Определение водно-физических и химических свойств почв выполнено по методикам И.К. Блинцова (1979), Н.И. Смеяна, И.Н. Соловьева (1989),

А.И. Горбылевой (2000), В.Г. Минеева (1989). В лабораторных условиях определялась максимальная гигроскопичность по Николаеву, полевая влажность, гранулометрический состав по Качинскому, общая плотность, плотность твердой фазы почв, рассчитывались пористость и запасы влаги в почвах по горизонтам, проводилось определение содержания органического углерода ( $C_{орг}$ ) по Никитину, общего азота ( $N_{общ}$ ) по Кьельдалю, валового фосфора ( $P_{вал}$ ) по Шерману, легкогидролизуемого азота ( $N_{л-г}$ ) по Корнфилду, подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) по Кирсанову, кислотность почв ( $pH_{KCl}$ ) – потенциометрическим методом. Определение группового фракционного состава гумуса проводилось по схеме И.В. Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой (В.Г. Минеев, 1989).

Учет бактериальных клеток и длины грибного мицелия проводилось методом люминесцентной микроскопии (Д.Г. Звягинцев, 1991) с окраской мицелия диацетатом флуоресцеина (В. Soderstrom, 1977), бактериальных клеток – акридином оранжевым. Ферментативная активность почв определялась газометрическими и спектрофотокolorиметрическими способами (Т.А. Щербакова, 1983, Ф.Х. Хазиева, 2005, Д.Г. Звягинцев, 1991). Всего выполнено свыше 4500 различных анализов и определений.

При обработке данных применялись методы математической статистики (Е.А. Дмитриев, 1972, П.Ф. Рокицкий, 1973, Г.Н. Зайцев, 1984) корреляционно-регрессионным моделированием с использованием стандартного пакета Microsoft Excel XP, анализ данных – по А.А. Минько (2004) и Дж. Саймон (2004) и стандартного пакета «STATISTICA 6.0».

### **Фитоценотическая и аналитическая характеристика почв дубрав**

*Биоразнообразие и фитоценотическая структура дубрав.* В ГПУ НП «Беловежская пуца» по общему числу видов наибольшим флористическим богатством отмечались дубрава орляковая (67 видов растений), за ней идут дубравы кисличная и папоротниковая (52 и 50 видов). Наименьшее число видов растений отмечено в дубравах крапивной, снытевой и черничной (48, 44 и 29 видов). В Полесье наибольшее число видов выявлено в пойменных типах леса: в дубраве широколиственно-пойменной – 52, злаково-пойменной – 49. В прируслово-пойменной дубраве насчитывалось 23 вида, ольхово-пойменной – 20, в орляковой – 32, черничной – 28, кисличной – 26. В злаково-пойменной и широколиственно-пойменной дубравах – соответственно 28 и 24 вида. В живом напочвенном покрове часто встречаются *Oxalis acetosella* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Convallaria majalis* L., *Majanthemum bifolium* (L.) F.W Schmidt., *Vaccinium myrtillus* L., *Anemone nemorosa* L., *Trientalis europaea* L., *Pirola rotundifolia* L., *Aegopodium podagraria* L., *Stellaria holostea* L., *Carex pilosa* Scop., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L., *Asarum europaeum* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Agrostis alba* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Urtica dioica* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) P.B., пятнами – *Pleurozium Schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum scoparium* Herdw., *Mnium affine* Bland ex Funck.

*Гранулометрический состав почв.* Дубовые насаждения Беловежской пуцы произрастают на песчаных и супесчаных почвах, развивающихся на моренных

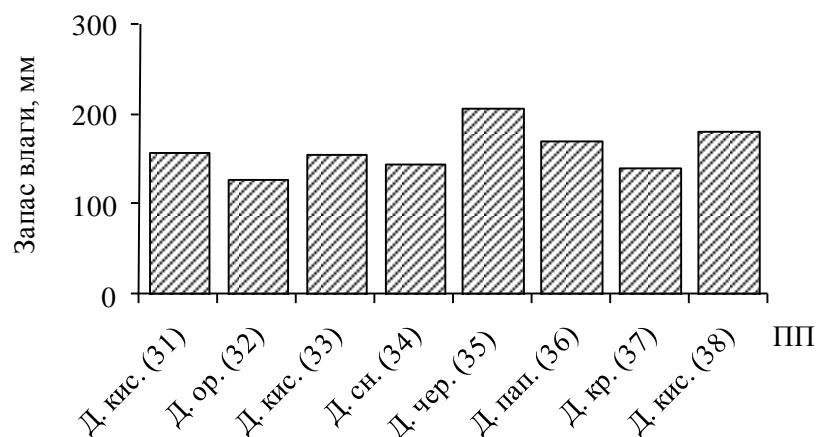
суглинках. Бурые лесные почвы встречаются небольшими участками среди дерново-палево-подзолистых, занимая повышенные хорошо дренированные участки, которые представлены преимущественно рыхлыми почвообразующими породами; с глубины от 0,4 до 1,5 м они подстилаются моренными суглинками.

В составе мелкозема исследуемых почв преобладали фракции крупнозернистого и среднезернистого песка (1–0,25 мм). Содержание илистой фракции (<0,001 мм) составило 0,34–7,24%. Содержание физической глины по почвенным разновидностям варьировало от 2,55 до 25,9%, количество илстых частиц составило 0,60–7,24%, крупнозема – 2,13–10,49%.

По гранулометрическому составу в пойме Припяти преобладали почвы на супесчаном аллювии с содержанием в гумусовых горизонтах 15–20% частиц физической глины. В составе мелкозема преобладающими являлись фракции 0,25–0,05 мм (от 18,46 до 91,58%). Пойменные почвы отличались слоистостью профиля, развитым гумусовым горизонтом при среднем  $pH_{KCl}$  4,64 и аккумулятивном характере распределения веществ в профиле с их максимальной концентрацией в верхних горизонтах.

*Водно-физические свойства почв.* Плотность твердой фазы почв дубрав Беловежской пуши варьировало от 2,35 до 2,87 г/см<sup>3</sup>. Наименьшие значения (1,15–1,45 г/см<sup>3</sup>) отмечены в лесной подстилке, это связано с составом и высоким содержанием органического вещества. Максимальная гигроскопичность исследованных почв была неодинакова: в гумусовых песчаных горизонтах она составила до 0,20%, иллювиальных – до 1,11% влаги, гумусовых супесчаных горизонтах – 0,30%, иллювиальных супесчаных горизонтах – 0,83%, суглинистых горизонтах – соответственно от 1,21 до 1,42%.

Влагозапасы в почвенном горизонте 0–20 см характеризовались небольшими объемами (меньше 20 мм). Запасы влаги в 1,5 м слое составляли в дубравах крапивной и снытевой не более 145,36 мм, кисличной – 155,54–157,14 мм, черничной – 207,46 мм, папоротниковой и культурах дуба в кисличных типах леса – 171,86 и 182,29 мм, орляковой – 104,15 мм (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Запас влаги в 1,5 м слое почв дубрав ГПУ НП «Беловежская пуша»**

Плотность почв дубрав Полесья составила в лесных подстилках 0,25–0,40 г/см<sup>3</sup>, гумусовых горизонтах – 1,06–1,65 г/см<sup>3</sup>, иллювиальных горизонтах – 1,36–1,88 г/см<sup>3</sup> при плотности твердой фазы почв от 2,13 до 2,78 г/см<sup>3</sup>.



Пористость гумусовых горизонтов была достаточно высокая (39,48–56,61%) при пористости иллювиального горизонта от 26,07 до 50,08%.

В 0,5 м песчаном горизонте дубравы орляковой содержалось 246,43 мм продуктивной влаги; более высокими запасами продуктивной влаги характеризовались дубравы широколиственная и злаковая (соответственно 574,52 мм и 541,98 мм).

При среднем уровне грунтовых вод (УГВ) около 100 см в верхнем супесчаном горизонте 0–30 см запасы продуктивной влаги составили 126,90 мм (максимальные – 139,89 мм), в иллювиальном горизонте – от 171,10 до 435,11 мм. Запасы продуктивной влаги в песчаных горизонтах (слой 0–30 см) составили 50,27–57,18 мм. В суглинистом горизонте при УГВ от 200 до 400 см на глубине 65–150 см запас продуктивной влаги составил 244,98 мм, в таком же горизонте на глубине 70–150 см – 131,83 мм, на глубине 85–150 см – 71,34 мм.

*Химические свойства почв.* Лесные подстилки почв дубовых насаждений ГПУ НП «Беловежская пуца» характеризуются высоким содержанием органического углерода, которое варьировало от 20,85 до 36,95%.

По сравнению с лесными подстилками нижележащие почвенные горизонты сравнительно бедны содержанием гумуса, которое колеблется в гумусовых и подзолистых горизонтах в пределах 1,38–4,67%. В иллювиальных и оглеенных горизонтах содержание гумуса низкое – от 0,08 до 0,65%.

Содержание общего азота в лесных подстилках почв дубовых насаждений Беловежской пуцы составило от 1,30 до 1,70%: в снытевой дубраве – 1,27%, папоротниковой – 1,30%, кисличных – 1,58–1,68%, черничных – 1,70%. В подзолистых горизонтах содержание общего азота уменьшилось в 4–12 раз, что указывает на низкую степень минерализации азотсодержащих органических соединений в составе полуперегнившего субстрата лесных подстилок (C:N = 14:1–22:1). В иллювиальных и подстиляющих горизонтах содержание общего азота снизилось до очень низких величин – 0,02–0,10% (C:N = 8:1–18:1).

Фракция легкогидролизуемого азота в орляковой и черничной дубравах варьировала в пределах 4–7% от содержания общего азота. Отмечена аналогичная закономерность распределения как в лесных подстилках (877,5–987,0 мг/кг), так и в почвенных горизонтах (68,5–526,5 мг/кг).

Содержание валового фосфора в бурых лесных и дерново-подзолистых почвах дубрав Беловежской пуцы составило 0,07–0,12% (запасы от 0,27 до 1,05 кг/м<sup>2</sup>) с максимальными значениями в лесных подстилках кисличных и черничных типов дубовых насаждений. При этом содержание валового фосфора в значительной степени было представлено минеральными фосфатами, где фракция подвижного фосфора составила 10–40% от запасов валового фосфора.

В расчете на 1,5 м глубину и 1 м<sup>2</sup> поверхности с учетом мощности и плотности почвенных горизонтов рассчитаны потенциальные запасы гумуса в почвах беловежских дубрав, составляющие 15–24 кг/м<sup>2</sup>. Запасы гумуса (0,5–0,7% от массы почвы) оказались более низкими в почвах снытевой дубравы и высокими – в почвах кисличных, крапивной и черничной дубрав. Запасы N<sub>общ</sub> варьировали в пределах 1,44–3,14 кг/м<sup>2</sup> при более высоких показателях в почвах черничной и крапивной дубрав, низкими – в почвах кисличных и папоротниковых типах дуб-

рав. Запасы  $N_{л-г}$  достигали 7–10% от общего азота и преобладали в черничных и крапивных типах дубрав.

Результаты потенциометрического анализа показали, что почвенные горизонты исследуемых беловежских дубрав имели сильноокислую и кислую реакцию среды ( $pH_{KCl}$  3,12–4,86).

Содержание органического углерода в лесных подстилках полесских дубрав поймы р. Припять варьировало в широких пределах – от 10 до 40% от сухой массы. Наибольшее количество органического углерода было представлено в лесных подстилках плакорных дубрав (орляковой, кисличной, черничной – 26,35–40,75%). В гумусовых горизонтах содержание гумуса составило 2,32–2,68%, в иллювиальных горизонтах отмечено снижение гумуса в 2–10 раз.

Количество общего азота в лесных подстилках оказалось менее переменным (от 1,06 до 1,80%). Высокий запас азота отмечен в лесных подстилках ольхово-пойменной (1,80%) и черничной (1,68%) дубрав, низкое содержание характерно в лесных подстилках орляковой дубравы (1,25%) и культур дуба черешчатого кисличного типа леса (1,00%). В гумусовых горизонтах содержание общего азота снизилось до 0,17–0,80%.

Почвы полесских дубрав Припяти характеризовались низким содержанием валового фосфора – от 0,03 до 0,09% (запасы валового фосфора составили 0,08–0,60 кг/м<sup>2</sup>) при максимальном обеспечении фосфором лесных подстилок пойменных и плакорных орляковой и кисличной дубрав.

*Групповой и фракционный состав гумуса почв.* В лесных подстилках старовозрастных кисличных и черничных дубрав на дерново-подзолистых глееватых супесчаных почвах степень гумификации и соотношение C:N = 22:1 – 27:1 свидетельствует о распределении углерода по генетическим горизонтам с высокой минерализацией в гумусовом горизонте. Эти почвы характеризовались более мощными лесными подстилками и высоким содержанием углерода и азота органического вещества (соотношение C:N = 22:1–15:1, в подзолистых и иллювиальных горизонтах от 10:1 до 5:1), что свидетельствует о средней обеспеченности этих почв доступным для растений азотом. Состав гумуса в лесной подстилке и гумусовом горизонте характеризуется высоким содержанием гуминовых кислот при соотношении  $C_{гк}:C_{фк} = 1,07–1,78$ .

В иллювиальных горизонтах почв отмечено уменьшение количества гуминовых кислот и снижение этого соотношения до 0,24. Тип гумуса в лесной подстилке и гумусовом горизонте следует отнести к фульватно-гуматному с высокой степенью гумификации органического вещества. Фракция гуминовых кислот, связанных с подвижными оксидами в лесной подстилке и в минеральных горизонтах, находится на низком уровне. Содержание гуматов кальция, низкое в лесной подстилке, возрастает по профилю в гумусовом горизонте до 40% от суммы гуминовых кислот; в иллювиальных горизонтах содержание гуминовых кислот заметно уменьшается, что приводит к возрастанию содержания фульвокислот.

Гумусовый состав дерново-подзолистых глееватых супесчаных почв, подстилаемых моренными суглинками, характеризовался степенью гумификации

органического вещества от средней до высокой по генетическим горизонтам почвенного профиля. Выделяется фульватно-гуматный тип гумуса для лесной подстилки и гумусового горизонта с отношением  $C_{гк}:C_{фк}$  от 1 до 1,5 с высоким содержанием прочносвязанных гуминовых кислот. Количественная часть гумусовых кислот, свободных и связанных с подвижными полуторными оксидами, менее значимая в сравнении с аналогичной фракцией в гумусе почв, сменяемых песками, что свидетельствует о меньшей подвижности гумусовых веществ в супесчаных почвах, подстилаемых моренными суглинками.

По групповому составу гуминовые кислоты представлены всеми тремя фракциями. Фракция, связанная с кальцием, изменялась от очень низкой до средней величины (2–40% от суммы ГК); степень гумификации органического вещества в лесных подстилках и минеральных горизонтах почвенного профиля варьировала от низкой до высокой величины (18–90% от суммы ГК).

### **Микробиота и биогенность почв дубрав**

*Численность и биомасса микроорганизмов.* Численность бактериальных клеток в лесных подстилках беловежских дубовых насаждений составила 6–7 млрд. кл. на 1 г лесной подстилки, в гумусовых горизонтах количество бактерий варьировало в пределах 3–5 млрд. кл. в 1 г почвы, в иллювиально-оглеенных горизонтах – уменьшилось от 500 млн. кл. до 1,5 млрд. кл. в 1 г почвы. Бактериальная биомасса в лесных подстилках составила 0,120–0,140 мг/г воздушно-сухой лесной подстилки, в гумусовых горизонтах – 0,070–0,100 мг/г почвы, в нижних горизонтах генетического профиля – 0,010–0,030 мг/г сухой почвы. Длина гиф мицелиальных грибов варьировала в лесных подстилках дубрав от 450 до 870 м/г, в гумусовых горизонтах – 408–680 м/г; в иллювиальных горизонтах обнаружены лишь фрагменты мицелия и обрывки мицелиальных чехлов (8–40 м/г почвы).

Биомасса микроскопических грибов составила основную часть микробного комплекса почв дубовых насаждений пущи (92–98%), бактериальная часть – всего лишь 2–8%. В сравнении с биогенной структурой почвы, суммарная микробная биомасса составила 0,6–0,8% от содержания гумуса (5–10% – от азотсодержащего органического вещества, 0,02–0,05% – от массы почвы).

Максимальная микробная биомасса в лесных подстилках дубовых насаждений достигала 3,04–3,51 мг/г сухой лесной подстилки; в минеральных горизонтах она составила 2,06–2,75 мг/г почвы, в иллювиальных горизонтах и подстилающих породах – от 0,03 до 0,25 мг/г почвы.

Численность бактерий в лесных подстилках полесских припятских дубрав насчитывала более 6 млрд. кл. на 1 г лесной подстилки, в почвенных горизонтах – от 500–900 млн. до 3–4 млрд. кл./1 г почвы. Бактериальная биомасса составила 0,01–0,13 мг/г или 7–12% от суммарной микробной биомассы. Биомасса микроорганизмов в почвах дубрав колебалась в пределах 1,80–3,53 ( $A_0$ ) и 0,10–1,05 ( $A_1$ – $A_2$ – $B_{1g}$ – $G(D)$ ) мг/г почвы. В дубовых лесах высокая обогащенность мицелием микромицетов характерна для почв черничных и кисличных ассоциаций. По генетическому профилю почв длина мицелия и биомасса грибов уменьшалась в 5–10 раз. Длина гиф микроскопических грибов в лесных подстилках полесских

припятских дубрав варьировала в пределах от 400 до 900 м на 1 г лесной подстилки, в гумусовых горизонтах эти величины составили от 100 до 400 м на 1 г почвы.

Отмечена сравнительно высокая насыщенность лесных подстилок пойменных дубрав ГНП «Припятский» гифами мицелия микроскопических грибов, длина которых в лесных подстилках варьировала в пределах 360–500 м/г, что по биомассе составляет 1,40–1,90 мг/г лесной подстилки. В гумусовых и подзолистых горизонтах длина мицелия микромицетов колебалась от 0,60 до 0,90 мг/г почвы, в подстилающих оглеенных породах встречались единичные обрывки гиф и деградированные останки мицелиальных чехлов (6–15 м/г почвы), которые по биомассе составили 0,017–0,026 мг/г воздушно-сухой почвы.

Биомасса микроскопических грибов в лесных подстилках оказалась от 1,47 до 3,43 мг/г, в гумусовых горизонтах – 0,73–1,95 мг/г почвы, в минеральных горизонтах – от 0,10 до 0,40 мг/г почвы. Численность бактерий в лесных подстилках пойменных полесских дубрав колебалась в пределах 6–7 млрд. кл. на 1 г лесной подстилки, что по биомассе составило 0,125–0,136 мг/г. В подзолистых и иллювиальных горизонтах численность бактерий насчитывала 1–3 млрд. кл./г почвы при их биомассе 0,037–0,050 мг/г почвы.

В расчете на 1,5 м слой с учетом плотности и мощности генетических горизонтов запас микробной биомассы в почвах беловежских дубрав (А) составил 0,98–1,52 кг/м<sup>2</sup>, грибной биомассы – 0,90–1,42 кг/м<sup>2</sup> (рисунок 2). В почвах полесских припятских дубрав (В) – соответственно 0,30–0,96 кг/м<sup>2</sup> и 0,22–0,92 кг/м<sup>2</sup>. Запасы органического вещества почв беловежских и полесских дубрав достигали 15,0–22,8 и 9,8–17,2 кг/м<sup>2</sup> на 1,5 м слоя. Биомасса микрофлоры соответственно составила 6–7% и 4–6% от содержания гумуса в почве.

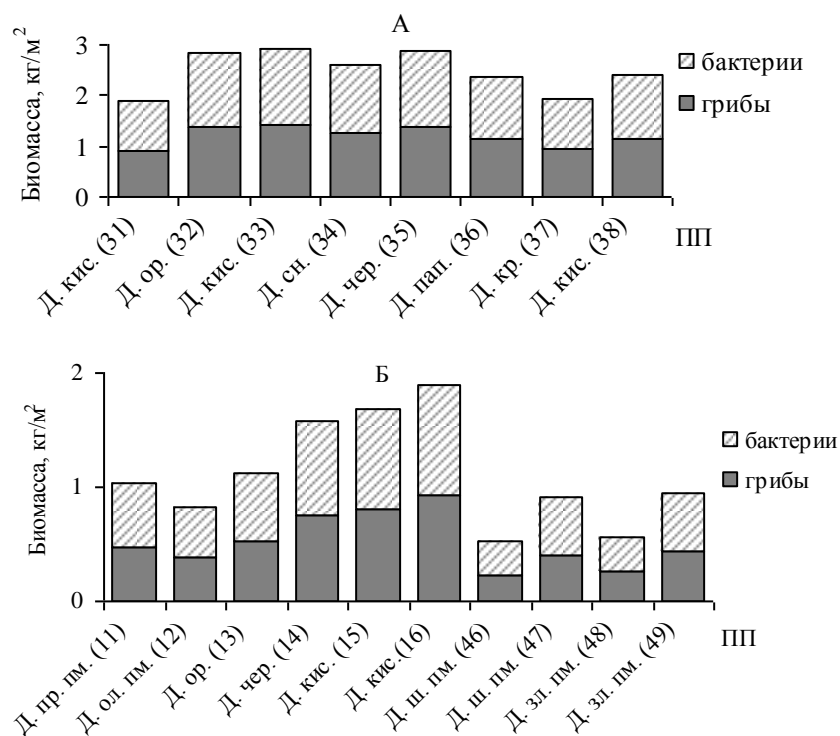


Рисунок 2 – Запасы микробной и грибной биомассы в почвах дубрав

Статистический анализ полиномиальной регрессией выявил связь между микробной биомассой и фракцией физической глины почв беловежских дубрав ( $r = 0,66$ ), а также между биомассой и полевой влажностью ( $r = 0,48$ ); для почв полесских дубрав эти показатели составили соответственно  $r = 0,64$  и  $r = 0,54$ . Связь между микробной биомассой и общим азотом для беловежских дубрав описывается логарифмической функцией ( $r = 0,87$ ), для почв полесских дубрав –  $r = 0,90$ . Линейная связь установлена также между биомассой и валовым фосфором (соответственно  $r = 0,83$  и  $r = 0,59$  для беловежских и припятских дубрав). Между микробной биомассой и кислотностью почв ( $pH_{KCl}$ ), а также общей плотностью почв выявлена менее тесная связь ( $r = 0,42$ ,  $r = 0,65$  и  $r = 0,80$ ).

*Ферментативная активность почв.* Потенциальная протеолитическая активность в почвах беловежских дубрав варьировала в пределах 100–300 мг тирозина за 18 ч на 1 см<sup>2</sup> по генетическим горизонтам с учетом их мощности и плотности с более высокими значениями в кисличных и крапивных типах дубрав. Фосфатазная активность колебалась в пределах 25–75 мг Р за 24 ч на 1 см<sup>2</sup> при максимумах в кисличных, папоротниковой и крапивной дубравах. Инвертазная активность варьировала в диапазонах 700–2700 г глюкозы за 4 ч на 1 см<sup>2</sup> с более благоприятными почвенными условиями от папоротниковой и крапивной к орляковой и кисличной дубравам. Потенциальная каталазная активность равномерно уменьшалась от кисличных и орляковой к черничной и папоротниковой дубравам (от 400 до 100 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 2 мин на 1 см<sup>2</sup>). Высокая потенциальная каталитическая активность в пределах 220–250 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 2 мин на 1 см<sup>2</sup> отмечена также в кисличном и крапивном типах дубрав.

Протеолитическая активность в почвах полесских припятских дубрав варьировала в пределах 18–93 мг тирозина за 18 ч на 1 см<sup>2</sup> площади суммарно по генетическим горизонтам с учетом их мощности и плотности при более интенсивных показателях в плакорных дубравах и культурах дуба. Фосфатазная активность возрастала в пределах 17–35 мг Р за 24 ч на 1 см<sup>2</sup> при максимуме в кисличной и орляковой дубравах. Потенциальная инвертазная активность варьировала в диапазонах 0,30–1,70 г глюкозы за 4 ч на 1 см<sup>2</sup> при более благоприятных условиях плакорных дубрав. Каталазная активность оказалась 40–90 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 2 мин на 1 см<sup>2</sup> (наиболее высокая в дубравах прируслово-пойменной и кисличной; низкая в ольхово-пойменной и черничной дубравах).

В расчете на 1,5 м слой пойменных почв ГНП «Припятский» протеолитическая активность составила 33–68 мг/г тирозина за 18 ч при максимальной активности в дубравах широколиственно-пойменной (ПП 46) и злаково-пойменной (ПП 48). Фосфатазная активность варьировала в пределах 22–32 мг/г Р за 24 ч с наибольшими значениями в широколиственно-пойменной (ПП 47) и злаково-пойменной (ПП 49) дубравах. Инвертазная активность составила 549–582 мг/г глюкозы за 4 ч, равномерно возрастая от широколиственно-пойменной (ПП 46) к злаково-пойменной (ПП 48) дубравам. Каталазная активность достигала 77–109 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> на 1 г почвы за 2 мин при ее максимальных значениях в прируслово-пойменных дубравах, подтверждая энергетическую емкость аллювиальных горизонтов.

## Статистический анализ биогенных показателей

Корреляционный анализ показал достоверные связи в почвах дубрав между микробной биомассой и протеолитической активностью ( $r = 0,87$ ), а также инвертазой ( $r = 0,91$ ), каталазой ( $r = 0,86$ ) и фосфатазой ( $r = 0,78$ ), а также между массой органического вещества и активностью фосфатазы ( $r = 0,88$ ), каталазы ( $r = 0,89$ ) и инвертазы ( $r = 0,86$ ).

В почвах полесских припятских дубрав выявлена тесная связь между протеазами и азотом легкогидролизуемым ( $r = 0,90$ ), менее тесная связь отмечена между фосфатазой и подвижным фосфором ( $r = 0,70$ ). Достоверная связь выявлена также между микробной биомассой и фосфатазной ( $r = 0,89$ ), каталазной ( $r = 0,89$ ) и инвертазной активностью почв ( $r = 0,90$ ), а также между массой органического вещества и активностью протеолитического комплекса ( $r = 0,88$ ) и фосфатазной активностью ( $r = 0,86$ ).

*Регрессионный анализ биогенных показателей* по эдафическим факторам оценивали множественной регрессией по уравнениям вида:  $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1^2 + b_4x_1x_2 + b_5x_2^2$ , где отмечены достоверные связи с влажностью и кислотностью почв; содержанием органического углерода и валового фосфора; с биомассой микробиоты и кислотностью; легкогидролизуемым азотом и физической глиной; валовым фосфором и полевой влажностью, биомассой микромицетов и кислотностью.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты

1. В Беловежской пуще дубравы произрастают на дерново-подзолистых и бурых лесных песчаных и супесчаных почвах, подстилаемых моренными суглинками; дубравы в пойме р. Припять – на пойменных дерновых глеевых супесчаных почвах с содержанием в гумусовых горизонтах до 20% физической глины. Плотность твердой фазы почв дубовых насаждений варьирует от 2,35 до 2,87 г/см<sup>3</sup>, лесных подстилок – от 1,15 до 1,45 г/см<sup>3</sup> (беловежские дубравы); 1,20–2,78 г/см<sup>3</sup> и 0,25–0,40 г/см<sup>3</sup> (припятские дубравы). Влагозапасы в 1,5 м слое почвы составляют от 104,15 до 207,46 мм (беловежские дубравы) и от 246,43 до 574,52 мм (припятские дубравы). Почвенные условия произрастания дубрав по водно-физическим свойствам и влагозапасам более благоприятны в пойменных дубравах, по плотности и гранулометрическому составу – в плакорных типах дубрав [2, 5, 9, 15, 16, 17, 18, 22, 23].

2. В расчете на 1,5 м глубины запасы гумуса в почвах беловежских дубрав составляют 15–24 кг/м<sup>2</sup> при более высоких показателях в почвах крапивных, черничных и кисличных дубрав, низких показателях – в почвах снытевых и орляковых дубрав. Запас общего азота варьирует в пределах 1,44–3,14 кг/м<sup>2</sup> при более высоких показателях в почвах черничной и крапивной дубрав, низких по-

казателях – в почвах папоротниковых и кисличных дубрав. Содержание легкогидролизуемого азота в почвах составляет 7–10% от общего азота с его преобладанием в черничных и крапивных типах дубрав. Запас фосфора составляет 0,27–1,05 кг/м<sup>2</sup> при доле подвижного фосфора 20–30% от общего количества фосфорсодержащих соединений. В гумусовых горизонтах полесских дубрав содержание гумуса составляет 2,32–2,68%, общего азота – 0,17–0,80%, валового фосфора – 0,03–0,09% [1, 8, 11, 14].

3. Тип гумуса дерново-подзолистых глееватых супесчаных почв полесских припятских дубрав – гуматно-фульватный ( $C_{гк}:C_{фк}$  от 1 до 0,5) с низким содержанием II-ой фракции гуминовых кислот, связанной с кальцием, и высокой подвижностью гумусовых веществ по генетическому профилю от супесчаных к песчаным горизонтам.

Тип гумуса дерново-подзолистых глееватых супесчаных почв, подстилаемых моренными суглинками, старовозрастных беловежских дубрав характеризуется как фульватно-гуматный и гуматный ( $C_{гк}:C_{фк} > 1$ ), с высоким содержанием прочносвязанных гуминовых кислот. Гумус этих почв обладает высоким качеством и устойчив к вымыванию. Количественная часть гумусовых веществ, свободных и связанных с подвижными полуторными оксидами, меньше, чем в почвах подстилаемых песками, что свидетельствует о высоких сорбционных свойствах этих почв [4, 19].

4. Микробиота почв дубрав представлена двумя основными группировками: микроскопическими грибами и бактериями. Первая составляет более 90% от общей биомассы, численность бактерий насчитывает от 1 до 6 млрд. кл., длина гиф грибного мицелия – сотни метров на 1 г почвы при максимальных показателях в лесных подстилках и резком снижении по почвенному профилю.

В расчете на 1,5 м слой с учетом плотности и мощности генетических горизонтов запас микробной биомассы в почвах беловежских дубрав составляет 0,98–1,52 кг/м<sup>2</sup>, грибной биомассы – 0,90–1,42 кг/м<sup>2</sup>, в почвах полесских дубрав – соответственно 0,44–0,96 и 0,39–0,92 кг/м<sup>2</sup>. Запасы органического вещества почв беловежских и полесских дубрав составляют 15,0–22,8 и 9,8–17,2 кг/м<sup>2</sup> на 1,5 м слой почвы; биомасса микроорганизмов – 4–7% от содержания гумуса почв [6, 12].

5. Ферментативная активность лесных подстилок и почв беловежских дубрав зависит от водно-физических свойств и гранулометрического состава почв, при этом она существенно возростала от бедных песчаных к богатым суглинистым разновидностям. Плотность увеличивалась от лесных подстилок до подстилающих пород и описывается обратной зависимостью с энзиматической активностью почв, тогда как с влажностью и влагозапасами этих почв выявлена положительная закономерность.

Энзиматические процессы трансформации органического вещества в дерновых глеевых, супесчаных почвах характеризуются интенсивностью гидролитических и каталитических реакций в пойменных условиях, обусловленных гидротермическим режимом, в плакорных – богатством местопроизрастания кисличных и черничных типов [3, 7, 11, 13, 19].

6. Статистический анализ данных почвенных условий произрастания дубрав указывает на постоянство физико-химических свойств и относительную мобильность биогенных показателей, в совокупности достоверно позволяющих проводить различия по типам биогеоценозов, подтверждаемые расчетами запасов гумуса, азота, фосфора и биомассы микроорганизмов в почвах.

Выявленные парные связи между содержанием гумуса и ферментативной активностью, биомассой микроорганизмов и энзиматическими реакциями описываются линейными и полиномиальными уравнениями.

Между продуктивностью дубрав и физико-химическими показателями почв (влажность, кислотность, содержание физической глины, гумуса, фосфора, легкогидролизуемого азота), а также биомассой почвенных микроорганизмов установлены зависимости, которые описываются уравнениями множественной регрессии [10, 20, 21].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Полученные результаты и выявленные зависимости между физическими, химическими, микробиологическими показателями и продуктивностью дубовых лесов в оценке природного богатства почв позволят дополнить лесохозяйственную значимость дубовых насаждений данными о продуктивности биогеоценозов. Показатели ферментативной активности рекомендуется использовать в экологическом мониторинге почв и экосистем с техногенным прессингом и периодическим усыханием дубрав.

Результаты исследования используются при чтении лекционного курса, проведении практических и лабораторных занятий по дисциплине «Почвоведение с основами земледелия» в УО «Белорусский государственный технологический университет» (справка внедрения в учебный процесс от 22.10.2007); на кафедрах биологии и географии факультета естествознания УО «Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова» по дисциплинам экология, география, почвоведение, при проведении учебно-производственной практики по почвоведению (справка внедрения в учебный процесс от 28.06.2007).

Практическая значимость результатов подтверждается их внедрением в ГПУ НП «Беловежская пуца» (акт о практическом использовании результатов исследования от 11.07.2008) и в Натальевском лесничестве ГЛХУ «Червенский лесхоз» (акт о практическом использовании результатов исследования от 30.05.2013).



## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### Статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК

1. **Антоник, М.И.** Структура и биогенность лесных подстилок дубовых насаждений / М.И. Антоник // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2005. – Вып. 63: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 257–259.
2. **Антоник, М.И.** Некоторые особенности биоразнообразия растительного покрова дубовых и хвойных насаждений Милевичского лесничества Житковичского лесхоза / М.И. Антоник // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2005. – Вып. XIII. – С. 147–149.
3. Ефремов, А.Л. Зональная биогенность почв дубовых лесов Беларуси / А.Л. Ефремов, **М.И. Антоник** // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2005. – Вып. XIII. – С. 154–156.
4. Ефремов, А.Л. Состав гумуса почв дубовых лесов Беларуси / А.Л. Ефремов, **М.И. Антоник** // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – Вып. 2. – С. 32–42.
5. **Антоник, М.И.** Почвенно-грунтовые условия произрастания дубрав в ГПУ НП «Беловежская пуца» / М.И. Антоник // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2006. – Вып. XIV. – С. 152–155.
6. Ефремов, А.Л. Оценка прямыми микроскопическими методами биомассы почвенных микроорганизмов в дубравах ГПУ НП «Беловежская пуца» / А.Л. Ефремов, **М.И. Антоник** // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2006. – Вып. XIV. – С. 160–164.
7. Ефремов, А.Л. Биогенность почв Припятских пойменных дубрав / А.Л. Ефремов, **М.И. Антоник** // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 1. – С. 55–62.
8. Ефремов, А.Л. Агрохимические свойства почв дубрав Беловежской пуцы / А.Л. Ефремов, **М.И. Антоник** // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2006. – Вып. 65: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 215–219.
9. **Антоник, М.И.** Почвенно-грунтовые условия произрастания дубрав в Милевичском лесничестве Житковичского лесхоза / М.И. Антоник // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 201–204.
10. **Антоник, М.И.** Регрессионные модели взаимосвязи микробной биомассы и агрохимических свойств почв дубрав Беловежской пуцы / М.И. Антоник, А.Л. Ефремов // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 329–336.
11. **Антоник, М.И.** Содержание биогенных элементов и ферментативная активность почв полесских дубрав / М.И. Антоник, А.Л. Ефремов, В.Г. Свирновская // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1. – С. 61–69.
12. **Антоник, М.И.** Учет и оценка прямыми микроскопическими методами численности и биомассы почвенных микроорганизмов в дубравах Милевичского лесничества Житковичского лесхоза / М.И. Антоник, В.Г. Свирновская, А.Л. Ефремов // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 205–209.
13. Ефремов, А.Л. Биологическая активность почв и технология создания дубовых культур / А.Л. Ефремов, **М.И. Антоник** // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2009. – Вып. XVII. – С. 153–155.
14. **Антоник, М.И.** Особенности почвенных условий дубрав Беловежской пуцы / М.И. Антоник // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2. – С. 74–81.

**Материалы конференций и тезисы докладов**

15. **Антоник, М.И.** Особенности биоразнообразия напочвенного покрова дубрав / М.И. Антоник // Региональные проблемы природопользования и охраны природных ресурсов Верхнего Поднепровья и сопредельных территорий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Могилев, 27–28 окт. 2005 г. / Могилев. гос. ун-т им. А.А. Кулешова. – Могилев, 2005. – С. 12–14.

16. **Антоник, М.И.** Экологические и эдафические факторы местообитания полесских дубрав / М.И. Антоник, А.Л. Ефремов // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: тэзісы дакладаў III Міжнар. навук. канф., Брэст, 7–9 чэрв. 2006 г. / Брэст: Академия; рэдкал.: М.В. Міхальчук [і інш.]. – Брэст, 2006. – С. 91–93.

17. Ефремов, А.Л. Почвенная микробиота дубрав Беловежской пуши / А.Л. Ефремов, **М.И. Антоник** // Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты от деградации: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та почв. и агрохим. НАН Беларуси, и III Съезда почвоведов, Минск, 27–29 июня 2006 г. / Ин-т почв. и агрохим. НАН Беларуси; редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Минск, 2006. – С. 93–95.

18. **Антоник, М.И.** Дубравы – как объекты экологических практик / М.И. Антоник, В.Г. Свирновская // Экологическое образование и воспитание. Опыт и проблемы организации экологических практик: тезисы Межвуз. науч.-метод. конф., Минск, 7–8 дек. 2006 г. / МГЭУ им. А.Д. Сахарова; редкол.: С.П. Кундас [и др.]. – Минск, 2006. – С. 45–46.

19. Марчик, Т.П. Ферментативная трансформация органического вещества почв Государственного природоохранного учреждения Национальный парк «Беловежская пуца» / Т.П. Марчик, **М.И. Антоник**, А.Л. Ефремов // Экологические проблемы западного региона Беларуси: сб. науч. ст. / ГрГУ; под общ. ред. Е.П. Кремлева. – Гродно: ГрГУ, 2007. – С. 115–119.

20. **Антоник, М.И.** Регрессионные модели взаимосвязи микробной биомассы и ферментативной активности почв дубовых лесов / М.И. Антоник, А.Л. Ефремов, В.Г. Свирновская // Сахаровские чтения 2007 года: экологические проблемы XXI века: материалы 7-й Междунар. науч. конф., Минск, 17–18 мая 2007 г. / МГЭУ им. А.Д. Сахарова; под ред. С.П. Кундаса, С.Б. Мельнова, С.С. Позняка. – Минск, 2007. – С. 119.

21. **Антоник, М.И.** Анализ регрессионных связей продуктивности дубрав с почвенно-грунтовыми условиями / М.И. Антоник, А.Л. Ефремов // Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития: материалы Междунар. науч.-пр. конф., Гомель, 5–7 сент. 2007 г. / Ин-т леса НАН Беларуси; редкол.: А.И. Ковалевич [и др.]. – Гомель, 2007. – С. 21–24.

22. **Антоник, М.И.** Свойства почв дубрав Белорусского Полесья / М.И. Антоник, В.Н. Босак // Лесное хозяйство: тезисы 77-й науч.-техн. конф., Минск, 4–9 февраля 2013 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.М. Жарский; УО БГТУ. – Минск: БГТУ, 2013. – С. 55.

23. **Антоник, М.И.** Особенности почвенных условий дубовых насаждений юго-западной части Беларуси / М.И. Антоник, В.Н. Босак // Лесное хозяйство: тезисы 80-й науч.-техн. конф. (с международным участием), Минск, 1–12 февраля 2016 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.М. Жарский; УО БГТУ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 44.

## РЕЗЮМЕ

**Антоник Мария Ивановна**

**Почвенно-грунтовые условия и активность микробиоты почв дубовых насаждений в юго-западной части Беларуси**

**Ключевые слова:** почвенные условия, дубовые насаждения, видовой состав живого напочвенного покрова, физико-химические свойства, органическое вещество, биота, биогенность, активность ферментов, численность и биомасса микроорганизмов, регрессионные модели.

**Цель исследования:** определить зависимость продуктивности дубовых насаждений от физико-химических свойств и биологической активности почв.

**Методы исследования:** проведен комплекс геоботанических и эдафических исследований особенностей произрастания дубовых насаждений в соответствии с принятыми в геоботанике, лесоведении, почвоведении, биохимии, микробиологии, экологии и математической статистике методами.

**Полученные результаты и их новизна:** в почвенно-климатических условиях произрастания дуба черешчатого установлены особенности состояния почвенных условий по водно-физическим свойствам и влагозапасам; выявлены закономерности распределения и содержание биогенных элементов; установлен гранулометрический состав почв; определен групповой и фракционный состав гумуса; выявлены диапазоны ферментативной активности почв плакорных и пойменных дубовых насаждений; рассчитаны соотношения основных составляющих почвенной микробиоты и запасы их биомассы в 1,5 м слое почв; представлены регрессионные уравнения взаимосвязи физико-химических свойств и активности микробиоты.

**Рекомендации по использованию:** полученные результаты и выявленные статистические связи между физическими, химическими, микробиологическими показателями и продуктивностью дубовых лесов в оценке природного богатства почв позволят дополнить лесохозяйственную значимость дубовых насаждений данными о фактической и прогнозируемой продуктивности биогеоценозов. Показатели ферментативной активности следует использовать в экологическом мониторинге почв и экосистем с техногенным прессингом и периодическим усыханием дубрав. Для успешного роста дуба черешчатого целесообразно рассчитывать прогнозные оценки повышения продуктивности дубрав по эдафическим и биологическим показателям.

Результаты работы могут быть использованы в почвоведении, геоботанике, лесоведении, экологии в качестве методической основы исследований.

**Область применения:** лесное хозяйство, высшие учебные заведения лесного и биологического профиля.

## РЭЗЮМЕ

Антонік Марыя Іванаўна

**Глебава-грунтавыя ўмовы і актыўнасць мікрабіёты глебаў  
дубовых насаджэнняў паўднёва-заходняй часткі Беларусі**

**Ключавыя словы:** глебавыя ўмовы, дубовыя насаджэнні, відавы склад жывога наглебавага покрыва, фізіка-хімічныя ўласцівасці, арганічнае рэчыва, біёта, біягеннасць, актыўнасць ферментаў, колькасць і біямаса мікраарганізмаў, рэгрэсійныя мадэлі.

**Мэта даследавання:** вызначыць залежнасць прадукцыйнасці дубовых насаджэнняў ад фізіка-хімічных уласцівасцей і біялагічнай актыўнасці глебаў.

**Метады даследавання:** праведзены комплекс геабатанічных і эдафічных даследванняў асаблівасцей росту дубовых насаджэнняў у адпаведнасці з прынятымі ў геабатаніцы, лесазнаўстве, глебазнаўстве, біяхіміі, мікрабіялогіі, экалогіі і матэматычнай статыстыцы метадамі.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** у глебава-кліматыхных умовах росту дуба чарэшчатага вызначаны асаблівасці стану глебавых умоў у залежнасці ад водна-фізічных уласцівасцей і запасаў вільгаці; выяўлены заканамернасці размеркавання і ўтрымання біягенных элементаў; вызначаны грануламетрычны склад глебаў; групавы і фракцыйны склад гумусу; межы ферментатыўнай актыўнасці глебаў сухадольных і поймавых дубовых насаджэнняў; разлічаны суадносіны асноўных складаючых глебавай мікрабіёты і запас іх біямасы ў 1,5 м слаі глебы; прадстаўлены рэгрэсійныя раўнанні ўзаемасувязі фізіка-хімічных уласцівасцяў і актыўнасці мікрабіёты.

**Рэкамендацыі па выкарыстанню:** атрыманыя вынікі і выяўленыя статыстычныя сувязі паміж фізічнымі, хімічнымі, мікрабіялагічнымі паказчыкамі і прадукцыйнасцю дубовых лясоў у ацэнцы прыроднага багацця глебаў дапамогуць дапоўніць лесагаспадарчую значнасць дубовых насаджэнняў звесткамі аб фактычнай і прагназуемай прадукцыйнасці біягеаэнозаў. Паказчыкі ферментатыўнай актыўнасці варта выкарыстоўваць пры экалагічным маніторынгу глебаў і экасістэм пры тэхнагенных парушэннях і перыядычным высыханні дубраў. Найлепшы рост дуба чарэшчатага мэтазгодна разлічыць пры дапамозе прагнозных адзнак павелічэння прадукцыйнасці дубраў па эдафічных і біялагічных паказчыках.

Вынікі работы могуць быць выкарыстаны ў глебазнаўстве, геабатаніцы, лесазнаўстве, экалогіі ў якасці метадычных асноў даследванняў.

**Галіна выкарыстання:** лясная гаспадарка, вышэйшыя навучальныя ўстановы ляснога і біялагічнага профілю.

## SUMMARY

**Maryia I. Antonik**

### **The soil conditions and the activity of the oak stands soil microbiota in the south-west part of Belarus**

**Key words:** soil conditions, oak stands, the species composition of live cover, physical and chemical properties, organic matter, biota, biogenous, enzyme activity, number and microbial biomass, regression models.

**The aim of the research:** to reveal the dependence of productivity oak plantations from the physico-chemical properties and biological activity of soils.

**Research methods:** a complex of geobotanical and edaphic characteristics of the oak stands grown in conformity with the geobotany, forestry, soil science, biochemistry, microbiology, ecology and mathematical statistic methods was research.

**The findings and their novelty:** in the soil and climatic conditions of the oak stands grown installed: features of the state land-ground-water conditions on the water physical properties and moisture capacity; the regularities of distribution and content of nutrients were revealed; the granulometric composition of soil were established and the group and factional composition of humus were determined; the ranges of the enzymatic activity of soils of the plakornyh and flood oak stands were defined; the ratio of the basic components of soil microbiota, the stocks of biomass in the 1.5 m soil layer were calculated ; the regression equation relationship between the soil physicochemical properties and activity of microbiota were represented.

**Recommendations for use:** the obtained results and identified statistical links between physical, chemical, microbiological indicators and productivity of oak forests in the assessment of natural wealth soil supplement will allow the significance of oak stands by the data on the actual and projected productivity of this biogeocenoses. Indicators of the enzymatic activity should be used in environmental monitoring of the soil and ecosystems with the technogenic pressure and periodic drying of oak stands. For the successful growth of the oak projected evaluating of improving of the productivity of oak stands on biota and biological indicators should calculate. The results of the work may be used in soil science, geobotany, forestry, ecology as a methodological framework of the researches.

**Sphere of application:** the forestry, forest and biological educational institutions.



Научное издание

**Антоник** Мария Ивановна

**ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ И АКТИВНОСТЬ МИКРОБИОТЫ ПОЧВ  
ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук  
по специальности 03.02.13 – почвоведение

Ответственный за выпуск М.И. Антоник

Подписано в печать 22.06.2016. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,0.

Тираж 60 экз. Заказ №

Издательство и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/227 от 20.03.2014.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.