

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КОТЛЯРЕВСЬКА УЛЯНА МИКОЛАЇВНА

УДК 630*416.16/.5:582.682.1(477)

МОРТМАСА КЛЕЙКОВІЛЬХОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

06.03.03 «Лісознавство і лісівництво»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Білоус Андрій Михайлович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
професор кафедри лісової таксації
та лісовпорядкування

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Пастернак Володимир Петрович,
Український ордена «Знак Пошани»
науково-дослідний інститут лісового господарства
та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького,
провідний науковий співробітник
лабораторії моніторингу і сертифікації лісів

кандидат сільськогосподарських наук
Сірук Юрій Вікторович,
Житомирський національний
агроекологічний університет,
завідувач кафедри таксації лісу та лісовпорядкування

Захист відбудеться «30» березня 2018 року о 15⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «27» лютого 2018 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лащенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з фундаментальних наукових проблем є дослідження кругообігу речовин у біосфері (Базилевич Н. І. і др., 1978; Мухортова Л. В., 2009). Особлива наукова дискусія приурочена суттєвому підвищенню концентрації парникових газів в атмосфері та глобальним і регіональним змінам клімату (Пастернак В. П., 2011). Швидке збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері обумовлене антропогенною діяльністю: спалюванням викопного палива, зменшенням загальної площі лісів, масштабними лісовими пожежами, осушенням водних об'єктів (Shvidenko A., Nilsson S., 2002; Швиденко А. З. та ін., 2014).

Значимість лісових екосистем у регуляції вмісту парникових газів атмосфери була визнана ключовими міжнародними угодами щодо стабілізації глобального клімату: у 2015 році була ратифікована Паризька угода про зміну клімату. Головне завдання кліматичної угоди є досягнення балансу між антропогенними викидами і джерелами поглинання парникових газів, тобто наблизитися до «нульових викидів» до кінця нинішнього століття (Secretariat Working Group on the Durban, United Nations, 2015). Для реалізації поставленого завдання потрібне подальше дослідження біосфери, зокрема і лісових екосистем.

Пріоритетним завданням у багатьох європейських державах є збалансоване використання відновних біоресурсів у промислових цілях, яке забезпечить дотримання вимог до збереження стану навколишнього середовища для досягнення збалансованого розвитку економіки. Дотримання цього напряму передбачає поступове скорочення обсягів використання викопних природних ресурсів і перехід до так званої «зеленої економіки», яка передбачає залучення в переробку поновлюваних природних ресурсів (Ollikainen M., 2014). Важливе місце у вирішенні цього завдання належить лісовому сектору економіки (Hoen H. F., Solberg V., 1994). На відміну від традиційного використання стовбурової деревини, на сьогоднішній день набуває актуальності комплексне використання усіх компонентів біомаси лісових насаджень (Лакида П. І. та ін., 2011).

Деревний детрит є невід'ємною складовою лісових екосистем та важливим компонентом загальної рослинної біомаси лісових насаджень. Процеси накопичення та розкладання мортмаси відіграють важливу роль у кругообігу речовин та енергії в лісових екосистемах (Курбанов Э. А., Кранкина О. Н., 2001; Мухортова Л. В., 2009; Пастернак В. П., Яроцький В. Ю., 2010). Мортмаса лісу є важливим резервуаром депонованого вуглецю (Білоус А. М., 2016). Інвентаризацію вуглецю в деревному детриті передбачено в рекомендаціях «Intergovernmental Panel on Climate Change» (2001, 2007). Оцінювання мортмаси є однією з невирішених проблем у контексті дослідження біопродуктивності та вуглецевого циклу лісових екосистем (Усольцев В. А., Залесов С. В., 2005; Пастернак В. П., 2011; Лакида П. І. та ін., 2012).

Ліси Українського Полісся, зокрема вільхові, мають унікальне еколого-лісівниче значення, яке постійно зростає у зв'язку зі зменшенням інтенсивності ведення сільського господарства та відновленням лісів на староорних землях, луках, колишніх пасовищах та сінокосах. Цей процес є не контрольований і такі ліси не підлягають захисту й охороні, часто пошкоджуються пожежами. Це сприяє утворенню та накопиченню мортмаси.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано в Національному університеті біоресурсів і природокористування України в межах науково-дослідних держбюджетних тем «Прикладні рішення оцінювання резервуару вуглецю в мортмасі лісових екосистем на основі сучасних системних підходів» (номер державної реєстрації 0116U006965) та «Прикладні рішення комплексного оцінювання екосистемних функцій лісів на основі даних дистанційного зондування Землі» (номер державної реєстрації 0116U001583), до яких здобувач залучалася для виконання окремих підрозділів.

Мета та завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – встановити закономірності формування і деструкції компонентів мортмаси вільхових насаджень та динаміки вуглецю й енергії у вільшаниках Українського Полісся.

Для досягнення мети дослідження було поставлено наступні завдання:

- проаналізувати поширення і таксаційну структуру клейковільхових деревостанів Українського Полісся;
- опрацювати методичні підходи до дослідження компонентів фітомаси і мортмаси у вільшаниках;
- встановити особливості формування відпаду у вільхових молодняках;
- визначити термін перебування сухостійних дерев вільхи у насадженні;
- дослідити швидкість процесів деструкції компонентів мортмаси вільхових насаджень;
- встановити особливості структури запасу сухоостою і деревної ламані за лісівничо-таксаційними параметрами вільшаників;
- розробити моделі динаміки мортмаси сухоостою, деревної ламані, опаді грубих гілок, підстилки та загальної мортмаси вільшаників;
- проаналізувати особливості структури біомаси вільшаників та її динаміку з віком;
- визначити обсяг депонованого вуглецю та запас накопиченої енергії в мортмасі вільхових насаджень Українського Полісся.

Об'єкт дослідження – закономірності динаміки мортмаси у вільхових насадженнях.

Предмет дослідження – формування, накопичення та деструкція мортмаси вільшаників Українського Полісся.

Методи дослідження. У процесі виконання дисертаційного дослідження використано спеціальні методи: лісівничо-таксаційні та біометричні – для збору польового дослідного матеріалу з метою дослідження якісних та кількісних показників компонентів біомаси вільхових насаджень; загальнонаукові методи: аналіз, синтез, системний підхід, математичне (емпірико-статистичне й

імітаційне) та статистичне моделювання – для аналізу, опрацювання емпіричних даних та розроблення математичних моделей.

У процесі дослідження формування, накопичення та деструкції мортмаси вільшаників використано: методику оцінювання мортмаси лісів; метод хронологічної послідовності для визначення швидкості деструкції мортмаси; методики оцінювання фітомаси деревостанів, підліску та живого надґрунтового покриву для встановлення особливостей структури біомаси вільшаників.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні положення дисертаційної роботи, які визначають наукову новизну результатів, полягають у наступному:

вперше:

– з'ясовано лісівничі особливості формування відпаду у вільхових молодняках;

– визначено морфологічні особливості та термін перебування сухостійних дерев вільхи клейкої у насадженнях;

– здійснено аналіз структури загальної біомаси вільхових насаджень;

– встановлено загальну мортмасу вільшаників досліджуваного регіону;

удосконалено

– методичні підходи дослідження процесу формування відпаду та динаміки мортмаси;

– моделі динаміки компонентів мортмаси та їх деструкції у вільхових насадженнях;

доповнено:

– закономірності динаміки мортмаси у вільхових насадженнях Українського Полісся;

– інформаційне забезпечення для встановлення кругообігу вуглецю та енергії у вільхових лісах;

– базу експериментальних даних дослідження якісних і кількісних показників компонентів надземної біомаси вільхових насаджень;

– аналітичні дані про структуру вільхових лісів Українського Полісся.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові розроблення у вигляді нормативно-довідкових матеріалів для оцінювання мортмаси лісових екосистем та науково-практичних рекомендацій, як основні результати дисертаційного дослідження, впроваджено у Державному підприємстві «Городнянське лісове господарство», Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Боярська лісова дослідна станція». Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес підготовки фахівців ОС «Бакалавр» за напрямом «Лісове і садово-паркове господарство» під час викладання дисципліни «Лісознавство» (використано результати дослідження деструкції сухостійних дерев та швидкості деструкції деревної ламані вільхових насаджень) на кафедрі лісівництва та дисципліни «Лісова таксація» (використано результати дослідження формування відпаду вільшаників) на кафедрі лісової таксації та лісовпорядкування у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Особистий внесок здобувача. Викладені у дисертаційній роботі наукові результати, положення, висновки і рекомендації виконано здобувачем особисто та є її науковим доробком. Дослідні дані про формування відпаду дерев у вільшаниках спостерігали на трьох тимчасових пробних площах, особливості структури біомаси лісів досліджували на двох тимчасових пробних площах, для встановлення обсягу компонентів мортмаси у модальних вільшаниках закладено 21 тимчасову пробну площу, впродовж 2015–2017 років здійснено спостереження за 100 сухостійними деревами для дослідження процесу деструкції. Експериментальні роботи проведено за участю А. М. Білоуса. Здобувачем самостійно здійснено пошук інформаційних джерел, аналіз наукових публікацій, математично-статистичну обробку отриманих польових та камеральних даних і моделювання.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення, висновки та рекомендації дисертаційного дослідження презентовано на Міжнародній науково-практичній конференції «Виклики XXI століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі» (м. Київ, 2015 р.); науково-практичній конференції «Ліс, наука, молодь» (м. Житомир, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства» (м. Київ, 2016 р.); науково-технічній конференції «Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем» (м. Львів, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства» (м. Київ, 2017 р.); Международной школе-конференции «Лесная наука, молодежь, будущее» (м. Гомель, Республіка Білорусь, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ліси Східної Європи у світі, що змінюється» (м. Київ, 2017 р.).

Публікації. Основні наукові результати дисертаційного дослідження опубліковано у 16 наукових працях, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, науково-методичні рекомендації, науково-виробничий довідник, авторське свідоцтво, 7 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотацій, вступу, чотирьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (229 найменувань, у тому числі 40 латиницею) та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 190 сторінок комп'ютерного тексту. Фактичний матеріал систематизовано у 43 таблицях, ілюстровано 62 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 «Ліси вільхи клейкої Українського Полісся в лісівничо-екологічному вимірі». Найбільш поширеними і найціннішими серед усіх типів наземних екосистем є ліси. Вони є унікальною екологічною системою, від якої значною мірою залежить стан довкілля. В лісі постійно триває боротьба за існування, відбуваються процеси обміну речовин та енергії, біологічний

кругообіг, відновлення та відмирання (Заїка В. К. та ін., 2013). Процеси нагромадження та розкладання відмерлої деревини мають велике значення у кругообігу речовин та енергії в лісових екосистемах (Тарасов М. Е., 1999). Важливу роль у житті лісових екосистем відіграє утворений сухостій, який є середовищем існування дрібних тварин та мікроорганізмів, що дозволяє підтримувати на високому рівні видове біорізноманіття (Мошников С. А., Ананьев В. А., 2013).

У контексті вимог щодо посилення природоохоронних функцій лісів насадження вільхи клейкої на території України мають велике ґрунтополіпшувальне й водоохоронне значення і є важливим стабілізаційним елементом природних ландшафтів (Моисеев Н. А., 1986). Вільха клейка є однією з основних лісотвірних видів м'яколистяних лісів Українського Полісся (Давидов М. В., 1960; Генсірук С. А., 2002).

Особливості формування, динаміку росту та продуктивність вільхових лісів у складі заплавної насаджень досліджував В. П. Ткач (1991).

У працях Д. В. Воробйова (1953) і Д. Д. Лавриненка (1961) описано типи клейковільхових лісів Українського Полісся. В усіх класифікаціях вільшаників враховано проточність ґрунтових вод, ступінь зволоження, флористичний склад та рівень мінерального живлення. Типологічну структуру вільхових лісів також аналізували В. П. Пастернак, В. Ю. Яроцький (2009) та Ю. В. Сірук та ін. (2015). У праці А. Возняка та М. І. Сороки (2013) описано результати екологічних, флористичних, фітосоціологічних та соціологічних досліджень фітоценозів за участю *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth. на території Західного Поділля.

Особливості формування, продуктивність, моделювання росту та товарність вільхових лісів на території України досліджували М. В. Давидов (1960, 1976, 1979), М. В. Ромашов (1963, 1964), Є. Г. Поляков (1964), В. Є. Лебедев (1980), В. П. Ткач (1991), П. І. Лакида (2006, 2007, 2010, 2014), В. І. Блищик (2006, 2007, 2013), А. Е. Оборська (2009, 2010, 2012, 2015), А. М. Білоус (2016). Таблиці маси крони розробили В. К. Захаров (1928) і А. В. Тюрін (1931).

Вільхові ліси займають 367,0 тис. га або 36,7 % від всієї площі м'яколистяних лісів і мають запас – 59,9 млн м³ або 37,6 % від всього запасу м'яколистяних лісів Українського Полісся. У досліджуваному регіоні переважають високопродуктивні, середньовікові та середньоповнотні насадження вільхи клейкої, які переважно зростають на сирих гігртопах сугрудів (76 %). Основна частина вільхових лісів Українського Полісся (84,4 % за площею та 86,6 % за запасом) має вегетативне паросткове походження. Частка вільшаників у лісовому фонді та їх екологічне й лісосировинне значення зумовлюють необхідність детального дослідження лісівничих особливостей життя та морфології насаджень вільхи клейкої.

Розділ 2 «Методика та матеріали дослідження». Дослідження особливостей росту і розвитку вільхових лісів, їх морфології потребує аналізу кругообігу речовин та енергії в насадженнях.

Методика для дослідження мортмаси лісу передбачала визначення фізичних показників сухостою, деревної ламані, опаді грубих гілок та підстилки (Білоус А. М., 2014). Методика включала облік: сухостою на тимчасовій пробній площі з поділом сухостійних дерев на I–II класи деструкції та I–IV групи за наявності дрібних і грубих гілок та цілісності стовбура; мортмаси деревної ламані з диференціацією на I–V класи деструкції та I–VI групи за наявності та цілісності дрібних і грубих гілок; сухих гілок живих модельних дерев; підстилки, яка включає опад листя та дрібних гілок. Причину утворення сухостою та деревної ламані визначали за можливості.

Для пізнання ролі компонентів надземної фітомаси в загальній структурі рослинної біомаси вільхових насаджень використовували методику П. І. Лакиди (2002). Методика включала дослідження фітомаси стовбурів у корі, фітомаси грубих гілок та фітомаси листя.

Дослідження нижніх ярусів насадження включало оцінювання надземної фітомаси підліску і живого надґрунтового покриву. Дослідження фітомаси живого надґрунтового покриву лісу передбачало: закладання пробних ділянок розміром 1×1 м, рідше 2×2 м на тимчасовій пробній площі, вимірювання площі мікроасоціацій рослинності в її межах, вимірювання середньої висоти живого надґрунтового покриву, зрізування фітомаси надземної частини і виокремлення коренів трав'яних рослин у свіжозібраному стані на пробних ділянках, зважування фітомаси у свіжозібраному стані, визначення вмісту абсолютно сухої речовини в надземній фітомасі й коренях панівних рослин (Білоус А. М., 2014). Визначення фітомаси коренів живого надґрунтового покриву здійснювали методом монолітів (Базилевич Н. И. и др., 1978).

Дослідження фітомаси підліску передбачало закладання 3–5 пробних ділянок квадратної форми, розміром 5×5 або 10×10 м, здійснення на них суцільного переліку рослин за видовою приналежністю та станом, вимірювання у рослин діаметра на висоті 1,3 м або діаметра основи стовбура. Для визначення біометричних показників фітомаси стовбурів, гілок і листя відбирали по 3–5 модельних рослин панівних видів, їх зрізали та окремо зважували стовбур, гілочки та листя. Для визначення вмісту абсолютно сухої речовини у фітомасі відбирали наважки, як правило, по 10 г: пагонів (3 шт.), гілок (3 шт.) і листя (3 шт.). Коріння рослин підліску досліджували за методом розкопування та відмивання скелетного коріння (Базилевич Н. И. и др., 1978).

Для дослідження швидкості деструкції мортмаси використовували метод хронологічної послідовності (Harmon M., 1986), який передбачав відбір зразків мортмаси деревної ламані різних класів деструкції з відомим часом утворення у насадженнях основних типів лісорослинних умов. Дослідні зразки аналізували в лабораторії та визначали базисну щільність деревини.

У процесі дослідження мортмаси лісів вільхи клейкої використано експериментальну базу даних 40 тимчасових пробних площ, закладених у модальних насадженнях в Українському Поліссі. За процесом відпаду дерев спостерігали на трьох тимчасових пробних площах, закладених у вільхових молодняках, зокрема одна – у насінневному вільшанику та дві – у насадженнях вегетативного походження. Особливості структури біомаси лісів досліджували

на двох тимчасових пробних площах, одну з яких закладено у молодняку, іншу – у стиглому вільховому насадженні.

Для дослідження деструкції сухоостою здійснено спостереження за сухостійними деревами (100 шт.) вільхи клейкої, які було відібрано у деревостанах різних класів віку і на початку досліджу віднесено до свіжого сухоостою. Впродовж дворічного періоду вели спостереження за процесом перетворення цих сухостійних дерев у деревну ламань.

Для дослідження швидкості деструкції мортмаси деревної ламані було відібрано 57 дослідних зразків та 31 зразок пнів у типах лісорослинних умов С₄–D₄. Дослідні дані про оцінювання зразків мортмаси вільхи записували до робочих бланків журналу. Загалом для дослідження мортмаси лісів використано дані 40 тимчасових пробних площ, з них: 40 тимчасових пробних площ з оцінюванням сухоостою, 17 тимчасових пробних площ – деревної ламані, 15 тимчасових пробних площ – опаді грубих гілок та підстилки. На 17 тимчасових пробних площах за результатами експериментальних робіт відібрано 240 зразків стовбурів мортмаси сухоостою, 255 зразків мортмаси деревної ламані I–V класів деструкції, 225 зразків мортмаси опаді грубих гілок і 135 зразків мортмаси підстилки вільхових насаджень.

Для визначення запасу сухоостою та захаращеності вільхових лісів Українського Полісся було використано дані лісовпорядкування про запас сухоостою та деревної ламані (захаращеності) на 3,5 тис. лісотаксаційних виділів лісового фонду лісогосподарських підприємств Державного агентства лісових ресурсів України та інших відомств і організацій.

Розділ 3 «Формування та деструкція мортмаси у вільхових насадженнях». Особливості росту і розвитку вільшаників в Українському Поліссі досліджено досить детально (Давидов М. В., 1960; Оборська А. Е., 2009; Блищик В. І., 2013; Білоус А. М., 2016), проте протилежну складову життя вільшаників – формування відпаду – недостатньо. Обмежені й аналітичні дані про запаси мортмаси та її деструкцію у вільхових лісах.

Наявність даних про деревний детрит розширює можливості визначення лісоресурсного потенціалу та інвентаризації депонованого вуглецю. Для встановлення загального запасу сухоостою та захаращеності вільхових лісів можна використовувати повидільну базу даних лісового фонду України, хоча в ній наведено дані про запас сухоостою і захаращеності від 5 м³·га⁻¹ і більше.

Площа вільхових деревостанів в Українському Поліссі становить майже 367 тис. га. У вільшаниках на площі понад 13 тис. га лісовпорядкуванням виявлено 145 тис. м³ сухоостою, а також на 4 тис. га – майже 41 тис. м³ деревної ламані. У вільшаниках, де обліковано сухостій та деревну ламань, середній запас сухоостою становив 11,0 м³·га⁻¹, а деревної ламані – 10,2 м³·га⁻¹. Основна частка запасу сухоостою та деревної ламані (88,7 %) вільхових лісів Українського Полісся зосереджена в насадженнях вегетативного походження.

Основою для визначення депонованого вуглецю в компонентах грубого деревного детриту вільхових насаджень були дані про мортмасу сухоостою і деревної ламані в абсолютно сухому стані та вміст вуглецю в біомасі. На основі аналізу бази даних лісовпорядкування загальний обсяг депонованого вуглецю в

деревному детриті становить 39,9 Гг С, загальний вміст енергії у компонентах мортмаси (сухостої і деревній ламані) вільхових лісів Українського Полісся становить 1,43 ПДж.

Для дослідження відпаду у вільхових молодняках було закладено три тимчасові пробні площі у Сновському районі Чернігівської області, зокрема одна – у насінневому та дві – у насадженнях вегетативного походження.

Впродовж 2015–2017 років проведено спостереження за деревостанами на вказаних дослідних пробних площах. Дерева під час переліку розподіляли на три групи за ступенем розвитку та із врахуванням розміщення їх крони відносно крон сусідніх дерев: живі дерева без ознак ослаблення; ослаблені та відмираючі дерева; сухостійні дерева (рис. 1).

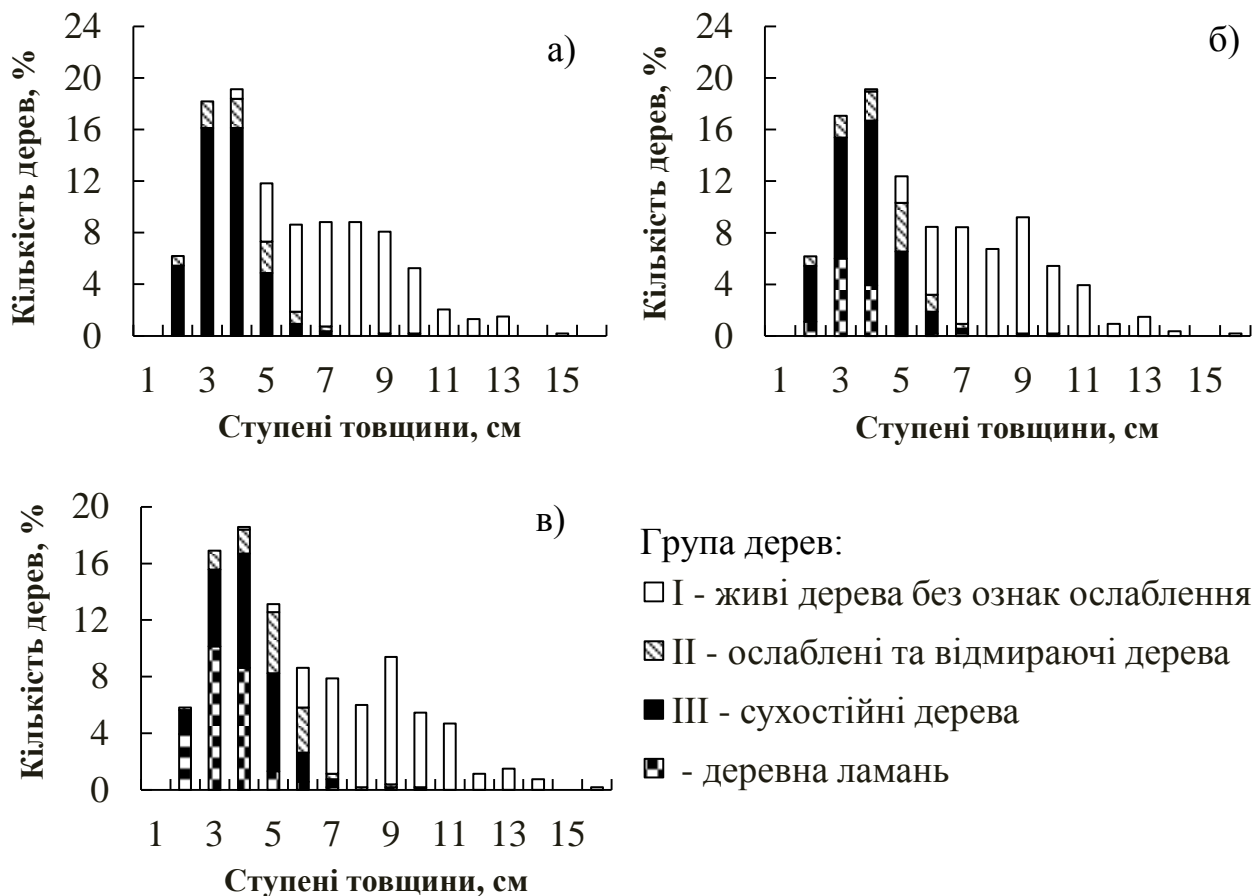


Рис. 1. Розподіл дерев вільхи клейкої на тимчасовій пробній площі № 1 за ступенями товщини та групами дерев: а) 2015 р.; б) 2016 р.; в) 2017 р.

Дослідження за насадженням вільхи клейкої на першій тимчасовій пробній площі впродовж 2015–2017 років виявили особливості динаміки розподілу дерев за ступенями товщини. Загалом у 2015 році живі дерева без ознак ослаблення (I група) становили 46,9 %, група ослаблених та відмираючих дерев – 8,8 %, група сухостійних дерев – 44,3 % від усієї кількості дерев на 1 га. Розподіл дерев не відповідає нормальному, оскільки утворення дослідного насадження насінневого природного походження відбувалося у два етапи впродовж 2–3 років. Інтенсивне нагромадження сухостійних маломірних дерев можна пояснити досить швидким процесом росту і розвитку деревостану.

З 2015 по 2017 рік 10 % із загальної кількості досліджуваних живих дерев відмерло, з них 2 % перетворилися в деревну ламань. Утворення деревної ламані найчастіше відбувалося шляхом розламування стовбура на середині висоти. Відмирили не лише дерева, які в минулому році були віднесені до групи дуже ослаблених та відмираючих, але й дерева без ознак ослаблення.

Друга та третя тимчасові пробні площі були закладені для дослідження формування відпаду у вільхових молодняках вегетативного походження.

Аналіз спостережень за вільхою клейкою на другій тимчасовій пробній площі впродовж 2015–2017 років виявив схожі особливості розподілу дерев за ступенями товщини з тимчасовою пробною площею насінневого походження (рис. 2).

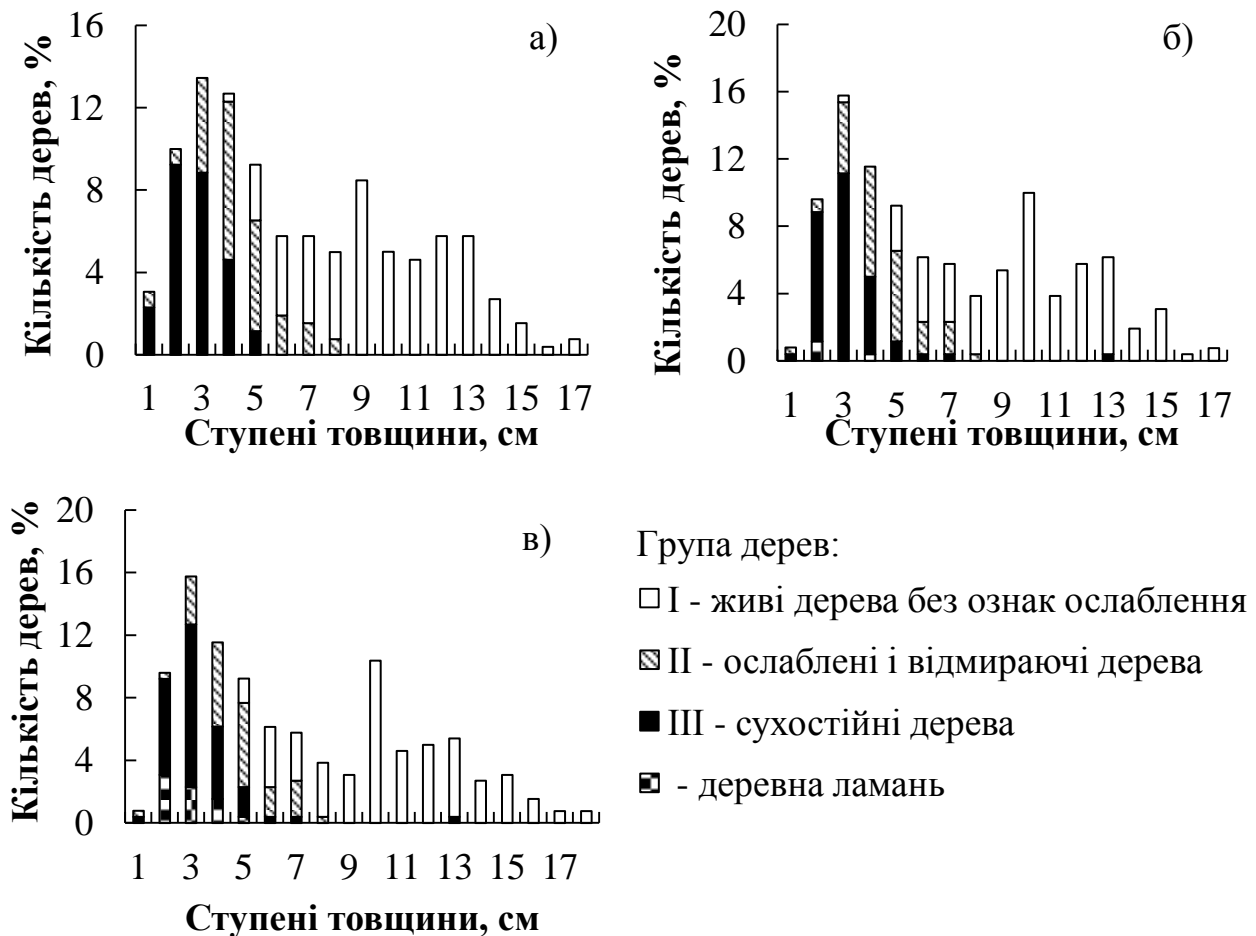


Рис. 2. Розподіл дерев вільхи клейкої на тимчасовій пробній площі № 2 за ступенями товщини та групами дерев: а) 2015 р.; б) 2016 р.; в) 2017 р.

У 2015 році частка живих дерев без ознак ослаблення становила 50,4 %, ослаблених та відмираючих дерев – 23,4 %, сухостійних дерев – 26,2 % від усієї кількості дерев на 1 га. Із загальної кількості живих дерев (без ознак ослаблення, ослаблені та відмираючі) за період із 2015 по 2017 роки 7,8 % дерев відмерло, з них 1,6 % – перетворилися в деревну ламань.

Аналіз спостережень за вільхою клейкою на третій тимчасовій пробній площі впродовж 2015–2017 років виявив схожі особливості розподілу дерев за ступенями товщини з першою та другою тимчасовими пробними площами.

У 2015 році частка живих дерев без ознак ослаблення становила 44,3 %, ослаблених та відмираючих дерев – 39 %, сухостійних дерев – 16,7 % від усієї кількості дерев на 1 га. У 2016 році із загальної кількості живих та ослаблених дерев 7,7 % відмерло. У 2017 році 1,1 % живих дерев без ознак ослаблення стали сухостійними, 0,3 % живих дерев перетворилися в деревну ламань.

Так, у період із 2015 по 2017 роки 17,8 % із досліджуваних живих дерев (без ознак ослаблення, ослаблені та відмираючі) відмерло (рис. 3).

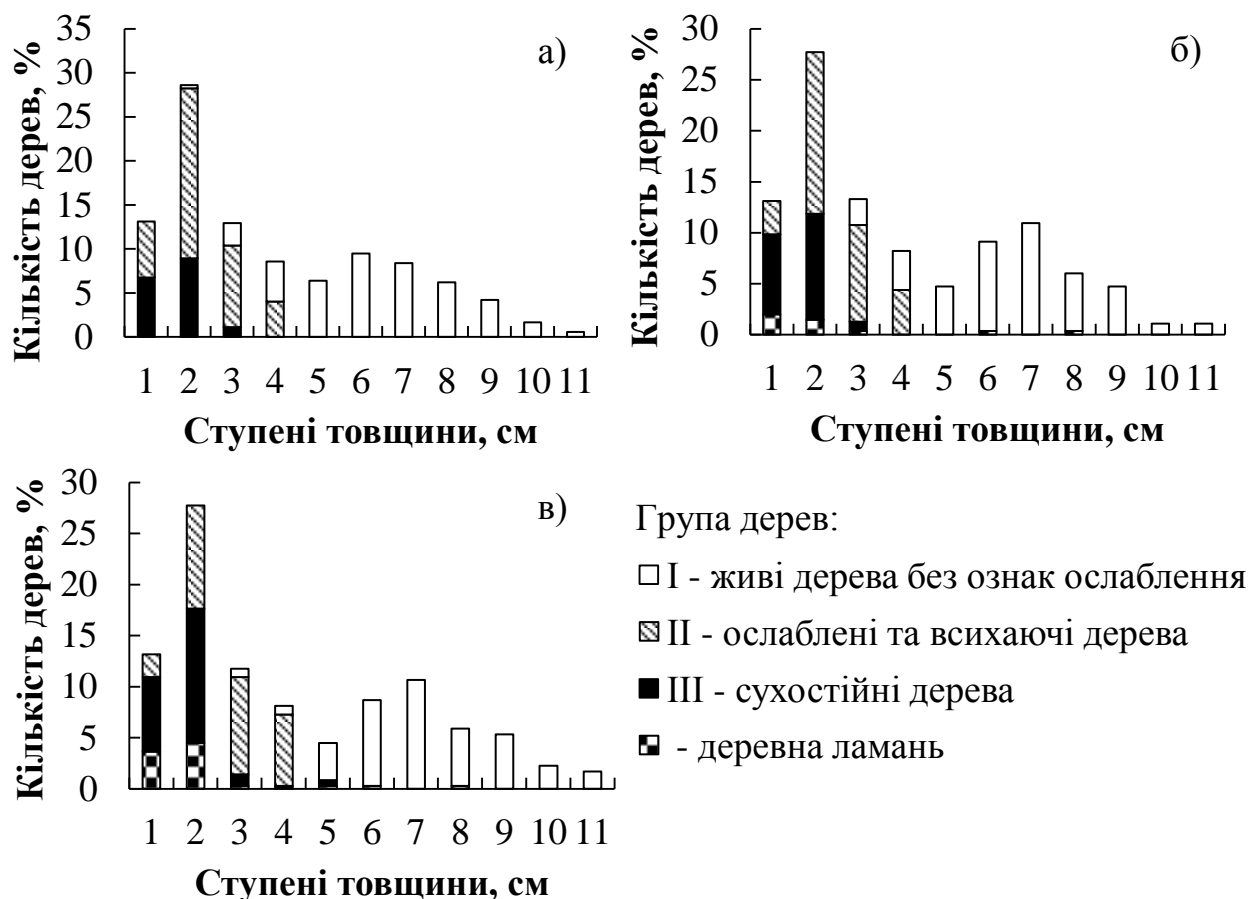


Рис. 3. Розподіл дерев вільхи клейкої на тимчасовій пробній площі № 3 за ступенями товщини та групами дерев: а) 2015 р.; б) 2016 р.; в) 2017 р.

Частка деревного детриту в загальній біомасі вільхового насадження на 1 га становила від 1,7 % (третя тимчасова пробна площа) до 6,6 % (перша тимчасова пробна площа). Загальна біомаса на 1 га вільхових насаджень зростає від 10 % (перша тимчасова пробна площа) до 15 % (третя тимчасова пробна площа) і становила від 23 т·га⁻¹ (третя тимчасова пробна площа) до 98 т·га⁻¹ (перша тимчасова пробна площа).

Вуглець депонується у фітомасі та мортмасі деревних рослин лісових насаджень, а у процесі деструкції відбувається емісія вуглецю. Загальний обсяг вуглецю на 1 га депонованого в загальній надземній біомасі у вільховому молодняку насінневого походження у 2017 році становив 48,9 Мг С·га⁻¹, у молодняках вегетативного походження – від 12 до 30,4 Мг С·га⁻¹.

Порівнявши основні показники на 1 га за трьома досліджуваними пробними площами слід відмітити, що вони суттєво відрізняються. Так, запас

на 1 га на першій тимчасовій пробній площі на 23,2 % більший від запасу на 1 га другої пробної площі. Кількість дерев на 1 га на першій пробній площі на 51 % більша від кількості на другій пробній площі (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика основних показників дослідних тимчасових пробних площ

Показник	Походження		
	насіннєве (перша пробна площа)	вегетативне (друга пробна площа)	вегетативне (третья пробна площа)
Вік, років	12	13	11
Середній діаметр, см	6,3	7,8	4,8
Середня висота, м	11,9	11,8	7,8
Клас бонітету	I ^e	I ^d	I ^a
Відносна повнота	1,4	1,0	0,7
Тип лісорослинних умов	C ₃ –C ₄	C ₄	C ₄
Кількість дерев на 1 га, тис. шт.	8,9	4,3	5,5
Запас, м ³ ·га ⁻¹	194	149	40
Біомаса деревостану, т·га ⁻¹	89	54	20
Вуглець деревостану, Мг С·га ⁻¹	44	27	10

Відмінності за основними показниками можна пояснити різною продуктивністю насаджень та різницею у віці всього 1–2 роки. Показники біомаси та вуглецю на 1 га на першій пробній площі на 39 % більші, ніж на другій пробній площі. Запас на 1 га третьої пробної площі на 73 % менший від запасу на другій пробній площі, але кількість дерев на третій пробній площі на 21 % більша, ніж на другій. Показники біомаси та депонованого вуглецю на 1 га на другій пробній площі на 63 % більші, ніж на третій.

Після відмирання дерев вільхи клейкої, утворені сухостійні дерева впродовж певного часу знаходяться на пні, а потім, унаслідок біотичних та абіотичних чинників, перетворюються на деревну ламань. Мортмаса сухоостою має меншу вологість, а отже, і меншу швидкість деструкції, порівняно з мортмасою деревної ламані. Час перебування сухостійних дерев на пні характеризує довготривалість депонування вуглецю в мортмасі сухоостою. Чим довший період часу сухостійне дерево перебуває на пні – тим менша швидкість емісії вуглецю в атмосферу за результатами деструкції лісової мортмаси вільшаників.

Зі 100 модельних сухостійних дерев, які на початку дослідження (осінь 2015 року) були віднесені до свіжоутвореного сухоостою і зберігали повну структуру мортмаси, протягом двох років спостерігали за деструкцією дерев і перетворенням їх із сухоостою I групи у сухостійні дерева II–IV групи та

деревну ламань. Станом на початок жовтня 2017 року в деревну ламань перетворилися 29 % сухостійних дерев.

Впродовж двоохрічного періоду спостереження із загальної кількості сухостійних дерев першої групи (свіжий сухостій) 14 % перетворилися у сухостійні дерева IV групи, 26 % – III групи, 28 % – II групи і всього 3 % віднесені до I групи сухоостою.

Виявлено, що одне сухостійне дерево (1 %) перетворилося у деревну ламань відносно швидко, внаслідок розламування коренів і падіння всього дерева на поверхню землі. Деякі дерева (3 %) зберігали свій морфологічний стан впродовж усього терміну дослідження. На рис. 4 кожна кольорова риска характеризує одне сухостійне дерево (найдовші риски – дерева I групи, найкоротші – дерева IV групи).

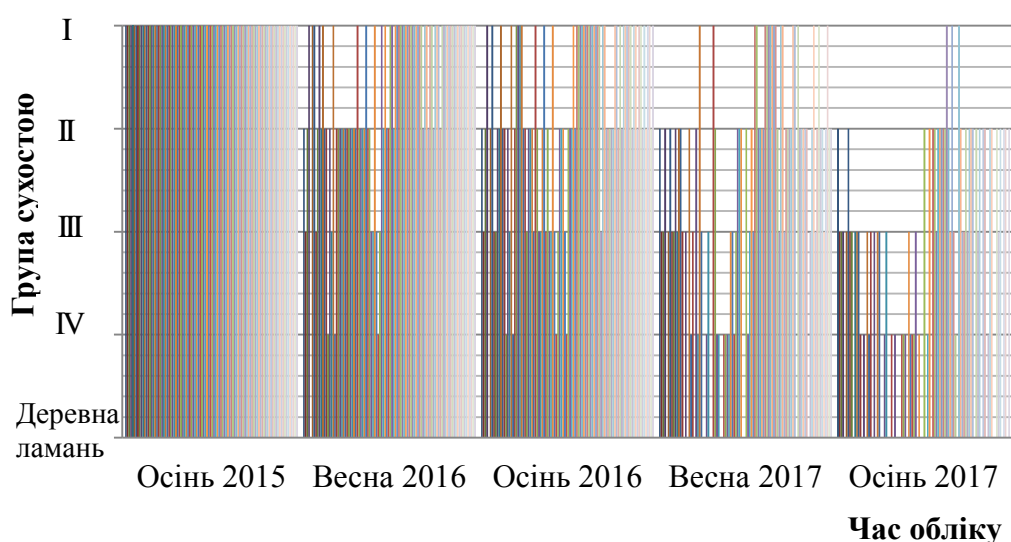


Рис. 4. Динаміка сухостійних дерев за групами сухоостою впродовж 2015–2017 років

Найвищий показник деструкції сухостійних дерев виявлено для маломірних дерев із діаметрами від 1–5 см (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка перетворення сухостійних дерев вільхи в деревну ламань

Діаметр дерева, см	Кількість модельних дерев, шт.	Дерева, які перетворилися в деревну ламань, шт.	Частка сухостійних дерев, які перетворилися в деревну ламань
1–5	29	9	31
6–10	18	5	28
11–15	17	6	35
16–20	15	4	27
21–25	11	3	27
26–30	10	2	20

Загалом 31 % сухостійних дерев цієї групи впродовж досліджуваного періоду перетворилися в деревну ламань.

Встановлено загальну тенденцію до зменшення частки сухостійних дерев, які перетворилися в ламань, зі збільшенням діаметра сухоостою.

Загальний термін перебування сухостійних дерев на корені може становити від 6 до 10 років.

Встановлено швидкість деструкції мортмаси на основі визначення залежності динаміки базисної щільності мортмаси деревної ламані та пнів вільхи з часом у насадженнях основних типів лісорослинних умов.

Математичні моделі динаміки базисної щільності мортмаси деревної ламані ($P_{\text{дл}}$) діаметром до 20 см, мортмаси деревної ламані діаметром понад 20 см, мортмаси пнів ($P_{\text{пн}}$) діаметром до 20 см та мортмаси пнів діаметром понад 20 см наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Математична залежність базисної щільності мортмаси з часом

№ моделі	Математична модель	Коефіцієнт детермінації
1.1	$P_{\text{дл}}=448,67 \cdot (e^{-0,071t}); (d < 20 \text{ см})$	0,94
1.2	$P_{\text{дл}}=426,14 \cdot (e^{-0,067t}); (d \geq 20 \text{ см})$	0,96
1.3	$P_{\text{пн}}=491,55 \cdot (e^{-0,073t}); (d < 20 \text{ см})$	0,92
1.4	$P_{\text{пн}}=441,72 \cdot (e^{-0,069t}); (d \geq 20 \text{ см})$	0,92

Таким чином, встановлено, що найбільшою швидкістю деструкції деревини у корі характеризується мортмаса пнів діаметром до 20 см. Дещо повільніше, але не суттєво, за мортмасу пнів (до 20 см) розкладається мортмаса деревної ламані діаметром до 20 см.

У цілому мортмаса пнів розкладається швидше ніж мортмаса деревної ламані. Так, мортмаса пнів діаметром до 20 см розкладається зі швидкістю $k=-0,073$, а мортмаса деревної ламані розміром до 20 см за діаметром розкладається зі швидкістю $k=-0,071$. Це може означати, що мортмаса деревної ламані у вільшаниках за умов Полісся України повністю може бути розкладена впродовж 45–50 років.

У пристиглих і стиглих вільшаниках загальний термін перебування дерев у насадженні, від утворення до повного розкладання, може становити 50–60 років.

Розділ 4 «Динаміка мортмаси вільхових насаджень». Для встановлення ролі мортмаси у формуванні вільхових насаджень необхідно визначити динаміку мортмаси впродовж їхнього життя. Специфічні лісівничі та екологічні особливості вільшаників можуть зумовлювати недооцінку обсягів мортмаси. Встановити загальні запаси біомаси вільшаників можна за допомогою математичних моделей для визначення компонентів та загальної мортмаси. Робочі масиви експериментальних даних сформовано на основі даних про таксаційну характеристику дослідних вільхових насаджень та оцінювання загальної мортмаси вільшаників досліджуваного регіону.

Для встановлення закономірностей динаміки компонентів мортмаси вільшаників здійснено моделювання мортмаси сухоостою ($Mm_{\text{сх}}$), деревної ламані ($Mm_{\text{дл}}$), опадів грубих гілок ($Mm_{\text{г}}$), підстилки ($Mm_{\text{п}}$) та загальної

мортмаси ($Mm_{заг}$) вільшаників на основі експериментальних даних під час застосування різних комбінацій чинників впливу: середньої висоти (H), середнього діаметра (D), середнього віку (A) та відносної повноти (P).

За результатами моделювання розроблено моделі для визначення мортмаси вільшаників в абсолютному стані (т на 1 га) (табл. 4).

Таблиця 4

Моделі динаміки компонентів мортмаси вільшаників

№ моделі	Модель	Коефіцієнт детермінації
1.5	$Mm_{сyx} = 5,89 \cdot 10^{-3} \cdot D^{0,149} \cdot H^{0,652} \cdot P^{-2,473} \cdot \exp(0,040 \cdot D + 3,521 \cdot P)$	0,77
1.6	$Mm_{ол} = 0,679 \cdot D^{6,030} \cdot H^{-1,702} \cdot P^{4,490} \cdot \exp(-0,242 \cdot D + (-5,863 \cdot P))$	0,84
1.7	$Mm_2 = 0,005 \cdot D^{-1,272} \cdot H^{0,726} \cdot P^{-3,607} \cdot \exp(-0,135 \cdot D + 4,624 \cdot P)$	0,86
1.8	$Mm_n = 8,706 \cdot A^{0,412} \cdot D^{0,155} \cdot P^{1,442} \cdot \exp(-0,009 \cdot A + (-1,755 \cdot P))$	0,84
1.9	$Mm_{заг} = 0,028 \cdot D^{3,276} \cdot H^{0,919} \cdot P^{-1,071} \cdot \exp(-0,106 \cdot D + 2,373 \cdot P)$	0,93

На основі математичних моделей для оцінювання основних компонентів та загальної мортмаси вільхових лісів і повідільної бази даних Виробничого об'єднання «Укрдержліспроект» встановлено, що в загальній мортмасі вільхових лісів Українського Полісся накопичено вуглецю 4,22 Тг С. Встановлено, що показники депонованого вуглецю мортмаси вільшаників досліджуваного регіону за даними лісовпорядкування у 95 разів менші від даних, які отримані за результатами дослідження.

Вирішення завдання щодо визначення структури і динаміки мортмаси дозволяє сприяти встановленню енергетичного потенціалу лісів (Василишин Р. Д., 2014). Лісові фітоценози характеризуються довготривалим періодом накопичення, утримування та вивільнення вуглецю, що супроводжується поглинанням та перетворенням великих обсягів енергії. Загальний вміст енергії у надземній мортмасі вільхових лісів Українського Полісся становить 120,6 ПДж. У загальному запасі енергії вільхових насаджень переважає мортмаса деревної ламані, в якій накопичено 40 % енергії вільшаників Українського Полісся.

Встановлення особливостей структури біомаси вільшаників дозволяє розширити знання про їх морфологію та продуктивність. Для дослідження структури біомаси у вільшаниках було закладено пробні площі в 13-річному та в 58-річному насадженнях.

У структурі біомаси вільхового молодняка 79,5 % припадало на фітомасу і 20,5 % на мортмасу. Мортмаса вільхових насаджень складалася з мортмаси сухостою (3,0 %), деревної ламані (1,9 %), опаді грубих гілок (3,0 %), мортмаси підстилки (10,6 %) та мортмаси коренів (2,0 %). Тенденція накопичення мортмаси впродовж всього життя насадження відповідає закономірності накопичення фітомаси вільшаників.

У структурі мортмаси вільхових молодняків переважала мортмаса підстилки – 51,7 %, мортмаса сухостою становила 14,7 %. Подібні частки припадали на деревну ламань (разом із мортмасою пнів), мортмасу коренів та опаді грубих гілок – 9,1 %, 10,0 та 14,5 % відповідно (рис. 5).

Фітомаса надземної частини дерева представлена 65,2 %, фітомасі коренів належало 8,2 %. Найменшу частку становила фітомаса підліску – 0,1 %. Рослинна біомаса молодняків вільхових насаджень представлена 127 т·га⁻¹ рослинної органічної речовини.

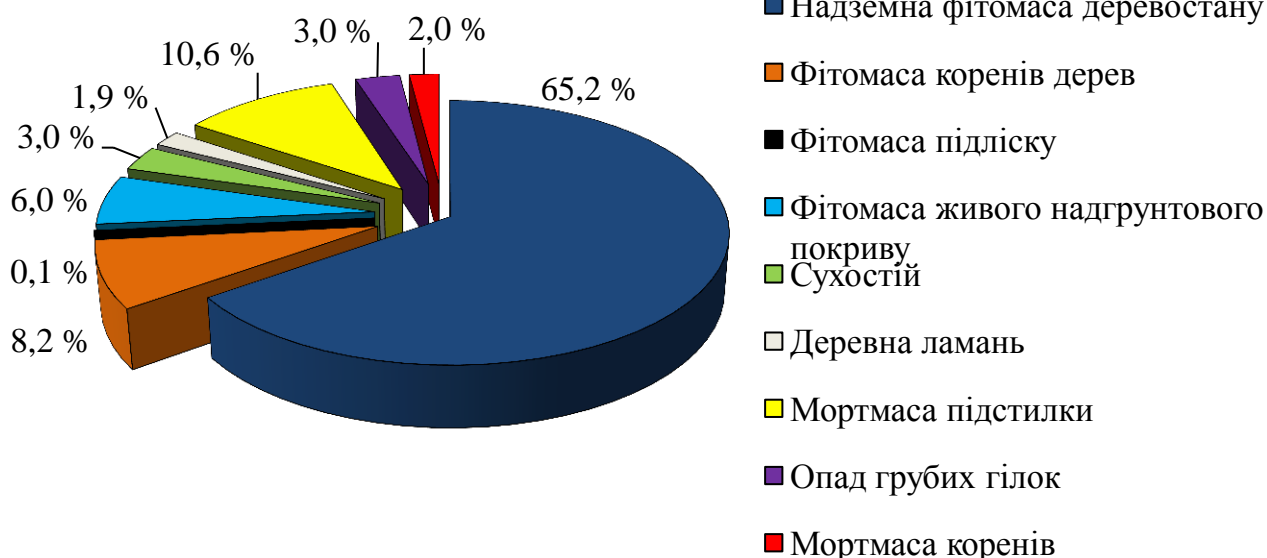


Рис. 5. Структура рослинної біомаси у 13-річному вільховому насадженні за компонентами фітомаси та мортмаси, %

Рослинна біомаса стиглого вільхового насадження (рис. 6) представлена 315 т·га⁻¹ рослинної органічної речовини.

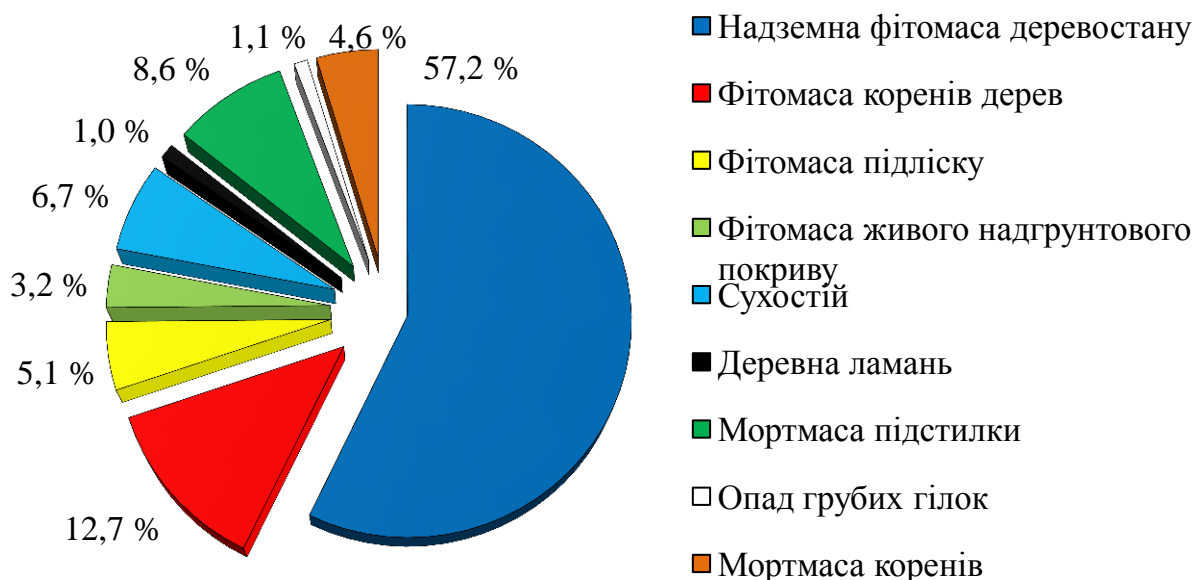


Рис. 6. Структура рослинної біомаси у 58-річному вільховому насадженні за компонентами фітомаси та мортмаси, %

У структурі біомаси 58-річного вільшаника частка мортмаси становила 21,8 %. Мортмасі підстилки, сухостою та коренів належало 8,6 %, 6,7 та 4,5 % відповідно, найменшу частку займала деревна ламань – 1,1 % та опад грубих гілок – 1 %.

У структурі мортмаси досліджуваного стиглого вільхового насадження переважала мортмаса підстилки – 39,5 %, сухостій – 30,4 %, мортмаса коренів дерев – 20,8 %. Подібні частки у структурі мортмаси займали деревна ламань (4,9 %) та мортмаса опаду грубих гілок (4,4 %).

Надземна фітомаса деревостану становила 57,2 %, фітомаса коренів – 12,7 %. Фітомасі підліску та живого надґрунтового покриття належало 5,1 та 3,2 % відповідно.

Із віком роль нижніх ярусів насаджень збільшується, вони впливають на формування стовбурів дерев головних порід, сприяють росту у висоту та очищенню їх від сучків. У структурі загальної біомаси вільхових насаджень Українського Полісся частка надземної фітомаси деревостану зменшувалася з 65,1 % у молодняку до 57,2 % у стиглому насадженні у зв'язку зі зменшенням частки крони в дерев у стиглому віці.

Частка фітомаси підліску змінювалася від 0,2 до 5,1 %. Частка опаду грубих гілок зменшувалася з 3,0 до 0,9 %, що пов'язано зі зменшенням інтенсивності очищення стовбурів від гілок у зрілих насадженнях. Частка мортмаси підстилки зменшувалася з 10,6 до 8,6 %. Виявлено, що у структурі рослинної біомаси вільхових лісів Українського Полісся загальна мортмаса становила 20,5 % в молодняку та 21,8 % у стиглому насадженні.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено закономірності формування мортмаси у вільхових насадженнях Українського Полісся, особливості формування відпаду дерев у молодняках вільхи клейкої, швидкості процесу деструкції сухостійних дерев у насадженні, процесу деструкції компонентів мортмаси деревної ламані вільхи клейкої, особливостей структури біомаси вільшаників, а також динаміки депонованого вуглецю відмерлих деревних рослин або їх частин у компонентах вільхових насаджень.

За результатами проведеного дисертаційного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Площа вільшаників Українського Полісся зростає за рахунок зменшення інтенсивності ведення сільського господарства і становить 367 тис. га, з них 95,9 % середньо- та високоповнотні насадження. Основна частина вільхових лісів (84,4 %) має вегетативне паросткове походження. Серед вільшаників досліджуваного регіону найбільше середньовікових (49,6 %) та пристигаючих (21,5 %) насаджень, чисті становлять 30,4 %. Найпоширенішим типом лісорослинних умов для вільхи клейкої є едатоп С₄, за цих умов зростає 76 % вільшаників. Високопродуктивні вільхові деревостани становлять 74 % зайнятої площі.

2. Основною причиною утворення мортмаси у вільхових насадженнях є природний відпад дерев за результатами конкуренції в деревостані, ослаблення рослин і ураження хворобами та шкідниками деревних рослин. У вільшаниках, які зростають за перехідних умов, особливо інтенсивно утворюється відпад у посушливі роки. У вільхових молодняках відпад формують не лише ослаблені

та відмираючі дерева, а й дерева без ознак ослаблення, частка яких може становити щорічно до 1 % від загальної кількості дерев. Процес деструкції мортмаси вільшаників залежить від фізико-географічних, кліматичних умов і біорізноманіття екосистеми.

3. У вільшаниках на площі понад 13 тис. га у процесі лісовпорядкування виявлено 145 тис. м³ сухостою, а також на 4 тис. га – майже 41 тис. м³ деревної ламані, середній запас сухостою становить 11,0 м³·га⁻¹, а деревної ламані – 10,2 м³·га⁻¹. Загалом частка запасу сухостою і захарашеності відносно загального запасу вільхових насаджень Українського Полісся із сухостоєм та деревною ламанню становить 7,8 %. Загальний обсяг депонованого вуглецю в деревному детриті вільхових лісів Українського Полісся становить 39,9 Гг С. Загальний вміст енергії у компонентах мортмаси (сухостої і деревній ламані) вільхових лісів досліджуваного регіону становить 1,43 ПДж.

4. Спостерігається збільшення запасу стовбурів у корі у вільхових молодняках від 7,9 до 12,5 % за період від 2015 до 2017 років. Поточна зміна запасу в молодняках вільхи клейкої у цей період становила від 1,7 до 9,0 м³·га⁻¹, а поточний приріст деревостану за запасом – від 2,8 до 13,3 м³·га⁻¹.

5. Загальна мортмаса вільхових насаджень збільшується з віком та відповідною динамікою середнього діаметру, середньої висоти та запасу насадження. У вільшаниках сухостій починає утворюватися у віці 6–8 років, деревна ламань – у віці 8–10 років, опад грубих гілок з'являється з 13–14-річного віку. Розроблені моделі для визначення мортмаси вільшаників дозволять більш повно встановити наявні запаси біомаси вільхових насаджень для комплексного дослідження лісоресурсного та екологічного значення лісу.

6. Найбільшою швидкістю деструкції деревини у корі характеризується мортмаса пнів діаметром до 20 см ($k=-0,073$), яка розкладається швидше ніж мортмаса деревної ламані ($k=-0,071$). Мортмаса деревної ламані у вільшаниках за умов Полісся України повністю може бути розкладена впродовж 45–50 років. Перетворення сухостійних дерев у деревну ламань може відбуватися впродовж 6–10 років від часу утворення сухостою.

7. Із віком насадження мортмаса може збільшуватись до 20 %. Частка мортмаси підстилки і опад грубих гілок зменшується, що пов'язано з припиненням інтенсивного росту у висоту і відповідним зменшенням опад грубих гілок і листя. Динаміці структури фітомаси вільхових насаджень властиве: зменшення частки надземної фітомаси деревостану та поступове збільшення частки фітомаси підліску до 5 %.

8. У загальній мортмасі вільхових лісів Українського Полісся накопичено вуглецю 4,22 Тг С. Основна маса депонованого вуглецю накопичена в мортмасі сухостою та деревної ламані – 2,1 Тг С (61 %). Загальний вміст енергії у надземній мортмасі вільшаників досліджуваного регіону становить 120,6 ПДж, в тому числі в сухостої міститься 26,1 ПДж енергії, яка може бути використана для енергетичних потреб.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами проведеного дисертаційного дослідження для практичного використання рекомендовано:

- довідкові дані для обліку депонованого вуглецю в мортмасі вільшаників Українського Полісся;
- моделі швидкості деструкції мортмаси вільхи клейкої для удосконалення інвентаризації вуглецю в лісах.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Котляревська У. М.**, Білоус А. М. Депонований вуглець та запас енергії у грубому деревному детриті вільхових лісів Українського Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2017. Вип. 27.4. С. 39–43. *(Здобувачем здійснено аналіз баз даних лісовпорядної інформації та нормативно-інформаційних джерел).*
2. **Котляревська У. М.**, Аврамчук О. О., Білоус В. М. Формування відпаду у вільховому молодняку в умовах Українського Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2017. Вип. 27.5. С. 30–33. *(Здобувачем здійснено спостереження на пробних площах, проведено оцінку динаміки сухостійних дерев).*
3. Білоус А. М., **Котляревська У. М.** Структура біомаси вільхових насаджень Українського Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2017. Вип. 27.9. С. 14–18. *(Здобувачем здійснено оцінку компонентів фітомаси і мортмаси на двох пробних площах, аналіз структури біомаси).*

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародних наукометричних баз даних:

4. Володимиренко В. М., **Котляревська У. М.**, Сурай В. А., Клочко В. М. Мортмаса лісових екосистем у сучасному екоресурсному вимірі. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2016. Вип. 26.5. С. 188–194. *(Здобувачем здійснено аналіз сучасних методів дослідження вільхових лісів, огляд наукових джерел з проблеми дослідження).*
5. Котляревська У. М. Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів вільхи клейкої Українського Полісся. Лісове і садово-паркове господарство. 2016. № 10. Режим доступу до статті: <http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-10/ukr/kotlyarevska-u-m/>.
6. Котляревська У. М. Методичні особливості дослідження мортмаси вільхових лісів Українського Полісся. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2016. Вип. 255. С. 63–73.

Науково-методичні рекомендації

7. Білоус А. М., Терентьев А. Ю., Володимиренко В. М., Голяка Д. М., Аврамчук О. О., Ковбаса Я. В., Бузиль М. А., **Котляревська У. М.**, Слива О. І. Нормативно-інформаційне забезпечення для прогнозу росту деревостанів та оцінювання рослинної біомаси лісів Українського Полісся: [науково-методичні рекомендації]. К., 2015. 71 с. *(Здобувачем здійснено збір дослідних даних фітомаси вільшаників, створення моделей та нормативів для оцінки біомаси вільшаників).*

Науково-виробничий довідник

8. Білоус А. М., Голяка Д. М., Ковбаса Я. В., Голяка М. А., Білоус В. М., Аврамчук О. О., **Котляревська У. М.**, Слива О. І. Нормативно-довідкові матеріали для оцінювання екосистемних послуг м'яколистяних лісів Українського Полісся. К., 2017. 188 с. *(Здобувачем здійснено збір дослідних даних про фітомасу і мортмасу вільшаників на пробних площах).*

Авторське свідоцтво:

9. Білоус А. М., Голяка М. А., Аврамчук О. О., Слива О. І., Білоус С. Ю., **Котляревська У. М.** Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 71665 від 03.05.2017 р. «Методика дослідження деструкції мортмаси сухостійних дерев»; заявник та власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № 72275; заявлено 01.03.2017. *(Здобувачем здійснено морфологічні спостереження за динамікою сухостійних дерев вільхи клейкої).*

Тези наукових доповідей:

10. Білоус А. М., Бузиль М. А., **Котляревська У. М.** Швидкість деструкції мортмаси деревної ламані берези повислої та вільхи клейкої в лісах Українського Полісся. Виклики ХХІ століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 7–9 жовтня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 19–20. *(Здобувачем здійснено збір та аналіз даних про деструкцію мортмаси вільхи).*

11. **Котляревська У. М.**, Білоус А. М. Депонований вуглець грубого деревного детриту вільхових лісів Українського Полісся. 66-а науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2015 році, м. Львів, 25 листопада 2016 року: тези доповіді. Львів, 2016. С. 58–60. *(Здобувачем здійснено аналіз баз даних лісовпорядної інформації та нормативно-інформаційних джерел).*

12. Котляревська У. М. Стан дослідження мортмаси лісів вільхи клейкої. Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 42.

13. Котляревська У. М. Структура лісів вільхи клейкої Українського Полісся. Ліс, наука, молодь: IV Всеукраїнська науково-практична конференція

студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених, м. Київ, 23 листопада 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 140–141.

14. **Котляревська У. М.**, Білоус А. М. Запас енергії в грубому деревному детриті вільхових лісів Українського Полісся. Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–7 квітня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 39–40. *(Здобувачем здійснено оцінку запасу енергії у сухості та захищеності вільхових лісів).*

15. Білоус А. М., Голяка М. А., **Котляревская У. Н.**, Слива Е. И., Аврамчук А. А. Оценка углерода в древесном детрите мягколиственных лесов Украинского Полесья. Лесная наука, молодежь, будущее: Международная школа-конференция молодых ученых, г. Гомель, Республика Беларусь, 26–30 июня 2017 года: тезисы доклада. Гомель, 2017. С. 42–46. *(Здобувачем здійснено збір дослідного матеріалу, аналіз депонованого вуглецю у деревному детриті вільшаників).*

16. **Котляревська У. М.**, Білоус А. М. Особливості формування відпаду у вільховому молодняку. Ліси східної Європи у світі, що змінюється: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27–30 вересня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 58–59. *(Здобувачем здійснено спостереження за динамікою розподілу дерев).*

АНОТАЦІЯ

Котляревська У. М. Мортмаса клейковільхових лісів Українського Полісся. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво». Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2018.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню закономірностей динаміки мортмаси у вільхових насадженнях Українського Полісся, в тому числі особливостей формування відпаду дерев у молодняках, швидкості процесу деструкції сухостійних дерев у насадженні, процесу деструкції компонентів мортмаси деревної ламані, особливостей структури біомаси вільшаників, а також динаміки депонованого вуглецю відмерлих деревних рослин або їх частин у компонентах вільхових насаджень.

Досліджено лісівничо-таксаційні параметри деревостанів та встановлено особливості формування відпаду у вільхових молодняках насінневого та вегетативного походження. Встановлено, що у вільхових молодняках відпад формували не тільки ослаблені та пригнічені дерева, але і рослини без ознак ослаблення, частка яких може становити щорічно до 1 % від загальної кількості дерев насадження.

Проаналізовано загальний термін перебування сухостійних дерев на корені, який може пересічно становити від 6 років в молодняках до 10 років у

стиглих насадженнях. Зазначено, що мортмаса деревної ламані у вільшаниках в умовах Полісся України повністю може бути розкладена впродовж 45–50 років.

Встановлено, що динаміці структури біомаси досліджуваних вільхових насаджень властиве: зменшення частки надземної фітомаси деревостану (від 65 до 57 %), збільшення частки фітомаси підліску до 5 %, зменшення частки опадів грубих гілок до 1 %, зменшення частки мортмаси підстилки до 9 %, збільшення загальної мортмаси до 20 % із віком насаджень.

На основі розроблених моделей для встановлення загальної мортмаси вільхових лісів і повидільної бази даних лісового фонду України визначено, що в загальній мортмасі вільхових лісів Українського Полісся накопичено вуглецю 4,22 Тг С, а загальний вміст енергії становить 120,6 ПДж. Встановлено, що показники депонованого вуглецю мортмаси вільшаників досліджуваного регіону за даними лісовпорядкування у 95 разів менші від даних, які отримані за результатами дослідження.

Ключові слова: мортмаса, біомаса, фітомаса, сухостій, деревна ламань, лісова підстилка, вільха клейка, деструкція, депонований вуглець, енергія, Українське Полісся.

АННОТАЦІЯ

Котляревская У. Н. Мортмаса черноольховых лесов Украинского Полесья. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.03 «Лесоведение и лесоводство». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2018.

Диссертационная работа посвящена исследованию закономерностей динамики мортмассы в ольховых насаждениях Украинского Полесья, в том числе особенностей формирования отпада деревьев в молодняках ольхи клейкой, скорости процесса деструкции сухостойных деревьев в насаждении, процесса деструкции компонентов мортмассы валежа ольхи клейкой, особенностей структуры биомассы ольшаника, а также динамики депонованного углерода отмерших древесных растений или их частей в компонентах ольховых насаждений.

Для анализа лесоводственно-таксационной характеристики насаждений ольхи клейкой обработана информация базы данных Производственного объединения «Укрлесспроєкт» для лесов Украинского Полесья, которая представлена более 116 тыс. выделов. Результаты анализа повидельной базы данных в рамках исследовательского региона свидетельствуют о том, что 95,9 % средне- и высокополнотные насаждения, основная часть ольховых лесов имеет вегетативное порослевое происхождение (84,4 %), больше всего средневозрастных (49,6 %) и дозревающих (21,5 %) насаждений, чистые по составу древостои составляют 30,4 %. Наиболее распространенным типом лесорастительных условий для ольхи клейкой является эдатоп С₄, в этих

условиях растет 76 % ольшаников. Высокопроизводительные древостои составляют 74 % занятой ольшаниками площади.

В ольшанике на площади более 13 тыс. га оценено 145 тыс. м³ сухостоя, а также на 4 тыс. га – почти 41 тыс. м³ валежа. По данным анализа лесоустройства установлено, что общий объем депонированного углерода в крупном древесном детрите составляет 39,9 Гг С, а общее содержание энергии в компонентах мортмассы (сухостое и валеже) ольховых лесов Украинского Полесья составляет 1,43 Пдж.

За процессом отпада деревьев наблюдали на трех временных пробных площадях, заложенных в ольховых молодняках. Установлено, что в ольховых молодняках отпад формировали не только ослабленные и подавленные деревья, но и растения без признаков ослабления, доля которых может составлять ежегодно до 1 % от общего количества деревьев насаждения.

Установлено, что из 100 модельных сухостойных деревьев, отобранных в разных по возрасту насаждениях, какие в начале опыта относились к свежему сухостою, в течение двух лет наблюдений в валеж превратились 29 % сухостойных деревьев. Проанализирован общий срок пребывания сухостойных деревьев на корню, который может в среднем составлять от 6 лет в молодняках до 10 лет в зрелых насаждениях.

Установлено, что наибольшей скоростью деструкции древесины в коре характеризуется мортмасса пней диаметром до 20 см. Отмечено, что мортмасса валежа в ольшаниках в условиях Полесья Украины полностью может быть разложена в течение 45–50 лет.

Всего для исследования мортмассы лесов использованы данные 40 временных пробных площадей, из которых: 40 временных пробных площадей с оценкой сухостоя, 17 временных пробных площадей – валежа, 15 временных пробных площадей – опада крупных ветвей и подстилки. На 17 временных пробных площадях по результатам экспериментальных работ отобрано 240 образцов стволов мортмассы сухостоя, 255 образцов мортмассы валежа I–V классов деструкции, 225 образцов мортмассы опада крупных ветвей и 135 образцов мортмассы подстилки ольховых насаждений.

Для установления закономерностей динамики компонентов мортмассы осуществлено моделирование ее компонентов и общей мортмассы ольшаников на основе экспериментальных данных за применение различных комбинаций факторов воздействия. По результатам моделирования разработаны модели для определения объема сухостоя, валежа, опада крупных ветвей, подстилки и общей мортмассы ольшаников Украинского Полесья.

Особенности структуры биомассы лесов исследовали на 2 временных пробных площадях, одна из которых заложена в молодняке, другая в спелом ольховом насаждении. Установлено, что динамике структуры биомассы исследованных ольховых насаждений свойственно: уменьшение доли надземной фитомассы древостоя (от 65 до 57 %), увеличение доли фитомассы подлеска до 5 %, уменьшение доли опада крупных ветвей до 1 %, уменьшение доли мортмассы подстилки до 9 %, увеличение общей мортмассы до 20 % с возрастом насаждений.

Определено, что в общей мортмассе ольховых лесов Украинского Полесья накоплено углерода 4,22 Тг С, а общее содержание энергии составляет 120,6 Пдж.

Для решения задач развития эколого-ориентированного лесоводства и определения экосистемных услуг лесов Украинского Полесья, для практического использования рекомендуется: справочные данные для учета депонированного углерода в мортмассе ольшаников Украинского Полесья, модели скорости деструкции мортмассы ольхи клейкой для совершенствования инвентаризации углерода в лесах.

Ключевые слова: мортмасса, биомасса, фитомасса, сухостой, валеж, лесная подстилка, ольха клейкая, деструкция, депонированный углерод, энергия, Украинское Полесье.

ANNOTATION

Kotlyarevska U. M. Woody debris of black alder stands of Ukrainian Polissya. – The Manuscript.

The dissertation for a candidate degree in agricultural sciences in specialty 06.03.03 Forestry and silviculture. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2018.

The dissertation is devoted to the study of the dead biomass dynamics in alder stand of Ukrainian Polissya, including the patterns of formation of the tree decay in young alder forests, the features of the destruction of snags in the stand, the rate of the components decomposition of the black alder, the features of the biomass structure of the alder forests, and the dynamics of sequestered carbon dead biomass components of alder stand.

The forest biometric parameters of tree stands are investigated and the peculiarities of the formation of litter in young alder forests of seed and vegetative origin are determined. It has been established that in young alder forests, the litter was formed not only by weakened and depressed trees, but also by stands without signs of weakening, which may account for up to 1 % of the total number of trees per year.

The general term of stay of snags at the root is determined which can range from 6 years old in young alder forests to 10 years in mature stands. It is noted that the logs dead biomass in alder forests in the conditions of Ukrainian Polissya can be fully decomposed within 45–50 years.

It has been established that the structure dynamics of alder biomass of experimental alder forest is characterized by reduction of the share of aboveground live biomass of the tree stand (from 65 to 57 %), increase of the share of undergrowth live biomass up to 5 %, reduction of the proportion of coarse branches fallout to 1 %, reduction of organic matter to 9 %, increase of total dead biomass to 20 % with age of stands.

Based on the developed models for the establishment of a common dead biomass of alder forests and a section database of the forest fund of Ukraine, it was established that in the total alder forests dead biomass of the Ukrainian Polissya

4.22 Tg of carbon was accumulated, and the total energy content is 120.6 PJ. It was established that the indexes of sequestered carbon of alder forests dead biomass of the experimental region according to the forest management data are 95 times lower than the data obtained from the research results.

Key words: dead biomass, total biomass, live biomass, snags, logs, organic matter, black alder, destruction, sequestered carbon, energy, Ukrainian Polissya.