

beet. However, it is advisable to create new varieties and hybrids for this purpose. Our work was started in 2008 at Department of Genetics, Plant Selection and Biotechnology of Uman National University of Horticulture with selection materials of Ukrainian Scientific Institute of Selection. Crossing between tetraploid forms of fodder beet and donors of resistance to glyphosates and high-sugar sterile one-seeded forms with earlier obtained hybrids of fodder beet that are resistant to herbicides of continuous action was carried out.

Certain hybrid combinations formed sugar amount in the harvest which provided conditional bioethanol yield per hectare at a level of 3.8–4.2 tons and energy accumulation in it 95–105 GJ/ha in the conditions of 2015.

Another source of bioethanol can be rhizocarpous chicory. Inulin is converted into fructose, and then – in alcohol. On average for three years high content of inulin was found in roots of *Horpacea* offshoots – 18.2%. These materials provided a high yield of ethanol per unit area – 3.92 t/ha. The nearest to the best indicators of bioethanol yield per unit area were obtained growing *Slezka* x *Fredonia* offshoots – 3.89 t/ha.

Given the fact that the indicator of energy accumulation is calculated by bioethanol output per unit area, distribution of selection materials was similar. Therefore, less energy (94.9 GJ/ha) was accumulated in roots of *Cassel* x *Fredonia* that have a low content of inulin and weight per unit area was formed not the smallest.

**Key words:** bioethanol, selection, sugar beet, rhizocarpous chicory.

УДК 582.736.3:630.228 (292.486)

## ПОКАЗНИКИ КОМПОНЕНТИ ФІТОМАСИ ДЕРЕВНОЇ ЗЕЛЕНІ *PINUS SYLVESTRIS* L. В УМОВАХ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я УКРАЇНИ

**В.М. Ловинська, кандидат біологічних наук**

**К.П. Маслікова, кандидат сільськогосподарських наук**

**Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет**

**А.Ф. Балабак, В.В. Поліщук, доктори сільськогосподарських наук**

**Уманський національний університет садівництва**

Досліджено показники компонентів фітомаси деревної зелені сосни звичайної в умовах Дніпропетровського регіону. Встановлено, що варіабельність частки деревної зелені у фітомасі сосни становила 49,1–75,4%. Найнижчі показники визначеного параметру відзначені для екземплярів віком 38, 49 та 84 років, максимальні – для 30-31-річних дерев. Частка хвої деревної зелені залежно від показників віку, діаметру та висоти, має чітку тенденція щодо її зменшення. Навпаки, показники вмісту абсолютно сухої речовини у хвої мають тенденцію до зростання відносно визначених параметрів. Аналіз щодо вмісту абсолютно сухої речовини у хвої показав значну варіабельність значень від 0,426 до 0,620 г, при цьому у найбільшій кількості представлені екземпляри модельних дерев, що зафіксовані на рівні 0,500 г. В цілому, лінія тренду демонструє загальне збільшення абсолютно сухої речовини із підвищенням показників таксаційних параметрів. Залежність зміни параметрів деревної зелені від віку, діаметру та висот досліджуваних екземплярів відображують рівняння з коефіцієнтами детермінації від 0,08–0,16 для фракції деревної зелені та

0,16–0,21 для їх абсолютно сухої речовини.

**Ключові слова:** фітомаса деревної зелені, *Pinus sylvestris* L., Степове Придніпров'я України.

**Постановка проблеми.** Лісові екосистеми набувають властивостей універсальних природних фільтрів з очищення води та ґрунту від промислових емісій, оскільки здатні зменшувати запиленість повітряного простору більше ніж у шість разів, а кожен гектар масивних деревостанів (площею 5–10 га), за вегетаційний період здатен вилучити з атмосфери 150–700 тонн техногенного пилу [5, 10].

Для лісової екології та різних видів моделювання процесів, які протікають у екологічних системах, лісотаксаційної інформації у нормативній та іншій формах, виявляється недостатньо. В такій ситуації найкращим вирішенням проблеми було б поповнення існуючої нормативної бази новими даними при незначних трансформаціях та доповненнях.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Важливою характеристикою надземних екосистем залишається деревна зелень та площа поверхні листків (хвої). За своєю суттю дані параметри являють собою зону розділу біотичної сфери з абіотичним середовищем [10], є внутрішньою поверхнею пологую лісу, що виступає фільтром атмосферних опадів, емісій різної природи, світлових та теплових потоків, перешкодою для вітрових та шумових потоків. Деревна зона є зоною реалізації у рослин основних фізіологічних процесів, таких як фотосинтез, дихання, транспірація, які визначають ланки матеріальних перетворень та потоків енергії [7].

Дані щодо надання характеристик показників деревної зелені фітомаси рослин можуть використовуватись для екологічного моніторингу стану лісів та динаміки рослинності дистанційними методами, під час інтерпретації оцінки річної продукції, для оцінки затримки деревними видами води, при моделюванні важливих процесів у лісових екосистемах, зокрема, таких як трансформація ФАР пологом деревостану різних лісоутворюючих порід, CO<sub>2</sub>-газообмін, визначення потенційної біологічної продуктивності лісів, інтенсивності зріджування деревостанів тощо [10].

**Мета роботи** – дослідження частки хвої фракції деревної зелені та вмісту абсолютно сухої речовини у хвої сосни звичайної в умовах Дніпропетровської області. Отримані дані є складовою частиною вивчення первинної продукції деревостанів сосни звичайної в умовах Степу.

**Методика дослідження.** Для досліджень пробні площі закладали у лісових насадженнях державного підприємства «Дніпропетровське лісове господарства» у п'яти локалітетах, де зростає сосна звичайна. На пробних ділянках відбирали модельні дерева у кількості 15 екземплярів з віковим діапазоном від 8 до 84 років, продуктивністю I-II класів бонітету. Усі насадження сосни звичайної на закладених пробних площах мають штучне походження і представлені переважно чистими деревостанами.

З метою встановлення загальної маси хвої кожного модельного дерева у свіжому стані ваговим методом проводили визначення маси деревної зелені ( $q_{03}$ , кг) – найбільшої гілки, діаметр яких не перевищував 1 см. Для

цього із кожного модельного дерева проводили взважування 9-ти модельних гілок разом із хвоєю з різних частин крони дерева у свіжозрубаному стані та після відділення хвої від гілок. За результатами зважувань знаходили відсоток хвої у деревній зелені ( $P_L$ , %) [2–4]. Вміст абсолютно сухої речовини ( $S_L$ ) розраховували за допомогою формули:

$$S_L = m_0 / m_{nat},$$

де  $S_L$  – вміст абсолютно сухої речовини, г;  $m_0$  – маса зразка у абсолютно сухому стані, г;  $m_{nat}$  – маса зразка у свіжозрубаному стані, г.

З метою оцінки показників частки листків у фракції деревної зелені, вмісту абсолютно сухої речовини у свіжих листках, а також пошуку залежності означених показників від таксаційних характеристик дерев, отримані результати підлягали графоаналітичному та регресійному аналізу.

**Основні результати дослідження.** Найбільш важливою характеристикою продуктивності лісових екосистем є інтенсивність продукування органічної речовини. Дослідженнями, проведеними для Дніпропетровської області, показано, що частка деревної зелені коливається у досить значних межах і пов'язана, головним чином із віком дерева.

Варіабельність частки деревної зелені у найбільш відібраних екземплярів сосни становила 49,1–75,4 %. Найнижчі показники визначеного параметру встановлено для екземплярів віком 38, 49 та 84 років, максимальні – для 30–31-річних дерев (табл. 1).

#### 1. Частка хвої та вміст абсолютно сухої речовини в деревній зелені сосни звичайної

Шифр ТПП	Номер МД	Таксаційні показники МД			$P_L$ , %	$S_L$
		а, років	d, см	H, м		
04011401	1	83	27,2	20,5	66,2	0,455
	2	84	29,3	20,5	51,1	0,620
	3	49	24,3	18,3	54,8	0,590
04011402	1	31	16,6	19,5	75,4	0,550
	2	33	22,3	20,0	64,2	0,543
	3	30	16,9	19,0	75,3	0,570
04011403	1	13	5,6	4,6	73,3	0,522
	2	8	4,0	2,8	69,1	0,500
	3	12	9,6	4,5	69,5	0,590
04011404	1	28	17,8	15,2	67,3	0,530
	2	42	22,0	21,5	57,7	0,483
	3	38	22,1	20,5	49,1	0,510
04011405	1	9	7,0	4,8	62,6	0,445
	2	10	7,0	5,2	66,1	0,426
	3	9	7,3	4,5	55,8	0,428

Хвоя (лист) – основний орган рослин, що у найбільшому ступені поглинає енергію сонця та має найвищу інтенсивність фотосинтезу. Більш інтенсивне накопичення сухої речовини спостерігається при краще розвиненій листовій поверхні. Хвоя є найчутливішим органом, що швидко реагує на умови оточуючого середовища та визначає ріст та розвиток дерева. Зміни умов зростання сосни, посилення пристосувальних реакцій в процесі адаптації викликає інтенсивне накопичення органічної маси, і насамперед, в асиміляційних органах.

У межах вікових груп та простору росту найбільш ефективно використовують сонячну радіацію та фактори життєзабезпечення дерева у віці жердняку, що знаходяться у ценотично нестійкому стані (Усольцев, 2013). Нестійкість їх статусу обумовлюється дією безперервного природного добору, що проявляється у диференціації дерев за ростом та розвитком. Подальша їх доля визначається ефективністю використання простору, залежно від чого вони опиняються або у пригніченому, або домінуючому ярусі. Ефективність фотосинтетичної діяльності у домінуючих рослин знижується внаслідок відсутності конкурентів і найбільших можливостей для розвитку крони.

Отримані дані узгоджуються із висновками Л.А. Кайрюкштиса (1969) стосовно того, що хоча найбільш інтенсивне накопичення асимілятів відбувається у дерев із розвиненим асиміляційним апаратом, ефективна продуктивність деревної зелені має максимальні значення не I, а II класу росту. Також спостерігається узгодження результатів із висновками Д.А. Рибінцевої (1973), яка дослідила, що маса хвої за відношенням до об'єму гілок найбільша у дерев, що близькі за діаметром до середніх.

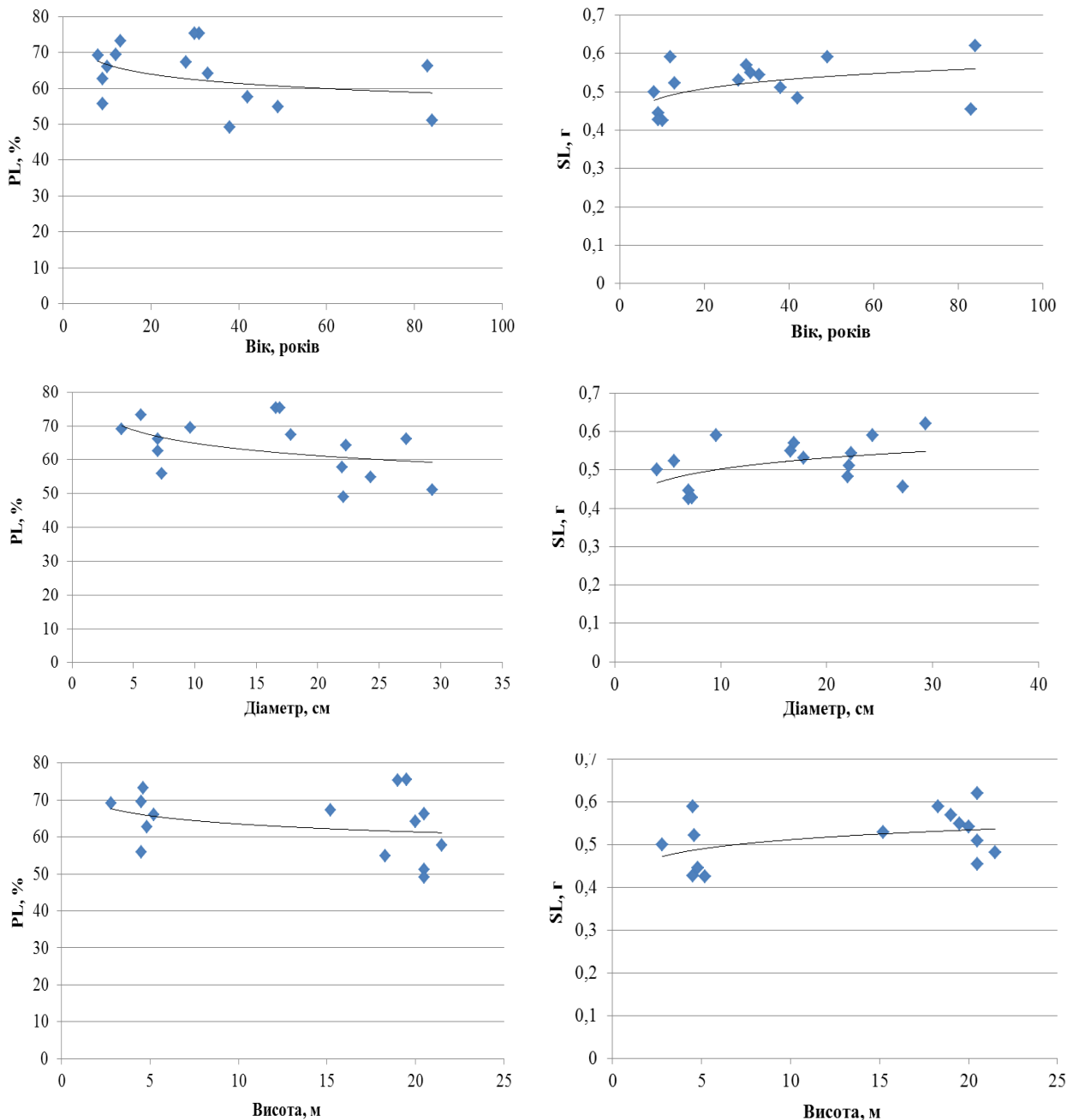
Під час моделювання компонентів деревної зелені було використано ступінчастий поліном I-го порядку – функція, яка несе біологічний зміст та має високу гнучкість.

У всіх варіантах залежностей величини частки хвої деревної зелені від показників віку, діаметру та висоти, прослідковується чітка тенденція щодо її зменшення (рис. 1).

Також, у результаті росту та формування деревостанів зафіксовано падіння досліджуваного показника частки деревної зелені від діаметру стовбура та висоти дерева. Таке зменшення частки хвої у деревній зелені із віком можна пояснити фізіологічним станом хвоїнок, структурою гілок, освітленістю крони та загальною доступністю до світла.

Навпаки, показники вмісту абсолютно сухої речовини у хвої мають тенденцію до зростання відносно визначених параметрів. Аналіз щодо вмісту абсолютно сухої речовини у хвої показав значну варіабельність значень від 0,426 до 0,620 г, при цьому у найбільшій кількості представлені екземпляри модельних дерев, що зафіксовано на рівні – 0,500 г.

Зафіксовані істотні коливання значень даного показника в межах однакових значень віку, висоти, діаметру стовбура модельних екземплярів. У цілому, як свідчать наведені дані, лінія тренду демонструє загальне збільшення абсолютно сухої речовини із підвищенням показників таксаційних параметрів.



**Рис. 1. Залежність частки листя та вмісту сухої речовини в хвої *Pinus sylvestris* L. від віку, діаметру та висоти деревостану**

При встановленні залежностей частки деревної зелені і вмісту абсолютно сухої речовини від віку, діаметру та висоти статистично значущими є наступні рівняння залежно від наступних параметрів:

- вік ( $R^2 = 0,12$ )  $P_L = 76,37 a^{-0,06}$ ;
- діаметр ( $R^2 = 0,16$ )  $P_L = 78,77 d^{-0,08}$ ;
- висота ( $R^2 = 0,08$ )  $P_L = 71,16 h^{-0,05}$ .

Як видно із отриманих результатів, статистично достовірної залежності показника частки хвої у фракції деревної зелені від досліджуваних таксаційних показників немає.

Нижче наведені рівняння регресії, що демонструють залежність показника вмісту абсолютно сухої речовини у хвої сосни звичайної від

таксаційних характеристик віку, діаметру та висоти:

- *вік* ( $R^2 = 0,21$ )  $S_L = 0,415 a^{0,07}$ ;
- *діаметр* ( $R^2 = 0,19$ )  $S_L = 0,416 d^{0,08}$ ;
- *висота* ( $R^2 = 0,16$ )  $S_L = 0,443 h^{0,06}$ .

В цілому, як показав статистичний аналіз, наведені рівняння не достатньо повно описують дослідний матеріал, про що свідчать досить низькі коефіцієнти детермінації ( $R^2 = 0,12-0,21$ ). При цьому моделі оцінки частки деревної зелені мають меншу точність, порівняно з моделями оцінки абсолютно сухої речовини. Отже, залежність зміни параметрів деревної зелені від віку, діаметру та висот досліджуваних екземплярів відображають рівняння з коефіцієнтами детермінації від 0,08-0,16 для фракції деревної зелені та 0,16-0,21 для їх абсолютно сухої речовини.

Для більш повного розуміння залежностей між досліджуваними показниками дерев фракції деревної зелені, вмістом абсолютно сухої речовини і таксаційними показниками, було розраховано значення коефіцієнту кореляції, що наведено в табл 2.

## 2. Коефіцієнти кореляції досліджуваних величин

Показник	Вік	Діаметр	Висота
$P_L$	-0,39	-0,45	-0,28
$S_L$	0,35	0,44	0,40

Треба відзначити, що показники кореляції частки деревної зелені  $P_L$  щодо усіх факторів впливу мають від'ємні значення (зворотній зв'язок). Так, для віку та діаметру стовбура зареєстрована середня кореляція зі значеннями -0,39 та -0,45; для висоти – слабка ( $r=-0,28$ ).

При збільшенні віку, висоти та діаметру, значення частки деревної зелені зменшується, що цілком є закономірним. Прямий кореляційний зв'язок із середніми значеннями встановлений для абсолютно сухої речовини у залежності від віку ( $r=0,35$ ), діаметру ( $r=0,44$ ) та висоти дерева ( $r=0,40$ ), що вказує на зростання пошукового показника зі збільшенням таксаційних параметрів.

Таким чином, кореляційне відношення описує тісноту зв'язку між таксаційними характеристиками екземплярів та показників деревної зелені і є дещо вищим при аналізуванні абсолютно сухої речовини.

**Висновки.** Варіабельність частки компонентів фітомаси деревної зелені сосни звичайної Дніпропетровського регіону становила 25%, при цьому прослідковується чітка тенденція зменшення частки хвої у деревній зелені із віком. Зміни абсолютно сухої маси деревної зелені у дерев сосни за віком, діаметром і висотою мають закономірний характер, відрізняються середньою величиною варіабельності та характеризуються поступовим підвищенням тренду визначеного показника відповідно до їх зростання. Моделі оцінки частки деревної зелені мають меншу точність, порівняно із моделями оцінки абсолютно сухої величини. Показники кореляції абсолютно сухої речовини щодо віку, діаметру та висоти модельних дерев мають від'ємні значення, тоді як показник частки деревної зелені має прямий кореляційний зв'язок відповідно до усіх вивчених факторів впливу.

## Література

1. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И.В. Карманова. – М.: Наука, 1976. – 223 с.
2. Лакида П.І. Ліси Черкащини: біопродуктивність і динаміка / П.І. Лакида, О.В. Морозюк // Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В.М., 2011. – 222 с.
3. Лакида П.І. Фітомаса вільшняків західного Полісся України / П.І. Лакида, І.В. Блищик / Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С., 2010. – 237 с.
4. Лакида П.І. Фітомаса лісів України / П.І. Лакида // Тернопіль: Збруч, 2001 – 256 с.
5. Наквасина Е.Н. Ассимиляционный аппарат как показатель адаптации сосны обыкновенной к изменению климатических условий произрастания / Е.Н. Наквасина. – Лесной журнал, 2009. – № 3. – С. 12–19.
6. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964. – 190 с.
7. Рубчевская Л.П. Современные направления переработки древесной зелени хвойных растений / Л.П. Рубчевская, С.М. Репях // Инвестиционный потенциал 30 лесопромышленного комплекса Красноярского края: Сб. докл. науч.-практ. конф. Красноярск: СибГТУ. – Красноярск, 2001. – С. 124–128.
8. Усольцев В.А. Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев / Усольцев В.А. – Екатеринбург, 1997. – 559 с.
9. Феклистов П.А. Биометрические показатели ассимиляционного аппарата культур сосны / П.А. Феклистов, Н.А. Бабич // Экология и защита леса: межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1990. – С. 56–59.
10. Lawlor D.W. Photosynthesis, productivity and environment / Lawlor D.W. – J. Exp. Botany. 1995. – V. 46. Sp. Iss. – pp. 1449–1461.

## References

1. Karmanova, I. (1976). Mathematical methods for studying the growth and productivity of plants. M: Nauka. 1976. 223 p.
2. Lakyda, P.I. Morozyuk A.V. (2011). Scaffolding Cherkassy region: dynamics and productivity Korsun-Shevchenko, FOP Havryshenko VM. 2011. 222 p.
3. Lakyda P.I., Blyshchuk I.V. Alder biomass of western Polissya Ukraine. Korsun-Shevchenko, FOP Maydachenko IS. 2010. 237 p.
4. Lakyda, P.I. (2001). Forest biomass Ukraine. Ternopil: Zbruch. 2001. 256 p.
5. Nakvasina, E.N. Assimilation apparatus as an indicator of adaptation of Scots pine to climatic growing conditions. Forest Journal number 3, 2009, pp. 12–19.
6. Pravdin, L.F. (1964). Scots pine. Variability, the intraspecific taxonomy and selection. M.: Nauka. 1964. 190 p.
7. Rubchevskaya, L.P. Repyakh SM Modern directions of wood of processing of green of coniferous plants // The investment potential of the timber industry complex 30 Krasnoyarsk Territory: Coll. rep. scientific and practical. Conf. Krasnoyarsk: SibGTU. 2001, pp. 124-128.
8. Usoltsev, V.A. Bioecological taxation aspects of biomass of trees. Ekaterinburg. 1997. 559 p.

9. Feklistov, P.A., Babich, N.A. Biometrics assimilation apparatus cultures of a pine. Ecology and protection of the forest: Hi. Sat. scientific. tr. L. : LTA, 1990, pp. 56–59.

10. Lawlor D.W. Photosynthesis, productivity and environment. J. Exp. Botany. 1995. V. 46. Sp. Iss., pp. 1449–1461.

Одержано 17.11.2015

### *Аннотация*

**Ловинская В.Н., Балабак А.Ф., Масликова К.П., Полищук В.В.**

**Показатели компонентов фитомассы древесной зелени *Pinus sylvestris* L. в условиях степного Приднепровья Украины**

Исследованы показатели компонентов фитомассы древесной зелени сосны обыкновенной в условиях Днепропетровского региона. Установлено, что вариабельность доли древесной зелени в фитомассе сосны составляла 49,1-75,4 %. Наиболее низкие показатели данного параметра обозначены для экземпляров в возрасте 38, 49 и 84 лет, максимальные – для 30-31-летних деревьев.

Доля хвои древесной зелени в зависимости от показателей возраста, диаметра, высоты имеет четкую тенденцию к уменьшению. Наоборот, показатели содержания абсолютно сухого вещества в хвое имеют тенденцию к возрастанию относительно к указанным параметрам.

Анализ по содержанию абсолютно сухого вещества в хвое показал значительную вариабельность значений от 0,426 до 0,620 г, при этом в наибольшем количестве представлены экземпляры модельных деревьев, что зафиксированы на уровне 0,500 г.

В целом, линия тренда демонстрирует общее увеличение относительно сухого вещества с повышением показателей таксационных параметров. Зависимости изменения параметров древесной зелени от возраста, диаметра и высоты исследуемых экземпляров отображают уравнения с коэффициентами детерминации от 0,08-0,16 для фракции древесной зелени и 0,16-0,21 для их абсолютно сухого вещества

**Ключевые слова:** фитомасса древесной зелени, *Pinus sylvestris*, степное Приднепровье Украины

### *Annotation*

**Lovinska V.N., Balabak A.F., Maslikova K.P., Polishchuk V.V.**

**Indicators of phytomass components of wood greens *Pinus sylvestris* L. in conditions of steppe Dnipro region of Ukraine**

Indicators of biomass components of wood greens *Pinus sylvestris* L. in Dnipro region are studied. It is found that variability in the proportion of wood greens in pine biomass was 49.1-75.4%. The lowest indicators of this parameter were marked for trees aged 38, 49 and 84 years, maximum – for 30-31-year trees.

Ratio of conifer needles of wood greens depending on indicators of age, diameter and height has a clear tendency to decrease. Conversely, indicators of absolutely dry matter content in needles have a tendency to increase relatively to the mentioned parameters.

Analysis of absolutely dry matter content showed considerable variability from 0.426 to 0.620 thus specimens of model trees that are fixed at the level of 0.500g are presented in the greatest number.

In general, the trend line shows an overall increase relatively to dry matter with higher rates of taxation parameters. Dependences of changing parameters of wood greens on age, height and diameter of studied specimens show the equation with coefficients of determination from 0.08-0.16 for a fraction of wood greens and 0.16-0.21 for their absolutely dry matter.

**Key words:** phytomass of wood greens, *Pinus sylvestris*, steppe Dnipro region of Ukraine