

## СЕЗОННА ЗМІНА ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ НАПІВВІЛЬНОГО УТРИМАННЯ КАБАНА ДИКОГО НА ТЕРИТОРІЇ МИСЛИВСЬКО-СПОРТИВНОГО КЛУБУ «СОКІЛ»

Кратюк О.Л.

Житомирський національний агроекологічний університет  
бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир  
deneshi\_ks@ukr.net

Досліджено сезонні зміни діелектричних показників насаджень сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), які зростають у двох вольєрах МСК «Сокіл» на території Суського лісництва ДП «Клеванське ЛГ». Встановлено, що перший вольєр площею 7,1 га створено для розведення кабана дикого (*Sus scrofa* L.) із подальшим випуском в угіддя та має високий ступінь мисливсько-господарського впливу на лісові біогеоценози, у другому – площею 9,3 га – облаштовано контрольно-випробувальну станцію для потреб мисливського собаководства, а ступінь впливу на лісові насадження незначний. У межах першого вольєра станом на березень показники поляризаційної ємності ( $6,83^{±0,27}$  нФ і  $6,40^{±0,23}$  нФ) та імпеданса ( $31,25^{±2,05}$  та  $34,88^{±2,33}$  кОм) достовірно не відрізнялися від контрольних показників ( $t_f = 0,92-1,31$  та  $t_f = 0,28-1,56$ ;  $t_{05} = 2,02$ ). Уже в липні відбувається уповільнення проходження процесів життєдіяльності у сосни звичайної в межах вольєра порівняно з контрольними. Поляризаційна ємність дослідних насаджень достовірно відрізнялася від контрольних ( $t_f = 4,75-5,34$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) і становила  $12,19^{±0,50}$  та  $11,66^{±0,43}$  нФ. Значення імпеданса змінювалося в межах  $16,90^{±0,96}-17,63^{±0,91}$  кОм. На контрольних він був нижчий на 20,8–25,0% ( $t_f = 3,06-4,42$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) і становив  $13,05^{±0,49}-13,38^{±0,63}$  кОм. У жовтні поляризаційна ємність коливалася у межах  $7,02^{±0,37}-7,25^{±0,35}$  нФ, в той же час на контрольних вона була достовірно вища на 23,0-23,4% ( $t_f = 3,18-3,69$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) і становила  $8,66^{±0,36}-8,92^{±0,27}$  нФ. Імпеданс становив  $30,83^{±3,90}-31,23^{±3,77}$  кОм. На контрольних він був достовірно нижчий ( $t_f = 2,27-2,36$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) і складав  $21,33^{±0,98}$  і  $22,10^{±1,40}$  кОм. На території іншого вольєра поляризаційна ємність коливалася у березні в межах  $6,91^{±0,28}-7,18^{±0,27}$  нФ (достовірність різниці з контрольними показниками  $t_f = 0,20-1,48$ ;  $t_{05} = 2,02$ ), у липні вона зросла до  $16,57^{±0,90}-16,93^{±1,01}$  нФ ( $t_f = 0,09-0,47$ ;  $t_{05} = 2,02$ ), а у жовтні знизилася до  $8,10^{±0,32}-9,32^{±0,37}$  нФ ( $t_f = 0,01-0,59$ ;  $t_{05} = 2,02$ ). Показники імпеданса протягом сезону спочатку знизилися з  $29,45^{±1,77}-32,45^{±2,21}$  кОм ( $t_f = 0,16-1,92$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) до  $11,90^{±0,50}-13,58^{±0,55}$  кОм ( $t_f = 0,06-1,97$ ;  $t_{05} = 2,02$ ), а потім зросли до  $19,70^{±1,23}-25,45^{±1,92}$  кОм ( $t_f = 0,42-1,29$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) у жовтні. На основі сезонних змін показників поляризаційної ємності та імпеданса дослідних і контрольних насаджень сосни звичайної автором встановлено негативний вплив напіввільного утримання *Sus scrofa* на життєдіяльність дерев. **Ключові слова:** поляризаційна ємність, імпеданс, *Pinus sylvestris*, вольєр, *Sus scrofa*.

### Seasonal changes in dielectric parameters of scots pine in semi-free Wild boars keeping on the territory of Hunting-sports club "Sokil". Kratiuk O.

Seasonal changes in dielectric parameters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantations which grow in two enclosures of HSC "Sokil" on the territory of Susk forestry, State Enterprise "Klevanske forestry" are researched. It is established that the first enclosure with the area of 7,1 ha is made for Wild boars (*Sus scrofa* L.) breeding with the following release into the grounds and has high hunting economic influence on the forest biocenoses, the second one with the area of 9,3 ha is used as the test station for hunting dog breeding and its influence on forest plantations is insignificant. Within the first enclosure in March polarization capacity indices ( $6,83^{±0,27}$  nF and  $6,40^{±0,23}$  nF) and impedance indices ( $31,25^{±2,05}$  and  $34,88^{±2,33}$  kΩ) were not significantly different from control indices (accordingly  $t_f = 0,92-1,31$  and  $t_f = 0,28-1,56$ ;  $t_{05} = 2,02$ ). In July the slowing down in vital processes of Scots pine takes place within the enclosure in comparison with the control one. The polarization capacity of the researched plantations significantly differed from control ones ( $t_f = 4,75-5,34$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) and was  $12,19^{±0,50}$  and  $11,66^{±0,43}$  nF accordingly. The impedance indices changed within  $16,90^{±0,96}-17,63^{±0,91}$  kΩ. In the control ones it was lower by 20,8–25,0% ( $t_f = 3,06-4,42$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) having  $13,05^{±0,49}-13,38^{±0,63}$  kΩ. In October polarization capacity fluctuated within  $7,02^{±0,37}-7,25^{±0,35}$  nF, whereas in control ones it was significantly higher by 23,0–23,4% ( $t_f = 3,18-3,69$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) having  $8,66^{±0,36}-8,92^{±0,27}$  nF. The impedance was  $30,83^{±3,90}-31,23^{±3,77}$  kΩ. In control ones it was significantly lower ( $t_f = 2,27-2,36$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) having  $21,33^{±0,98}$  і  $22,10^{±1,40}$  kΩ accordingly. On the territory of the other enclosure the polarization capacity in March fluctuated within  $6,91^{±0,28}-7,18^{±0,27}$  nF (the reliability of difference with control indices  $t_f = 0,20-1,48$ ;  $t_{05} = 2,02$ ), in July it increased to  $16,57^{±0,90}-16,93^{±1,01}$  nF ( $t_f = 0,09-0,47$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) and in October it decreased to  $8,10^{±0,32}-9,32^{±0,37}$  nF ( $t_f = 0,01-0,59$ ;  $t_{05} = 2,02$ ). The impedance indices at first decreased from  $29,45^{±1,77}-32,45^{±2,21}$  kΩ ( $t_f = 0,16-1,92$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) to  $11,90^{±0,50}-13,58^{±0,55}$  kΩ ( $t_f = 0,06-1,97$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) at the beginning of the season and then increased to  $19,70^{±1,23}-25,45^{±1,92}$  kΩ ( $t_f = 0,42-1,29$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) in October. So, basing on seasonal changes in polarization capacity and impedance indices in researched and control plantations of Scots pine we established the negative influence of Wild boars semi-free keeping on trees vital processes. **Key words:** polarization capacity, impedance, *Pinus sylvestris*, enclosure, *Sus scrofa*.

**Постановка проблеми.** Починаючи з другої половини ХХ століття, широкого застосування у лісовому господарстві набувають досягнення електрофізіології рослин. Поштовхом до цього стало масове розмноження ялинової листок-

рутки (*Choristoneura fumiferana* Clemens, 1865) у лісах США та Канади в 1977 році. За підтримки Міністерства сільського господарства США (United States Department of Agriculture) та Міністерства навколишнього середовища Канади (Canadian

Department of the Environment) за результатами праць доктора Алекс Л. Шіго (Dr. Alex L. Shigo) розроблено методику визначення стану лісових насаджень на основі визначення діелектричних показників дерев. Для цього було створено вимірювальний прилад, згодом названий шигометром, який використовував імпульсний електричний струм для визначення імпедансу [1]. В результаті метод шигометрії [2] набув широкого застосування у лісовому господарстві. Цей метод може бути придатним і для використання у мисливському господарстві.

**Актуальність дослідження.** Напіввільне утримання мисливських тварин набуває все більшої популярності на території України як засіб підвищення ефективності ведення мисливського господарства, вступаючи в конфлікт інтересів з лісовим господарством. Тільки у межах Центрального Полісся кількість вольтерів за останні два десятиліття зростає із 4 до 23. Вольтери зазвичай перенаселені. Надмірна концентрація тварин на обмеженій території неодмінно має негативні наслідки та призводить до втрати екосистемної цілісності лісових біогеоценозів на таких ділянках аж до повної їх деградації. Інтенсивність таких процесів залежить від багатьох чинників: площі вольтера, щільності та видового складу мисливських тварин, а також від лісівничо-таксаційних показників лісостанів. Такі процеси потребують всебічного аналізу для розробки моделі невиснажливого використання лісових ресурсів мисливською фауною.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** На території України об'єктами напіввільного утримання є кабан дикий (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), козуля європейська (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), олень благородний (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), олень плямистий (*Cervus nippon* Temminck, 1838), лань (*Dama dama* Linnaeus, 1758), муфлон європейський (*Ovis ammon* Linnaeus, 1758), зубр (*Bison bonasus* Linnaeus, 1758) [3–5].

Швидке зростання кількості вольтерів і чисельності тварин у них спонукає до вдосконалення вже існуючого та розробки нового нормативно-правового забезпечення функціонування вольтерного господарства. Зокрема, запропоновані Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (Наказ від 30.09.2010 № 429 (зі змінами № 400 від 30.10.2017) «Порядок утримання та розведення диких тварин, які перебувають у стані неволі або в напіввільних умовах») мінімальні норми площ для утримання та розведення диких тварин не можуть забезпечити мисливським тваринам (на одну особину *Sus scrofa*, *Dama dama* чи *Capreolus capreolus* відводиться лише 30 м<sup>2</sup>, *Cervus nippon*, *Cervus elaphus* – 50 м<sup>2</sup>) живлення переважно природними кормами та забезпечити їх біологічні, видові та індивідуальні потреби. Доцільним було б визначення та встановлення оптимальних площ для напів-

вільного утримання мисливських тварин на основі комплексного дослідження лісових насаджень у вольтерах із використанням електрофізіологічних показників деревних рослин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З перших спроб вимірювання електрофізіологічних показників у лісах [6–8] протягом останніх 50 років, використовуючи здобутки електрофізіології рослин, вчені розробили перевірені методики для оцінки стану лісових насаджень [9]. Нещодавній прогрес у цій галузі підкріплений не лише зростаючим розумінням біоелектрики рослин, але й розвитком сучасного вимірювального обладнання. Наприкінці ХХ століття у колишньому СРСР серійно почали виготовляти аналоговий LCR-метр Ф4320, який працював лише на частоті 1 кГц. Він був єдиним на той час приладом, здатним вимірювати імпеданс та поляризаційну ємність, обидва діелектричні показники, необхідні в електрофізіології рослин.

Вперше на території України застосував вимірювання електрофізіологічних показників LCR-метром для визначення життєздатності деревних рослин Г.Т. Криницький [10]. Наразі вивченням діелектричних показників різних стадій онтогенезу охоплена низка деревних порід: дуба звичайного (*Quercus robur* L.), бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) [11], граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) [12], в'яз шорсткого (*Ulmus scabra* Mill.) [13], лип серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) та широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) [14], насаджень за участю модрина європейської (*Larix decidua* Mill.) [15], підросту *Fagus sylvatica*, смереки звичайної (*Picea abies* Karst), ялиці білої (*Abies alba* Mill.), берези повислої (*Betula pendula* Roth.), осики (*Populus tremula* L.), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.), явора (*Acer pseudo-platanus* L.) [16]. Проте найбільше робіт присвячено вивченню електрофізіологічних показників сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) [17–23]. Автор встановив особливості впливу напіввільного утримання *Cervus nippon* [24] і *Sus scrofa* [25] на сезонні зміни діелектричних показників *Pinus sylvestris* на території Центрального Полісся.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Натепер широке застосування поляризаційної ємності та імпедансу на основі LCR методики під час проведення еколого-лісівничих досліджень [26] спонукає до пошуку нових ефективних методів і способів діагностики станів деревних рослин. Автор вперше в Україні застосував цю методику для визначення діелектричних показників *Pinus sylvestris* з метою встановлення ступеня впливу напіввільного утримання мисливських тварин на лісові насадження.

**Новизна.** Вперше для Західного Полісся проведено аналіз сезонних змін діелектричних показників *Pinus sylvestris* в умовах напіввільного утримання *Sus scrofa*.

**Метою роботи** є встановлення особливостей впливу напіввільного утримання *Sus scrofa* на діелектричні показники *Pinus sylvestris* на території вольтерів МСК «Сокіл».

**Методологічне або загальнонаукове значення.**

Результати цих досліджень дозволять у перспективі встановити залежність між площею вольтерів, видовим складом тварин і станом лісових насаджень, а також розробити рекомендації щодо ведення вольтерного господарства в лісах. Актуальним залишається і питання розробки експрес-методів ранньої діагностики стадій мисливсько-господарської дигресії лісових насаджень в умовах напіввільного утримання мисливських тварин. У цьому відношенні перспективним було б застосування електрофізіологічних показників для розробки нормативних документів.

**Виклад основного матеріалу. Мета роботи.**

Встановити вплив напіввільного утримання *Sus scrofa* на інтенсивність проходження процесів життєдіяльності у *Pinus sylvestris* протягом року.

Об'єктами досліджень були обрані деревостани *Pinus sylvestris* у свіжих (С<sub>2</sub>-гдС) і вологих (С<sub>3</sub>-гдС) грабово-дубово-соснових сугрудах, які зростають у межах вольтерів МСК «Сокіл» площею 7,1 га (Вольтер I) та 9,3 га (Вольтер II) на території Суського лісництва ДП «Клеванське ЛГ» Рівненського обласного управління лісового і мисливського господарства (Західне Полісся). Контролем слугували насадження з аналогічними лісівничо-таксаційними показниками поза межами вольтера. За можливості автор намагався обирати такі насадження, які під час будівництва вольтера були розділені. Закладено 11 пробних площ (ПП): шість (ПП № 1-ПП № 6) на території вольтерів і п'ять контрольних (ПП № К<sub>1</sub>-ПП № К<sub>6</sub>). Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на ПП наведено у табл. 1. В межах кожної ПП відбирали по 20 модельних екземплярів із числа пану-

ючих у фітоценозі дерев. Дослідження проводили у березні, липні та жовтні 2019 року.

Для визначення інтенсивності процесів життєдіяльності *Pinus sylvestris* було використано діелектричні показники (імпеданс (R) і поляризаційну ємність (C) прикамбіальних тканин лубу на висоті стовбура 1,3 м. Вимірювання проводили аналоговим приладом Ф4320 за методикою Г.Т. Криницького [10].

Загальна площа вольтерів ТОВ «МСК «Сокіл» становить 407,6 га. До вольтерного комплексу, створеного у 2015 році, належить шість потужних розплідників (382,3 га; 9,3 га; 7,1 га; 6,4 га; 1,3 га; 1,2 га) диких ратичних для утримання тварин із подальшою репродукцією видів і випуском у природу. Наразі у напіввільному стані тут утримують *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*, *Ovis ammon* [27]. Вольтери, в яких утримують *Sus scrofa*, відрізняються між собою за призначенням.

Перший вольтер площею 7,1 га створено для розведення виду з подальшим випуском в угіддя, у другому – площею 9,3 га – облаштовано контрольно-випробувальну станцію, сертифіковану Федерацією мисливського собаківництва України, для проведення притравок, випробувань і змагань мисливських собак по підсадному кабану. Перший вольтер до моменту випуску 9 особин *Sus scrofa* у лютому 2019 року активно не експлуатували. Протягом 2019 року чисельність тварин зросла і у жовтні вже становила близько 45 особин. Загалом щільність *Sus scrofa* у розпліднику збільшилася у перерахунок на 100 га із 127 до 563 особин, що кардинально вплинуло на лісові насадження. У другому вольтері, призначеному для потреб мисливського собаківництва, з 2016 року постійно перебуває 3-4 особини *Sus scrofa*.

Результати дослідження діелектричних показників прикамбіальних тканин сосни звичайної в умовах напіввільного утримання *Sus scrofa* наведено в табл. 2.

Таблиця 1

**Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на пробних площах**

№ ПП	Квартал (виділ)	Склад деревостану	Тип лісу	Вік, роки	Відносна повнота	Клас бонітету	Запас, м <sup>3</sup> /га
<b>Вольтер I</b>							
1.	24(9)	10Сз + Дз + Бп	С <sub>2</sub> -гдС	50	0,70	I <sup>A</sup>	300
К <sub>1</sub>	18(1)	8Сз2Дз + Гз + Бп	С <sub>2</sub> -гдС	55	0,70	I <sup>A</sup>	320
2.	24(10)	10Сз + Дз + Бп + Гз	С <sub>2</sub> -гдС	65	0,70	I <sup>A</sup>	400
К <sub>2</sub>	18(20)	8Сз1Гз1Бп + Дз	С <sub>2</sub> -гдС	62	0,80	I <sup>A</sup>	460
<b>Вольтер II</b>							
3.	25(29)	7Сз1Дз1Бп1Гз + Ос	С <sub>3</sub> -гдС	52	0,80	I <sup>A</sup>	290
4.	25(29)	7Сз1Дз1Бп1Гз + Ос	С <sub>3</sub> -гдС	52	0,80	I <sup>A</sup>	290
К <sub>3-4</sub>	25(2)	8Сз1Дз1Гз + Бп	С <sub>3</sub> -гдС	56	0,75	I <sup>A</sup>	300
5.	25(34)	10Сз + Дз + Гз	С <sub>3</sub> -гдС	79	0,60	I <sup>A</sup>	400
К <sub>5</sub>	25(34)	10Сз + Дз + Гз	С <sub>3</sub> -гдС	79	0,60	I <sup>A</sup>	400
6.	25(45)	9Сз1Дз + Бп	С <sub>3</sub> -гдС	80	0,70	I <sup>A</sup>	450
К <sub>6</sub>	25(45)	9Сз1Дз + Бп	С <sub>3</sub> -гдС	80	0,70	I <sup>A</sup>	450

Примітка: Сз – сосна звичайна, Дз – дуб звичайний, Гз – граб звичайний, Бп – береза повисла, Ос – осика

Таблиця 2

## Діелектричні показники сосни звичайної в умовах напіввільного утримання кабана дикого

№ ПП	C, nF		R, кОм	
	$M^m$	$V, \%$	$M^m$	$V, \%$
<b>Березень 2019 року</b>				
1.	6,83 <sup>±0,27</sup>	17,7	31,25 <sup>±2,05</sup>	29,4
K <sub>1</sub>	6,26 <sup>±0,33</sup>	23,7	35,63 <sup>±1,92</sup>	24,1
2.	6,40 <sup>±0,23</sup>	16,0	34,88 <sup>±2,33</sup>	29,8
K <sub>2</sub>	6,76 <sup>±0,32</sup>	21,1	35,72 <sup>±1,90</sup>	23,8
3.	7,02 <sup>±0,23</sup>	14,7	31,13 <sup>±1,20</sup>	17,3
4.	7,13 <sup>±0,28</sup>	17,5	32,45 <sup>±2,21</sup>	30,6
K <sub>3-4</sub>	7,48 <sup>±0,21</sup>	12,5	27,80 <sup>±1,24</sup>	20,0
5.	7,18 <sup>±0,27</sup>	16,9	29,88 <sup>±2,47</sup>	37,0
K <sub>5</sub>	7,35 <sup>±0,26</sup>	16,1	29,37 <sup>±2,05</sup>	31,2
6.	6,91 <sup>±0,28</sup>	18,1	29,45 <sup>±1,77</sup>	26,8
K <sub>6</sub>	6,82 <sup>±0,33</sup>	21,5	31,78 <sup>±2,66</sup>	37,4
<b>Липень 2019 року</b>				
1.	12,19 <sup>±0,50</sup>	18,2	16,90 <sup>±0,96</sup>	25,5
K <sub>1</sub>	17,35 <sup>±0,97</sup>	24,9	13,38 <sup>±0,63</sup>	21,0
2.	11,66 <sup>±0,43</sup>	16,6	17,63 <sup>±0,91</sup>	23,1
K <sub>2</sub>	16,94 <sup>±0,89</sup>	23,4	13,05 <sup>±0,49</sup>	16,9
3.	16,93 <sup>±1,01</sup>	26,0	11,90 <sup>±0,50</sup>	18,2
4.	16,68 <sup>±0,80</sup>	21,5	12,67 <sup>±0,54</sup>	19,1
K <sub>3-4</sub>	17,05 <sup>±0,89</sup>	23,3	13,75 <sup>±0,80</sup>	26,1
5.	16,75 <sup>±0,79</sup>	22,1	13,58 <sup>±0,55</sup>	18,3
K <sub>5</sub>	17,17 <sup>±0,85</sup>	22,0	12,55 <sup>±0,62</sup>	22,2
6.	16,57 <sup>±0,90</sup>	24,2	12,17 <sup>±0,57</sup>	20,9
K <sub>6</sub>	17,13 <sup>±0,77</sup>	20,2	12,23 <sup>±0,60</sup>	21,9
<b>Жовтень 2019 року</b>				
1.	7,02 <sup>±0,37</sup>	23,3	31,23 <sup>±3,77</sup>	53,9
K <sub>1</sub>	8,66 <sup>±0,36</sup>	18,7	22,10 <sup>±1,40</sup>	28,4
2.	7,25 <sup>±0,35</sup>	22,1	30,83 <sup>±3,90</sup>	56,7
K <sub>2</sub>	8,92 <sup>±0,27</sup>	13,8	21,33 <sup>±0,98</sup>	20,7
3.	9,18 <sup>±0,39</sup>	18,9	19,70 <sup>±1,23</sup>	27,9
4.	9,32 <sup>±0,37</sup>	17,7	20,13 <sup>±1,24</sup>	27,5
K <sub>3-4</sub>	9,23 <sup>±0,29</sup>	14,0	21,70 <sup>±0,98</sup>	19,3
5.	8,73 <sup>±0,43</sup>	22,1	25,10 <sup>±2,63</sup>	46,8
K <sub>5</sub>	8,40 <sup>±0,35</sup>	18,8	23,85 <sup>±1,34</sup>	25,2
6.	8,10 <sup>±0,32</sup>	17,5	25,45 <sup>±1,92</sup>	33,8
K <sub>6</sub>	8,09 <sup>±0,48</sup>	26,7	28,03 <sup>±3,98</sup>	63,5

Інтенсивність впливу *Sus scrofa* на лісові біогеоценози вольєра I і вольєра II різна, тому зміну діелектричних показників *Pinus sylvestris* слід розглядати по кожному вольєру окремо.

Станом на березень у вольєрі I утримували дев'ять особин *Sus scrofa*. У цей період поляризаційна ємність на ПП № 1 становила 6,83<sup>±0,27</sup> nF, на ПП № 2 – 6,40<sup>±0,23</sup> і достовірно не відрізнялася від контрольних показників ( $t_\phi = 0,92-1,31$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) (табл. 3). Коефіцієнт варіації показника незначний як на дослідних (16,0–17,7%), так і на контрольних (21,1–23,7%) ПП. Імпеданс у березні на дослідних ПП № 1-ПП № 2 коливався у межах

31,25<sup>±2,05</sup>–34,88<sup>±2,33</sup> кОм. Між показниками імпедансу на дослідних і контрольних ПП не існує достовірної різниці ( $t_\phi = 0,28-1,56$ ;  $t_{05} = 2,02$ ). Коефіцієнт варіації на дослідних ПП становить 23,8–24,1%, на контрольних – 29,4–29,8%. Станом на березень діелектричні показники *Pinus sylvestris* у вольєрі I достовірно не відрізнялися від контрольних. Згодом за рахунок приплоду чисельність тварин у вольєрі поступово почала зростати і до середини літа їх кількість складала близько 40 особин, що вкрай негативно позначилося на лісових насадженнях.

У липні за величиною поляризаційної ємності дослідні насадження *Pinus sylvestris* достовірно

**Достовірність різниці (t-критерій Ст'юдента) між величинами діелектричних показників сосни звичайної у деревостанах на території вольєрів і поза їх межами (контроль)**

№ ПП	Поляризаційна ємність, (С)		Імпеданс, (R)	
	$t_{\phi}$	%	$t_{\phi}$	%
<b>Березень 2019 року</b>				
1.	1,31	91,6	1,56	114,0
2.	0,92	105,6	0,28	102,4
3.	1,48	106,6	1,92	89,3
4.	1,01	104,9	1,83	85,6
5.	0,44	102,4	0,16	98,3
6.	0,20	98,7	0,77	107,9
<b>Липень 2019 року</b>				
1.	4,75	142,3	3,06	79,2
2.	5,34	145,3	4,42	74,0
3.	0,09	100,7	1,97	115,5
4.	0,31	102,2	1,11	108,5
5.	0,37	102,5	1,24	92,4
6.	0,47	103,4	0,06	100,5
<b>Жовтень 2019 року</b>				
1.	3,18	123,4	2,27	70,8
2.	3,69	123,0	2,36	69,2
3.	0,09	100,5	1,29	110,2
4.	0,19	99,0	1,01	107,8
5.	0,59	96,2	0,42	95,0
6.	0,01	99,9	0,58	110,1

Примітка: табличне значення t-критерію Ст'юдента ( $t_{05}$ ) дорівнює 2,02

відрізняються від контрольних ( $t_{\phi} = 4,75-5,34$ ;  $t_{05} = 2,02$ ). Поляризаційна ємність на дослідних ПП № 1 і ПП № 2 становила  $12,19^{\pm 0,50}$  та  $11,66^{\pm 0,43}$  nF, а на контрольних –  $17,35^{\pm 0,97}$  та  $16,94^{\pm 0,89}$  nF. Значення імпеданса на дослідних ПП № 1-ПП № 2 змінювалося у межах  $16,90^{\pm 0,96}$ – $17,63^{\pm 0,91}$  кОм. На контрольних він був нижчий на 20,8-25,0% ( $t_{\phi} = 3,06-4,42$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) і становив  $13,05^{\pm 0,49}$ – $13,38^{\pm 0,63}$  кОм. Вже у липні можна було констатувати уповільнення проходження процесів життєдіяльності у *Pinus sylvestris* в межах вольєра порівняно з контрольними, хоча загальна тенденція зростання показників поляризаційної ємності та зниження імпеданса порівняно з березневими зберігається.

Дослідження, проведені у жовтні, показують поступове зниження інтенсивності фізіологічних процесів у *Pinus sylvestris* як на дослідних, так і на контрольних ділянках, про що свідчать встановлені автором діелектричні показники. Так, поляризаційна ємність у жовтні на дослідних ПП № 1-ПП № 2 коливалася у межах  $7,02^{\pm 0,37}$ – $7,25^{\pm 0,35}$  nF, в той же час на контрольних вона була достовірно вища на 23,0–23,4% ( $t_{\phi} = 3,18-3,69$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) і становила  $8,66^{\pm 0,36}$ – $8,92^{\pm 0,27}$  nF (табл. 2).

Коефіцієнт варіації показника незначний як на дослідних (22,1-23,3%), так і на контрольних (13,8-18,7%) ПП. Імпеданс у жовтні на дослідних ПП № 1-ПП

№ 2 змінювався в межах  $30,83^{\pm 3,90}$ – $31,23^{\pm 3,77}$  кОм. На контрольних він був достовірно нижчий ( $t_{\phi} = 2,27-2,36$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) і становив  $21,33^{\pm 0,98}$  і  $22,10^{\pm 1,40}$  кОм. Коефіцієнт варіації показників імпедансу на дослідних ПП має досить високу індивідуальну мінливість для окремих модельних дерев і становить 53,9–56,7%, а на контрольних – 20,7–28,4%.

На території вольєра II поляризаційна ємність на пробних площах коливалася в березні у межах  $6,91^{\pm 0,28}$ – $7,18^{\pm 0,27}$  nF (достовірність різниці з контрольними показниками  $t_{\phi} = 0,20-1,48$ ;  $t_{05} = 2,02$ ), у липні вона зросла до  $16,57^{\pm 0,90}$ – $16,93^{\pm 1,01}$  nF ( $t_{\phi} = 0,09-0,47$ ;  $t_{05} = 2,02$ ), а у жовтні знизилася до  $8,10^{\pm 0,32}$ – $9,32^{\pm 0,37}$  nF ( $t_{\phi} = 0,01-0,59$ ;  $t_{05} = 2,02$ ). Коефіцієнт варіації на дослідних ПП у березні становив 14,7–18,1%, у липні 21,5–26,0%, у жовтні 17,5–22,1%. Показники імпеданса протягом сезону спочатку знизилися з  $29,45^{\pm 1,77}$ – $32,45^{\pm 2,21}$  кОм ( $t_{\phi} = 0,16-1,92$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) до  $11,90^{\pm 0,50}$ – $13,58^{\pm 0,55}$  кОм ( $t_{\phi} = 0,06-1,97$ ;  $t_{05} = 2,02$ ), а потім зросли до  $19,70^{\pm 1,23}$ – $25,45^{\pm 1,92}$  кОм ( $t_{\phi} = 0,42-1,29$ ;  $t_{05} = 2,02$ ) у жовтні.

Коефіцієнт варіації імпеданса на дослідних ПП у березні становив 17,3-37,0%, у липні 18,2-20,9%, у жовтні 27,5-46,8%. Автором було встановлено відсутність достовірної різниці (t-критерію Ст'юдента) між діелектричними показниками дослідних ПП № 3-ПП № 6 і контрольних ПП № К<sub>3-4</sub>-ПП № К<sub>6</sub>

насаджень сосни звичайної, що свідчить про відсутність видимого впливу напіввільного утримання *Sus scrofa* на життєдіяльність дерев.

**Головні висновки.** На основі сезонних змін показників поляризаційної ємності та імпеданса дослідних і контрольних насаджень у вольєрах з різною чисельністю та тривалістю експлуатації встановлено негативний вплив напіввільного утримання *Sus scrofa* на проходження процесів життєдіяльності у дерев *Pinus sylvestris*.

У насадженнях *Pinus sylvestris* із високим ступенем впливу вольєрного утримання *Sus scrofa* спостерігається достовірна різниця ( $t$ -критерію Ст'юдента)

у проходженні процесів життєдіяльності в дерев порівняно з контрольними показниками. Високі коефіцієнти варіації (46,8–63,5 %) показників імпеданса на окремих пробних площах вказують на високу індивідуальну мінливість модельних дерев.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Отримані експериментальні дані діелектричних показників *Pinus sylvestris* можуть бути використані для уніфікації способів і методів оцінки впливу напіввільного утримання мисливських тварин, а також діагностики стадій мисливсько-господарської дигресії лісових насаджень.

### Література

- Skutt Richard H., Shigo Alex L., Lessard Ronald A. Detection of Discolored and Decayed Wood in Living Trees Using a Pulsed Electric Current. *Canadian Journal of Forest Research*. 1972. 2(1). 54–56.
- Shigo Alex L., Shortle Walter C. Spruce Budworms Handbook. Shigometry – a reference guide. *United State Department of Agriculture, Forest Service*, 1985. 48. Retrieved from: <https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/ag-handbook/ah646.pdf>.
- Смаголь В.Н., Гавриш Г.Г. Зубр, *Bison bonasus* (Mammalia Artiodactyla) в Україні: динаміка численності, розповсюдження, стації і лімітуючі фактори : монографія. Київ : Велес, 2013. 128 с.
- Свтушевський М.Н. Мисливські тварини України на волі та в вольєрах : монографія. Черкаси : Вертикаль, 2012. 376 с.
- Камінецький В.К., Бабіч О.Г., Смаголь В.М. Екологічні та господарські аспекти напіввільного розведення диких копитних (на прикладі спеціалізованих підприємств Державного управління справами Президента України) : монографія. Миронівка : ЗАТ «Миронівська друкарня», 2011. 154 с.
- Fensom D.S. The bioelectrical potentials of plants and their functional significance. *Can. J. Bot.* 1963. 41. P. 831–851.
- Fensom D.S. On measuring electrical resistance in situ in higher plants. *Can. L. Plant Sci.* 1966 46. P. 169–175.
- Hayden R.I., Moyses C.A., Calder F.W., Crawford D.P., Fensom D.S. Electrical Impedance Studies on Potato and Alfalfa Tissue. *Journal of Experimental Botany*. 1969. Vol. 20, Issue 2, May 1969, P. 177–200.
- Shortle W.C. Shigometer. *Encyclopedia of plant pathology*. 2001. 2 Vol. Set, John Wiley and Sons, Inc., 902–903.
- Криницький Г.Т. Про методику використання електрофізіологічних показників для визначення життєздатності деревних рослин. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна*. 1992, т. 23. С. 3–10.
- Дерех О.І. Діелектричні показники дуба і бука на ділянках різних стадій дигресії зеленої зони Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014, т. 24, № 8. С. 119–124.
- Гуменюк І.Р., Заїка В.К., Бондаренко В.Д. Стан граба звичайного в лісостанах заповідника «Медобори». *Науковий вісник НУБІП України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2012, вип. 171(1). С. 57–60.
- Криницький Г.Т., Скольський І.М. Використання діелектричних показників для визначення життєвого стану в'язу шорсткого. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2015, т. 13. С. 83–88.
- Карпин Н.І., Заїка В.К. Діелектричні показники лип серцелистої та широколистої в умовах міста Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017, т. 27, № 1. С. 33–37.
- Керімов Е.І., Заїка В.К. Діелектричні показники деревних видів у деревостанах за участю Модрини європейської. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018, т. 28, № 8. С. 23–27.
- Лавний В.В., Криницький Г.Т. Електрофізіологічні показники підросту деревних порід. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011, т. 21, № 17. С. 86–90.
- Дерев'янчук Ю.Л., Заїка В.К. Морфофізіологічна реакція дерев сосни звичайної, уражених опеньком осіннім. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011, т. 21, № 19. С. 18–24.
- Заїка В.К. Діелектричні показники сосни звичайної на радіаційно забруднених територіях. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 2004, т. 14, № 1. С. 12–15.
- Заїка В.К., Руденко А.В. Морфофізіологічні особливості дерев сосни звичайної в борах Малого Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012, т. 22, № 9. С. 9–13.
- Криницький Г.Т., Галушка В.П. Електрофізіологічна реакція сосни звичайної на добування живиці. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 2005, т. 15, № 2. С. 8–13.
- Криницький Г.Т., Заїка В.К. Електрофізіологічна реакція культур сосни звичайної на високі рівні хронічного радіаційного опромінення. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 2004, т. 14, № 5. С. 8–14.
- Рибак Ю.Л. Електрофізіологічні показники уражених сосновим вертуном дерев сосни звичайної в умовах Західного Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012, т. 22, № 12. С. 42–48.
- Рибак Ю.Л., Заїка В.К. Зміна електрофізіологічної активності у дерев сосни звичайної, уражених шютте звичайним. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013, т. 23, № 2. С. 90–96.
- Кратюк О.Л. Особливості впливу напіввільного утримання мисливських тварин на діелектричні показники сосни звичайної. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019, т. 29, № 8. С. 43–45.
- Кратюк О.Л. Сезонна зміна діелектричних показників сосни звичайної в умовах напіввільного утримання мисливських тварин. *Екологічні науки*. 2019, т. 27, № 4. С. 192–196.
- Криницький Г.Т. Електрофізіологічні дослідження деревних рослин в Україні. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. 2001, т. 2. С. 233–237.
- Кратюк О.Л. Характеристика вольєрів Західного Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019, т. 29, № 5. С. 36–39.