

5. Патент 55998 Україна, МПК⁷ А01N59/00 Спосіб одержання біологічного стимулятора росту рослин «Вермийодіс» / В.М. Сендецький, Н.М. Колісник, І.П. Мельник // – заявка № 201013160 від 05.11.2010; опубл. 21.12.2010. Бюл. № 24. (Розроблено технологію виробництва «Вермийодісу»)

Стаття поступила до редакції 11.09.2012 р.; прийнята до друку 01.10.2012 р.

УДК 630*1 : 581.1 : 630*174.754

ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В БОРАХ МАЛОГО ПОЛІССЯ

А.В. Руденко, В.К. Заїка

Національний лісотехнічний університет України, кафедра лісівництва, e-mail: maydanec.84@mail.ru

Досліджено електрофізіологічні показники (біоелектричні потенціали, імпеданс, поляризаційну ємність) сосни звичайної різного віку в сухих, свіжих, вологих, сирих і мокрих борах Малого Полісся. Встановлено, що зі зростанням вологості ґрунту погіршуються умови для життєдіяльності сосни звичайної. Особливо істотно зростають показники імпедансу та знижується поляризаційна ємність у мокрих борах. Виявлено групи дослідних ділянок за характером денних біопотенціалограм.

Ключові слова: *сосна звичайна, Мале Полісся, біоелектричні потенціали, імпеданс, поляризаційна ємність.*

Rudenko A.V., Zaika V.K. Electrophysiological speciality of Scots pine in pine forests of Small Polissya. *Investigated electrophysiological parameters (bioelectric potentials, impedance, polarization capacity) for Scots pine of different ages in dry, fresh, moist, damp and wet pine forests Small Polissya. Showed when soil moisture increases, this lead to worsening conditions for the life of pine. Especially increased index impedance and reduced polarization capacity of the pine forests. Discovered group test sites by character of day changes bioelectric potentials.*

Key words: *Scots pine, Small Polissya, bioelectric potentials, impedance, polarization capacity.*

Вступ

Сосна звичайна відноситься до найбільш лабільних деревних порід. Це дозволило їй сформувати один із найбільших ареалів, який простягнувся через усю Євроазію та рости від дуже бідних борових до відносно багатих сугрудових типів лісорослинних умов з різним ступенем вологості ґрунту. Залежно від типу лісу сосна звичайна формує різні за складом і структурою деревостани – від простих чистих сосняків до складних мішаних деревостанів.

В умовах Малого Полісся бори поширені на площі близько 3,2 % [2]. В них формуються переважно чисті соснові або з незначною домішкою берези повислої деревостани [2; 12]. Лісорослинні угруповання сухих, вологих, сирих і мокрих борів є дуже рідкісними у цьому регіоні і віднесені до унікальних фітоценозів [12]. Унікальними вони є не тільки з флористичної, а й з генетичної точки зору. В процесі зміни багатьох поколінь унаслідок природного добору в несприятливих для деревних порід ґрунтово-гідрологічних умовах борів у деревостанах широко представлені особливі генотипи сосни звичайної, які вирізняються генетично детермінованими морфофізіологічними властивостями. Збереження їх генетичного потенціалу можливе лише шляхом природного насінного відновлення [1; 3; 4; 11].

Функцією взаємодії „генотип–середовище” є інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів, інтегральними показниками яких у деревних рослин виступають біоелектричні потенціали, імпеданс і поляризаційна ємність [7; 8; 10; 13].

Матеріали і методи

Об'єктом нашого дослідження слугували деревостани сосни звичайної природного походження різних вікових категорій (від 21 до 145 років) сухих, свіжих, вологих, сирих і мокрих борів. Дослідження життєдіяльності сосни звичайної проводили в середині вегетаційного періоду шляхом вивчення

біоелектричних потенціалів (БЕП), імпедансу та поляризаційної ємності за методикою Г.Т. Криницького [9].

Для вимірювання біоелектричних потенціалів використовували високоомний біопотенціалметр і не поляризаційні хлорсрібні електроди. Вимірювання БЕП у дерев сосни проводили на рівні кореневої шийки відносно Землі. Діелектричні показники (імпеданс і поляризаційну ємність) прикамбіальних тканин лубу дерев визначали приладом Ф 4320. Вимірювання проводили на частоті 1 кГц. Електроди вводили в луб дерев на висоті 1,3 м.

Біоелектричні потенціали досліджували в денній динаміці (з 8 до 18 години) на 40-45 модельних деревах різної інтенсивності росту. Для вивчення діелектричних показників відбирали 75-150 дерев.

Результати та обговорення

Результати нашого вивчення електрофізіологічних показників сосни звичайної борів Малого Полісся приведено в табл.

Таблиця. Електрофізіологічні показники дерев сосни звичайної різного віку в бора Малого Полісся (липень 2012 року)

№ пр. пл.	Вік деревостану, років	Тип лісу	Середньоденні БЕП, мВ		Імпеданс, кОм		Поляризаційна ємність, нФ	
			M±m	V,%	M±m	V,%	M±m	V,%
1	21	A ₁ C	-77,5±1,8	15,0	15,9±0,8	39,5	1,45±0,04	23,4
2	28	A ₂ C	-72,9±2,2	19,7	18,0±1,3	56,4	1,35±0,05	31,5
3	33	A ₃ C	-36,9±1,3	25,1	17,1±0,9	45,0	1,38±0,04	28,6
4	30	A ₅ C	-59,8±1,6	17,4	28,1±1,2	44,9	0,73±0,02	25,7
5	51	A ₁ C	-42,4±1,8	26,5	13,2±0,5	35,1	1,38±0,03	18,4
6	56	A ₂ C	-21,5±1,1	28,2	13,9±0,6	34,5	1,41±0,03	17,7
7	55	A ₃ C	-52,0±1,5	18,4	21,0±0,8	38,0	1,21±0,03	26,9
8	45	A ₅ C	-58,1±1,6	17,2	30,5±1,1	38,1	0,70±0,02	26,1
9	61	A ₁ C	-35,2±2,9	46,8	9,5±0,1	13,2	1,72±0,03	14,9
10	64	A ₂ C	-18,3±1,1	33,4	12,7±0,5	28,4	1,43±0,03	17,5
11	75	A ₃ C	-44,0±1,1	16,5	22,1±0,8	31,4	1,14±0,03	21,8
12	75	A ₄ C	-51,8±1,5	18,3	15,1±0,6	35,0	1,26±0,02	17,0
13	81	A ₁ C	-60,7±1,4	15,0	17,9±0,7	30,2	1,17±0,04	29,4
14	90	A ₂ C	-41,0±1,8	28,0	22,1±0,7	30,7	0,97±0,03	26,9
15	90	A ₃ C	-52,1±2,5	30,2	20,1±0,6	38,9	1,05±0,02	24,6
16	145	A ₅ C	-47,1±1,4	16,5	19,9±0,5	21,9	0,94±0,02	20,2

З табл. 1 видно, що середньоденні показники біопотенціалів кореневої шийки у молодняків соснового бору різних гігروتопів коливаються в межах -36,9...-77,5; у середньовікових деревостанів – -21,5...-58,1; у пристигаючих – -18,3...-51,8 і у стиглих – -41,0...-60,7 мВ. Загалом, спостерігається тенденція до зниження біоелектричної активності сосни зі збільшенням її віку. Однак, закономірності зміни біопотенціалів у зв'язку зі зміною гігротопу у сосни різних вікових груп проявляється по-різному. Так, серед молодняків найвищими абсолютними показниками БЕП характеризується сосна в сухих і свіжих борах (-72,9...-77,5 мВ). У вологому борі цей показник знизився у два рази, а в мокрому – на 18...23 %. Водночас, в середньовікових і пристигаючих деревостанах встановлено істотне зниження біоелектричної активності сосни в сухих і свіжих борах та зростання у вологих, сирих і мокрих. У деревостанів стиглого віку найвищі абсолютні середньоденні показники БЕП виявлено в сосни сухого бору, а найменші – у свіжого (див. табл.).

Вираженої залежності між показниками БЕП сосни і гігротопом в борах Малого Полісся не виявлено. Очевидно на процеси життєдіяльності сосни звичайної впливає низка факторів, серед яких ступінь зволоження ґрунту не завжди є визначальним. Важливе значення мають також генетично детерміновані особливості рослин, які сформувались в процесі природного добору в конкретних умовах середовища.

Біоелектричні потенціали надзвичайно чутливі до зміни мікрокліматичних умов, а тому істотно змінюються упродовж дня. Характер денних біопотенціалограм часто використовують для обґрунтування індивідуальних особливостей метаболічної діяльності генотипів деревних порід та використовуються для відбору високопродуктивних форм в популяціях [10]. Проведено також низку досліджень з встановлення зв'язку між показниками біоелектричних потенціалів та інтенсивністю проходження окремих життєвих процесів у деревних рослин та їх зв'язку з зовнішніми факторами [5, 6, 7, 8, 10].

Результати нашого дослідження денної динаміки БЕП сосни приведено на рис.

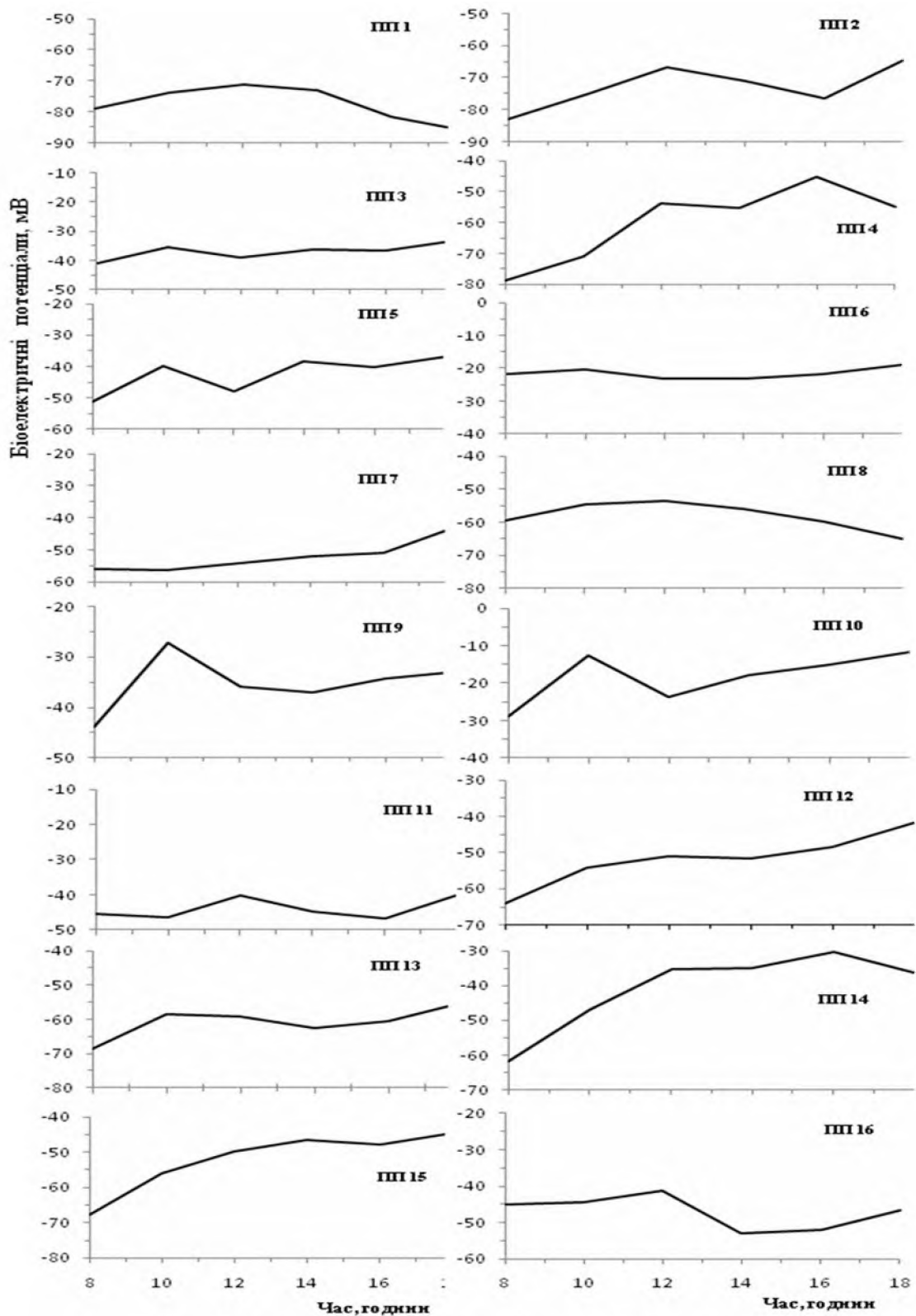


Рис. Денна динаміка біоелектричних потенціалів сосни звичайної в борах
Малого Полісся

З рис. видно, що дослідні ділянки характеризуються значною диференціацією за денними змінами біоелектричних потенціалів сосни. Нами виявлено декілька типів біопотенціалограм, які характеризують відмінності у процесах життєдіяльності сосни. Так, на ділянках 1, 4, 8, 14 спостерігається спад абсолютних показників БЕП до 14...16 години з наступним їх збільшенням до кінця дня. У сосни на ділянках 2, 9, 10, 13, 16 встановлено швидке або помірне зменшення біоелектричної активності зранку (до 10...12 год.), збільшення – до 14...16 години і наступне зростання в кінці дня. Такий характер динаміки метаболічних процесів переважає у сосни в сухих і свіжих борах. На окремих дослідних ділянках (7 і 12) спад

біоелектричної активності у дерев сосни спостерігався упродовж всього дня, або змінювався дуже слабо (діл. 6 і 11). Ці ділянки знаходяться переважно в вологих, сирих і мокрих борах.

Діелектричні показники не мають чітко вираженої денної динаміки, однак вони тісно пов'язані з станом рослин та інтенсивністю процесів життєдіяльності [5; 10; 14; 15]. Вони характеризуються добре вираженою сезонною динамікою. У період вегетації показники імпедансу досягають мінімальних значень, а поляризаційної ємності – максимальних. За нашими даними в борах Малого Полісся імпеданс в середині вегетаційного періоду у молодняків сосни звичайної становить 15,9...28,1 кОм, а поляризаційна ємність – 0,73...1,45 нФ (див. табл.). У середньовікових деревостанів ці показники відповідно коливались в межах 13,2...30,5 і 0,70...1,41 та в стиглих – 17,9...22,1 кОм і 0,94...1,05 нФ. У молодняків, середньовікових і пристигаючих деревостанів простежується достатньо чітке зростання показників імпедансу і зменшення поляризаційної ємності зі збільшенням вологості ґрунту. Нами встановлено, що найвищим життєвим потенціалом характеризується сосна в сухих і свіжих борах. Особливо несприятливі умови для її росту і життєдіяльності складаються в мокрих борах. В цих умовах показники імпедансу прикамбіальних тканин лубу в деревостанах сосни зросли до 28,1...30,5 кОм, а поляризаційної ємності зменшились до 0,70...0,73 нФ. У стиглих деревостанів відмінності між деревостанами сосни різних гігروتопів за показниками імпедансу і поляризаційної ємності виявились незначними. Це зумовлено низьким рівнем фізіолого-біохімічних та ростових процесів у зв'язку з віковими змінами.

Варіювання електрофізіологічних показників в деревостанах сосни звичайної становило 13,2...56,4 % (див. табл.). На більшості ділянок переважає середній і сильний ступінь мінливості показників біоелектричних потенціалів ($V=15,0...46,8$ %) і поляризаційної ємності ($V=17,0...31,5$ %) та сильний – імпедансу ($V=13,2...56,4$ %). Зв'язку зміни варіювання електрофізіологічних показників зі зміною вологості ґрунту не виявлено.

Висновки

Унаслідок проведеного дослідження нами встановлено відмінності щодо зміни біопотенціалів у зв'язку зі зміною гігروتопа у сосни різних вікових груп. Серед молодняків істотно вищими середньоденними показниками БЕП характеризується сосна в сухих і свіжих борах. В середньовікових і пристигаючих деревостанах встановлено істотне зниження біоелектричної активності сосни в сухих і свіжих борах та зростання у вологих, сирих і мокрих. Ступінь зволоження ґрунту вплинула також характер зміни денних показників біоелектричних потенціалів. Всього нами виявлено чотири типи біопотенціалограм.

У молодняків, середньовікових і пристигаючих деревостанів простежується достатньо чітке зростання показників імпедансу і зменшення поляризаційної ємності зі збільшенням вологості ґрунту. Найменш сприятливі умови для життєдіяльності сосни звичайної складаються в мокрому борі.

Література

1. Видякин А.И. Проблемы сохранения генетического разнообразия лесных древесных растений и некоторые пути их решения на примере сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / А.И. Видякин : сборн. науч. трудов ин-та леса НАН Беларуси [„Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения)“] / отв. ред. акад. НАН Беларуси В.А. Ипатьев. – Гомель, 2003. – Вып. 59. – С. 98 – 102.
2. Генсірук С.А. Ліси Західного регіону України / С.А. Генсірук, М.С. Нижник, Л.І. Коній: за ред. акад. С.А. Генсірука. – Львів, 1998. – 407 с.
3. Данькевич С.М. Стан та шляхи збереження генофонду плюсового насадження сосни звичайної у заказнику „Лопатинський” – основи лісонасінневої бази Радехівського держлісгоспу / С.М. Данькевич, Г.Т. Криницький // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць: Лісівницькі дослідження в Україні. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.3 – С. 22–27 (IX-ті Погребняківські читання).
4. Данькевич С.М. Природне відновлення плюсового насадження сосни звичайної у заказнику „Лопатинський” / С.М. Данькевич // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. Львів: РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.11. – С. 39 – 43.
5. Зайка В.К. Селекційно-екологічні особливості формування півсібсових потомств сосни звичайної в умовах Львівського Розточчя: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.00.18 „Лісові культури, селекція, насінництво та озеленення міст” / В.К. Зайка. – Львів: УкрДЛТУ, 1995. – 23 с.
6. Коловский Р.А. О влиянии освещенности и температуры воздуха на кинетику биоэлектрических потенциалов у деревьев кедра и сосны / Р.А. Коловский // Экология, 1974. – № 5. – С. 54–61.
7. Криницький Г.Т. Исследование связи биоэлектрических потенциалов с основными физиологическими процессами подростка древесных растений / Г.Т. Криницький, В.Д. Бондаренко // Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообаб. пром-сть. – 1984, вып. 15. – С.15 – 18.
8. Криницький Г.Т. Об определении жизнеспособности древесных растений биоэлектрическим методом / Г.Т. Криницький // Лесной журнал. – 1984. – № 4. – С. 22 – 25.

9. *Криницький Г.Т.* Про методику використання електрофізіологічних показників для визначення життєздатності деревних рослин / *Г.Т. Криницький* // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – Львів, 1992. – Вип. 23. – С. 3 – 10.
10. *Криницький Г.Т.* Морфофізіологічні основи селекції деревних порід: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук : спец. 06.03.01 „Лісові культури, селекція, насінництво та озеленення міст”, 03.00.12 „Фізіологія рослин” / *Г.Т. Криницький*. – К., 1993. – 46 с.
11. *Криницький Г.Т.* Про збереження генофонду плюсових насаджень світлолюбивих порід: матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 20-річчю заповідника „Медобори” [„Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє”] / [*Г.Т. Криницький, В.К. Заїка, С.М. Данькевич, С.Л. Коній*]. – Тернопіль: Вид-во „Підручники і посібники”, 2010. – С. 388–392.
12. *Петрова Л.М.* Структурне різноманіття лісів Малого Полісся / *Петрова Л.М., Петров С.В., Пацура І.М.* // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.8. – С. 80–87.
13. *Рутковский И.В.* Электрофизиологический метод определения состояния древесных растений / *И.В. Рутковский* // Вестник с/х науки. – 1965. – № 4. – С. 35–38.
14. *Mac Dougall R.* Stem electrical capacitance and resistace measurements as relanend to total foliar biomass of balsam fir trees / *R. Glenn Mac Dougall, R.G. Thompson, Harald Piene* // *Can. J. Forest Res.* – 1987, 17. – № 9. – P. 1070–1074.
15. *Mac Dougall R.* The use of electrical capacitance to determine growth and vigor of spruce and fir trees and stands in New Brunwicch / *R. Glenn Mac Dougall, David A. Maclean, R.G. Thompson* // *Can. J. Forest Res.* – 1988. – № 5. – P. 587 – 594.

Стаття поступила до редакції 29.10.2012 р.; прийнята до друку 09.11.2012 р.