



1. ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630*284

*Проф. Г.Т. Криницький, д-р біол. наук;
доц. В.П. Галушка, канд. с.-г. наук – УкрДЛТУ*

ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ДОБУВАННЯ ЖИВИЦІ

На основі вивчення електрофізіологічних показників (біоелектричні потенціали, імпеданс, поляризаційна ємність) виявлено реакцію сосни звичайної на підсочку різної тривалості.

Ключові слова: біоелектричні потенціали, імпеданс, поляризаційна ємність, сосна, підсочування, електрофізіологічна реакція.

Prof. H.T. Krynytskyi, doc. V.P. Halushka – USUFWT

Electro-physiology reaction of Scots pine-tree on taping of resin

On the basis of study of electro-physiology indexes (bioelectric potentials, impedance, polarization capacity) it is define the reaction of Scots pine-tree on taping of resin in different duration.

Keywords: bioelectric potentials, impedance, polarization capacity, pine-tree, taping of resin, electro-physiology reaction.

При проведенні лісівничо-екологічних та генетико-селекційних досліджень широкого застосування набули електрофізіологічні параметри – біоелектричні потенціали, імпеданс, поляризаційна ємність [2, 3, 5, 7, 9, 12, 16]. Вони є інтегральними показниками, відображають інтенсивність і особливості проходження фізіолого-біохімічних процесів у денному, сезонному та онтогенетичному аспектах і характеризують загальний стан рослин.

Зв'язок біоелектричних потенціалів, імпедансу і поляризаційної ємності з фізіологічними процесами у рослин висвітлювався у роботах І.Н. Зарудного [2], Р.А. Коловського [3], І.В. Рутковського [12, 14], Г.Т. Криницького [9] та інших дослідників. Встановлено тісний зв'язок між величиною біопотенціалів, діелектричними показниками (імпеданс, поляризаційна ємність) та інтенсивністю росту дерев на різних етапах розвитку насаджень, фітомасою хвої, ступенем пошкодження дерев шкідниками [5, 7, 14, 16, 17]. Використання біопотенціалів і діелектричних показників для оцінки життєвості

деревних рослин висвітлено у працях Г.Т. Криницького [5, 8], І.В. Рутковського [13, 14].

Добре розвинуті, життєздатні дерева відрізняються від ослаблених не тільки величиною біоелектричної активності, а й характером динаміки БЕП у денному і сезонному аспектах [5]. Біоелектрична реакція дерев на дію подразників зумовлена значною мірою ступенем їх пригнічення або ослаблення. У сильно ослаблених екземплярів, які характеризуються низькою життєвістю, зворотна біоелектрична реакція на пошкодження клітинних структур може взагалі не виникати [1, 13].

Мета нашої роботи – за електрофізіологічними показниками виявити вплив підсочування на життєвість дерев сосни звичайної. При цьому ми виходили з таких доведених положень: рослини з вищою життєвістю мають більшу різницю потенціалів між окремими їх органами або частинами органів; чим менші величини імпедансу і більші величини поляризаційної ємності деревних рослин, тим, як правило, вища їх життєвість [5, 8].

Біоелектричну активність дерев вивчали за методикою Г.Т. Криницького [5]. Для вимірювання біопотенціалів використовували високоомний біопотенціалметр і неполяризаційні хлорсрібні електроди. Визначення імпедансу і поляризаційної ємності лубу стовбурів дерев сосни проводили за допомогою приладу Ф 4320 на частоті 1 кГц. Електроди вводили в луб стовбурів на висоті 1,3 м, відстань між ними становила 2 см. Вимірювання проводили у суху сонячну погоду протягом всього світлового дня.

Об'єктами досліджень були підсочувані і непідсочувані деревостани сосни звичайної, що зростають у західній частині Малого Полісся у Велико-мостівському лісництві Жовківського держлісгоспу у кварталах 21 і 34 (табл. 1). Дослідження проводили на двох парах пробних площ (пп): 21д і 21к та 34д і 34к. На пп 21д підсочування (без застосування стимуляторів смоловиділення) проводилася у 1989-1997 рр., на пп 34д – у 1992-1997 рр. На обох ділянках середнє навантаження на дерево становило 68 %. Пробні площі 21к і 34к були контрольними.

Табл. 1. Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на пробних площах

Показники	Пробні площі			
	21д	21к	34д	34к
Тип лісорослинних умов	В ₃	В ₃	С ₃	С ₃
Склад деревостану	10С	10С	9С1Дз+ГЛпВч	9С1Дз+ГВч
Запас, м ³ /га	156	253	334	348
Повнота	0,31	0,42	0,54	0,57
Сосна звичайна:				
– вік, роки	95	95	80	80
– Н _{ср.} , м	23,9	28,1	27,0	28,2
– D _{ср.} , см	30,2	35,2	36,7	38,1
– бонітет	II,1	I,0	Ia,6	Ia,3

Проходження електрофізіологічних процесів у підсочених дерев вивчали А.С. Коростильов [4], І.В. Рутковський [15], Л.С. Осадчук [11], Я.В. Максим [10]. Зокрема, А.С. Коростильов [4] відзначає, що звичайна підсочування

зі сульфідно-дріжджовою бражкой та одночасним застосуванням добрив покращує їх життєдіяльність. Про це свідчить зниження у них величини імпедансу. Л.С. Осадчук [11] відзначає, що у перші роки підсочування у дерев падають показники імпедансу і зростає поляризаційна ємність, що є наслідком вищої активності фізіологічних процесів у міжкаркових ременях порівняно з контрольними рослинами. У дерев з більш тривалим терміном підсочування спостерігається зворотна картина – зростає імпеданс і зменшується поляризаційна ємність, тобто життєвість підсочених дерев падає. І.В. Рутковський [15] відзначає, що у сезонному аспекті відмінності між здоровими і ослабленими деревами за величиною поляризаційної ємності після нанесення підновок зникають, а між дослідними і контрольними, навпаки, поглиблюються.

Табл. 2. Електрофізіологічні показники деревостанів сосни звичайної різної тривалості підсочування

Показни- ки	Тривалість підсочування, роки							
	контроль	два	контроль	п'ять	За відношенням до контролю			
					два		п'ять	
					%	t _ф	%	t _ф
12.95 р.								
R	81,8 ^{±4,0}	127,6 ^{±6,3}	116,5 ^{±4,9}	139,8 ^{±4,9}	156,0	6,14	120,0	3,36
C	0,46 ^{±0,02}	0,28 ^{±0,02}	0,32 ^{±0,02}	0,22 ^{±0,01}	60,9	6,36	68,8	14,90
02.96 р.								
R	68,3 ^{±4,5}	79,5 ^{±3,2}	65,1 ^{±2,8}	91,7 ^{±7,6}	116,4	2,03	140,9	3,28
C	0,28 ^{±0,02}	0,23 ^{±0,02}	0,31 ^{±0,03}	0,36 ^{±0,05}	82,1	1,77	116,1	0,86
08.97 р.								
РП	12,4 ^{±1,5}	4,8 ^{±0,7}	12,3 ^{±1,6}	4,7 ^{±0,9}	38,7	4,59	38,2	4,14
R	119,4 ^{±0,6}	21,6 ^{±0,8}	23,3 ^{±0,7}	19,3 ^{±0,7}	111,3	2,20	82,8	4,04
C	0,90 ^{±0,03}	0,86 ^{±0,05}	0,73 ^{±0,03}	0,94 ^{±0,05}	95,6	0,69	128,8	93,9
04.98 р.								
R	25,9 ^{±1,1}	31,8 ^{±2,6}	27,8 ^{±1,1}	26,1 ^{±2,0}	122,8	2,11	93,9	0,83
C	0,70 ^{±0,03}	0,63 ^{±0,04}	0,57 ^{±0,02}	0,61 ^{±0,04}	90,0	1,40	107,0	0,89

Примітка: 1. Тривалість підсочування дерев наведено на початок досліджень, 1994 рік.

2. РП – різниця біопотенціалів, R – імпеданс, C – поляризаційна ємність.

Наші дослідження електрофізіологічних процесів у підсочених дерев у різні періоди сезонного розвитку показують, що їх проявлення тісно корелює зі станом рослин і тривалістю підсочування (табл. 2). Так, за величиною імпедансу дослідні насадження сосни різної тривалості підсочування у період спокою (грудень-лютий), істотно, на 16-56 % (t_{ϕ} =2,03-6,14 при $t_{0,5}$ =2,05) перевищують контрольні. У період вегетації (квітень-серпень) така закономірність зберігається тільки в насадженні з дворічною тривалістю підсочування, яке за величиною імпедансу перевищує контроль на 11,3-22,8 % (t_{ϕ} =2,11-2,20 при $t_{0,5}$ =2,05) – табл. 2. Насадження сосни звичайної з п'ятирічним терміном підсочування у період вегетації характеризується нижчими показниками імпедансу, ніж контрольне (t_{ϕ} =0,83-4,14 при $t_{0,5}$ =2,05). Зазначені закономірності в характері сезонних змін імпедансу міжкаркових тканин пов'язані з інтенсивністю проходження фізіологічних процесів. У дерев з п'ятирічною тривалістю підсочування ширина міжкаркових ременів, через які здійснюється

зв'язок між кореневою системою і кроною, залишається значно меншою, ніж у дерев з дворічним періодом підсочування. Висхідний потік води і мінеральних елементів, поглинутих кореневою системою підсочених дерев, є рівномірним по стовбурі до нижньої частини кари. У районі міжкаркових ременів він різко звужується. Із зменшенням ширини міжкаркових ременів інтенсивність висхідного водного потоку та низхідного – пластичних речовин у них різко збільшується, порівняно з надкарковою і підкарковою частинами стовбура. Поряд з цим у міжкаркових ременях значно інтенсифікуються ростові процеси. Все це, очевидно, і зумовлює у період активної вегетації зниження величини імпедансу у підсочених дерев з п'ятирічною тривалістю підсочування, порівняно з контрольними. У період спокою величина імпедансу дослідних дерев різко збільшується, порівняно з контролем, що свідчить, загалом, про їх низьку життєвість.

Величина поляризаційної ємності у дослідних і контрольних дерев у сезонному аспекті змінювалась адекватно зміні величини імпедансу. Тобто, у період спокою вона у дослідних варіантів виявилась, як правило, значно нижчою, ніж у контрольних (табл. 2). У період вегетації цей показник у дерев з дворічною тривалістю підсочування був нижчим, а з п'ятирічною – значно вищим, ніж у контрольних.

У табл. 3. наведено коефіцієнти кореляції діелектричних показників тканин лубу дерев сосни звичайної на початку і у другій половині вегетації 1997 і 1998 років з радіальним приростом.

Табл. 3. Коефіцієнти кореляції електрофізіологічних параметрів тканин лубу і радіального приросту дерев сосни звичайної

Показники	Показники	
	Імпеданс	Поляризаційна ємність
	Дворічна тривалість підсочування	
	Контроль	
Приріст 1997 р.	$-0,792^{\pm 0,100}$ $-0,689^{\pm 0,209}$	$0,855^{\pm 0,072}$ $0,862^{\pm 0,146}$
Приріст 1998 р.	$-0,526^{\pm 0,193}$	$0,624^{\pm 0,163}$
	Дослід	
Приріст 1997 р.	$-0,617^{\pm 0,179}$ $-0,705^{\pm 0,224}$	$0,605^{\pm 0,183}$ $0,691^{\pm 0,229}$
Приріст 1998 р.	$-0,687^{\pm 0,152}$	$0,592^{\pm 0,188}$
	П'ятирічна тривалість підсочування	
	Контроль	
Приріст 1997 р.	$-0,701^{\pm 0,131}$ $-0,566^{\pm 0,229}$	$0,760^{\pm 0,109}$ $0,604^{\pm 0,221}$
Приріст 1998 р.	$-0,574^{\pm 0,173}$	$0,582^{\pm 0,171}$
	Дослід	
Приріст 1997 р.	$-0,572^{\pm 0,180}$ $-0,610^{\pm 0,229}$	$0,645^{\pm 0,156}$ $0,883^{\pm 0,136}$
Приріст 1998 р.	$-0,550^{\pm 0,186}$	$0,516^{\pm 0,196}$

Примітка: У чисельнику початок вегетації (квітень), у знаменнику друга половина вегетації (серпень).

З табл. 3 видно, що між діелектричними параметрами тканин лубу і радіальним приростом у різні періоди вегетаційного розвитку дослідних дерев відомо середній і тісний кореляційний зв'язок. Аналогічний характер зв'язку між цими показниками виявлено і на контрольних ділянках.

За різницею біоелектричних потенціалів між дослідними і контрольними насадженнями виявлено істотні відмінності (табл. 2). Різниця біоелектричних потенціалів підсочених дерев сосни становить близько 38 % від контролю ($t_{\phi}=4,14-4,59$ при $t_{0,5}=2,05$), що підтверджує висновок про негативний вплив підсочування на життєдіяльність дерев.

Варіювання діелектричних показників дослідних і контрольних насаджень сосни є середнім і сильним, а різниці біоелектричних потенціалів – сильним (табл. 4). Причому тривалість підсочування вплинула на варіювання електрофізіологічних параметрів. Коефіцієнти варіації у підсочених дерев у період вегетації значно зростають порівняно з контрольними екземплярами. У період спокою ці відмінності нівелюються.

Табл. 4. Варіювання електрофізіологічних показників соснових насаджень різної тривалості підсочування, %

Тривалість підсочування	Роки								
	12.95		02.96		08.97			04.98	
	R	C	R	C	РП	R	C	R	C
Контроль	27,0	26,1	25,5	33,5	72,8	19,9	20,6	16,5	14,0
Два роки	27,2	30,8	15,8	31,1	71,7	23,9	32,8	27,8	23,3
Контроль	23,2	25,7	16,6	41,6	74,1	19,2	25,8	14,6	16,2
П'ять років	19,0	23,0	32,2	57,7	61,8	25,1	30,8	29,1	25,8

Необхідно відзначити високу індивідуальну мінливість модельних дерев за величиною діелектричних показників. Так, у насадженнях з дворічною тривалістю підсочування показники імпедансу і поляризаційної ємності у період спокою перебували в межах 58,0-200,0 кОм і 0,15-0,40 нФ, а під час вегетації розмах мінливості становив 14,9-50,3 кОм і 0,54-1,29 нФ. На контролі цей показник, відповідно, становив 38,0-128,5 кОм і 0,20-0,73 нФ та 14,9-34,3 кОм і 0,54-1,09 нФ. У насадженні з п'ятирічною тривалістю підсочування величина імпедансу і поляризаційної ємності модельних дерев сосни становила у період спокою 48,0-170,0 кОм і 0,10-0,80 нФ, а у період вегетації – 14,0-42,5 кОм і 0,38-1,78 нФ. У модельних дерев контрольного насадження розмах мінливості імпедансу і поляризаційної ємності відповідно становив 48,0-167,5 кОм і 0,18-0,60 нФ та 11,0-31,0 кОм і 0,46-1,26 нФ.

Таким чином, підсочування зумовила зниження життєвості дерев сосни звичайної, що підтверджується збільшенням величини імпедансу та зменшенням поляризаційної ємності і різниці біоелектричних потенціалів у дослідних насадженнях. Зберігається тенденція до збільшення відмінностей між контрольними і дослідними насадженнями за діелектричними показниками у період спокою і зменшення – під час вегетації. Очевидно, це зумовлено інтенсифікацією фізіолого-біохімічних процесів у період вегетації в районі міжкаркових ременів підсочених дерев.

Електрофізіологічна реакція на підсочку проявляється вже у перші роки її проведення. Висока мінливість модельних дерев за електрофізіологічними параметрами вказує на індивідуальні особливості в реакції дерев на підсочку. Реакція на підсочку обумовлюється генетичними особливостями дерев, їх здатністю до включення компенсаторних механізмів, які забезпечують в окремих рослин високу стійкість та підтримують рівень проходження внутрішніх процесів на достатньо високому рівні.

Література

1. Гунар И.И, Синюхин А.М, Сална Л.Я, Царев Л.А. Электрофизиологическая характеристика раздражимости растений// Изв-тия ТСХА. – 1961, № 2(39). – С. 7-19.
2. Зарудный И.Н. Определение жизнеспособности древесных растений электрофизиологическим методом// Матер. науч.-технич. конф. лесохозяйственного факультета ЛТА. – Л.: ЛТА. – 1969. – С. 57-62.
3. Коловский Р.А. Биоэлектрические потенциалы древесных растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – 176 с.
4. Коростелев А.С. Лесоводственно-технологическое обоснование применения минеральных удобрений и сульфидно-дрожжевой бражки при подсочке сосны обыкновенной в условиях Среднего Урала/ Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – Свердловск, 1975. – 25 с.
5. Криницкий Г.Т. Биоэлектрический метод определения жизнеспособности древесных растений на начальных этапах онтогенеза: Препринт. – Баку, 1990. – 61 с.
6. Криницкий Г.Т. Исследование связи метаболических электропотенциалов с жизнеспособностью подростов древесных растений/ Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – Львов, 1976. – 36 с.
7. Криницкий Г.Т. Об определении жизнеспособности подростов древесных растений биоэлектрическим методом// Лесной журнал: Изв. высш. уч. завед. – 1984, № 4. – С. 22-25.
8. Криницкий Г.Т. Про методику використання електрофізіологічних показників для визначення життєздатності деревних рослин// Лісове госп-во, лісова, паперова і д/о пром-сть. – Львів: Світ. – 1992, вип. 23. – С. 3-10.
9. Криницкий Г.Т., Бондаренко В.Д. Исследование связи биоэлектрических потенциалов с основными физиологическими процессами подростов древесных растений// Лесное хоз-во, лесная и д/о пром-сть. – Киев, 1984, вып. 15. – С. 15-18.
10. Максим Я.В. Вплив параметричної будови дерев на смолопродуктивність сосни звичайної в умовах Малого Полісся/ Автореф. дис.... канд. с.-г. наук. – Львів, 1996. – 25 с.
11. Осадчук Л.С. Вплив підсочування сосни звичайної на життєдіяльність дерев в умовах Малого Полісся/ Автореф. дис.... канд. с.-г. наук. – Львів, 1997. – 21 с.
12. Рутковский И.В. Биоэлектрическая активность тополей разного физиологического состояния в суточном и сезонном ритмах// Лесоведение. – 1973, № 1. – С. 51-57.
13. Рутковский И.В. Электрофизиологический метод определения состояния древесных растений// Весник с/х наук. – 1965, № 4. – С. 35-38.
14. Рутковский И.В., Коршунова Т.С. Методические рекомендации по использованию электропараметров тканей древесных растений в практике лесного хозяйства. – М.: ВНИИЛМ, 1980. – 38 с.
15. Рутковский И.В., Попивший И.И., Кабанов В.В. Экспресс-диагностика состояния деревьев сосны при подсочке// Лесное хозяйство. – 1993, № 3. – С. 24-26.
16. Северножук Р.Г. Биоэлектрическая активность ели в насаждении и методика ее измерения// Лесной журнал. – 1968, № 4. – С. 36-39.
17. Северножук Р.Г., Букша Н.П. Новый метод контроля при отборе высокопродуктивных фенотипов// Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород. – Воронеж, 1977, вып. 4. – С. 25-28.