

культуры Минского лесхоза (тип условий произрастания — свежая сложная суборь) характеризуется повышенной устойчивостью к грибным заболеваниям. Сосна Муррея и ель канадская в значительной степени подвержены поражению корневыми гнилями, вызываемыми грибами *F. annosa*, *Arm. mellea*. На стволах ели наблюдается развитие язвенного рака. Лиственница сибирская при совместном произрастании с псевдотсугой тиссолистной в молодом возрасте заболевает ступенчатым раком, отстаёт в росте и постепенно отмирает.

Л и т е р а т у р а

1. Сироткин Ю. Д., Сероглазова Л. М. Псевдотсуга в культурах Белоруссии. — В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, вып. 3. Минск, 1970.
2. Щедрова В. И., Соколов Д. В. Состояние елового подроста на лесосеках после проведения постепенных рубок. — В сб.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение, вып. 1, ЛГУ. Л., 1973.
3. Янушко А. Д. Грибные заболевания культур лиственницы. — В сб.: Ботаника, вып. 5. Минск, 1963.
4. Bega R. V. and Stith R. S. Distribution of *Fomes annosus* in natural forests of Colifornia. U.S. Dep. Agr. Plant Dis. Repr., 50, 1966.
5. Boyce J. S. *Fomes annosus* in Southeastern United States. In Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland (1960) [JUFRO] Florence, Italy. 1962.
6. Powers H. R. and Boyce J. S. *Annosus* root rot in eastern pines. USDA Forest Serv. Forest Pest. Leaf., 76, 1963.

О БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КАМБИЯ ОСИНЫ В СВЯЗИ С ПОРАЖЕНИЕМ ЕЕ СЕРДЦЕВИННОЙ ГНИЛЬЮ

Н. И. Федоров, Н. В. Шерстнев

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

Сердцевинная гниль осины, вызываемая ложным осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. et Boriss), является распространенным заболеванием осиновых насаждений.

В результате развития этой болезни у деревьев возникают локальные очаги гнили, которые при значительном распространении в стволе вызывают нарушения отдельных физиологических процессов [8, 15, 16, 17] и причиняют большой технический вред, снижая выход деловой древесины.

По мнению некоторых исследователей [2, 18], жизнеспособность растений характеризуется сопротивлением живых тканей прохождению по ним электрического тока. Многие авторы отмечают, что электрическое сопротивление камбия может быть использовано для оценки отношения растений к различным факторам внешней среды.

Результаты изучения биоэлектрического потенциала камбия древесных растений [3, 4 - 7, 10, 12] свидетельствуют о существовании прямой связи между уровнем жизнеспособности растений и величиной биоэлектрического потенциала камбия их стволов, а также о возможности использования биоэлектрических характеристик камбия как комплексных показателей для определения физиологического состояния растений.

Представляло интерес изучить изменение биоэлектрической активности камбия у деревьев осины в связи с развитием в ее стволах сердцевинной гнили и определить возможность использования биоэлектрических показателей активности камбия для характеристики состояния растущих деревьев и ранней диагностики развития сердцевинной гнили.

Исследования проводились нами на постоянных пробных площадях, заложенных в чистых осиновых насаждениях 30-40-летнего возраста Минского лесхоза, произрастающих в типе леса осинник-кисличник, в июле - августе 1973 г. Объектами исследования были здоровые и поврежденные (серцевинной гнилью) деревья осины мужского и женского пола разных ступеней толщины. О развитии сердцевинной гнили у зараженных деревьев судили по наличию плодовых тел ложного осинового трутовика на стволе дерева. Тестами для оценки биоэлектрической активности камбия служили электрическое сопротивление и биоэлектрический потенциал (БЭП) камбия стволов. Регистрация показателей биоэлектрической активности камбия у деревьев разных качественных категорий осуществлялась в одно и то же время суток.

Измерение электрического сопротивления камбия у растущих деревьев производилось на высоте 1,3 м при помощи мегомметра М 110-1М. Для подключения прибора к растению на стволе готовился участок в виде площадки с размерами сторон 20 x 60 мм (60 мм вдоль оси ствола), с которого осторожно сни-

Таблица 1. Электрическое сопротивление камбия здоровых и поврежденных сердцевиной гнилью деревьев осины

Ступень толщины	Здоровые деревья				Больные деревья				t	
	M \pm m _M , кОм	σ	W,%	P,%	M \pm m _M , кОм	σ	W,%	P,%		
Мужские особи										
12	21 <u>+1,0</u>	1,41	6,70	4,80	27,7 <u>+1,46</u>	2,52	9,15	5,27	3,94	
14	19 <u>+0,13</u>	0,25	1,35	0,67	22,7 <u>+1,23</u>	2,13	9,36	5,42	3,08	
16	16,2 <u>+0,65</u>	1,60	9,20	4,17	20,2 <u>+0,51</u>	1,78	8,40	2,43	4,82	
18	15,2 <u>+0,80</u>	2,66	5,97	5,25	19,2 <u>+0,65</u>	1,73	9,02	4,16	3,88	
20	14,5 <u>+0,64</u>	2,99	15,8	4,23	17,8 <u>+0,98</u>	2,96	16,6	5,5	3,08	
22	14,0 <u>+0,61</u>	2,56	18,3	4,36	16,5 <u>+0,53</u>	2,14	12,9	3,21	3,45	
24	12,5 <u>+0,31</u>	1,61	12,9	2,48	15,3 <u>+0,67</u>	2,02	13,2	4,38	3,78	
26	11,2 <u>+0,29</u>	1,16	10,3	2,58	13,6 <u>+0,31</u>	1,24	9,10	2,28	5,72	
Женские особи										
10	24,2 <u>+0,24</u>	0,8	3,45	1,15	28,8 <u>+0,77</u>	2,99	10,4	2,69	5,63	
12	22,3 <u>+0,38</u>	1,67	1,55	1,72	28,0 <u>+0,33</u>	1,05	3,75	1,17	11,4	
14	20,0 <u>+0,35</u>	1,56	7,43	1,66	25,6 <u>+0,35</u>	3,29	13,2	3,32	6,03	
16	17,6 <u>+0,46</u>	1,65	9,36	2,60	22,0 <u>+0,81</u>	2,66	12,1	3,71	4,73	
18	16,0 <u>+0,41</u>	1,54	9,65	2,57	21,0 <u>+0,81</u>	2,00	9,50	3,86	5,49	
20	15,7 <u>+0,31</u>	1,49	9,50	1,98	19,2 <u>+0,52</u>	1,56	9,13	2,70	5,00	
22	15,6 <u>+0,60</u>	1,82	11,6	3,9	-	-	-	-	-	
24	15,7 <u>+0,38</u>	1,53	9,75	5,6	-	-	-	-	-	
26	15,4 <u>+0,44</u>	1,72	11,2	2,99	-	-	-	-	-	

малась мертвая кора и внешний слой луба. Затем через оставляемый миллиметровый слой живого луба на расстоянии 50 мм друг от друга в камбий вводились два металлических электрода, между которыми пропусклся электрический ток. При проведении исследований было произведено 600 измерений (табл.1).

Установлено, что величина электрического сопротивления камбия у растущих деревьев осины в значительных пределах меняется. Наиболее существенное изменение связано с размерами растения, в частности с диаметром ствола на высоте 1,3 м. У слабо развитых деревьев показатели сопротивления были наиболее высокие; при увеличении диаметра стволов наблюдалось постепенное снижение сопротивления, а у сильно развитых деревь-

ев, имеющих максимальный диаметр ствола на высоте груди, показатели электрического сопротивления камбия были почти в два раза пониженными по сравнению с деревьями, оставшими в росте. Учитывая зависимость электрического сопротивления камбия от диаметра ствола, мы сопоставили этот показатель у здоровых и больных деревьев в пределах двухсантиметровых ступеней толщины. Полученные данные показывают, что развитие в стволах осины сердцевинной гнили вызывает повышение электрического сопротивления камбия у больных деревьев на 15 - 30% по сравнению со здоровыми. В пределах исследуемых ступеней толщины наблюдается достоверная разница в показателях электрического сопротивления между здоровыми и больными деревьями. Деревья осины женского пола независимо от их состояния характеризуются более высоким сопротивлением по сравнению с мужскими особями; у деревьев средних ступеней толщины показатели в среднем на 15 - 20% выше, чем у мужских особей.

Одновременно на пробных площадях у деревьев осины производилось измерение биоэлектрического потенциала (БЭП) камбия. Исследованиями было охвачено 76 деревьев. Измерения БЭП камбия производились в двух парах точек: 1 - ствол дерева на высоте 1,3 м и корневая шейка; 2 - корневая шейка и земля. Для исключения влияния корней растений напочвенного покрова на величину БЭП корневых систем у растущих деревьев один электрод вводился в камбий у корневой шейки дерева, а второй помещался в землю в дно ямы глубиной 50 см. Определение величины БЭП камбия осуществлялось с использованием милливольтметра ППМ 03-М1, а отведение потенциалов от растений - с применением платиновых электродов, которые внедрялись в камбий на специально подготовленных площадках с размерами сторон 10 x 10 мм. Результаты проведенных исследований также группировались по половому признаку растений и диаметру стволов для каждой категории состояния (табл. 2).

Установлено, что биоэлектрический потенциал камбия, как и электрическое сопротивление, у деревьев осины изменяется в широких пределах: деревья с более энергичным ростом и наибольшим диаметром на высоте груди отличаются сравнительно большими значениями БЭП камбия ствола; с уменьшением диаметров стволов БЭП камбия постепенно снижается, достигая минимума у угнетенных деревьев. Изменение БЭП камбия, присущее деревьям разных размеров, характерны как для мужских, так и женских особей осины. Кроме того, отмечается, что у

Таблица 2. Биоэлектрический потенциал камбия здоровых и пораженных гнилью деревьев осины

Ступени тол- щины	Здоровые деревья					Больные деревья					t
	$M \pm m_{M'}$ МВ	σ	W,%	P,%	$M \pm m_{M'}$ МВ	σ	W,%	P,%			
Мужские особи											
16	161 \pm 7,1	22,1	13,95	4,46	-	-	-	-	-	-	
18	185 \pm 8,5	26,85	14,55	4,59	140 \pm 4,2	9,9	7,07	3,00	10,08		
20	225,6 \pm 13,1	41,55	18,50	5,84	172 \pm 4,6	17,8	10,35	2,67	3,89		
22	229,7 \pm 10,1	32,00	13,9	4,40	198 \pm 3,2	10,1	5,11	1,61	3,02		
24	240,5 \pm 9,7	43,40	18,00	4,03	208 \pm 4,6	22,6	10,82	2,21	3,02		
26	269 \pm 10,3	39,65	14,75	3,89	228 \pm 13,9	34,75	15,2	6,09	2,16		
28	282 \pm 12,1	36,20	13,55	4,29	232 \pm 8,9	39,85	17,3	3,84	3,33		
30	334 \pm 11,2	50,05	14,99	3,35	238 \pm 15,5	26,8	11,25	6,50	5,03		
Женские особи											
12	142 \pm 5,6	27,38	19,30	3,95	117,4 \pm 3,9	12,5	10,07	3,36	3,60		
14	167,1 \pm 8,3	41,50	24,90	4,96	132 \pm 5,6	21,6	16,40	4,24	3,50		
16	176,2 \pm 9,7	38,50	21,30	5,51	144 \pm 4,6	13,8	9,56	3,19	3,26		
18	225,6 \pm 18,4	63,50	28,30	9,16	165 \pm 8,4	37,6	22,80	5,19	3,00		
20	250,5 \pm 14,1	44,50	17,79	5,62	175 \pm 11,3	22,7	12,9	3,50	5,00		
22	276,1 \pm 13,4	60,00	21,70	5,03	-	-	-	-	-		

осины женского пола БЭП камбия стволов значительно выше, чем у осины мужского пола. Превышение в величинах БЭП камбия стволов женских особей над мужскими для деревьев преобладающих ступеней толщины составляет в среднем 10–15%, что свидетельствует о более высоком уровне их физиологической активности.

Развитие сердцевинной гнили в стволах осины сопровождается снижением значений БЭП камбия. Для растений обоего пола соответствующих диаметров развитие сердцевинной гнили в стволах приводит к снижению БЭП в среднем на 20–25%.

Снижение биоэлектрического потенциала у больных деревьев в основном наблюдается в стволовой части дерева, в местах развития сердцевинной гнили. Биоэлектрические потенциалы корневых систем больных и здоровых растений осины существенно не отличаются между собой. Существенных различий в

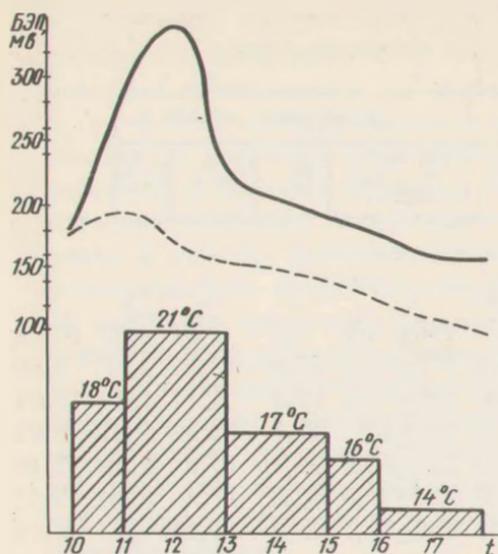


Рис. 1. Изменение биоэлектрического потенциала камбия здоровых и пораженных сердцевинной гнилью деревьев в течение суток.

— здоровые деревья
 - - - - - пораженные деревья

величине БЭП корневых систем и по половому признаку деревьев не обнаружено.

Нами было прослежено изменение биоэлектрической активности камбия растущих деревьев в течение светового дня. Биоэлектрический потенциал измерялся в одной паре точек: ствол дерева на высоте 1,3 м и корневая шейка. Для регистрации БЭП камбия использовались милливольтметр ППМ 03-М1 и самопишущий милливольтметр Н-39. Результаты исследований (рис. 1) показывают, что БЭП камбия на протяжении светового дня значительно изменяется, отражая физиологическую активность камбия растений, меняющуюся в связи с колебаниями в известных пределах температуры, влажности и других факторов внешней среды.

У здоровых деревьев наблюдается увеличение БЭП камбия в первой половине дня с максимумом в 12 ч, после чего биоэлектрический потенциал снижается, и в вечерние часы он имеет минимальное значение, коррелируя с изменениями температуры воздуха.

Развитие сердцевинной гнили в древесных стволах осины не меняет характера дневных колебаний БЭП камбия, связанных с процессами жизнедеятельности растений. Однако у больных деревьев отмечаются более слабые изменения в течение светового дня. Так, если у здоровых растений с 10 до 12 ч БЭП камбия увеличился со 130 до 340 мВ, то у больных растений

только на 15 мВ. В остальное время дня, особенно после 13 ч, как у здоровых, так и у поврежденных гнилью деревьев БЭП камбия изменяется плавно и их величины значительно снижены.

Проведенные исследования по изучению биоэлектрической активности камбия осины показали, что в связи с развитием сердцевинной гнили активность камбия уменьшается, что свидетельствует об общем снижении уровня физиологической активности зараженных деревьев. Продолжение работ в этом направлении является перспективным не только для теоретического изучения электрических характеристик растущих деревьев, но и для решения практических задач лесного хозяйства.

Л и т е р а т у р а

1. Балахонов В.Ф., Кишенков Ф.В. Связь электродотенциала камбия сосны с таксационными показателями. - "Лесохозяйственная информация", 1969, № 13.
2. Журавлева М. В. Способ определения активности камбия у растущих деревьев ели. - "Лесной журнал", 1972, № 1.
3. Кишенков Ф.В. К вопросу прижизненной диагностики состояния деревьев. - В сб.: Лесная геоботаника и биология древесных растений, вып. 1. Брянск, 1972.
4. Коловский Р.А. Связь биоэлектрических потенциалов древесных растений с морфологическими признаками и экологическими факторами. - В сб.: Физиолого-биохимические особенности древесных растений Сибири. М., 1971.
5. Коловский Р.А., Фуряев В.В., Коловский А.А. Биоэлектрические потенциалы сосен, поврежденных пожаром. - "Лесоведение", 1971, № 5.
6. Коловский Р.А. Влияние атмосферного электричества на биоэлектрические потенциалы подроста кедра и сосны. - "Электронная обработка материалов", 1973, № 1.
7. Коловский Р.А. Влияние относительной влажности воздуха на величину биоэлектрического потенциала древесных растений. - "Лесоведение", 1973, № 6.
8. Кочановский С.Б. Влияние сердцевинной гнили осины на физиологические процессы. - "Беловежская пуца", вып. 2. Минск, 1968.
9. Курелла Г.А. Физико-химические основы происхождения разности потенциалов при покое. - В кн.: Физико-химические основы происхождения биопотенциалов. М., 1964.
10. Ладейщикова Е.И., Побегайло А.И., Алексеев И.А., Белый Г.Д., Коробченко А.Г. Физиологические и биоэлектрические показатели сосны при изреживании насаждений в условиях поражения корневой губки. - "Лесоводство и агролесомелиорация", вып. 26. Киев, 1971.
11. Рут-

ковский И.В., Лобов А.И. Прибор для непрерывной регистрации БЭП в полевых условиях. - "Электронная обработка материалов", 1970, №4. 12. Рутковский И.В. Биоэлектрическая активность тополей разного физиологического состояния в суточном и сезонном ритмах. - "Лесоведение", 1973, №1. 13. Сална Л.А. Изменение биоэлектрических потенциалов растений под влиянием внешних условий. Труды МОИП, т. 9. М., 1964. 14. Сянюхин А.М. Суточные изменения электрофизиологических характеристик и управляющие биотоки. Докл. ТСХА, вып. 94. М., 1963. 15. Федоров Н.И. Водный режим осины, пораженной сердцевинной гнилью. - "Биологические науки", 1969, №9. 16. Федоров Н.И., Раптунович Е.С. Влияние сердцевинной гнили на интенсивность дыхания и активность окислительных ферментов осины. - В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство", вып.2. Минск, 1969. 17. Федоров Н.И. Биология *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. и *Phellinus tremulae* Bond. et Boriss и патологическая физиология сосны обыкновенной и осины. Автореф. докт. дис. Минск, 1970. 18. Ходасевич С.Г. Исследование протекания электрического тока в деревьях лиственных и хвойных пород. Докл. АН СССР, т. 155, №4. М., 1964. 19. Шверножук Р.Г. Биоэлектрическая активность ели в насаждении и методика ее измерения. - "Лесной журнал", 1968, №4. 20. Fensom D.S. The bioelectric potentials of plants and their functional significance. 5. Some daily and seasonal changes in the electrical potential and resistance of living trees. *Canad. J. Bot.*, v. 41, 6, 1963. 21. Schuch M., Wanke R. Die zeitlichen Variationen der elektrischen S Streemungsspannung in einem Fichtenstamm, verursacht durch die taegliche Aenderung des Saftstromes. *Oecologia plantarum*, Bd 3, N. 2, 1968. 22. Wilhelmi Th. Electricische Potential-differenzen in Waldbaumen, ihre Abhangigkeit von meteorologischen Faktoren und ihre Beziehung zum Dickenwachstum. Schweiz. Z. Forstwesen, Bd 120, N. 6, 1969.