

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 тисолистной 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 счи-

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

Ступень толшины	Здоровые деревья				Больные деревья				t
	M± m _M , кОм	σ	W,%	P,%	M± m _M , кОм	σ	W,%	P,%	
Мужские особи									
12	21 ±1,0	1,41	6,70	4,80	27,7±1,46	2,52	9,15	5,27	3,94
14	19 ±0,13	0,25	1,35	0,67	22,7±1,23	2,13	9,36	5,42	3,08
16	16,2±0,65	1,60	9,20	4,17	20,2±0,51	1,78	8,40	2,43	4,82
18	15,2±0,80	2,66	5,97	5,25	19,2±0,65	1,73	9,02	4,16	3,88
20	14,5±0,64	2,99	15,8	4,23	17,8±0,98	2,96	16,6	5,5	3,08
22	14,0±0,61	2,56	18,3	4,36	16,5±0,53	2,14	12,9	3,21	3,45
24	12,5±0,31	1,61	12,9	2,48	15,3±0,67	2,02	13,2	4,38	3,78
26	11,2±0,29	1,16	10,3	2,58	13,6±0,31	1,24	9,10	2,28	5,72
Женские особи									
10	24,2±0,24	0,8	3,45	1,15	28,8±0,77	2,99	10,4	2,69	5,63
12	22,3±0,38	1,67	1,55	1,72	28,0±0,33	1,05	3,75	1,17	11,4
14	20,0±0,35	1,56	7,43	1,66	25,6±0,35	3,29	13,2	3,32	6,03
16	17,6±0,46	1,65	9,36	2,60	22,0±0,81	2,66	12,1	3,71	4,73
18	16,0±0,41	1,54	9,65	2,57	21,0±0,81	2,00	9,50	3,86	5,49
20	15,7±0,31	1,49	9,50	1,98	19,2±0,52	1,56	9,13	2,70	5,00
22	15,6±0,60	1,82	11,6	3,9	-	-	-	-	-
24	15,7±0,88	1,53	9,75	5,6	-	-	-	-	-
26	15,4±0,44	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 пропускался 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 толщины	Здоровые деревья				Больные деревья				t	
	M± m, MB	σ	W,%	P,%	M± m, MB	σ	W,%	P,%		
Мужские особи										
16	161 ± 7,1	22,1	13,95	4,46	-	-	-	-	-	-
18	185 ± 8,5	26,85	14,55	4,59	140± 4,2	9,9	7,07	3,00	10,08	
20	225,6±13,1	41,55	18,50	5,84	172± 4,6	17,8	10,35	2,67	3,89	
22	229,7±10,1	32,00	13,9	4,40	198± 3,2	10,1	5,11	1,61	3,02	
24	240,5±9,7	43,40	18,00	4,03	208±4,6	22,6	10,82	2,21	3,02	
26	269 ±10,3	39,65	14,75	3,89	228±13,9	34,75	15,2	6,09	2,16	
28	282 ±12,1	36,20	13,55	4,29	232± 8,9	39,85	17,3	3,84	3,33	
30	334 ±11,2	50,05	14,99	3,35	238±15,5	26,8	11,25	6,50	5,03	
Женские особи										
12	142 ± 5,6	27,38	19,30	3,95	117,4±3,9	12,5	10,07	3,36	3,60	
14	167,1± 8,3	41,50	24,90	4,96	132 ±5,6	21,6	16,40	4,24	3,50	
16	176,2± 9,7	38,50	21,30	5,51	144 ±4,6	13,8	9,56	3,19	3,26	
18	225,6±18,4	63,50	28,30	9,16	165 ±8,4	37,6	22,80	5,19	3,00	
20	250,5±14,1	44,50	17,79	5,62	175 ±11,3	22,7	12,9	3,50	5,00	
22	276,1±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 12ч, 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 12ч БЭП камбия увеличился со 180 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 снивелированы.

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 электропотенциала 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., 1934. 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. Салла Л.А. Изменение биоэлектрических потенциалов растений под влиянием внешних условий. Труды МОИП, т. 9. М., 1964. 14. Синюхин 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 Stromspannung 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.