

города — 700—800 лет. Несмотря на такой большой срок хранения изделия стоянок из Горбунова, Шигира, Сарнате и реки Модлы хорошо сохранили свою форму и дают яркое представление об особенностях материальной неолитической эпохи, а древесина ядра сосны, дуба и спелая древесина ели во многих случаях сохранили прочность, не отличающуюся от прочности свежесрубленной древесины тех же пород. Таким образом, древесина в определенных условиях хранения — по своей природе изумительно стойкий материал. К сожалению, мы еще далеко не используем возможности по сохранению древесины, которые заложены в самой природе этого замечательного материала.

## **ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ГАЗООБМЕН ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ, ПОВРЕЖДЕННЫХ КОРНЕВОЙ ГУБКой**

**Н. И. ФЕДОРОВ, И. Т. ЕРМАК**

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

Исследованиями ряда авторов установлено, что на интенсивность дыхания и на соотношение активности отдельных групп дыхательных ферментов значительное влияние оказывает температура, влажность, газовый состав среды, освещение и другие факторы, в том числе воздействие фитопатогенных организмов (Смирнов, 1943; Гуревич, 1945; Рубин, 1963; Реуцкий, 1969; Смоляк, Реуцкий, Степук, 1970 и др.).

Огромный экспериментальный материал позволил Б. А. Рубину и Е. В. Арциховской (1960) заключить, что под влиянием инфекции значительно усиливается дыхательная активность. А. Н. Бах (1950) отмечал, что одной из функций окислительных систем растения является окисление токсинов паразита, в состав которых входят недоокисленные продукты обмена: органические кислоты, амины, аммиак и др. По данным В. Ф. Купревича (1947) и Д. М. Михлина (1956), у растений под влиянием инфекции происходят изменения в использовании энергии дыхания для синтеза, нарушается связь между окислением и фосфорилированием, в результате чего дыхание становится непродуктивным.

Физиологические изменения, происходящие у сосны, пораженной корневой губкой, изучены мало. Нас интересовало, как влияет это заболевание на дыхательный газообмен больных деревьев.

Исследования проводились в 30-летнем сосновом насаждении, пораженном корневой губкой. На пробной площади было отобрано по 5 здоровых и больных деревьев. При выборе опытных деревьев обращалось внимание на величину текущего прироста по высоте, цвет хвои, развитие кроны и место расположения деревьев относительно прогаллин. В конце исследования раскапывались корневые системы опытных деревьев и определялась степень поражения корней у больных деревьев.

Интенсивность дыхания хвои устанавливалась манометрически в аппарате Варбурга. При этом была изучена интенсивность дыхания хвои в зависимости от степени повреждения деревьев грибом, возраста хвои и ее местоположения в кроне. Дыхание корней и древесины ствола определялось по методике Л. П. Смоляка, В. Г. Реуцкого (1970). Результаты исследований обработаны методом математической статистики.

Полученные нами данные (табл. 1) показывают, что активность дыхания хвои у здоровых и больных деревьев протекает не одинаково и изменяется в больших пределах в зависимости от степени повреждения корневой системы. Так, у деревьев сосны, поврежденных корневой губ-

кой в средней степени, интенсивность дыхания повышается в среднем на 6,7 %, а у сильноповрежденных — в среднем на 23,8%. Отмеченное активирование дыхания у больных деревьев является в первую очередь ответной реакцией тканей растения-хозяина на внедрение паразита. Нарушения в дыхательном газообмене больных деревьев прямо связаны со степенью поражения корневой системы гнилью. Чем больше поражены корни, тем сильнее нарушена активность дыхания хвои. Исследованиями Поссара (B. L. Pozsar, 1959) и других авторов установлено, что повышение интенсивности дыхания больных растений сопровождается разобщением окислительного распада и сопряженного с ним в нормальных условиях фосфорилирования, в результате чего энергия дыхания не используется клетками на синтез макроэргических связей АТФ (аденозинтрифосфата) и выделяется в виде тепла.

Таблица 1

Интенсивность дыхания хвои здоровых и больных деревьев сосны

Возраст хвои	Состояние деревьев	Световая хвоя		Теневая хвоя	
		мкл. O <sub>2</sub> за 1 час	% к здоровым	мкл. O <sub>2</sub> за 1 час	% к здоровым
Одно-летняя	Здоровые	303,1	100	270,4	100
	Среднеповрежденные	306,4	101,0	273,6	101,1
	Сильноповрежденные	341,2	112,5	324,1	119,8
Дву-летняя	Здоровые	224,7	100	225,5	100
	Среднеповрежденные	235,4	104,7	233,4	103,4
	Сильноповрежденные	324,5	144,4	293,0	129,9
Трех-летняя	Здоровые	228,6	100	243,2	100
	Среднеповрежденные	290,8	127,2	250,7	103,0
	Сильноповрежденные	291,6	127,6	265,3	109,0

Максимум дыхательной активности наблюдается в более молодой однолетней хвое, что согласуется с данными В. И. Палладина (1895), установившего зависимость интенсивности дыхания растительных тканей от количества активной протоплазмы в клетках. Трехлетняя хвоя менее чувствительна к влиянию инфекции.

Степень увеличения интенсивности дыхания хвои под влиянием грибной инфекции изменяется в зависимости от местонахождения хвои в кроне. Так, дыхательная активность газообмена теневой хвои у больных деревьев возрастает в среднем на 11, а световой — на 16%.

Данные дисперсионного анализа полученных результатов (табл. 2) показывают, что влияние фактора А (степени повреждения) является достоверным для однолетней и двулетней хвои. Влияние фактора В

Таблица 2

Дисперсионный анализ данных влияния корневой гнили на интенсивность дыхания хвои сосны

Источник варьирования	F фактическое			F табличное при	
	однолетняя хвоя	двулетняя хвоя	трехлетняя хвоя	P=0,05	P=0,01
Фактор А (степень повреждения)	5,19	7,15	2,94	3,32	5,39
Фактор В (местоположение хвои)	4,49	0,17	1,12	4,17	7,56
Взаимодействие факторов А и В	0,09	0,14	0,98	3,32	5,39

(местоположение хвои в кроне) достоверно только для однолетней хвои. Взаимодействие этих факторов в нарушении дыхательного газообмена у больных деревьев недостоверно для хвои всех трех возрастов.

Загнивание корней, вызываемое корневой губкой, существенно влияет на интенсивность дыхательного газообмена корней больных деревьев (табл. 3). У зараженных деревьев вследствие отмирания части корней и отсутствия достаточного количества физиологически активных корней повышается интенсивность дыхания корневой системы (Федоров, 1970). Особенно ясно это проявляется в сосущих корнях, интенсивность дыхания которых составляет в среднем 130—190% по отношению к здоровым. Более высокий уровень дыхательной активности отмечен также в древесине проводящих корней — 112—114%. Обильное просмоление корней в начальной стадии гнили заметно снижает их физиологическую активность. Интенсивность дыхания корней в стадии засмоления очень незначительна.

Таблица 3

Интенсивность дыхания корней и древесины ствола здоровых и больных деревьев сосны, мл.  $O_2$ /ч/1 г сухого веса

Состояние дерева	Сосущие корни	Проводящие корни	Корни в стадии засмоления	Древесина ствола на 1,3 м
Здоровые	126,72	1,16	—	0,54
Больные	165,73	1,31	0,23	0,24
% к здоровым	130,7	112,9	—	44,4

Повышенная интенсивность дыхания корней вызвана, на наш взгляд, нарушением водоснабжения и минерального питания вследствие отмирания значительной части корневой системы. На интенсивность дыхания большое влияние может оказывать газовый состав. По данным В. Г. Реуцкого (1969), наличие в почвенном воздухе 2—3% углекислоты уменьшает интенсивность дыхания почти наполовину, а превышение углекислоты в малых пределах (0,04—0,07%) почти не оказывает никакого действия. Наши данные показали, что в почвенном воздухе в корнеобитаемом слое содержится 20,6% кислорода и 0,21% углекислого газа.

У заболонной древесины ствола больных деревьев дыхательная активность составляет 40—50% по отношению к здоровым деревьям, что объясняется отмиранием живых элементов в результате нарушения водообмена и минерального питания.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Корневая гниль сосны оказывает существенное влияние на интенсивность дыхательного газообмена больных деревьев. Повышение дыхательной активности у больных деревьев наблюдается в хвое всех возрастов. Интенсивность дыхательного газообмена двулетней хвои больных деревьев на 10—30% выше по сравнению со здоровыми. Загнивание корней больше сказывается на интенсивности дыхания световой хвои, чем теневой.

2. Поражение сосны корневой гнилью изменяет интенсивность дыхания корней. Активность дыхательного газообмена сосущих корней у больных деревьев в 1,5—2 раза выше, чем у здоровых. Более высокий уровень дыхательной активности отмечен в древесине проводящих корней. Корни больных деревьев в начальной стадии гнили обладают очень малой дыхательной активностью. Интенсивность дыхания древесины ствола у больных деревьев почти вдвое меньше, чем здоровых,

3. Нарушения в дыхательном газообмене больных деревьев находятся в прямой связи со степенью поражения корневой системы гнилью. Чем больше поражена корневая система, тем сильнее нарушена активность дыхания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бах А. Н. 1950. Избранные работы по химии и биохимии. М. Гуревич А. А. 1945. О восстановлении о-динитробензола в зеленом растении. О теории регуляции белкового обмена в растении. ДАН СССР, т. 18, № 2. Купревич В. Ф. 1947. Физиология большого растения в связи с общими вопросами паразитизма. М.—Л. Михлин Д. М. 1956. Биологическое окисление. М. Негруцкий С. Ф. 1963. Гриб *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. (корневая губка) и патофизиология зараженного им дерева. Автореф. докт. дисс. Л. Палладин В. И. 1895. Зависимость дыхания растений от количества находящихся в них непереваренных белковых веществ. Тр. Харьковск. об-ва испытат. природы, т. 29. Харьков. Реуцкий В. Г. 1969. Влияние уровня грунтовых вод на дыхание корней, углеводный и водный обмен сосны обыкновенной на торфяно-болотных почвах. Автореф. канд. дисс. Минск. Рубин Б. А. 1963. Курс физиологии растений. М. Рубин Б. А., Арциховская Е. В. 1960. Биохимия и физиология иммунитета растений. М. Смирнов А. И. 1943. Дыхательный газообмен и ферментативная активность пшеничного зерна при созревании. «Биохимия», 8, в. 4. Смоляк Л. П., Реуцкий В. Г. 1967. Метод определения дыхания корней в естественных условиях. Тез. докл. II Всесоюзн. симпозиума по физиолого-биохимическим основам формирования растительных сообществ (фитоценозов). Киев. Смоляк Л. П., Реуцкий В. Г., Степук В. А. 1970. Интенсивность дыхания корней сосны обыкновенной в условиях болот. Сб.: Флористич. и геоботанич. исследования в Белоруссии. Минск, Федоров Н. И. 1970. Биология *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. и *Phellinus tremulae* Bond. et Borrís. и патологическая физиология сосны обыкновенной и осины. Автореф. докт. дисс. Минск. Pozser B. J. 1959. The role of toxins in the uncoupling of oxidative phosphorylation from respiration. Acta biologica. Sci. Hungaricae, Supplementum, 3, Budapest, 5—7, 41.

### СИБИРСКИЙ ХЕРМЕС (*Pineus cembrae* Chol.) И ОПЫТ ЛЕТНЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ С НИМ

В. И. ГОРЯЧЕВА

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

Сибирский хермес (*Chermes sibiricus* Chol, или *Pineus cembrae* Chol.) как вредитель сибирского кедра впервые обнаружен Н. А. Холодковским в парке Петербургского лесного института в 1889 г. (Холодковский, 1915).

Согласно его данным, полный цикл развития этого вредителя проходит на двух древесных породах — сибирском кедре (*Pinus sibiricus*) и европейской ели. На ели вредитель образует характерные галлы в виде дугообразно искривленных и почти не утолщенных побегов со вздутыми у основания хвоинками. На кедре хермес обитает на хвоинках и коре, галлов не образует. На ели у основания хвоинок зимуют личинки, которые после линьки весной превращаются во взрослых основательниц, откладывающих яйца. Вышедшие личинки забираются под вздутые основания измененных хвоинок галлов, образующихся в результате сосания основательниц. В начале июня личинки превращаются в крылатых самок, которые мигрируют на кедр. На хвое кедра они откладывают по большой кучке яиц, слегка прикрытых беловатым налетом. Выходящие из яиц личинки переселяются на кору побегов, где зимуют. Весной эти «ложные основательницы» линяют и превращаются в бескрылых самок, красных, желтоватых или зеленоватых, которые выделяют длинный густой белый пух. Из отложенных ими яиц выходит новое поколение, переселяющееся на кору молодых зеленых побегов.