

тр./ЦНИИМОД.- 1986.- С. 42-47. [7]. Прокофьев Г.Ф. Определение параметров механизма привода пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими // Лесн. журн.- 1991.- № 4.- С. 55-58.- (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Прокофьев Г.Ф., Ходерян Б.А. Привод пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими опорами // Проблемы интенсификации лесопильного производства: Науч. тр./ЦНИИМОД.- 1984.- С. 130-137.

Поступила 25 декабря 1995 г.

ИДК 674.048

Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ, Е. Г. КОСТИНА
ЦНИИМОД

Варфоломеев Юрий Александрович родился в 1953 г., окончил в 1975 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, заведующий кафедрой инженерных конструкций и архитектуры АГТУ. Имеет около 200 научных трудов в области повышения эксплуатационной надежности деревянных конструкций и защитной обработки древесины экологически безопасными методами.



Костина Елена Геннадьевна родилась в 1969 г., окончила в 1991 г. Казанский государственный университет, кандидат биологических наук. Имеет 3 печатных труда в области экологических исследований влияния антисептиков для древесины на растения.



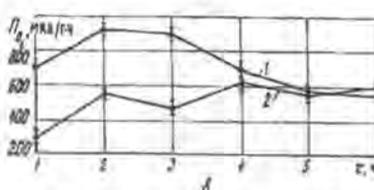
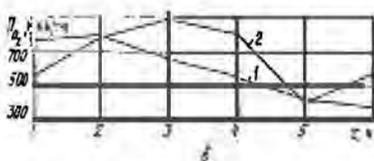
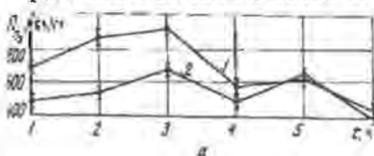
**ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТИСЕПТИКОВ
НА ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ГАЗООБМЕН РАСТЕНИЙ**

Установлено, что антисептик катан подавляет дыхание растений за счет ингибирования первого сегмента дыхательной цепи митохондрий и калиевой проницаемости мембран; действие К-12 обусловлено ингибированием гликолитической системы; ЭОК стимулирует дыхание опосредовано через увеличение проводимости мембран для ионов.

It has been found out that such antiseptic as katan suppresses the plant respiration by inhibiting the first segment of respiration chain of mitochondriae and calium penetration of membranes; the action of K-12 is brought about by inhibiting the glycolitic system; EOK provides an indirect stimulation of respiration through increasing the membrane conductivity for ions.

В последние годы в связи с высокой экологической опасностью используемых антисептиков для древесины возникла потребность в разработке новых препаратов. В настоящей работе исследовано действие разработанных в ЦНИИМОДе бесхлорфенольных антисептиков для древесины на дыхательный газообмен растений. Дыхание является определяющим процессом жизнедеятельности, поставляющим клетке энергию, которая расходуется на клеточное деление, рост, развитие, размножение, разнообразные синтезы.

Исследованы антисептики К-12, катан и ЭОК. Биоактивность антисептика К-12 обусловлена, главным образом, ионами фтора. Антисептик катан содержит четвертичное аммониевое соединение, которое относится к катионным поверхностно-активным веществам (ПАВ). Известно, что мишенью ПАВ в клетке являются мембранные структуры. Антисептик ЭОК представляет собой смесь синтетических жирных кислот фракции C_5-C_9 .



Влияние антисептиков на потребление кислорода (Π_{O_2}) корневыми клетками: а - катан (0,001 %), б - ЭОК (0,01 %), в - К-12 (0,001 %); 1 - контрольный образец; 2 - обработанный антисептиком (τ - продолжительность обработки)

Для исследований были взяты 6-суточные проростки пшеницы сорта «Люба», выращенные на дистиллированной воде. Интенсивность потребления кислорода определяли манометрическим методом Варбурга. Навеску материала (150 мг) помещали в сосуды Варбурга с соответствующими растворами (3 мл) и после 10...15-минутного термостатирования измеряли потребление кислорода в течение 1 или 6 ч, снимая показания через каждый час. О выделении калия корневыми клетками судили по изменению его количества в инкубационной среде в сосудах Варбурга. Измерения проводили на пламенном фотометре марки ПФМ.

При исследовании динамики потребления кислорода отсеченными корнями отмечена фазность этого процесса. Представленные на рисунке данные показывают, что через 2...3 ч после отсечения корней интенсивность дыхания корневых клеток возрастает, затем постепенно снижается. В некоторых случаях через 5...6 ч инкубации корневой она становится ниже, чем в первый час.

При действии катана на отсеченные корни происходит значительное (более чем на 30 %) снижение потребления кислорода. Известно [2], что ряд фунгицидов (ватавакс, плантвакс и байлетон) в первые 2...3 ч также ингибируют дыхание корней на 30...40 %. Поскольку ингибирующий эффект проявляется сразу, можно предположить, что катан оказывает влияние непосредственно на митохондриальное дыхание, особенно на первый сегмент

дыхательной цепи – самый медленный и наиболее уязвимый. Широкий круг гидрофобных ксенобиотиков блокирует дыхание именно на этом участке цепи [3].

Другая причина снижения интенсивности дыхания при действии катана может быть связана с тем, что входящее в его состав соединение четвертичного аммония является эффективным блокатором калиевых каналов плазмалеммы. Действительно, при действии катана наблюдалось снижение в 2 раза выхода ионов калия из корней, тогда как ингибитор первого сегмента дыхательной цепи – ротенон, увеличивал выход ионов калия на 40 % (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние ротенона и катана на проницаемость
корневых клеток для ионов калия**

Опыт	Концентрация ионов K^+ , мкэкв/г, за промежуток времени, ч		
	1	2	6
Контроль	10,40	–	–
Ротенон ($1 \cdot 10^{-5}$ М)	16,60	–	–
Контроль	–	8,80	0,50
Ротенон (0,001 %)	–	4,90	0,25

Не исключено и двойное влияние катана на дыхание корней: ингибирование потребления кислорода через блокаду калиевых каналов и непосредственное действие на первый сегмент митохондриальной цепи переноса электронов.

При действии ЭОК на отсеченные корни снижается потребление кислорода на 30 % за первый час инкубации, затем дыхание возрастает и к третьему часу наблюдается стимуляция дыхания на 40 % (см. рисунок б) причем рН среды инкубации в течении опыта на фоне ЭОК изменялась от 6,9 до 5,8, концентрация ионов калия, равная 0,36 мкэкв/г, оставалась на уровне контроля (0,33 мкэкв/г).

Возрастание потребления кислорода и изменение рН среды инкубации связаны, на наш взгляд, с активацией ионтранспортирующих систем поверхностной мембраны клетки (протонных АТФаз).

Доказательством предположения об активации ионтранспортирующих систем поверхностной мембраны при действии ЭОК и возрастании при этом энергозатрат (увеличение интенсивности дыхания) являются опыты по ингибированию этих систем ионами серебра. Известно, что ионы серебра служат высокоспецифичными блокаторами протонных АТФаз [1]. Результаты показали, что стимуляция потребления кислорода при действии ЭОК предотвращается ионами серебра (табл. 2). По-видимому, ЭОК способствует активации дыхания клеток корней растений опосредованно через усиление активности транспортных систем мембраны (возможно протонных АТФаз).

При действии К-12 на отсеченные корни в первые три часа инкубации происходит подавление потребления кислорода на 40...60 % (см. рисунок в).

Таблица 2

Влияние ЭОК на поглощение кислорода корнями, преинкубированными в воде в течение 5 ч в присутствии ионов серебра

Опыт	Концентрация O ₂ , мкл/(г·ч), за 1 ч		Изменение концентрации O ₂ относительно контроля, %
	\bar{X}	σ	
Контроль	408	30	100
ЭОК (0,01 %)	512	6	125
ЭОК (0,01 %) + + AgNO ₃ (1·10 ⁻⁵ M)	355	47	87
AgNO ₃ (1·10 ⁻⁵ M)	375	17	92

Примечание. \bar{X} – среднее арифметическое; σ – среднеквадратическое отклонение.

Как показал аминокислотный анализ [4], при воздействии фторидов уменьшается только содержание аланина, что свидетельствует о ингибировании гликолиза и образовании пирувата, который является основой для синтеза аланина. В такой ситуации можно допустить, что К-12 ингибирует преимущественно гликолитическую часть окисления.

По данным [5], действие ионов фтора на дыхание не имеет простой связи с количеством этого иона в клетках – накопленное большое количество фтора может не оказывать влияния на дыхание. Основываясь на результатах исследований, можно сделать вывод, что действие ионов фтора зависит от способа ввода его в клетки. При многодневном медленном проникновении в клетки ионы фтора не действуют на дыхание или вызывают его стимуляцию, а при инфильтрации тканей раствором фторида подавляют дыхание. В наших экспериментах выращивание проростков опытных образцов растений на растворе К-12 приводило к незначительному подавлению дыхания (табл. 3).

Таблица 3

Поглощение кислорода корневыми клетками проростков пшеницы, выращенными на антисептике К-12

Опыт	Концентрация O ₂ , мкл/(г·ч), за 1 ч		Изменение концентрации O ₂ относительно контроля, %
	\bar{X}	σ	
Контроль	573	35	100
К-12	445	30	78

В ходе проведенных исследований установлено, что бесхлорфенольные антисептики катан и К-12 снижают потребление кислорода корнями растений. Снижение интенсивности дыхания корней при обработке катаном может быть связано с действием на первый сегмент дыхательной цепи митохондрий и блокированием калиевой проницаемости плазмалеммы. Подав-