

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 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 лабораторией защиты древесины Центрального научно-исследовательского института механической обработки древесины. 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 на растения антисептиков для древесины.



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ АНТИСЕПТИКОВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

На примере проростков пшеницы экспериментально изучено действие бесхлорфенольных водорастворимых антисептиков К-12, ЭОК и катана на энергетический обмен растительных тканей, определяющий процессы жизнедеятельности растений.

By an example of wheat germs the effect of chlorophenolless water-soluble preservatives K-12, EOK and katan on plant tissues' energy exchange determining vital activity processes of plants has been experimentally studied.

В настоящей работе рассмотрено действие бесхлорофенольных антисептиков К-12, ЭОК и катана на энергетический обмен растений.

Важнейшими показателями энергетического обмена являются дыхание и тепловыделение. Дыхание – это процесс, в ходе которого поставляется энергия E , необходимая для деления, роста, размножения клеток и различных синтезов. Теплота Q , выделяемая живыми тканями в окружающую среду, имеет различное происхождение. Рассматривают [1] «первичную» и «вторичную» теплоту. Первичная теплота возникает за счет рассеивания энергии непосредственно в ходе окислительных реакций. Большая часть освобожденной энергии сразу не рассеивается, а трансформируется в энергию макроэргических связей и лишь после этого превращается во вторичную теплоту.

Эффективность дыхания растений определяют по способности данного процесса компенсировать энергетические потери организма, суммарным выражением которых является теплоотдача. Очевидно, чем в большей степени количество поставляемой дыханием энергии превышает теплоотдачу (или чем меньше соотношение Q/E), тем большим избытком свободной энергии располагает живая система для проведения идущих в ней эндотермических процессов.

Основными токсическими ингредиентами антисептика К-12 являются соединения фтора, ЭОК – щелочные соли карбоновых и органических кислот, катана – соединения четвертичного аммония.

В качестве объекта исследования использовали отсеченные корни шестидневных проростков пшеницы, выращенных на дистиллированной воде.

Выделение теплоты фиксировали с помощью дифференциально-микрокалориметра ЛКВ-2277 «Bioactivity Monitor» с высокой разрешающей способностью.

Навеску отсеченных корней массой $(30 \pm 0,5)$ мг помещали в стеклянные измерительные ампулы вместимостью 3 см^3 , где находилось $0,6 \text{ см}^3$ жидкости. (В контрольном опыте – это дистиллированная вода; в остальных – катан или К-12 концентрацией $0,001 \%$; ЭОК – $0,01 \%$.) Ампулы герметично опечатывали металлической крышкой с закрепленным на ней подвесом и помещали в калориметр. В положении термостатирования ампулы выдерживали $10...15$ мин, после чего их опускали в измерительное положение и включали режим регистрирования. (За начало отсчета принимали максимальное положение пера самописца.)

Количество выделяемой теплоты находили по следующей формуле:

$$Q = \frac{3600 \cdot 0,239 \cdot l \cdot n}{10^6 \cdot m}$$

где Q – выделяемая теплота, кал/(ч · г сырой массы);

0,239 – коэффициент для перевода ватт в калории;

l – отклонение от базовой линии, мм;

n – константа калибровки самописца, мВт;

m – навеска растительного материала, г.

На основе балансового уравнения



общее количество освобождаемой при дыхании энергии E вычисляли по формуле

$$E = KV,$$

где K – калорический коэффициент, характеризующий количество энергии, выделяющейся на объем V поглощенного при дыхании растений кислорода.

Проведение вычислений на основе балансового уравнения возможно при условии, что дыхательный коэффициент близок к единице. Только в этом случае можно с достоверностью полагать, что субстратом дыхания служат именно сахара, подвергающиеся полному окислению. При окислении сахаров $K = 5,12$ кал/мкл. Объем поглощенного кислорода регистрировали манометрическим методом в аппарате Варбурга [2]. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице.

Показатели энергетического обмена растений в процессе дыхания при воздействии на них антисептиков для древесины (числитель) и дистиллированной воды (знаменатель)

| Антисептик | Концентрация антисептика, % | Продолжительность воздействия, ч | Энергия, кал/(ч · г) | Теплота, кал/(ч · г) | Соотношение Q/E |
|------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Катан | 0,001 | 1 | 2,5/3,5 | 1,2/2,4 | 0,47/0,68 |
| | | 2 | 2,8/4,3 | 1,2/2,5 | 0,44/0,57 |
| | | 3 | 3,5/4,6 | 1,4/2,8 | 0,41/0,61 |
| | | 4 | 2,5/3,1 | 1,8/3,3 | 0,73/1,09 |
| | | 5 | 3,2/3,1 | 2,1/3,6 | 0,65/1,17 |
| ЭОК | 0,010 | 1 | 2,8/3,8 | 2,6/2,3 | 0,92/0,62 |
| | | 2 | 4,1/4,0 | 2,5/2,3 | 0,62/0,56 |
| | | 3 | 4,6/3,3 | 2,6/2,5 | 0,58/0,76 |
| | | 4 | 4,1/2,8 | 2,7/2,9 | 0,66/1,04 |
| | | 5 | 2,1/2,1 | 2,5/3,5 | 1,15/1,66 |
| К-12 | 0,001 | 1 | 1,5/3,6 | 1,8/2,6 | 1,26/0,72 |
| | | 2 | 2,8/4,7 | 1,8/2,8 | 0,68/0,60 |
| | | 3 | 2,4/4,6 | 1,9/3,1 | 0,78/0,66 |
| | | 4 | 3,2/3,5 | 2,2/3,6 | 0,63/1,02 |
| | | 5 | 2,9/3,0 | 2,9/3,8 | 1,03/1,26 |

Как видно из таблицы, при действии антисептика катан термогенез значительно снижается по сравнению с контрольным опытом (данные в знаменателе). Это связано с тем, что катан может оказывать двойной эффект: ингибирование первого сегмента дыхательной цепи и блокирование выхода из клеток ионов калия. Блокирование выхода ионов калия из клеток (снижение проводимости плазмалеммы для этих ионов) является одной из причин снижения соотношения Q/E .

Под влиянием антисептика ЭОК термогенез в корнях усиливается. При этом в первые 2 ч инкубации корней происходит увеличение соотношения Q/E . Можно предположить, что в этот период под его влиянием возрастает проницаемость плазмалеммы для протонов и калия, переносчиком которых являются остатки жирных кислот, входящих в состав ЭОК. Ранее при выявлении причин стимуляции дыхания ЭОК было показано, что эта стимуляция опосредуется активацией фермента аденозинтрифосфотазы, работа которой сопровождается выделением теплоты и, следовательно, возрастанием соотношения Q/E . Через 4 ч инкубации корней в растворе антисептика ЭОК потребление кислорода и термогенез приближаются к значениям, полученным в контрольных опытах, что свидетельствует о снижении энергетических затрат на транспорт ионов калия и протонов. Можно полагать, что за этот период времени происходит компенсация потерь клетками ионов калия: концентрация ионов калия в среде инкубации контрольных опытов составила 0,33 мкэкв/г, а в остальных – 0,27 мкэкв/г. Одновременно имело место снижение пассивного поступления протонов в клетку, поскольку величина рН среды инкубации снизилась с 6,9 до 5,8. Подтверждением снижения энергетических затрат на транспорт ионов является уменьшение соотношения Q/E по сравнению с контролем.

При действии антисептика К-12 на корневые клетки наблюдается корреляция между снижением интенсивности дыхания и термогенезом по сравнению с контрольными опытами. Влияние К-12 направлено в основном на гликолитическую систему, что обусловлено наличием ионов фтора. В литературе практически нет данных о влиянии специфических ингибиторов дыхания на термогенез. Можно допустить, что ингибирование энергетического обмена в течение 2...4 ч будет сопровождаться именно снижением термогенеза, так как последний в значительной степени определяется активностью окислительных реакций. При более длительной (8...12 ч) инкубации корней в растворе К-12 могут включаться альтернативные пути окисления глюкозы, жирных кислот и других субстратов. При этом вполне возможно не подавление, а усиление термогенеза. Действительно, в наших экспериментах термогенез корневых клеток через 8...12 ч резко усиливается (см. рисунок).

Таким образом, уровень термогенеза, а также соотношение Q/E определяются спецификой действия конкретного вида антисептика. Непосредственное действие катана и К-12 на энергетический аппарат растительных клеток в начальный период времени сопровождается ингибированием термогенеза. Антисептик ЭОК модифицирует мембранную



Термогенез корней проростков пшеницы при действии дистиллированной воды (1) и водного раствора К-12 концентрацией 0,001 % (2)

проницаемость, при этом обнаруживается возрастание термогенеза корневых клеток. В большинстве опытов интенсивность термогенеза коррелирует с интенсивностью потребления кислорода.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что бесхлорфенольные антисептики катан и К-12 (концентрация 0,001 %), а также ЭОК (0,01 %) оказывают влияние на растения только в первые часы воздействия. При длительном контакте с ними включаются защитные механизмы, направленные на детоксикацию антисептиков в клетках растений. Следовательно, рассмотренные бесхлорфенольные антисептики не оказывают на растения необратимого разрушающего действия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Жолкевич В. Н. Энергетика дыхания высших растений в условиях водного дефицита. - М.: Наука, 1968. - 230 с. [2]. Семихатова О. А., Чулановская М. В. Манометрические методы изучения дыхания и фотосинтеза растений. - М.: Наука, 1965. - 168 с.

Поступила 6 марта 1995 г.