

УДК 621.039.83

**АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ ПОЛОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ЖУКОВ-КОРОЕДОВ С  
ПОМОЩЬЮ КОРОТКОЖИВУЩИХ ИЗОТОПОВ**

С.С. Полисадов

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. А.И. Пушкарев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [ssp6@tpu.ru](mailto:ssp6@tpu.ru)

**ANALYSIS OF CONCEPT OF STERILISATION OF BARK BEETLES USING SHORT-  
LIVED ISOTOPS**

S.S. Polisadov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A. I. Pushkarev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [ssp6@tpu.ru](mailto:ssp6@tpu.ru)

***Abstract.** In this study, we present a new method for sterilizing bark beetles using a short-lived isotope. The novelty of the method consists in sterilization directly in the forests, without growing sterile individuals in the laboratory.*

**Введение.** Жуки-короеды являются большой опасностью для леса. Эти вредители часто встречаются в России, они паразитируют на коре и в лубе древесины, поражая плодовые деревья, лиственные, и особенно хвойные: сосны, ели и кедры. Наибольший вред наносят личинки, так как они питаются древесиной все время, пока не окуклятся. Всего несколько личинок за год могут довести взрослое дерево до гибели.

Недавнее обнаружение союзного короеда и очагов его массового размножения в Западной Сибири, почти в 4 тыс. км от известных местонахождений в европейской части России, свидетельствует о появлении нового фактора деградации сибирских кедровых лесов [1]. Очаги размножения союзного короеда сформировались в Кемеровской и Томской областях в припоселковых кедровниках. Они являются особо ценными лесами, выполняя функции орехово-промысловых зон, территорий традиционного природопользования местного населения, недревесными пищевыми ресурсами, генетических резерватов кедров сибирского. Повреждённые припоселковые кедровники – это огромная экологическая и серьёзная социально-экономическая проблема, поскольку эти насаждения не относятся к естественно возобновляемым лесам. Такой сложный статус насаждений, с одной стороны, требует повышенного внимания к защите от вредных организмов, а с другой стороны – значительно ограничивает возможности применения лесозащитных мероприятий.

Для уничтожения жуков-короедов используют следующие методы [2]:

1. Вырубка и уничтожение зараженных деревьев
2. Применение инсекцидов
3. Половая стерилизация жуков-короедов

Вырубка и уничтожение зараженных деревьев не обеспечивает полное уничтожение жуков и их личинок. Применение инсектицидов очень дорого и приводит к обработке соседних деревьев, кустарников, насекомых, птиц и др. При половой стерилизации на специальных биофабриках-инсектариях выращивают большое число личинок насекомого-вредителя [3]. После окукливания насекомых собирают и подвергают интенсивному гамма-облучению с дозой, приводящей к устойчивой стерилизации самцов. Нарботанных стерильных самцов выпускают на территориях естественного обитания насекомых этого вида. Эта технология также очень дорогостоящая и требует много времени. В целом опыт борьбы с союзным короедом оказался неудачным [**Ошибка! Закладка не определена.**]. Об этом свидетельствует не только продолжение гибели деревьев от вредителя в очагах, но и его прогрессирующее распространение в сопредельных кедровых насаждениях, которое ещё можно было бы задержать выборочной рубкой заселенных и выкладкой ловчих деревьев, своевременной разработкой ветровала, бурелома и снеголома.

Для половой стерилизации жуков-короедов мы предлагаем использовать радиационное излучение, которое формируется при распаде короткоживущих изотопов. Водорастворимые молекулы, в состав которых входят короткоживущие изотопы, вводятся в ствол дерева и при сокодвижении перемещаются по стволу к кроне.

**Выбор короткоживущего изотопа.** Короткоживущий изотоп, который можно использовать для стерилизации жуков-короедов, должен обеспечивать эффективное радиационное облучение жуков и их личинок на пораженном дереве. При этом, изотоп должен оказывать минимальное радиационное воздействие на другие организмы на дереве и на персонал, проводящий обработку зараженных деревьев. Выполненный анализ показал, что этим требованиям удовлетворяет радиоактивный изотоп фосфор-32, который активно применяется для проведения биохимических исследований.

Фосфор-32 – бета-излучатель с относительно небольшим пробегом частиц. Для  $\beta$ -частиц типичная величина линейных потерь энергии составляет 0,2-1 кэВ/мкм, глубина проникновения — от нескольких мм до см. При прохождении через вещество  $\beta$ -частицы легко рассеиваются в веществе, в связи с чем траектория  $\beta$ -частицы в 1,5 – 4 раза превышает пройденную толщину слоя вещества. Типичные меры предосторожности при работе с фосфором-32 включают ношение личного дозиметра для контроля облучения и экрана из акрила или плексигласа для защиты тела. Поскольку бета-излучение от фосфора-32 блокируется около 1 м воздуха, также рекомендуется носить дозиметры на частях тела, которые находятся в тесном контакте с образцом, содержащим фосфор-32. Производство фосфора-32 открылось в мае 2016 года на базе ядерного реактора Томского политехнического университета.

**Методика стерилизации:** Изготавливается специализированный водорастворимый состав, в который входит короткоживущий изотоп фосфор-32 ( $\beta$ -распад), который имеет период полураспада 14 дней. Состав вводится в луб (слой под корой) дерева методом инъекции или через корневую систему. Под действием естественного сокодвижения состав доставляется от места инъекции до кроны. Основное движение пасоки осуществляется по стволу по наружному годичному слою луба со скоростью 4-5 м/ч. Во время движения специализированного состава по стволу дерева происходит половая стерилизация жуков-короедов и их личинок электронами, которые формируются при бета-распаде фосфора-32.

**Достоинства нового метода половой стерилизации жуков-короедов.**

1. Универсальность

Короткоживущие изотопы можно использовать для разных насекомых-вредителей, в том числе для борьбы с вредителями в тепличном хозяйстве.

2. Дешевизна

Половая стерилизация насекомых-вредителей с помощью короткоживущих изотопов не требует разработки дорогостоящих препаратов или строительства специальных биофабрик-инсектариев.

3. Экологическая безопасность

При половой стерилизации насекомых-вредителей с помощью короткоживущих изотопов не используются ядовитые и вредные вещества. После распада фосфора-32 образуется стабильная сера-32, которая входит в состав смолы хвойных деревьев. Радиоактивные отходы, содержащие радионуклиды с периодом полураспада менее 15 суток, собираются отдельно от других РАО и выдерживаются в местах временного хранения для снижения активности до уровней, не превышающих минимально значимые уровни удельной активности радионуклидов в радиоактивных отходах с последующей утилизацией в хозяйственно-бытовую канализацию [4].

4. Локальность воздействия

Новый метод обеспечивает обработку отдельного выбранного дерева только в области нахождения жуков-короедов и их личинок. При этом не требуется уничтожение зараженного дерева, возможно его восстановление.

5. Низкая доза облучения персонала

Электроны, которые формируются при бета-распаде фосфора-32, имеют энергию менее 1 МэВ и поглощаются в древесине на расстоянии несколько миллиметров. Образовавшееся ядро серы-32 находится в основном состоянии, поэтому дополнительное гамма-излучение отсутствует.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кривец С.А. Проблемы защиты кедровых лесов Сибири от союзного короеда // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Санкт-Петербург, 2020. – 452 с.
2. Бегляров Г.А., Смирнова А.А., Баталова Т.С. Химическая и биологическая защита растений. – М.: Колос, 1983. – 351 с.
3. Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г. Возможность создания самцового вакуума для контроля плотности популяции короеда типографа: оценка биологической и экономической перспективы // Вредители и болезни древесных растений России - Санкт-Петербург, 25–27 ноября 2013 г. – С. 85-86.
4. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО—2002).