

## К ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ ОБОСНОВАНИЮ ВНУТРИРАСТИТЕЛЬНОГО СПОСОБА БОРЬБЫ С ВРЕДНЫМИ ЛЕСНЫМИ НАСЕКОМЫМИ\*

В. И. ГОРЯЧЕВА

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

Все более важное значение в современном химическом методе борьбы с вредными насекомыми приобретает внутрирастительный способ борьбы, основанный на применении системных инсектицидов. Внутрирастительное применение ядохимикатов во многих случаях позволяет значительно повысить эффективность химического метода, устранить недостатки, свойственные контактными инсектицидами, и предотвратить нежелательные последствия их применения.

Особое значение приобретает внутрирастительный способ борьбы для защиты леса, так как в этом случае не существует опасности отравления урожая — главного тормоза широкого внедрения данного способа в практику защиты сельскохозяйственных растений.

Большая перспективность системных инсектицидов определяет необходимость глубокой разработки как теоретического обоснования внутрирастительного способа борьбы, так и конкретных рекомендаций по борьбе с вредителями леса и прежде всего с труднодоступными для контактных ядохимикатов.

Главнейшей частью теоретического обоснования внутрирастительного способа борьбы с вредными лесными насекомыми являются два момента: особенности поведения токсиканта в тканях древесных растений и реакция последних на яд как биологически активное вещество. Познание этих моментов дает ключ к разработке рациональной тактики практического применения системных ядохимикатов на лесных породах.

Изучение различных способов внутрирастительного применения инсектицидов с точки зрения возможностей лесного хозяйства привело к отбору двух из них: опрыскивания надземных частей растений и местной обработки коры в районе поселения вредителей. Преимуществом первого способа является малая трудоемкость и возможность обработки больших площадей с помощью обычной наземной и авиационной аппаратуры; второй оправдывает себя в условиях древесных школ и плантаций при борьбе с опасными и труднодоступными для контактных ядов видами вредителей, особенно при небольшой плотности их поселения.

Способ инъекций полностью отпадает из-за своей трудоемкости. По этой же причине исключается и способ манжет (наложение на стволы деревьев пропитанных ядом поясов), во многих случаях дающий длительный и устойчивый инсектицидный эффект.

Способ интоксикации всходов путем протравливания семян, при

\* Составлено на основании материалов, полученных автором совместно с Г. И. Андреевой и И. И. Пучковой в период 1961—1965 гг. (ВНИИЛМ).

использовании которого максимально проявляется селективность системных ядов, из-за кратковременности защитного действия (1—2 недели) не может иметь большого практического значения для лесных питомников, где нет хозяйственно важных видов вредителей, приуроченных к столь ограниченному периоду после появления всходов.

Почвенное применение системных ядов имеет ряд преимуществ. Во-первых, чрезвычайно велик период защитного действия, охватывающий минимум два, а для некоторых пород (дуб) даже три вегетационных периода после однократного полива почвы (В. И. Горячева, 1958, 1963). Огромную роль при этом играет потенциальный запас яда, создающийся в почве. Разрушение инсектицидов в почве происходит значительно медленнее, чем в растительных тканях.

Количество токсиканта, поглощаемое древесными саженцами из почвы и обнаруживаемое в ассимилирующих тканях, в 2—3 раза превосходит максимально возможный уровень содержания яда при опрыскивании крон саженцев и в 10—20 раз — минимальный «порог инсектицидности». К недостаткам почвенного применения системных инсектицидов путем полива относятся резкое увеличение расхода ядохимикатов и необходимость в больших количествах воды, оправдывающаяся лишь в условиях орошаемого хозяйства. Однако, по литературным данным, оба эти недостатка устраняются при переходе к использованию системных инсектицидов в форме гранул.

Важнейшим условием эффективности системных инсектицидов, примененных путем опрыскивания крон лесных культур, является достаточная интенсивность усвоения их ассимилирующей поверхностью дерева. Интенсивность усвоения в первую очередь определяется видовыми морфолого-физиологическими особенностями древесных пород. При этом лиственные породы (а из хвойных — лиственница) отличаются по сравнению с сосной резко повышенной способностью к усвоению системных фосфорорганических препаратов.

О большой проницаемости для системных ядов покровов лиственных пород (тополь) свидетельствуют и значительно более глубокие сдвиги в их физиологических процессах, вызываемые воздействием фосфорорганических ядохимикатов.

В прямой зависимости от интенсивности поглощения находится общий максимально возможный в определенных условиях уровень содержания токсиканта в древесном растении, разница в величине которого между лиственными (тополь) и хвойными (сосна) породами очень существенна и может достигать 2—6 и даже 10 раз (В. И. Горячева, 1968). При этом если интенсивность поглощения регулируется в основном морфологическими особенностями абсорбирующей поверхности (наличие воскового палета, опушенности и проч.), то максимальный уровень содержания токсиканта связан не только с морфологическими признаками, но и с биохимическими особенностями тканей растения, а стойкость яда зависит главным образом от последних.

Максимальный срок сохранения токсического начала в тканях древесных пород при применении системных инсектицидов путем опрыскивания кроны составляет два календарных года, т. е. более двух вегетационных периодов. Столь необычно большая длительность интоксикации, не отмечавшаяся на плодовых и тем более сельскохозяйственных культурах, связана прежде всего со спецификой древесных пород как многолетних растений и возможностью применения по отношению к ним более высоких концентраций.



Вследствие невысокого общего уровня содержание токсиканта в тканях сосны на второй после опрыскивания год падает ниже инсектицидного предела (Г. И. Андреева, 1968). В противоположность этому у лиственных пород (тополь), несмотря на большую потерю яда вместе со сбрасываемой листвой, вновь появившиеся листья на следующий после обработки год могут оставаться инсектицидными (В. И. Горячева, 1968).

Видовые особенности древесных пород и, в частности, морфолого-физиологические различия между хвойными и лиственными во многом определяют и интенсивность перемещения системных инсектицидов от обработанной кроны в ствол, весьма важную для практической лесозащиты в связи с большим хозяйственным значением скрытностволых вредителей.

Лиственные породы (тополь) обладают более ярко выраженной способностью не только к поглощению, но и к передвижению токсиканта по проводящей системе. По максимальному уровню содержания яда в тканях луба (за счет перемещения от обработанной кроны) тополь превосходит сосну в 1,5—3,5 раза. Характерно, что вызываемые одними и теми же причинами колебания в количествах абсорбированного хвоей (листьями) и переместившегося в луб токсиканта на сосне гораздо менее значительны, чем на тополе; в тканях первой породы содержание яда колеблется вокруг какой-то более или менее постоянной средней величины, тогда как в тканях тополя оно четко следует за изменениями внешних факторов. Поэтому связь между количеством поглощенного, способного к передвижению яда и величиной примененной концентрации препарата на тополе прямая и тесная. На сосне данная зависимость выражена весьма слабо, но-видимому, за счет преград биохимического порядка (В. И. Горячева, 1968).

Отсюда при необходимости полной интоксикации дерева за счет яда, нанесенного на крону, тактика применения системных инсектицидов на лиственных и хвойных породах должна быть различной. Совершенно очевидно, что для достижения равного токсического эффекта на хвойных породах (сосне) потребуется значительно большее увеличение концентраций, чем на лиственных, и что связь между эффективностью препарата и величиной концентрации на лиственных породах будет более тесной.

Большое значение в обеспечении эффективности системных препаратов имеет правильный выбор срока их применения. С одной стороны, время борьбы определяется биологией вредителя, но желательно считаться и с особенностями самих ядохимикатов, так как поглощение, передвижение и накопление токсиканта во многом обуславливается общим физиологическим состоянием растения. Необходимо иметь в виду, что скорость и величина абсорбции системных препаратов пропорциональны физиологической активности растения и постепенно затухают к осени. Так, при опрыскивании сосны 14 августа могло быть поглощено всего 66% от количества токсиканта, усвоенного при обработке 24 июля, а 3 октября эта величина снизилась до 35%.

Кроме сезонной активности физиологических процессов, немалое значение имеет возраст дерева и даже его отдельных частей. Физиологическое старение органов и тканей растения ведет к снижению интенсивности абсорбции фосфорорганических инсектицидов.

Как и поглощение, детоксикация системных ядов находится в прямой зависимости от физиологической активности древесного растения

и его частей. Кроме метаболического разрушения, в освобождении молодых растительных тканей от яда играет роль и отток последнего во вновь отрастающие части растения. Поэтому для обеспечения сколько-нибудь длительной защиты лесных культур весной и в начале лета, в особенности от вредителей, развивающихся за счет молодой распускающейся листвы или хвои, необходимо либо значительно увеличивать концентрации ядохимиката, либо проводить повторную обработку. При этом для хвойных пород, в тканях которых процесс разрушения яда замедлен, более важное значение приобретает опасность весенней и ранне-летней детоксикации, тогда как для лиственных (листопадных) необходимо принимать во внимание и осенние потери основного количества яда при сбрасывании листвы.

С сезонной активностью физиологических процессов связан процесс передвижения токсиканта от опрыснутой кроны. Осуществляясь пассивно, с током ассимилятов, передвижение внутрирастительных препаратов заметно усиливается во вторую половину вегетации. Так, по наблюдениям на сосне, скорость перемещения токсиканта от июня к августу возрастает по крайней мере в 3—6 раз. В связи с этим при разработке мер борьбы с вредителями, обитающими на стволах лесных культур, методом опрыскивания кроны последнее лучше приурочивать к периоду окончания роста тканей (вторая половина вегетации). Учитывая описанные выше особенности поведения системных ядохимикатов в тканях сосны, для обеспечения инсектицидного эффекта в лубяных частях ствола на этой породе необходимо или применять максимально возможные в отношении фитотоксичности концентрации, или увеличить кратность обработок.

На интенсивность поглощения и передвижения внутрирастительных фосфорорганических инсектицидов, помимо вида, возраста и состояния растения, могут оказывать воздействие внешние, в особенности погодные условия. «Критическим» в этом отношении является период наиболее активной абсорбции, т. е. первые 4—6 часов после опрыскивания.

При наличии благоприятных условий усвоение токсиканта в основном ограничивается данным периодом, и последующие дожди уже не оказывают существенного влияния на этот процесс.

В случае неблагоприятной погоды (падение температуры ниже 17—19°, дожди) период абсорбции растягивается до одних и даже двух суток, и смывание с кроны осадка инсектицида дождем, прошедшим в это время, может привести к резкому уменьшению общего количества яда, поступающего в растения, и соответственному снижению его эффективности. Таким образом, относительная независимость системных инсектицидов от смывающего действия осадков проявляется лишь при наличии в период абсорбции оптимальных погодных условий.

Кратковременные морозящие дожди, а также туманы в течение первых суток после применения ядохимиката, делая абсорбирующую поверхность влажной, способствуют возобновлению поглощения и тем самым увеличивают общее количество токсиканта, поступающего в растение. Частые, длительные и обильные дожди могут оказывать вымывающее действие на уже поглощенный растением токсикант, снижая его содержание в тканях и его эффективность.

Проникая внутрь растения, системные инсектициды как биологически активные агенты вызывают определенные сдвиги в обмене веществ, направленность и степень которых могут оказывать влияние не



только на жизнедеятельность растительного организма, но и через него на вредных лесных насекомых.

Наибольший интерес в этом отношении представляет динамика сахаров и белков как важнейших элементов питания вредных насекомых, оказывающих определенное влияние на выживаемость и плодовитость последних. Что касается транспирации и дыхания, то незначительные изменения (не более 10% от контроля), возникающие в этих процессах под воздействием внутрирастительных препаратов, не могут иметь существенного значения в жизнедеятельности древесного растения (И. И. Пучкова, 1965).

Изменения в фотосинтезе значительны, причем их направленность, величина и длительность обуславливаются многими факторами, главнейшие из которых — видовые особенности древесных пород, физиологическое состояние растений в момент опрыскивания и концентрация ядохимиката, а также погодные условия. При прочих равных условиях фотосинтез лиственных пород (тополь) претерпевает по сравнению с фотосинтезом хвойных (сосна) более глубокие изменения, что, как уже говорилось выше, следует отнести на счет большей проницаемости для системных ядов покровов ассимилирующих органов лиственных пород.

В связи с большой скоростью детоксикации яда и усиленным ростом тканей влияние системных препаратов на фотосинтез древесных растений в первую половину вегетации минимально. Сила и продолжительность этого влияния резко возрастают при применении инсектицидов во второй половине вегетации, что объясняется увеличением стойкости яда в растительных тканях на фоне стабилизации физиологических процессов.

В зависимости от давности опрыскивания и величины применяемой концентрации ядохимиката направленность изменений всех показателей фотосинтеза меняется. Слабые концентрации ядов, применяемые обычно для борьбы с открытоживущими насекомыми и не обеспечивающие длительной интоксикации, вызывают стимуляцию фотосинтеза. При этом увеличивается его интенсивность, возрастает количество сахаров в хвое и листьях и снижается количественное содержание аминокислот как показатель усиленного биосинтеза белка (И. И. Пучкова, 1968).

Применение более сильных концентраций инактивирует фотосинтез, в связи с чем наблюдается снижение его интенсивности, уменьшение общего количества сахаров и накопление аминокислот. Инактивация достигает максимума на 7—10 сутки и продолжается в зависимости от перечисленных выше факторов от нескольких недель до нескольких месяцев. На следующий после обработки год первоначальное угнетение сменяется стимуляцией, которая, постепенно затухая, обнаруживается в течение двух-трех вегетационных периодов.

Все изменения, возникающие в физиологических процессах древесных пород под влиянием системных инсектицидов, значительно более резко проявляются в засушливые годы. Усиленная обводненность растительных тканей в годы с обильными осадками способствует ускорению нормализации физиологических процессов (И. И. Пучкова, 1968).

Таким образом, действие внутрирастительных инсектицидов на вредных лесных насекомых складывается из непосредственного токсического эффекта и косвенного влияния через изменение биохимических качеств растительных тканей (Г. И. Андреева, В. И. Горячева, 1968).

Возможность активного управления этими факторами определяется в каждом конкретном случае борьбы с вредителями леса особенностями древесной породы и допустимой широтой варьирования в отношении диапазона концентраций и сроков обработки.

Изложенные здесь основные положения теоретического обоснования получили практическое воплощение в опубликованных Государственным Комитетом лесного хозяйства Совета Министров СССР «Рекомендациях по применению внутрирастительных инсектицидов для борьбы с подкорным сосновым клопом» (1968).

#### Литература

- Андреева Г. И.* 1968. Обоснование внутрирастительного способа борьбы с сосновым подкорным клопом. В кн.: Защита леса от вредителей и болезней. М. *Андреева Г. И., Горячева В. И.* 1968. Последствие системных инсектицидов на соснового подкорного клопа. В кн.: Защита леса от вредителей и болезней. М. *Горячева В. И.* 1958. Опыт применения внутрирастительного способа борьбы с вредными лесными насекомыми. В кн.: Сб. работ по лесному хозяйству. М.; 1963. Современное состояние и перспективы применения системных инсектицидов против вредителей леса. В кн.: Защита леса от вредителей; 1968. Особенности поведения меркаптофоса в тканях древесных растений. Там же. *Пучкова И. И.* 1965. Влияние фосфорорганических инсектицидов на углеводный обмен в хвое сосны. «Химия в сельском хозяйстве», № 3; 1968. Изменение углеводного баланса в хвое сосны и листьях тополя под влиянием системных фосфорорганических инсектицидов. В кн.: Защита леса от вредителей и болезней. М. *Тропин И. В., Андреева Г. И., Горячева В. И.* 1968. Рекомендации по применению внутрирастительных инсектицидов для борьбы с подкорным сосновым клопом. М.