УДК 632.654 + 632.7: 632. 937

С. А. Бахвалов, А. В. Ильиных, В. И. Барановский, В.В. Мартемьянов
Д.б.н., ИСиЭЖ СО РАН, зав.лабор.ИСиЭЖ СО РАН, с.н. с ИСиЭЖ СО РАН
S.A. Bakhvalov, AV Ilinykh, VI Baranovskiy, V.V. Martemyanov
d.b.s., ISaEA SD AS, head of the lab. ISaEA SD AS, senior researcher ISaEA SD AS

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ПОДАВЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ НАСЕКОМЫХ – ФИЛЛОФАГОВ В СИБИРИ

В течение нескольких десятков лет в лесах Сибири проводятся защитные мероприятия против насекомых-вредителей с помощью микробиологических препаратов.

В 60-70-х годах прошлого столетия это были отечественные бактериальные препараты: энтобактерин, энтобактерин-2, дендробациллин и инсектин. С начала 80-х гг. для защиты лесонасаждений в Сибири от вредителей применяется в основном бактериальный препарат лепидоцид и вирусные препараты Вирин-НШ и Вирин-ЭНШ. Обработка насаждений проводится, главным образом, с помощью традиционных технологий – авиационного и наземного опрыскивания. В последние годы применяются современные технологии: УМО и аэрозольное диспергирование. Для подавления очагов массового размножения непарного шелкопряда применяется очаговый метод обработки яйцекладок вирусным препаратом.

Уровень эффективности подавления очагов вредителей биологическими препаратами часто не предотвращает насаждения от средних и даже сильных повреждений листвы. В основном это следствие отсутствия соответствующей технической базы и недостаточного ассортимента биопрепаратов.

Ключевые слова: насекомые-вредители, микробиологические препараты, бактериальные препараты, лесонасаждения, борьба с вредителями.

BIOLOGICAL SUPPRESSION OF FOREST INSECTS - PHYLLOPHAGUS IN SIBERIA

For several decades in the forests of Siberia, protective measures against insect pests have been carried out with the help of microbiological preparations.

In the 60-70s of the last century these were domestic bacterial preparations: entobacterin, entobacterin-2, dendrobacillin and insectin. Since the early 80's. To protect forest plantations in Siberia from pests, the bacterial lepidocid preparation and the Virin-NS and Virin-ENS virus preparations are mainly used. Processing of plantings is carried out, mainly, using traditional technologies - aerial and ground spraying. In recent years, modern technologies have been used: ULV and aerosol dispersing. To suppress the foci of mass reproduction of gypsy moth, a focal method of processing egg lying by a viral preparation is used.

The level of effectiveness of suppression of foci of pests with biological preparations often does not prevent the plantation from medium and even severe damage to foliage. Basically, this is a consequence of the lack of an appropriate technical base and insufficient assortment of biologics.

Key words: insect pests, microbiological preparations, bacterial preparations, forestation, pest control.

Развитие и становление биометода в лесозащите Сибири основано, по существу, только на применении микробиологических препаратов. Сибирские исследователи и специалисты - практики внесли немалый вклад в их разработку, применение и производство. Еще в 50 – х годах прошлого столетия они проводили полевые испытания патогенной для сибирского шелкопряда и других бабочек бациллы, видовая принадлежность которой к тому времени еще не была окончательно установлена (Гукасян, Коломиец, 1957; Талалаев, 1957; Талалаев ,1958 а). А уже в 1960 – х годах в лесных массивах этого огромного региона проводились масштабные исследовательские работы и

производственные испытания ряда микробиологических препаратов (дендробациллина, дендробациллина – 2, энтобактерина и инсектина) против гусениц опаснейшего вредителя таежных лесов - сибирского шелкопряда и других лесных фитофагов – непарного шелкопряда, шелкопряда – монашенки, лунчатого шелкопряда и некоторых совок. На этом этапе развития биометода с микробиологическими препаратами связывались большие перспективы в защите лесонасаждений, вплоть до полной замены ими химического метода. Одним из несомненно перспективных направлений применения микробиологических препаратов в очагах массового размножения насекомых представлялась тогда возможность инициации эпизоотий патогенами, внесенными в отдельные участки насаждений (Талалаев, 1958 б, 1965; Ворончихина, Полтев, 1964).Таким образом, внесение небольших количеств патогенов в очаги размножения насекомых могло бы подавить их численность на огромных площадях. С развитием биометода многие представлявшиеся тогда весьма значимыми перспективы применения биопрепаратов, в частности инициация эпизоотий, оказались слишком преувеличенными, однако в целом опыт этих работ был положительным. Он способствовал дальнейшему развитию биометода в защите лесов Сибири и созданию более совершенных микробиологических препаратов (Тараскин, 1964 (а, б), 1965; Комягин и др., 1965; Талалаев, 1965; Гукасян, 1967). В последующие два десятилетия (70 – 80 – е годы прошлого столетия) площадь обработанных микробиологическими препаратами лесонасаждений Сибири значительно возрастает, причем весомый вклад в этот процесс наряду с бактериальными вносят вирусные препараты (Гулий, Голосова, 1975; Гулий и др., 1982). В дальнейшем применение микробиологических препаратов для ограничения численности вредителей лесов Сибири быстро расширялось и к концу XX – го столетия достигло сравнительно большого веса во всей системе лесозащитных мероприятий в этом регионе России (Гниненко, 1999).

К сожалению, несмотря на сравнительно большие объемы лесозащитных работ с использованием биометода в Сибири, информация о них остается малодоступной, поскольку недостаточно освещается в специальных изданиях. Поэтому, оценивая состояние проблемы биологического подавления насекомых в Сибири, мы в значительной степени будем опираться на собственные данные, полученные за многолетний период исследований и проведения практических мероприятий по ее решению. Основными объектами в наших работах были сибирский и непарный шелкопряды, а также шелкопряд-монашенка, представители отряда чешуекрылых насекомых, т. е. группы насекомых, которые в лесах Сибири являются основными дефолиаторами, и в абсолютном большинстве случаев лесозащитные мероприятия направлены против них. Методы, применявшиеся нами в исследованиях и мероприятиях по подавлению вредителей, описаны ранее (Барановский, 1989; Бахвалов, 1989; 1995; Ильиных и др., 1997). Решение о проведении мероприятий по биологическому подавлению вредителей основывается на результатах мониторинга лесной экосистемы в целом и популяций вредителей в частности. Методы мониторинга и основные показатели, по которым можно оценить состояние популяции вредителей и принять решение о проведении защитных мероприятий, освещены в статье С. А. Бахвалов и др.(2000).

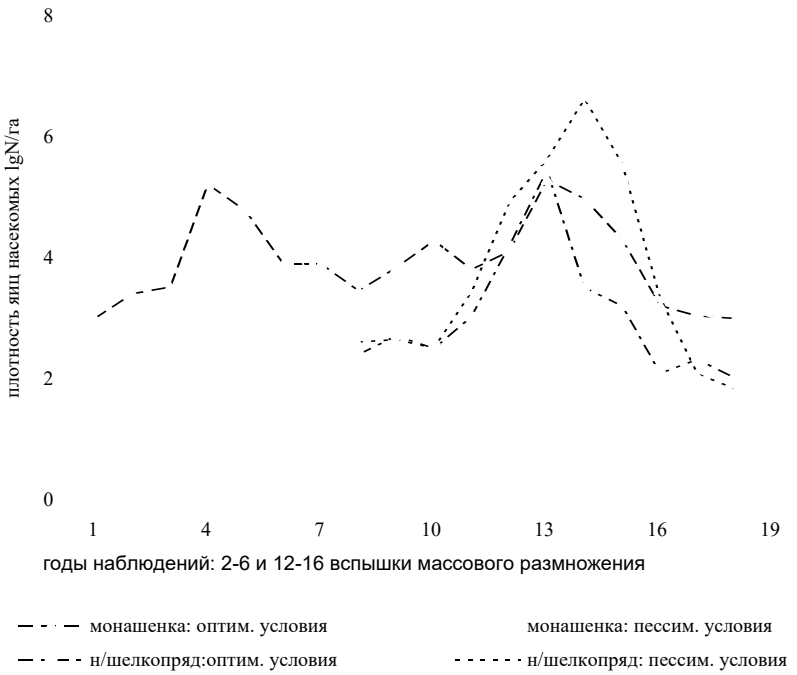


Рис. 1. Амплитуда флуктуаций плотности и продолжительность вспышек массового размножения шелкопрядов в различных лесорастительных условиях.

Отметим здесь еще раз важное значение состояния насаждений для принятия решения по подавлению очагов монашенки и непарного шелкопряда. Насаждения высоких классов бонитета с оптимальными лесорастительными условиями гораздо устойчивее к воздействию этих насекомых по сравнению с насаждениями низких классов бонитета (Бахвалов и др., 2001). Принимая решение об истребительных мероприятиях против шелкопряда-монашенки и непарного шелкопряда в начальный период вспышки, следует иметь в виду, что в насаждениях высоких классов бонитета вспышка часто заканчивается раньше достижения популяцией вредителя максимальных значений плотности, по сравнению с насаждениями низких классов бонитета (Рис. 1). Однако в силу ряда обстоятельств, связанных с биологией и экологией сибирского шелкопряда, а также с чувствительностью к повреждениям кормовых пород этого вредителя, данное замечание нельзя относить к очагам сибирского шелкопряда.

Как правило, подавление очагов вредителей в лесонасаждениях проводят в начале эруптивной фазы вспышки при численности насекомых, способных уничтожить кормовой субстрат не менее чем на 25%. Наш опыт и анализ литературы свидетельствуют, что проведение защитных мероприятий на пике численности, т. е . в конце эруптивной фазы и тем более на фазе ее деградации, практически бесполезны, поскольку в этот период уже действуют мощные естественные регуляторы численности, способные самостоятельно прекратить вспышку. В тех случаях, когда рост численности вредителей происходит в насаждениях, имеющих большое рекреационное, хозяйственное или социальное значение, где недопустимы даже средние повреждения древостоев, следует проводить защитные мероприятия уже в конце продромальной фазы роста численности при плотности насекомых, способных уничтожить листву (хвою) не более чем на 10 – 15%. Это позволит предотвратить увеличение площади очагов и избежать в следующие сезоны более высоких потерь листвы из-за резкого роста размеров популяции фитофага и, соответственно, больших затрат. Однако необходимо иметь в виду, что в этот период развития очага чувствительность насекомых к инсектицидам, особенно биологическим, гораздо ниже, чем позднее, поэтому дозы препаратов должны быть увеличены. Так, например, для непарного шелкопряда и шелкопряда – монашенки разница в чувствительности гусениц 2– го возраста к вирусу ядерного полиэдроза в продромальной фазе вспышки и в конце эруптивной фазы достигает двух порядков.

Обычно рекомендуемые дозы внесения отечественных препаратов в насаждения ориентированы на субкритическую или критическую плотность насекомых, что соответствует примерно середине эпидемической фазы, когда угроза повреждения древостоев составляет 50 – 75%. Поэтому при необходимости подавления очагов в начальный период их развития дозу препарата необходимо увеличивать не менее чем в 1,4 – 1,7 раза.

Несомненно, что в Сибири основным вредителем хвойных лесов является сибирский шелкопряд, поэтому борьбе с ним уделяется особое внимание. В период с 50–х до конца 80 – х годов прошлого столетия проводились многочисленные научно – производственные испытания и практические мероприятия по защите таежных лесов Сибири от сибирского шелкопряда с помощью вирусного и бактериальных препаратов (Талалаев, 1958 а, б, 1965; Гукасян, 1967; Барановский, 1989). Однако вирусный препарат Вирин-ГСШ, основой которого служит вирус гранулеза, вызывающий болезнь с очень длительным инкубационным периодом, в год применения имел низкий защитный эффект и не мог конкурировать с бактериальными препаратами. Поэтому он использовался для защиты леса от сибирского шелкопряда в незначительных производственных масштабах (Барановский, 1989). В то же время совместное применение Вирин – ГСШ и бактериального препарата лепидоцида показало весьма удовлетворительные результаты (Барановский, 1989). Оказалось, что внесение вирусного препарата в очаги размножения сибирского шелкопряда, оказывает подавляющеее действие на несколько генераций насекомых, в то время как бактериальный препарат практически действует только на одну генерацию, т. е. его подавляющий эффект регистрируется в основном в сезон обработки (Рис. 2). Можно отметить, что подавляющее действие в течение нескольких генераций насекомых характерно для всех вирусных препаратов, поскольку вирусы способны к трансовариальной передаче (Бахвалов, 1995). Тем не менее, ряд обстоятельств, среди которых основнымы были высокая стоимость изготовления вирусного препарата Вирин – ГСШ и соответственно его цена, привели к тому, что этот препарат в настоящее время в лесозащите не применяется.

Следует отметить, что совместное применение бактериальных и вирусных препаратов в очагах массового размножения лесных вредителей в Сибири использовалось и при подавлении очагов других насекомых. Однако в некоторых случаях эффект от такого применения препаратов был неоднозначным, а в других – повышения эффективности по сравнению с раздельным применением препаратов отмечено не было (Бахвалов, 1989). Считается, что в случае совместного применения вирусного и бактериального препаратов суммируются их свойства, а это приводит к синергическому эффекту, при котором результат подавления вредителей превосходит результат при раздельном применении препаратов. В связи с этим необходимо заметить, что при совместном применении микробиологических препаратов речь обычно идет (как и в процитированных выше работах) об уменьшенных дозах каждого из них по сравнению с раздельным применением. Если же при совместном применении использовать дозы препаратов, применяемые раздельно, то защитный эффект, как правило, оказывается более высоким. Вопрос только в том, насколько такое применение оправдано экономически.

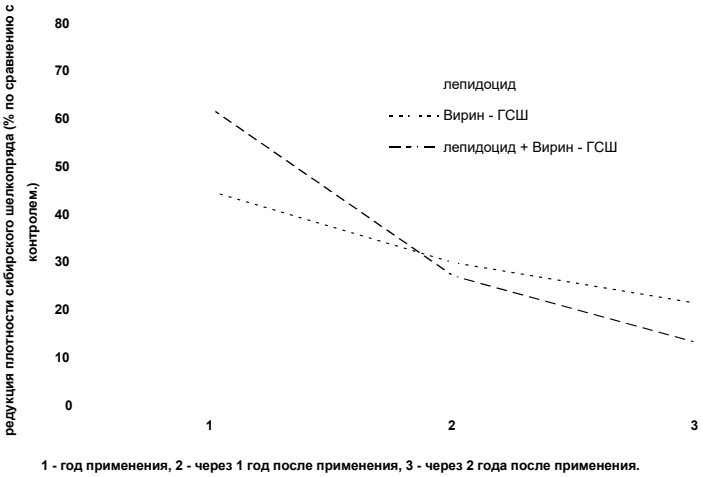


Рис. 2. Многолетняя динамика плотности сибирского шелкопряда в насаждениях после применения биопрепаратов.

В настоящее время основная часть лесных массивов Сибири, где используются микробиологические препараты, приходится на площади, обработанные лепидоцидом и вирусными препаратами Вирин – ЭНШ и Вирин – НШ. Лепидоцид применяется для подавления очагов сибирского и непарного шелкопрядов, шелкопряда – монашенки, сосновой совки и других лесных филлофагов. Вирусные препараты используются для защиты лесонасаждений от непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки. В 1990–х годах при подавлении огромных очагов сибирского шелкопряда в Красноярском крае использовался также американский бактериальный препарат дипел. С целью подавления очагов этого вредителя в течение 1992 – 97 годов, проводились защитные мероприятия на площади свыше 583 тыс. га. Впервые в практике защиты таежных лесов от сибирского шелкопряда применялись новые технологии (УМО, компьютерная техника, спутниковая навигация и т. п.). Наряду с пиретроидами использовались лепидоцид и, как указывалось выше, американский бакпрепарат дипел. Как показал опыт, в целом они действовали не менее эффективно, чем пиретроиды. Детальный анализ этих работ проведен Ю.П. Кондаковым (Кондаков, 2002). Мы остановимся только на их принципиальных результатах.

Ультрамалообъемное опрыскивание темнохвойных лесов дипелом проводилось осенью 1996 г. на площади около 120 тыс. га. Под обработку были отведены насаждения с различным уровнем заселенности: от 50 до 200 гусениц на 1 учетное дерево. Максимальная заселенность достигала 900 гус./дерево. Демографическая структура популяций в период проведения осенних авиабактериологичесих обработок почти повсеместно характеризовалась преобладанием гусениц дочернего поколения (1-2 возраст). Обработки очагов шелкопряда проводились в условиях аномально холодной и дождливой погоды. Среднесуточные температуры воздуха в период обработки и учета эффективности колебались от + 4 до + 6,7 ^{0}С. Максимальная температура воздуха только в отдельные дни незначительно превышала температурный порог развития гусениц 1-3 возраста, равный + 9 ^{0}С. Критическая ситуация сложилась в первой декаде сентября, когда в отдельных районах устанавливался временный снежный покров и температура воздуха опускалась до + 2 - 4^{0}С. Неблагоприятные погодные условия замедлили темп развития шелкопряда, способствовали переходу гусениц к различным формам физиологического покоя (оцепенение, диапауза).

Анализ полученных материалов по учету эффективности обработок свидетельствовал о значительной изменчивости показателей технической эффективности, которая отражает многообразие лесорастительных, погодных и организационно-технических условий проведения авиалесозащитных работ в таежных лесах Сибири.

Несмотря на широкий диапазон варьирования эффективности на отдельных участках, ее средние показатели изменялись в пределах 55-79 %. Даже при этой относительно невысокой технической эффективности, численность сибирского шелкопряда сократилась в 2 раза, а с учетом естественных факторов смертности было обеспечено сохранение экологической стабильности лесных биогеоценозов и устранение угрозы сильного повреждения лесных массивов.

Важным результатом этих работ явилась практическая реализация новой технологии авиационных обработок - ультрамалообъемное опрыскивание очагов шелкопряда дипелом с нормой расхода рабочей суспензии 3 л/га. Следует отметить, что из-за отсутствия соответствующих препаративных форм пестицидов и авиационной аппаратуры обработку очагов сибирского шелкопряда до недавнего времени проводили бактериальными препаратами отечественного производства (дендробациллин, туверин, инсектин, гомелин и др.) с нормой расхода 30 л/га в светлохвойных лесах и 50 л/га - в темнохвойных. (Справочник …, 1980). Естественно, что материальные затраты при таких обработках были существенно выше, чем при обработках насаждений с использованием технологии УМО. Тем не менее, до сих пор для внесения биологических препаратов в очаги вредителей в лесах Сибири используются большей частью традиционные технологии.Однако обработка лесов наземным и авиационным опрыскиванием наряду с преимуществами имеет и существенные недостатки, основными из которых являются высокий удельный расход препарата и сравнительно низкая производительность. Поэтому паралельно с разработкой и усовершенствованием биологических препаратов проводятся испытания нетрадиционных, более совершенных, методов их внесения в популяции вредителей. Одним из таких методов стала аэрозольная технология, разработанная сибирскими исследователями (Куценогий, 1978). Применение в течение 20-ти лет этой технологии в лесах с внесением в очаги массового размножения ряда дендрофагов вирусных и бактериальных препаратов позволило обобщить полученные результаты и обозначить положительные и отрицательные её стороны.Частично эти результаты были нами опубликованы (Бахвалов, 1995), поэтому здесь мы остановимся только на наиболее важных из них. Работы проводились в основном с использованием аэрозольных генераторов второго поколения - генераторов с регулируемой дисперсностью (ГРД). Обрабатывались очаги массового размножения сибирского шелкопряда, монашенки, рыжего соснового пилильщика, непарного шелкопряда, сосновых совки и пяденицы общей площадью в несколько сотен тысяч га. Насаждения обрабатывались лепидоцидом и вирусными препаратами, которые вносились в насаждения при механическом и термомеханическом режимах работы генераторов. Однако опыт показал, что термомеханический режим работы генератора не является оптимальным для биопрепаратов, и по нашему мнению их предпочтительнее диспергировать в механическом режиме. Линейный расход биопрепаратов варьировал в зависимости от используемого препарата и фазы вспышки массового размножения насекомого. Рабочая жидкость представляла собой водно-глицериновый раствор с концентрацией глицерина 4-10% или смесь дизельного топлива и воды в соотношении 1:1 с суспендированным в ней биопрепаратом. В последнем случае смесь при обработке интенсивно перемешивалась для предотвращения раздела компонентов.

Динамика биологической эффективности обработок в участках, куда вносились лепидоцид и вирусные препараты, существенно различалась, несмотря на то, что конечные результаты по эффективности были близкими. Длительный инкубационный период вирусной инфекции и растянутость периода гибели насекомых в насаждениях, обработанных вирусным препаратом, приводят к тому, что инфицированные гусеницы успевают до гибели нанести значительные повреждения насаждениям. Например, при плотности гусениц монашенки 2-3-го возраста, равной 2-4 х 10^6 особей на 1 га.(что обычно наблюдается в эруптивной фазе вспышки), уровень смертности в 70-85%, показанный в наших опытах, не предотвращал насаждения от 50-70%-го объедания хвои. В то же время при близких конечных показателях эффективности, лепидоцид предотвращает значимые для деревьев объедания. Увеличение дозы вирусного препарата с целью повышения эффективности оказалось экономически нецелесообразным. Даже двукратное повышение дозы увеличивает эффективность примерно на 10% и лишь на 15% сокращает $ЛТ_{50}$ (время, в течение

которого наступает гибель 50% особей вредителя) препарата, при этом потери хвои уменьшаются примерно на 18%.

Как мы уже указывали, одним из преимуществ аэрозольной технологии перед традиционными считается значительное уменьшение удельного расхода инсектицидов. Однако в наших исследованиях с применением биопрепаратов этот факт не зафиксирован. Если исходить из приемлемой ширины захвата, равной примерно 150 м, в пределах которой эффективность в среднем составляет не менее 70%, то количество лепидоцида, вносимого на 1 га насаждений, составило в среднем $1,4x10^{14} \pm 3,1x10^{13}$ спор(1,4±0,31 кг.), а Вирина – ПШМ $3,97x10^{12} \pm 1,2x10^{11}$ полиэдров. Эти количества близки к тем, что использовались нами и другими исследователями при подавлении очагов дендрофагов с помощью традиционных технологий с получением близких результатов по эффективности.

Что касается производительности лесозащитных работ, то из-за сравнительно небольшой эффективной ширины захвата и низкой маневренности генератора в условиях леса она не выглядит столь впечатляюще, как в условиях агроценозов. Даже в пределах полосы с эффективной шириной захвата (150 м) вариабельность показателей эффективности была настолько выраженной, что не позволяла надежно прогнозировать успех лесозащитных мероприятий.

Несомненно, что одной из весомых причин, сдерживающих применение микробиологических препаратов в лесохозяйственной практике, является сравнительно низкая вероятность получения надежного защитного эффекта в сезон применения препарата. По нашим оценкам эта вероятность примерно в 1,2 – 1,5 раза ниже, чем при применении пиретроидных инсектицидов. Есть ряд объективных обстоятельств, препятствующих повышению эффективности этих препаратов, в частности, отсутствие надежной технической базы, обеспечивающей своевременное качественное внесение препаратов в насаждения. Однако зачастую устранение причин низкой эффективности биопрепаратов в защите леса вполне по силам специалистам службы защиты леса. Эти причины можно разделить на две группы. В первую следует включить причины, обусловленные игнорированием биологических особенностей насекомых - вредителей и патогенов, на основе которых изготовлены препараты. Сюда относятся: 1) несоблюдение сроков внесения препаратов в насаждения по отношению к возрасту насекомого; 2) внесение недостаточного количества препарата при обработке очагов в начальный период их развития; 3) частичная или полосная обработка насаждений биопрепаратом (если предполагается получение защитного эффекта в сопредельных насаждениях в сезон обработки).

Известно, что наиболее высокая чувствительность к патогену наблюдается у личинок насекомых первых двух возрастов. После каждой линьки восприимчивость личинок к патогену резко сокращается, и к последнему возрасту она в среднем на 1,8 порядка ниже чем у личинок 1-2 возраста.

Рекомендуемые нормы расхода биопрепаратов ориентированы на личинок 1-2 возрастов, поэтому для получения высокой эффективности необходимо проводить обработки в этот период онтогенеза насекомых. В естественных популяциях насекомых редко наблюдаются дружный выход и развитие личинок, обычно возрастная структура популяции представлена несколькими стадиями личиночной фазы, причем в 1–2 возрастах одновременно, как правило, находятся не более 70% особей. Поэтому в большинстве случаев для получения высокого защитного эффекта, необходима двукратная обработка насаждений биопрепаратом с интервалом в 5 - 7 дней.

О разнице в чувствительности насекомых к патогенам в начале и в конце эпидемической фазы популяционного цикла мы уже говорили выше. При частичной или полосной обработке насаждений биопрепаратом, когда лишь часть особей популяции контаминируется патогеном, в сезон обработки можно ожидать удовлетворительной эффективности лишь в насаждениях, куда вносился патоген (рис. 3). Исследования показали, что уровень горизонтальной передачи вирусной инфекции в популяциях непарного шелкопряда, шелкопряда – монашенки и рыжего соснового пилильщика в сезон обработки недостаточен для массового инфицирования насекомых в интактных насаждениях, даже если соотношение обработанных и необработанных участков составляет 2:1 (Бахвалов, 1995). Однако в последующие сезоны инфекция, как правило, распространяется в сопредельные участки

насаждений, вызывая в них массовую гибель насекомых.

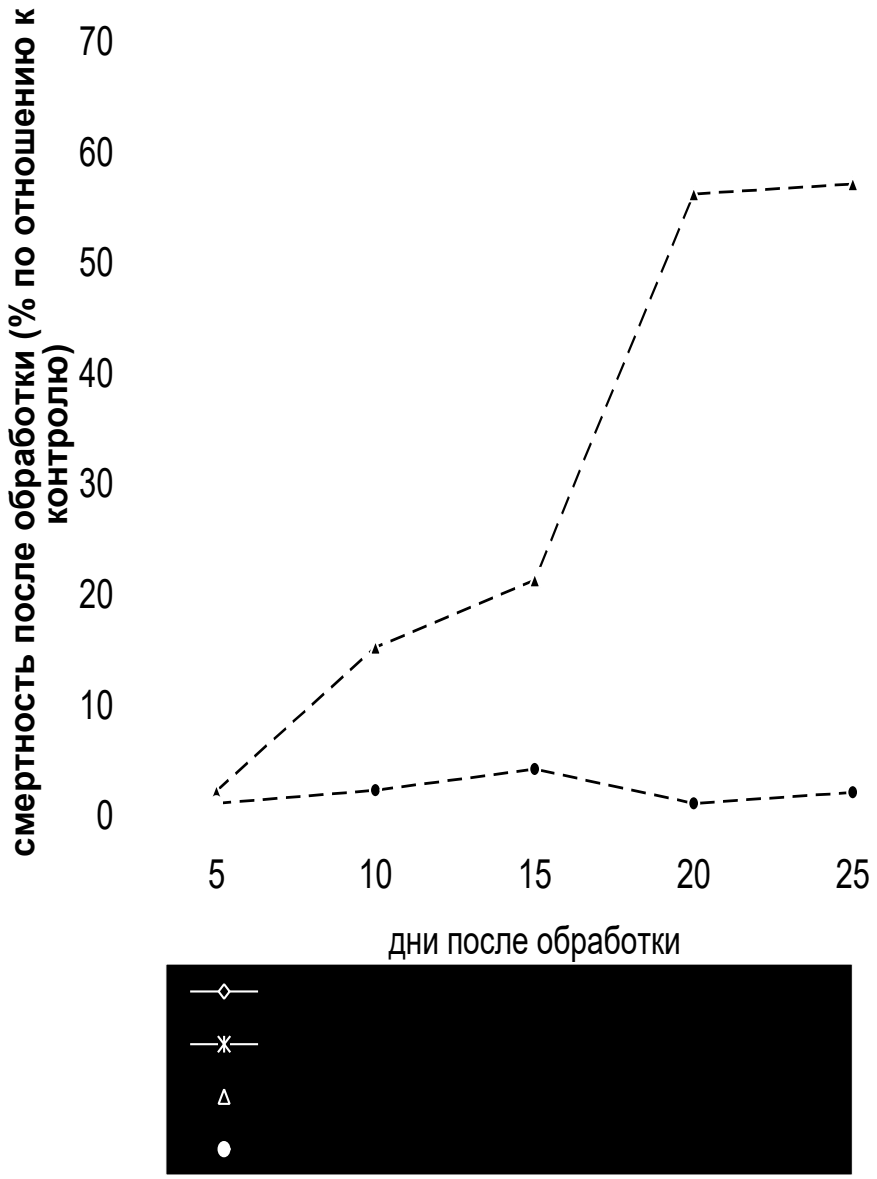
Вторая группа основных причин низкой эффективности биопрепаратов связана с нарушением технологии обработок. Хотя эти причины весьма очевидны и легко устранимы, они, как показывает опыт, нередко встречаются в практике лесозащиты. Сюда следует отнести: 1) обработку насаждений биопрепаратом в дневное время при высокой температуре воздуха и положительном температурном градиенте, вследствие чего на листву и хвою попадает лишь часть вносимого патогена, быстро инактивирующегося под воздействием солнечной радиации; 2) обработка насаждений при сильном ветре и непосредственно перед дождем или во время дождя, что приводит к потере части препарата, сносимого ветром или смываемого с листвы дождем. Наш опыт свидетельствует, что каждая из этих причин и тем более их сумма способны снизить эффективность обработок на 10 - 50%. В последние годы для защиты леса от непарного шелкопряда наряду с обработкой вирусным препаратом листвы применяется также обработка им яйцекладок. Яйцекладки насекомого обрабатывают вирусным препаратом перед выходом из них гусениц, и таким образом вылупляющиеся гусеницы при прогрызании хориона яйца инфицируются патогеном. По вредоносности для сибирских лесов непарный шелкопряд можно поставить на второе место после сибирского шелкопряда. По нашим данным, площадь лесных массивов Сибири, где проводились работы по биологическому подавлению этого вредителя за все время использования биометода, больше, чем площади, на которых применялся биометод против любого другого вредителя. Во время пандемической вспышки непарного шелкопряда в конце 80 - 90 – х годов прошлого столетия на юге Западной Сибири в лесах Тюменской, Омской, Новосибирской, Курганской областей и Алтайского края, а также в ряде областей северного и северо-восточного Казахстана для подавления вредителя широко применялись вирусные препараты Вирин-ЭНШ, Вирин-НШ и бактериальный препарат лепидоцид. Причем вирусные препараты вносились в насаждения большей частью в период, когда насекомые находились в фазе яйца.

Обработку проводили очаговым методом – препарат наносили только на часть яйцекладок в насаждениях (10 – 15%) отдельными очагами с расчетом на то, что инфекция в течение 2 – 3 – х лет распространится на сопредельные интактные насаждения.

Даже после двукратных обработок яйцекладок (т. е. яйцекладок родительской и дочерней генераций) в обработанных участках отмечались деревья, на которых отсутствовали погибшие от полиэдроза насекомые, или их гибель была незначительной. Кроме того, существенная часть насекомых, у которых диагностировался полиэдроз, погибала в 5-6 возрастах гусенцы и куколках. Вследствие этого, в год применения препарата не удавалось предотвратить существенной дефолиации насаждений (до 90%) на участках с высокой (свыше 3000 яйцекладок на гектар) плотностью насекомых (рис.4).

Кроме того, на этих участках зачастую численность дочерней генерации насекомого также была способна вызвать достаточно высокую дефолиацию насаждений. В целом обработка яйцекладок в течение двух сезонов позволяла снижать численность насекомого до 1000 яйцекладок на гектар. При такой численности насекомые способны вызвать

повреждения листвы не более чем на 20%. Как правило, в следующем сезоне очаги в таких участках затухали. В то же время необработанные очаги шелкопряда действовали 3 - 4 года с двукратной сплошной дефолиацией в них листвы.



Не было выявлено достоверного увеличения смертности насекомых от полиэдроза при увеличении дозы препарата в интервале его расхода на обработку яйцекладок от 5 до 10 г (от 2 х 10^{10} до 4 х 10^{10} полиэдров) на гектар насаждений.

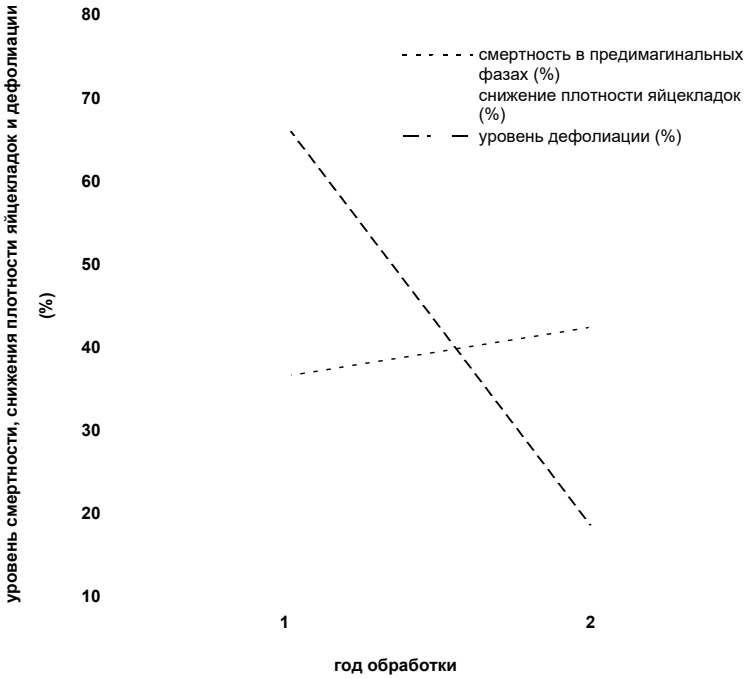


Рис. 4. Влияние двухлетних обработок яйцекладок непарного шелкопряда вирусным препаратом на динамику его численности и дефолиацию насаждений (данные приведены с поправкой на контроль)

Дальнейшее увеличение дозы препарата представлялось нецелесообразным, поскольку лабораторные эксперименты показали, что для достижения 80% эффективности необходимо не менее 100 г препарата на гектар, что значительно повысит стоимость защитных мероприятий.

Представляется, что в обозримом будущем этот метод при всех его недостатках найдет устойчивое применение в защите насаждений от непарного шелкопряда в Сибири.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные материалы свидетельствуют, что в лесах Сибири биологическое подавление насекомых – филлофагов применяется уже в течение нескольких десятков лет. Для этой цели использовались ряд отечественных бактериальных и вирусных препаратов. В настоящее время это в основном бактериальный препарат лепидоцид и вирусные препараты Вирин- ЭНШ и Вирин - НШ. Для внесения препаратов в насаждения применяются авиационное и наземное опрыскивание, а также современные технологии – УМО и аэрозольное диспергирование. Используется обработка яйцекладок непарного шелкопряда вирусным препаратом. Биологическая эффективность обработок сильно варьирует и не всегда обеспечивает желаемый уровень сохранения листвы (хвои) в сезон обработки. Частично это объясняется объективными причинами, в первую очередь отсутствием современной технической базы. Имеет место также недостаточный ассортимент микробиологических препаратов и отсутствие научных разработок по их комплексному применению.

Литература:

1. Барановский В. И. 1989. Действие вируса гранулеза и бактериальных препаратов на сибирского шелкопряда и их сохранность в лесных биоценозах. // Биол. и интегр. борьба в лесн. биоцен. (мат. симпоз.) – Боржоми. – С. 146 – 150.
2. Бахвалов С. А. 1989. Использование бакуловируса и бактериального препарата «Лепидоцид» для подавления очагов шелкопряда – монашенки (Lymantria monacha L.): результаты и возможности. // Биол. и интегр. борьба в лесн. биоцен. (мат. симпоз.) –

Боржоми. – С. 139 – 145.
3. Бахвалов С.А. Биологическое подавление популяций шелкопряда-монашенки (Lymantria monacha L.) в Западной Сибири.//Сиб.экол.журн. – Т.2, № 5. -С. 466-474.
4. Бахвалов С.А., Ноздренко Я.В., Ильиных А.В., Клепов И.Г. 2000. Мониторинг популяций непарного шелкопряда и шелкопряда - монашенки и его значение в управлении их численностью. //Первый межрегиональный семинар по мониторингу и защите леса. – Красноярск.– С. 9-11.
5. Бахвалов С. А., Ноздренко Я. В., Шинкаренко А. И., Клепов И.Г. 2001. Популяц. основы динамики системы растение - насекомое - вирус и их использование для мониторинга и контроля численности филлофагов. //Второй межрегиональный семинар по мониторингу и защите леса. - Красноярск.: ЦЗЛКК.-С.10-14.
6. Ворончихина Т. М., Полтев В. И. 1964. Изучение возможности воспроизведения бактериальной эпизоотии среди гусениц сибирского шелкопряда // Иссл. по биол. мет. борьбы с вред. сельск. и лесн. х-ва. (Докл. к симпоз. 17 - 20 ноября 1964 г.). Новосибирск. - Вып .1. - С. 30 - 33.
7. Гниненко Ю. И. 1999. Некоторые перспективы развития биологического метода защиты лесов в России. // Прим. биол. преп. для защиты лесных насаждений. Тез. докл. научно - производ. конф. 8 - 10 апреля 1998 г. Бердск. - С. 8 - 9.
8. Гукасян А. Б. и Коломиец Н. Г. 1957. Опыт использования шелкопрядной бациллы в борьбе с сибирским шелкопрядом. // Лесное х-во. - №1. - С. 38.
9. Гулий В. В., Голосова М. Н. 1975. Вирусы насекомых в защите леса. - М. Лесная промыш. - 167 с.
10. Гулий В. В., Иванов Г. М., Штерншис М. В. 1982. Микробиологическая борьба с вредными организмами. – М.: Колос. – 272 с.
11. Гукасян А. Б. Результаты применения кристаллоносных бацилл Bacillus insectus против хвое-листогрызущих насекомых//Кристаллоносные микроорганизмы и перспек. их испол. в лесном хозяйстве. - М. :Наука. - 1967. - С. 102 - 121.
12. Ильиных А. В., Мамонтова С.А., Петров В. С., Колосов А. В. 1997. Регуляция численности непарного шелкопряда в Западной Сибири // Биотехнол. № 3. с. 45 - 47.
13. Комягин А. И., Полтев В. И., Лобанов А. В. 1965. Государственные испытания бактериологического метода борьбы с сибирским шелкопрядом. //Иссл. по биол. методу борьбы с вред. сельск. и лесного х-ва. (докл. симпоз. 17-20 ноября 1964 г.). - Новосибирск. - Вып. 2. - С. 14 - 18.
14. Кондаков Ю.П. 2002. Массовые размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края.//Энтомол. Иссл. в Сибири. Вып.2, Инст. леса СО РАН:Красноярск.
15. Куценогий К. П. 1978 (ред.) Применение аэрозолей для борьбы с вредными насекомыми. – Новосибирск : Наука. – 152 с.
16. Справочник по защите леса от вредителей и болезней. М.:Лесная промышл. - 1980. - 345 с.
17. Талалаев Е. В. 1957. Бактериологический метод борьбы с сибирским шелкопрядом. // Лесное х-во. №1. – С. 36 – 37.
18. Талалаев Е. В. 1958 (а). Бактериологический метод борьбы с сибирским шелкопрядом. // Мат. Первой межд. конф. по патол. н-мых и биол. мет. борьбы с вредителями. – Прага. – С. 51 – 57.
19. Талалаев Е. В. 1958 (б). О направлении работы в области изучения использования микроорганизмов для борьбы с вредными насекомыми. // Мат. Первой межд. конф. по патол. н-мых и биол. мет. борьбы с вредителями. – Прага. – С. 19 – 21.
20. Талалаев Е. В. 1965. О направлении работы в области изучения использования микроорганизмов для борьбы с вредными насекомыми.//Иссл. по биол. мет. борьбы с вред. сельск. и лесн. х-ва. (докл. симпоз. 17-20 ноября 1964 г.). - Новосибирск. -Вып. 2. - С.19-21.

21. Тараскин В. А. 1964 (а) Сравнительные испытания действия бактериальных препаратов дендробациллина,причулымского штамма и энтобактерина против гусениц сибирского шелкопряда. // Иссл. по биол. мет. борьбы с вред. сельск. и лесн. х –ва. (Докл. к симпоз. 17 – 20 ноября 1964 г.). Новосибирск. - Вып.1. – С. 98 – 100.
22. Тараскин В. А. 1964 (б). Борьба с сибирским шелкопрядом в лесах Тувинской АССР с помощью бактериальных препаратов. // Иссл. по биол. мет. борьбы с вред. сельск. и лесн. х-ва. (Докл. к симпоз. 17 – 20 ноября 1964 г.). Новосибирск. - Вып .1. – С. 95 – 98