

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

УДК 630*411:595.787

ФАКТОРЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗАЩИТЕ ЛЕСА

Ю. И. Гниненко¹, Ю. Н. Баранчиков²

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства*

141202, Пушкино Московской обл., ул. Институтская, 15

² *Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН 660036, Красноярск, Академгородок, 50/28*

E-mail: gninenko-yuri@mail.ru, baranchikov_yuri@yahoo.com

Поступила в редакцию 06.04.2021 г.

В статье приведены основные этапы развития биологических методов защиты леса от гусениц сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) в России начиная с первой половины XX в. до настоящего времени. Показано значение в практике защиты леса бактериальных препаратов, среди которых самый широко применяемый – лепидоцид. Сообщается об отсутствии среди средств защиты запрещенных к применению вирусных препаратов. Приведены сведения о разработке грибных препаратов, подчеркнута их эффективность в борьбе с вредителем. Дан подробный исторический анализ развития классического биологического контроля для защиты леса от сибирского шелкопряда. Описаны случаи и технологии успешного применения яйцеда *Telenomus tetratomus* Kieffer., обсуждены причины того, что оно не стало важной частью системы биологической защиты таежных лесов. Показана необходимость разработки для таких биологических агентов защиты, как энтомофаги, патогенные грибы и вирусы приемлемых технологий применения и биопроизводства. Подчеркнуто преимущество широкого использования бактериальных препаратов в практике защиты леса от сибирского шелкопряда из-за хорошо проработанной технологии производства и сходства технологии их применения с химическими пестицидами при гарантии получения надежного результата.

Ключевые слова: *Dendrolimus sibiricus* Tschetv., биопрепараты, энтомофаги, биологическая защита.

DOI: 10.15372/SJFS20210503

ВВЕДЕНИЕ

Сибирский шелкопряд (коконопряд) (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv. (Lepidoptera, Lasiocampidae)) в силу своего значения как самый важный вредитель хвойных лесов страны давно является драйвером развития защиты леса в России как в теоретическом, так и в практическом направлениях. Развитие теории динамики численности лесных насекомых в значительной степени строилось на результатах изучения цикличности формирования очагов массового размножения

сибирского шелкопряда (Флоров, 1938; Исаев и др., 2001).

Именно с этим фитофагом связано первое масштабное применение авиации в защите леса, а также разработки и использование в начале 60-х годов XX в. многих химических пестицидов (Жохов и др., 1961) и микробиологических препаратов.

Бактериологическое направление. Хотя в монографии П. Н. Жохова с соавт. (1961) биологические средства защиты леса от сибирского шелкопряда не рассматривались, к тому време-



Рис. 1. Исследователи энтомопатогенов шелкопрядов рода *Dendrolimus*: 1 – Гукасян Азат Баласанович (1928–2013), фото из архива ИЛ СО РАН (Гродницкая, Пашенова, 2019); 2 – Талалаев Евгений Васильевич (1902–1980), фото из архива семьи Талалаевых (Байшев, 2005; Еникеев, Еникеева, 2019); 3 – Крушев Леонид Тимофеевич (1931–1993), фото из архива Института леса АН Беларуси (Усенья и др., 1997); 4 – Голосова Маргарита Александровна (1931–2010), фото из семейного архива Голосовых (Мозолева, 2011).

ни уже были известны результаты применения некоторых бактериальных препаратов, правда, весьма спорные (Рожков, 1965).

С началом интенсивного развития микробиологической промышленности в СССР стали появляться первые препараты, предназначенные для широкого применения в лесу (Талалаев, 1961). Практическое их использование для защиты леса носило экспериментальный характер, так как они официально не были разрешены для производственного применения. В августе 1975 г. Госхимкомиссия при Минсельхозе СССР, рассмотрев результаты государственных испытаний биологических средств защиты леса и заключения Главного санитарно-эпидемиологического управления Минздрава СССР, приняла решение о допуске в практику лесного хозяйства двух бактериальных препаратов – гомелина и дендробациллина. В последующие годы после всесторонних испытаний для защиты

леса были разрешены к использованию и другие биопрепараты: битоксибациллин, инсектин, энтобактерин. В практику защиты леса вышло применение энтобактериана, дендробациллина, гомелина, инсектина, туверина и др. (Гукасян, 1970; Крушев, 1973 и др.).

Первые опыты по созданию бактериальных средств защиты леса выполнены под руководством Е. В. Талалаева (1961) и др. в Иркутске (рис. 1, 2).

Именно здесь появился дендробациллин – первый отечественный бактериальный препарат, получивший довольно широкую известность. Он был создан на основе энтомопатогенной бактерии *Bacillus thuriangiensis* var. *dendrolimus*, выделенной из погибших гусениц сибирского шелкопряда. В настоящее время это подвид *B. thuringiensis* ssp. *sotto*.

Значимым центром развития микробиометода стал Институт леса и древесины СО АН СССР, где под руководством А. Б. Гукасяна (рис. 1, 1) были проведены глубокие исследования возможностей биологической защиты лесов от гусениц сибирского шелкопряда.

А. Б. Гукасян и его сотрудники провели большую работу по изучению патогенных бактерий сибирского шелкопряда в очагах его массового размножения, главным образом в Туве и в Красноярском крае (Гукасян, 1973). Результатом стало описание нового вида энтомопатогенных бактерий – *Bacillus insectus* (Красильников, Гукасян, 1964; Гукасян, 1972). В дальнейшем этот вид был сведен к подвиду *Bacillus thuringiensis* (*B. thuringiensis* ssp. *insectus*). Тогда же описан ещё один вид энтомопатогенной бактерии – *Bacillus tuviensis* (Красильников, Гукасян, 1964).

На основе *B. insectus* был создан новый бактериальный препарат инсектин, показавший высокий уровень гибели гусениц в лаборатории и в природных условиях. Смертность гусениц в опытах 1963–1965 гг. составила 97–100 % (Гукасян, 1967). Препарат оказался высокоэффективным также и для уничтожения ряда нецелевых вредных насекомых (Ершова и др., 1976).

Во второй половине XX в. были созданы такие препараты, как битоксибациллин (группой исследователей под руководством Н. В. Кандыбина), гомелин (под руководством Л. Т. Крушева, рис. 1, 3) и лепидоцид (под руководством Э. Р. Зурабовой). С этого времени применение бактериальных препаратов для защиты хвойных лесов от гусениц сибирского шелкопряда стало обычной практикой.

Крупномасштабные авиационные опрыскивания неоднократно проводились с помощью лепидоцида в очагах массового размножения сибирского шелкопряда: в Красноярском крае в 1996 г. (Кутеев, 1998, 1999), в Алтайском крае и в Республике Алтай в 1998–2000 и в 2000–2001 гг. в Республике Саха (Якутия).

В 1996 г. впервые была применена технология ультрамалообъемного авиационного опрыскивания с помощью аппаратуры Микронейр АУ-5000 и навигационного оборудования, позволяющего исключить ранее практиковавшееся использование наземных сигнальщиков. Тогда был применен импортный бактериальный препарат дипел СК с нормой расхода 5 л/га.

В Республике Алтай в 1999 г. проведены защитные авиационные обработки пихтарников в очаге сибирского шелкопряда на площади более 11.4 тыс. га. Здесь применяли лепидоцид СК с нормой расхода 3 л/га, с добавкой димилина (20 г/га). Гусеницы в момент обработки находились в 3–5-м возрастах, их количество в кронах пихт (*Abies Mill*) достигало в среднем более 800 экз. на дерево. Смертность в разных урочищах сильно варьировала – от 61 до 91 % (Фролов, 1999).

Обработки лиственничных лесов в очагах массового размножения сибирского шелкопряда в Якутии были особенно трудными, что связано как с труднодоступностью лесов, так и с коротким теплым периодом. Из общей площади очага, которая в 2001 г. составляла по экспертным оценкам не менее 10 млн га, было решено провести защитные обработки только вокруг населенных пунктов на площади около 100 тыс. га. Применяли также лепидоцид СК с нормой расхода 3 л/га по перезимовавшим гусеницам

3–5-го возрастов. Их смертность составила на 15-й день около 80 %, что позволило во многом сохранить жизнеспособность припоселковых северных лиственничников.

Наиболее масштабное применение лепидоцида для защиты темнохвойных таежных лесов отмечено в 2017–2019 гг., когда этот препарат был использован с помощью авиационного ультрамалообъемного опрыскивания на площади около 0.5 млн га. В большинстве случаев получена смертность гусениц в пределах 50–92 %.

В 2001 г. в очаге массового размножения сибирского шелкопряда в Уйском лесхозе Челябинской области на площади около 0.2 тыс. га с использованием аэрозольного генератора ГАРД проведены защитные обработки лепидоцидом СК-М с нормой расхода 3 л/га, который при благоприятных погодных условиях обеспечил 97–100%-ю смертность гусениц на 10-й день после обработки.

Анализ данных об эффективности применения лепидоцида, полученных в разные годы и при использовании разных технологий авиационного опрыскивания, показал, что этот препарат почти всегда обеспечивал высокую степень смертности гусениц (табл. 1).

Близкие результаты показали и другие бактериальные препараты, которые в разное время были разрешены к применению (табл. 2).

Однако в силу разных причин в течение длительного времени наиболее востребованным в практике защиты леса от сибирского шелкопряда остаётся лепидоцид в его различных препаративных формах.

Таким образом, к настоящему времени применение бактериальных препаратов, в основном лепидоцида (производимого ООО «Сиббио-

Таблица 1. Смертность гусениц сибирского шелкопряда в результате применения лепидоцида

Регион	Год	Обработанная площадь, тыс. га	Смертность гусениц, %	Автор
<i>Авиационное малообъемное опрыскивание</i>				
Республика Тыва	1993	3.2	56.1–82.2	Канзай, 1999
	1994	3.2	76.1	
<i>Ультрамалообъемное опрыскивание</i>				
Приморский край	1997	53.0	84–85	Кутеев, 1999
Красноярский край	1998	5.2	84–85	
Красноярский край	2016	35.0	87.2	Обзор..., 2016
Томская обл.		0.5	86.2	
Иркутская обл.		7.6	77.8	
Томская обл.	2017	24.6	87.1	Обзор..., 2017
	2018	29.1	49.4–78.2	
Томская обл., Красноярский край	2019	55.3	80.0–93.4	Обзор..., 2020

Таблица 2. Смертность гусениц сибирского шелкопряда в результате применения различных бактериальных препаратов

Регион	Препарат	Год	Обработанная площадь, тыс. га	Смертность гусениц, %	Автор
Иркутская обл.	Дендробациллин	1959	0.3	2–3	Рожков, 1965
		1960	0.3	63–70	
Республика Тыва	Инсектин	1975	2.8	46–92	Канзай, 1999
	Дендробациллин	1986	2.0	30–61.5	
Красноярский край	Дипел	1996	79.2	59.4–67.9	Кутеев, 1999
			23.4	87.4	
			??	28.7	

Примечание. Низкая эффективность дендробациллина в 1959 г. и дипела в 1996 г. объясняется тем, что опрыскивания проведены по гусеницам старших возрастов в поздние сроки.

фарм»), является наиболее популярным видом биологической защиты леса. В последние годы в арсенале средств защиты леса появились и другие бактериальные препараты, например лепидобактерицид и лептоцид. Но они не стали так широко применяться, как препараты группы лепидоцида.

Вирусное направление. Первый вирусный препарат против сибирского шелкопряда появился у нас после поездки группы исследователей в Японию, откуда был привезен мацукемин – препарат на основе вируса цитоплазматического полиэдроза (Голосова, 2004). Японский опыт показал, что в принципе получение эффективного вирусного препарата для защиты от коконопрядов рода *Dendrolimus* возможно. Это стало своеобразным толчком к созданию отечественного оригинального препарата на основе вируса гранулеза Вирин-ГСШ, Ж. Данный препарат был официально зарегистрирован и разрешен к применению в очагах, но не нашел сколько-нибудь широкого применения. Работы по созданию отечественного препарата на основе вируса цитоплазматического полиэдроза не предпринимались.

Все вирусные препараты, применяемые в защите леса как в России, так и в большинстве других стран, нарабатывают на основе вирусов ядерного, реже цитоплазматического полиэдроза. Значительно реже пытаются использовать вирусы гранулеза, радужности и оспы насекомых (Бахвалов, 2001; Голосова, 2001, 2004). Попытки создать дешевый и эффективный препарат на основе вируса гранулеза сибирского и соснового шелкопрядов (*Dendrolimus pini* (L.)) в России фактически не дали результатов. Хотя опытные партии препарата были испытаны (Гулий, Голосова, 1975; Барановский, 1989; Бахвалов и др., 2010) и такой препарат, как сказано выше, имел

ся в списке разрешенных к применению пестицидов, фактически он ни разу не был применен в производственных масштабах.

Среди причин этого следует выделить следующие:

- производство вирусной биомассы всегда происходит на живых гусеницах целевого насекомого, т. е. для получения препарата необходимо было провести выкормку большого количества гусениц, что технологически довольно непросто;

- вирус гранулеза более труден для технологических манипуляций (очистка, фильтрация и пр.), чем вирусы полиэдроза;

- наладить производство вирусного препарата только для сибирского шелкопряда трудно, так как площади очагов его массового размножения нестабильны, и очень варьируют год от года, что затрудняет планирование производства и удорожает конечный продукт;

- не отработана технология применения этого препарата, а проведение обычного опрыскивания (авиационного и наземного) было заметно дороже, чем применение с помощью таких же технологий не только химических пестицидов, но и бактериальных препаратов.

В Китае имеется опыт масштабного производства и применения вирусного препарата против шелкопрядов рода *Dendrolimus* на основе вируса цитоплазматического полиэдроза *D. punctatus* (Walker) (Yao et al., 2005; Sun, Peng, 2010), причем одним из путей распространения вируса в популяциях фитофага рассматривается паразитический яйцеед *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Peng et al., 1998).

В настоящее время начаты работы по созданию нового вирусного средства для защиты от сибирского шелкопряда. Полученный ВНИИЛМом вирус из Китая успешно адапти-

рован к сибирскому и сосновому шелкопрядам. Проведенные работы показали, что при использовании вируса цитоплазматического полиэдро-за шелкопряда *D. punctatus* (Walker) смертность гусениц сибирского шелкопряда составила около 84 % (Gninenko et al., 2010).

Таким образом, вирусное направление в защите таежных лесов Сибири от гусениц сибирского шелкопряда в настоящее время развивается крайне слабо. Ранее имевшийся препарат сейчас отсутствует в арсенале средств защиты леса. Если не будут разработаны технологии дешевого получения вирусной биомассы, которые бы позволили получать в результате ее переработки необходимое количество вирусного препарата, у защитников леса не появятся новые вирусные средства для применения в очагах сибирского шелкопряда.

Грибное направление. Энтомопатогенные грибы имеют большое значение в жизни природных популяций лесных насекомых (Евлахова и др., 1961; Максимова, 2014; и др.), в том числе и сибирского шелкопряда (Павлов и др., 2018; Pavlov et al., 2018). В одном очаге массового размножения шелкопряда в Красноярском крае в начале XXI в. нам приходилось наблюдать настолько массовую гибель гусениц в период их зимовки от грибной инфекции, что на площади порядка 100 тыс. га были отменены защитные обработки. Однако регулярное нахождение новых штаммов патогенных микроорганизмов, получение великолепных результатов во время лабораторных или мелкочаговых опытов по испытанию этих штаммов нисколько не приближают к появлению грибных препаратов, которые бы нашли достойное место в арсенале средств защиты таежных лесов Сибири от сибирского шелкопряда. Это связано не только с тем, что грибы в большей степени, чем энтомопатогенные бактерии, зависят от условий среды (Крыуков et al., 2012; и др.), но в первую очередь с тем, что до настоящего времени нет экономически оправданной технологии применения грибных препаратов.

Привычное для работников защиты леса авиационное опрыскивание не может обеспечить эффективное действие грибных препаратов. Это связано с тем, что всегда опрыскивание леса для защиты от гусениц проводят в условиях отсутствия осадков, а низкая влажность не способствует развитию грибных инфекций. Проведение опрыскиваний специально перед уходом гусениц на зимовку чревато опасностью вообще не обеспечить контакта препарата с ними, так

как к моменту начала опрыскивания большая их часть может уже уйти в подстилку. Внесение препарата на поверхность подстилки в надежде не то, что гусеницы, уходя на зимовку, будут инфицированы и впоследствии погибнут, не может быть реализовано, поскольку покрыть подстилку грибным препаратом на больших площадях технически невозможно.

Кроме того, грибная патология в теле гусеницы развивается медленно, и их массовая гибель происходит не столько во время питания, сколько в период зимовки. Это неприемлемо по причине того, что исполнитель работ по защите леса не может вернуть вложенные в работу денежные средства, и они оказываются замороженными практически на год. Такая перспектива бизнесменов не привлекает.

Таким образом, грибное направление в настоящее время не создало ни одного препарата, который мог бы быть использован даже для начала регистрационных испытаний. Следует признать, что только при разработке принципиально иных технологий внесения энтомопатогенных грибов в популяции вредителя можно будет надеяться на появление грибных препаратов как реальных средств для защиты леса.

Анализируя состояние микробиологического направления защиты таежных лесов от сибирского шелкопряда, можно констатировать, что только бактериологическое направление достигло реальных результатов и заняло достойное место в системе защитных мероприятий.

На наш взгляд, основными причинами этого является:

- получение быстрого и надежного результата;
- возможность использования обычной опрыскивающей аппаратуры;
- принципиально не отличающаяся от химических препаратов стоимость гектарной нормы внесения;
- меньшие экологические риски по сравнению с химическими пестицидами.

Вирусное направление при защите от сибирского шелкопряда не смогло создать препарат и технологию его применения, которые были бы в состоянии конкурировать с бактериальными препаратами. Основные недостатки вирусных средств – высокая трудоемкость и стоимость производства, а также нестабильность объемов производства. При проведении мер защиты вирусными средствами с помощью обычных опрыскивающих устройств для достижения надежного результата требуется внесение большо-

го количества вируса, что очень удорожает эти работы. Для успешного использования вирусов необходимо разработать принципиально иную технологию их применения. Именно наличие особой технологии внесения вирина-ЭНШ (весенняя обмазка кладок) сделало этот препарат единственным успешным вирусным средством.

Грибные препараты никогда не применялись для защиты леса в сколько-нибудь значимом масштабе. Это вызвано следующими причинами:

- большей зависимости их эффективности от погодных условий, чем у других биологических средств;
- отсутствием технологии их внесения;
- длительным периодом ожидания завершения гибели особей даже по сравнению с вирусными препаратами.

Классический биометод. Фауна насекомых-паразитов сибирского шелкопряда детально изучена на протяжении его ареала в России. В нее входят около 40 видов из отрядов двукрылых (Diptera Linnaeus) и перепончатокрылых (Hymenoptera Linnaeus). Они поражают гусениц (31 вид), куколок (19 видов) и яйца вредителя (5 видов). Эффективность паразитов сильно меняется в зависимости от региона, но наиболее эффективными обычно являются яйцеед *Telenomus tetratomus* Kieffer, паразит гусениц *Aleiodes esenbeckii* (Hartig) (= *Rhogas dendrolimi* Matsumura) и паразит куколок *Masicera springivora* (Robineau-Desvoidy) (= *M. zimini* Kol.) (табл. 3).

Фауна паразитов сибирского шелкопряда в Китае в целом очень похожа на российскую (Baranchikov, Montgomery, 2014). Из новых видов прибавляются два вида тахин – *Blepharipa zebina* (Walker) и *Winthemia venusta* (Meigen), один вид яйцеда – *Telenomus dendrolimi* (Matsumura) и три вида ихневмонид – *Iseropus himalayensis* (Cameron), *Coccygomimus disparis* (Viereck) и *Hyposoter takagii* (Matsumura). Из перечисленных видов эффективны лишь два последних. Ведущую роль в паразитокомплексе шелкопряда в Китае играют также яйцееды *T. tetratomus* и *Ooencyrtus pinicolus* (Matsumura), ихневмонид *Casinarina nigripes* (Gravenhorst), а также браконид *A. esenbeckii* (Chen, He, 2006; O’Hara et al., 2009).

Еще первые исследователи сибирского шелкопряда обратили внимание на роль энтомофагов в жизни его популяций. И. В. Васильев (1899, 1905) отмечал, что только двумя видами тахин было уничтожено порядка трети гусениц, а яйцеед *Telenomus gracilis* (в настоящее время *T. tetratomus*) уничтожил более половины собранных яиц. Тогда же он впервые высказал идею использовать этого яйцеда для подавления численности сибирского шелкопряда. О значительной роли яйцеда упоминает и К. А. Казанский (1928), который наблюдал 100%-ю гибель яиц от этого энтомофага.

На высокую роль этого теленомуса в паразитировании яиц сибирского шелкопряда в большинстве его популяций указывали многие авто-

Таблица 3. Паразиты сибирского шелкопряда в разных регионах его ареала в России

Вид	Стадия развития	Уровень паразитизма по регионам					
		ЗС	ЦС	ВС	НП	ПР	СА
1	2	3	4	5	6	7	8

Д в у к р ы л ы е
Тахины (Tachinidae Robineau-Desvoidy)

<i>Blepharipa pratensis</i> Meigen	Л	С	С	С	С	Р	–
<i>Blepharipa schineri</i> (Mesnil)	Л	Р	Р	Р	И	И	–
<i>Carcelia matsukarehae</i> (Shima)	К	–	–	–	А	–	–
<i>Compsilura concinnata</i> (Meigen)	Л, К	Р	Р	Р	Р	Р	–
<i>Exorista fasciata</i> (Fallén).	Л	?	Р	Р	Р	Р	–
<i>Exorista larvarum</i> (Linnaeus)	Л, К	С	И	С	Р	Р	Р
<i>Lespesia frenchii</i> (Williston)	Л, К	–	И	И	С	–	И
<i>Masicera springivora</i> (Robineau-Desvoidy)	–	–	–	И	И	–	С
<i>Mikia tepens</i> (Walker)	К	Р	Р	–	С	С	–
<i>Pales pavidata</i> (Meigen)	Л	–	Р	?	Р	–	–
<i>Tachina nupta</i> (Róndani)	Л	Р	Р	–	–	Р	–
<i>Tachina grossa</i> (Linnaeus)	Л	Р	Р	Р	–	Р	–

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Настоящие мухи (Muscidae Latreille)							
Домовая муха (<i>Muscina stabulans</i> Fallén)	Л	С	С	С	С	С	?
<i>Muscina levida</i> (Harris)	Л, К	С	С	С	С	С	?
Серые мясные мухи (Sarcophagidae Macquart)							
<i>Agria punctata</i> Robineau-Desvoidy	К	С	С	С	С	?	И
<i>Agria monachae</i> (Kramer)	Л, К	С	С	С	С	С	–
<i>Kramerea schutzei</i> (Kramer)	Л, К	С	С	С	И	И	–
<i>Parasarcophaga harpax</i> Pandelle	К	С	С	С	С	–	–
<i>Parasarcophaga uliginosa</i> Kramer	Л, К	С	С	С	И	–	И
<i>Parasarcophaga albiceps</i> (Meigen)	К	Р	Р	Р	Р	–	Р
<i>Parasarcophaga similis</i> (Meade)	–	–	–	–	?	Р	–
<i>Robineauella pseudoscoparia</i> (Kramer)	Л, К	С	С	С	И	И	–
<i>Sarcophaga carnaria</i> Linnaeus	Л	С	С	Р	–	–	Р
Перепончатокрылые							
Бракониды (Braconidae Nees von Esenbeck)							
<i>Aleiodes esenbeckii</i> (Hartig) = <i>Rogas dendrolimi</i> Matsumura	Л	С	С	С	С, И	С, И	А
<i>Apanteles ordinarius</i> (Ratzeburg).	Л	С	С	С	С, И	С, И	Р
<i>Apanteles liparidis</i> (Bouché)	Л	Р	Р	Р	С, И	С, И	Р
Ихневмониды (Ichneumonidae Haliday)							
<i>Apechthis capulifera</i> (Kriechbaumer)	К?	–	–	–	С	–	–
<i>Anilastus validus</i> Pfankuch	Л	Р	Р	Р	С	С	Р
<i>Acropimpla didyma</i> (Gravenhorst)	Л	–	–	–	Р	–	–
<i>Acropimpla pictipes</i> (Gravenhorst)	Л	–	–	–	Р	–	–
<i>Casitaria nigripes</i> (Gravenhorst)	Л	Р	Р	–	С	С	–
<i>Coccygomimus disparis</i> (Viereck)	Л	–	–	–	?	?	–
<i>Pimpla instigator</i> (F.)	Л, К	С	С	С	–	–	–
<i>Hyposoter takagii</i> (Matsumura)	Л	–	–	–	–	–	–
<i>Therion giganteum</i> (Gravenhorst)	Л, К	Р	Р	Р	С, И	С, И	И
<i>Iseropus himalayensis</i> (Cameron)	Л	–	–	–	–	–	–
<i>Iseropus stercorator</i> Fabricius	Л, К	Р	Р	Р	С	С	Р
<i>Lymantrichneumon disparis</i> (Poda)	Л, К	Р	Р	–	С	С	–
<i>Habronyx gigas</i> (Kriechbaumer)	Л, К	Р	–	–	Р	?	–
Энциртиды (Encyrtidae Walker)							
<i>Ooencyrtus pinicolus</i> (Matsumura)	Я	Р	Р	Р	И	С	С
Трихограмматиды (Trichogrammatidae Haliday et Walker)							
<i>Trichogramma dendrolimi</i> (Matsumura)	Я	С	С	С	С	С	С
<i>Trichogramma lingulatum</i> Pang et Chen	Я	–	–	–	–	Р	–
Эвпельмиды (Eupelmidae Walker)							
<i>Anastatus japonicus</i> (Tompson) Ashmead	Я	–	–	–	С	?	–
Сцелиониды (Scelionidae Haliday)							
<i>Telenomus tetratomus</i> Kieffer	Я	И	И	И	С	И	И

Примечание. Стадия развития шелкопряда: Л – гусеницы, К – куколка, Я – яйцо. Регионы: ЗС – Западная Сибирь (от Урала до Красноярского края), ЦС – Центральная Сибирь (Красноярский край, Республика Хакасия и Республика Тыва), ВС – Восточная Сибирь (Иркутская область и Забайкалье), НП – Нижнее Приамурье (юг Хабаровского края), ПР – Приморский край, СА – Сахалин. Уровень паразитизма: Р – редко (паразитировано 0.1–5.0 % популяции хозяина), С – средние (6–50 %), И – интенсивно (более 50 %); – – не зарегистрирован; ? – информации нет, но паразитизм возможен. Источники информации (в скобках – регионы): Болдаруев, 1969 (ВС); Коломиец, 1962; Коломиец, Артамонов, 1994 (ЗС, ЦС, ВС, ПР); Кондаков, 2002 (ЦС); Юрченко, Турова, 2002 (АМ, ПР, СА).



Рис. 2. Сибирские исследователи энтомофагов сибирского шелкопряда: 1 – Прозоров Сергей Сергеевич (1900–1971), фото из архива ИЛ СО РАН (Баранчиков, 2019); 2 – Рожков Анатолий Сергеевич (1929–2005), фото В. А. Короткоручко (Плешанов, Морозова, 2017); 3 – Болдаруев Владимир Осипович (1912–1987), фото предоставлено Л. В. Петрожицкой (Базова, Пронин, 2020); 4 – Коломиец Николай Григорьевич (1919–1998), фото В. Т. Новикова, фотоархив СО РАН (Петренко и др., 2002).

ры (Жохов и др., 1961; Рожков, 1965; Юрченко, Турова, 1996, 2002; Фомин и др., 2019; Денисова и др., 2020; Yao et al., 2005; и др.).

Точку зрения И. В. Васильева (1905) о том, что теленомуса можно использовать как агента биологической защиты, поддерживали другие исследователи (Крушев, 1973), некоторые из которых осуществили реальные мероприятия по его практическому применению.

С. С. Прозоров (1952) в Красноярском крае впервые осуществил перенос зараженных яйцедами кладок из старых очагов в новые, используя метод «наводнения» (рис. 2, 1).

Он вырастил теленомуса в лаборатории, получив около 18 млн особей, и выпустил их в очаге сибирского коконопряда на площади 650 га. При этом, по его расчетам, на 1 самку яйцеда приходилась 13 яиц вредителя. Зараженность яиц коконопряда на данном участке оказалась равной 94 %, тогда как в контрольном участке

она составила 23 % (Прозоров, 1952). Н. Г. Коломиец (1962) критически оценил эту работу, указав, что автор не выращивал в лабораторных условиях новые поколения яйцеда, а просто получал его особей, несколько раз в течение летнего сезона собирая в природе зараженные яйца и затем расселяя полученных яйцеда в другие участки леса.

В 1950 г. Н. Г. Коломиец (рис. 2, 4) в Туве собрал более 4.5 млн яиц сибирского шелкопряда. После выхода из части собранных яиц гусениц они были уничтожены, а оставшиеся зараженные теленомусом яйца упаковали в марлевые мешочки и развесили в лесу на площади около 150 га. К сожалению, учеты паразитированности яиц им не проведены, но автор указал, что «в тех участках, где проводилось это мероприятие (выпуск яйцеда), вспышка шелкопряда прекратилась в 1951 г., где кладки яиц с паразитами не выставлялись, вспышка прекратилась в 1952 г.» (Коломиец, 1962). По-видимому, сам Николай Григорьевич не был удовлетворен полученным результатом, поэтому не показал уровень паразитированности яиц, тем более что сбор такого большого количества яиц и потом возвращение их в очаг потребовало больших трудозатрат.

В своей известной монографии Н. Г. Коломиец (1962) привел список 66 видов энтомофагов, которые в той или иной степени влияют на численность особей шелкопряда. Он довольно объективно оценивал роль каждого энтомофага из приведенного списка одновременно признавая, что все сколько-нибудь значимые работы по их применению для защиты от сибирского шелкопряда выполнены с использованием именно теленомуса. Анализ опубликованных им материалов о роли яйцеда в разных очагах массового размножения шелкопряда позволяет получить весьма наглядное свидетельство о роли теленомуса как эффективного яйцеда (табл. 4).

Интересно отметить, что в Республике Тыва все работы были выполнены в лиственных лесах, тогда как в Томской области – в темнохвойных кедрово-пихтовых древостоях. Приведенные Н. Г. Коломиецем (1962) данные подтверждают высказанное им мнение, что в лиственничниках теленомус несколько менее эффективен из-за большей роли в таких лесах вторичного паразитоида *Pachyneuron solitarium* (Hartig) (Hymenoptera, Pteromalidae), который уничтожает теленомуса в яйцах коконопряда.

В 1959 г. В. О. Болдаруев (рис. 2, 3) и З. Н. Позмогова использовали этого яйцеда в очагах сибирского коконопряда в Бурятии. На

Таблица 4. Роль яйцеда *Telenomus tetratomus* в уничтожении яиц сибирского шелкопряда (рассчитано по данным Н. Г. Коломийца (1962)), %

Год учета	Всего паразитировано яиц	Доля <i>T. tetratomus</i> в заражении яиц
<i>Республика Тыва</i>		
1950	15.1	47.8
1958	16.9	76.4
1959	81.9	87.5
1960	56.9	80.7
1961	60.6	59.7
1962	19.5	99.6
<i>Томская область</i>		
1955	54.3	93.1
1956	75.9	83.8
1957	93.1	100.0
1962	62.5	100.0

площади 111 га они дважды в сезон выпустили порядка 0.5 млн особей теленомуса, в результате гибель яиц от него возросла в 27.7 раза, с 2 % в 1959 г. до 55.4 % в 1960 г. (Болдаруев, Позмогова, 1960)

В дальнейшем опыт применения теленомуса повторен в двух очагах сибирского коконопряда в Бурятии (Болдаруев и др., 1969а, б). Используя методику Н. Г. Коломийца (1962) по внесения яйцеда, авторам удалось поднять общий уровень паразитизма яиц в 7–17 раз, а долю теленомуса в зараженных яйцах – в 4.5–18.8 раз.

Однако В. О. Болдаруевым не приведено данных об изменении уровня паразитирования яиц в очагах, где яйцеда не выпускали. Это снижает возможность объективной оценки успешности проведенных выпусков, но работы по практическому применению яйцеда в очагах массового размножения сибирского коконопряда, выполненные О. В. Болдаруевым и его соавторами в 60-е годы XX в., до настоящего времени остаются единственным опытом в этом направлении, осуществленным в сравнительно большом масштабе, методика которого подробно описана, а результаты в значительной мере вызывают вопросы.

Несмотря на пионерный характер работ с яйцедем, по итогам этих исследований В. О. Болдаруевым (1959, 1969) разработаны оригинальные методы применения теленомуса против сибирского шелкопряда, которые не потеряли своего значения и в настоящее время. Он предложил два срока выпусков:

– осеннюю колонизацию, с расчетом на успешную зимовку яйцеда в местах выпуска;

– летнюю колонизацию, перед началом лета бабочек сибирского шелкопряда.

Одновременно эти работы показали высокий уровень неготовности технологии к масштабному ее использованию. Остались недоработанными такие важные моменты, как норма выпуска в зависимости от численности вредителя, сроки применения яйцеда в зависимости от развития вспышки массового размножения хозяина. Очень важно также то, что как тогда, так и в настоящее время не решен вопрос о методах получения необходимого числа яйцеда. Сбор зараженных кладок в старых очагах предполагает, что какие-то очаги изначально остаются без надлежащей защиты, что не может быть признано оптимальным при разработке надежных мер защиты лесов. Такие сборы несут в себе явную угрозу, так как в собранных яйцах может оказаться паразитоид теленомуса *P. solitarium*, существенно уменьшающий эффективность полезного энтомофага. Кроме того, выпуск яйцеда осенью изначально предполагает, что в год выпуска они не окажут никакого влияния на численность шелкопряда. А их паразитическая деятельность в следующем году во многом зависит от условий их подготовки к зиме, условий прохождения ими зимовки и от ситуации в лесных участках ранней весной. Ведь даже беглый низовой пожар в местах выпуска способен сильно уменьшить численность выпущенных яйцеда.

Поскольку яйцеда зимует в лесной подстилке, В. О. Болдаруев с соавт. (1965, 1969а, б) провели широкомасштабные работы по ее сбору с зимующими в ней особями теленомуса в старых очагах и перевозке их в формирующиеся очаги и получили положительный результат таких действий. Но по ряду причин предложение не нашло поддержки и не было реализовано в сколько-нибудь существенном масштабе. Так, в лесу трудно подобрать участки подстилки, в которых бы зимовало большое число яйцеда. По данным А. С. Рожкова (1965) (рис. 2, 2) для Кырменского очага (Иркутская обл.), в 1959 г. на 1 м² подстилки зимовало 400 особей теленомуса, а на следующий год их число сократилось до 1 особи на 1 м². Кроме того, не ясно, как возможно хранить и транспортировать собранную подстилку, насколько при таком сборе травмируется яйцеда и каким образом ее лучше вносить в защищаемые участки леса. Ответов на эти вопросы нет и по настоящее время, поэтому технологии, предложенные В. О. Болдаруевым (1952, 1956, 1959, 1969, 1971), остаются, скорее, теоретическими

предположениями, чем рабочими методиками использования теленомуса в реальных целях защиты леса.

Н. Г. Коломиец (1962) писал, что в будущем возможно искусственное размножение яйцеедов. Это представлялось ему более перспективным, чем сбор кладок в действующих очагах с последующим выпуском паразитоида в других местах.

Искусственное выведение яйцеедов в условиях мелкосерийного производства в лабораториях сопряжено с необходимостью получения нужного количества яиц хозяина. Фактически это значит, что первоначально следует научиться круглогодично поддерживать лабораторные популяции насекомых, яйца которых теленомус может заражать. В настоящее время такие технологии еще только разрабатывают.

Кроме этого, необходимо создать технологию хранения паразитированных яиц и синхронизацию выхода из них особей наездников, а также технологию накопления яйцееда в условиях его зимовки в контролируемых условиях лаборатории.

Следовательно, первые практические попытки использования яйцеедов для защиты древостоев от сибирского коконопряда, выполненные В. О. Болдаруевым (1952, 1956, 1959, 1969, 1971), С. С. Прозоровым (1952) и Н. Г. Коломийцем (1962), показали, что в принципе яйцееды способны существенно снижать численность вредителя. Эти пионерные работы открывают возможность для разработки технологий широкомасштабного их применения.

Н. Г. Коломиец (1962) указывал также на большую роль тахины *M. springivora* в уничтожении куколок во многих очагах шелкопряда. Однако высказанные им предположения о возможности использования мазицы вызвали критику А. С. Рожкова (1965), заключающуюся в том, что этот энтомофаг в некоторых случаях может существенно уменьшить эффективность яйцеедов. По мнению последнего, уничтожая куколок вредителя, муха способствует тому, что в кронах оказывается, особенно в нелетные годы, небольшое количество яиц и из-за этого в такие годы резко уменьшается численность особей теленомуса и в летный год доля зараженных им яиц существенно сокращается.

Нам не удалось найти в литературе сведений о ранее предпринимавшихся попытках использовать других паразитоидов шелкопряда для защиты леса, кроме кратких данных о том, что в 1952 г. в очаге коконопряда в Туве было собрано

порядка 12 тыс. куколок, из которых получено 8 тыс. ложнококонов мазицы. Все они были вывезены в лес и «прикопаны в лесную подстилку» (Коломиец, 1962). К сожалению, этот опыт не закончился учетом эффективности выполненной работы.

Разумеется, такой опыт внесения мазицы не технологичен. Но в дальнейшем работы по использованию этого паразитоида не проводились.

В этот же период Н. А. Теленгой (1959) также были сформулированы основные пути использования энтомофагов для защиты растений. В настоящее время работы по созданию реальных технологий искусственного разведения и применения как яйцеедов, так и гусеничных, и кукольных паразитоидов сибирского шелкопряда фактически не ведутся. Это можно объяснить следующими причинами:

- в среде практиков защиты леса в настоящее время превалирует «борьбисткое» мировоззрение, при котором считается единственно приемлемыми методами защиты леса проведение истребительных обработок химическими или бактериальными препаратами, так как это гарантирует получение надежного защитного эффекта практически всегда, если не нарушена технология проведения таких обработок. Несмотря на то что на огромных площадях водохранилищ, пригородных и иных защитных лесов применение пестицидов запрещено, практики любыми путями стремятся провести такие обработки, прямо заявляя о том, что других методов защиты леса не существует;

- Российское государство не готово финансировать работы по применению энтомофагов, так как это требует научных изысканий, коренного изменения системы прогнозирования развития вспышек численности вредителей и изменения приоритетов в работе всей службы защиты леса;

- отсутствие кадров с необходимым уровнем квалификации, так как использование энтомофагов – значительно более тонкая работа, которая не прощает ошибок в понимании развития патологических процессов в лесах.

К сожалению, подавляющее большинство современных практикующих лесозащитников не готовы выполнять многолетние работы по применению энтомофагов, когда уровень гибели сибирского шелкопряда (как и других вредителей леса), зачастую ежегодно будет не выше 75 %. Аналогичным образом лесные управленцы на всех уровнях не готовы финансировать такие работы.

Подобное положение удивительным образом поддерживается многими экологическими движениями. Парадокс настоящего времени заключается в том, что если еще 50 лет назад использование ядохимикатов признавалось очень серьезной экологической проблемой и почти всегда порицалось экологами, то сейчас некоторые из них выступают против применения энтомофагов, считая, что это нарушает естественные связи и взаимоотношения в лесных сообществах. Такой подход ущербен изначально, так как вопрос состоит не столько в том, насколько внесенный энтомофаг нарушит естественные процессы, сколько в том, что гибель лесного сообщества из-за неверных действий полностью уничтожит всех его обитателей. Будут не нарушены, а ликвидированы все трофические связи вместе с погибшим древостоем. Разумеется, что отбор энтомофагов для интродукции должен обязательно учитывать как технологичность их искусственного размножения, так и вероятность их перехода на нецелевые виды фитофагов, т. е. ему должна предшествовать процедура оценки экологического риска.

Реальностью сегодняшнего дня остается защита лесных массивов от массового размножения сибирского шелкопряда в очагах, которые выявлены по уже нанесенным повреждениям, что приводит к необходимости применять в большинстве случаев максимально «жесткие» пестициды.

Вспышка массового размножения сибирского шелкопряда в 2014–2020 гг. показала всю ущербность подобных подходов. Все защитные обработки были проведены по очагам, выявленным с запозданием по нанесенным повреждениям. Существенная часть лесов в действующих очагах не была надежно защищена, поскольку очаги действовали в припоселковых кедровых борах или в водоохранных зонах. Отсюда кажется очевидным, что должна быть существенно изменена идеология защиты хвойных лесов Сибири от сибирского шелкопряда. Вместо неэффективных обработок несвоевременно выявленных очагов пестицидами необходимо приступить к управлению их развитием и на основе современного прогноза динамики изменения численности вредителя вести регулярные комплексные работы по биологической защите хвойных лесов.

Считаем, что в настоящее время назрела необходимость развития биометода для защиты от сибирского шелкопряда по двум направлениям:

– разработка современных технологий использования его яйцеедов;

– продолжение работ по поиску наиболее эффективных технологий внесения новых биологических средств регулирования численности особей шелкопряда.

Вместе с коренным улучшением слежения за динамикой численности особей шелкопряда и разработкой современных систем кратко-, средне- и долгосрочного прогнозов, назрела необходимость разработки системы комплексной биологической защиты наиболее ценных хвойных лесов на основе производства и применения энтомофагов и биопрепаратов.

К числу территорий, на которых такой подход к защите лесов от сибирского шелкопряда необходимо использовать в первую очередь, следует отнести припоселковые кедровые боры и Особую байкальскую экологическую зону.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ развития биологического направления в защите леса от сибирского шелкопряда показал, что имеется довольно богатый опыт успешного использования разных биологических средств для борьбы с этим вредителем. Однако только применение бактериальных препаратов поставлено на промышленную основу и реально является весомой частью современной системы защиты лесов.

Другие микробиологические средства в настоящее время не могут быть применены по причинам дороговизны их использования с помощью обычного внесения и отсутствия для этого технологий, которые бы позволяли учитывать все биологические особенности этих патогенов.

Классический биометод также игнорируется из-за отсутствия технологий производства энтомофагов и их применения. Но для широкого использования этого направления имеется еще одно важное препятствие – профилактика. Традиционно в России такие мероприятия практически не финансируются государством. Без решения вопроса о финансировании проведения профилактических мероприятий невозможно развивать данное направление в защите леса.

Авторы благодарят Е. В. Голосову (Москва), Л. В. Петрожицкую (Новосибирск) и В. В. Усеню (Гомель) за любезно предоставленные фотографии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
(REFERENCES)

- Базова Н. В., Пронин Н. М. На страже байкальских лесов как на фронте: энтомолог Владимир Осипович Болдаруев (24.11.1912–08.09.1987) // Тр. Рус. энтомолог. об-ва. СПб., 2020. Т. 91. С. 20–24 [Bazova N. V., Pronin N. M. Na strazhe baykal'skikh lesov kak na fronte: entomolog Vladimir Osipovich Boldaruyev (24.11.1912–08.09.1987) (Guarding the Baikal forests as if on the front line: entomologist Vladimir Osipovich Boldaruyev (24.11.1912–08.09.1987)) // Tr. Rus. entomol. ob-va (Proc. Rus. Entomol. Soc.). St. Petersburg, 2020. V. 91. P. 20–24 (in Russian)].
- Байшев Н. Победитель шелкопряда Евгений Талалаев // Копейка. № 19. 20 мая 2005 г. [Baishev N. Pobeditel shelkopryada Evgeniy Talalaye (Winner of the silkworm Evgeniy Talalae) // Kopeika. N. 19. 20 May, 2005. (in Russian)]. <http://baik-info.ru/kopeika/2005/19/009001.html>
- Барановский В. И. Действие вируса гранулеза и бактериальных препаратов на сибирского шелкопряда и их сохранность в лесных биоценозах // Биол. и интегр. борьба в лесн. биоценозах. Боржом, 1989. С. 146–150 [Baranovskiy V. I. Deystvie virusa granuleza i bakterialnykh preparatov na sibirskogo shelkopryada i ikh sokhrannost v lesnykh biotsenozakh (The action of the granulosis virus and bacterial preparations on the Siberian silkworm and their safety in forest biocenoses) // Biol. i integr. borba v lesn. biotsen. (Biol. and integral control in forest biocenoses). Borzhomi, 1989. P. 146–150 (in Russian)].
- Баранчиков Ю. Н. Лаборатория лесной зоологии // Форпост лесной науки (к 75-летию Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2019. С. 255–270 [Baranchikov Yu. N. Laboratoriya lesnoy zoologii (Laboratory of forest zoology) // Forpost lesnoy nauki (k 75-letiyu Instituta lesa im. V. N. Sukacheva SO RAN) (Advanced post of forest science (to 75th anniversary of V. N. Sukachev Inst. For. Sib. Br. Rus. Acad. Sci.)). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN (Sib. Br. Rus. Acad. Sci. Publ.), 2019. P. 255–270 (in Russian)].
- Бахвалов С. А. Вирозы насекомых // Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты. М.: Круглый стол, 2001. С. 20–75 [Bakhvalov S. A. Virozy nasekomykh (Insect virosis) // Patogeny nasekomykh: strukturnye i funktsionalnye aspekty (Insect pathogens: structural and functional aspects). Moscow: Krugly stol (Round table), 2001. P. 20–75 (in Russian)].
- Бахвалов С. А., Колтунов Е. В., Мартемьянов В. В. Факторы и экологические механизмы популяционной динамики лесных насекомых-филлофагов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 299 с. [Bakhvalov S. A., Koltunov E. V., Martem'yanov V. V. Faktory i ekologicheskie mekhanizmy populyatsionnoy dinamiki lesnykh nasekomykh-fillofagov (Factors and ecological mechanisms of population dynamics of forest phyllophagous insects). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN (Sib. Br. Rus. Acad. Sci. Publ.), 2010. 299 s. (in Russian)].
- Болдаруев В. О. Паразиты сибирского шелкопряда в Восточной Сибири // Энтомолог. обозрение. 1952. № 32 (1). С. 56–68 [Boldaruev V. O. Parazity sibirskogo shelkopryada v Vostochnoy Sibiri (Siberian moth parasites in Eastern Siberia) // Entomol. obozrenie (Entomol. Rev.). 1952. N. 32 (1). P. 56–68 (in Russian)].
- Болдаруев В. О. Развитие *Telenomus gracilis* Mayer и *Ooencyrtus pinicola* Matz. // Энтомолог. обозрение. 1956. № 35 (1). С. 101–106 [Boldaruev V. O. Razvitie *Telenomus gracilis* Mayer i *Ooencyrtus pinicola* Matz. (Development of *Telenomus gracilis* Mayer and *Ooencyrtus pinicola* Matz.) // Entomol. obozrenie (Entomol. rev.). 1956. N. 35 (1). P. 101–106 (in Russian)].
- Болдаруев В. О. Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) и его паразиты в пихтовых лесах Красноярского края // Зоол. журн. 1959. Т. 38. № 7. С. 810–821 [Boldaruev V. O. Sibirskiy shelkopryad (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) i ego parazyty v pikhtovykh lesakh Krasnoyarskogo kraja (Siberian moth (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) and its parasites in the fir forests of Krasnoyarsk Krai) // Zool. zhurn. (Zool. J.). 1959. V. 38. N. 7. P. 810–821 (in Russian)].
- Болдаруев В. О. Динамика численности сибирского шелкопряда и его паразитов. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1969. 163 с. [Boldaruev V. O. Dinamika chislennosti sibirskogo shelkopryada i ego parazytov (Population dynamics of the Siberian moth and its parasites). Ulan-Ude: Buryat. kn. izd-vo (Buryat book publ.), 1969. 163 p. (in Russian)].
- Болдаруев В. О. Шелкопряд, теленомус и пожары // Природа. 1971. № 4. С. 68–72 [Boldaruev V. O. Shelkopryad, telenomus i pozhary (Silk moth, telenomus and fires) // Priroda (Nature). 1971. N. 4. P. 68–72 (in Russian)].
- Болдаруев В. О., Позмогова З. И. Биологическая борьба с сибирским шелкопрядом в Бурятии // Сибирский шелкопряд. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 11–19 [Boldaruev V. O., Pozmogova Z. I. Biologicheskaya borba s sibirskim shelkopryadom v Buryatii (Biological control of the Siberian moth in Buryatia) // Sibirskiy shelkopryad (Siberian silk moth). Novosibirsk: Izd-vo SO AN SSSR (Sib. Br. USSR Acad. Sci. Publ.), 1960. P. 11–19 (in Russian)].
- Болдаруев В. О., Позмогова З. И., Алексеева Е. Е. Производственное испытание биологического метода борьбы с сибирским шелкопрядом в Бурятии // Исследования по биологическим методам борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства. Докл. симп. 1965. Т. 2. С. 97–104 [Boldaruev V. O., Pozmogova Z. N., Alekseeva E. E. Proizvodstvennoe ispytanie biologicheskogo metoda borby s sibirskim shelkopryadom v Buryatii (Production test of the biological method of the Siberian moth control in Buryatia) // Issledovaniya po biologicheskim metodam bor'by s vreditelyami sel'skogo i lesnogo khozyaystva. Dokl. simp. (Research on biological methods of pest control in agriculture and forestry. Symp. Proc.). 1965. V. 2. P. 97–104 (in Russian)].
- Болдаруев В. О., Хунхенов Ф. Х., Будуев К. И., Ванчугов А. И., Ринчинов Б. Н. Новый опыт биологической борьбы с сибирским шелкопрядом в Бурятии // Главнейшие вредители древесных и кустарниковых пород Забайкалья. Т. 1. Улан-Удэ, 1969а. С. 148–156 [Boldaruev V. O., Khunkhenov F. Kh., Buduev K. I., Vanchugov A. I., Rinchinov B. N. Novy opyt biologicheskoy bor'by s sibirskim shelkopryadom v Buryatii (New experience in biological control of the Siberian moth in Buryatia) // Glavneyshie vrediteli drevesnykh i

- kustarnikovykh porod Zabaykalya (Principal pests of woody and shrub species of Transbaikalia). V. 1. Ulan-Ude, 1969a. P. 148–156 (in Russian)].
- Болдаруев В. О., Хунхенов Ф. Х., Будуев К. Н., Ванчугов А. Н., Ринчинов Б. Н. Новый опыт биологической борьбы с сибирским шелкопрядом в Бурятии // Главнейшие вредители древесных и кустарниковых пород Забайкалья. Тр. Бурят. ин-та естеств. наук БФ СО АН СССР. 1969б. Т. 7. С. 148–155 [Boldaruev V. O., Khunkhenov F. Kh., Buduev K. N., Vanchugov A. N., Rinchinov B. N. Novy opyt biologicheskoy bor'by s sibirskim shelkopryadom v Buryatii (New experience in biological control of the Siberian moth in Buryatia) // Glavneyshie vrediteli drevesnykh i kustarnikovykh porod Zabaykal'ya. Tr. Buryat. in-ta estestv. nauk BF SO AN SSSR (Principal pests of woody and shrub species of Transbaikalia. Proc. Buryat. Inst. Nat. Sci. Buryat Division Sib. Br. USSR Acad. Sci.). 1969b. V. 7. P. 148–155 (in Russian)].
- Васильев И. В. Шелкопряд в лесах Иркутской губернии по наблюдениям 1898 г. // Изв. Мин-ва земледелия и гос. имуществ. 1899 [Vasil'ev I. V. Shelkopryad v lesakh Irkutskoy gubernii po nablyudeniya 1898 g. (Silkmoth in the forests of Irkutsk province according to observations in 1898) // Izv. Min-va zemledeliya i gos. imushchestv (Bull. Ministry Husbandry and State Properties). 1899 (in Russian)].
- Васильев И. В. Шелкопряды сосновый *Dendrolimus pini* L. и кедровый *Dendrolimus segregatus* Butl. их образ жизни, вредная деятельность и способы борьбы с ними // СПб. Тр. бюро по энтомологии. 1905. Т. 5. № 7. С. 1–102 [Vasil'ev I. V. Shelkopryady sosnovy *Dendrolimus pini* L. i kedrovyy *Dendrolimus segregatus* Butl. ikh obraz zhizni, vrednaya deyatelnost' i sposoby borby s nimi (Pine moth *Dendrolimus pini* L. and Siberian stone pine moth *Dendrolimus segregatus* Butl. their lifestyle, harmful activities and ways of fighting them) // SPb. Tr. byuro po entomol (St. Petersburg. Proc. Bureau Entomol.). 1905. V. 5. N. 7. P. 1–102 (in Russian)].
- Голосова М. А. Микробиологическая защита растений. М.: МГУЛ, 2001. 75 с. [Goloseva M. A. Mikrobiologicheskaya zashchita rasteniy (Microbiological protection of plants). Moscow: MGUL (Moscow St. Univ. For.), 2001. 75 p. (in Russian)].
- Голосова М. А. Насекомые – вредители леса. Биологическое регулирование популяций. М.: МГУЛ, 2004. 189 с. [Goloseva M. A. Nasekomye – vrediteli lesa. Biologicheskoe regulirovanie populyatsiy (Insects – forest pests. Biological control of populations). Moscow: MGUL (Moscow St. Univ. For.), 2004. 189 p. (in Russian)].
- Гродницкая И. Д., Пашенова Н. В. Лаборатория микробиологии и экологической биотехнологии // Форпост лесной науки (к 75-летию Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2019. С. 218–239 [Grodnitskaya I. D., Pashenova N. V. Laboratoriya mikrobiologii i ekologicheskoy biotekhnologii (Laboratory of microbiology and environmental biotechnology) // Forpost lesnoy nauki (k 75-letiyu Instituta lesa im. V. N. Sukacheva SO RAN) (Advanced post of forest science (to 75th anniversary of V. N. Sukachev Inst. For. Sib. Br. Rus. Acad. Sci.)). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN (Sib. Br. Rus. Acad. Sci. Publ.), 2019. P. 218–239 (in Russian)].
- Гукасян А. Б. Таксономическое положение кристаллоносной бациллы *Bacillus insectus* Guk. // Кристаллоносные микроорганизмы и перспективы использования в лесном хозяйстве. М.: Наука, 1967. С. 5–19 [Gukasyan A. B. Taksonomicheskoe polozhenie kristallosnosnoy batsilly *Bacillus insectus* Guk. (Taxonomic position of the crystalline bacillus *Bacillus insectus* Guk.) // Kristallonosnye mikroorganizmy i perspektivy ispol'zovaniya v lesnom khozyaystve (Crystalline microorganisms and prospects for use in forestry). Moscow: Nauka (Science), 1967. P. 5–19 (in Russian)].
- Гукасян А. Б. Бактериологические методы борьбы с сибирским шелкопрядом. М.: Наука, 1970. 128 с. [Gukasyan A. B. Bakteriologicheskkiye metody borby s sibirskim shelkopryadom (Bacteriological methods of Siberian moth control). Moscow: Nauka (Science), 1970. 128 p. (in Russian)].
- Гукасян А. Б. Энтенопатогенный микроб А. Гукасяна, 1963 г. (*Bacillus insectus* sp. Gukasian, 1963 г.) авт. свид-во СССР № 343674 от 21.07.1972 [Gukasyan A. B. Entomopatogenny mikroba A. Gukasyana, 1963 g. (Bacillus insectus sp. Gukasian, 1963 g.) avt. svyd-vo SSSR N. 343674 ot 21.07.1972 (Entomopathogenic microbe of A. Gukasyan, 1963 (*Bacillus insectus* sp. Gukasian, 1963 g.) author certificate of the USSR N. 343674 of July 21 1972 (in Russian)].
- Гукасян А. Б. Микробиологический метод борьбы с сибирским шелкопрядом в темнохвойных лесах // Лесн. хоз-во. 1973. № 7. С. 66–67 [Gukasyan A. B. Mikrobiologicheskii metod bor'by s sibirskim shelkopryadom v temnokhvoynykh lesakh (Microbiological method of Siberian moth control in dark coniferous forests) // Lesn. khoz-vo (Forestry). 1973. N. 7. P. 66–67 (in Russian)].
- Гулий В. В., Голосова М. А. Вирусы в защите леса от вредных насекомых. М.: Лесн. пром-сть. 1975. 168 с. [Guliy V. V., Goloseva M. A. Virusy v zashchite lesa ot vrednykh nasekomykh (Viruses in protecting forests from harmful insects). Moscow: Lesn. prom-st (Timber Industry), 1975. 168 p. (in Russian)].
- Денисова Н. Б., Соболев А. А., Шипинская У. С. Результаты обследования очагов сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) на территории Васюганского лесничества Томской области // Лесн. вестн. 2020. Т. 24. № 6. С. 65–72 [Denisova N. B., Sobolev A. A., Shipinskaya U. S. Rezultaty obsledovaniya ochagov sibirskogo shelkopryada *Dendrolimus sibiricus* Tschetv. na territorii Vasyuganskogo lesnichestva Tomskoy oblasti (Study results of Siberian moth (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) outbreak foci in Vasyugan forestry of Tomsk Region) // Lesn. vestn. (For. Bull.). 2020. V. 24. N. 6. P. 65–72 (in Russian with English abstract)].
- Евлахова А. А., Швецова О. Н., Щепетильникова В. А. Биологические методы борьбы с вредными насекомыми. М., Л.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1961. 96 с. [Evlakhova A. A., Shvetsova O. N., Shchepetil'nikova V. A. Biologicheskkiye metody borby s vrednymi nasekomyimi (Biological methods of harmful insects control). Moscow, Leningrad: Gos. izd-vo s-kh lit-ry (St. house agr. literature), 1961. 96 p. (in Russian)].
- Еникеев А. Г., Еникеева Л. Ю. Значение работ Е. В. Талаева для формирования стратегии развития биотехнологических методов защиты растений от вреди-

- телей // ИВУЗ. Прикл. хим. и биотехнол. 2019. Т. 9. № 4 (31). С. 694–702 [Enikeev A. G., Enikeeva L. Yu. Znachenie rabot E. V. Talalaeva dlya formirovaniya strategii razvitiya biotekhnologicheskikh metodov zashchity rasteniy ot vreditel'ey (Significance of the works of E. V. Talalaev in the formulation of a development strategy for biotechnological pest management methods) // IVUZ. Prikl. khim. biotekhnol. (Proc. Higher Educ. Inst. Appl. Chem. Biotechnol.). 2019. V. 9. N. 4 (31). P. 694–702 (in Russian with English abstract)].
- Ершова Л. С., Афанасьева О. В., Бундзе З. Ф. Действие бактериального препарата инсектина на блох *Xenopsylla cheopis* // Паразитология. 1976. Т. 10. Вып. 6. С. 552–554 [Ershova L. S., Afanas'eva O. V., Bundze Z. F. Deystvie bakterialnogo preparata insektina na blokh *Xenopsylla cheopis* (The action of the bacterial preparation of insectin on the fleas *Xenopsylla cheopis*) // Parazitologiya (Parasitology). 1976. V. 10. Iss. 6. P. 552–554 (in Russian with English abstract)].
- Жохов П. И., Гречкин В. П., Коломиец Н. Г., Высоцкая А. В., Лонцаков С. С. Сибирский шелкопряд и меры борьбы с ним. М., Л.: Гослесбумиздат, 1961. 141 с. [Zhokhov P. I., Grechkin V. P., Kolomiets N. G., Vysotskaya A. V., Lonshchakov S. S. Sibirskiy shelkopyrad i mery borby s nim (Siberian silk moth and methods for its control). Moscow, Leningrad: Goslesbumizdat, 1961. 141 p. (in Russian)].
- Исаев А. С., Хлебопрос Р. Г., Недорезов Л. В., Кондаков Ю. П., Киселев В. В., Суховольский В. Г. Популяционная динамика лесных насекомых. М.: Наука, 2001. 374 с. [Isaev A. S., Khlebopros R. G., Nedorezov L. V., Kondakov Yu. P., Kiselev V. V., Sukhovolskiy V. G. Populyatsionnaya dinamika lesnykh nasekomykh (Population dynamics of forest insects). Moscow: Nauka (Science), 2001. 374 p. (in Russian)].
- Казанский К. А. Кедровый шелкопряд как вредитель лесов Бурят-Монгольской республики // Защита растений от вредителей. 1928. № 4. С. 10–12 [Kazansky K. A. Kedrovyy shelkopyrad kak vreditel' lesov Buryat-Mongolskoy respubliky (Siberian pine moth as a pest in the forests of the Buryat-Mongolian Republic) // Zashchita rasteniy ot vreditel'ey (Protection of plants from pests). 1928. N. 4. P. 10–12 (in Russian)].
- Канзай В. И. Сибирский шелкопряд в Туве // Защита таежных лесов Сибири от сибирского коконопряда. Горно-Алтайск: Фед. служба лесн. хоз-ва, 1999. С. 19–22 [Kanzay V. I. Sibirskiy shelkopyrad v Tuve (Siberian silk moth in Tuva) // Zashchita taezhnykh lesov Sibiri ot sibirskogo kokonopyrada (Protection of taiga forests of Siberia from the Siberian silk moth). Gorno-Altaysk: Fed. sluzhba lesn. khoz-va (Fed. For. Service), 1999. P. 19–22 (in Russian)].
- Коломиец Н. Г. Паразиты и хищники сибирского шелкопряда. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. 173 с. [Kolomiets N. G. Parazity i khishchniki sibirskogo shelkopyrada (Parasites and predators of the Siberian moth). Novosibirsk: Izd-vo SO AN SSSR (Sib. Br. USSR Acad. Sci. Publ.), 1962. 173 p. (in Russian)].
- Коломиец Н. Г., Артамонов С. Д. Двукрылые насекомые-энтомофаги лесных шелкопрядов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1994. 150 с. [Kolomiets N. G., Artamonov S. D. Dvukrylye nasekomye – entomofagi lesnykh shelkopyradov (Dipterans – entomophages of forest silk moths). Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie (Sci., Sib. Br.), 1994. 150 p. (in Russian)].
- Кондаков Ю. П. Массовые размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края // Энтомол. иссл. в Сибири. Вып. 2. Красноярск: Рос. энтомол. об-во, 2002. С. 25–74 [Kondakov Yu. P. Massovye raznozheniya sibirskogo shelkopyrada v lesakh Krasnoyarskogo kraia (Siberian moth outbreaks in the forests of Krasnoyarsk Krai) // Entomol. issl. v Sibiri (Entomol. research in Siberia). Iss. 2. Krasnoyarsk: Ros. entomol. ob-vo (Rus. Entomol. Soc.), 2002. P. 25–74 (in Russian)].
- Красильников Н. А., Гукасян А. Б. *Bacillus tuviensis* – новый возбудитель заболеваний сибирского шелкопряда // Микробиология. 1964. Т. 30. Вып. 4. С. 664–671 [Krasil'nikov N. A., Gukasyan A. B. *Bacillus tuviensis* – novyy vzbuditel' zabolevaniy sibirskogo shelkopyrada (*Bacillus tuviensis* – new causative agent of the Siberian moth diseases) // Mikrobiologiya (Microbiology). 1964. V. 30. Iss. 4. P. 664–671 (in Russian with English abstract)].
- Крушев Л. Т. Биологические методы защиты леса от вредителей. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 192 с. [Krushev L. T. Biologicheskie metody zashchity lesa ot vreditel'ey (Biological methods of forest protection from pests). Moscow: Lesn. prom-st (Timber Industry), 1973. 192 p. (in Russian)].
- Кутеев Ф. С. Применение лепидоцида СК против сибирского и непарного шелкопряда // Биологическая и интегрированная защита леса. Пушкино: Фед. служба лесн. хоз-ва, 1998. С. 56–58 [Kuteev F. S. Primenenie lepidotsida SK protiv sibirskogo i neparnogo shelkopyrada (Application of lepidocide SK against Siberian and gypsy moths) // Biologicheskaya i integrirovannaya zashchita lesa (Biological and Integrated Forest Protection). Pushkino: Fed. sluzhba lesn. khoz-va (Fed. For. Serv.), 1998. P. 56–58 (in Russian)].
- Кутеев Ф. С. Опыт биологической борьбы с сибирским шелкопрядом // Защита таежных лесов Сибири от сибирского коконопряда. Горно-Алтайск: Фед. служба лесн. хоз-ва, 1999. С. 22–24 [Kuteev F. S. Opyt biologicheskoy bor'by s sibirskim shelkopyradom (Experience in biological control of the Siberian moth). In: Zashchita taezhnykh lesov Sibiri ot sibirskogo kokonopyrada (Protection of the taiga forests of Siberia from the Siberian moth). Gorno-Altaysk: Fed. sluzhba lesn. khoz-va (Fed. For. Serv.), 1999. P. 22–24 (in Russian)].
- Максимова Ю. В. Биологические методы защиты леса: учеб. пособ. Томск: Изд. дом Томск. гос. ун-та, 2014. 172 с. [Maksimova Yu. V. Biologicheskiye metody zashchity lesa: ucheb. posob. (Biological methods of forest protection: tutorial). Tomsk: Izd. dom Tomsk. gos. un-ta (Tomsk St. Univ. Publ.), 2014. 172 p. (in Russian)].
- Мозолева Е. Г. Памяти Маргариты Александровны Голосовой // Лесн. вестн. 2011. Вып. 4. С. 93–95 [Mozolevskaya E. G. Pamyati Margarity Alexandrovny Golosovoy (In memory of Margarita Alexandrovna Golosova) // Lesn. vestn. (For. Bull.). 2011. Iss. 4. P. 93–95 (in Russian with English abstract)].
- Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов в Российской Федерации в 2015 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2016 год. Пушкино: Рос. центр защиты леса, 2016. 145 с. [Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov v Rossiyskoy

- Federatsii v 2015 godu i prognoz lesopatologicheskoy situatsii na 2016 god (Review of the health and forest pathological state of forests in the Russian Federation in 2015 and forecast of the forest pathological situation for 2016). Pushkino: Ros. centr zashchity lesa (Rus. Center For. Protection), 2016. 145 p. (in Russian)].
- Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации в 2016 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2017 год.* Пушкино: Рос. центр защиты леса, 2017. 130 с. [*Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Rossiyskoy Federatsii v 2016 godu i prognoz lesopatologicheskoy situatsii na 2017 god* (Review of the health and forest pathological state of forests in the Russian Federation in 2016 and forecast of the forest pathological situation for 2017).]. Pushkino: Ros. centr zashchity lesa (Rus. Center For. Protection), 2017. 130 p. (in Russian)].
- Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации за 2017 год.* Пушкино: Рос. центр защиты леса, 2018. 106 с. [*Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Rossiyskoy Federatsii za 2017 god* (Review of the health and forest pathological state of forests in the Russian Federation in 2017).]. Pushkino: Ros. centr zashchity lesa (Rus. Center For. Protection), 2018. 106 p. (in Russian)].
- Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации за 2019 год.* Пушкино: Рос. центр защиты леса, 2020. 165 с. [*Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Rossiyskoy Federatsii za 2019 god* (Review of the health and forest pathological state of forests in the Russian Federation in 2019). Pushkino: Ros. centr zashchity lesa (Rus. Center For. Protection), 2020. 165 p. (in Russian)].
- Павлов И. Н., Литовка Ю. А., Голубев Д. В., Астапенко С. А., Хромогин П. В.* Новая вспышка массового размножения *Dendrolimus sibiricus* Tsdhetv. в Сибири (2012–2017): закономерности развития и перспективы биологического контроля // Сиб. экол. журн. 2018. № 4. С. 462–478 [Pavlov I. N., Litovka Yu. A., Golubev D. V., Astapenko S. A., Khromogin P. V. Novaya vspyshka massovogo razmnozheniya *Dendrolimus sibiricus* Tsdhetv. v Sibiri (2012–2017): zakonomernosti razvitiya i perspektivy biologicheskogo kontrolya (New outbreak of *Dendrolimus sibiricus* Tsdhetv. in Siberia (2012–2017): patterns of development and prospects for biological control) // Sib. ekol. zhurn. (Sib. J. Ecol.). 2018. N. 4. P. 462–478 (in Russian with English abstract)].
- Петренко Е. С., Баранчиков Ю. Н., Кондаков Ю. П.* Научные публикации Н. Г. Коломийца – важный вклад в лесную энтомологию // Энтотомол. иссл. в Сибири. Вып. 2. Красноярск: КФ РЭО, 2002. С. 4–24 [Petrenko E. S., Baranchikov Yu. N., Kondakov Yu. P. Nauchnye publikatsii N. G. Kolomiytsa – vazhny vklad v lesnyuyu entomologiyu (Scientific publications of N. G. Kolomiets – an important contribution to forest entomology) // Entomol. issl. v Sibiri (Entomol. research in Siberia). Iss. 2. Krasnoyarsk: KF REO (Krasnoyarsk Br. Rus. Entomol. Soc.), 2002. P. 4–24 (in Russian)].
- Плешанов А. С., Морозова Т. И.* Выдающийся исследователь экосистем Сибири (к 90-летию со дня рождения Анатолия Сергеевича Рожкова) // Изв. СПб лесотех. акад. 2017. Вып. 220. С. 229–248 [Pleshanov A. S., Morozova T. I. Vydayushchiysya issledovatel' ekosistem Sibiri (k 90-letiyu so dnya rozhdeniya Anatoliya Sergeevicha Rozhkova) (Outstanding explorer of Siberian ecosystems (on the 90th anniversary of Anatoly Sergeevich Rozhkov) // Izv. St. Petersburg lesotekh. akad. (Proc. St. Petersburg For. Engineer. Acad.). 2017. Iss. 220. P. 229–248 (in Russian)].
- Прозоров С. С.* Сибирский шелкопряд в пихтовых лесах Сибири // Тр. Сиб. лесотех. ин-та. 1952. Т. 76. Вып. 3. С. 93–123 [Prozorov S. S. Sibirskiy shelkopryad v pikhtovykh lesakh Sibiri (Siberian moth at fir forest of Siberia) // Tr. Sib. lesotekh. in-ta (Proceedings Sib. For. Inst.). 1952. V. 76. Iss. 3. P. 93–123 (in Russian)].
- Рожков А. С.* Массовое размножение сибирского шелкопряда и меры борьбы с ним. М.: Наука, 1965. 178 с. [Rozhkov A. S. Massovoe razmnozhenie sibirskogo shelkopryada i mery borby s nim (Mass reproduction of the Siberian silkworm and measures to combat it). Moscow: Nauka (Science), 1965. 178 p. (in Russian)].
- Талалаев Е. В.* Применение бактерий в борьбе против сибирского шелкопряда // Лесн. хоз-во. 1961. № 2. С. 36–39 [Talalaev E. V. Primenenie bakteriy v bor'be protiv sibirskogo shelkopryada (The use of bacteria in Siberian moth control) // Lesn. khoz-vo (Forestry). 1961. № 2. P. 36–39 (in Russian)].
- Теленга Н. А.* Новые актуальные проблемы биологического метода борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур и лесных насаждений // Биологический метод борьбы с вредителями растений. Киев: Изд-во Укр. АСХИ, 1959. С. 5–80 [Telenga N. A. Novye aktual'nye problemy biologicheskogo metoda bor'by s vreditelyami sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i lesnykh nasazhdeniy (New topical problems of the biological method of pest control of agricultural crops and forest stands) // Biologicheskiy metod bor'by s vreditelyami rasteniy (Biol. method plant pest contro). Kiev: Izd-vo Ukr. ASKHI, 1959. P. 5–80 (in Russian)].
- Усеня В. В., Гаврилова Л. А., Машнина Т. И., Федоров Н. И.* Белорусская научная школа по охране и защите леса – 75 лет развития // Лесной науке в Беларуси 75 лет: юбилейный сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. Гомель, 1997. Вып. 47. С. 63–77 [Usenya V. V., Gavrilo-va L. A., Mashnina T. I., Fedorov N. I. Belorusskaya nauchnaya shkola po okhrane i zashchite lesa – 75 let razvitiya (Belarusian scientific school for forest conservation and protection – 75 years of development) // Lesnoy nauke v Belarusi 75 let: yubileyny sb. nauch. tr. (75 years to forest science in Belarus: jubilee coll. sci. works). In-ta lesa NAN Belarusi (Inst. For. Nat. Acad. Sci. Belarus). Gomel, 1997. Iss. 47. P. 63–77 (in Russian)].
- Флоров Д. Н.* Насекомые вредители хвойных насаждений Восточной Сибири. Иркутск: Иркут. кн. изд-во, 1938. 180 с. [Florov D. N. Nasekomye vrediteli khvoynykh nasazhdeniy Vostochnoy Sibiri (Insect pests of coniferous stands of Eastern Siberia). Irkutsk: Irkut. kn. izd-vo (Irkutsk book publ.), 1938. 180 p. (in Russian)].
- Флоров А. А.* О развитии популяции сибирского шелкопряда в Турачакском лесхозе за 1999 год // Защита таежных лесов Сибири от сибирского коконопряда. Горно-Алтайск: Фед. служба лесн. хоз-ва, 1999. С. 78–80 [Florov A. A. O razvitiy populyatsii sibirskogo shelkopryada v Turachakskom leskhoze za 1999 god (On the development of the Siberian moth population in the Turachak forestry enterprise in 1999) // Zashchita

- taezhnykh lesov Sibiri ot sibirskogo kokonopryada (Protection of taiga forests of Siberia from the Siberian moth). Gorno-Altaysk: Fed. sluzhba lesn. khoz-va (Fed. For. Serv.), 1999. P. 78–80 (in Russian)].
- Фомин С. Н., Баринов В. В., Мыглан В. С. Сибирский шелкопряд в Республике Тыва, история исследований // Сиб. лесн. журн. 2019. № 5. С. 3–14 [Fomin S. N., Barinov V. V., Myglan V. S. Sibirsky shelkopryad v Respublike Tuva, istoriya issledovaniy (Siberian silkmoth in the Republic of Tuva, the history of studies) // Sib. lesn. zhurn. (Sib. J. For. Sci.). 2019. N. 5. P. 3–14 (in Russian with English abstract)].
- Юрченко Г. И., Турова Г. И. Методические указания по надзору за сибирским и белополосым шелкопрядами на Дальнем Востоке. М.: Всерос. науч.-исслед. и информ. центр по лесным ресурсам, 1996. 52 с. [Yurchenko G. I., Turova G. I. Metodicheskie ukazaniya po nadzoru za sibirskim i belopolosym shelkopryadami na Dal'nem Vostoke (Guidelines for the supervision of Siberian and white-striped moths in the Far East). Moscow: Vseros. nauch.-issled. i inform. centr po lesnym resursam (All-Rus. Sci. res. and inform. For. resources center), 1996. 52 p. (in Russian)].
- Юрченко Г. И., Турова Г. И. Паразиты сибирского и белополосого шелкопрядов на Дальнем Востоке России // Энтомол. иссл. в Сибири. Вып. 2. Красноярск: КФ РЭО, 2002. С. 75–86 [Yurchenko G. I., Turova G. I. Parazity sibirskogo i belopolosogo shelkopryadov na Dal'nem Vostoke Rossii (Parasites of Siberian and white-striped moths in the Russian Far East) // Entomol. issl. v Sibiri (Entomol. stud. in Siberia). Iss. 2. Krasnoyarsk: KF REO, 2002. P. 75–86 (in Russian)].
- Baranchikov Yu. N., Montgomery M. E. Siberian moth, chapter XXXVI / R. van Driesche, R. Reardon (Eds.) // The use of classical biological control to preserve forests in North America. Morgantown, West Virginia: Forest Health Technol. Enterprise Team, 2014. FHTE-2013-2. P. 383–391.
- Chen, X.-X., He J.-H. Parasitoids and predators of forest pests in China. Beijing, China: China For. Publ., 2006. 216 p.
- Gninenko Yu. I., Sergeeva Yu. A., Dolmomego S. O. Virus preparations development and application experience in Russian forest protection. Recent development in research and application of viruses in forest health protection. Pushkino, Beijing, 2010. P. 12–20.
- Kryukov V. Yu., Yaroslavtseva O. N., Elisaphenko E. A., Mitkovets P. V., Lednev G. P., Duisembekov B. A., Zakian S. M., Glupov V. V. Change in the temperature preferences of *Beauveria bassiana sensu lato* isolates in the latitude gradient of Siberia and Kazakhstan // Microbiology. 2012. V. 81. N. 4. P. 453–459.
- O'Hara, J. E., Shima H., Zhang C. Annotated catalogue of the Tachinidae (Insecta: Diptera) of China // Zootaxa. 2009. N. 2190. P. 1–236.
- Pavlov I. N., Litovka Yu. A., Golubev D. V., Astapenko S. A., Khromogin P. V. New outbreak of *Dendrolimus sibiricus* Tschetv. in Siberia (2012–2017): monitoring, modeling and biological control // Contemp. Probl. Ecol. 2018. V. 11. Iss. 4. P. 406–419 (Original Rus. Text © I. N. Pavlov, Yu. A. Litovka, D. V. Golubev, S. A. Astapenko, P. V. Chromogin, 2018, publ. in Sib. Ekol. Zhurn. 2018. N. 4. P. 462–478).
- Peng H. Y., Chen X. W., Jiang Y. Controlling *Dendrolimus punctatus* with *Trichogramma dendrolimi* carrying cytoplasmic polyhedrosis virus // Chinese J. Biol. Control. 1998. V. 14. P. 111–114 (in Chinese with English abstract)].
- Sun X., Peng H. Recent advances in biological control of pest insect by using viruses in China // Recent development in research and application of viruses in forest health protection. Pushkino, Beijing, 2010. P. 96–102.
- Yao Y., Yang Z., Zhao C. Investigation on egg parasitoids of *Dendrolimus superans* in Xiaoxing'anling mountains // Chinese J. Biol. Control. 2005. N. 521 (2). P. 88–90 (in Chinese with English abstract)].

FACTORS OF BIOLOGICAL REGULATION OF SIBERIAN MOTH POPULATIONS AND THEIR USE FOR FOREST PROTECTION

Yu. I. Gninenko¹, Yu. N. Baranchikov²

¹ All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry
Institutskaya str., 15, Pushkino, Moscow Oblast, 141202 Russian Federation

² V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

E-mail: gninenko-yuri@mail.ru, baranchikov_yuri@yahoo.com

The article describes the main stages in the development of biological methods for protecting forests from the caterpillars of the Siberian moth *Dendrolimus sibiricus* Tschetv. in Russia, from the first half of the 20th century to the present. It has been shown that the use of bacterial preparations is of the greatest importance in the practice of forest protection; Lepidocide is currently the most widely used biopesticide. Previously, there was a viral preparation as a means of protection, but currently there are no viral preparations approved for use. Information on the development of fungi preparations is given, but it is emphasized that effective and reliable fungi preparations have never been available to combat this pest. A detailed historical analysis of the development of the classical biological control in forest protection from the Siberian moth is given. Cases of successful use of the egg parasitoid *Telenomus tetratomus* Kieffer and the technology by which this entomophage was used are described. The reasons are discussed that the use of this species has not become an important part of the biological protection system of taiga forests. The authors are convinced that the use of such biological agents of forest protection as entomophages, pathogenic fungi and viruses is possible only in those cases when suitable technologies of application and bio-production will be developed for each of them. Bacterial preparations are widely used in the practice of forest protection from Siberian moth due to the well-developed production technology, and the similarity of the technology of their use with chemical pesticides, while guaranteeing a reliable result.

Keywords: *Dendrolimus sibiricus* Tschetv., biologics, entomophages, biological protection.

How to cite: Gninenko Yu. I., Baranchikov Yu. N. Factors of biological regulation of Siberian moth populations and their use for forest protection // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2021. N. 5. P. 9–25 (in Russian with English abstract and references).