

الحمد لله



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت آموزش و ترویج کشاورزی

تکنولوژی کاربرد عوامل بیولوژیک

عنوان و نام پدیدآور	: تکنولوژی کاربرد عوامل بیولوژیک/نویسندگان عزیز شیخی گرجان...[و دیگران]؛ ویراستار ترویجی سعیده اجاقی، نصیبه پورفاتیح؛ ویراستار ادبی سمیرا میرنظامی؛ تهیه شده در معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۲۴ ص.
شابک	: 978-964-520-719-7
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: نویسندگان عزیز شیخی گرجان، محمدرضا عطاران، مهران غزوی و رسول مرزبان.
موضوع	: آفت‌های کشاورزی -- مبارزه بیولوژیکی
موضوع	: Agricultural pests -- Biological control
موضوع	: میکروب‌های بیماری‌زای گیاهی --- مبارزه بیولوژیکی
موضوع	: Phytopathogenic microorganisms -- Biological control
موضوع	: تکنولوژی زیستی میکربی
موضوع	: Microbial biotechnology
شناسه افزوده	: شیخی گرجان، عزیز، ۱۳۴۸ -
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	: SB۹۷۵
رده بندی دیویی	: ۶۳۲/۹۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۴۲۱۹۰۱
وضعیت رکورد	: فیبا

ISBN:978-964-520-719-7

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۷۱۹-۷



عنوان: تکنولوژی کاربرد عوامل بیولوژیک

نویسندگان: عزیز شیخی گرجان، محمدرضا عطاران، مهران غزوی و رسول مرزبان

مدیر داخلی: شیوا پارسانی

ویراستار ترویجی: سعیده اجاقی، نصیبه پورفاتیح

ویراستار ادبی: سمیرا میرنظامی

تهیه شده در: معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

نمونه خوان: افسانه شایسته

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۹

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۸۱۲۶ به تاریخ ۹۹/۶/۱۱ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی،

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵ تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴

کد پستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸۱



مخاطبان

کشاورزان پیشرو، کارشناسان،
مروجان پهنه های تولیدی.

اهداف آموزشی

شما پس از مطالعه این نشریه با نحوه صحیح کنترل بیولوژیک و
مزایای آن آشنا می شوید.

فهرست

صفحه	عنوان
۹	مقدمه.....
۱۰	اثر عوامل مختلف بر کارایی آفت کش ها و عوامل بیولوژیک.....
۱۱	دُز بهینه آفت کش های بیولوژیک.....
۱۱	کاربرد آفت کش های بیولوژیک با سم پاش هیدرولیک.....
۱۴	اندازه قطرات پاشش.....
۱۵	تکنولوژی کاربرد قارچ های بیمارگر حشرات.....
۱۷	تکنولوژی کاربرد باکتری و ویروس های بیمارگر حشرات.....
۱۹	تکنولوژی کاربرد نماتدهای بیمارگر حشرات.....
۲۰	تکنولوژی کاربرد شکارگرها و پارازیتوئیدها.....
۲۰	کارت ها و کپسول های حامل پارازیتوئید و شکارگر.....
۲۲	حامل های خشک پارازیتوئید و شکارگر.....
۲۳	حامل های مایع پارازیتوئید و شکارگر.....
۲۴	سایر تکنیک های پخش عوامل کنترل بیولوژیک.....

مقدمه

امروزه به استفاده از عوامل بیولوژیک به عنوان روش جایگزین برای آفت‌کش‌های شیمیایی بیش‌تر توجه شده است. اکثر آفت‌کش‌های بیولوژیک برخلاف آفت‌کش‌های شیمیایی، موجود زنده هستند و ضروری است غلظت، پراکنش و توزیع یکنواخت آن‌ها در پاشش و رهاسازی مورد توجه قرار گیرد. میزان دز و تعداد مصرفی آن‌ها با درصد زنده‌مانی عامل بیولوژیک رابطه دارد. برای به‌دست‌آوردن کارایی قابل‌قبول از عامل بیولوژیک، باید آن را در تمامی سطوحی که آفت فعال است، پخش کرد یا اینکه از مواد جلب‌کننده همراه با عامل کنترل بیولوژیک استفاده کرد؛ در حالی که آفت‌کش‌های شیمیایی سیستمیک و نفوذی می‌توانند به راحتی در تمام قسمت‌های گیاه پخش شوند. همچنین در توزیع فضایی نشست عامل بیولوژیک در سطح هدف، اندازه قطرات پاشیده‌شده بسته به نوع عامل بیولوژیک حاوی مقدار مناسبی از آن است. با توجه به اینکه اندازه آفت‌کش‌ها و عوامل بیولوژیک از اندازه خیلی ریز و پروس تا خیلی درشت شکارگرها و پارازیتوئیدها متغیر است، استفاده از قطرات بزرگ‌تر از حد بهینه سبب می‌شود که نشست قطرات در سطح هدف کاهش یابد و مقدار زیادی از عامل بیولوژیک از سطح گیاه به سطح زمین بریزد یا توزیع نامناسب عامل بیولوژیک رهاسازی‌شده را سبب شود. جلوگیری از تأثیر سوء عوامل محیطی بر آفت‌کش‌های میکروبی و عوامل بیولوژیک به کاررفته در محیط نیز یکی از مسائلی است که به عنوان عاملی مهم، در کاربرد آن‌ها تأثیرگذار است. افزودنی‌هایی که برای افزایش کارایی آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌شوند می‌تواند برای آن‌ها کشنده باشد.

اثر عوامل مختلف بر کارایی آفت کش ها و عوامل بیولوژیک

اگرچه برخی از آفت کش های بیولوژیک نتایج خوبی را در آزمایشگاه داشته اند، اما کاربرد آن ها در شرایط مزرعه نتایج قابل قبولی نداشته است. آفت کش های بیولوژیک اغلب به شرایط طبیعی حساسیت بیشتری نسبت به آفت کش های شیمیایی دارند. این شرایط طبیعی عبارتند از:

- ✓ دما؛
- ✓ رطوبت؛
- ✓ pH؛
- ✓ خصوصیات سطح برگ؛
- ✓ نور ماوراءبنفش.

برای بیمارگری برخی آفت کش های بیولوژیک مانند قارچ های بیمارگر حشرات، نفوذ آن ها به داخل بدن حشره ضروری است. چنانچه این نوع آفت کش ها از سطح کوتیکول سخت یا لایه مومی عبور نکنند، قادر به ایجاد بیماری نخواهند بود. البته ضروری است بر سیستم های دفاعی آفت هدف نیز غالب شوند. به کاربردن بعضی حلال ها، مواد همراه و افزودنی های شیمیایی که برای افزایش کارایی و نشست یکنواخت تر عامل بیولوژیک که در سطح برگ استفاده می شوند، می تواند برای آفت کش های بیولوژیک نامناسب یا در بعضی موارد کشنده باشد. میزان نشست آفت کش های بیولوژیک در سطح گیاه یا تعداد عامل بیولوژیک رهاسده در سطح مزرعه در مقایسه با آفت کش های شیمیایی به عوامل زیادی از جمله موارد زیر بستگی دارد:

- ✓ نوع فرمولاسیون؛
- ✓ بسته بندی؛

- ✓ ویژگی های سطح گیاه؛
- ✓ نوع محصول؛
- ✓ نوع آفت کش؛
- ✓ نوع عامل بیولوژیک.

دز بهینه آفت کش های بیولوژیک

دز بهینه آفت کش بیولوژیک از لحاظ مفهومی با ترکیبات شیمیایی تفاوت دارد؛ زیرا تأثیر عامل بیولوژیک تابعی از میزان زنده بودن آن هاست که در سطح گیاه نشست کرده است و در تماس با آفت هدف قرار می گیرد. تعدادی از آفت کش های بیولوژیک مانند باکتری ها و ویروس های بیمارگر بندپایان باید به وسیله آفت هدف و به مقدار مشخص از اسپور یا واحد زنده، خورده شوند تا بیماری ایجاد کنند. در قارچ های بیمارگر حشرات برای داشتن کارایی قابل قبول، دز سوسپانسیون مصرفی آن 10^{13} - 10^{14} اسپور در هکتار است. تعداد عامل رهاسازی شده برای پوشش یکنواخت و رسیدن به آفت هدف، از جمله نکات کلیدی موفقیت کاربرد آن هاست.

کاربرد آفت کش های بیولوژیک با سم پاش هیدرولیک

در اغلب کشورهای جهان متأسفانه به دلیل نداشتن اطلاع کافی از نحوه مصرف عوامل بیولوژیک، بیش تر آفت کش های بیولوژیک با سم پاش های هیدرولیک در سطح مزرعه یا باغ پخش می شوند؛ زیرا این نوع دستگاه های سم پاش، رایج ترین نوع سم پاش در میان کشاورزان است (شکل ۱). افزایش مدت زمان پمپ کردن و بالابودن فشار پمپ در دستگاه سم پاش هیدرولیک قدرت بقاء قارچ بیمارگر و نماتد بیمارگر را کاهش می دهد و این شیوه از کاربرد می تواند دلیل ناکامی بسیاری از آفت کش های بیولوژیک در سطح وسیع باشد.



شکل ۱- دو نوع سمپاش رایج در کشور با نام سمپاش پشته هیدرولیک (بالا، راست) سمپاش پشته اتومایزر (بالا، چپ) و نحوه پاشش آنها (پایین)

در جاهایی که حجم سوسپانسیون زیاد و فشار کم مورد نیاز است، مانند کاربرد نماتدها در خاک، سمپاش‌های هیدرولیک می‌توانند مناسب و مفید باشند. محققان نازل‌های هیدرولیک جفتی را برای کاربرد مواد بیولوژیک توصیه می‌کنند و اظهار می‌دارند که این نوع نازل‌ها نیاز به حجم زیادی از آب دارند و نمی‌توانند اندازه قطرات را کاهش دهند. سمپاش

اتومایزر مجهز به محفظه چرخان یا میکرونر نوع دیگری از سیستم‌های سم‌پاشی هستند که اغلب برای پخش آفت‌کش‌های شیمیایی به کار می‌روند که می‌توانند برای پاشش عامل بیولوژیک نیز مناسب باشند (شکل ۲). همچنین انواع مختلفی از سم‌پاش‌های زمینی در ارتباط با آفت‌کش‌های بیولوژیک مورد بررسی قرار گرفته است. ولی در حالت کلی دستگاه‌های سم‌پاش مخصوص عوامل بیولوژیک به دلیل بالابودن هزینه نگهداری و دسترسی دشوار به آن‌ها، اغلب کمتر توسط کشاورزان استفاده می‌شوند (شکل ۲).



شکل ۲- تراکتوری بوم‌دار مجهز به نازل میکرونر (بالا)، نازل میکرونر بر اساس محفظه چرخان و دستگاه سم‌پاش اتومایزر پشتی میکرونر با محفظه چرخان (پایین)

اندازه قطرات پاشش

مهم‌ترین مسئله در مورد آفت‌کش‌های بیولوژیک، اندازه مناسب قطره پاشش است؛ زیرا اندازه قطره نه‌تنها کارایی نشست در سطوح هدف را توسعه می‌دهد، بلکه مقدار مناسبی از آفت‌کش بیولوژیک را در سطح مورد نظر (گیاه میزبان و حشره آفت) پخش می‌کند. شکل ۳ طیف اندازه قطرات در برخورد جریان هوا و نازل چرخان را نشان می‌دهد. به‌طور کلی می‌توان گفت قطرات بسیار ریز به‌وسیله باد به بیرون منتقل می‌شوند و قطرات بسیار درشت تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین روی خاک می‌افتند.



شکل ۳- تشکیل قطرات پاشش در نازل‌های هیدرولیک (سمت راست) و نازل میکرونر (سمت چپ)

گسترده‌بودن دامنه اندازه قطرات سم‌پاشی در نازل‌های هیدرولیک مشکلی اساسی است؛ زیرا قطرات کوچک‌تر محلول‌پاشی، قادر به حمل دز مناسبی از آفت‌کش بیولوژیک نیستند. به‌طوری که در سم‌پاش هیدرولیک، با محلول مصرفی ۱۵۹ تا ۵۶۰ لیتر در هکتار، ۶۳ تا ۷۲ درصد از قطرات سم‌پاشی فاقد اسپور قارچ‌کش بیولوژیک هستند. بررسی‌ها

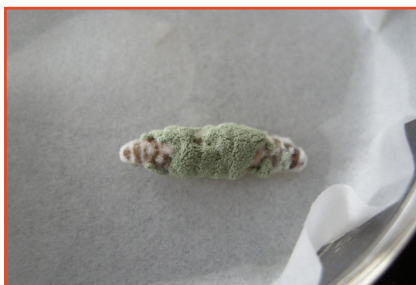
نشان داده است که بالاترین درصد نشست و آلودگی به نماتد بیمارگر حشرات در سطح برگ از طریق سمپاش هیدرولیک ایجاد می‌شود؛ ولی بیش از ۸۹ درصد از قطرات فاقد لارو نماتد بودند. همچنین به دلیل طبیعت خاص آفت‌کش‌های بیولوژیک، سوراخ نازل‌های هیدرولیک به آسانی مسدود می‌شوند. پس باید حجم بیش‌تری از آب در مقایسه با آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده شود و این وضعیت باعث کاهش غلظت آفت‌کش بیولوژیک در مخزن سمپاش می‌شود. لذا استفاده از حجم زیاد آب برای پاشش عامل بیولوژیک فقط در سطح خاک می‌تواند رضایت‌بخش باشد. صافی نازل‌های هیدرولیک مخصوص آفت‌کش‌های بیولوژیک نیز باید نسبتاً درشت انتخاب شود. همچنین ضروری است در زمینه فرمولاسیون ترکیبات بیولوژیک تلاش و تحقیقات بیش‌تری صورت گیرد تا ضمن افزایش قدرت خیس‌کنندگی سطح تیمارشده، از اثرات سوء عوامل محیطی مانند اشعه ماوراءبنفش روی قدرت بقای آفت‌کش‌های بیولوژیک جلوگیری شود.

تکنولوژی کاربرد قارچ‌های بیمارگر حشرات

امروزه به دنبال افزایش کاربرد موسکاردین سبز برای کنترل ملخ‌ها تولید و تکثیر این گونه عوامل بومی‌سازی شده است (شکل ۴) و بیش‌تر از اتومایزهای مجهز به نازل میکرونر برای پاشش آن استفاده می‌شود. در سمپاشی با قطرات ۵۰ تا ۱۰۰ میکرونی، احتمال دریافت عامل بیولوژیک توسط ملخ‌ها افزایش می‌یابد. برای تأمین رطوبت بالای مورد نیاز اسپورها و محافظت آن‌ها در برابر اشعه ماوراء بنفش خورشید، ضروری است که فرمولاسیون‌های روغنی خاص استفاده شود. استفاده از یک حامل روغنی برای محافظت اسپورها در محیط گرم و خیلی خشک ضروری است. عموماً

روغن‌های گیاهی (به‌عنوان مواد همراه) تحمل اسپورها را در برابر نور ماوراءبنفش برای مدت بیش از ۶ ساعت افزایش می‌دهند. برای کنترل آفات با قارچ بیمارگر در سطح مزرعه تعداد $10^{14} - 10^{12} \times 5$ اسپور در هکتار نیاز است. وجود اختلاف در کارایی برندهای مختلف قارچ بیمارگر حشرات در سطوح مزرعه مربوط به قدرت بیماری‌زایی نژادهای مختلف آن است که می‌تواند ناپایداری اسپورها در برابر نور خورشید و پایین‌بودن تعداد اسپور در واحد سطح سم‌پاشی را جبران کند و موجب بقاء آن شود. در کاربرد سم‌پاش پشته موتوری اتومایزر با محفظه چرخان، قطرات پاشش از لحاظ اندازه یکنواخت است و می‌توانند تعداد مناسبی از اسپور را در خود داشته باشند؛ اما باید تأکید کرد که این عمل زمانی امکان‌پذیر است که میزان خروجی محلول پاششی کم باشد. بنابراین بخش بحرانی و مهم در پاشش این نوع عوامل بیولوژیک حجم پاشش و اندازه مناسب قطرات پاشش و نسبت بین آن‌هاست. البته قارچ‌های بیمارگر حشرات می‌توانند به‌صورت طعمه آماده با استفاده از تکنولوژی طعمه‌پاشی نیز برای کنترل ملخ مصرف شوند.

کاربرد قارچ‌های بیمارگر علف‌های هرز از موفقیت کم‌تری برخوردار است. این محدودیت احتمالاً به‌دلیل مقاومت ذاتی گیاهان به حمله عوامل بیمارگر است. البته این موضوع ممکن است به‌دلیل نبود فرمولاسیون مناسب قارچ بیمارگر علف‌های هرز نیز باشد یا برای پخش آن تکنولوژی خاص مورد نیاز باشد. بنابراین برای نفوذ عامل بیمارگر به داخل علف هرز ممکن است نیاز باشد که ابتدا صدمات سطح خارجی علف هرز را به‌وسیله گردپاشی افزایش داد تا کارایی علف‌کش بیولوژیک روی علف هرز افزایش یابد و سبب کاهش مقدار مصرف آن‌ها در هکتار شود.



لارو پروانه آلوده به قارچ



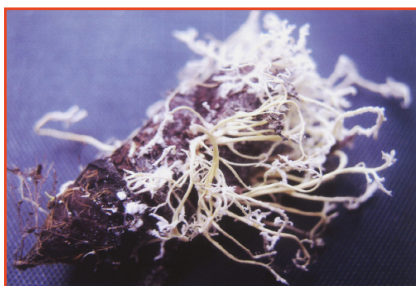
سن گندم آلوده به قارچ باواریا باسیانا



لارو پروانه آلوده به قارچ



پرگنه (کلنی) آلوده به قارچ ب. باسیانا



شفیره ابریشم باف ناجور آلوده به قارچ



حشرات کامل ملخ بادمجانی آلوده به قارچ ب. باسیانا

شکل ۴- حشرات مختلف آلوده به قارچ‌های بیمارگر حشرات

تکنولوژی کاربرد باکتری و ویروس‌های بیمارگر حشرات

یکی از انواع حشره‌کش‌های بیولوژیکی برای حذف آفات گیاهی و محصولات کشاورزی حشره‌کش‌های باکتریایی است که حشرات را در مراحل مختلف رشدشان بیمار کرده و آن‌ها را نابود می‌کند. یکی از

باکتری‌های معروف که در مرحله لاروی بسیاری از حشرات مضر را بیمار و نابود می‌کند، باکتری باسیلوس تورنجنسیس است با علامت اختصاری (Bt). بیش‌تر تحقیقات انجام‌شده در ایران در ارتباط با جداسازی و ارزیابی ایزوله‌های باکتری Bt و ویروس‌های بیمارگر حشرات است؛ اما در خصوص آموزش و روش کاربرد آن‌ها ضروری است تلاش بیش‌تری صورت گیرد. علائم ظاهری لاروهای آلوده به باکتری Bt و ویروس بیمارگر در شکل ۵ ارائه شده است. در محیط‌های جنگلی می‌توان از اتومایزرهای مجهز به محفظه چرخان برای پاشیدن Bt به‌منظور کنترل جوانه‌خوار بلوط استفاده کرد؛ زیرا دامنه قطرات پاشش در این نوع پاشش محدود است و همین ویژگی میزان نشست Bt را در سطح شاخ و برگ افزایش می‌دهد. مطالعات روی رفتار و تغذیه کرم ابریشم‌باف ناجور نشان داد خسارت این آفت با کاربرد Bt با تعداد ۹ قطره در سانتی‌متر مربع با غلظت ۱۰ BIU/Liter قابل کنترل است. با استفاده از قطرات ۵۰ تا ۱۵۰ میکرون می‌توان کارایی Bt را افزایش داد؛ اما چنانچه در سم‌پاشی هوایی ارتفاع پرواز ۱۵ متر بالاتر از پوشش گیاهی باشد، احتمال بادبردگی افزایش می‌یابد. آزمایش‌های مشابه نشان داد که بیش از ۹۰ درصد تلفات لاروهای سن دوم و سوم ابریشم‌باف ناجور با ۵ تا ۱۰ قطره در سانتی‌متر مربع حاصل می‌شود. چنانچه سم‌پاشی فقط با یک قطره در سانتی‌متر مربع انجام گیرد، اثری روی لارو سن پنجم ابریشم‌باف ناجور نخواهد داشت. تلفات لاروهای سن چهارم با قطرات ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرونی افزایش می‌یابد.



شکل ۵- لاروهای شب پره آلوده به Bt

تکنولوژی کاربرد نمادهای بیمارگر حشرات

نمادهای بیمارگر حشرات (شکل ۶) اغلب با حجم بالای آب برای پاشش در خاک کاربرد دارند؛ به طور مثال آن‌ها برای کنترل سرخرطومی ریشه گیاهان جالیزی و درختان مورد استفاده قرار می‌گیرند. البته بررسی‌هایی نیز در زمینه کنترل آفات خاص روی شاخ و برگ گیاهان مانند بید کلم انجام شده است. کاربرد سم‌پاش اتومایزر مجهز به نازل چرخان (میکرونر) می‌تواند تراکم مناسبی از سنن اولیه نماتد را روی شاخ و برگ مستقر کند، گرچه ممکن است بیش‌تر قطرات حامل نماتد نباشند. استقرار نماتدها در سطح شاخ و برگ با افزایش غلظت یا خروجی محلول می‌تواند افزایش یابد. همچنین کاربرد سورفاکتانت‌های غیریونی و بر پایه گلیسرول می‌تواند میزان نشست یا استقرار نماتد را روی شاخ و برگ افزایش دهد. از آنجا که نماتدها می‌توانند از طریق نیروی گریز از مرکز در طی عمل پاشش جدا شوند، شکل نازل چرخان بسیار حائز اهمیت است. بهتر است نازل به شکل نعلبکی مسطح باشد. علاوه بر تکنیک سم‌پاشی، بدون شک نوع فرمولاسیون نمادهای بیمارگر حشرات نیز بیش‌ترین تأثیر را در کارایی و بقاء نماتدها در سطح شاخ و برگ‌ها دارد.



شکل ۶- کرم سفید ریشه آلوده به نماتد شکارگر

تکنولوژی کاربرد شکارگرها و پارازیتوئیدها

توزیع یکنواخت و به موقع عوامل بیولوژیک به ویژه پارازیتوئیدها و شکارگرها، اصلی ترین عامل موفقیت در کنترل بهینه آفات است. در زمینه شرایط محیطی برای رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید آفات و ویژگی های بیولوژیکی آنها ضروری است تا تحقیقات برای به روز کردن روش های اجرایی پخش و توزیع یکنواخت و مؤثر عوامل شکارگر و پارازیتوئید با شتاب بیشتری ادامه یابد. شیوه های به کارگیری و توزیع عوامل پارازیتوئید و شکارگر بسیار متنوع است و نمی توان به آسانی دسته بندی مناسبی از این روش ها را ارائه کرد. در اینجا دسته بندی روش توزیع و رهاسازی بر اساس نوع حامل عوامل پارازیتوئید و شکارگر است.

کارت ها و کپسول های حامل پارازیتوئید و شکارگر

برخی عوامل بیولوژیک روی کارت چسبانده یا درون کپسول ریخته می شوند. این کارت ها در اشکال و ابعاد مختلفی طراحی شده اند (شکل ۷).

کارت‌های حاوی این عوامل، مراحل ثابت و تخم میزبان را شامل می‌شوند. خروج و رهاسازی عوامل بیولوژیک در مزرعه و پس از نصب کارت‌ها حادث می‌شود. این کارت‌ها به صورت دستی پخش شده یا اینکه همانند کپسول‌ها، به صورت مکانیزه و با استفاده از ادواتی همچون تفنگ‌های پرتابگر یا هواپیما، بالغرد و پهباد در سطح مزرعه، باغ و جنگل به صورت یکنواخت پخش می‌شوند. در این روش چنانچه کارت‌ها و کپسول‌ها به گونه‌ای طراحی نشده باشند که از دسترس سایر عوامل طبیعی به دور باشند، عامل بیولوژیک قبل از خروج متحمل مرگ و میر زیادی می‌شود و از کارایی آن‌ها کاسته می‌شود. همچنین این شیوه، به‌ویژه به صورت دستی، برای رهاسازی به نیروی کار نیاز دارد و زمان‌بر است. در حالت دستی، توزیع یکنواخت آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است و اغلب توسط شرکت تولیدکننده، تعداد کارت‌ها و همچنین فواصل آن‌ها برای رهاسازی در عرصه اعلام می‌شود.



شکل ۷- اشکال مختلف کارت‌های رهاسازی پارازیتوئید و شکارگر

حامل های خشک پارازیتوئید و شکارگر

در این شیوه، عامل بیولوژیک از طریق مواد همراه خشک نظیر سبوس، بقایای گیاهی، خرده های نرم چوب و ورمیکولیت، در درون ظروف مختلف ریخته شده و در عرصه رهاسازی و پخش می شوند. توزیع و پراکنش عوامل بیولوژیک در این حالت می تواند مکانیزه یا دستی و ساده باشد. به طور مثال می توان عامل بیولوژیک را در این حالت با ماده همراه مخلوط کرد و در داخل پاکت کاغذی ریخت و در حین حرکت در طول مزرعه یا باغ و با حرکات یکنواخت دست ها، همانند آن حالتی که در بذراپاشی یا کوددهی دستی انجام می شود، اقدام به پخش و رهاسازی عامل بیولوژیک کرد. همچنین می توان از هواپیما برای این منظور استفاده کرد (شکل ۸). در این روش احتمال آسیب رسیدن به عامل بیولوژیک زیاد است و امکان رطوبت دیدن و شکار عامل بیولوژیک وجود دارد و از طرفی در حالتی که شاخ و برگ انبوه نباشد، عامل کمتری روی برگ ها باقی می ماند و بیش تر بر روی زمین و تا حدودی دور از محل هدف ریخته می شوند. تعیین نسبت ها و کالیبراسیون تعداد مورد نیاز عامل بیولوژیک نیز از چالش های این شیوه است.



شکل ۸- استفاده از وسایل مختلف برای پخش پارازیتوئید و شکارگر



ادامه شکل ۸- استفاده از وسایل مختلف برای پخش پارازیتوئید و شکارگر

حامل‌های مایع پارازیتوئید و شکارگر

در این شیوه با استفاده از زیست‌پاش (Bio-Spray)، عامل بیولوژیک به صورت معلق و با مواد همراهی نظیر مواد معلق‌کننده و چسباننده بر روی محل هدف مستقر می‌شوند. این روش نسبت به استفاده از حامل‌های خشک، کاربرد آسان‌تری دارد. زیست‌پاشی می‌تواند توسط زیست‌پاش‌های دستی، پشت تراکتوری یا حتی هوایی انجام گیرد.

در سال‌های اخیر تمایل به استفاده و رهاسازی پارازیتوئیدها و شکارگرها در سطح مزرعه افزایش یافته است. قیلز و اندرلیچ در سال ۱۹۸۵ دستگاهی را توصیف کرده‌اند که با استفاده از آن می‌توان تخم بالته‌وری را به صورت سوسپانسیون مایع پخش کرد. چسبندگی مایع حامل تخم، سبب چسبیدن تخم به برگ می‌شود؛ اما در مقایسه با آب درصد تفریخ تخم را کاهش می‌دهد. تفریخ تخم‌ها در پاشش با دست تا حدودی بالاست؛ اما این تکنیک به نسبت سخت است و برای عموم کشاورزان قابل توصیه نیست.

سایر تکنیک‌های پخش عوامل کنترل بیولوژیک

علاوه بر کاربرد بعضی از انواع دستگاه‌های سم‌پاش، که برای پخش عوامل بیولوژیک خیلی مناسب هستند، جمع‌آوری حشرات بالغ آفت و آلوده‌سازی آن‌ها به ویروس بیمارگر و رهاسازی آن در منطقه می‌تواند جمعیت آفت را کاهش دهد. به‌طوری که در منطقه اقیانوسیه، با رهاسازی لاروهای سوسک کرگدنی آلوده به باکولوویروس توانستند خسارت دم‌برگ نارگیل را بعد از ۲۴ تا ۳۰ ماه رهاسازی به کم‌ترین میزان برسانند.

تله‌های فرمونی (شکل ۹) نیز می‌توانند برای به‌دام‌انداختن آفت و رهاسازی آفت‌کش‌های بیولوژیک استفاده شوند. در مصر، فرمون را با یک حشره‌کش بیولوژیک به‌عنوان فرمولاسیون چسب روی برگ‌های پنبه به کار می‌برند؛ اما این سیستم نمی‌تواند برای سطوح وسیع مناسب باشد.



شکل ۹- ژل فرمونی برای جلب حشرات و انواع تله‌های فرمونی