مدیریت پسماند

با استفاده از

مگس سرباز سیاه

آرمان چرخهٔ سبز کاسپین

مؤسسهٔ محیط‌زیست آسمانرود رحیم‌آباد

راهنمای گام‌به‌گام

این صفحه به‌عمد خالی مانده است

واژه‌نامه

پنج‌روزه یا 5-DOL: مخفف لاروهای پنج روزه (Five-Day-Old-Larvae). نگه داشتن نورسیده‌ها در یک محیط کنترل‌شده و حفاظت‌شده برای پنج روز پس از به دنیا آمدن شانس زندن‌ماندن را افزایش می‌دهد و امکان شمارش آن‌ها پیش از اضافه‌کردن به پسماند زیستی را می‌دهد.

بالغ: مرحله نهایی رشد پس از شفیرگی. با حشرات، معمولاً در حشرات از «imago» استفاده می‌کنند.

هضم بی‌هوازی: تخریب ترکیبات آلی توسط میکروارگانیسم‌ها در نبود اکسیژن که منجر به تولید بیوگاز می‌شود.

تلهٔ مورچه: از تهاجم مورچه‌ها محافظت می‌کند. هر پایهٔ میز در یک ظرف قرار می‌گیرد که با آب و یه قطره مواد شوینده پر می‌شود. مادهٔ شوینده باعث کاهش تنش سطحی آب می‌شود.

فریبنده، جاذب، جذب‌کننده: ماده‌ای مایع و بدبو که مگس‌های ماده را به تخم‌گذاری جذب می‌کن. معمولاً این ماده حاوی مواد مختلف بدبو مانند تخمیری است مانند میوه، مگس‌های مرده یا ماود زائد. مشاهده شده است که تخم‌های مگس BSF نیز به عنوان یک فریبنده عمل می‌کنند. بنابراین، توصیه می‌شود تمام تخم‌ها را برداشت نکنید تا ماده‌ها به تخم‌های باقی‌مانده جذب شوند.

عملیات فله‌ای، کلی، دسته‌ای: در عملیات دسته‌ای، مقدار مشخصی از پسماند و لارو به یک ظرف اضافه می‌شود که پس از یک زمان خاص برداشت می‌شود. عملیات دسته‌ای برخلاف عملیات مداوم است که در آن پسماند و لارو به طور مداوم به همان ظرف اضافه می‌شوند. ظرف فقط زمانی خالی می‌شود که پر شود.

زیست‌پسماند: به طور کلی، تمام مواد زیست‌تخریب‌پذیر. در قالب این ویژهٔ این نوشتار، این تعریف شامل پسماند با سلولز بالا نمی‌شود (به عنوان مثال پسماند باغ، چوب، چمن بریده‌شده، برگ و غیره) چون لارو نمی‌تواند به راحتی آن‌ها را هضم کند.

بی اس اف: مگس سرباز سیاه, *هرمیتیا ایلوسنس*

کوکوپیت: مواد پودری حاصل از پردازش فیبر نارگیل. در این زمینه، بیشتر برای خواص جذب رطوبت آن استفاده می‌شود.می‌توان آن را با مواد دیگر با خواص جذب رطوبت مشابه مانند سبوس گندم جایگزین کرد

قفس تاریک: مگس‌های بالغ در قفس تاریک ظاهر می‌شوند. آن‌ها تا زمانی که به قفس عشق منتقل شوند در قفس تاریک باقی خواهند ماند. تاریکی آن‌ها را آرام نگه می‌دارد و از جفت‌گیری آن‌ها جلوگیری می‌کند.

کد تاریخ: کد تاریخ اجازه می‌دهد تا مدت زمان فرآیند فعلی را محاسبه کنیم. این تاریخ به قفس‌ها و ظروف اعمال می‌شود. این سیستم از هفتهٔ سال و روز هفته تشکیل شده است. (به عنوان مثال: سه شنبهٔ هشتمین هفتهٔ سال با ۸/۲ کدگذاری شده است. چون سه‌شنبه دومین روز هفتهٔ تقویم میلادی است. اگر بر اساس تقویم خورشیدی پیش برویم، برای مثال، یکشنبه پنجمین هفتهٔ سال می‌شود ۵/۲ چون یک‌شنبه دومین روز هفته در تقویم خورشیدی است.)

ماده خشک: جرم ماده بعد از گرفته‌شده تمام آب این است. معمولاً با نگه‌داشتن نمونه به مدت کمینه ۱۲ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه می‌شود.

تخم: یک مگس ماده بین ۴۰۰ تا ۸۰۰ تخم می‌گذارد. لاروها بعد از چهار روز از تخم خارج خواهد شد. یک تخم حدود ۲۵µg وزن دارد.

تخم‌گاه یا Eggie: رسانه یا بستری که در یک سیستم مهندسی‌شده پرورش bsf برای جمع‌آوری تخم استفاده می‌شود. در ترجمه این سند از واژهٔ ساخته‌شدهٔ «تخم‌گاه» برای این بستر استفاده شده است. تخم‌گاه دارای منافذی است که به مگس امکان می‌دهد با خیال راحت تخم‌گذاری کند.

ظهور یا بروز: وقتی مگس‌های بالغ بعد از شفیرگی از درون شفیره بیرون می‌آیند.

سیستم زیستی مهندسی شده: یک فرآیند بیولوژیکی که برای استفاده عملی بهینه شده است.

ایستگاه تغذیه: یک منطقه مشخص شده که در آن پسماند به لاروروها Larveros یا ظروف تغذیه اضافه می‌شود.

آرد ماهی: پودر ماهی یک ماده غذایی غنی از مواد مغذی است که در رژیم غذایی حیوانات پرورشی استفاده می‌شود. این ماهی از ماهی‌های کوچک دریایی صید شده وحشی تهیه می‌شود و پودری است که پس از آسیاب کردن، پختن و چربی زدایی ماهی به دست می‌آید. تولید پودر ماهی نقش مهمی‌در صید بی رویه دارد.

آسیاب چکشی: مواد را به قطعات کوچکتر خرد می‌کند. اندازه مواد خروجی به اندازهٔ غربال خروجی بستگی دارد. مواد را نمی‌برد بلکه با چکش‌های کوچک به آن‌ها ضربه وارد می‌کند.

بیرون آمدن از تخم: فرآیند بیرون‌آمدن لاروهای جوان (نورسیده‌ها) از تخم.

نورسیده: لاروهایی که تازه از تخم بیرون آمده‌اند. گاهی به آن‌ها نوزاد هم گفته می‌شود.

ظرف نورسیده‌ها: نورسیده‌ها پس از بیرون آمدن از تخم در ظرف نورسیده‌ها می‌افتند و در آنجا به مدت پنج روز از خوراکی مغذی (غذای مرغ) تغذیه می‌کنند تا تبدیل به DOL-۵ یا لارو پنج‌روزه تبدیل شوند.

طاقچهٔ نورسیده‌ها: تخم‌های برداشت‌شده روی قفسه یا طاقچه‌ای به نام طاقچهٔ نورسیده‌ها قرار می‌گیرند که روی ظرف نورسیده‌ها قرار دارد. وقتی لاروهای جوان از تخم بیرون می‌آیند، داخل ظرف نورسیده‌ها می‌افتند که به طور مرتب (هر یک تا سه روز یکبار) تعویض می‌شود.

آوِن آزمایشگاهی: کوره‌ای که دمای یکنواختی را فراهم می‌کند بیشتر در پردازش زباله‌های زیستی BSF برای به دست آوردن نمونه‌های ماده خشک از زباله‌ها، باقیمانده‌ها و لاروها استفاده می‌شود. در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد کار می‌کند.

لارو: در چرخه زندگی مگس سرباز سیاه قبل از دگردیسی (تبدیل آنها به مگس بالغ) هفت مرحله لاروی وجود دارد.

لاروِرو یا ظرف تغذیه: لارورو ظرفی است که لاروها از زباله های زیستی تغذیه می کنند. می تواند به هر شکلی باشد، از یک جعبه استاندارد (x40x15۶۰ سانتی متر) تا یک سطل به اندازه پالت، و تا حوضچه های بتنی بزرگ

قفس عشق: قفس عشق یک محفظهٔ توری با گروهی از مگس‌های همسال است که از قفس‌های تاریک دریافت می‌شوند. در قفس عشق، مگس‌های بالغ جفت گیری می کنند و ماده ها تخم‌های خود را به صورت تخم می گذارند. بعد از یک هفته قفس عشق برداشته و خالی می شود.

چینش با درآمد کم و متوسط: اگرچه تصفیه زباله‌های زیستی BSF را می توان در سراسر جهان اعمال کرد، راه اندازی و عملیات ارائه شده در این کتاب بر کشورهای با درآمد کم و متوسط (GNI تا ۱۰۰۰۰ ± یورو) متمرکز است. این زمینه با هزینه‌های کم نیروی کار، و کسر آلی بالا از زباله‌های جامد شهری مشخص می شود.

ضایعات بازار: بیشتر از میوه ها و سبزیجات تشکیل شده است. محتوای آب بالایی دارد (تا ۹۵%) و تابع تغییرات فصلی است. قسمت‌های بیرونی سبزیجات برگی ممکن

است در معرض آفت کش‌ها قرار گرفته باشد.

پسماند آلی شهری: زباله‌های تولیدشده توسط سکونتگاه‌ها که شامل خانوارها، اماکن تجاری و صنعتی، موسسات (مدارس، مراکز بهداشتی درمانی، زندان‌ها و غیره) و فضاهای عمومی(خیابان‌ها، ایستگاه‌های اتوبوس، پارک‌ها و باغ‌ها) می‌شود.

ظرف پرورش: در ظرف پرورش، لاروهای پنج‌روزه با مقدار مشخصی از خوراک مغذی (مثلاً دان مرغ مرطوب) تغذیه می‌شود تا زمانی که به شفیره تبدیل شود. از اینها برای حفظ کلنی استفاده می‌شود که به ظروف شفیره منتقل می‌شود که در آن شفیره‌ها در آنجا شفیره می‌شوند و در نهایت به عنوان بزرگسالان ظاهر می‌شوند.

پلت‌ساز: تجهیزاتی که لاروها و سایر مواد غذایی (آب سویا، ذرت، پوسته برنج و غیره) را در گلوله‌های خوراک ماهی یا مرغ قالب‌گیری می‌کنند.

کود مرغ: کود حاصل از تولید جوجه‌های گوشتی یا مرغ تخم‌گذار. لاروهای BSF روی این زباله‌های زیستی نسبتاً همگن به خوبی رشد می‌کنند، اما احتمالاً بسیار کوچک باقی بمانند. این ماده نسبتاً خشک است و بنابراین ممکن است در ترکیب با ضایعات میوه و سبزیجات استفاده شود.

پیش‌شفیره: آخرین مرحلهٔ لاروی که در آن لارو برای جستجوی محل شفیرگی خشک از زباله خارج می‌شود. در مقایسه با لارو، پیش شفیرهٔها دارای محتوای کیتین بالاتری هستند و بنابراین برای هضم ماهی و مرغ آسان‌تر است.

شفیره: در طی شفیره شدن، دگردیسی از لارو به مگس بالغ اتفاق می‌افتد. لارو مگس سیاه پوست در آخرین پوست لاروی خود شفیره می‌شود و شفیره شدن حدود ۲۰ روز طول می‌کشد.

ظرف شفیرگی: ظرف شفیرگی با یک بستر شفیرهٔ مرطوب (مثلاً کمپوست، کوکوپیت مرطوب، خاک گلدان و غیره) پر می‌شود که پیش شفیره‌ها خود را درون آن پنهان می‌کنند. جایی است که لاروها شفیره می‌شوند.

واحد پرورش مرکزی: مرکز پرورش شامل کل چرخهٔ زندگی مگس سرباز سیاه است و لارو پنج‌روزهٔ کافی برای تصفیه زباله‌های زیستی ورودی تولید می‌کند.

باقیمانده: باقیمانده پس از درمان این ماده می‌تواند یک بستر شکننده و خاک مانند یا یک دوغاب مرطوب باشد.

غربال تکانی یا الک لرزشی: غربالی که می‌لرزد یا تکان می‌خورد که توسط یک درایو غیرمرکزی یا لنگ کار می‌کند. در هنگام برداشت، برای جداسازی لاروهای رشد یافته از باقی‌مانده از یک توری به اندازه ۳ تا ۵ میلی متر استفاده می‌شود.

زباله‌های کشتارگاه: شامل استخوان‌ها، اندام‌ها، سُم‌ها، خون و سایر قسمت‌های غیرخوراکی حیوان پس از برداشتن تمام قسمت‌های خوراکی حیوان است. همچنین ممکن است شامل محتوای رودهٔ حیوانات ذبح شده باشد.

ظرف انتقال: شفیره‌هایی را که از ظرف پرورش بیرون می‌خزند جمع‌آوری می‌کند. حاوی کوکوپیت یا یک مادهٔ خشک دیگر برای جلوگیری از فرار شفیره‌ها است.

فریم تهویه: فضایی بین جعبه‌های تغذیهٔ روی‌هم‌چیده‌شده فراهم میٔکند. با این کار، تبادل هوا و در نتیجه حذف رطوبت از لاروها را تضمین می‌کند. کاهش ضایعات: کاهش ضایعات یا بر اساس وزن تر یا وزن خشک اندازه گیری می‌شود و زباله‌های زیستی را که وارد تصفیه می‌شوند با زیست‌پسماند باقی‌مانده (بقایای) مقایسه می‌شوند. بسته به نوع پسماند زیستی، می‌توان انتظار کاهش ضایعات بین ۶۰ تا ۸۵ درصد وزن خشک را داشت

فصل اول

پایه و اساس

کلیات

مدیریت پسماند جامد شهری یکی از اساسی‌ترین و جدی‌ترین مشکلات زیست محیطی است که دولت‌های شهری در کشورهای کم درآمد و متوسط با آن دست به گریبانند. این مسئله با توجه به روند سریع شهرنشینی و رشد جمعیت شهری در آینده چالش‌برانگیزتر خواهد بود. به دلیل افزایش فشار عمومی‌و نگرانی‌های زیست‌محیطی، از کارشناسان پسماند در سراسر جهان خواسته می‌شود تا روش‌هایی پایدارتر- که مفهوم اقتصاد چرخشی[1] را در بر می‌گیرد- برای برخورد با پسماند شهری توسعه دهند. بازیافت مواد زائد آلی (زیست پسماند) هنوز نسبتاً محدود است، به ویژه در مناطق با درآمد کم و متوسط. این در حالی است که پسماند آلی بیشترین بخش از کل زباله‌های شهری را تشکیل می‌دهد. این کتاب به زباله‌های شهری آلی خانگی، فعالیتهای تجاری و مؤسسات می‌پردازد. در این کتاب، روش نسبتاً جدید تبدیل پسماند آلی توسط لارو حشرات با استفاده از مگس سرباز سیاه با نام لاتین « Hermetia illucens» توصیف می‌شود. این حشره در دهه گذشته توجه زیادی را به خود به عنوان یک رویکرد نو جلب کرده است. محبوبیت این حشره به خاطر فرصت‌های امیدوارکننده‌ای است که استفاده از لارو آن به عنوان یک منبع پروتئین برای خوراک دام فراهم می‌کند. بنابراین، جایگزین ارزشمندی برای خوراک معمولی است. شرکت‌ها و کارآفرینان کوچک سرمایه‌های زیادی به این فناوری اختصاص داده‌اند. این شرکت‌ها علاقه‌مند با اجرای عملی چنین تأسیساتی بتوانند با روشی مقرون‌به‌صرفه از مزیت رقابتی خود پاسداری کنند. اگرچه انتشار متون علمی‌و آکادمیک در مورد BSF رو به افزایش است، علاقهٔ تجاری و درک اهمیت حفظ مزیت رقابتی مانع از بحث آزاد و تبادل دانش در مورد اقدامات گام‌به‌گام روزانه برای بهره‌برداری از چنین تسهیلاتی شده است. هدف ما پر کردن این شکاف است.

این سند عمدتاً مبتنی بر تجربه و یافته‌های تأسیسات تصفیه یک تن زباله در روز در اندونزی است که بیش از دو سال است فعال است و یک مرکز آزمایشی در سوئد که

---

[1] circular economy

در حال کار به مدت یک سال است که عملیاتش را آغاز کرده است. پسماند فرآوری‌شده در تأسیسات اندونزی بیشتر ضایعات میوه و سبزی حاصل از بازار عمده‌فروشی بود. ارتقاء یا انتقال این اطلاعات به یک مرکز بزرگتر ممکن است نیاز به برخی سازگاری یا تنظیم تجهیزات داشته باشد. با این حال، باور داریم رویه‌های استاندارد توصیف‌شده برای طیف وسیعی از مقیاس‌ها معتبر و عملی خواهد بود.

چندین ویژگی کلیدی فناوری BSF را برای مدیران و کسب‌وکارها به گزینه ای جذاب برای تصفیهٔ پسماند آلی تبدیل می‌کند:

- تودهٔ پسماند به لارو و مواد باقیمانده تبدیل می‌شود. لاروها از ۳۵±% پروتئین و ۳۰±% چربی خام تشکیل شده‌اند. این پروتئین کیفیت بالایی دارد و منبع تغذیهٔ مهمی برای پرورش‌دهندگان مرغ و ماهی است. آزمایشات خوراک آن را به عنوان جایگزین مناسبی برای پودر ماهی تایید کرده است.
- مشاهدات حاکی از این است که دادن پسماند به لاروها باکتری‌های ناقل بیماری مانند سالمونلا را غیرفعال می‌کند. این نشان می‌دهد که خطر انتقال بیماری بین حیوانات و بین حیوان و انسان هنگام استفاده از این فناوری در سطح مزرعه یا به طور کلی هنگام پردازش پسماند حیوانی (مانند کود مرغ یا دورریز کشتارگاه) کاهش می‌یابد. با این حال، کاهش خطر عمدتاً از طریق کاهش مواد (۸۰±%) حاصل می‌شود تا غیرفعال‌سازی پاتوژن.
- دیده شده که کاهش پسماند به میزان ۸۰٪ وزن تر رخ داده است. اگر این رویکرد در محل تولید پسماند اعمال شود، هزینه‌های حمل‌ونقل پسماند و فضای مورد نیاز برای دفن زباله‌ها می‌تواند به شدت کاهش یابد. این کار می‌تواند علاوه بر این می‌تواند تخلیهٔ پسماند به صورت آزاد در محیط را کاهش دهد، که هنوز یک واقعیت ناگوار در محیط‌های کم درآمد و متوسط است.
- باقی‌مانده، ماده‌ای شبیه کمپوست، حاوی مواد مغذی و مواد آلی است و هنگامی‌که در کشاورزی استفاده می‌شود، به کاهش فقیرشدگی خاک کمک می‌کند.
- نرخ بالای تبدیل زباله به زیست‌توده تا ۲۵% بر اساس وزن مرطوب نشان داده شده است که از دیدگاه تجاری میزان برون‌دهِ رضایت‌بخشی است.

- برای بهره برداری از چنین تأسیساتی نیازی، به فناوری پیشرفته نیست. بنابراین، برای محیط‌های کم درآمدی که بیشتر به فناوری ساده و نیروی کار غیر ماهر متکی هستند، مناسب است.

مبنای نگارش سند فعلی دو پروژهٔ تحقیقاتی است. «FORWARD» یک پروژهٔ تحقیقاتی کاربردی چهارساله است که بر استراتژی‌ها و فناوری‌های یکپارچه برای مدیریت پسماند جامد آلی شهری در شهرهای متوسط اندونزی تمرکز دارد. در میان سایر فعالیت‌ها، این پروژه یک مرکز تصفیهٔ زباله BSF در مقیاس آزمایشی را در یک بازار عمده‌فروشی محلی طراحی، اجرا و راه اندازی کرد. این تأسیسات به گونه‌ای طراحی شد که به‌عنوان یک سایت آزمایشی و نمونه عمل کند که در آن «رویه‌های عملیاتی استاندارد» برای اشاعهٔ بیشتر تعیین شود. «FORWARD» یک پروژهٔ تحقیق و توسعهٔ غیرانتفاعی مستقل است که توسط «SECO»، دبیرخانهٔ دولتی امور اقتصادی سوئیس، در قالب یک چارچوب توافق با وزارت امور عمومی و مسکن اندونزی (PU-PeRa) تأمین مالی شده است.

پروژه SPROUT یک پروژهٔ سه ساله است که به منظور توسعه تصفیه زباله به ارزش با لاروهای مگس سرباز سیاه طراحی شده است. تمرکز اصلی این پروژه بر محورهای زیر است: بهداشت، طراحی و بهره برداری از واحدهای تصفیه، کیفیت محصولات (خوراک و کود)، پردازش پس از برداشت در زمینهٔ کیفیت خوراک و ایمنی محصول، مدل‌های کسب‌وکار پردازش پسماند با BSF، و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پردازش پسماند با BSF. در مقایسه با سایر گزینه‌های درمان بیولوژیکی، «SPROUT» یک پروژهٔ چندملیتی است و «SLU» (دانشگاه علوم کشاورزی سوئد) و «Eawag» (مؤسسه فدرال علوم و فناوری آبزیان سوئیس) شرکای اصلی تحقیقاتی هستند و «Pacovis AG» از سوئیس شریک این پروژه در این صنعت است. این برنامه توسط برنامهٔ «ECO-INNOVERA» اتحادیهٔ اروپا، شورای تحقیقات سوئد «Formas»، ادارهٔ فدرال سوئیس برای محیط‌زیست «FOEN» و «Pacovis AG» تامین می‌شود.

هدف این دستنامه گسترش پردازش پسماند با استفاده از مگس سرباز سیاه است. با این نیت، نویسندگان مایلند از همهٔ کسانی که به توسعه، مستندسازی و بحث در مورد جنبه‌های عملی پرورش BSF و پردازش پسماند توسط لارو کمک کردند، نام ببرد. با تشکر ویژه از سراج الدین کورنیاوان -که تصاویر تجهیزات و مراحل کاری

منتشرشده‌اش ما را از نوشتن صفحات زیادی متن توصیفی معاف کرد- سیسیلیا لالاندر و بیورن وینراس، از دانشگاه کشاورزی سوئد SLU (سوئد) -برای همکاری تحقیقاتی عالی- لانجو ژنگ و یبین ژانگ، از دانشگاه کشاورزی هوآژونگ (چین) و مایکل وو از JM Green (چین) به دلیل در دسترس بودن و اطلاعات ذی‌قیمت و Puspa Agro برای مهمان نوازی آنها.

محدوده و مخاطبان هدف

یک مرکز پردازش BSF مهندسی‌شده را می‌توان برای دستیابی به اهداف خاص بر اساس چرخهٔ زندگی طبیعی این مگس طراحی و راه اندازی کرد. به عنوان مثال، اهداف می‌تواند به طور موثر افزایش کیفیت لارو یا به حداکثر رساندن مقدار تودهٔ لارو تولیدشده در یک بازهٔ زمانی خاص یا بر اساس یک مادهٔ اولیه خاص، شبیه به سیستم پرورش دام معمولی (مرغ، گوشت گاو و غیره) باشد.

با این حال، در این راهنما، هدف ما مدیریت پسماند است. به عبارت دیگر، ما از این فرض شروع می‌کنیم که پسماند زیستی موضوعی است که اسباب نگرانی شده و برای آن پیشنهاد می‌کنیم از فناوری تصفیه BSF به‌عنوان یک راه‌حل پردازشی و بازیافتی مناسب برای تولید لارو و بقایای زباله استفاده شود.

بنابراین، هدف اولیه، پردازش پسماند تر به روشی کارآمد با توجه به هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی و همچنین فضای مورد نیاز است. با فرآوری پسماند تر می‌توان تهدیدات سلامت عمومی و محیط‌زیست را کاهش داد.

این راه‌حل فناورانه شامل تغذیهٔ لاروهای این مگس – که در یک پرورشگاه بزرگ می‌شوند- با پسماند تر تفکیک شده است. لاروها روی مواد اولیهٔ ضایعات رشد می‌کنند و تودهٔ زباله را کاهش می‌دهند. در پایان فرآیند، لاروها برداشت می‌شوند و در صورت لزوم پس از فرآوری به یک محصول خوراک دام مناسب تبدیل می‌شوند. بقایای زباله همچنین می‌تواند بیشتر پردازش شود و فروخته شود یا به عنوان ماده‌ای جهت اصلاح خاک با خواص کوددهی استفاده شود.

این راهنما برای استفادهٔ عملی تهیه شده است. در این راهنما، مواد و تجهیزات لازم و همچنین هر مرحلهٔ کار مانند کتاب آشپزی با دستور العمل‌های مربوطه توصیف شده است. با خواندن این راهنما تمام اطلاعات لازم برای توسعه و راه‌اندازی یک مرکز

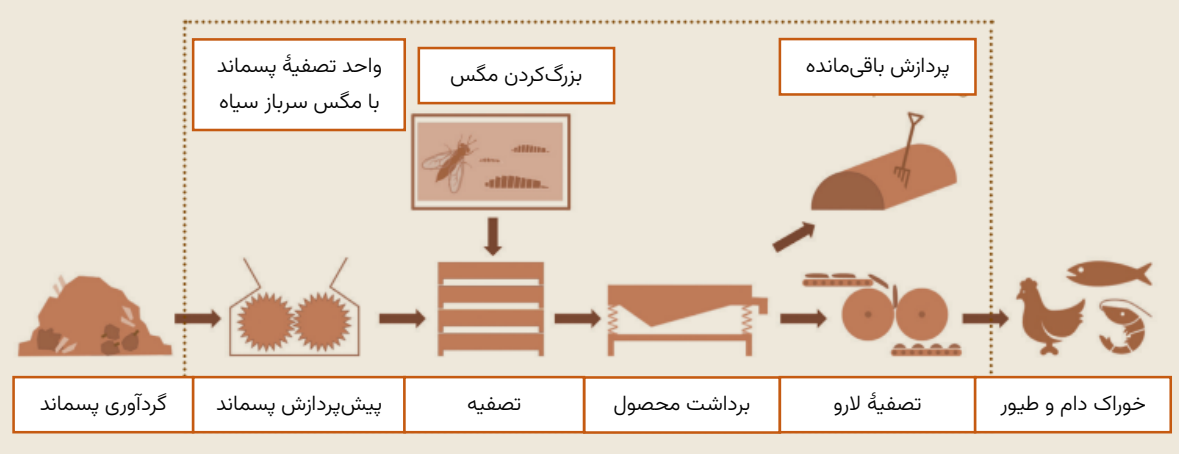
پردازش ضایعات لارو مگس سرباز سیاه در اختیار خواننده قرار می‌گیرد. به مواردی که اطلاعات کمیاب یا در دسترس نیست اشاره شده و به پژوهش بیشتر توصیه شده است.

شایان ذکر است که رویکرد ارائه‌شده در این کتاب راهنما صرفاً یک رویکرد از مجموعه‌ای وسیع از رویکردهای گوناگون است. رویکرد مطرح‌شده در اینجا بر اساس تجهیزات موجود محلی و بدون فرآیند خودکارسازی است و ثابت شده که مؤثر است. گام‌های مختلف این رویکرد را شاید بتوان بسته به زمینه یا تجربیات دیگر به صورت جداگانه با رویه‌هایی دیگر جایگزین کرد.

با توجه به رویکرد این دست‌نامه، هدف خوانندگانی است که دانش اولیهٔ اندکی در مورد مدیریت پسماند به طور کلی و فناوری مگس سرباز سیاه به طور خاص دارند، که تمایل به کار با پسماند و پیاده‌سازی و بهره‌برداری از چنین تأسیساتی را دارند. این راهنما همچنین می‌تواند برای فردی که قبلاً روش پردازش BSF را شروع کرده است و علاقه‌مند به کسب نظرات دیگری در مورد چگونگی انجام کارها باشد، مفید باشد.

ساختار این دستنامهٔ کاربردی بر اساس پنج واحد پردازش اصلی -که در یک مرکز پردازش مگس سرباز سیاه کلیدی هستند- ساخته شده است (شکل ۱).

۱. واحد پرورش مگس
۲. واحد دریافت و پیش‌پردازش زباله
۳. واحد پردازش پسماند مگس
۴. واحد برداشت محصول
۵. واحد پس‌پردازش (لارو و فرآوری بقایا)



شکل ۱: واحدهای مختلف یک سیستم تصفیهٔ پسماند با BSF

گرچه منبعی که پسماند مورد نیاز چنین واحدی از آن تهیه می‌شود بسیار مهم است، در این سند به جزئیات آن اشاره‌ای نشده است.

زایایی اقتصادی یک مرکز پردازش مگس سرباز سیاه به طیف وسیعی از شرایط محلی بستگی دارد:

- مقیاس و هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی مربوطهٔ تأسیسات
- آب و هوا (دما، رطوبت)
- درآمد احتمالی ناشی از پردازش زباله (هزینه انعام)
- درآمد حاصل از فروش محصولات حاصل از لارو (به عنوان مثال لارو کامل، پودر پروتئین، روغن لارو و غیره)
- فروش باقیماندهٔ پسماند به عنوان ماده‌ای برای اصلاح خاک یا استفاده از آن در کارخانه بیوگاز

این دست‌نامه همهٔ جنبه‌های مالی چنین تأسیساتی را توضیح نمی‌دهد. پیشنهادات این سند کمینهٔ مراحلی است که باید برای عملیاتی‌کردن چنین واحدی طی شود. علاوه بر فهرست فعالیت‌هایی که باید در فواصل زمانی مشخص انجام شوند، فهرست تجهیزات را نیز ارائه کرده‌ایم. این فهرست بر اساس تجربهٔ عملی شکل گرفته است. با این حال، جایی که احساس کنیم پتانسیلی برای بهبود تجهیزات وجود دارد مشخص می‌کنیم.

فصل دوم

پردازش پسماند با مگس سرباز سیاه

درک چرخهٔ زندگی طبیعی BSF

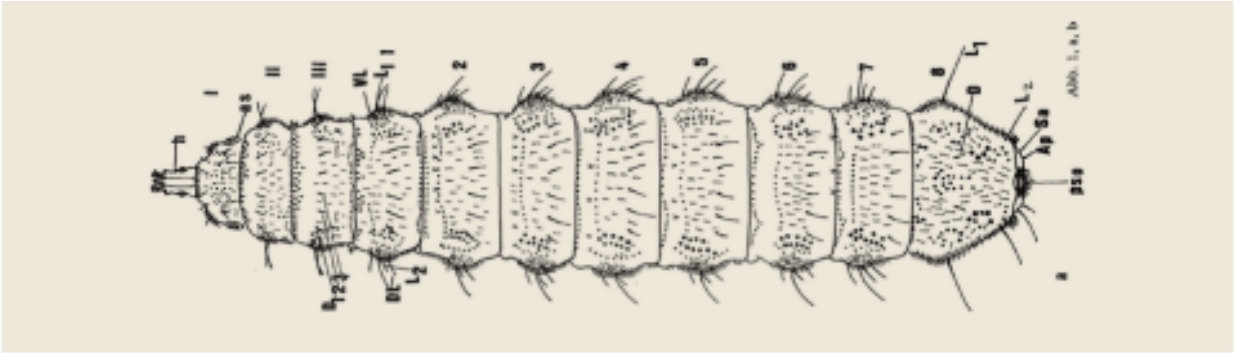
این فصل نگاهی دقیق‌تر به چرخهٔ زندگی مگس سرباز سیاه دارد. درک چرخهٔ زندگی این حشره کمک می‌کند بدانیم چرا این حشره گزینه‌ای مناسب برای مدیریت پسماند آلی است و متوجه شویم که چگونه می‌توان این چرخه را «مهندسی» کرد تا بتوان مزایای بازدهٔ تبدیل پسماند و برداشت محصول از نظر کمی و کیفیت بهبود داد.

مگس سرباز سیاه، Hermetia illucens، از خانوادهٔ دوبالان Stratiomyidae است. در سرتاسر جهان، می‌توان مگس سرباز سیاه را در طبیعت مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، بین عرض‌های جغرافیایی ۴۰ درجه جنوبی و ۴۵ درجهٔ شمالی یافت (شکل ۲).

شکل ۲. منطقهٔ پراکندگی مگس سرباز سیاه، *هرمتیا ایلوسنز*

چرخه زندگی مگس سرباز سیاه از تخم آغاز می‌شود. تخم هم‌زمان پایان مرحلهٔ زندگی قبلی را رقم می‌زند: مگسی که یک دسته تخم می‌گذارد. مگس ماده بسته‌ای بین ۴۰۰ تا ۸۰۰ تخم را نزدیک به مواد آلی درحال‌تجزیه، در حفره‌های کوچک، خشک و محفوظ می‌گذارد. حشرهٔ ماده مدت کوتاهی پس از تخم‌گذاری می‌میرد. نزدیکی تخم‌ها به مواد آلی درحال‌تجزیه تضمین می‌کند که لاروها اولین منبع غذایی خود را پس از بیرون‌آمدن از تخم در نزدیکی خود داشته باشند. حفره‌های محافظت‌شده از تخم‌ها

در برابر شکارچیان محافظت می‌کند و از کم آبی تخم‌ها در برابر نور مستقیم خورشید جلوگیری می‌کند. به طور متوسط، تخم‌ها پس از چهار روز از تخم بیرون می‌آیند و لاروهای ظاهر شده -که به زحمت چند میلی‌متر اندازه دارند- به جستجوی غذا می‌پردازند و شروع به تغذیه از ضایعات آلی اطراف می‌کنند. لاروها به شدت از مواد آلی درحال‌تجزیه تغذیه می‌کنند و از اندازه چند میلی‌متری به طول حدود ۲/۵ سانتی متر و عرض ۰/۵ سانتی‌متر می‌رسند. لاروها کرم‌رنگند. مراحل مختلف زندگی در شکل ۳ و شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳: نقاشی لارو مگس سرباز سیاه (شرمر، ۱۹۸۶)

در شرایط بهینه با کیفیت و کمیت غذایی ایده‌آل، رشد لاروها به یک دورهٔ ۱۴-۱۶ روزه نیاز دارد. با این حال، لارو BSF یک ارگانیسم بسیار انعطاف پذیر است و این توانایی را دارد که چرخهٔ زندگی خود را در شرایط نامساعد گسترش دهد. مرحلهٔ لاروی تنها مرحله‌ای است که طی آن BSF تغذیه می‌کند و بنابراین، در این زمان از رشد لارو است که چربی کافی و ذخایر پروتئین ایجاد می‌شود که به لاروها اجازه می‌دهد شفیره شوند، به‌صورت مگس ظاهر شوند، جفت پیدا کنند، جفت‌گیری کنند و (به عنوان یک ماده) پیش از مرگ تخم بگذارند.

پس از گذراندن پنج مرحلهٔ لاروی، لاروها به مرحلهٔ نهایی لاروی می‌رسند: پیش‌شفیره. هنگام دگردیسی به شفیره، لارو قسمت دهان خود را با ساختاری قلاب‌شکل جایگزین می‌کند و رنگش به قهوه‌ای تیره تا خاکستری زغالی می‌شود. مگس از این قلاب استفاده می‌کند تا به راحتی از منبع غذایی به سمت محیطی خشک، هوموس‌مانند، سایه‌دار و محافظت‌شده حرکت کند؛ محیطی به گمانش در برابر شکارچیان ایمن است و جایی است که «ایماگو» یا همان حشرهٔ بالغ از شفیره بیرون می‌آید و بدون دشواری خاصی پرواز می‌کند.

شکل ۴: مراحل زندگی مگس سرباز سیاه

فرآیند شفیرگی تبدیل شفیره به مگس است. مرحلهٔ شفیرگی زمانی شروع می‌شود که شفیره محل مناسبی پیدا کند و بی حرکت و سفت شود. برای یک شفیرهٔ موفق، بهتر است شرایط محیطی زیاد تغییر نکند یا به عبارتی گرم، خشک و سایه‌دار بماند. شفیرگی حدود دو تا سه هفته طول می‌کشد و با بیرون آمدن مگس از پوستهٔ شفیره به پایان می‌رسد. فرآیند ظهور یک فرایند بسیار کوتاه مدت است. کمتر از پنج دقیقه طول می‌کشد تا مگس قسمتی از شفیره را که قبلا قسمت سر بود بشکند، بیرون بخزد، خشک شود و سپس بال‌هایش را باز کند و پرواز کند.

پس از ظهور، مگس حدود یک هفته زندگی می‌کند. در طول این عمر کوتاه، به دنبال شریک زندگی می‌گردد، جفت‌گیری می‌کند و (حشرهٔ ماده) تخم می‌گذارد. به عنوان یک مگس، BSF تغذیه نمی‌کند. فقط یک منبع آب یا یک سطح مرطوب برای حفظ آب بدنشان کافی است. آنچه در این مرحله حیاتی مهم است، نور طبیعی فراوان و دمای گرم (۲۵-۳۲ درجه سانتیگراد) است. یک محیط مرطوب ممکن است طول عمر حشرهٔ بالغ را افزایش دهد و در نتیجه شانس تولید مثل موفق را افزایش دهد. مشاهده شده است که مگس‌ها ترجیح می‌دهند در نور صبح با هم جفت شوند. پس از جفت‌گیری، ماده‌ها همان طور که در بالا توضیح داده شد، مکانی ایده‌آل را برای تخمگذاری جستجو می‌کنند.

شرایط محیطی و منابع غذایی بهینه برای لارو را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

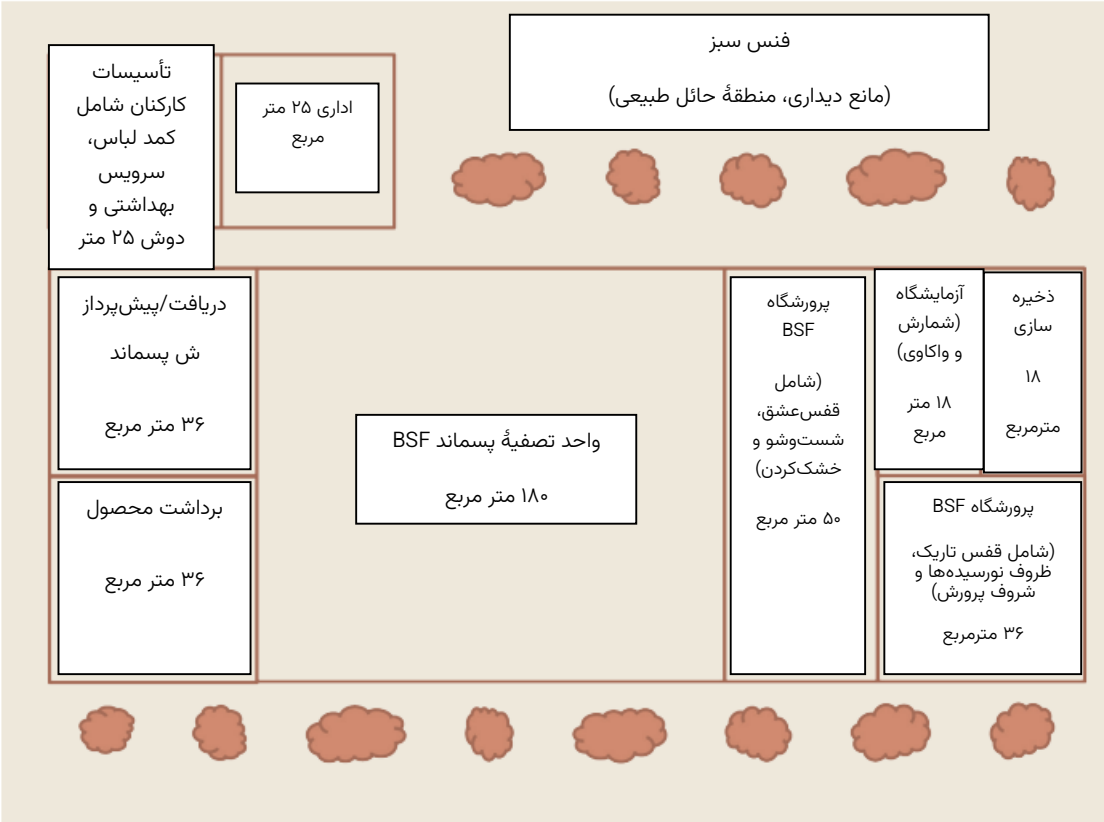
- **اقلیم گرم**: دمای ایده‌آل بین ۲۴ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. اگر خیلی گرم باشد، لاروها در جستجوی مکان خنک‌تری از غذا دور می‌شوند. اگر خیلی سرد باشد، لاروها متابولیسم خود را کندتر می‌کنند، کمتر غذا می‌خورند و کندتر رشد می‌کنند.
- **محیط سایه دار**: لاروها از نور اجتناب می‌کنند و همیشه به دنبال یک محیط سایه‌دار و دور از نور خورشید هستند. اگر منبع غذایی آنها در معرض نور قرار گیرد، برای فرار از نور به عمق لایه غذا می‌روند.
- **محتوای آب غذا**: منبع غذایی باید کاملاً مرطوب با محتوای آب بین ۶۰ تا ۹۰ درصد باشد تا لاروها بتوانند این ماده را بخورند.
- **مواد مغذی مورد نیاز غذا**: بسترهای غنی از پروتئین و کربوهیدرات‌های دردسترس باعث رشد خوب لارو می‌شود. تحقیقات مداوم نشان می‌دهد که اگر لاروها قبلاً تحت فرآیند تجزیه باکتریایی یا قارچی قرار گرفته باشند، زباله‌ها می‌توانند راحت‌تر مصرف شوند.
- **اندازهٔ ذرات غذا**: از آنجایی که لاروها قسمت دهانی جویدنی ندارند، اگر بستر به قطعات کوچک یا حتی به شکل مایع یا خمیری باشد. دسترسی به مواد مغذی آسان‌تر خواهد بود.

۲٫۲ ملاحظات کلی مکان‌یابی یک مرکز پردازش BSF

چرخهٔ حیات طبیعی که در بالا توضیح داده شد، پایه و اساس یک مرکز پردازش پسماند کارآمد و قابل‌اعتماد با استفاده از لاروهای BSF است. با این حال، برای پردازش منظم پسماند زیستی، اپراتور باید کل چرخهٔ زندگی را تحت کنترل درآورد و بنابراین، یک بیوسیستم مهندسی‌شده ایجاد و راه اندازی کند. برای ارائهٔ محیطی که به بهترین شکل از زیستگاه طبیعی BSF تقلید کند و درعین‌حال، از پردازش مداوم پسماند اطمینان حاصل کند، هنگام انتخاب مکان مناسب به نکات زیر توجه کنید:

- در دسترس بودن ضایعات تازه و کافی با هزینهٔ کم، در مقادیر قابل پیش‌بینی و به طور منظم.
- مسیرهای تحویل زباله و جمع‌آوری پسماند باید به‌خوبی نگهداری شود و در طول سال به راحتی قابل دسترسی باشد.

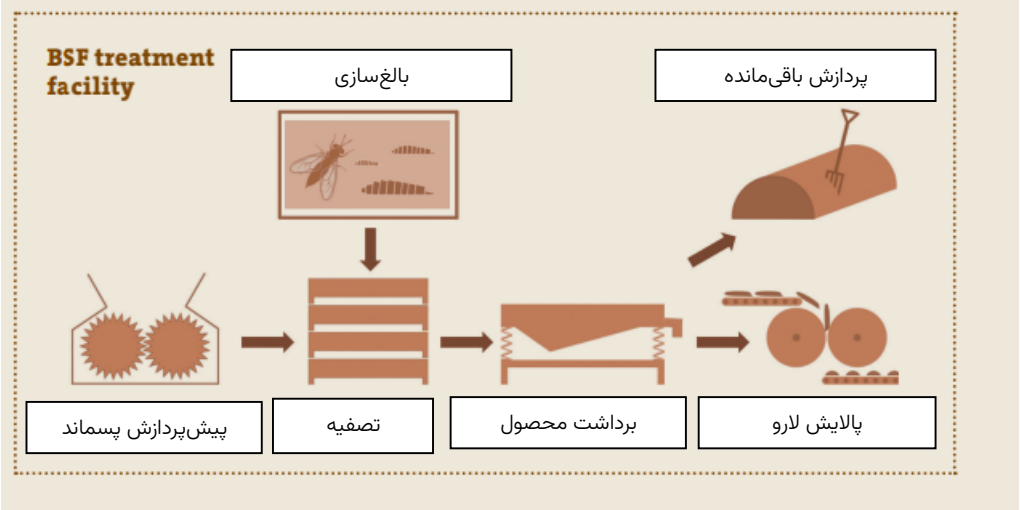
- از محله‌های پرجمعیت و مناطقی که کاربران زمین مجاور ممکن است تأسیسات پردازش زباله را نامناسب ببینند باید اجتناب شود.
- گزینه‌های تأمین آب و برق و مدیریت فاضلاب باید در دسترس باشد.
- حفاظ‌های محیطی کافی که تأسیسات را از محیط اطراف جدا می‌کنند باید حفظ شوند (مانند مناطق باز، درختان، نرده‌ها و غیره)
- تاسیسات باید در جهت باد مناطق مسکونی باشد.
- به عنوان یک قانون نانوشته، می‌توان با ۵۰ متر مربع برای اتاق پرورش و ۱۰۰ متر مربع به ازای هر تن زباله ورودی در روز محاسبه کرد (شکل ۵)
- اتاقی بسته و دارای سیستم تهویه برای بزرگ‌کردن اما با نور خورشید برای قفس‌های عشق
- منطقه‌ای بدون نور مستقیم خورشید برای ظروف تصفیه
- فضای اداری و آزمایشگاهی
- سرویس بهداشتی و امکانات بهداشتی



شکل ۵: چینش کلی یک مرکز پردازش BSF برای تصفیهٔ دو تن پسماند زیستی در روز

۲٫۳ مهندسی چرخهٔ حیات BSF

در یک مرکز پردازش BSF مهندسی‌شده، می‌توان واحدهای مختلف پردازش را به شکل زیر نشان داد:



شکل ۶. واحدهای تأسیسات تصفیهٔ مگس سرباز سیاه

واحد بالغ‌سازی یا بزرگ‌کردن مگس سرباز سیاه

این واحد تضمین می‌کند که مقدار مشخص و ثابتی از لاروهای پنج‌روزه همیشه برای تلقیح میزان روزانهٔ پسماند زیستی که برای پردازش در مرکز پردازش دریافت می‌شود، در دسترس باشد. با این حال، تعداد معینی از لاروهای نورسیده در واحد پرورش نگهداری می‌شوند تا از حفظ جمعیت پایدار اطمینان حاصل شود.

واحد دریافت و پیش پردازش زباله

بسیار مهم است که پسماند دریافتی در تأسیسات برای تغذیهٔ لاروها مناسب باشد. اولین مرحله شامل کنترل زباله برای اطمینان عاری‌بودن آن از مواد خطرناک و مواد غیرآلی است. مراحل بعدی شامل کاهش اندازهٔ ذرات زباله، زدودن آب پسماند در صورت داشتن رطوبت بیش از حد بالا و/یا ترکیبی از انواع مختلف مواد زائد آلی برای ایجاد یک رژیم غذایی متعادل و رطوبت مناسب (۷۰ تا ۸۰ درصد) برای لاروها است.

واحد پردازش پسماند BSF

مکانی است که لاروهای پنج‌روزه از واحد پرورش با پسماند آلی در ظروفی به نام "larveros" یا همان «ظروف تغذیه» تغذیه می‌شود. در اینجا، لاروهای جوان از پسماند

آلی تغذیه می‌کنند، به لاروهای بزرگ تبدیل می‌شوند و در نتیجه، پسماند را پردازش و کاهش می‌دهند.

واحد برداشت محصول

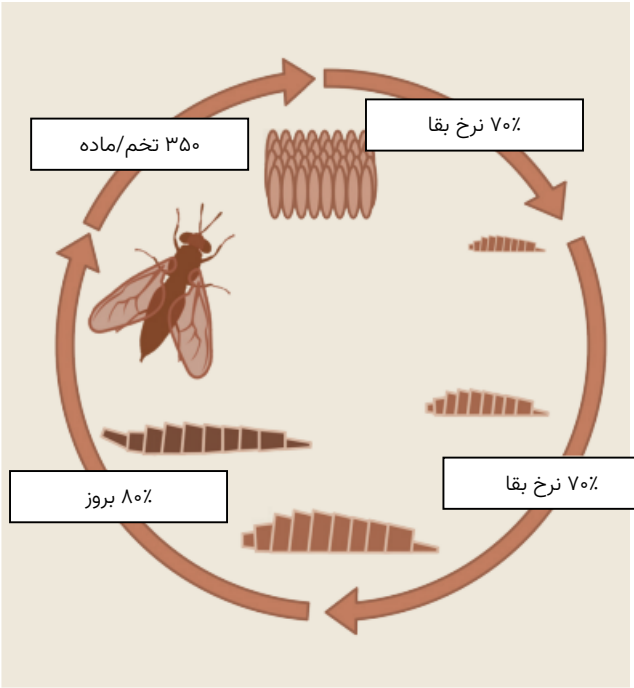
کمی‌قبل از تبدیل شدن به شفیره، لاروها از ظروف تغذیه خارج می‌شوند. پسماند باقی‌مانده نیز خود محصولی ارزشمند است.

واحد پس از پردازش

در صورت نیاز بازار محلی، هر دو محصول، -لارو و باقیماندهٔ پسماند- را می‌توان بیشتر پردازش کرد. ما به این «پالایش محصول» می‌گوییم. به طور معمول، اولین قدم کشتن لاروها خواهد بود. مراحل دیگر پردازش لارو می‌تواند منجمدکردن یا خشک‌کردن لاروها یا گرفتن روغن لارو از پروتئین لارو باشد. یک مرحله معمولی برای تصفیهٔ پسماند، کمپوست‌کردن یا تغذیهٔ باقیمانده به‌هاضم بیوگاز برای تولید سوخت است.

۲٫۳٫۱ واحد بالغ‌سازی یا بزرگ‌کردن BSF

برای اطمینان از پردازش منظم مقدار مشخصی پسماند، واحد پرورش باید روزانه تعداد معینی لارو پنج‌روزه تهیه کند. بنابراین، کنترل مراحل تولید مجزا در طول پرورش و نظارت بر عملکرد هر مرحله مهم است. در یک پرورشگاه که به خوبی مهندسی شده باشد، می‌توان تعداد شفیره‌هایی را که مجاز به شفیره شدن هستند، کنترل کرد. این به تخمین تعداد مگس‌هایی که باید ظاهر شوند کمک می‌کند، که به نوبه خود نشان‌دهندهٔ تعداد بسته‌های تخمی که گذاشته می‌شوند، شمار لاروهایی که از تخم بیرون می‌آیند و شمار دردسترس این لاروها برای تصفیهٔ پسماند آلی خواهد بود. با نظارت بر نرخ بقا در هر مرحله از این چرخه، می‌توان عملکرد کلی کلنی را ردیابی کرد و مشکلات را در هر مرحله خاص نشان داد. نرخ بقا ممکن است از یک اتاق پرورش به دیگری متفاوت باشد. داده‌های ارائه شده در اینجا بر اساس یک واحد بالغ‌سازی مگس سرباز سیاه در اندونزی است. به شکل زیر توجه کنید.



شکل ۷: شاخص‌های عملکردی تأسیسات پرورش BSF در اندونزی

تخم‌ریزی و برداشت تخم

از منظر مدیریتی، مهم است که تمام بسته‌های تخم در یک مکان خاص متمرکز شوند. این به طور قابل توجهی برداشت تخم را تسهیل می‌کند.

برای این کار، ما قفس‌ها را با یک رسانهٔ مناسب به نام «تخم‌گاه» (به واژه‌نامهٔ اول سند مراجعه شود) تأمین می‌کنیم که نیاز مگس‌ها را در مورد یک مکان امن (یعنی حفره‌های محافظت‌شده) برای تخم‌ریزی برآورده می‌کند. این رسانه همچنین به عنوان یک فریبنده عمل می‌کند. این فریبنده بوی مواد آلی در حال پوسیدگی است شبیه‌سازی می‌کند. تخم‌هایی که حشرهٔ ماده در تخم‌گاه‌ها می‌ریزد پیش از خروج لاروها برداشت می‌شوند.

تخم‌گاه‌ها می‌توانند در اشکال و مواد مختلفی باشند (شکل ۸). از آنجایی که هر حرکت یا لمس بسته‌های تخم یا تخم‌ها، شانس بقای آن‌ها را کم می‌کند، تماس با تخم‌ها را به حداقل ممکن محدود کنید. یک نمونه برای رسیدن به این هدف وزن‌کردن کل تخم‌ها همراه با وزن تخم‌گاهی است که حشره روی آن تخم گذاشته است.

شکل ۸: انواع مختلف تخم‌گاه: توپ‌زیستی (سمت چپ) که معمولاً به عنوان فیلتر در آکواریوم‌ها و حوضچه‌ها به کار می‌رود؛ چند ورقهٔ چوبی با شکاف‌های کوچک در بین چوب‌ها (وسط)؛ ساختار لانه زنبوری مقوایی (راست)

در حالت ایده‌آل، یک تخم‌گاه خالی باید تا حد امکان سبک باشد تا خطا به حداقل برسد. علاوه بر این، تخم‌های خالی باید در صورت امکان، هم وزن باشند تا اندازه‌گیری وزن کامل تخم‌گاه‌ها امکان محاسبه آسان وزن تخم‌های روی آن‌ها را فراهم کند. برخی از موادی که برای ساخت تخم‌گاه استفاده می‌شوند (چوب و مقوا) ممکن است رطوبت محیط را جذب کنند و وزن تخم را در طول زمان تغییر دهند. انتخاب پلاستیک به عنوان ماده از بروز چنین خطاهایی جلوگیری می‌کند. همچنین، توصیه می‌شود یک تخم‌گاه چندبارمصرف که بتوان آن را سریع و آسان تمیز کرد یا یک تخم‌گاه یکبارمصرف انتخاب کنید.

برداشت تخم با تفاوت وزن بین تخم‌گاه‌های های خالی و پر اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود یک نوع و وزن استانداردِ تخم‌گاه خالی استفاده شود. تعداد تخم‌ها وزن مجموع تخم‌ها تقسیم بر میانگین وزن یک تخم است که برابر با ۲۵ میکروگرم است.

بیرون آمدن از تخم و تغذیهٔ لاروها

تخم‌گاه‌های برداشت‌شده همراه با تخم‌های برداشت‌شده در روزهای گذشته روی یک ظرف نورسیده‌های سرباز که حاوی منبع غذایی باکیفیت باشد قرار می‌گیرند (شکل ۹). لاروها در طی چند روز از تخم بیرون می‌آیند. با قراردادن تخم‌گاه‌های تازه‌برداشت‌شده همراه با تخم‌گاه‌های مسن‌تر می‌توان مطمئن بود که به اندازهٔ کافی لارو درون ظروف نورسیده‌ها (ظرف قرمز رنگ تصویر ۹) سقوط می‌کند. پس از خروج از تخم، لاروها از تخم‌ها به داخل ظرف نورسیده‌های می‌افتند و بلافاصله شروع به تغذیه می‌کنند. منبع

غذایی با کیفیت بالا در ظروف نورسیده‌ها شامل دان استاتر جوجه مخلوط با آب است. این مخلوط حدوداً ۷۰٪ آب دارد.

شکل ۹: ظروف نورسیده‌ها در پایین قرمز رنگ. تخم‌گاه‌های برداشتی روی یک میلهٔ فلزی قرار می‌گیرد. هر رنگ میله باید یک رنگ مشخص برای هر روز هفته‌ای که در آن تخم‌گاه‌ها برداشت می‌شوند داشته باشد

ساده‌ترین رویه در مدیریت پسماند با استفاده از لاروهای BSF با لاروهای یک‌شکل (هم‌سن و هم‌اندازه) ممکن می‌شود. اگر این مورد رعایت شود، برنامه‌ریزی ورود پسماند، نرخ تبدیل و زمان برداشت بهتر انجام می‌گیرد. با استفاده از طاقچهٔ نورسیده‌ها می‌توان تعداد و سن لاروهای جوان را در یک ظرف نورسیده‌ها کنترل و تعیین کرد. دفعات تعویض ظرف نورسیده‌ها یکنواختی دستهٔ لارو را تعیین می‌کند. هر چه تعداد دفعات جایگزینی بیشتر باشد، یکنواختی لاروهای جوان بیشتر است. لاروها تا پنج روز پس از خروج از تخم در همان ظرف نورسیده‌ها تغذیه می‌کنند. سپس لاروها از ظروف خارج و شمارش می‌شود. بخش اصلی لاروها به واحد تصفیهٔ پسماند منتقل می‌شود.

ظرف نورسیده‌ها زیر طاقچهٔ نورسیده‌ها در فواصل زمانی معین (هر یک تا سه روز) با یک ظرف جدید جایگزین می شود. تعداد دفعات این کار یکنواختی دستهٔ لارو را تعیین می کند.

از آنجایی که شمارش همهٔ این لاروهای کوچک کار بسیار دشواری است، تعداد پنج‌روزه‌ها را با شمارش لاروها در یک نمونهٔ کوچک (تا دو گرم) تخمین می‌زنیم و بعد بر اساس وزن تمام پنج‌روزه‌ها برون‌یابی می‌کنیم.

بخش کوچکی از لاروهای پنج‌روزه (۲-۵٪) بسته به میزان پسماند مورد پردازش و عملکرد اتاق پرورش در واحد بالغ‌سازی نگهداری می‌شود. نرخ بقای بالا و تعداد زیاد تخم موردنیاز به ازای هر حشرهٔ ماده باعث شمار کمتری لارو پنج‌روزه در واحد بالغ‌سازی نگهداری شود. این لاروها در ظرف پرورش قرار می‌گیرند و در آنجا به طور مداوم با یک مخلوط خوراکی کاملاً مشخص تغذیه می‌شوند تا زمانی که در عرض حدود دو هفته به شفیره تبدیل شوند. همهٔ لاروهای یک ظرف پرورش تقریباً تغییر شکل می‌دهند چون هم‌سن هستند. پیش‌شفیره‌ها سعی می‌کنند منبع غذایی را در جستجوی مکان خشک مناسب‌تر برای شفیرگی ترک کنند. برای پشتیبانی از این امر، ظرف پرورش در یک ظرف انتقال جای داده می‌شوند. درون این ظروف انتقال مواد خشک و جاذب رطوبت ریخته می‌شود (شکل ۱۰).

شکل ۱۰: ظروف پرورش در ظروف انتقال قرار گرفته است

شفیرگی

شفیره‌هایی که به داخل ظرف انتقال خزیده‌اند برداشت می‌شوند و به ظرف شفیرگی منتقل می‌شوند. از آنجایی که شلوغی ظروف باعث می‌شود پیش‌شفیره‌ها توسط یکدیگر آشفته شوند، ظروف شفیرگی حاوی بستری خاک‌مانند (کمپوست) هستند که شفیره‌ها می‌توانند خود را در آن پنهان کنند.

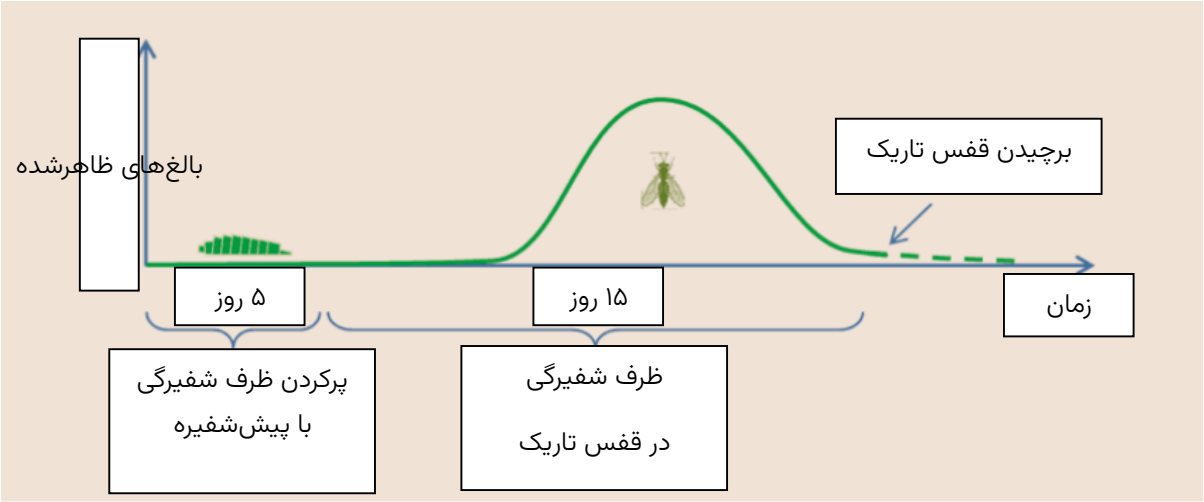
برای تسهیل فرآیند شفیرگی، ظروف شفیرگی را در داخل یک قفس شفیره قرار می‌دهند که داخل آن کاملاً تاریک است (شکل ۱۱). ما اینها را «قفس تاریک» می‌نامیم. علاوه بر محیط تاریک، این قفس همچنین محافظت کافی برای شفیره‌ها در برابر تغییر شرایط محیطی بیرونی (یعنی رطوبت، دما، حرکت هوا و غیره) فراهم می‌کند.

شکل ۱۱: قفس تاریک با ظروف شفیره ای که درون آن چیده شده است

شکل ۱۲: پرکردن یک قفس عشق با حشرات تازه بروزکرده

پس از دو تا سه هفته، مواد شفیرگی کمی خشک می‌شود و مگس‌هاراحت‌تر از پوست شفیره خارج شوند و از ظروف شفیرگی به بیرون پرواز کنند. منظور از بیرون محیط بیرون نیست و و حشره در قفس تاریک باقی می‌ماند. به دلیل تاریکی داخل قفس، مگس‌های بیرون آمده جفت‌گیری نمی‌کنند، بلکه بی حرکت می‌مانند. بنابراین، مگس‌ها در قفس تاریک منبع ثابتی از مگس‌های بالغ تازه هستند که به محض رهاشدن زیر نور شروع به تولیدمثل می‌کنند.

ظهور حشرات بالغ ده روز پس از قراردادن آنها در جعبهٔ شفیرگی شروع می‌شود، سپس منحنی زنگولهٔای شکل را دنبال می‌کند و پس از ۲۵ روز با چند حشره که دیرتر از بقیه بیرون می‌آیند به پایان می‌رسد (شکل ۱۳).

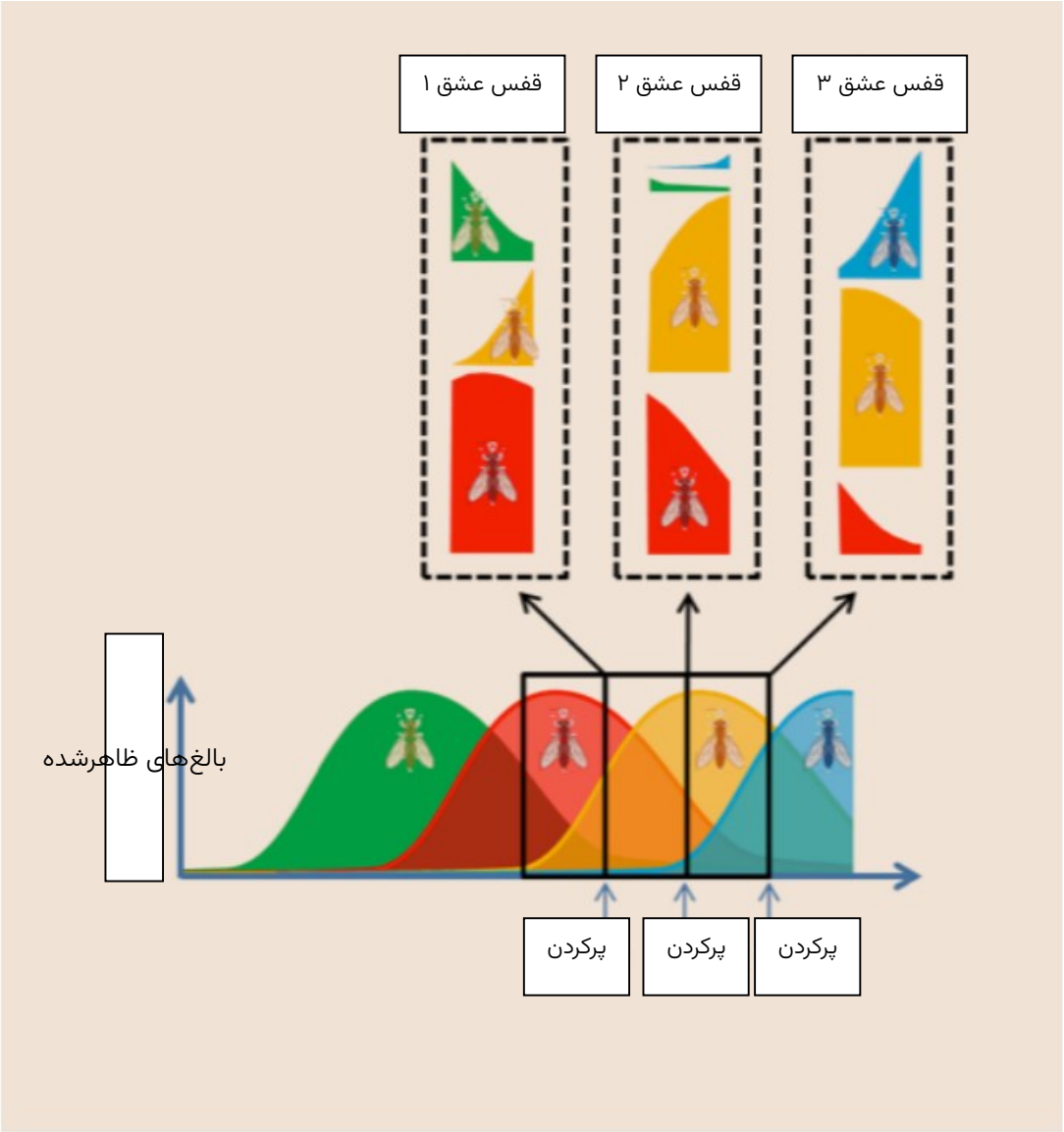


شکل ۱۳: فرآیند شفیرگی و ظهور مگس‌های بالغ سرباز سیاه

جفت‌گیری

هر زمان که لازم باشد، مگس‌های بیرون‌آمده از قفس تاریک جمع‌آوری می‌شوند. این کار با اتصال این قفس تاریک با یک تونل به قفسی که تاریک نشده و به یک فریم متحرک آویزان است انجام می‌شود. از آنجایی که این مکانی است که جفت‌گیری در آن انجام می‌شود، ما آن را «قفس عشق» می‌نامیم (شکل ۱۲). نور تنظیم‌شده در انتهای تونل مگس‌ها را جذب می‌کند تا از قفس تاریک به قفس عشق پرواز کنند. یک قفس عشق به طور متوالی به سه تا چهار قفس تاریک متصل می‌شود تا مگس‌هایی که اخیراً ظاهر شده‌اند را جمع‌آوری کند (شکل ۱۴). این روش امکان تراکم ثابت و پایدار مگس‌ها را در قفس عشق فراهم می‌کند. علاوه بر این، مگس‌های برداشت‌شده همگی سن بسیار نزدیک به هم دارند که یک مزیت مهم است: مگس‌ها تقریباً هم‌زمان

جفت‌گیری و تخم‌گذاری می‌کنند و بنابراین، قابل پیش‌بینی هستند. این روند باعث ارتقاء کارآمدی عملیات پرورش است. قفس‌های عشق مجهز به یک پارچهٔ مرطوب برای آب‌رسانی به مگس‌ها و با تخم و جعبه‌ای با جاذب بدبو هستند. بنابراین، در این نقطه چرخهٔ پرورش به پایان می‌رسد.



شکل ۱۴: ترکیب سه قفس عشق که در فواصل دو روزه از چند قفس تاریک پر شده‌اند

۲/۳/۲ واحد دریافت و پیش‌پردازش پسماند

لاروها معمولاً در مورد بستر تغذیه سخت‌گیر نیستند. با این حال، مهم است که پسماند آلی دریافتی به عنوان خوراک لارو مناسب باشد. با محتوای آب بین ٪۶۰ تا ٪۹۰ و اندازه ذرات خاص، اکثر مواد آلی در هر صورت پردازش می‌شوند. فهرستی از پسماند

زیستی که منجر به رشد لارو و نرخ تبدیل زیست‌تودهٔ رضایت‌بخش می‌شوند در جدول ۱ نشان داده شده است. لاروها به شدت به میکروارگانیسم‌های همزیست وابسته هستند که ساختارهای سلولی را تخریب می‌کنند و مواد مغذی را برای جذب لارو در دسترس قرار می‌دهند. با این حال، با تغذیه کمتر از حد مطلوب، زمان نمو افزایش می‌یابد و وزن نهایی لارو کمتر می‌شود.

جدول ۱: انواع مختلف پسماند آلی مناسب برای پردازش BSF

کود و مدفوع	پسماند صنعتی کشاورزی	پسماند شهری
·· کود مرغی ·· کود خوک ·· مدفوع انسان ·لجن مدفوع	·· ضایعات فرآوری مواد غذایی ·· غلات مصرف شده ·زباله‌های کشتارگاهی	·· زباله‌های آلی شهری ·· ضایعات غذا و رستوران ·· ضایعات بازار

در این راهنما فرض بر این است که «منبع پسماند» برای تأسیسات ترتیب و ایمن شده است. پسماند آلی باید کاملاً آلی و زیست‌تخریب‌پذیر باشد و معیارهای انواع پسماندهای آلی مناسب را که در بالا ذکر شد، برآورده کنند.

اولین گام پس از ورود پسماند شامل کنترل کیفیت پسماند برای اطمینان از وجودنداشتن مواد خطرناک و مواد معدنی است. ممکن است چند کیسهٔ پلاستیکی در پسماند مشکل خاصی ایجاد نکند. می‌توان آنها را به صورت دستی جدا کرد. با این حال، جلوگیری از ورود آلاینده‌های خطرناک حیاتی است زیرا ممکن است بر همهٔ موجودات زنده از جمله لاروها، باکتری‌های مرتبط و البته کارگران تأثیر بگذارد. اسیدها، حلال‌ها، آفت‌کش‌ها، شوینده‌ها و فلزات سنگین در این دسته قرار می‌گیرند و به‌ویژه جلوگیری آن‌ها در حالت مایع یا محلول بسیار مهم است، زیرا این امر می‌تواند به راحتی کل پسماند را آلوده کند. در صورت مشکوک بودن به چنین آلودگی، باید از پذیرفتن پسماند خودداری کرد.

با تضمین کیفیت پسماند، مرحلهٔ بعدی کاهش اندازهٔ ذرات پسماند است. این عمل را می‌توان با استفاده از خردکن یا آسیاب چکشی انجام داد (شکل ۱۵). فارغ از نوع فناوری که استفاده می‌شود، تجهیزات باید پسماند را به ذراتی با قطر کمتر از ۱-۲ سانتی‌متر خرد کند. این به سرعت بخشیدن به پردازش BSF کمک می‌کند زیرا لاروهای

BSF عضو دهانی مناسبی برای جدا کردن تکه‌های بزرگ پسماند ندارند و افزایش سطح باعث رشد باکتری‌های مرتبط می‌شود.

شکل ۱۵: آسیای چکشی برای پیش‌پردازش پسماند

اگر پسماند خردشده دارای محتوای رطوبت بالاتر از ۸۰٪ باشد (یعنی بافتی شبیه به دوغاب داشته باشد، مثل اسموتی میوه)، باید آب پسماند گرفته شود تا رطوبت آن به زیر ۸۰٪ برسد.

روش‌های مختلفی برای آبگیری زباله ها وجود دارد. ساده‌ترین راه، آبگیری غیرفعال (توسط نیروی جاذبه) است، پسماند در یک کیسهٔ پارچه‌ای که به عنوان فیلتر عمل می کند تخلیه می‌شود و آب از راه منافذ پارچه به سطل زیرین تخلیه می شود. فن آوری های دیگر برای آبگیری شامل پرس پیچ افقی یا پرس آبمیوه‌گیری است.

اگر میزان رطوبت زیر ۷۰ درصد باشد، باید آب اضافه کرد. این را می‌توان با فشردن یک مشت پسماند مشخص کرد: اگر کمتر از چند قطره آب از بین انگشتان بیرون بیاید، پسماند خشک است. آبی که به کار می‌رود باید ایمن و فاقد عوامل بیماری‌زا، فلزات سنگین یا سایر عناصر ضدتغذیه‌ای باشد.

در لحظه پذیرش پسماند آلی در محل، اندازه‌گیری وزن باید انجام شود تا میزان مصرف روزانهٔ پسماند در تأسیسات مشخص باشد. بهترین زمان برای اندازه‌گیری کل پسماند ورودی پس از خردشدن است زیرا احتمالاً بعداً به طور موقت در ظروف ذخیره می‌شود. اگر نیاز به آبگیری پسماند باشد، بهتر است قبل و بعد از فرآیند آبگیری وزن را اندازه گیری و ثبت کنید.

۲/۳/۲ واحد تصفیهٔ BSF

هر روز مقدار مشخصی از لاروهای پنج‌روزه از واحد بالغ‌سازی BSF به واحدهای تصفیهٔ BSF حاوی پسماند منتقل می‌شود. در این متن ممکن است به این ظروف با نام

«لاروِرو» هم اشاره شده باشد. تعداد پنج‌روزه‌های اضافه‌شده به مقدار پسماند آلی موجود در یک حجم و سطح مشخص بستگی دارد.

شکل ۱۶: پشته لاروروها یا ظروف تغذیه با فریم‌های تهویه در بین ظروف (سفید رنگ)

به عنوان یک قاعده کلی، ما با اعداد زیر کار می‌کنیم: ۱۰۰۰۰ لارو پنج‌روزه در یک ظرف تغذیه به ابعاد (۱۷x۶۰x۴۰ سانتی‌متر) که به مدت ۱۲ روز از ۱۵ کیلوگرم پسماند مرطوب (۷۵٪ آب) تغذیه می‌کند.

در حالی که لارو پنج‌روزه تغذیه و رشد می‌کند، پسماند بیشتری در روز پنجم و دوباره در روز هشتم به همان ظرف تغذیه اضافه می‌شود، تا زمانی که لاروها به اندازهٔ کافی بزرگ و پس از ۱۲ روز تغذیه، یعنی در روز سیزدهم، برداشت شوند. برای واحد تصفیهٔ پسماند BSF، پارامترهای عملیاتی زیر را پیشنهاد می‌کنیم:

- ۴۰۰۰۰ لارو پنج‌روزه به ازای هر ۱ مترمربع منطقهٔ تصفیه. به آن‌ها ۶۰ کیلوگرم پسماند آلی در یک دورهٔ ۱۲ روزه خوراک داده می‌شود. همان‌طور که لاروها از زباله تغذیه می‌کنند، مواد آلی را تجزیه می‌کنند و مواد مغذی را به زیست‌تودهٔ لاروی متابولیزه می‌کنند. اگر پسماند داده‌شده به لارو زیاد باشد، یک لایهٔ پسماند فرآوری نشده می‌تواند از طریق فعالیت باکتری‌ها گرما ایجاد کند و در نتیجه، محیط را برای لاروها نامطلوب کند. خوراک دست نخورده مگس‌های کثیف را هم جذب می‌کند. از طرفی، فراهم نکردن پسماند کافی باعث گرسنگی لاروها و در نتیجه کاهش سرعت رشد و ظرفیت پردازش پسماند می‌شود.
- تجربه نشان داده است که برای هر لارو، سه تغذیه به مقدار مساوی در طول دوره رشد ۱۲ روزه مناسب است: در روز اول، روز پنجم و روز هشتم.
- مقدار پسماند نیز محدود به ضخامت لایهٔ پسماند در ظرف تغذیه است. اگر عمق پسماند در ظرف تغذیه بیش از ۵ سانتی‌متر باشد، لاروها برای پردازش

کامل آن با مشکل مواجه می‌شوند و پسماند زیریت فرآوری‌نشده باقی می‌مانند.

- ظروف تغذیه را می‌توان بر روی یکدیگر قرار داد تا بهترین استفاده از فضای موجود محقق شود. با این حال، لازم است که ظروف تغذیه به خوبی تهویه شوند تا هوای اشباع‌شده از رطوبت جایگزین شود. همچنین، اکسیژن برای سلامتی لارو بسیار مهم است. برای این منظور، ما پیشنهاد می‌کنیم که فضای باز کافی بین لاروروهای انباشته نگه داشته شود (شکل ۱۶) تا امکان گردش آزاد هوا فراهم باشد.
- همچنین توصیه می‌شود در چند روز آخر پشته‌ها را با فن تهویه کنید. این یک جریان هوای فعال بر روی سطح لاروروها برای افزایش تبخیر ایجاد می‌کند. در نتیجه، باقی‌ماندهٔ پسماند شکننده‌ای ایجاد می‌شود که می‌توان به راحتی الک کرد. با این حال، شدت تهویهٔ فعال به رطوبت هوا و میزان رطوبت مادهٔ اولیه بستگی دارد.

تحقیقات BSF در اواسط قرن بیستم در انبارهای مرغ آغاز شد. مشاهدات حاکی از این بود که وجود لارو BSF در کود زیر قفس مرغ باعث کاهش تولید مثل مگس خانگی و تجمع کود می‌شود. بنابراین، محققان با برنامه‌ریزی گودال‌های کود دوستدار مگس سرباز سیاه (رمپ‌هایی برای خودبرداشت پیش‌شفیره، دسترسی به ماشین‌آلات تمیزکردن و گلخانه‌های متصل برای حشرات بالغ) شروع به عملی کردن این بینش جدید کردند. بیشتر تلاش‌ها برای رساندن تصفیهٔ پسماند با BSF به سطح حرفه‌ای حول یک سیستم تغذیهٔ مداوم مبتنی بر خودبرداشت پیش‌شفیره صورت گرفته است.

از لحاظ تاریخی، سیستم‌های تغذیهٔ مداوم برای سیستم‌های تصفیهٔ پسماند با BSF توصیه شده است. سیستم تغذیهٔ مداوم دارای مزایای خاصی است، به ویژه هنگامی که سیستمی خانگی در حیاط یا در سطح محله راه اندازی شود. تمام پسماند آلی انباشته در خانه به سیستم تغذیه می‌شود که هر از گاهی باید تخلیه شود. این متکی به آلودگی طبیعی توسط BSF است و معمولاً شفیره‌ها به تنهایی یا داخل یک ظرف جمع‌آوری می‌شوند، غذای مرغ و خروس می‌شوند یا به مکان امنی می‌روند که در آن فرصتی برای شفیرگی داشته باشند. با این حال، ارتقاء یک سیستم تغذیهٔ مداوم برای راه‌اندازی یک تجارت بزرگ مدیریت پسماند جنبه‌های منفی مشخصی دارد. به عنوان مثال، خرابی سیستم به دلیل بیماری، مایکوتوکسین یا تأثیرات محیطی یک ریسک پررنگ است و می‌تواند کل واحد تصفیه را مختل کند. پس از چنین رخدادی، سیستم را باید تخلیه، تمیز و دوباره راه‌اندازی کرد. همچنین، تولید پروتئین بستگی به

خودبرداشتی دارد. مسلماً، شفیره‌هایی که به تنهایی بیرون می‌خزند، خودبه‌خود از باقی‌مانده جدا می‌شوند. با این حال، سهم زیادی از شفیره‌ها همیشه در مواد باقی می‌ماند که منجر به جمعیت مگس ناخواسته و از دست‌دادن محصول برداشتی می‌شود.

بنابراین، برای مدیریت پسماند، توصیه می‌کنیم در صورت خرابی، ریسک را با استفاده از ظروف تصفیهٔ جداگانه یا «لاروِرو» سرشکن کنید. ما همچنین با تعیین تعداد و سن لاروها، میزان پسماند استفاده‌شده و مدت زمان فرآیند پردازش، چرخهٔ زندگی حشره را کنترل می‌کنیم.

۲/۳/۴ برداشت محصول

پس از ۱۲ روز تصفیهٔ پسماند توسط لارو BSF، ظروف تغذیه برداشت می‌شود. در این مرحله، لاروها به حداکثر وزن خود رسیده‌اند اما هنوز به شفیره تبدیل نشده‌اند. بنابراین، ارزش غذایی آنها به حداکثر می‌رسد. برداشت فرآیندی است که طی آن لاروها از باقی‌مانده جدا می‌شوند. این کار را می‌توان با استفاده از الک لرزشی دستی یا خودکار انجام داد. با فرکانس تکان دادن بالاتر، اندازه توری غربال می‌تواند بزرگتر باشد. این به این دلیل است که لاروها در قرار گرفتن خود با مشکل مواجه هستند و نمی‌توانند در هنگام تکان‌دادن زیاد از توری غربال یا الک رد شوند. غربال‌های تکان‌دهندهٔ خودکار می‌توانند فرکانس‌های تکان بالاتری نسبت به غربال‌های دستی داشته باشند و از این رو پرطرفدارترند (شکل ۱۷).

شکل ۱۷: غربال تکانی خودکار(سمت چپ) و الک دستی (راست) برای جداسازی لاروها از بقایای خشک

اندازهٔ توری الک حدود ۳ میلی‌متر برای الک دستی و ۵ میلی متر برای الک خودکار مناسب است. الک را به صورت زاویه‌ای قرار دهید و محتویات ظرف تغذیه را روی آن خالی کنید. با توجه به زاویهٔ غربال، لاروها به سمت زاویهٔ پایین هدایت می‌شوند که به سطلی متصل است که لاروها به داخل آن می‌ریزند.

شکل ۱۸: برداشت لارو از بقایای مرطوب

در شرایط مشخص، زمانی که میزان رطوبت اولیهٔ پسماند بالاتر از حد ایده‌آل باشد (بیش از ۸۰%)، ظرف تغذیه به‌جای باقی‌مانده‌ای خشک و تکه‌تکه، در زمان برداشت حاوی دوغابی مایع از پسمانده فرآوری‌شده با مقداری تکه‌های هضم‌نشده خواهد بود. در چنین حالتی، روش برداشت جایگزین توصیه می‌شود که در آن غربال مسطح غیرارزشی با توی ۵ میلی‌متر استفاده می‌شود. ظرفی در زیر صفحه تخت بدون لرزش قرار می‌گیرد. سپس محتوای ظرف تغذیه روی توری غربال پخش می‌شود. مایع به همراه لاروهای نورگریز از توری عبور می‌کنند و در نهایت به سطل زیر غربال می‌افتند. تکه‌های باقی‌مانده بزرگتر در بالای صفحه باقی می‌مانند و می‌توانند حذف شوند. درون سطل، لاروهای عمدتاً شناور را می‌توان با یک صافی یا غربال قاشقی بزرگ جدا کرد، شستشو داد و سپس با کوکوپیت یا برخی مواد خشک دیگر (مثلا خاک اره) به ظرف خشک‌کردن منتقل کرد. لاروها حدود یک روز در ظرف خشک‌کردن باقی می‌مانند. خزیدن در اطراف این مواد به تمیز کردن پوست آنها کمک می‌کند و به آنها زمان می‌دهد تا روده خود را تخلیه کنند که به کیفیت محصول نهایی می‌افزاید.

هر ظرف تغذیه برای تخمین کارآمدی واحد و میزان تولید لارو هنگام برداشت و پس از برداشت وزن می‌شود.

۲٫۳٫۵ پس از پردازش لارو و باقیمانده

پس از برداشت، لاروها را می‌توان به صورت زنده به مشتریان فروخت (مثلاً مزارع خزندگان یا بازار پرندگان).

روش دیگر استفاده از آنها در تولید پلت دان است. لاروهای تازه را می‌توان با مواد دیگر (مانند کنجاله سویا، ذرت خوشه‌ای، ذرت، و غیره) مخلوط کرد تا ترکیبی تهیه شود که نیازهای غذایی حیوان مورد نظر (مرغ‌های گوشتی، مرغ‌های تخم‌گذار، گونه‌های مختلف ماهی و غیره) را برآورده کند. این مخلوط را می‌توان مستقیماً به یک پلت‌ساز وارد کرد.

شکل ۱۹: پلت ساز برای خوراک دام

در بیشتر موارد، لاروها به نوعی پس‌پردازش نیاز دارند: باید ضدعفونی شوند، بتوان آن‌ها را ذخیره کرد و به‌راحتی به مشتری ارسال کرد.

ضدعفونی‌کردن شامل از بین بردن باکتری‌هایی است که ممکن است به پوست لارو بچسبد. با این کار اطمینان حاصل می‌شود که لارو روده‌های خود را خالی می‌کند (که فقط حاوی باقی‌ماندهٔ تاحدی هضم‌شده است). توصیه می‌کنیم برای این کار از آب جوش استفاده کنید. فرو بردن لاروها در ظرف بزرگی از آب جوش به مدت حدود دو دقیقه آنها را فورا می‌کشد و همچنین محصول را ضد عفونی می‌کند.

سایر مراحل پردازش بسته به تقاضای بازار و مشتریان ممکن است به اقدامات و تجهیزات متفاوتی نیاز داشته باشد. انجماد امکان ذخیره‌سازی آسان را فراهم می‌کند، اما انرژی‌بر است. خشک‌کردن (زیر آفتاب یا در کوره) باعث کاهش محتوای آب و افزایش پتانسیل ذخیره‌سازی می‌شود (رطوبت مطلوب زیر ۱۰٪ است). از آنجایی که لاروها حاوی ۳۰ درصد روغن هستند، دوره‌های طولانی نگهداری لاروهای مرده ممکن است روغن را فاسد کند. برای جلوگیری از این امر، لاروهای خشک‌شده را می‌توان با استفاده از پرس روغن یا سانتریفیوژ چربی‌زدایی کرد. این فرآیند روغن لارو را از پروتئین لارو جدا می‌کند. سپس می‌توان آن را خشک کرد و راحت تر ذخیره کرد. پروتئین لارو باید کمتر از ۱۰ درصد روغن داشته باشد تا از نگهداری بدون افساد اطمینان حاصل شود. لاروی که روغنش گرفته شده باشد، دارای ± ۶۰ درصد پروتئین و ۱۰ ± درصد چربی است و بنابراین می‌تواند جایگزین خوبی برای آرد ماهی در خوراک دام باشد. با این حال، فرمولاسیون کل خوراک باید نیازهای اسید آمینه گونه‌های پرورشی را در نظر بگیرد

برای تولید کمپوست پایدار و رسیده، پس‌پردازش بقایای خردشده لازم است. برای انجام این کار، می‌توان تمهیدات مختلفی پیش بینی کرد. کمپوست‌کردن باقیمانده برای یک دوره دو ماهه ساده‌ترین روش است. این منجر به یک مادهٔ رسیدهٔ پایدار می‌شود که می‌تواند مانند کمپوست به بازار عرضه شود. گزینه دیگر فروش مواد باقیمانده به مراکز ورمی‌کمپوست برای پروراندن (و بازاریابی) کرم و ورمی‌کمپوست پایدار و رسیده است. در نهایت، گزینه سوم پیشنهادی ما تغذیهٔ مواد باقی‌مانده به یک‌هاضم بی هوازی (راکتور بیوگاز) است. این امر زمانی مناسب است که باقیمانده رطوبت بالا و بافتی شبیه دوغاب داشته باشد.

فصل ۳:

فعالیت‌ها در یک مرکز پردازش BSF

این فصل اقدامات روزانهٔ عملیات یک مرکز پردازش BSF را توضیح می‌دهد. با توجه به فعالیت‌های مورد نیاز در هر واحد تأسیسات، بخش‌های جداگانه‌ای وجود دارد (همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است). برای هر واحد، فصل‌های فرعی مراحل مختلف مورد نیاز را توضیح می‌دهند که این شامل تجهیزات مورد نیاز برای انجام کار، وظایف کاری فردی، اقدامات حفاظتی برای کارگران، و نقاط نظارت و جمع‌آوری داده‌ها نیز می‌شود.

عملیات روزانه در برنامه‌های مدیریت و برگه‌های گزارش ارائه‌شده در فصل ۴ خلاصه شده است که بعضاً نیازی به ترجمه ندارد.

۳٫۱ فعالیت در واحد بالغ‌سازی یا پرورندان BSF

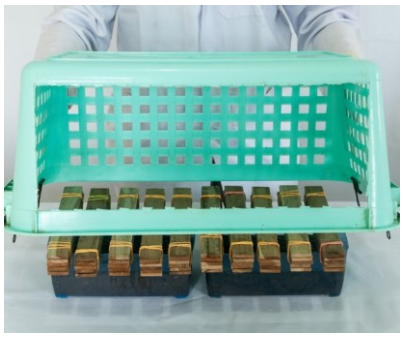
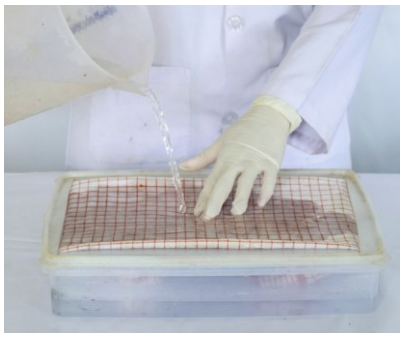
قدم R1 – برپایی و چینش قفس عشق برای جمع‌آوری، جفت‌گیری و تخم‌گذاری مگس‌ها

یک قفس عشق با مگس‌های تازه بیرون‌آمده از قفس‌های تاریک پر می‌شود. در قفس عشق، برای مگس‌ها آب آشامیدنی و مکانی برای تخم‌گذاری فراهم می‌شود.

تجهیزات مورد نیاز:

۱. یک قفس عشق ساخته‌شده از پشه‌بند محکم با چند حلقه در هر گوشه؛ یک ورودی زیپ‌دار بلند و یک دهانه گرد مرکزی (رجوع به الگوی ۱). این برای ۶۰۰۰-

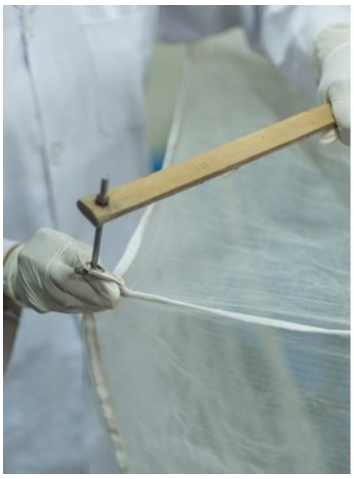
۱۰۰۰۰ مگس مناسب است ۲. یک آویز به ازای هر قفس عشق ۳. دو ظرف فریبنده در هر قفس عشق

۴. یک سبد سایه‌دار (سبدی کمی‌بزرگتر از ظرف فریبنده) با چهار پایهٔ کوچک (سمت چپ)؛ ۵. یک ظرف آب درب‌دار در هر قفس عشق؛ دو طرف درب ظرف آب را برش دهید تا بتوان پارچه‌ای خیس را مطابق شکل از آن عبور داد؛ ۶. یک پارچهٔ نخی (حوله) در به ازای هر قفس عشق

۷. ده رسانه یا تخم‌گاه به ازای هر قفس عشق (سمت راست)؛ ۸. یک فریم فلزی چرخ‌دار (با چراغ برق متصل) (وسط) (الگوی ۲). می‌توان از یک فریم برای چندین قفس عشق استفاده کرد؛ ۹. یک میله یا چوب (تقریباً ۲ متر) با یک قلاب در انتهای آن

۱۰. چهار تلهٔ مورچه در هر میز قفس عشق. ظروف باید همیشه حاوی آب باشند. پایه‌های میز قفس عشق در این ظروف قرار می‌گیرد؛ ۱۱. یک میز قفس عشق با فریم که برای سه قفس عشق کافی است. قاب باید به اندازه قفس عشق باشد به طوری که پایین قفس روی میز قرار گیرد (الگوی ۳)؛ ۱۲. هشت گیرهٔ کلاسور برای اتصال تونل انتقال قفس تاریک به قفس عشق و تشکیل پایه‌های سبد سایه



اتصال قفس به آویز (R1-1)

استفاده از چوب بلند برای آویزان‌کردن قفس عشق در قاب موبایل (R1-3)

اقدامات:

R1-1: یک قفس عشق تمیز را با استفاده از حلقه‌ها آویزان کنید.

R1-2: وزن قفس عشق را با آویز اندازه گیری کنید.

R1-3: آویز را با استفاده از چوب بلند به فریم چرخ‌دار وصل کنید و در پایین محکم کنید.

R1-4: فریم چرخ‌دار را با قفس عشق متصل به آن را به اولین قفس تاریک منتقل کنید و دو تونل قفس را با استفاده از چهار گیرهٔ کلاسور به هم وصل کنید. به محض وصل شدن قفس عشق به قفس تاریک، چراغ روی فریم را روشن کنید. قفس را به آرامی تکان دهید تا مگس‌ها بیدار شوند.

R1-5: بعد از ۳۰ دقیقه تونل را جدا کنید و ببندید. وزن قفس عشق و آویز را اندازه بگیرید و همان قفس عشق را به قفس تاریک بعدی منتقل کنید. پس از ۳۰ دقیقه،

همان فرآیند اتصال، قطع و توزین را تکرار کنید. این کار را برای تمام قفس‌های تیره با مگس‌های ظهور کرده تکرار کنید.

R1-6: قفس عشق را از آخرین قفس تاریک جدا کرده و چراغ را خاموش کنید. تونل‌ها را با طناب ببندید.

R1-7: اکنون، قفس عشق شامل تمام مگس‌های تازه بیرون آمده از قفس‌های تاریک است. وزن قفس عشق را دوباره با چوب لباسی اندازه گیری کنید. تفاوت وزن قفس خالی عشق که در ابتدا اندازه گیری شد برابر با وزن (به میزان گرم) مگس در قفس عشق است. اگر ۲۰ مگس جمع کنید و وزن کل آنها را اندازه بگیرید و بر ۲۰ تقسیم کنید، میانگین وزن یک مگس را خواهید داشت. برای به دست آوردن تعداد مگس‌ها در قفس عشق، می‌توانید از وزن مگس‌ها استفاده کنید و بر میانگین وزن یک مگس تقسیم کنید.

اتصال قفس تاریک به قفس عشق از داخل (R1-4) (راست)؛ نور مگس‌ها فریب ترغیب می‌کند از قفس تاریک به سمت قفس عشق پرواز کنند (R1-4) (وسط)؛ وزن‌کردن قفس عشق پس از پر کردنش با مگس (R1-5) (چپ)

R1-8: قفس عشق را با آویزش و با استفاده از چوب بلند قلاب دار به میز قفس عشق منتقل کنید و به میز قفس عشق آویزان کنید.

R1-9: ظرف فریبنده آماده کنید: ظرف خالی فریبنده را با ۱۰۰ گرم مگس مرده که از یک قفس عشق قدیمی گردآوری شده به علاوهٔ ۲۰۰ گرم باقیماندهٔ ظروف پرورش، ۲۰۰ گرم باقیماندهٔ ظرف فریبندهٔ قدیمی و یک لیتر آب‌میوهٔ درحال‌تخمیر پر کنید. آب میوه (اگر آب میوهٔ در دسترس نیست، از آب معمولی استفاده کنید). کاملا مخلوط کنید.

مواد تشکیل دهنده ظرف جذب کننده (R1-9)

مواد تشکیل‌دهندهٔ ظرف فریبنده یا جاذب (R1-9)

R1-10: ده تخم‌گاه تمیز آماده کنید: چند ورقهٔ چوبی تمیز را بردارید و مطابق با تصویر چند پونز بزنید (به مرحلهٔ ۵ نیز مراجعه کنید). پونزها یک فضای خالی به اندازهٔ (۱-۲ میلی‌متر) ایجاد می‌کنند. یکی در میان پونز بزنید. سپس چوب‌ها را با یک بند لاستیکی به صورت یک واحد محکم کنید. هر قفس عشق ده تخم‌گاه لازم دارد.

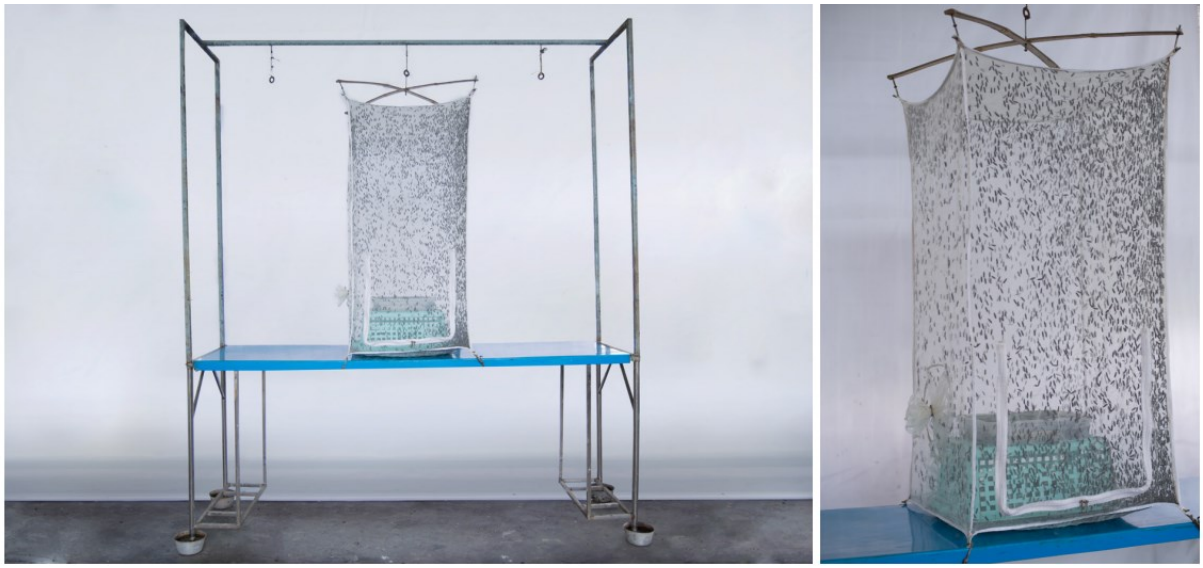
ورق‌های چوبی با چند پونز که برای ایجاد فاصله بین چوب‌ها زده می‌شود. هر تخم‌گاه با دو بند لاستیکی محکم می‌شود (R1-10).

R1-11: آماده‌کردن ظرف آب: یک ظرف تمیز را با آب شیر پر کنید تا تقریباً پر شود. درپوش و یک پارچهٔ نخی تمیز بردارید و پارچه را از هر دو طرف از شکاف‌های ایجادشده روی درب ظرف آب عبور دهید. پارچه باید به صورت کشیده و صاف روی درب را بپوشاند. دو انتهای پارچه از شکاف‌ها عبور کرده و در آب ظرف زیر درپوش قرار می‌گیرد. پارچه را با آب مرطوب کنید.

در سمت چپ: تخم‌گاه‌ها روی فریبنده (جاذب) که با جعبه‌سایه پوشانده شده و ظرف آب روی آن؛ در سمت راست: کل مجموعهٔ تخم‌گاه‌ها در قفس عشق پرشده

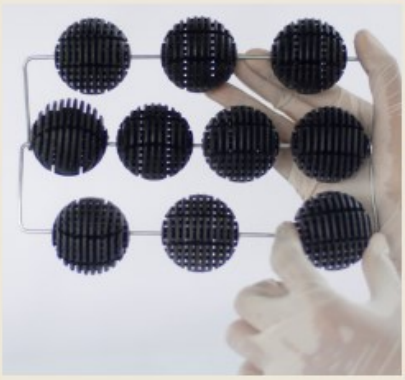
R1-12: قفس عشق زیپ‌دار را باز کنید. دقت کنید که مگس‌ها از قفس فرار نکنند. ظرف‌های فریبنده را داخل قفس عشق قرار دهید و سپس ده تخم‌گاه تمیز را روی آن‌ها بگذارید. ظرف حاوی فریبنده و تخم‌گاه‌ها را با سبد سایه که برعکس روی چهار پایه کوچک قرار گرفته (مانند گیره‌های کاغذ که سبد سایه را از سطح دور نگه می‌دارد تا از تخم‌ریزی زیر آن جلوگیری شود) بپوشانید. در نهایت، ظرف آب با حوله یا پارچهٔ رویش را روی سبد سایه قرار دهید و قفس عشق را ببندید.

R1-13: بعد از بستن قفس عشق، یک برچسب روی میز کنار قفس بچسبانید که تاریخ قرار دادن تخم‌ها را نشان دهد.



قفس عشق رو میز قفس عشق (R1-12) (چپ)؛ قفس‌عشق تازه برپاشده (R1-12) (راست)

تخم‌گاه‌های چوبی معرفی‌شده در این کتاب در عمل ثابت کرده‌اند که انتخاب مناسبی برای تخم‌گذاری این مگس هستند. با این حال، همان‌طور که در بالا ذکر شد، معایبی نیز دارند (وزن مخلوط و جذب رطوبت). گزینه دیگر، استفاده از به‌اصطلاح زیست‌توپ (bioball) است که ما به آن‌ها "آوی‌بال" می‌گوییم. این توپ‌ها به عنوان زیست‌فیلترهای آکواریوم‌ها و حوضچه‌های ماهی کاربرد دارند. مزیت این توپ‌ها این است که سطح لایه‌لایهٔ بزرگی برای تخم‌گذاری فراهم می‌کنند، می‌توان آن‌ها را در مقادیر زیاد خریداری کرد و همگی وزن یکسانی دارند.



اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- به نور متصل به قاب متحرک توجه کنید و از سوختگی پیش‌گیری کنید.
- هنگام کار با فریبنده از روپوش آزمایشگاهی و دستکش لاتکس استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- وزن کردن و نظارت: با وزن‌کردن قفس عشق بعد از هر ارتباط با قفس تاریک (R1-5) می‌توان بر نرخ ظاهرشدن و تعداد کلی مگس‌ها در یک قفس عشق نظارت کرد .با یک ظرف استوانه‌ای ۲۰ مگس به عنوان نمونه بگیرید و به آزمایشگاه ببرید. ظرف به صورت برعکس روی یک ظرف استوانه‌ای کوچک‌تر قرار می‌گیرد که روی آن با تراشه‌های چوب‌پنبه‌ای با ۱۰-۱۵ قطره استات اتیل پاشیده شده. ۳۰ ثانیه در همین حال صبر می‌کنیم تا مگس‌ها بی‌حرکت شوند و بتوان آنها را به راحتی وزن کرد.
- وزن کردن و مستندسازی تخم‌ها: وزن خالی هر تخم‌گاه را با ترازوی دقیق اندازه‌گیری کنید و قبل از قرار دادن در قفس عشق مستند کنید.

مرحلهٔ R2- برچیدن قفس عشق قدیمی

قفس‌های عشق پس از شش روز استفاده برداشته می‌شوند. بعد از یک هفته، دیگر هیچ تخم‌گذاری صورت نمی‌گیرد زیرا بیشتر ماده‌ها در عرض یک هفته می‌میرند.

تجهیزات مورد نیاز:

۱. خاک‌انداز، برس و سطل زباله ۲. برس شستشو

۳. وسایل تمیزکاری ۴. قفسه خشک‌کردن

۵. کارواش فشار قوی ۶. ماشین لباسشویی ۷. محلول الکلی ۹۵

اقدامات:

R2-1: تخم‌گاه‌هایی که آخرین‌بار استفاده شدند را حذف کنید (با این‌ها تحت گام 5R پیش بروید).

R2-2: مخزن آب و سبد سایه‌بان را بردارید. هر دو را با کارواش فشار قوی، برس شستشو و کمی‌مواد شوینده تمیز کنید و بگذارید خشک شوند.

R2-3: کانتینرهای فریبنده قدیمی‌را بردارید. از ۲۰۰ گرم باقی‌ماندهٔ فریبنده قدیمی‌برای پر کردن ظرف فریبنده جدید استفاده کنید (به R1-9 مراجعه کنید). بقیه مانده‌ها را در سطل زباله خالی کنید. ظرف‌های فریبنده را با مواد شوینده تمیز کنید و بگذارید خشک شوند.

R2-4: مگس‌های مرده را از قفس عشق جدا کنید. ۲۰۰ گرم مگس مرده را برای پر کردن ظرف‌های فریبنده نگه دارید (به R1-9مراجعه کنید) و بقیه را در سطل زباله بیندازید.

R2-5: قفس عشق را از آویزها جدا کنید، آن را به سمت داخل برگردانید و تکان دهید تا آخرین مگس‌های مرده از قفس عشق خارج شوند. سپس، قفس عشق را در ماشین لباسشویی قرار دهید. مواد شوینده اضافه کنید و قفس را با برنامهٔ ۳۰ درجه سانتی‌گراد بشویید. قفس عشق را از ماشین لباسشویی خارج کرده و بگذارید خشک شود.

R2-6: میز قفس عشق که قفس قدیمی به آن متصل بود را تمیز کنید. همان فضای را با محلول الکلی ۹۵٪ اسپری کنید، با یک پارچه الکل را پخش کنید و بگذارید الکل خشک شود. برچسب تاریخ این قفس عشق را از میز بِکنید.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- هنگام کار با فریبنده از روپوش آزمایشگاهی و دستکش لاتکس استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- تخم‌گاه‌هایی که آخرین‌بار به کار رفتند را وزن کنید. برای جزئیات به R5 مراجعه کنید.

مرحله R3 - راه‌اندازی قفس تاریک جدید

ظرف‌های شفیرگی در قفس تاریک قرار می‌گیرند. در آنجا، مگس‌ها ظاهر می‌شوند و در نهایت به قفس عشق انتقال می‌یابند.

تجهیزات مورد نیاز:

۱. یک قفس تاریک (الگوی ۴) که از پارچه دوسویه ساخته شده است: پارچه نرم و تیره در داخل و پارچهٔ مسدودکننده نور (پشه‌بند قوی) در خارج؛ هر دو پارچه به هوا اجازه عبور می‌دهند؛ ۲. یک فریم برای قفس تاریک (به الگوی ۵ مراجعه کنید) و چند تکه طناب برای اتصال قفس تاریک به آن.

۳. شانزده ظرف شفیرگی به ابعاد ۱۲x40x۶۰ سانتیمتر برای هر قفس تاریک؛ ۴. چهار تلهٔ مورچه برای هر فریم قفس تاریک. این تله‌ها باید همیشه آب داشته باشند. پایه‌های فریم قفس تاریک درون این ظروف قرار می‌گیرند.

اقدامات:

R3-1: چهار طناب بردارید. چهار گوشهٔ یک قفس تاریک تمیز را با استفاده از این چهار تکه طناب به چهار گوش بالای فریم قفس آویزان کنید. درب زیپ‌دار جلوی قفس را باز کنید و ورودی گرد تونل‌مانند را ببندید.

R3-2: اطمینان حاصل کنید که زیر قفس تاریک بر روی میز چارچوب قفس تاریک قرار گرفته باشد. همچنین تمام چهارپایهٔ این فریم باید در تله مورچه غوطه‌ور باشد.

R3-3: قفس تاریک جدید را با شانزده ظرف پرورشی پر کنید که طبق مرحلهٔ R8 آماده شده‌اند. ظروف پرورشی را به صورت متقاطع روی هم قرار دهید. اطمینان حاصل کنید که فضای باز کافی بین ظروف وجود داشته باشد تا مگس‌های ظهورکرده بتوانند از ظروف خارج شوند.

R3-4: تاریخ برپایی قفس تاریک روی فریم را برچسب رویش بچسبانید.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- هنگام کار با ظروف شفیرگی از روپوش آزمایشگاهی و دستکش لاتکس استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- مورد خاصی وجود ندارد

مرحله R4 - برچیدن قفس تاریک

یک قفس تاریک را حدوداً دو هفته و نیم پس از اتصال آخر به یک قفس عشق جدا می‌کنیم.

تجهیزات مورد نیاز:

همانند مرحله R2

اقدامات:

R4-1: شانزده ظرف شفیرگی را از قفس خارج کنید. آنها را درون سطل زباله بریزید و با استفاده از آب پر فشار، برس و پاک‌کننده بشویید و خشک کنید.

R4-2: در صورت مشاهده، با استفاده از بُرِس مگس‌های مرده را از قفس تاریک پاک کنید و در سطل زباله بیندازید.

R4-3: قفس تاریک را از فریم جدا کنید و قفس تاریک را این‌روآنرو کنید. سپس، با مایع ظرفشویی در ماشین لباسشویی با استفاده از برنامهٔ ۳۰ درجه سانتیگراد بشویید. سپس قفس تاریک را از ماشین لباسشویی در بیاورید و بگذارید خشک شود.

R4-4: فریم قفس تاریک را تمیز کنید. فریم را با یک محلول الکل ۹۵٪ اسپری کنید. سپس الکل را با یک دستمال پخش کنید و صبر کنید تا الکل خشک شود.

R4-5: برچسب تاریخ را از فریم جدا کنید.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- هنگام کار با ظروف شفیرگی، قفس‌های تاریک کثیف و پاک‌کننده از روپوش آزمایشگاهی و دستکش لاتکس استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- مورد خاصی وجود ندارد.

مرحله R5 - مدیریت تخم‌ها

تخم‌گاه‌ها روی «طاقچهٔ نورسیده‌ها» قرار می‌گیرند. زمانی که لاروها باز می‌شوند، یا به عبارتی به دنیا می‌آیند، به درون ظرف نورسیده‌ها یا نوزادان می‌افتند. این ظروف به طور منظم تعویض می‌شوند. گروهی از لاروها در همان ظرف تغذیه می‌کنند تا زمانی که در فرایند پردازش زباله استفاده شوند.

تجهیزات مورد نیاز:

۱. ده عدد تخم‌گاه در هر قفس عشق. هر تخم‌گاه از پنج تخته چوبی نازک و تمیز تشکیل شده است (۲۵ سانتی‌متر در ۵ سانتی‌متر در ۰٫۳ سانتی‌متر). ۲. قفسهٔ فلزی، شش طبقه با ارتفاع حداقل ۱۵ سانتی‌متر (کمی‌بیشتر از ارتفاع ظرف پرورش نورسیده‌ها) (الگوی ۶ را ببینید)

۳. طاقچهٔ نورسیده‌ها که روی چند میله با فاصله از یکدیگر قرار گرفته - چند رشته با هفت رنگ مختلف؛ هر رنگ برای یک روز مشخص؛ ۴. سه ظرف نورسیده‌ها (۶۰x40x۱۲ سانتی‌متر)، خوراک و کوکوپیت

اقدامات:

R5-1: تخم‌مرغ‌های تازه و تمیز (±۱۰ واحد برای هر قفس عشق) را طبق مشخصات تجهیزات آماده کنید (جهت مشاهده ۱۰R-۱).

R5-2: از روی میله‌هایی که حمام طاقچه نورسیده‌ها روی آن‌ها قرار دارد، تخم‌گاه‌های دارای کد رنگی روز جاری را بردارید. تخم‌گاه‌ها با رشته‌ای رنگی و خاص روزی که بر روی طاقچهٔ نورسیده‌ها قرار گرفتند نشانه‌گذاری شده‌اند (مثلاً دوشنبه: زرد، سه‌شنبه: بنفش، چهارشنبه: خاکستری و غیره). تخم‌گاه‌های با رنگ روز جاری بر روی توری طاقچه نورسیده‌ه یک هفته است که روی طاقچهٔ نورسیده‌ها گرفته‌اند و همهٔ حشرات تا این لحظه از تخم‌ها خارج شده‌اند. تخم‌گاه‌ها را تمیز کنید (بدون مواد شوینده!) و بگذارید خشک شوند.

R5-3 :تخم‌گاه‌های پر را از قفس‌های عشق را خارک کنید و آنها را با تخم‌گاه‌های تازه و خالی جایگزین کنید. دستورالعمل‌های "برداشت تخم‌گاه" را که در پیوست ب نمایش داده شده‌است دنبال کنید تا متوجه شوید که کدام تخم‌گاه را باید در کدام قفس‌های عشق جایگزین کرد.

R5-4: تخم‌گاه‌های برداشت‌شده را از همهٔ قفس‌های عشق جمع‌آوری کنید و در قالب سه دستهٔ یکسان جمع کنید. هر گروه را با سیم رنگی که به روز جاری اختصاص داده شده است محکم ببندید. سپس سه گروه تخم‌گاه را روی میله‌های بالای سه ظرف نورسیده‌ها قرار دهید.

R5-5: نه کیلوگرم غذای تازهٔ لارو آماده کنید: مخلوطی از ۳۰٪ خوراک خشک مرغ گوشتی و ۷۰٪ آب تولید کنید. مخلوط را همزن کنید تا یکدست تبدیل شود. سه ظرف

نورسیده‌ها را هر کدام با ۳ کیلوگرم پر کنید. هر ظرف نورسیده‌ها را با خاک کوکوپیت خشک و غربال‌شده (ضخامت ۱/۰-۰/۵ سانتی‌متر) بپوشانید تا رطوبت حفظ شود. روی هر ظرف نورسیده‌ها برچسبی با تاریخ روز جاری بچسبانید.

R5-6: تمام ظروف نورسیده‌های موجود را یک طبقه پایین‌تر ببرید. ظروف پایین‌تر لاروهای پنج روزه خواهند داشت.

R5-7: ظروف نورسیده‌های جدید را در بالاترین قسمت خالی‌شدهٔ قفسه‌ها قرار دهید.

طاقچهٔ نورسیده‌ها با دسته تخم‌گاه (بالا) و ظرف نورسیده‌ها (پایین)

ظرف نورسیده‌ها با ۳ کیلوگرم خوراک تازهٔ لارو پر می‌شود (۵R-۵) (عکس چپ)؛ جهت حفظ رطوبت،این خوراک با لایه‌ای نازک از کوکوپیت پوشانده می‌شود(۵R-۵) (عکس راست).

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- هنگام کار با تخم‌گاه‌ها از روپوش آزمایشگاهی و دستکش لاتکس استفاده کنید.

نقاط نظارت و جمع‌آوری داده:

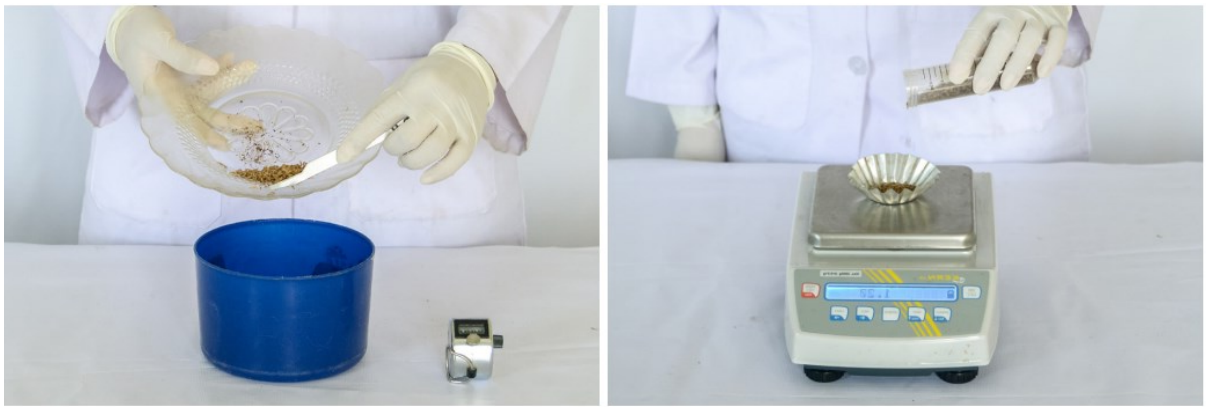
- هر تخم‌گاه خالی قبل از وارد کردن آن به قفس عشق وزن‌گیری می‌شود و وزن آن در برگهٔ مربوطهٔ نظارتی نوشته می‌شود.
- · هر تخمگاه پُر بعد از بیرون‌آوردن از قفس عشق وزن می‌شود. تفاوت خالص وزن همان وزن بسته‌های تخم است.

مرحله R6 - رسیدگی به لاروهای پنج‌روزه.

لاروهای پنج‌روزه از مواد زائد جدا می‌شوند و تعداد آن‌ها تعیین می‌شود.

تجهیزات موردنیاز:

۱. الک (اندازه توری ۱ میلیمتر) و اسکوپ ۲. چند ظرف برای لارو و مواد زائد



۳. بالانس دقیق با فنجان پلاستیکی و فنجان اندازه‌گیری؛ ۴. تعداد شمار، صفحه و موچین نرم

اقدامات:

R6-1: ظرف‌های حاوی نورسیده‌های شش‌روزه را از قفسه‌ها خارج کنید. از یک الک دستی (اندازه مش ۱ میلی‌متر) برای الک کردن تمام مواد موجود در ظروف نورسیده‌ها استفاده کنید. ذرات باقیماندهٔ کوچک همراه با لاروهای کوچک از طریق الک به یک

ظرف می‌افتند، در حالی که ذرات باقیماندهٔ بزرگتر و لاروها روی الک می‌مانند. مواد زائد باقی‌مانده و لاروهای بزرگتر که روی غربال (الک) باقی می‌مانند در یک جعبه پلاستیکی قرار می‌گیرند. از این جعبه، ذرات باقی‌ماندهٔ بزرگتر با یک قاشق تا حد ممکن جمع‌آوری می‌شوند و در جای دیگری ذخیره می‌شوند تا توده‌های پنج‌روزه به وضوح با چشم قابل رویت باشند (در هر صورت مقداری مواد زائد باقی خواهد ماند). آرام به جعبه ضربه بزنید تا لاروها از باقیمانده‌ها جدا شوند چرا که ارتعاش باعث تجمع لاروها می‌شود.

استفاده از قاشق برای جداسازی مواد زائد از مخلوط پنج‌روزه با هدف رسیدن به کسری خالص

R6-2: ظروف نورسیده‌ها را با دستگاه شستشوی فشار قوی، برس و مایع شوینده تمیز کنید و بگذارید خشک شود.

R6-3: یک قاشق تصادفی از مخلوط تصفیه‌شده پنج‌روزه برداشته و دو گرم از هر مخلوط را در دو فنجان اندازه‌گیری کنید.

R6-4: دو گرم مخلوط پنج‌روزه از فنجان را بر روی یک بشقاب قرار دهید. بر روی بشقاب، تعداد کل پنج‌روزه را با استفاده از موچین و شمارنده به صورت دستی شمارش کنید. این فرآیند را برای فنجان دوم نیز تکرار کنید. نتیجه شمار پنج‌روزه در هر دو گرم را ثبت کنید.

پس از مخلوط کردن برای همگن‌شدن بخش خالص‌شدهٔ مخلوط پنج‌روزه، یک اسکوپ تصادفی گرفته می‌شود (R6-3) (تصویر راست)؛ پنج‌روزه‌های موجود در نمونه‌های ۲ گرمی (شامل باقی‌ماندهٔ غیرقابل اجتناب) شمارش می‌شوند (R6-4)

R6-5: کل پنج‌روزهٔ موجود در جعبه را وزن کنید. با استفاده از نتایج شمارش در هر دو گرم، مقدار را محاسبه کنید. تعداد کل لاروها در آن جعبه را نیز محاسبه کنید.

R6-6: بر اساس تعداد لاروروهایی که باید شروع شوند (که بستگی به مقدار ضایعات دارد)، فنجان‌ها را آماده کرده و هر کدام را پر کنید. فنجان با وزن مخلوط پنج‌روزه از جعبه، به عنوان برای هر لارورو مورد نیاز است. محاسبه زیر را ببینید.

R6-7: لاروهای باقیماندهٔ پنج‌روزه سپس یا برای پرورش مگس به کار می‌رود یا دور ریخته می‌شود (مرحله ۷ را

تقسیم مواد پنج‌روزه برای لاروروهای تیمار (R6-6)

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- از لباس آزمایشگاهی و دستکش لاتکس برای تماس با ترکیب پنج‌روزه و مواد زائد باقی‌مانده استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها: شمارش لاروها در جعبه

- Total number of larvae in box: L_{total} (number)
- Total mass of larvae in box: M_{total} (gram)
- Number of larvae in sample: L_{sample} (number)
- Mass of sample: M_{sample} (gram)

$L_{total} = M_{total} * L_{sample} / M_{sample}$

به ترتیب:

- تعداد کل لارو در جعبه
- جرم کل لاروها در جعبه (گرم)
- تعداد لارو در نمونه
- جرم نمونه (گرم)

Calculating the mass of larvae needed for each lar

- Mass of larvae needed per larvero: $M_{larvero}$ (gram)
- Number of larvae required per larvero: $L_{larvero}$ (numbe
(we calculate with 600-800 larvae per kg of wet wa
fed during the whole treatment period)
- Total mass of larvae in box: M_{total} (gram)
- Total number of larvae in box: L_{total} (number)

$M_{larvero} = L_{larvero} * M_{total} / L_{total}$

به ترتیب:

- جرم کل لارو مورد نیاز در هر ظرف تغذیه (گرم)
- تعداد لارو لازم برای هر ظرف تغذیه (مبنای ما ۶۰۰-۸۰۰ لارو به ازای هر کیلوگرم پسماند داده‌شده در طول دورهٔ تصفیه است
- جرم کل لارو درون جعبه (گرم)
- تعداد کل لارو در جعبه

مرحله R7- مدیریت ظروف پرورش

ظروف پرورش به پیش‌شفیره‌ها امکان می‌دهد با دگردیسی به حفظ جمعیت بالغ موردنیاز بپردازند. تعداد لارو پنج‌روزهٔ موردنیاز برای حدود دو هفته و نیم تغذیه می‌شود تا زمانی که به پیش‌شفیره تبدیل شود.

تجهیزات مورد نیاز:

خوراک مرغ طبق پیوست C و ظرف پرورش (55x35x16cm) . ظرف انتقال 60x40x12cm)) و کوکوپیت. قفسهٔ پرورش برای نگه‌داشتن ظروف انتقال و پرورش (به الگوی ۷ مراجعه کنید.)

اقدامات:

R7-1: دو کیلوگرم غذا را از ۳۰ ٪ خوراک مرغ خشک و ۷۰ ٪ آب تهیه کنید. آن را هم بزنید تا یک مخلوط همگن شود.

R7-2: این خوراک را به یک ظرف پرورش اضافه کنید. سپس، آن را با کوکوپیت (با لایه‌ای به ضخامت ۱/۰-۰/۵ سانتی‌متر) بپوشانید. در مرحلهٔ بعد، تعداد مورد نیاز پنج‌روزه (به ۶-۷R مراجعه کنید) را به بالای کوکوپیت (به پیوست A مراجعه کنید) اضافه کنید.

R7-3: کوکوپیت را از گوشه‌ها و در امتداد لبه‌های یک ظرف انتقال اضافه کنید و ظرف پرورش را در آن قرار دهید. از آنجا که پیش‌شفیره در نهایت از ظرف پرورش خارج می‌شود و به ظرف انتقال می‌افتد، ظرف پرورش باید کمی‌کوچکتر از ظرف انتقال باشد. این دو را در قفسه مهد کودک قرار دهید.

کوکوپیت را در گوشه‌های جعبه انتقال بریزید تا فرار پیش‌شفیره را دشوار کند.

R)۳) (سمت چپ)؛ ظرف پرورش حاوی مخلوط پنج‌روزه داخل ظرف انتقال قرار دهید(R7-3) (سمت راست)

R7-4: یک برچسب با کد تاریخ و مقدار لاروهایی که روی ظرف پرورش اضافه شده نصب کنید.

R7-5: در طی دو هفته و نیم عملیات، ظروف پرورش تازه راه‌اندازی‌شده مخلوطی از خوراک مرغ و آب را در غلظت‌های مختلف دریافت می‌کنند. این مخلوط در روزهای خاص در دورهٔ زمانی مطابق با برنامه‌های تغذیه داده می‌شود (به پیوستC مراجعه کنید).

R7-6: پس از دو هفته و نیم (به پیوست C مراجعه کنید)، ظرف پرورش برداشته می‌شود و باقی ماندهٔ پیش‌شفیره در ظرف انتقال برداشت می‌شود (همچنین مرحله ۸ را ببینید.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- از لباس آزمایشگاهی و دستکش لاتکس برای با مواد و مخلوط پنج روزه استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- موردی ندارد.

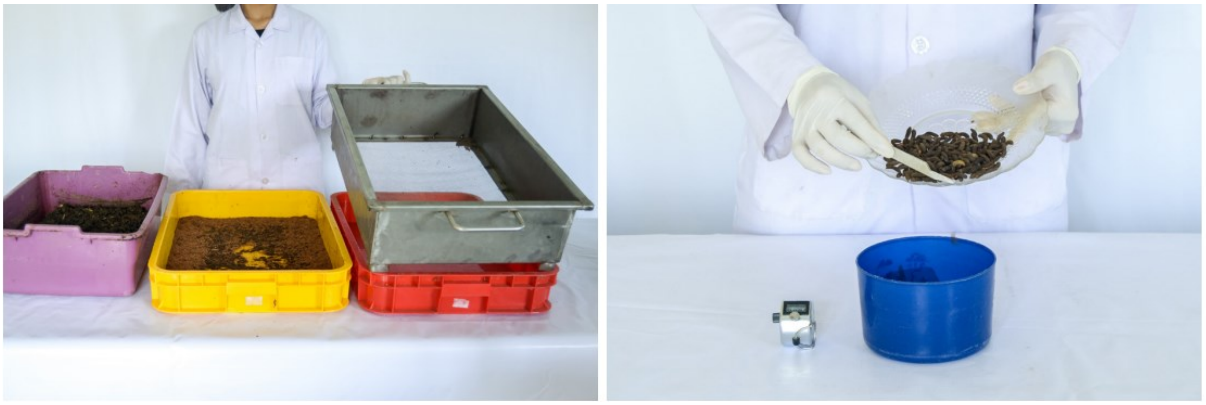
مرحله R8- مدیریت پیش‌شفیره

پیش‌شفیره‌هایی که از ظروف پرورش به بیرون خزیده‌اند در ظرف شفیرگی قرار می‌گیرند. این ظروف سپس در قفس تاریک قرار می‌گیرند.

تجهیزات مورد نیاز:

۱. میکسر سیمان ۲. کمپوست یا سایر مواد خاک‌مانند (چپ) و ظروف شفیرگی ۱۲60x40x سانتی متر (در سمت راست)

۳. بالانس دقیق و ظروف شمارش



۴. مخلوط کوکوپیت-پیش‌شفیره از ظروف انتقال و غربال (اندازه مش ۳ میلی متر) (سمت چپ) ۵. شمارنده، صفحه و موچین ظریف (سمت راست)

اقدامات:

R8-1: مواد شفیرگی را آماده کنید: ۵۰ کیلوگرم مواد شفیرگی از کمپوست بالغ به میزان سه‌چهارم و آب به میزان یک‌چهارم ساخته شده است. آن را کاملا با همزن بتنی مخلوط کنید تا کل مواد مرطوب شود و مخلوطی یک‌دست به دست آید.

R8-2: شانزده ظرف شفیرگی تمیز بردارید و هر کدام را با ۳ کیلوگرم مواد شفیرگی آماده پر کنید. مخلوط را به طور مساوی روی هر جعبه پخش کنید.

R8-3: به صورت چشمی‌ظروف انتقال حاوی پیش‌شفیره وجود که حدود دو هفته سن دارند را شناسایی کنید. پیش‌شفیره را همراه با کوکوپیت از ظرف انتقال برداشت کنید و پیش‌شفیره را با غربال از کوکوپیت جدا کنید. سپس ظرف انتقال خالی دوباره با کوکوپیت پر می‌شود و ظرف پرورش دوباره در آن قرار می‌گیرد. این فرآیند برای هر ظرف انتقال که برایش روز برداشت تعیین شده تکرار می‌شود. وزن پیش‌شفیرهٔ برداشت‌شده از هر ظرف را جهت نظارت یادداشت کنید.

جداسازی پیش‌شفیره‌ها از کوکوپیت با غربال سه میلی‌متری (سمت چپ) (۸-۳R)؛ شمارش حدود دویست پیش‌شفیره جهت ارزیابی وزن متوسط آن‌ها برای تقسیم‌شان در ظروف شفیرگی (۸-۴R)

R8-4: پس از برداشت پیش‌شفیره از تمام ظروف انتقال مربوطه، آنها بر روی بالانس انبوه وزن می‌شوند. از این پیش‌شفیره‌های جمع‌شده، وزن متوسط دو نمونه از دویست پیش‌شفیره سنجیده و یادداشت می‌شود.

R8-5: شانزده دسته از ۵۰۰ پیش‌شفیره (برای جدول ۱)، ۴۰۰ پیش‌شفیره (برای جدول ۲) یا ۸۰۰ پیش‌شفیره (برای جدول ۳، به پیوست A مراجعه کنید) را آماده کنید.

R8-6: این شانزده دسته از پیش‌شفیره را به هر یک از شانزده جعبهٔ شفیرگی منتقل کنید. در طی چند روز، این جعبه‌های شفیرگی با همین تعداد شفیره پر می‌شوند، مطابق با برنامه مربوطه (به پیوست A مراجعه کنید).

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- از لباس آزمایشگاهی و دستکش لاتکس برای دست زدن به لاروها، کوکوپیت، پیش‌شفیره‌ها و کمپوست استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- وزن برداشت پیش‌شفیره از هر ظرف انتقال اندازه‌گیری می‌شود.
- وزن ۲۰۰ پیش‌شفیره اندازه گیری می‌شود. این کار دو بار تکرار می‌شود تا یک مقدار متوسط بدست آید.

TRADE MARK

۳٫۲ فعالیت‌ها در واحد دریافت و پیش‌پردازش زباله

پس از ورود پسماند، قدم نخست بررسی کیفی است. از پذیرش پسماند آلوده و خطرناک خودداری کنید زیرا می‌تواند بر سلامت لاروها تأثیر بگذارد یا کیفیت نهایی لارو و باقی‌مانده را به خطر بیندازد. به‌ویژه آلاینده‌های مایع بسیار مهم هستند چون می‌توانند پسمناد را خیس و آلوده کرده باشند که تشخیص این امر می‌تواند دشوار باشد. بسیار مهم است که جمع‌آوری‌کنندگان پسماند از این خطر بالقوه آگاه باشند. با هر بار تحویل پسماند، می‌توان از جمع‌آوری‌کنندگان در مورد منبع و خطر بالقوهٔ آلودگی سوال کرد. اگر دلیلی قوی برای مشکوک‌شدن به آلودگی خطرناک وجود داشته باشد، پسماند باید رد شود و پردازش نشوند.

پس از تبادل شفاهی با جمع‌آوری‌کنندگان و پس از گذراندن اولین بررسی کیفیت زباله‌های بصری، فعالیت‌های پذیرش و پیش‌پردازش زباله شامل: (i) مرتب‌سازی خشن، (ii) کاهش اندازه ذرات زباله (iii) وزن و در صورت لزوم (iv) یک مرحله آب‌زدایی است.

مرحله W1- دریافت و خردکردن زباله

هدف از خردکردن کاهش اندازهٔ ذرات و همگن‌سازی مواد ورودی است. سپس می‌توان خوراک را به راحتی توزیع کرد و مواد مغذی را به راحتی در دسترس لارو و باکتری‌های مرتبط قرار داد.

.1یکی خرد کن: نوع خردکن ممکن است متفاوت باشد و می‌تواند یک آسیاب چکشی با غربال خروجی یا یک خردکن تک یا دو شفت باشد. در حالت ایده‌آل، پسماند به اندازه نیم تا یک سانتی‌متر کاهش می‌یابد .2 انواع سطل یا ظروف نگهداری زباله .3 یکی ترازوی فله. با ظرفیت ایده‌آل تا ۱۵۰ کیلوگرم

اقدامات:

W1-1: پس از بررسی و پذیرش کیفیت، پسماند آلی را از وسیلهٔ نقلیهٔ جمع‌آوری خارج کنید و در نزدیکی خردکن قرار دهید. در حالی که وسیلهٔ نقلیه را خالی می‌کنید، مواد غیرآلی موجود در زباله را حذف کنید (سرسری پسماند غیرآلی را حذف کنید).

W1-2: یک سطل برچسب‌دار را زیر خروجی خردکن قرار دهید و خردکن را روشن کنید.

W1-3: در حین پر کردن قیف برای خرد کردن پسماند، اجزای غیر ارگانیک را به صورت دستی بردارید. در صورت لزوم، از یک تکه چوب برای فشار دادن زباله به داخل قیف و خرد کن استفاده کنید. وقتی سطل دریافت زباله پر شد، آن را با یک سطل جدید خالی برچسب‌دار تعویض کنید.

W1-4: هر سطل کامل زبالهٔ خرد شده را با استفاده از ترازو فله وزن و ثبت کنید.

W1-5: بعد از اینکه تمام پسماند خرد شد، از آب پرفشار برای تمیزکردن داخل، خارج و اطراف خردکن استفاده کنید. تمام فاضلاب باید تخلیه و تصفیه شود.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- هنگام استفاده از خردکن از دستکش، لباس محافظ، محافظ چشم و گوش استفاده کنید.
- از اقدامات محافظتی مربوط به آسیاب چکشی/خردکن، مخزن خوراک، فلپ و سایر ویژگی‌های ایمنی پیروی کنید تا از هرگونه تماس مستقیم بین دست کارگران و قطعات متحرک جلوگیری شود.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- وزن خالص پسماند خردشده با ترازوی فله سنجیده می‌شود.
- The net weight of shredded waste is measured with a bulk scale.

مرحله W2 - آبگیری پسماند

رطوبت پسماند خردشده به صورت دستی ارزیابی می‌شود. اگر هنگام فشردن یک مشت پسماند در کف دست، کمتر از چند قطره آب از بین انگشتان بیرون آید، رطوبت کمتر از ۶۰٪ است و باید آب اضافه کرد. اگر رطوبت بالای ۸۵٪ باشد (یعنی پسماند به شکل دوغاب، یعنی شبیه به اسموتی میوه یا استفاده از خردکن آشپزخانه باشد)، باید آبگیری انجام شود. برای رسیدن به رطوبت زیر ۸۵٪. روش جایگزین این است که از یک مادهٔ خشک که به‌وفور وجود دارد (مثل پوستهٔ برنج/ سبوس گندم) برای رسیدن به حد بحرانی رطوبت استفاده شود.

در هر صورت، باید از ابتدا میزان دقیق رطوبت پسماندی که قرار است به لاروها خورانده شود را تعیین کرد. این کار با استفاده از مراحل تعریف‌شدهٔ «پیش‌پردازش» یا مواد افزودنی انجام می‌شود (به مرحله T۱ مراجعه کنید روش شناسی).

روش‌های مختلفی برای آب زدایی پسماند وجود دارد. ساده‌ترین راه آب زدایی غیرفعال است (توسط جاذبه). پسماند در یک کیسهٔ پارچه‌ای پر می‌شود. این پارچه به‌عنوان یک فیلتر عمل می‌کند و اجازه می‌دهد آب به درون سطل زیرین تخلیه شود. فناوری‌های پیچیده‌تر آب‌زدایی هم وجود دارد: استفاده از پرس پیچی افقی یا پرس صنعتی آبمیوه‌گیری (شکل ۲۰).

شکل ۲۰: روش‌های مختلف آب‌زدایی: آبگیری غیرفعال توسط نیروی جاذبه (سمت چپ)، پرس پیچی افقی (وسط)، پرس صنعتی (راست)، (پرس پیچ عکس: Vincent Corporation)

در لیست وظایف زیر، یک روش سادهٔ آب‌زدایی غیرفعال توضیح داده شده است که اگر رطوبت پسماند زیر ۸۰٪ باشد، می‌توان از آن صرف نظر کرد.

تجهیزات مورد نیاز:

1. سطل آب‌زدایی برای آب‌زدایی غیرفعال و پارچهٔ نخی ساده. هر پارچه‌ای با تعداد ضخامت کم، مانند الف پارچه پنیر یا موسلین، این هدف را برآورده می‌کند. 2. فریم پلاستیکی برای قرار دادن در سطل آبگیری زیر پنبه پارچه قاب فضایی را در پایین برای نفوذ آب ایجاد می‌کند (وسط). 3. یک ترازوی فله با ظرفیت ایده‌آل تا ۱۵۰ کیلوگرم.

اقدامات:

W2-1: یک واحد آب‌زدایی آماده کنید. از یک سطل خالی استفاده کنید. یک فریم پلاستیکی را داخل سطل قرار دهید و پارچه نخی را دور سطل بکشید و با طناب محکم کنید.

W2-2: پسماند خردشده را داخل پارچه خالی کنید. وزن کنل سطل آبگیری کامل را ثبت کنید. سپس درب سطل را بگذارید و ۲۴ ساعت به حال خود رها کنید.

W2-3: فرآیند W2-1 و W2-2 را برای پسماند موجود تکرار کنید.

W2-4: پس از ۲۴ ساعت، محتویات دو پارچه را با هم ترکیب کنید و ۲۴ ساعت به حال خود رها کنید. این فرآیند را با تمام سطل‌ها تکرار کنید. سپس واحدهای آب‌زدایی خالی (سطل، فریم و پارچه) را نخست با آب پرفشار و سپس ماشین لباس‌شویی تمیز کنید.

W2-5: واحدهای آب‌زدایی که ۴۸ ساعت از کارشان گذشته را باز کنید و پارچه را خارج کنید. پسماند آب‌زدایی‌شده را در یک سطل خالی کنید و وزن کنید. آب را برای استفادهٔ بعدی در یک مخزن نگهدارنده خالی کنید یا برای تصفیه تخلیه کنید.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- در طول فعالیت‌های آبگیری از دستکش و لباس محافظ استفاده کنید.

نقاط نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- وزن خالص پسماند آبگیری شده‌اندازه‌گیری می‌شود.
- تفاوت وزن کل پسماند خردشده و پسماند آب زدایی‌شده برابر با میزان آب زدوده‌شده است.

3.3 فعالیت در واحد تصفیهٔ پسماند BSF

تصفیهٔ پسماند با استفاده از لارو مگس سرباز سیاه می‌تواند به روش‌های مختلفی انجام شود. در این سند، ما یک عملیات کلی با برداشت دستی را شرح می‌دهیم. این بدان معناست که لاروهای جوان همسنِ پنج‌روزه در ظرف تغذیه یا به اصطلاح Larvero با پسماند زیستی قرار می‌گیرند. پس از مدت زمان مشخص، مخلوط حاصل از لاروهای رشد یافته و باقیمانده برداشت و تفکیک می‌شود. در تأسیساتی که در اینجا توضیح داده شده است، تمام واحدهای تصفیهٔ پسماند آلی و همچنین خوراک‌دهی و برداشت به صورت دستی انجام می‌شود. برای تصفیه، پسماند زیستی را می‌توان به ظروف تغذیه آورد یا ظروف تغذیه را به یک ایستگاه مرکزی خوراک‌دهی منتقل کرد. نصب یک ایستگاه تغذیه متمرکز این مزیت را دارد که منطقه‌ای که می‌تواند بالقوه کثیف باشد را در یک نقطه متمرکز می‌کند و از جابجایی غیرضروری ترازو جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، پشتهٔ ظروف تغذیهٔ روی هم به راحتی دردسترس هستند و نظارت بر امور غیرمعمولی در آن‌ها آسان‌تر است. بنابراین، در عملیات توصیفی در این سند فرض بر این است که یک ایستگاه تغذیهٔ مرکزی ایجاد شده است.

قدم T1- راه اندازی و تغذیه در لارورو یا ظروف تغذیه

راه اندازی یک دسته از ظروف تغذیه یا لارورو به این صورت است که مقداری تعریف‌شده از پسماند خرد و آب‌زدایی‌شده درون یک جعبه ریخته می‌شود و بعد شماری مشخص لارو پنج‌روزه به آن اضافه می‌شود. همچنین در روز پنجم و هشتم عملیات، یک قسمت دیگر از پسمانده مذکور به این ترکیب اضافه می‌شود.

۱. ۳۶ جعبه یا به اصطلاح لارورو (سمت چپ) ۲. شش فریم تهویهٔ هوا (سمت راست)

۳. پالت چوبی و ترولی **۴**. ایستگاه تغذیه با ترازوی فله و اسکوپ **۵**. ۳۶ فنجان با ۱۰۰۰ لارو ۵ روزه در هر کدام

اقدامات:

T1-1: یک پالت و یک ترولی تهیه کنید. ۳۶ ظرف تغذیه و شش فریم تهویهٔ باز تهیه کنید. اینها را نزدیک ایستگاه تغذیه قرار دهید.

T1-2: شش ظرف تغذیه را روی پالت قرار دهید و هر کدام را با پنج کیلوگرم پسماند آلی تغذیه کنید. یک فنجان حاوی ده هزار لارو پنج‌روزه را به پسماند هر جعبه اضافه کنید (R6-6). در آخر، یک فریم تهویه را روی شش ظرف تغذیه قرار دهید (فریم‌ها در

تصاویر به صورت سفیدرنگ مشخص است). حالا لایهٔ بعدی شش ظرف تغذیه را روی قاب تهویه قرار دهید و این فرآیند را تکرار کنید تا یک پشتهٔ شش‌لایه با مجموع ۳۶ ظرف تغذیه کامل شود. روی بالاترین فریم تهویه، شش ظرف تغذیهٔ خالی (یا هر نوع پوشش) قرار دهید تا لاروروها از گزند نور مستقیم در امان باشند. پالت را با کد تاریخ برچسب بزنید. سپس با استفاده از ترولی، پالت چیده‌شده را به جایی که باید قرار داده شود منتقل کنید.

اضافه کردن لارو ۵ روزه به جعبه تغذیه (سمت چپ)؛ یک دسته جعبه تغذیه. رم‌های فلزی این امکان را فراهم می‌کنند که آب درون پسماند تبخیر شود (وسط)؛ تغذیه لاروها با استفاده از سطل

T1-3: ظروف نگهدارندهٔ پسماند (یا واحدهای آب‌زدایی و پارچه‌ها) خالی را با استفاده از آب پرفشار بشویید و بگذارید خشک شود.

T1-4: از ترولی برای انتقال پالت که پنج روز پیش (یعنی امروز منهای پنج روز) تنظیم شده بود به ایستگاه تغذیه استفاده کنید. یک پالت خالی را در کنار پالت پنج‌روزه قرار دهید. شش جعبهٔ خالی بالا و فریم فلزی تهویه را بردارید. شش ظرف تغذیه بالایی را را از پالت قدیمی‌به پالت خالی جدید منتقل کنید.

T1-5: به هر ظرف تغذیه که روی پالت جدید قرار داده شده ۵ کیلوگرم پسماند اضافه کنید و فریم یا قاب تهویه را از بالای پالت قدیمی به پالت جدید منتقل کنید. لاروروها را در سطح پالت بر اساس سطح دوباره جمع کنید و شش جعبهٔ خالی را در بالای

آخرین فریم تهویه قرار دهید. هر چیز نامعمول را بررسی و ثبت کنید. پالت را به‌جای خود برگردانید.

T1-6: همان کاری را که در T1-5 برای پالتی که عملیاتش هشت روز پیش آغاز شد (یعنی امروز منهای هشت روز) انجام دهید.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- در حین فعالیت‌های مربوط به بخش تغذیه از دستکش و لباس محافظ استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- قبل از اضافه‌کردن پسماند به ظروف تغذیه، باید از پسماند جهت تعیین رطوبت نمونه‌برداری کنید. برای این منظور، پسماند را در هر ظرف نگهداری پسماند کاملا مخلوط کنید و یک اسکوپ بزرگ از هر ظرف پسماند را در یک سطل قرار دهید. محتوای ظرف نمونه‌گیری را کاملاً مخلوط کنید و یک نمونه از حدود ۵۰۰ گرم را بردارید و آن را روی یک سینی نمونه قرار دهید. سینی با نمونه وزن می‌شود و سپس در آوِن با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک می‌شود. سپس دوباره وزن می‌شود. درصد محتوای آب نمونه را با این فرمول محاسبه کنید:
۱۰۰ ضربدر (وزن مرطوب- وزن خشک) تقسیم بر وزن مرطوب

۳٫۴ فعالیت‌ها در واحد برداشت محصول

در مرحلهٔ برداشت، دو محصول باید از هم جدا شوند: لارو و مواد باقیمانده. بسته به محتوای آب مواد ورودی، باقیمانده یک تودهٔ خشک خردشده یا دوغاب مرطوب است. در بدترین حالت، باقی‌مانده چیزی بین این دو خواهد بود؛ یعنی توده‌ای چسبناک که برداشت را تقریباً ناممکن می‌کند. در این حالت، یا مواد ورودی باید بهینه شوند یا آب باید در طول فرآیند برداشت اضافه شود. در صورت کسر خشک، جداسازی را می‌توان با غربال تکانی ۳-۵ میلی‌متری (بسته به اندازه لارو) انجام داد. در این راهنما، اگر محصول تصفیهٔ پسماند واحد شما بافت دوغابی دارد می‌توانید از راهنمایی برداشت و جداسازی این دست‌نامه بهره ببرید.

مرحلهٔ H1- برداشت محصولات

پس از ۱۲ روز، با افزودن پسماند در روز نخست، پنجم و هشتم، محتوای ظروف تغذیه برداشت می‌شود. تکنیک برداشت مرطوب، با فراری‌دادن لاروها از راه توری با استفاده از نور انجام می‌گیرد. در نهایت می‌توان لاروها را به اصطلاح آبکش کرد.

تجهیزات مورد نیاز:

1. توری غربالی که محتویات ظروف تغذیه روی آن خالی می‌شود (سمت چپ) 2. ابزار برای پخش مواد و آبکش‌کردن لاروها (سمت راست)

۳. (به ترتیب از چپ به راست): ظروف برداشت برای جمع‌آوری پساب و لارو ۴. سطل برای جمع‌آوری برداشت ۵. سینی‌های نمونه برداری برای لاروها و باقیمانده‌ها

۶. ظرف خشک کن حاوی کوکوپیت (سمت چپ) ۷.الک دستی (اندازه مش ۳-۵ میلی متر) (سمت راست)

اقدامات:

H1-1: ایستگاه برداشت را با قرار دادن صفحه نمایش روی دو ظرف برداشت خالی آماده کنید. اینها باید در معرض آفتاب یا نور شدید قرار بگیرند. ابزار مورد نیاز برای پخش باقیمانده و جابجایی لارو را آماده کنید. دو سطل جمع‌آوری هشتادلیتری آماده کنید و در کنار ظروف برداشت قرار دهید. هر کدام را با حدود پنجاه لیتر آب پر کنید. یک ظرف مخصوص خشک‌کردن آماده کنید.

H1-2: با استفاده از ترولی، پالتِ دوازده‌روزهٔ حاوی ظروف تغذیه را از موقعیت خود به ایستگاه برداشت منتقل کنید.

H1-3: هر ظرف را وزن کنید. سپس، تصادفی یک ظرف تغذیه انتخاب کنید و یک اسکوپ از ظرف نمونه بردارید. این نمونه‌ها را در یک کاسهٔ نمونه‌گیری ترکیب کنید. نمونه را مطابق با توضیحات آمده در بخش "نظارت" پردازش کنید.

H1-4: سی‌وشش ظروف تغذیه هر پالت را روی غربال‌ها خالی کنید و جعبه‌های خالی را در نزدیکی منطقه تمیز کردن قرار دهید.

H1-5: مواد (لارو و باقی‌مانده) را به صورت لایه‌ای که به اندازهٔ کافی نازک باشد، روی صفحهٔ غربال پخش کنید و مطمئن شوید که لاروهای نورترس در معرض نور مستقیم خورشید قرار می‌گیرند. به همین حالب بگذارید بمانند. لاروها سعی می‌کنند برای فرار از نور از غربال رد شوند که با این کار به ظرف برداشت زیرین می‌افتند. شاید لازم باشد که لایهٔ مواد روی غربال را زیر و رو کنید تا همهٔ لاروها از غربال رد شوند. ممکن است هر ذرهٔ مایع و باقیماندهٔ کوچک نیز از توری غربال رد شود و به درون ظرف برداشت بیفتند.

H1-6: در حالی که لاروها از غربال رد می‌شوند، ظروف تغذیهٔ خالی را با آب پرفشار تمیز کنید و بگذارید خشک شوند.

H1-7: بعد از اینکه تمام لارف‌ها از غربال رد شدند مواد باقیماندهٔ روی غربال را به درون سطل بیندازید. می‌توان از این ماده برای پس‌پردازش در تولید کمپوست یا واحد بیوگاز استفاده کرد.

H1-8: توری‌ها را از روی ظروف برداشت بردارید. سپس آنها را با آب پرفشار بشورید و بگذارید خشک شود.

پخش لاور و باقیماندهٔ مرطوب روی غربال (H1-5)؛ آبکش‌کردن لاروها از میان پساب (H1-9)؛ پیش از گذاشتن لاروها در ظروف خشک‌کردن به همراه کوکوپیت، روی یک توری پارچه‌ای جهت خروج آب قرار می‌گیرند بعد از شستشوی دوم (H۱-۱۰)

H1-9: با استفاده از یک صافی اسکوپی، مگس‌ها را از مایع موجود در ظرف برداشت خارج کنید و آنها را در اولین سطل جمع‌آوری برای اولین شستشو قرار دهید. لاروها را با غوطه ور کردن و هم زدن آنها در آب سطل با قاشق صافی بشویید. آنها را برای شستشو دوم به سطل جمع‌آوری دوم منتقل کنید.

H1-10: از صافی (غربال) قاشق برای برداشتن لاروهای شستشو شده از آخرین سطل شستشو استفاده کنید. بگذارید آب لاروها قبل از قراردادنشان روی بستر کوکوپیت در ظرف خشک کن روی پارچه تخلیه شود.

H1-11: مایع باقی‌مانده در سطل‌های جمع‌آوری می‌تواند تخلیه و پردازش شود (به عنوان مثال در تصفیهٔ فاضلاب یا تأسیسات بیوگاز).

H1-12: آب کثیف را از سطل‌ها تخلیه کنید و سطل‌های جمع‌آوری را آب پرفشار تمیز کنید.

H1-13: محتوای ظرف خشک‌کردن (لارو و کوکوپیت) را خارج کنید و روی یک غربال (الک) تکانی دستی که زیرش ظرفی گذاشته شده قرار دهید. لاروها در غربال باقی می‌مانند در حالی که کوکوپیت از آن عبور می‌کند. لاروهای الک‌شده را در سطل دوم خالی کنید. این روند را تکرار کنید تا تمام ظروف خشک‌شده خالی شوند. کوکوپیت الک‌شده را می‌توان خشک کرد و برای دستهٔ بعدی ظروف خشک‌کردن استفاده کرد.

وصل‌کردن یک ظرف تغذیه روی ترازوی فله پیش از آنکه محتوای آن روی غربال برداشت تخلیه شود (سمت چپ)؛ نمونه‌ها جهت تعیین میزان ماده خشک درون آون قرار می‌گیرند (سمت راست).

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- از لباس آزمایشگاهی و دستکش لاتکس برای جابجایی لاروهای پنج‌روزه و مواد باقی‌مانده استفاده کنید.

نقاط نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- · اندازه گیری وزن "برداشت" همه محصولات بسیار مهم است: باقیماندهٔ جامد، مایع و لارو. این داده‌ها برای محاسبهٔ شاخص‌های عملکردی استفاده می‌شوند که به شما اجازه می‌دهد بر عملکرد تأسیسات تصفیه از جمله در زمینهٔ کاهش پسماند، نسبت تبدیل زیستی و میزان برداشت لارو نظارت کنید. برای این منظور، وزن خالص محتوای ظرف تغذیه و همچنین میزان برداشت لارو را اندازه گیری می‌کنیم. تفاوت بین وزن ظرف تغذیه و میزان برداشت لارو برابر با وزن مواد باقیمانده است. علاوه بر این، ما باقی‌مانده را با توجه به محتوای آبش تجزیه و تحلیل می‌کنیم.
- · وزن هر لارو را قبل از تخلیه ثبت کنید. با کم کردن وزن ظرف خالی تغذیه از این مقدا وزن خالص محتوی ظرف تغذیه حاصل می‌شود.
- وزن کل لاروهای برداشت شده را مستند کنید.
- کاسه نمونه برداری را همانطور که در H1-3توضیح داده شده روی یک بشقاب قرار دهید و تمام لاروها را جدا کنید. اطمینان حاصل کنید که مایع را نریزید زیرا این بخشی از اندازه گیری وزن مرطوب است. پس از بیرون آوردن تمام لاروها، باقی‌مانده را در سینی نمونه‌برداری قرار دهید. ۵۰ عدد از لاروها را بردارید و قبل از گذاشتن آنها در سینی نمونه‌برداری با دستمال کاغذی خشک کنید. بقیهٔ لاروها را دوباره در جعبه‌های برداشت یا مستقیماً روی غربال برداشت قرار دهید. نمونه‌ها (لاروها و باقیمانده‌ها) را وزن کنید و در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک کنید. سپس، هر سینی را دوباره وزن کنید. با این کار مقدار آب لارو و باقیمانده آن را به دست خواهید آورد.

3.5 فعالیت‌ها در واحد پس‌تصفیه (پالایش لارو و پردازش مواد باقیمانده)

مرحله P1- پالایش لارو

پس‌تصفیهٔ لاروها در این راهنما به طور مفصل توضیح داده نشده است زیرا این امر به تقاضای مشتری بستگی دارد. با این حال، مستقل از تقاضای مشتری، توصیه می‌کنیم که لاروها با انداختن در آب جوش ضدعفونی شوند. مراحل این کار در ادامه توضیح داده شده است. غوطه‌ورکردن در آب جوش لاروها را به روشی سریع و مؤثر می‌کشد و همچنین آن‌ها را تحریک می‌کند تا روده‌های خود را خالی کنند.

اینکه لاروهای مرده باید بعد از آن خشک شوند یا نه به کاربرد هدف‌گزاری‌شده برای آن‌ها بستگی دارد. هر زمان که لاروها مستقیما پس از برداشت پردازش نشوند، توصیه می‌کنیم آنها را به میزان آب زیر ۱۰ ٪ خشک کنید.

تجهیزات مورد نیاز:

ظرف پخت بزرگ و اجاق (سمت چپ)؛ میز خشک‌کردن (سمت راست)

اقدامات:

P1-1: مرحلهٔ ضدعفونی را با قراردادن یک قابلمه یا دیگ همراه با آب روی اجاق آغاز می‌شود. آب را تا جوشیدن گرم کنید.

P1-2: در دسته‌های حدود ۵-۱۰ کیلوگرم لارو (بسته به اندازه گلدان)، لاروها را حدود یک دقیقه در آب جوش غوطه‌ور کنید. لاروها را با قاشق صافی بردارید و در یک سطل قرار دهید

P1-3: آب را هنگامی که بسیار کثیف شد تخلیه کنید تا بعد تصفیه شود.

P1-4: فرآیندهای فوق را تکرار کنید تا تمام لاروها ضدعفونی شود.

P1-5: لاروها را روی میز خشک‌کردن پهن کنید و بگذارید خشک شوند. چرخش منظم با کاردک روند را تسریع می‌کند. لطفا توجه داشته باشید: لاروهایی که زیر نور خورشید خشک می‌شوند را نمی‌توان ذخیره کرد. این کار صرفاً رطوبت لارو را کاهش می‌دهد و پردازش بیشتر را آسان‌تر می‌کند.

P1-6: پس از چند ساعت در آفتاب، لاروها آماده ذخیره‌سازی سرد (فریزر) یا پردازش بیشتر (خشک‌کردن بیشتر، استخراج روغن، آسیاب‌کردن، پلت‌سازی و غیره) خواهند بود.

اقدامات حفاظتی برای کارگران:

- در حین فعالیت‌های تمیزسازی از دستکش، محافظ چشم و لباس محافظ استفاده کنید.

نکات نظارت و جمع‌آوری داده‌ها:

- وزن لاروهای برداشت شده را قبل از ضدعفونی و سپس پس از خشک‌کردن زیر نور خورشید اندازه گیری کنید.

مرحله P2- پردازش باقیمانده

پردازش مواد باقی‌مانده در این راهنما به طور مفصل توضیح داده نشده است. برای پردازش باقیماندهٔ مرطوب، ما انجام این دو گزینه را توصیه می‌کنیم: یا باقیمانده را همراه با سایر زباله‌های باغی کمپوست کنید یا در صورت امکان، آن را به یک راکتور بیوگاز تغذیه کنید. نتایج اولیه نشان داده است که مقادیر بیوگاز موردانتظار از این باقی‌مانده قابل‌مقایسه با بیوگازی است که از کود گاو حاصل می‌شود. باید روی باقی‌ماندهٔ خشک پیش از اعمال به عنوان کود یک فرآیند بالغ‌سازی انجام داد. با توجه به تیمار کوتاه‌مدت ۱۲ روز، فعالیت میکروبی در مواد هنوز بسیار بالا است. از همین رو، ممکن است میزان اکسیژن و نیتروژن آن یکسان یا مشابه خاکی که در آن اعمال می‌شود باشد. بنابراین، استفاده از مواد باقی‌ماندهٔ خام ممکن است گیاهان اطراف را دچار شوک کند، به آن‌ها آسیب برساند یا حتی آن‌ها را از بین ببرد.

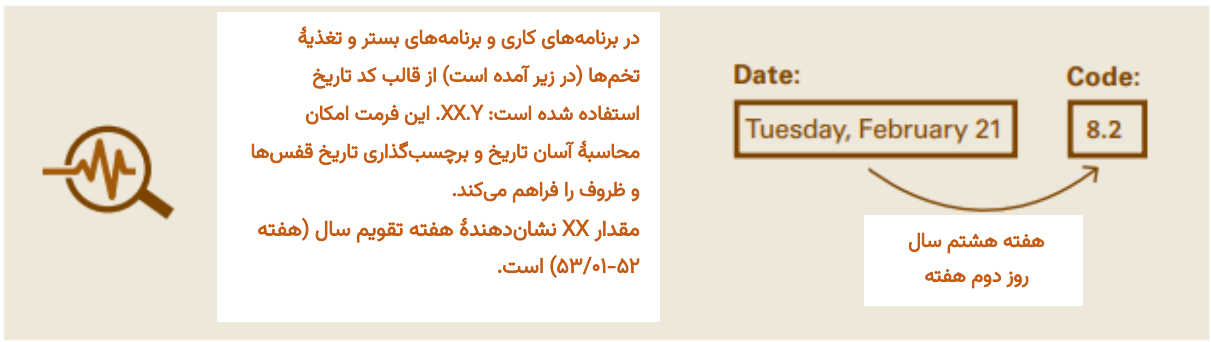
فصل ۴

مدیریت برنامه‌های زمانی درتأسیسات پردازش مگس سرباز سیاه

در طرح توصیه‌شده در این سند، آن‌قدری لارو پنج‌ورزه تولید می‌شود که برای تصفیهٔ ۹ تا ۲۱ تن پسماند زیستی در هفته کافی خواهد بود. ظرفیت بستگی به برنامهٔ کاری انتخابی دارد. بسته به فضای کار و در دسترس‌بودن نیروی کار، برنامه‌ای انتخاب کنید که یا نیاز به حضور هفت روز در هفته داشته باشد یا بتوان فرآیند را در طول یک هفتهٔ کاری منظم با شنبه/یکشنبه (به جدول ۲ مراجعه کنید) مدیریت کرد.

جدول ۲: ظرفیت تأسیسات bsf توصیف‌شده بسته به برنامهٔ کاری

	برنامهٔ کاری	زباله ظرفیت	برون‌دهٔ پنج‌روزه	# کارگران مورد نیاز	منطقه	برون‌دهٔ روزانه لارو پنج‌روزه نوسان برون‌ده
۱	هر روز-ظرفیت کامل	۲۱٫۰ تن در هفته	±۱۴ میلیون / هفته	۳	۴۰ متر^۲	پایدار
۲	هر روز-نصف ظرفیت	۱۰٫۵ تن در هفته	±۷ میلیون / هفته	۲	۳۵ متر^۲	نوسان کوچک
۳	دوشنبه تا چهارشنبه تا جمعه	۹٫۰ تن در هفته	±۶ میلیون / هفته	۱	۳۵ متر^۲	نوسان بزرگ



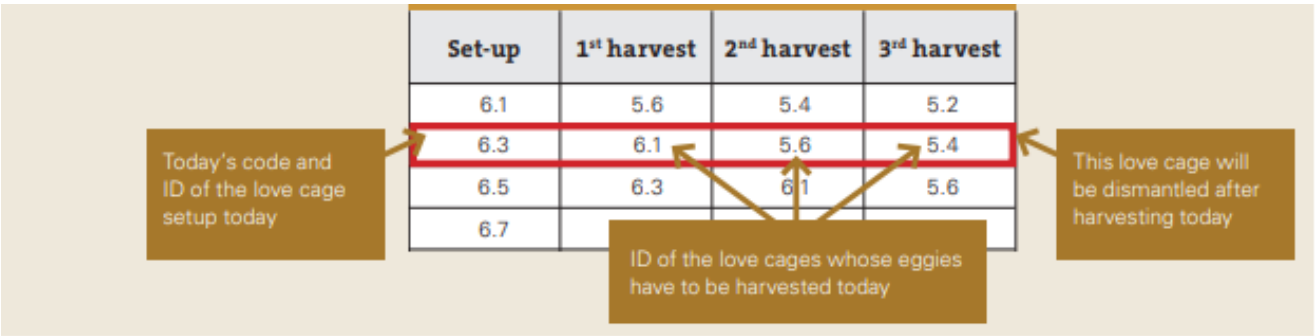
برای هر سه برنامهٔ کاری، لیست وظایف مختلف و برنامه‌های خوراک‌دهی طراحی شده است.

پیوست A: برنامهٔ کاری (پیوست A۱، A۲ و A۳) یک نسخهٔ ساده‌شده از مراحل توصیف‌شده در فصل ۳ است. توضیح کوتاهی برای هر کار ارائه شده است و

ستون‌های سمت راست زمانی که کار باید در آن روز انجام شود سفید و در روزهایی که می‌توان از آن صرف‌نظر کرد سیاه هستند. این برنامه قرار است در کلنی قرار گیرد، یعنی پرسنل بتوانند بعد از انجام هر کار تیک مربوطه در چک‌لیست را بزنند. هر برنامهٔ کاری چهار تا پنج هفته را پوشش می‌دهد و باید پس از ان مدت توسط مدیر مرکز تمدید شود.

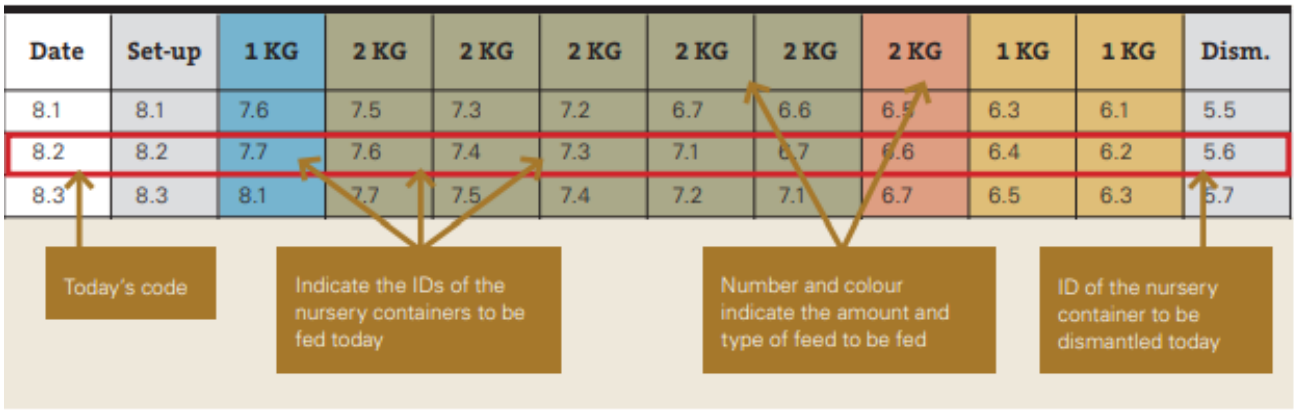
پیوست B: هدف از این پیوست برنامهٔ برداشت تخم (پیوست B۱، B۲ و B۳) برای پیگیری عملیات برداشت تخم است. ستون سمت چپ (چینش) تاریخ راه‌اندازی یا چینش یک قفس عشق جدید را نشان می‌دهد. کد موجود در همان ردیف کد قفس‌های عشق را نشان می‌دهد که در روز جاری باید از آنها تخم برداشت شود. قفس عشق با کد آخرین ستون (3rd harvest) است،پس از برداشت تخم برچیده می‌شود.

جدول ارائه شده در اینجا به عنوان یک الگو برای یک برگه اکسل است. یک اپراتور به راحتی می‌تواند یک برنامه زمان بندی در اکسل را طبق فرمول‌ها به روز کند.

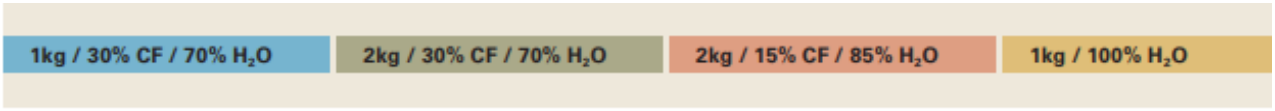


پیوست C: برنامهٔ سوم رژیم خوراک‌دهی ظروف پرورش (C۱, C۲ و C۳) را نشان می‌دهد. در ظروف پرورش، لاروهای پنج‌روزه حدود دو هفته -تا زمانی که به شفیره تبدیل شوند- تغذیه می‌شوند. سپس پیش‌شفیره‌ها را در ظروف شفیره قرار می‌دهند تا در نهایت به مگس تبدیل شوند. ظروف پرورش با یک خوراک غنی از مواد مغذی تغذیه می‌شوند. برداشت پیش‌شفیره‌ها به به بیرون‌خزش آن‌ها بستگی دارد. در اواخر مرحلهٔ تغذیه، محتوای آب خوراک افزایش می‌یابد، که به پیش‌شفیره اجازه می‌دهد تا از ظرف پرورش خارج شود. برنامهٔ تغذیه ظرف پرورش به اپراتور کمک

می‌کند تشخیص دهد که کدام مخلوط خوراک باید در کدام ظرف پرورش اعمال شود.



ستون سفید سمت چپ تاریخ فعلی را نشان می‌دهد. ستون دوم کد تاریخ ظرف پرورش را نشان می‌دهد که در همان روز برپا خواهد شد. سلول‌های دیگر در امتداد ردیف نشان‌دهندهٔ شناسه آن ظرف‌های پرورشی است که امروز تغذیه می‌شوند. رنگ نشان‌دهندهٔ مقدار و نوع خوراک دریافتی آنها است. خوراک از نظر مقدار آب اضافه‌شده به خوراک مرغ (CF) متفاوت است و از ۷۰ تا ۱۰۰ ٪ آب متغیر است.



جدول ارائه شده در اینجا به عنوان یک الگو برای یک برگه اکسل است. یک اپراتور به راحتی می‌تواند یک برنامه زمان بندی در اکسل را طبق فرمول‌ها به روز کند.

پیوست D: این **برگهٔ رویداد** برای داده‌هایی که در هر روز عملیات جمع‌آوری می‌شود آماده شده است. تمام داده‌های نظارت بر بهره‌وری مرحلهٔ پرورش نورسیده‌ها را می‌توان در آن برگه جمع‌آوری کرد.

Appendix A1: Work schedule for rearing unit in the **every day-full capacity** setting. "xx" marks the calendar week and the numbers below indicate the day of the week (e.g. 1 is Monday, 2 is Tuesday, etc.). Mx refers to monitoring tasks below

A1

Week	xx							xx							xx							xx						
Day (Monday – Sunday, 1–7)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Remove oldest hatchling container (M1) · Sieve/skim residue · Enumerate 5-DOL · Clean crate																												
Connect new love cage to dark cages · Weigh empty cage · Connect love cage to first dark cage · Disconnect love cage after 30 minutes · Weigh cage again · Connect to next dark cage and repeat																												
Take samples (M2) · Waste in, residue out & larvae out · Take spoons from different crates																												
Prepare (16) new pupation containers · ¾ compost, ¼ H_2O · 3 kg of mixture per crate · Cross-stack the crates																												
Remove (2.5 wk) old nursery container · Remove material · Use material for fly attractant · Clean nursery container																												
Harvest and process prepupae (M3) · Sieve prepupae from transfer container · Add coco peat to transfer container and place back · Weigh prepupae from each transfer container · 500 prepupae/pupation container/day, **for 5 days**																												
Add food in nursery containers (see appendix C1)																												
Hatchling shower maintenance · Remove and clean (7d) old egg media · Add water (0.5L) to oldest hatchling containers																												

Week	xx							xx							xx							xx						
Day (Monday – Sunday, 1–7)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Prepare new hatchling containers (3) · Add food (3 kg) and coco peat · Place under hatchling shower																												
Prepare new nursery container · Add chicken feed (2 kg) to nursery container · Cover with coco peat · Add 15,000 5-DOL · Place in transfer container · Add coco peat to transfer container																												
Prepare new egg media · Take eggie material from drying rack and sort · Use new rubber bands																												
Love cage maintenance (M4) · Replace eggies **(see appendix B1)** · Check water in dispenser																												
Remove (6 d) old love cage (see appendix B1) · Collect dead flies for new attractant · Clean attractant & boxes · Wash love cage																												
Set-up new love cage (M5) · Weigh full cage · Move cage to love cage table · Add attractant, eggies, shade box & full water container																												
Remove (3 wk) old dark cages · Take (16) pupation containers out · Empty pupation containers and clean · Wash dark cage		■	■		■	■	■		■	■		■	■	■		■	■		■	■	■		■	■		■	■	■
Set-up new dark cage · Add 16 pupation containers/dark cage	■		■	■		■	■	■		■	■		■	■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	■
Fill water of ant traps	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	
Clean nursery room (sweep floor and shelves)	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	
Clean work tables (1st with detergent, 2nd with alc.)																												

Week	xx							xx							xx							xx						
Day (Monday – Sunday, 1–7)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Clean lab (sweep floor and store all stuff on shelf)	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■	
Clean lab table (1st with detergent, 2nd with alc.)																												
Wash towels and lab coats (at 60-90 degrees)	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■	
M1: Count 5-DOL · Measure & count 2 times 2 grams · Measure total weight · Calculate total amount																												
M2: Take samples · Mass of empty tray · Mass of tray + material · Mass of tray + dry material (24h later) · 20 larvae per tray																												
M3: Count prepupae from nursery container · Weigh prepupae from each nursery container separate · Mix prepupae and weigh 2 samples of 200																												
M4: Weigh eggies · Full eggies from love cage · Empty eggies to love cage																												
M5: Count flies · Collect 20 flies from new love cage · Add acetate to cork jar and add flies (10 min) · Take flies out and weigh																												

A1

Appendix A2: Work schedule for nursery in the **every day-half capacity** setting. "xx" marks the calendar week and the numbers below indicate the day of the week (e.g. 1 is Monday, 2 is Tuesday, etc.). Mx refers to monitoring tasks below

A2

Week	xx							xx							xx							xx						
Day (Monday – Sunday, 1–7)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Remove oldest hatchling container (M1) · Sieve/skim residue · Enumerate 5-DOL · Clean crate	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
Connect new love cage to dark cages · Weigh empty cage · Connect love cage to first dark cage · Disconnect love cage after 30 minutes · Weigh cage again · Connect to next dark cage and repeat		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Take samples (M2) · Waste in, residue out & larvae out · Take spoons from different crates																												
Prepare (16) new pupation containers · ¾ compost, ¼ H_2O · 3 kg of mixture per crate · Cross-stack the crates	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■
Remove (2.5 wk) old nursery container · Remove material · Use material for fly attractant · Clean nursery container	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
Harvest and process prepupae (M3) · Sieve prepupae from transfer container · Add coco peat to transfer container and place back · Weigh prepupae from each transfer container · 400 prepupae/pupation container/day, **for 7 days**																												
Add food in nursery containers (see appendix C2)																												
Hatchling shower maintenance · Remove and clean (7d) old egg media · Add water (0.5L) to oldest hatchling containers		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■

Week	xx							xx							xx							xx						
Day (Monday – Sunday, 1–7)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Prepare new hatchling containers (3) · Add food (3 kg) and coco peat · Place under hatchling shower	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
Prepare new nursery container · Add chicken feed (2 kg) to nursery container · Cover with coco peat · Add 15,000 5-DOL · Place in transfer container · Add coco peat to transfer container	■				■		■				■		■		■				■		■				■		■	
Prepare new egg media · Take eggie material from drying rack and sort · Use new rubber bands		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Love cage maintenance (M4) · Replace eggies **(see appendix B2)** · Check water in dispenser		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Remove (6 d) old love cage (see appendix B2) · Collect dead flies for new attractant · Clean attractant & boxes · Wash love cage		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Set-up new love cage (M5) · Weigh full cage · Move cage to love cage table · Add attractant, eggies, shade box & full water container		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Remove (3 wk) old dark cages · Take (16) pupation containers out · Empty pupation containers and clean · Wash dark cage	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
Set-up new dark cage · Add 16 pupation containers/dark cage	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
Fill water of ant traps	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■	
Clean nursery room (sweep floor and shelves)	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■	
Clean work tables (1st with detergent, 2nd with alc.)																												

Week																											
Day (Monday – Sunday, 1–7)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Clean lab (sweep floor and store all stuff on shelf)	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■		
Clean lab table (1st with detergent, 2nd with alc.)																												
Wash towels and lab coats (at 60-90 degrees)	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■		
M1: Count 5-DOL · Measure & count 2 times 2 grams · Measure total weight · Calculate total amount	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	■		■		■		
M2: Take samples · Mass of empty tray · Mass of tray + material · Mass of tray + dry material (24h later) · 20 larvae per tray																												
M3: Count prepupae from nursery container · Weigh prepupae from each nursery container separate · Mix prepupae and weigh 2 samples of 200																												
M4: Weigh eggies · Full eggies from love cage · Empty eggies to love cage		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
M5: Count flies · Collect 20 flies from new love cage · Add acetate to cork jar and add flies (10 min) · Take flies out and weigh		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■

A2

Appendix A3: Work schedule for nursery in the **Mon-Wed-Fri** setting. "xx" marks the calendar week and the numbers below indicate the day of the week (e.g. 1 is Monday, 2 is Tuesday, etc.). Mx refers to monitoring tasks below

A3

Week	xx					xx					xx					xx					xx				
Day (Monday – Firday, 1–5)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Remove oldest hatchling container (M1) · Sieve/skim residue · Enumerate 5-DOL · Clean crate		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Connect new love cage to dark cages · Weigh empty cage · Connect love cage to first dark cage · Disconnect love cage after 30 minutes · Weigh cage again · Connect to next dark cage and repeat		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Take samples (M2) · Waste in, residue out & larvae out · Take spoons from different crates		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Prepare (16) new pupation containers · ¾ compost, ¼ H_2O · 3 kg of mixture per crate · Cross-stack the crates		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■
Remove (3 wk) old nursery container · Remove material · Use material for fly attractant · Clean nursery container		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Harvest and process prepupae (M3) · Sieve prepupae from transfer container · Add coco peat to transfer container and place back · Weigh prepupae from each transfer container · 800 prepupae/pupation container/day		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Add food in nursery containers (see appendix C3)		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Hatchling shower maintenance · Remove and clean (7d) old egg media · Add water (0.5L) to oldest hatchling containers		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	

Week	xx					xx					xx					xx					xx				
Day (Monday – Firday, 1–5)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Prepare new hatchling containers (3) · Add food (3 kg) and coco peat · Place under hatchling shower		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Prepare two nursery container · Add chicken feed (2 kg) to nursery containers · Cover with coco peat · Add 10,000 5-DOL to both containers · Add coco peat to transfer containers · Place in transfer containers		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Prepare new egg media · Take eggie material from drying rack and sort · Use new rubber bands		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Love cage maintenance (M4) · Replace eggies **(see appendix B3)** · Check water in dispenser		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Remove (6 d) old love cage (see appendix B3) · Collect dead flies for new attractant · Clean attractant & boxes · Wash love cage		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Set-up new love cage (M5) · Weigh full cage · Move cage to love cage table · Add attractant, eggies, shade box & full water bowl		■		■			■		■			■		■			■		■			■		■	
Remove (3 wk) old dark cages · Take (16) pupation containers out · Empty pupation containers and clean · Wash dark cage	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■
Set-up new dark cage · Add 16 pupation containers/dark cage	■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■		■	■	■	■	

A3

Week	xx					xx					xx					xx					xx				
Day (Monday – Firday, 1–5)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Fill water of ant traps																									
Clean nursery room (sweep floor and shelves)																									
Clean work tables (1st with detergent, 2nd with alc.)																									
Clean lab (sweep floor and store all stuff on shelf)																									
Clean lab table (1st with detergent, 2nd with alc.)																									
Wash towels and lab coats (at 60-90 degrees)																									
M1: Count 5-DOL · Measure & count 2 times 2 grams · Measure total weight · Calculate total amount																									
M2: Take samples · Mass of empty tray · Mass of tray + material · Mass of tray + dry material (24h later) · 20 larvae per tray																									
M3: Count prepupae from nursery container · Weigh prepupae from each nursery container separate · Mix prepupae and weigh 2 samples of 200																									
M4: Weigh eggies · Full eggies from love cage · Empty eggies to love cage																									
M5: Count flies · Collect 20 flies from new love cage · Add acetate to cork jar and add flies (10 min) · Take flies out and weigh																									

A3

B1

Egg harvesting schedule for **every day-full capacity** setting. "xx" marks the calendar week. The "+1" indicates the following week and the "-1" indicated the previous week.

Appendix B1:

Set-up	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
xx.1	xx-1.6	xx-1.4	xx-1.2
xx.2	xx-1.7	xx-1.5	xx-1.3
xx.3	xx.1	xx-1.6	xx-1.4
xx.4	xx.2	xx-1.7	xx-1.5
xx.5	xx .3	xx.1	xx-1.6
xx.6	xx .4	xx.2	xx-1.7
xx.7	xx .5	xx .3	xx .1
xx+1.1	xx .6	xx .4	xx .2
xx+1.2	xx .7	xx .5	xx .3
xx+1.3	xx+1.1	xx .6	xx .4
xx+1.4	xx+1.2	xx .7	xx .5
xx+1.5	**xx+1.3**	**xx+1.1**	**xx .6**
xx+1.6	[illegible]	[illegible]	xx .7
xx+1.7	[illegible]	[illegible]	xx+1.1
etc.	[illegible]	[illegible]	xx+1.2
etc.	[illegible]	[illegible]	xx+1.3
etc.	[illegible]	[illegible]	xx+1.4
etc.	[illegible]	[illegible]	xx+1.5
etc.	[illegible]	[illegible]	xx+1.6
etc.	etc.	etc.	xx+1.7
etc.	etc.	etc.	etc.
	etc.	etc.	etc.
	etc.	etc.	etc.
		etc.	etc.
		etc.	etc.
			etc.
			etc.

This is how the egg harvesting schedule is built up:
Every day, you set up a new love cage and you harvest the eggs of the love cages set up 2, 4 and 6 days before

Set-up	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
6.1	5.6	5.4	5.2
6.2	5.7	5.5	5.3
6.3	6.1	5.6	5.4
6.4	6.2	5.7	5.5
6.5	6.3	6.1	5.6
6.6	6.4	6.2	5.7
6.7	6.5	6.3	6.1
7.1	6.6	6.4	6.2
7.2	6.7	6.5	6.3
7.3	7.1	6.6	6.4
7.4	7.2	6.7	6.5
7.5	**7.3**	**7.1**	**6.6**
7.6	[illegible]	[illegible]	6.7
7.7	[illegible]	[illegible]	7.1
8.1	[illegible]	[illegible]	7.2
8.2	[illegible]	[illegible]	7.3
8.3	[illegible]	[illegible]	7.4
8.4	[illegible]	[illegible]	7.5
8.5	[illegible]	[illegible]	7.6
8.6	8.4	8.2	7.7
8.7	8.5	8.3	8.1
9.1	8.6	8.4	8.2
9.2	8.7	8.5	8.3
9.3	9.1	8.6	
9.4	9.2	8.7	
9.5	9.3	9.1	
9.6	9.4	9.2	
9.7	9.5	9.3	
10.1	9.6	9.4	9.2
10.2	9.7	9.5	9.3
10.3	10.1	9.6	9.4
10.4	10.2	9.7	9.5
10.5	10.3	10.1	9.6
10.6	10.4	10.2	9.7
10.7	10.5	10.3	10.1
11.1	10.6	10.4	10.2
11.2	10.7	10.5	10.3

Example: On Friday of week 7, you set up a new love cage and harvest the eggs from love cages set up on Wednesday and Monday of the same week and Saturday of week 6

This is how the sheet will be hanging on the wall of your colony.
This example starts on Monday of week 6 of the year

B2

Egg harvesting schedule for **every day-half capacity** setting. "xx" marks the calendar week. The "+1" indicates the following week and the "-1" indicated the previous week.

Appendix B2:

Set-up	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
xx.1	xx-1.6	xx-1.4	xx-1.2
xx.3	xx.1	xx-1.6	xx-1.4
xx.5	xx.3	xx.1	xx-1.6
xx.7	xx.5	xx.3	xx.1
xx+1.2	xx.7	xx.5	xx.3
xx+1.4	**xx+1.2**	**xx.7**	**xx.5**
xx+1.6			xx.7
etc.			xx+1.2
etc.			xx+1.4
etc.			xx+1.6
etc.			etc.
			etc.
			etc.
			etc.

This is how the egg harvesting schedule is built up:
Every other day, you set up a new love cage and you harvest the eggs of the love cages set up 2, 4 and 6 days before

Set-up	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
6.1	5.6	5.4	5.2
6.3	6.1	5.6	5.4
6.5	6.3	6.1	5.6
6.7	6.5	6.3	6.1
7.2	6.7	6.5	6.3
7.4	**7.2**	**6.7**	**6.5**
7.6			6.7
8.1			7.2
8.3			7.4
8.5			7.6
8.7			8.1
9.2			8.3
9.4	9.2	8.7	8.5
9.6	9.4	9.2	8.7
10.1	9.6	9.4	9.2
10.3	10.1	9.6	9.4
10.5	10.3	10.1	9.6
10.7	10.5	10.3	10.1
11.2	10.7	10.5	10.3
11.4	11.2	10.7	10.5
11.6	11.4	11.2	10.7
12.1	11.6	11.4	11.2
12.3	12.1	11.6	11.4
12.5	12.3	12.1	
12.7	12.5	12.3	
13.2	12.7	12.5	
13.4	13.2	12.7	
13.6	13.4	13.2	
14.1	13.6	13.4	13.2
14.3	14.1	13.6	13.4
14.5	14.3	14.1	13.6
14.7	14.5	14.3	14.1
15.2	14.7	14.5	14.3
15.4	15.2	14.7	14.5
15.6	15.4	15.2	14.7
16.1	15.6	15.4	15.2
16.3	16.1	15.6	15.4

Example: On Thursday of week 7, you set up a new love cage and harvest the eggs from love cages set up on Tuesday of the same week and Sunday and Friday of week 6

This is how the sheet will be hanging on the wall of your colony.
This example starts on Monday of week 6 of the year

B3

Egg harvesting schedule for **Mon-Wed-Fri** setting. "xx" marks the calendar week. The "+1" indicates the following week and the "-1" indicated the previous week.

Appendix B3:

Set-up	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	Set-up	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
xx.1	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.1	6.1	5.5	5.3	5.1
xx.3	xx.1	xx-1.5	xx-1.3	6.3	6.1	5.5	5.3
xx.5	xx.3	xx.1	xx-1.5	6.5	6.3	6.1	5.5
xx+1.1	xx.5	xx.3	xx.1	7.1	6.5	6.3	6.1
xx+1.3	**xx+1.1**	**xx.5**	**xx.3**	**7.3**	**7.1**	**6.5**	**6.3**
xx+1.5			xx.5	7.5			6.5
etc.			xx+1.1	8.1			7.1
etc.			xx+1.3	8.3			7.3
etc.			xx+1.5	8.5			7.5
			etc.	9.1			8.1
			etc.	9.3			8.3
			etc.	9.5	9.3	9.1	8.5
				10.1	9.5	9.3	9.1
				10.3	10.1	9.5	9.3
				10.5	10.3	10.1	9.5
				11.1	10.5	10.3	10.1
				11.3	11.1	10.5	10.3
				11.5	11.3	11.1	10.5
				12.1	11.5	11.3	11.1
				12.3	12.1	11.5	11.3
				12.5	12.3	12.1	11.5
				13.1	12.5	12.3	12.1
				13.3	13.1	12.5	12.3
				13.5	13.3	13.1	
				14.1	13.5	13.3	
				14.3	14.1	13.5	
				14.5	14.3	14.1	
				15.1	14.5	14.3	
				15.3	15.1	14.5	14.3
				15.5	15.3	15.1	14.5
				16.1	15.5	15.3	15.1
				16.3	16.1	15.5	15.3
				16.5	16.3	16.1	15.5
				17.1	16.5	16.3	16.1
				17.3	17.1	16.5	16.3
				17.5	17.3	17.1	16.5
				18.1	17.5	17.3	17.1

This is how the egg harvesting schedule is built up: **Every Mon, Wed, Fri,** you set up a new love cage and you harvest the eggs of the love cages set up the specified days before

Example: On Wednesday of week 7, you set up a new love cage and harvest the eggs from love cages set up on Monday of the same week and Friday and Wednesday of week 6

This is how the sheet will be hanging on the wall of your colony. This example starts on Monday of week 6 of the year

C1

Feeding schedule for nursery container in **Every day-Full capacity** setting. "xx" marks the calendar week. The "+1" indicates the following week, the "-1" indicated the previous week and "-2" the week before that, etc. The colours are related to an amount of feed in a certain ratio of chicken feed (CF) to water.

Appendix C1:

Date	Set-up	1 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	1 KG	1 KG	Dism.
xx.1	xx.1	xx-1.6	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.2	xx-2.7	xx-2.6	xx-2.5	xx-2.3	xx-2.1	xx-3.5
xx.2	xx.2	xx-1.7	xx-1.6	xx-1.4	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.7	xx-2.6	xx-2.4	xx-2.2	xx-3.6
xx.3	xx.3	xx.1	xx-1.7	xx-1.5	xx-1.4	xx-1.2	xx-1.1	xx-2.7	xx-2.5	xx-2.3	xx-3.7
xx.4	xx.4	xx.2	xx.1	xx-1.6	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.2	xx-1.1	xx-2.6	xx-2.4	xx-2.1
xx.5	xx.5							x-1.2	xx-2.7	xx-2.5	xx-2.2
xx.6	xx.6							x-1.3	xx-1.1	xx-2.6	xx-2.3
xx.7	xx.7							x-1.4	xx-1.2	xx-2.7	xx-2.4
xx+1.1	xx+1.1							x-1.5	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.5
xx+1.2	xx+1.2	xx.7	xx.6	xx.4	xx.3	xx.1	xx-1.7	xx-1.6	xx-1.4	xx-1.2	xx-2.6
etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.
etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.
6.1	6.1	5.6	5.5	5.3	5.2	4.7	4.6	4.5	4.3	4.1	3.5
6.2	6.2	5.7	5.6	5.4	5.3	5.1	4.7	4.6	4.4	4.2	3.6
6.3	6.3	6.1	5.7	5.5	5.4	5.2	5.1	4.7	4.5	4.3	3.7
6.4	6.4	6.2	6.1	5.6	5.5	5.3	5.2	5.1	4.6	4.4	4.1
6.5	6.5	6.3	6.2	5.7	5.6	5.4	5.3	5.2	4.7	4.5	4.2
6.6	6.6	6.4	6.3	6.1	5.7	5.5	5.4	5.3	5.1	4.6	4.3
6.7	6.7	6.5	6.4	6.2	6.1	5.6	5.5	5.4	5.2	4.7	4.4
7.1	7.1	6.6	6.5	6.3	6.2	5.7	5.6	5.5	5.3	5.1	4.5
7.2	7.2	6.7	6.6	6.4	6.3	6.1	5.7	5.6	5.4	5.2	4.6
7.3	7.3	7.1	6.7	6.5	6.4	6.2	6.1	5.7	5.5	5.3	4.7
7.4	7.4	7.2	7.1	6.6	6.5	6.3	6.2	6.1	5.6	5.4	5.1
7.5	7.5	7.3	7.2	6.7	6.6	6.4	6.3	6.2	5.7	5.5	5.2
7.6	7.6	7.4	7.3	7.1	6.7	6.5	6.4	6.3	6.1	5.6	5.3
7.7	7.7	7.5	7.4	7.2	7.1	6.6	6.5	6.4	6.2	5.7	5.4
8.1	8.1	7.6	7.5	7.3	7.2	6.7	6.6	6.5	6.3	6.1	5.5
8.2	8.2	7.7	7.6	7.4	7.3	7.1	6.7	6.6	6.4	6.2	5.6
8.3	8.3	8.1	7.7	7.5	7.4	7.2	7.1	6.7	6.5	6.3	5.6
8.4	8.4	8.2	8.1	7.6	7.5	7.3	7.2	7.1	6.6	6.4	5.6
8.5	8.5	8.3	8.2	7.7	7.6	7.4	7.3	7.2	6.7	6.5	5.6
8.6	8.6	8.4	8.3	8.1	7.7	7.5	7.4	7.3	7.1	6.6	5.6
8.7	8.7	8.5	8.4	8.2	8.1	7.6	7.5	7.4	7.2	6.7	6.4
9.1	9.1	8.6	8.5	8.3	8.2	7.7	7.6	7.5	7.3	7.1	6.5
9.2	9.2	8.7	8.6	8.4	8.3	8.1	7.7	7.6	7.4	7.2	6.6
9.3	9.3	9.1	8.7	8.5	8.4	8.2	8.1	7.7	7.5	7.3	6.7
9.4	9.4	9.2	9.1	8.6	8.5	8.3	8.2	8.1	7.6	7.4	7.1
9.5	9.5	9.3	9.2	8.7	8.6	8.4	8.3	8.2	7.7	7.5	7.2
9.6	9.6	9.4	9.3	9.1	8.7	8.5	8.4	8.3	8.1	7.6	7.3
9.7	9.7	9.5	9.4	9.2	9.1	8.6	8.5	8.4	8.2	7.7	7.4
10.1	10.1	9.6	9.5	9.3	9.2	8.7	8.6	8.5	8.3	8.1	7.5

This is how the feeding schedule for the nursery container is built up: **Every day,** you set up a new nursery container and feed the nursery containers whose date codes can be found in the same row with the corresponding amount and type of feed

This is how the sheet will be hanging on the wall of your colony.
This example starts on Monday of week 6 of the year

1 kg / 30% CF **2 kg / 30% CF** **2 kg / 15% CF** **1 kg Water**

C2

Feeding schedule for nursery container in **every day-half capacity** setting. "xx" marks the calendar week. The "+1" indicates the following week, the "-1" indicated the previous week and "-2" the week before that, etc. The colours are related to an amount of feed in a certain ratio of chicken feed (CF) to water

Appendix C2:

Date	Set-up	1 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	1 KG	1 KG	Dism.
xx.1			xx-1.5	xx-1.3	xx-1.2		xx-2.6	xx-2.4			xx-3.5
xx.2	xx.2	xx-1.7			xx-1.3	xx-1.1			xx-2.2	xx-3.7	
xx.3	xx.3		xx-1.7	xx-1.5		xx-1.2	xx-1.1	xx-2.6	xx-2.3		xx-3.7
xx.4	xx.4	xx.2			xx-1.5	xx-1.3	xx-1.2		xx-2.4	xx-2.2	
xx.5		xx.3	xx.2	xx-1.7			xx-1.3	xx-1.1		xx-2.3	xx-2.2
xx.6	xx.6	xx.4	xx.3		xx-1.7	xx-1.5		xx-1.2	xx-2.6	xx-2.4	xx-2.3
xx.7			xx.4	xx.2			xx-1.5	xx-1.3			xx-2.4
xx+1.1	xx+1.1	xx.6		xx.3	xx.2	xx-1.7			xx-1.1	xx-2.6	
xx+1.2	xx+1.2		xx.6	xx.4	xx.3		xx-1.7	xx-1.5	xx-1.2		xx-2.6
xx+1.3	xx+1.3	xx+1.1			xx.4	xx.2			xx-1.3	xx-1.1	
xx+1.4		xx+1.2	xx+1.1	xx.6		xx.3	xx.2	xx-1.7		xx-1.2	xx-1.1
xx+1.5	xx+1.5	xx+1.3	xx+1.2		xx.6	xx.4	xx.3		xx-1.5	xx-1.3	xx-1.2
xx+1.6								.2			xx-1.3
xx+1.7	xx+1.7							.3	xx-1.7	xx-1.5	
Xx+2.1								.4			xx-1.5
etc.	etc.							c.	etc.	etc.	etc.
6.1			5.5	5.3	5.2		4.6	4.4			3.5
6.2	6.2	5.7			5.3	5.1			4.2	3.7	
6.3	6.3		5.7	5.5		5.2	5.1	4.6	4.3		3.7
6.4	6.4	6.2			5.5	5.3	5.2		4.4	4.2	
6.5		6.3	6.2	5.7			5.3	5.1		4.3	4.2
6.6	6.6	6.4	6.3		5.7	5.5		5.2	4.6	4.4	4.3
6.7			6.4	6.2			5.5	5.3			4.4
7.1	7.1	6.6		6.3	6.2	5.7			5.1	4.6	
7.2	7.2		6.6	6.4	6.3		5.7	5.5	5.2		4.6
7.3	7.3	7.1			6.4	6.2			5.3	5.1	
7.4		7.2	7.1	6.6		6.3	6.2	5.7		5.2	5.1
7.5	7.5	7.3	7.2		6.6	6.4	6.3		5.5	5.3	
7.6			7.3	7.1			6.4	6.2			
7.7	7.7	7.5		7.2	7.1	6.6		6.3	5.7	5.5	
8.1			7.5	7.3	7.2		6.6	6.4			
8.2	8.2	7.7			7.3	7.1			6.2	5.7	
8.3	8.3		7.7	7.5		7.2	7.1	6.6	6.3		5.7
8.4	8.4	8.2			7.5	7.3	7.2		6.4	6.2	
8.5		8.3	8.2	7.7			7.3	7.1		6.3	6.2
8.6	8.6	8.4	8.3		7.7	7.5		7.2	6.6	6.4	6.3
8.7			8.4	8.2			7.5	7.3			6.4
9.1	9.1	8.6		8.3	8.2	7.7			7.1	6.6	
9.2	9.2		8.6	8.4	8.3		7.7	7.5	7.2		6 .6
9.3	9.3	9.1			8.4	8.2			7.3	7.1	

This is how the feeding schedule for the nursery container is built up: You set up a new nursery container and feed the nursery containers whose date codes can be found in the same row with the corresponding amount and type of feed

This is how the sheet will be hanging on the wall of your colony.
This example starts on Monday of week 6 of the year

1 kg / 30% CF **2 kg / 30% CF** **2 kg / 15% CF** **1 kg Water**

C3

Feeding schedule for nursery container in **Mon-Wed-Fri** setting. "xx" marks the calendar week. The "+1" indicates the following week, the "-1" indicated the previous week and "-2" the week before that, etc. The colours are related to an amount of feed in a certain ratio of chicken feed (CF) to water

Appendix C3:

Date	Set-up	1 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	2 KG	1 KG	Dism.
xx.1	xx.1	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.5	xx-2.3	xx-2.1	xx-3.5	xx-3.3	xx-3.1
xx.3	xx.3	xx.1	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.5	xx-2.3	xx-2.1	xx-3.5	xx-3.3
xx.5	xx.5	xx.3	xx.1	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.5	xx-2.3	xx-2.1	xx-3.5
xx+1.1	xx+1.1	xx.5	xx.3	xx.1	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.5	xx-2.3	xx-2.1
xx+1.3	xx+1.3	xx+1.1	xx.5	xx.3	xx.1	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.5	xx-2.3
xx+1.5	xx+1.5	xx+1.3	xx+1.1	xx.5	xx.3	xx.1	xx-1.5	xx-1.3	xx-1.1	xx-2.5
etc.	etc.							-1.5	xx-1.3	xx-1.1
etc.	etc.							.1	xx-1.5	xx-1.3
etc.	etc.							.3	xx.1	xx-1.5
etc.	etc.							.5	xx.3	xx.1
6.1	6.1	5.5	5.3	5.1	4.5	4.3	4.1	3.5	3.3	3.1
6.3	6.3	6.1	5.5	5.3	5.1	4.5	4.3	4.1	3.5	3.3
6.5	6.5	6.3	6.1	5.5	5.3	5.1	4.5	4.3	4.1	3.5
7.1	7.1	6.5	6.3	6.1	5.5	5.3	5.1	4.5	4.3	4.1
7.3	7.3	7.1	6.5	6.3	6.1	5.5	5.3	5.1	4.5	4.3
7.5	7.5	7.3	7.1	6.5	6.3	6.1	5.5	5.3	5.1	4.5
8.1	8.1	7.5	7.3	7.1	6.5	6.3	6.1	5.5	5.3	5.1
8.3	8.3	8.1	7.5	7.3	7.1	6.5	6.3	6.1	5.5	5.3
8.5	8.5	8.3	8.1	7.5	7.3	7.1	6.5	6.3	6.1	5.5
9.1	9.1	8.5	8.3	8.1	7.5	7.3	7.1	6.5	6.3	6.1
9.3	9.3	9.1	8.5	8.3	8.1	7.5	7.3	7.1	6.5	6.3
9.5	9.5	9.3	9.1	8.5	8.3	8.1	7.5	7.3	7.1	6.5
10.1	10.1	9.5	9.3	9.1	8.5	8.3	8.1	7.5	7.3	7.1
10.3	10.3	10.1	9.5	9.3	9.1	8.5	8.3	8.1	7.5	7.3
10.5	10.5	10.3	10.1	9.5	9.3	9.1	8.5	8.3	8.1	7.5
11.1	11.1	10.5	10.3	10.1	9.5	9.3	9.1	8.5	8.3	8.1
11.3	11.3	11.1	10.5	10.3	10.1	9.5	9.3	9.1	8.5	
11.5	11.5	11.3	11.1	10.5	10.3	10.1	9.5	9.3	9.1	
12.1	12.1	11.5	11.3	11.1	10.5	10.3	10.1	9.5	9.3	
12.3	12.3	12.1	11.5	11.3	11.1	10.5	10.3	10.1	9.5	
12.5	12.5	12.3	12.1	11.5	11.3	11.1	10.5	10.3	10.1	
13.1	13.1	12.5	12.3	12.1	11.5	11.3	11.1	10.5	10.3	10.1
13.3	13.3	13.1	12.5	12.3	12.1	11.5	11.3	11.1	10.5	10.3
13.5	13.5	13.3	13.1	12.5	12.3	12.1	11.5	11.3	11.1	10.5

This is how the feeding schedule for the nursery container is built up: You set up new nursery containers and feed the nursery containers whose date codes can be found in the same row with the corresponding amount and type of feed

This is how the sheet will be hanging on the wall of your colony.
This example starts on Monday of week 6 of the year

1 kg / 30% CF **2 kg / 30% CF** **2 kg / 15% CF** **1 kg Water**

D Appendix D:

Example of log sheet for daily data input of productivity parameters

Name responsible	Tina	Date code	12.2

Today's code

Egg Data

Data love cage	Mass empty eggies (g)	Mass full eggies (g)
12.2	242.3	–
	244.5	277.1
11.5	–	293.6

Date code of love cage managed

Weight of the new eggies placed in the love cage. Leave empty if love cage is dismantled today

Weight of the harvested eggies. Leave empty if love cage is set-up today

5-DOL Data

Date nursery box	# 5-DOL in 2 grams		Average	Total mass 5-DOL (g)	# 5-DOL
11.4	971	953	962	1,558	750,000

Total mass x Average : 2

Prepupal Data

Date nursery container	Mass pre-pupae (g)	Date nursery container	Mass pre-pupae (g)
10.6	113		
	145		
	67		
9.7	105		
Mass 200 PP (two samples from all PP)	1: 26.3 g	2: 25.5 g	Average: 25.9 g

Keeps track of the number of prepupae harvested from the nursery containers

Weight of random sample of 200 prepupae taken from today's pooled nursery container harvest

Prepupae in pupation box

Date of dark cage for pupation container	# of boxes	PP added per box today	Total PP
12.4	16	500	1500

Future date code of the dark cage that will be set up with these pupation containers

Cumulated prepupae per pupation container. See yesterday's log sheet for previous number

Love cage filling

Setting	Empty	1st setting	2nd setting	3rd setting	4th setting	5th setting	mass 20 flies
ID of dark cage		9.3	10.3	11.3			1.68 g
Mass of love cage	914	921	1,144	1,634			

IDs of dark cages to which the love cage is connected to

Weight of empty love cage (including hanger)

Cumulated weight love cage after every connection to a dark cage (including hanger)

s

D Appendix D:

Example of log sheet for daily data input of productivity parameters

Name responsible		Date code	

Egg Data

Data love cage	Mass empty eggies (g)	Mass full eggies (g)

5-DOL Data

Date nursery box	# 5-DOL in 2 grams		Average	Total mass 5-DOL (g)	# 5-DOL

Prepupal Data

Date nursery container	Mass pre-pupae (g)	Date nursery container	Mass pre-pupae (g)
Mass 200 PP (two samples from all PP)	1:	2:	Average:

Prepupae in pupation box

Date of dark cage for pupation container	# of boxes	PP added per box today	Total PP

Love cage filling

Setting	Empty	1st setting	2nd setting	3rd setting	4th setting	5th setting	mass 20 flies
ID of dark cage							
Mass of love cage							

Comments

Appendix E: Data monitoring sheet for BSF treatment unit

E

Date code of set-up	# crates	# 5-DOL/ crate	1st feeding	2nd feeding		3rd feeding		Harvest date code	End weight	Larval harvest	Comments
			Total mass (kg)	Date code	Total mass (kg)	Date code	Total mass (kg)		Total mass (kg)	Total mass (kg)	
7.1	36	10,000	180	7.5	180	8.1	180	8.6	367	40.2	100% fruit waste
7.2	36	10,000	180	7.6	180	8.2	180	8.7	184	59.8	20% PKM + 80% fruits

Total mass of waste fed to the pallet on the first day

Date code of harvest. Feeding and harvest dates can be determined from the beginning

Total weight of residue and larvae

Total weight of larvae

Appendix E: Master copy of data monitoring sheet for BSF treatment unit

Date code of set-up	# crates	# 5-DOL/ crate	1st feeding	2nd feeding		3rd feeding		Harvest date code	End weight	Larval harvest	Comments
			Total mass (kg)	Date code	Total mass (kg)	Date code	Total mass (kg)		Total mass (kg)	Total mass (kg)	

F

Appendix F:

Data monitoring sheet for biowaste receiving and pre-processing. Use different sheets for different waste sources/types (biowaste from market, household, restaurant, agro-industry, ...). The data rows regarding dewatering can be omitted when no dewatering takes place.

Waste source:

Date code	Initial weight of dewatering bin	Bin-1	Bin-2	Bin-3	Bin-4	Bin-5	...	Bin-n	Total
8.2	Shredded waste (kg)	42	45	36	38	42			566
	24 h dewatered (kg)	26	29	22	23	24			325
	48 h dewatered (kg)	21	22	16	17	19			246
	Shredded waste (kg)								
	24 h dewatered (kg)								
	48 h dewatered (kg)								
	Shredded waste (kg)								
	24 h dewatered (kg)								
	48 h dewatered (kg)								

Weight of dewatering bin after one day

Weight of dewatering bin after two days

G

Appendix G:

Lab log for measuring of dry matter in oven at 105°C

Date code	Description	Tray ID	Empty tray (g)	Wet weight and tray (g)	Dry weight and tray (g)
10.2	Dewatered waste	D	13.1	536.1	108.4
8.4	Residue	4	14.4	223.3	144.7
8.4	20 Larvae	%	3.13	6.45	4.20

Code of sample

ID of the tray. Is independent from its content and can thus be any number, sign or letter

Weight of empty tray (tare)

Weight of sample and tray **before** the drying

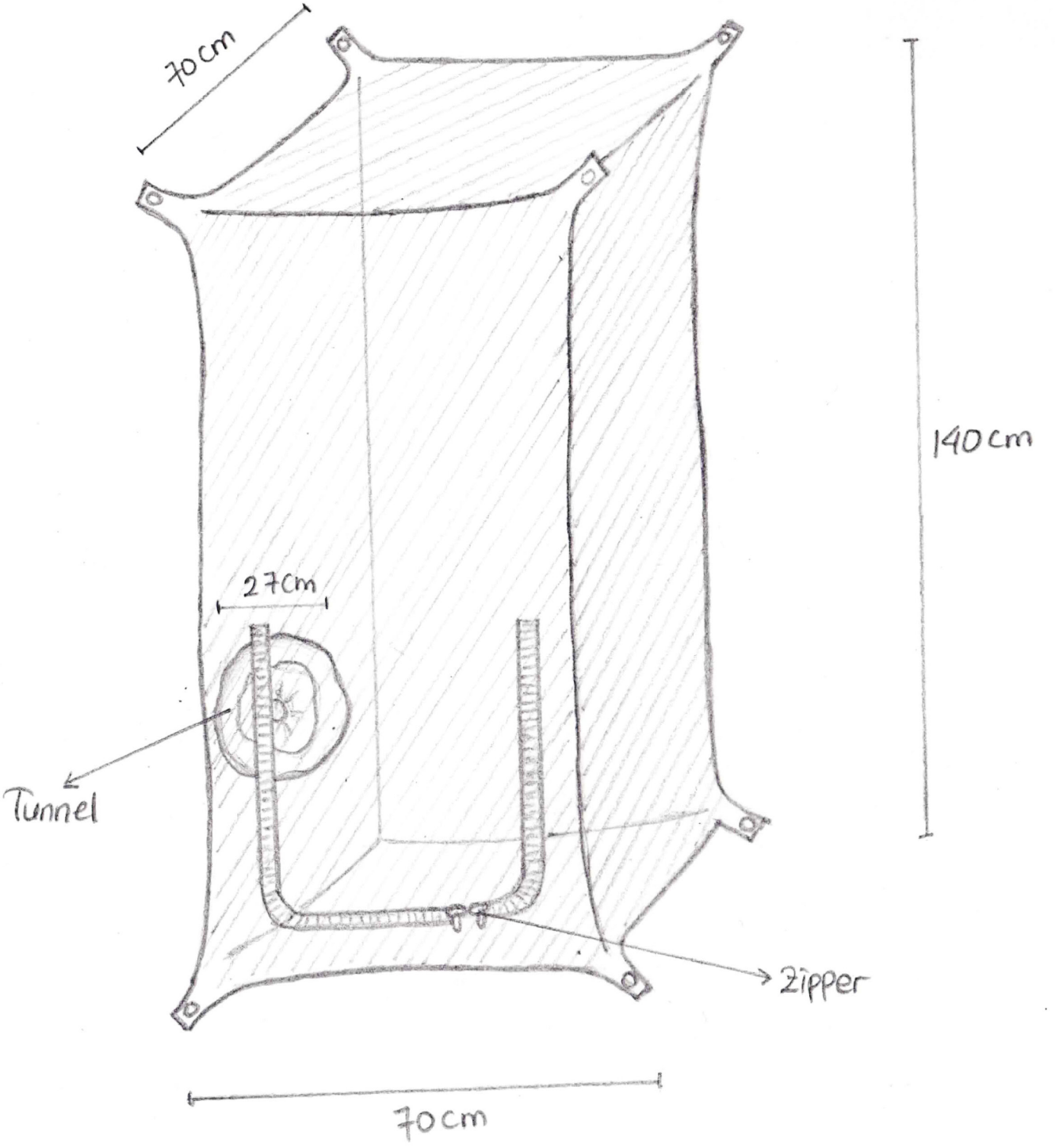
Weight of sample and tray **after** the drying

KERN
Max. 2000g d=0.01g
ON
OFF
2.00 g
TARE
esc
PRINT
NO
REF
YES
MODE
RE2
UNIT

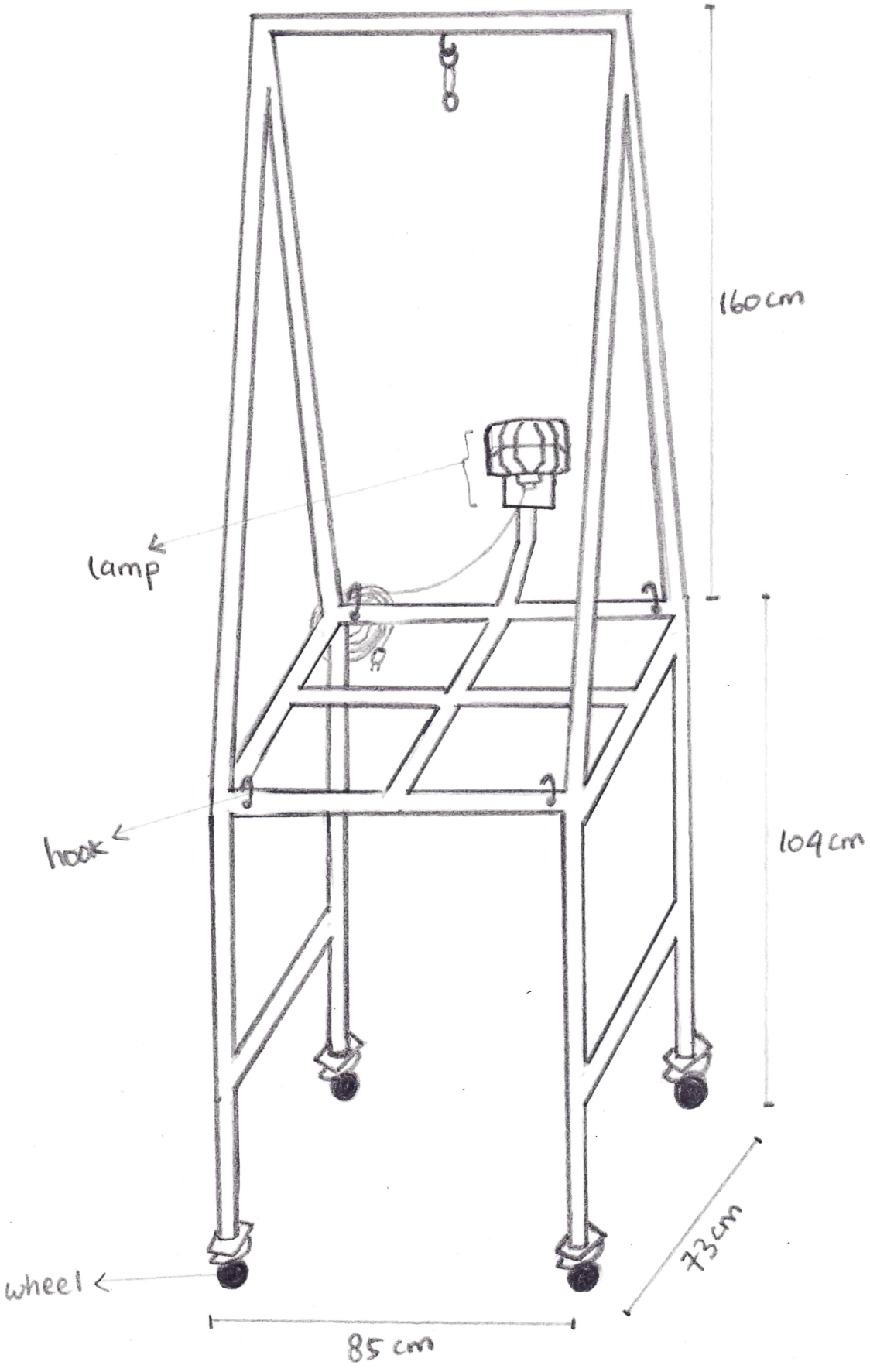
Chapter 5:

Blue Prints of Equipment

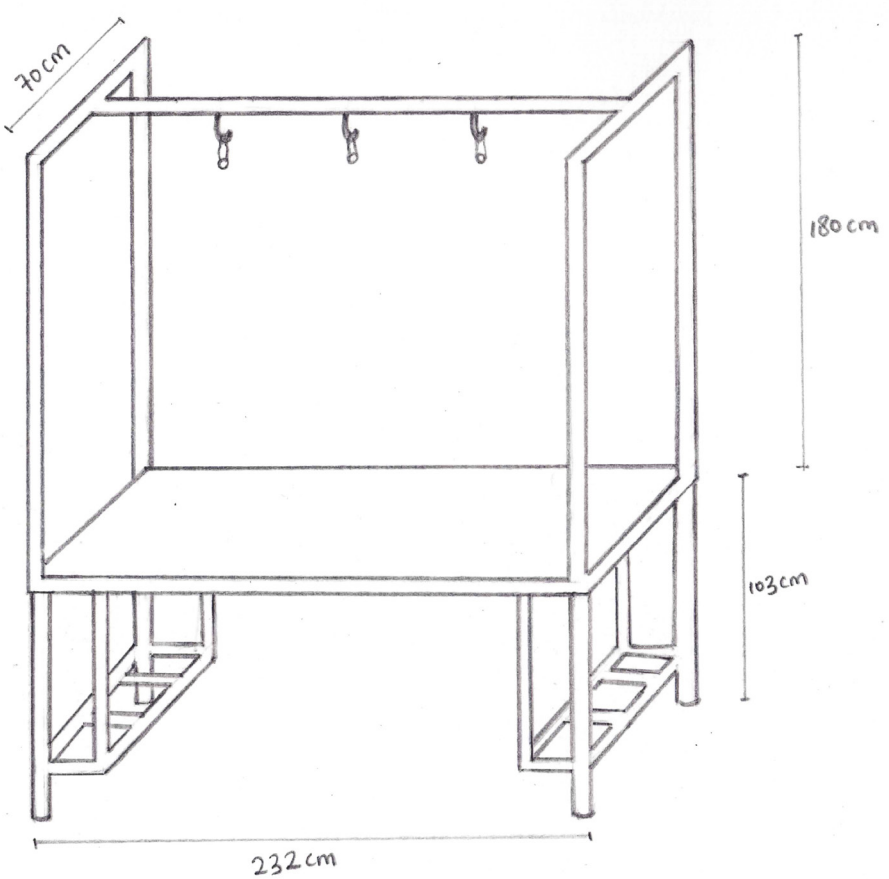
Blue print 1: **Love cage**



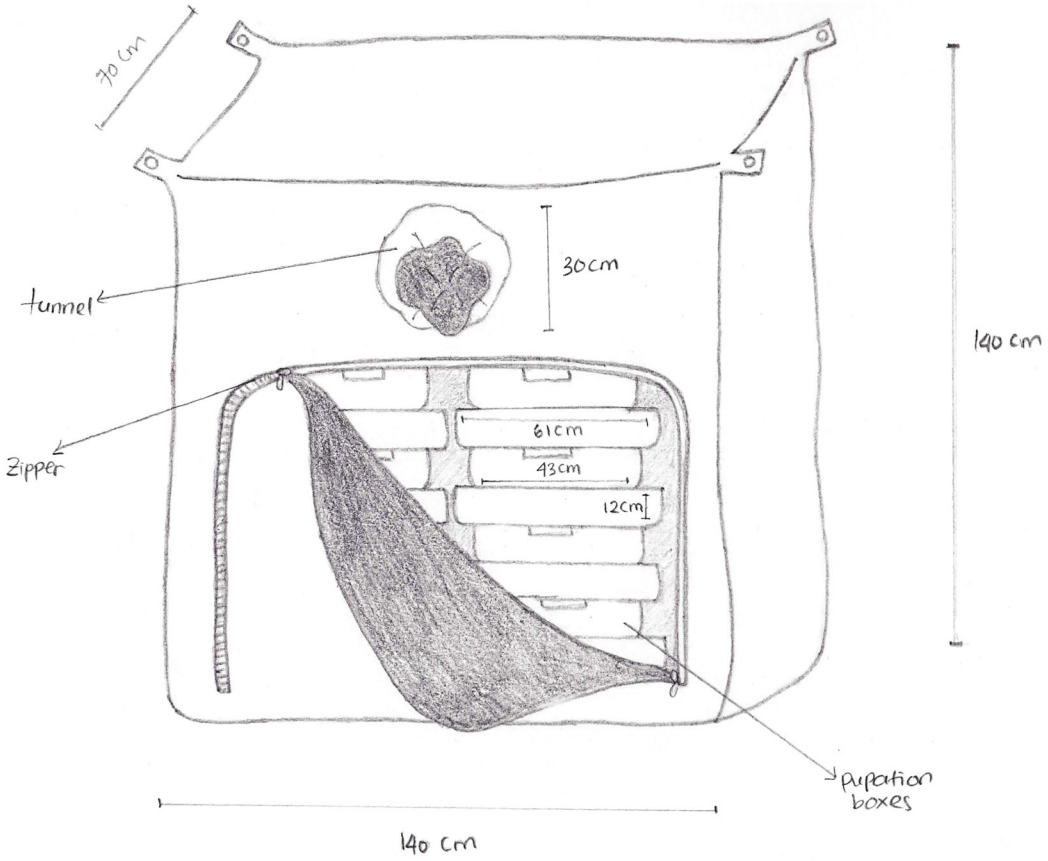
Blue print 2: **Mobile frame**



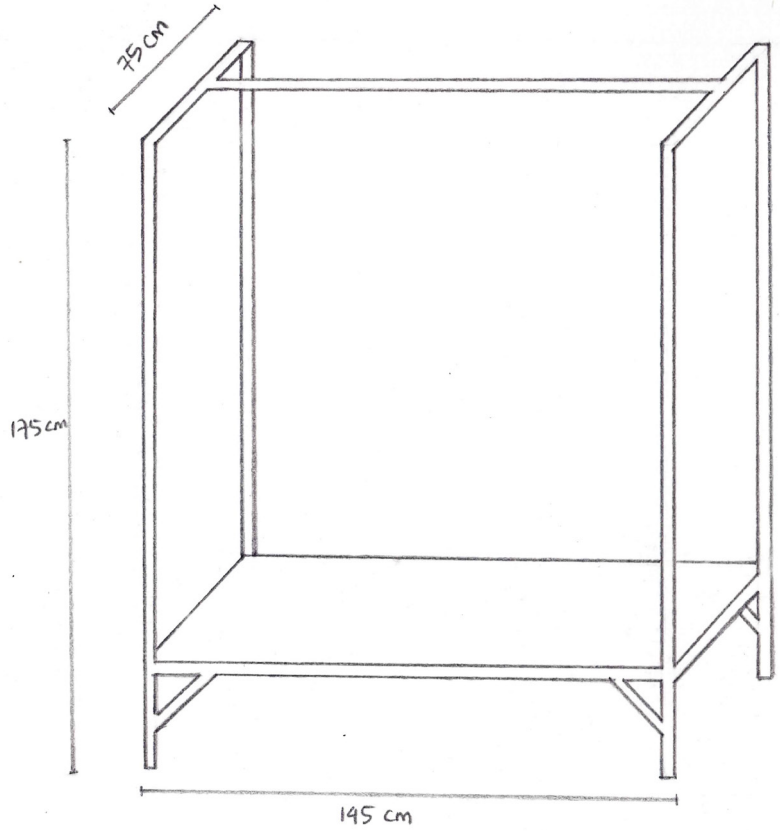
Blue print 3: **Love cage table**



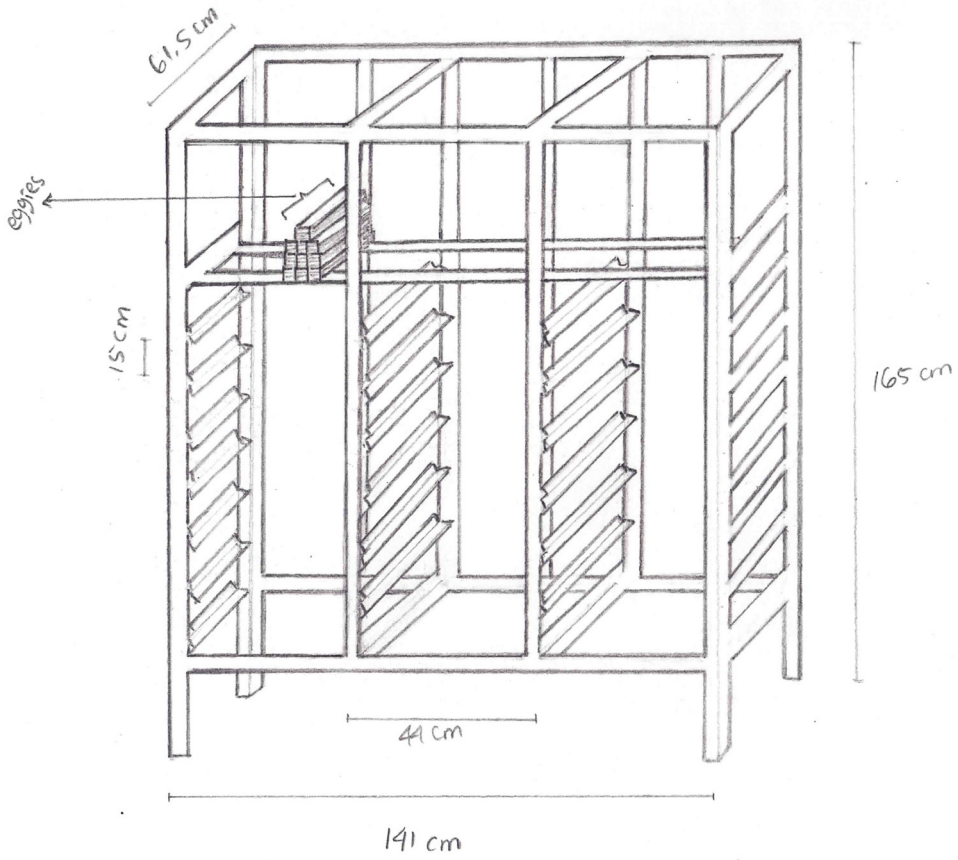
Blue print 4: **Dark cage**



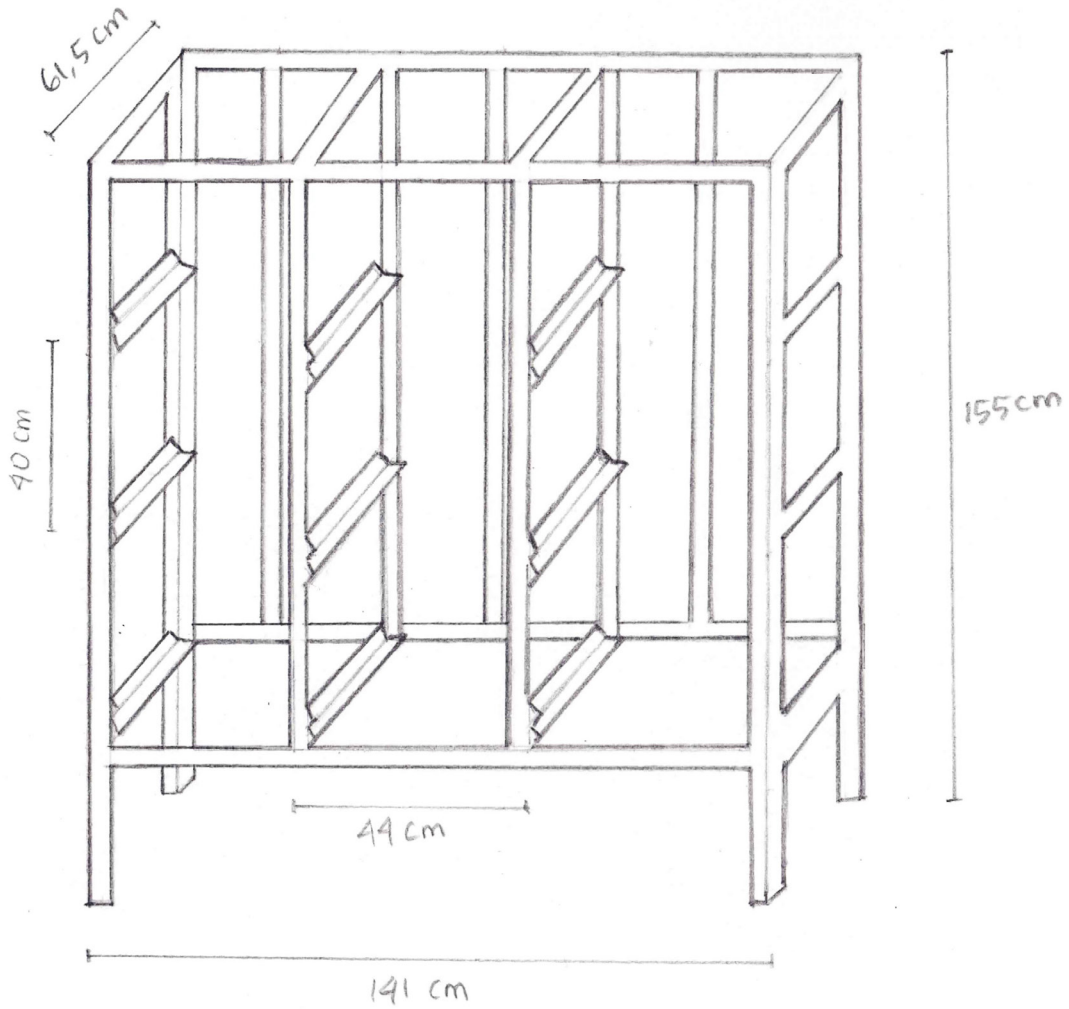
Blue print 5: **Dark cage table**



Blue print 6: **Hatchling shower rack**



Blue print 7: **Nursery container rack**



فصل ۶

مواد مورد نیاز تأسیسات پرورش مگس سرباز سیاه

۶٫۱ مواد برای واحد پرورش BSF

	مرجع در دستورالعمل‌ها	هر روز- کامل ظرفیت	هر روز- نصف ظرفیت	دوشنبه تا چهارشنبه- جمعه ظرفیت
مدیریت قفس عشق				
قفس عشق	R۱	۷	۴	۴
آویز قفس عشق	R۱	۷	۴	۴
میز قفس عشق	R۱	۲	۱	۱
ظرف جذاب یا فریبنده	R۱	۷	۴	۴
سبد سایه	R۱	۷	۴	۴
ظرف آب	R۱	۷	۴	۴
پارچهٔ نخی	R۱	۷	۴	۴
رسانه تخم ("تخم‌گاه")	R۱	۷	۴	۴
فریم قفس عشق موبایل	R۱	۱	۱	۱
نور جذب‌کننده	R۱	۱	۱	۱
چوب	R۱	۱	۱	۱
تلهٔ مورچه	R۱	۸	۴	۴
طناب رنگی (۷ رنگ مختلف)	R۵	۲۴	۱۶	۱۶
کلیپ اتصال دهنده	R۱	۴	۴	۴
مدیریت قفس عشق				
مدیریت قفس تاریک و پیش‌شفیره				
قفس تاریک	R۳	۷	۴	۴
فریم قفس تاریک	R۳	۶	۳	۳
ظرف شفیرگی	R۳، R۸	۱۲۸	۶۴	۶۴
تلهٔ مورچه	R۳	۲۴	۱۲	۱۲
بستر شفیرگی (مواد شبیه خاک)	R۸	۸۰ کیلوگرم در هفته	۴۰ کیلوگرم در هفته	۴۰ کیلوگرم در هفته
مدیریت تخم و DOL-۵				
قفسه فلزی و طاقچه یا دوش نورسیده‌ها	R۵	۱	۱	۱
ظرف نورسیده‌ها	R۵	۲۴	۱۲	۱۲
غربال (اندازه مش ۱ میلی متر)	R۶	۲	۲	۲
فنجان برای قسمت‌های DOL-۵	R۶	۳۶	۳۶	۳۶
مدیریت پرورشگاه				
ظرف پرورش	R۷	۲۰	۱۰	۱۰
ظرف انتقال	R۷	۲۰	۱۰	۱۰
قفسهٔ ظروف پرورش	R۷	۲	۱	۱
تجهیزات و ابزار آزمایشگاه عمومی				
لباس محافظ (دستکش، ماسک، کت)	همیشه	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده
بالانس (ترازوی) دقیق (۲ کیلوگرم، ۰/۰۱ گرم)	R۱، R۵، R۶، R۷، R۸	۲	۱	۱
ترازوی فله (۱۵ کیلوگرم، ۰/۵ گرم)	R۵، R۶، R۷، R۸	۱	۱	۱
موچین	R۶، R۸	۴	۲	۲
شمارندهٔ کلیکی	R۶، R۸	۲	۱	۱
ماشین حساب	R۶، R۸	۲	۲	۲
چسب نواری پوشاننده	R۱، R۳، R۵، R۷، R۸	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده
مارکر	R۱، R۳، R۵، R۷، R۸	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده

قاشق، قاشق و قاشق	همه جا	۳	۲	۲
جار، بیکر و کاسه	همه جا	۶	۶	۶
شیشهٔ پلاستیکی با قطعات چوب پنبه	R1	۱	۱	۱
سطل گرد و غبار، ظرف گرد و غبار و برس	همه جا	۳	۲	۲

ماشین آلات				
میکسر بتن	R۸	۱	۱	۱
واشر فشار قوی	R۲، R۴، R۶، R۷	۱	۱	۱
ماشین لباسشویی	R۲، R۴	۱	۱	۱
مواد مصرفی, هر هفته				
خوراک مرغ (کیلوگرم)	R۵، R۷	۲۵/۲	۱۲/۶	۱۴/۴
کوکوپیت (کیلوگرم)	R۵، R۷	۱	۰/۵	۰/۵
آب (l)	همه جا	۱۵۰۰	۸۰۰	۸۰۰
کمپوست بالغ/مواد شبیه زمین (کیلوگرم)	R۸	۸۰	۴۰	۴۰
اتیل استات (میلی لیتر)	R۱	۲	۱	۱
محلول الکل ۹۵ ٪ (میلی لیتر)	همه جا	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰
پاک‌کننده (میلی لیتر)	همه جا	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰

۶.۲ مواد برای واحد پردازش زباله BSF

	مرجع در دستورالعمل‌ها	هر روز- کامل ظرفیت	هر روز- نصف ظرفیت	دوشنبه تا چهارشنبه- جمعه ظرفیت
دریافت و پیش‌پردازش زباله				
سطل یا سایر ظروف نگهداری زباله	W۱، W۲	۱۳۰	۶۵	۶۵
سطل آب زدایی	W۲	۱۳۰	۶۵	۶۵
پارچه پنبه ای	W۲	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰
قاب پلاستیکی برای آبگیری	W۲	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تصفیه زباله				
جعبه تبدیل ("Larvero")	T۱	۲,۸۰۸	۱,۴۰۴	۱,۴۰۴
فریم فلزی	T۱	۴۶۸	۲۳۴	۲۳۴
پالت	T۱	۷۸	۳۹	۳۹
برداشت				
غربال	H۱	۶۰	۳۰	۳۰
ظرف برداشت	H۱	۱۲	۶	۶
سطل	H۱	۱۲	۶	۶
ظرف خشک کن	H۱	۶	۳	۳
غربال تکان دهنده (اندازه مش ۳-۵ میلی متر)	H۱	۱	۱	۱
پس از درمان				
اجاق گاز	ص۱	۱	۱	۱
قابلمه پخت و پز	ص۱	۱	۱	۱
میز خشک کن	ص۱	۶	۳	۳
تجهیزات و ابزار آزمایشگاه عمومی				
لباس محافظ (دستکش، ماسک، کت)	همیشه	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده
بالانس یا ترازوی دقیق (۲ کیلوگرم، ۰/۰۱ گرم)	T۱، H۱	۲	۱	۱
ترازوی فله (۱۵۰ کیلوگرم، ۵۰ گرم)	W۱، W۲، T۱، H۱	۴	۲	۲
خشک‌کردن با اجاق گاز	T۱، H۱	۱	۱	۱
ماشین حساب	همه جا	۲	۱	۱
نوار نقاب	همه جا	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده
فنجان آلومینیومی / پان	T۱، H۱	۶۰	۳۰	۳۰
مارکر	همه جا	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده
بیلک، اسکوپ و قاشق	همه جا	۶	۳	۳
بانکه پلاستیکی با چوب‌پنبه	همه جا	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده
سطل گرد و غبار، ظرف گرد و غبار و برس	همه جا	ذخیره شده	ذخیره شده	ذخیره شده

ماشین آلات				
خرد کن	W۱	۱	۱	۱
دستگاه فشار قوی	همه جا	۲	۱	۱
واگن برقی پالت	T۱	۲	۱	۱
مواد مصرفی, هر هفته				
DOL (x۱, ۰۰۰)-۵	T۱	۱۴,۰۰۰	۷,۰۰۰	۷,۰۰۰
کوکوپیت (کیلوگرم)	H۱	۲	۱	۱
آب (l)	همه جا	۲,۰۰۰	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰
گاز (l)	ص۱	۴۲	۲۱	۲۱
محلول الکل ۹۵٪	همه جا	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰
مواد پاک کننده	همه جا	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰