In the name of God

University of Maragheh

Faculty of Basic Sciences

Department of Biology

Biosafety in Biological Laboratories

By: Dr. Zohreh Jahanafrooz

۱. بهداشت:

بهداشت (Health) که در برخی به آن «سلامت» نیز اطلاق می‌شود بر ارتقای سلامتی جسمی و روانی، پیشگیری از بیماری‌ها و امراض مرتبط با شغل و رسیدگی به خطرات موجود یا احتمالی در محل کار که ممکن است بر سلامت کارکنان تأثیر بگذارد، تمرکز دارد. این مولفه شامل اقداماتی مانند توجه به ارگونومی، برنامه‌های سلامتی= و بهداشت، و نظارت بر سلامت شغلی می‌شود.

۲. ایمنی:

هدف از اقدامات ایمنی جلوگیری از حوادث، جراحات و تلفات در محل کار است. این مولفه شامل اجرای شیوه‌نامه‌های ایمنی، انجام ارزیابی ریسک، ارائه آموزش‌های مناسب و حفظ شرایط کار به صورت ایمن است.

۳. محیط‌زیست:

محیط زیست به حفاظت و صیانت از محیط طبیعی اطراف محل کار اشاره دارد. این مولفه شامل به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی، مدیریت زباله‌ها، حفظ منابع طبیعی و رعایت مقررات زیست محیطی است.

طراحی
ساخت
انتخاب
بهره برداری
آب و هوا
اقتصاد
تجهیزات و
مواد
نقص– خطا– شکست– سوء
استفاده
عوامل ایجاد کننده حوادث
انسان
طراحی–نظارت– بهره
برداری–تصمیم گیری
محیط
آب و هوایی– اجتماعی–
اقتصادی
فرهنگ و اجتماعی
ارزش های سازمانی
عقب ماندگی تکنولوژ
فرسودگی تجهیزات
ریسک پذیری
فرهنگ
اقتصاد
اولویت تولید

Explosive
Extremely flammable
Highly flammable
Corrosive
Oxidizing
قابل انفجار
بشدت قابل اشتعال
قابلیت اشتعال زیاد
خورنده
اکسید کننده

Toxic
Very Toxic
Harmful
Irritant
Dangerous for the environment
سمی
خیلی سمی
مضر
تحریک کننده
خطرناک برای محیط زیست

سطوح ایمنی آزمایشگاه‌های زیستی :

آزمایشگاه‌های زیستی از نظر امکانات و تجهیزات به چهار دسته ایمنی تقسیم می‌شود:

۱.سطح یک ایمنی ابتدایی. ۲.سطح دو ایمنی ابتدایی.۳. سطح سه ایمنی. ۴.بالاترین سطح محدودسازی یا سطح ۴ ایمنی.

این سطوح با توجه به ساختار، نحوه طراحی، امکانات، تجهیزات و نوع فرایندهای قابل انجام بر روی ارگانیسم‌های مختلف تعیین می شوند.

گروه خطر ۱	میکروارگانیسم‌هایی که برای انسان و حیوانات بیماری‌زایی ندارند.
گروه خطر ۲	پاتوژن‌هایی که معمولا سبب بیماری‌های انسانی و حیوانی شده ولی خطرات جدی برای کارکنان آزمایشگاه یا محیط زیست ایجاد نمی‌کنند.
گروه خطر ۳	پاتوژن‌هایی که سبب بیماری‌های شدید و خطرناک در انسان و حیوان می‌شوند ولی قابل انتقال به سایر افراد نیستند.
گروه خطر ۴	پاتوژن‌هایی که سبب بیماری‌های خطرناک انسانی و حیوانی می‌شوند و به سادگی از یک فرد به سایر افراد منتقل می‌شوند.

- سطح یک ایمنی زیستی (آزمایشگاه پایه):

این آزمایشگاه‌ها برای کار با میکروارگانیسم‌های کاملا شناخته شده که دارای خطرات بسیار اندک بوده و یا کاملا بی‌خطرند تجهیز شده‌اند. این آزمایشگاه‌ها دارای مشخصات زیر می باشد:

۱) از سایر بخش‌های ساختمان جدا نشده‌اند.

۲) دارای پیپت‌های مکانیکی هستند و کشیدن مایعات با دهان ممنوع است.

۳) اکثر کارها با حفظ استانداردهای اولیه مانند استفاده از روپوش و دستکش، بر روی میز انجام می‌شود.

۴) هودهای زیستی برای انجام کار با نمونه‌های عفونت‌زا و کارهایی که سبب تولید آیروسول‌ها می‌شوند مانند خرد کردن بافت ، شیک کردن، سونیکاسیون و باز کردن ظروفی که فشار درون آنها کمتر است، استفاده می‌شود.

۵) اتوکلاو و وسایل استریل‌ساز موجود می‌باشد.

- سطح دو ایمنی زیستی (آزمایشگاه پایه):

این آزمایشگاه‌ها برای کار با ارگانیسم‌های بیماری‌زایی تجهیز می‌شود که راه‌های درمانی و همچنین واکسن جهت پیشگیری از ابتلا به آن‌ها موجود می باشد. به عنوان مثال در این آزمایشگاه‌ها می‌توان با بافت‌ها و مایعات بدن انسان، *آدنوویروس‌ها*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سودوموناس آئروژینوزا*، عوامل عفونت هایی مانند ویروس هپاتیت BوC کار کرد.

۱) اکثر کارها بر روی میزهای آزمایشگاهی انجام می‌گیرد.

۲) در صورتی که کار بر روی نمونه، سبب ایجاد آیروسول شده یا استریل ماندن نمونه مهم باشد از هودهای زیستی استفاده می‌شود.

۳) افراد مشغول به کار در این آزمایشگاه‌ها باید از خطرات کار با ارگانیسم‌های موجود و نحوه کار با آن کاملاً اطلاع داشته و آموزش‌های لازم را دیده باشند.

۴) ورود حیوانات و گیاهانی که در ارتباط با تحقیق در حال انجام نیستند به آزمایشگاه ممنوع است.

۵) در صورتی که هنگام کار، قطرات به اطراف پرتاب می‌شود بایستی از عینک ویا ماسک صورت استفاده نمود.

۶) کار با وسایل تیز و برنده با احتیاط بسیار زیاد انجام می‌شود.

۷) این آزمایشگاه مجهز به اتوکلاو و دستگاه چشم شوی هستند .

- سطح ۳ ایمنی زیستی (آزمایشگاه‌های محدود شده):

این آزمایشگاه‌ها جهت کار با میکروارگانیسم‌های گروه خطر ۳ یا حجم زیادی از میکروارگانیسم‌های گروه خطر ۲ می باشد. میکروارگانیسم‌های بومی و ناشناخته یا عوامل عفونت‌زایی که از راه تنفسی منتقل می‌شود و ممکن است بیماری‌های کشنده یا بسیار جدی ایجاد نمایند، بایستی در این آزمایشگاه‌ها مورد مطالعه قرار گیرند .

به عنوان مثال *مایکوباکتریوم توبرکلوزیس*، *کوکسیلا بورنتی* و...در این دسته قرار می‌گیرند.

۱) این آزمایشگاه‌ها از سایر راهروهای ساختمان جدا شده‌اند به طوری که رفت‌وآمد افراد و جریان هوای کمتری وجود داشته باشد. به عنوان مثال ممکن است در انتهای راهروها قرار داشته یا دارای دو درب ورود و خروج می‌باشند.

۲) قبل از ورود به فضای اصلی آزمایشگاه باید لباس‌های آلوده را با لباس‌های تمیز تعویض نمود.

۳) دیوارها ،کف و درها مقاوم به آب هستند و به طور مرتب ضدعفونی می‌شوند.

۴) پنجره‌ها همواره بسته است و منفذی به بیرون ندارد.

۵) دارای اتوکلاو برای استریل‌سازی مواد آلوده می باشند.

۶) کلیه کارها زیر هود انجام می‌شود.

۷) زباله‌ها قبل از خروج، آلودگی‌زدایی می‌شوند.

۸) شیر دستشویی موجود در این آزمایشگاه‌ها باید به صورت اتوماتیک کنترل شده و نزدیک به درب خروجی باشد.

۹) تمام افراد قبل از شروع به کار، آزمون‌های پزشکی کامل را می‌گذراند و به طور مرتب از نظر سلامت کنترل می‌شوند.

- سطح ۴ ایمنی زیستی (آزمایشگاه ها با محدودیت حداکثر):

در این آزمایشگاه، بیشترین ایمنی فراهم می‌شود و خطرات را بسیار محدود می‌سازند. عوامل به شدت عفونت‌زا و کشنده، عوامل بسیار مهاجم تنفسی، عوامل بیماری‌زایی که راه انتقالشان شناخته نشده و عواملی که هیچ واکسن و راه درمانی ندارند، در این آزمایشگاه‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرند .

ابولا، ویروس Sin Nomber و عامل تب Rift Valley از جمله این میکروارگانیسم‌ها هستند. علاوه بر مشخصات آزمایشگاه‌های ایمنی سطح ۳، این آزمایشگاه‌ها باید معیارهای زیر را رعایت نمایند:

۱) این آزمایشگاه‌ها از سایر نقاط ساختمان جدا هستند.

۲) ورود و خروج افراد کاملاً کنترل می‌شود.

۳) قبل از درب اصلی آزمایشگاه، حداقل دو درب دیگر وجود دارد و هودهای بیولوژیک در داخل چنین فضایی قرار می‌گیرند.

۴) برای کارکنان چنین آزمایشگاه‌های دوش در نظر گرفته شده که بین درهای ورودی قرار می‌گیرد.

۵) اتوکلاو این آزمایشگاه‌ها دارای دو در می باشد که مواد و وسایل مورد نیاز از خارج آزمایشگاه وارد اتوکلاو و وقتی که در بخش خارجی بسته بود، کارکنان درب داخلی را باز کرده و وسایل را برمی‌دارند.

۶) لباس‌های کارکنان این آزمایشگاه‌ها با سایرین متفاوت است و از ماسک‌های تنفسی خاصی استفاده می‌کند.

۷) تمام زباله‌ها و پساب آزمایشگاهی، قبل از خروج، آلودگی زدایی می‌شوند.

ایمنی کار با برخی تجهیزات آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی

چگونه می‌توان از آلوده شدن میکروسکوپ جلوگیری کرد؟

- همیشه سعی کنید دهانه‌ی لوله‌های چشمی (binocular tubes)را با کاور بپوشانید تا گرد و غبار به داخل آن نفوذ نکند. در صورتی که شرکت تولید کننده، کاور محافظ را به همراه میکروسکوپ ارائه نکرده است، می‌توانید از فویل آلومینیوم برای پوشاندن لوله‌های چشمی استفاده نمایید.
- بهترین روش برای جلوگیری از تجمع گرد و غبار این است که ابتدا میکروسکوپ را با دو کیسه پلاستیکی بپوشانید و سپس کاور مخصوص را روی آن بکشید.
- دقت داشته باشید که میکروسکوپ هرگز نباید در موقعیتی قرار گیرد که با بخارات اسیدی یا قلیایی در تماس باشد.
- زمانی که از میکروسکوپ استفاده نمی‌کنید، حتما آن را با کاور بپوشانید.
- کاورهایی که از مواد نرم و منعطف و بدون پرز ساخته شده‌اند، گرد و غبار را کمتر جذب می‌کنند.

چگونه از بروز آلودگی قارچی میکروسکوپ جلوگیری کنیم؟

راه موثر برای جلوگیری از آسیب قارچی به اجزای نوری میکروسکوپ، در وهله اول جلوگیری از رشد آن است. آسپرژیلوس (نوعی قارچ) یکی از منابع اصلی آلودگی لنزهای میکروسکوپ است .میکروسکوپ‌ها، به ویژه آن‌هایی که در مناطق گرمسیری مورد استفاده قرار می‌گیرند، ممکن است توسط قارچ‌ها آلوده شوند. اگرچه بیش از ۱۰۰/۰۰۰ گونه قارچ وجود دارد، اما گونه‌های آسپرژیلوس بیش‌ترین منبع آلودگی قارچی و آسیب دیدن لنزهای میکروسکوپ هستند. شرایط بهینه برای رشد قارچ‌ها درجه حرارت نسبتاً بالا و رطوبت زیاد است، اما گونه‌های آسپرژیلوس در مقایسه با بیش‌تر قارچ‌ها با سطوح دارای رطوبت کم نیز سازگار هستند.

- برای جلوگیری از ایجاد قارچ روی سطوح میکروسکوپ، سعی کنید رطوبت و دمای اتاق را کاهش داده و از تهویه مناسب استفاده کنید.
- با نصب یک لامپ مادون قرمز در بالای میکروسکوپ (در حداقل فاصله ۱۵۰ سانتی‌متری) می‌توان میزان آلودگی قارچی را کاهش دهید.

نکته‌ی حائز اهمیت این است که قارچ‌هایی که روی سطوح شیشه‌ای رشد می‌کنند، فاقد ریشه هستند و می‌توان آن ها را از روی سطوح پاک کرد. اما متأسفانه، بقایای باقی مانده روی لنز، باعث اختلال در عملکرد آن شده و ممکن است کاربر مجبور به تعویض لنز شود.

نکات ایمنی جهت کار با هودهای زیستی

- جریان هوای ورودی به داخل هود می تواند در اثر حرکات، رفت و آمدهای افراد نزدیک به هود، باز و بسته شدن درها و پنجره های باز، مختل شده یا با سرعت بیشتری وارد محفظه کاری شود .بنابراین محل قرارگیری هودها در آزمایشگاه باید در محلی با رفت و آمد اندک و دور از جریانهای شدید هوا باشد.
- اطراف و فضای بالای هود باید به اندازه ۳۵-۳۰ سانتی متر خالی باشد تا جریان هوا به آسانی انجام گیرد.
- هنگام کار با هود، دستها باید تا آرنج در داخل محفظه قرار بگیرد.
- باید دستها را به آرامی به داخل محفظه وارد کرده و به آرامی از آن خارج نمود.
- کار با نمونه باید حدود 1 دقیقه بعد از وارد نمودن دستها آغاز شود تا جریان هوای داخل هود به حالت طبیعی برگردد.
- وسایل و مواد کار ز قبل زیر محفظه هود قرار داده شوند تا پس از شروع دستورزی نمونه، حداقل دفعات ورود و خروج به هود انجام گیرد.

- قبل از وارد کردن وسایل به محفظه هود باید سطح آنها را با الکل % 70 ضدعفونی نمود.
- در صورت کار با مایعات آلوده مانند نمونه های خون بهتر است سطح زیر هود با لایه های جاذب استریل پوشانده شود تا درصورت پاشیدن نمونه به اطراف، آلودگی سطوح کاهش یابد.
- بهتر است وسایل، در نقاط دورتر و سمت عقب هود قرار داده شوند تا جریان هوا از شکاف ورودی مختل نشود.
- یک ظرف مخصوص مواد زاید و پسمانهای بیولوژیک باید داخل محفظه قرار بگیرد تا جهت دور ریختن ضایعات ورود و خروج کمتری به داخل هود انجام شود.
– به طور مرتب سطح لامپ UV موجود در هودها با یک دستمال تمیز شود تا غبار و ذرات نشسته بر سطح لامپ مانع تابش مناسب اشعه نشود.
– شدت تابش UV باید به طور مرتب کنترل شود.
- در صورت روشن بودن هود نباید از شعله روشن استفاده کرد زیرا علاوه بر ایجاد اختلال در جریان هوا ممکنست سبب تولید گازهای خطرناک در حضور برخی مواد شیمیایی شود.
- در صورت ریختن مواد آلوده بر سطح هود، بایستی بلافاصله سطح را با یک ضد عفونی کننده مناسب تمیز نمود و سپس وسایل یا لایه های جاذب آلوده شده را اتوکلاو کرد.

- پس از اتمام کار، تمام وسایل و محیط های کشت از محفظه هود خارج شوند .هود محل نگهداری وسایل و مواد بیولوژیک نمی باشد.

-قبل و بعد از استفاده از هود، سطح کار با الکل % 70 تمیز شود.

- در پایان یک روز کاری باید تمام سطوح هود همچنین پشت و جلوی شیشه را با الکل % 70 یا مایع سفید کننده رقیق شده ۱۰٪ ضد عفونی کرد .چنانچه برای پاکسازی نهایی از مایع سفید کننده استفاده می شود، باید سطوح را با یک دستمال جاذب کاملا خشک نمود.

- لازمست 5 دقیقه بعد از اتمام کار، هود را روشن بگذارید.

- در صورت آلوده شدن فیلتر، باید آنرا تعویض نمود اما قبل از آن عملیات ضدعفونی کردن توسط پرسنل مجرب با استفاده از فرمالدهید انجام گیرد.

- هنگام کار با هود روپوش آزمایشگاهی پوشیده شود .در صورت نیاز باید از دستکش نیز استفاده گردد.

هود لامینار

این نوع هودها که به طور معمول جهت کشت سلولهای یوکاریوت استفاده می شوند، به هیچ عنوان کارکنان یا فضای آزمایشگاه را حفاظت نمی کنند .در این نوع هودها جریان پاکیزه ای از هوا به صورت افقی و گاه عمودی از داخل به خارج می وزد و سبب حفاظت قابل توجه نمونه از آلوده شدن می گردد .هنگام کار با این هودها بهتر است به نکات زیر توجه شود:

-از کارکردن با مواد شیمیایی یا زیستی خطرناک خودداری شود.

-آیروسل ها و ذرات تولید شده توسط یک نمونه آلوده، مستقیما به فرد یا محیط آزمایشگاه منتقل می گردند.

-ذرات آلرژن و آیروسل های عفونت زا ایجاد شده توسط کشت های سلولی ممکنست سبب آلودگی افراد شوند.

اتوکلاو

اتوکلاو وسیله ای برای ضدعفونی کردن وسایل و مواد است که در دما و فشار بالا کار می کند .چنانچه اصول ایمنی کار با این وسیله رعایت نگردد، ممکنست خطرآفرین باشد.

- تمام دریچه ها را قبل از روشن کردن اتوکلاو کنترل کنید تا در وضعیت مناسب قرار داشته باشند.
- موادی که بسیارسریع تبخیر شده (اتانول، کلروفرم) ویا قابل اشتعال هستند را نباید اتوکلاو کرد.
- اتوکلاو نمودن مواد خورنده (اسیدها و بازها، فنل)، حلال ها و مواد رادیواکتیو ممنوع است.
- موادی که اتوکلاو می شوند بایست در ظروفی قرار داده شوند که انتقال بخار و حرارت ممکن باشد.
- چنانچه ظرف حاوی ماده، درب دار است درب آن شل بسته شود.
- بین وسایل به قدر کافی فضا وجود داشته باشد تا تبادل بخار به خوبی رخ دهد.
- درب اتوکلاو به کمک پیچ های موجود سفت و محکم شود اما نباید آنها را بیش از حد محکم نمود.
- پس از اتمام اتوکلاو تا زمانیکه فشار بالاست و یا دما بالاتر از 80 درجه سانتیگراد است نباید به هیچ وجه درب اتوکلاو را باز نمود.
- بخار اتوکلاو باید به تدریج و به آرامی خارج شود این امر به خصوص زمانیکه مایعات اتوکلاو شده اند دارای اهمیت است .حرارت بالا سبب جوشیدن مایعات می شود و باز کردن ناگهانی درب یا خارج کردن سریع بخار می تواند سبب سرریز شدن مایعات در حال جوش شود.
- هنگام باز کردن اتوکلاو، حتی زمانیکه دمای آن پایین تر از 80 درجه سانتیگراد است باید از دستکش و عینک مناسب استفاده نمود.
- صحت کار اتوکلاو و قدرت ضدعفونی کردن آن باید به طور مرتب کنترل شود.

نیتروژن مایع

نیتروژن مایع دارای نقطه جوش منهای ۱۹۶ درجه می باشد و در تماس با پوست می تواند سبب یخ زدگی، سوختگی و حتی زخمهای ناشی از سرما شود .علیرغم ماهیت غیر سمی و خنثی نیتروژن، تنفس بخار آن می تواند سبب کاهش اکسیژن رسانی، سرگیجه، تهوع، استفراغ و در مواجهه شدید سبب مرگ شود .ریختن نیتروژن مایع دریک ظرف گرمتر همچنین فروبردن ظروف و ویال ها در آن سبب جوشیدن و پاشیدن قطرات نیتروژن می شود .برای کاهش پراکنده شدن این قطرات بهتر است در کمال آرامش و بدون شتاب زدگی با این ماده کار شود و سر را تا حد ممکن از آن دور نگهداشت .باید توجه داشت که گازهای متصاعد از این ماده نیز بسیار سرد بوده و می تواند سبب سوختگی شود.

- هنگام کار با نیتروژن مایع سر را تا حد ممکن دور نگهدارید.
- نواحی پوشیده نشده بدن نباید در تماس مستقیم با نیتروژن یا ظروف دارای آن باشد زیرا ممکن است دچار یخ زدگی شده یا به بدنه ظرف بچسبد.
- ظروفی که برای کار در دمای معمول آزمایشگاهی ساخته شده اند، ممکنست در دماهای پایین ترک خورده یا بشکنند.
- ظروفی که برای نگهداری در نیتروژن مایع نیز ساخته می شوند ممکنست در اثر تغییر دمایی شدید دچار ترک خوردگی شده و گاه بشکنند.
- حتما از دستکش مخصوص که غیر قابل نفوذ برای نیتروژن است، استفاده گردد.
- دستکش ها باید قدری بزرگتر انتخاب شوند تا در اثر ریختن نیتروژن درون آنها به راحتی در آورده شوند.
- حتما هنگام کار از عینک و ماسک صورت استفاده شود.

میکروتوم

میکروتوم وسیله ای برای تهیه برشهای بسیار نازک از یک نمونه زیستی است .این دستگاه دارای تیغه ای از جنس شیشه، استیل و گاه الماس می باشد و برشهایی که ایجاد می کند به حدی نازک است که می توانند نور را از خود عبور دهند .کار با این وسیله نیازمند دقت بسیار است زیرا تیغه تیز آن می تواند سبب آسیب های جدی در ناحیه دست و انگشت ها شود.

- تیغه ها با احتیاط بسیار تعویض یا جا به جا شوند.
- در صورت افتادن یک تیغه بر روی زمین ممکنست کفشها بریده شده و پاها آسیب ببینند .بنابراین هنگام جا به جا کردن تیغه و قرار دادن آن در دستگاه مراقب باشید که پاها کمی دورتر قرار بگیرند.
- هیچگاه یک تیغه بدون محافظ در فضای آزمایشگاه رها نشود.
- هنگام شروع کار ابتدا نمونه و سپس تیغه را جاسازی کرده و هیچگاه این ترتیب را جا به جا نکنید.
- هرگاه که میکروتوم را حتی برای چند لحظه رها می کنید از قرار گرفتن محافظ بر روی تیغه مطمئن شوید.
- چنانچه نمونه زیستی آلوده به پریون است، طی مراحل آماده سازی آلودگی از بین نخواهد رفت بنابراین هنگام کار لازمست دستکش پوشیده و سایر اقدامات ایمنی نیز رعایت شوند.

– هنگامیکه از دکمه نگهدارنده (brake) استفاده می کنید مطمئن شوید کاملا محکم شده است .اکثر اتفاقات زمانی رخ می دهد که تیغه محکم نشده و بر روی دست فرد می افتد.

شیکر

از این وسیله برای انجام کارهای مختلفی استفاده می شود و با توجه به نوع فرآیند مورد نظر شکل و طراحی متفاوتی دارد .هم زدن، مخلوط کردن مایعات موجود در فلاسک ها، فالکون ها و لوله های آزمایش را می توان به کمک این دستگاه انجام داد .مهمترین استفاده شیکر، کشت باکتری و انواع دیگر میکروارگانیسم است .هیبریدیزاسیون اسیدهای نوکلئیک، هم زدن مایعات، فرمانتاسیون از دیگر کاربردهای این وسیله است .شیکرها سبب می شوند شرایط موجود در یک نمونه یکنواخت و یکدست بماند.

-این وسیله هنگام کار آیروسل تولید می کند و بهتر است پس از اتمام کار درب محفظه به مدت یک الی پنج دقیقه بسته بماند تا این ذرات رسوب کنند.

-پس از اتمام کار بایست سطوح محفظه و دستگاه را دستمال آغشته به مواد ضد عفونی کننده تمیز کرد.

ایمنی کار با نمونه‌های میکروبی

کار با نمونه های میکروبیولوژیک

– هنگام استفاده از لوپهای کشت باکتری، لوپ باید قطری معادل ۲ تا ۳ میلی متر داشته و حلقه آن کاملاً بسته باشد تا پس از برداشتن نمونه و قبل از کشت دادن آن، قطرات ریزی از آن بر روی سطح نچکد.

– هنگام خشک کردن نمونه ها بر روی لام دقت کافی انجام شود تا حداقل میزان آیروسل ها تشکیل شود.

- نمونه ها یا محیط های کشت حاوی باکتری قبل از دور ریختن در ظرف حاوی محلول ساولن % 10 برای مدت زمان مناسب ریخته شوند یا قبل از خروج از آزمایشگاه اتوکلاو گردند.

- پس از پایان کار با نمونه های میکروبی سطوح کار را با یک ماده ضد عفونی کننده مانند سفید کننده یا ساولن کاملا تمیز شوند.

- هرگاه احتمال ریختن قطراتی به روی سطح میز وجود داشته باشد، سطوح با لایه هایی از کاغذ جاذب پوشانده شود.

- تیپها و پیپت های آلوده به باکتری قبل از دور انداختن باید به طور کامل در یک ماده ضد عفونی کننده مانند ساولن % 10غوطه ور شده، سپس اتوکلاو شوند.

اجتناب از بلع یا آلوده شدن پوست و چشم با نمونه های میکروبی

- قطرات و ذرات با قطر بزرگتر از 5 میکرومتر ممکنست در حین کار با نمونه های میکروبی به اطراف پرتاب شوند .این قطرات به سرعت بر روی سطوح کار یا سطح بدن فرد می نشینند .بنابراین لازمست هنگام کار از روپوش و دستکش استفاده شود.
- دستکش ها باید روی مچ آستین روپوش قرار بگیرند نه زیر آن.
- هنگام کار از تماس دستها به دهان، چشم و صورت اجتناب نمایید.
- مواد غذایی و نوشیدنی به هیچ عنوان نباید در فضای آزمایشگاه مصرف شوند.
- فضای آزمایشگاه جای مناسبی برای نگهداری ظروف غذاخوری و مواد غذایی نمی باشد.
- کارکنان باید از استفاده از هر گونه مواد آرایشی خودداری نمایند.
- چنانچه احتمال پرتاب ذرات به اطراف وجود داشته باشد،حتما از عینک و ماسک صورت استفاده کنید.

جلوگیری از تزریق شدن مواد آلوده به بدن

-ممکنست به طور اتفاقی مقداری از نمونه میکروبی از طریق زخمهای پوستی یا بریده شدن پوست با اجسام برنده و وسایل شیشه ای وارد بدن شوند .بنابراین بهتر است ابزار شیشه ای به تدریج با ابزار مشابه پلاستیکی جایگزین گردند.

- سوزن ها، سرنگها، تیغ، پیپت پاستور و ظروف شیشه ای شکسته شده می توانند سبب انتقال آلودگی گردند، بنابراین هنگام کار با آنها باید حوصله و دقت کافی به خرج داد.

- بهتر است تا حد امکان مصرف سوزنها و سرنگ را کاهش داد و تنها در مواقع ضروری از آنها استفاده نمود.

- تمام اجسام تیز و برنده باید در محفظه های مخصوصی که برای آنها طراحی شده دور ریخته شوند .این محفظه ها بسیار مقاوم هستند و به راحتی شکسته نمی شوند.

باز کردن آمپولهای حاوی نمونه های لیوفلیزه

زمانی که آمپول‌های مواد یخ‌زده خشک (لیوفیلیزه) باز می‌شوند، بایستی مواظب بود چون ممکن است محتویات تحت فشار منقبض شده باشند و ورود ناگهانی هوا بعضی از مواد را در اتمسفر متفرق و پخش نماید. همیشه بایستی آمپول‌ها در یک هود بیولوژیک باز شوند. روش‌های ذیل جهت باز کردن آمپول‌ها توصیه می‌شوند:

۱- اول، سطح خارجی آمپول‌ها را ضدعفونی کنید.
۲- در صورت وجود سرپوش پنبه‌ای یک برش بر روی لوله نزدیک به آن ایجاد نمایید.
۳- به منظور حفاظت از بریده شدن دست آمپول‌ها را قبل از شکستن در پنبه آغشته با الکل نگه‌دارید.
۴- سرپوش را به آرامی بردارید و همچون یک ماده آلوده با آن رفتار کنید.
۵- اگر سرپوش پنبه‌ای هنوز بالای محتویات آمپول قرار گرفته، آن‌را با پنس استریل بردارید.
۶- هنگام حل کردن، مایع را به آرامی به آمپول اضافه نمایید تا از کف کردن اجتناب شود.

نگهداری آمپول‌های محتوی مواد عفونی

آمپول‌های محتوی مواد عفونی را هرگز نباید در مایع نیتروژن فرو برده زیرا ممکن است آمپول‌های ترک خورده و کاملاً بسته نشده، شکسته یا منفجر شوند. اگر دمای خیلی پایین مورد نیاز باشند، آمپول‌ها بایستی فقط در فاز گازی بالای مایع نیتروژن نگه‌داری شوند. در غیر این‌صورت، مواد عفونی بایستی در کابینت‌های مکانیکی، فریزرهای خیلی سرد یا روی یخ خشک نگه‌داری شوند. کارکنان آزمایشگاهی بایستی هنگام جابجا نمودن آمپول‌ها از محافظ‌های چشمی و دستی استفاده نمایند. سطوح خارجی آمپول‌ها نگهداری شده در چنین فضاهایی بایستی پس از خارج شدن ضدعفونی شوند.

از جمله میکروارگانیسم‌هایی که در آزمایشگاه با سطح دوم زیست ایمنی مورد آزمایش قرار می‌گیرند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **عوامل باکتریایی:**

1. Chlamydia pneumonia (کلامیدیا پنومونیه)
2. Enterobacter spp (گونه‌های انتروباکتر)
3. Mycoplasma pneumonia (مایکوپلاسما پنومونیه)
4. Yersinia pseudotuberculosis (یرسینیا سودوتوبرکلوزیس)
5. Campylobacter fetus (کمپیلوباکتر فتوس)
6. coli (کمپیلوباکتر کلی)
7. Jejuni (کمپیلوباکتر ژژونی)
8. Trachomatis (کلامیدیا تراکوماتیس)
9. Clostridium botulinum (کلستریدیوم بوتولینوم)
10. Tetani (تتانی)
11. Corynebacterium diphtheria (کورینه باکتریوم دیفتریا)
12. Legionella spp (گونه‌های لژیونلا)
13. Neisseria gonorrhoeae (نایسریا گونوره آ)
14. Neisseria meningitides (نایسریا مننژیتیس)
15. Pseudomonas pseudomallei (سودوموناس سودومالئی)
16. Salmonella spp (گونه‌های سالمونلا)
17. Shigella boydii (شیگلا بویدی)
18. dysenteriae (شیگلا دیسانتری)
19. flexneri (شیگلا فلکسنری)
20. sonnei (شیگلا سونئی)
21. treponema pallidum (ترپونما پالیدوم)
22. Vibrio vulnificus (ویبریو ولنیفیکوس)
23. Vibrio parahaemolyticus (ویبریو پاراهمولیتیکوس)
24. Vibrio cholerae (including El Tor) (ویبریو کلرا (شامل التور))
25. Yersinia pestis (یرسینیا پستیس)

- **عوامل ویروسی:**

1. Herpes simplex virus (ویروس هرپس سیمپلکس)
2. HIV (هنگام انجام روش‌های تشخیصی معمول و یا کار با نمونه‌های آزمایشگاهی)

- عوامل قارچی:

1. Blastomyces dermatitidis(بلاستومایسس درماتیتیدیس)
2. Cryptococcus neoformans (کریپتوکوکوس نئوفورمنس)
3. Microsporum spp (گونه‌های میکروسپوروم)
4. exophiala dermatitidis (اگزوفیالا درماتیتیدیس)
5. fonsecaea pedrosoi (فونسکا پدروزوئی)
6. sporothrix schenckii (اسپوروتریکس شنکئی)
7. Trichophyton spp (گونه‌های تریکوفیتون)

- عوامل انگلی:

1. Entamoeba histolytica (انتاموبا هیستولیتیکا)
2. Cryptosporidium spp (گونه‌های کریپتوسپوریدیوم)
3. Giardia spp (گونه‌های ژیاردیا)
4. Naegleria fowleri (نگلریا فاولری)
5. Plasmodium spp(گونه‌های پلاسمادیوم)
6. Strongyloides spp (گونه‌های استرونگیلوئیدس)
7. Taenia solium (تنیا سولیوم)
8. Toxoplasma spp (گونه‌های توکسوپلاسما)
9. Trypanosoma spp (گونه‌های تریپانوزوما)

از جمله نمونه میکروارگانیسم‌هایی که در آزمایشگاه با سطح سوم زیست ایمنی مورد آزمایش قرار می‌گیرند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **عوامل باکتریایی:**

1. Yersinia pestis (یرسینیا پستیس)
2. Brucella abortus (بروسلا آبورتوس)
3. Chlamydia psittaci (کلامیدیا پسی تاسی)
4. Pseudomonas mallei (سودوموناس مالئی)
5. Mycobacterium tuberculosis (مایکوباکتریوم توبرکلوزیس)
6. Bacillus anthracis (باسیلوس آنتراسیس)
7. Francisella tularensis (فرانسیسلا تولارنسیس)
8. Mycobacterium bovis (مایکوباکتریوم بوویس)
9. Rickettsia rickettsii (ریکتزیا ریکتزی)

- **عوامل ویروسی:**

1. West nile fever (تب نیل غربی)
2. Herpesvirus simiae (B virus) (ویروس B)
3. hepatitis A (هپاتیت A)
4. rift valley fever (تب دره ریفت)
5. VSV exotic strains (Piry)
6. Yellow fever (wild type) (تب زرد (گونه وحشی))

- **عوامل قارچی:**

1. Coccidioides immitis (کوکسیدیوئیدس ایمیتیس)
2. Histoplasma capsulatum (هیستوپلاسما کپسولاتوم)

از جمله میکروارگانیسم‌هایی که در آزمایشگاه با سطح چهارم زیست ایمنی مورد آزمایش قرار می‌گیرند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **عوامل ویروسی:**

1. Ebola (ابولا)
2. Lassa-Virus (ویروس لاسا)
3. Marburg-Virus (ویروس ماربورگ)
4. Herpes simiae (B virus) (ویروس B)
5. Hemorrhagic Fevers (Congo-Crimean, Junin, Machupo)* (تب‌های هموراژیک (تب کریمه-کنگو، ویروس جونین، ویروس ماچوپو)

*رشد و تکثیر ویروس در آزمایشگاه BSL-4 انجام می‌گیرد، اما جداسازی آن در آزمایشگاه‌های BSL-3 می‌تواند انجام شود.

ایمنی کار با سایر نمونه‌های زیستی و DNA نوترکیب

ظروف نمونه

ظروف نمونه ممکن است از جنس شیشه و یا ترجیحاً پلاستیک بوده و تحت هر شرایطی بایستی محکم باشند و در صورت استفاده صحیح از درپوش نبایستی چکه کنند. هیچ ماده‌ای نبایستی روی سطح خارجی ظروف باقی بماند. ظروف بایستی به طور صحیح بر چسب داشته تا شناسایی و تعیین هویت را آسان کنند. درخواست نمونه یا فرم‌های مشخصات نبایستی دور ظروف حاوی نمونه پیچیده شود بلکه بایستی در پاکت‌های جداگانه و ترجیحاً ضد آب گذارده شوند.

نقل و انتقال نمونه‌ها در داخل مؤسسات

برای اجتناب از نشت یا ریختن، از ظروف ثانویه‌ای همچون جعبه با رک‌های مناسب باید استفاده شود به گونه‌ای که ظروف نمونه به صورت عمودی در آن قرار گیرند، ظروف ثانویه می‌تواند از جنس فلز یا پلاستیک باشند. این ظروف بایستی قابل اتوکلاو شدن و مقاوم به مواد ضدعفونی کننده شیمیایی باشند. سرپوش بایستی ترجیحاً دارای یک واشر باشد. این جعبه‌ها بایستی به‌طور منظم ضد عفونی شوند.

دریافت نمونه‌ها

آزمایشگاه‌هایی که مقدار زیادی نمونه دریافت می‌کنند بایستی یک اتاق و یا محوطه ویژه‌ای را برای این‌منظور اختصاص دهند.

بازکردن بسته‌ها

کارکنانی که نمونه‌ها را دریافت و باز می‌کنند بایستی از خطرات بالقوه‌ای که سلامتی را تهدید می‌کند آگاه باشند، و بایستی با آموزش‌های لازم برای پیش‌گیری‌های استاندارد آشنا شوند، به ویژه زمانی که با ظروف شکسته و یا سوراخ شده سر و کار داشته باشند. ظروف اصلی نمونه بایستی در یک هود بیولوژیک باز شوند. مواد ضد عفونی کننده بایستی در دسترس باشند.

مایعات بدن شامل خون، سرم، سایر مایعات، انواع بافتها، مدفوع و ادرار افراد می توانند منبعی برای انواع عفونتهای شناخته شده و ناشناخته باشند.

- تمام عملیاتی که بر روی این نمونه انجام می گیرد باید با پوشش مناسب به خصوص دستکش، عینک و گاه ماسک صورت همراه باشد.
- بهتر است علاوه بر روپوش از پیش بند نیز استفاده گردد.
- لوله های حاوی نمونه باید در محفظه های دیگری که عایق هستند، قرار گیرند.

- مشخصات نمونه و علائم هشدار دهنده باید بر روی محفظه نصب شود.
- بهتر است باز کردن و کار با این نمونه ها زیر هودهای بیولوژیک و تنها توسط افراد مجرب انجام گیرد.
- باید توجه کرد که تثبیت (فیکساسیون) و رنگامیزی نمونه های خون، خلط و مدفوع باعث کشته شدن تمام ارگانسیمها و ویروسهای آنها نمی شود .بنابراین هنگام استفاده، نگهداری و جا به جا نمودن آنها رعایت اقدامات ایمنی لازم است.
- بهتر است کار با این نمونه ها همیشه در قسمت مشخصی از فضای یک آزمایشگاه یا زیر هود معینی انجام شود.
- قبل از شروع کار، سطح کار با لایه ای از پلاستیک و سپس لایه ای از کاغذ جاذب پوشانده شود.
- در صورت آلوده شدن سطح کار با نمونه ها، باید از محلول هیپوکلریت و یا سایر مواد ضد عفونی کننده قوی برای ضد عفونی کردن استفاده نمود .محلول هیپوکلریت (حاوی 5 گرم کلرین در هر لیتر آب) تازه تهیه شده برای نمونه های خونی بسیار مناسب است.
- نمونه های آلوده و ظروف آلوده باید اتوکلاو شوند.
- افراد در ارتباط با این نمونه ها باید واکسینه شده و پیش از شروع کار آموزشهای لازم را دیده باشند.

جداکردن سرم

فقط کارکنان آموزش دیده بایستی برای این‌کار گمارده شوند.

دستکش و محافظ برای چشم و سایر سطوح مخاطی بایستی استفاده شود.

باکاربرد مناسب روش‌های آزمایشگاهی می‌توان از پخش ترشحات و آئروسل‌ها اجتناب نمود یا به حداقل رساند، خون و سرم بایستی با دقت پی‌پت شوند، نه اینکه ریخته شوند، پی‌پت کردن به وسیله دهان باید ممنوع شود.

بعد از استفاده، پی‌پت‌ها بایستی کاملاً در یک ماده ضدعفونی کننده مناسب غوطه‌ور شوند و در ماده ضدعفونی کننده برای مدت مقتضی باقی بمانند و قبل از مصرف مجدد شسته و یا استریلیزه شوند.

بایستی لوله‌های نمونه حاوی لخته‌های خون و غیره دور ریختنی با سرپوش بسته شده و در ظروف ضد نشت مناسب برای اتوکلاو شدن و یا سوزاندن گذارده شوند. برای پاک کردن سرریزه‌ها و ترشحات، مواد ضدعفونی کننده مناسب بایستی در دسترس باشند.

جمع‌آوری برچسب‌زنی و نقل و انتقال نمونه‌ها

۱- احتیاطات استاندارد بایستی همیشه رعایت شوند: در کلیه روش‌ها و فرآیندها بایستی دستکش پوشیده شود.

۲- خون بایستی توسط کارکنان آموزش دیده از بیماران و حیوانات جمع‌آوری شود.

۳- برای خون‌گیری به‌جای سرنگ و سوزن معمولی بایستی از دستگاه‌های وکیوم دار امن استفاده شود که اجازه می‌دهد خون به طور مستقیم درون ظروف درپوش‌دار و یا لوله‌های کشت جمع‌آوری شود و به طور اتوماتیک سوزن را بعد از مصرف غیر فعال می‌کند.

۴- لوله‌ها بایستی در ظرف مناسب گذارده شوند و به آزمایشگاه انتقال داده شوند و برای جابه‌جایی در داخل بخش‌های آزمایشگاه فرم‌های درخواست بایستی در کیسه‌ها یا پاکت‌های ضد آب جداگانه گذاشته شوند.

۵- کارکنان پذیرش نبایستی این کیسه‌ها را باز کنند.

بازکردن لوله‌های نمونه و مندرجات نمونه‌برداری

۱- لوله‌های حاوی نمونه بایستی در هود بیولوژیک باز شود.

۲- باید دستکش پوشیده شود. حفاظت از چشم و غشای مخاطی نیز توصیه می‌شود. (عینک محافظ یا پوشش صورت).

۳- لباس محافظ بایستی همراه با یک پیش‌بند پلاستیکی پوشیده شود.

۴- سرپوش بایستی از طریق تکه‌ای کاغذ یا گاز محکم گرفته شود تا از پاشیده شدن محتویات جلوگیری شود.

فیلم‌ها و لام‌ها برای مشاهدات میکروسکوپی

فیکس‌کردن و رنگ‌آمیزی کردن نمونه‌های خون، خلط و مدفوع برای مشاهده زیر میکروسکوپ الزاماً موجب کشته شدن میکروارگانیزم‌ها یا ویروس‌ها روی لام‌ها نمی‌شود. بنابراین آنها بایستی با پنس جابه‌جا شوند، و قبل از دور انداختن به‌طور مناسب ضدعفونی و اتوکلاو شوند

بافت‌ها

۱- بایستی از فرمالین به‌عنوان تثبیت کننده بافت استفاده نمود.

۲- از برش بافت منجمد شده بایستی اجتناب شود. در صورت لزوم دستگاه برش منجمد بایستی دارای حفاظ ایمنی بوده و کاربر از حفاظ صورت استفاه نماید. برای ضد عفونی کردن، دمای وسایل بایستی حداقل به ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد.

مقررات ایمنی کار با نمونه های حاوی پریون

پریون‌ها (تحت عنوان «ویروس‌های آهسته» هم نامیده می‌شوند) شامل آنسفالوپاتی اسفنجی قابل انتقال (TSE)، بیماری جاکوب–کرتوزفلد (CJD) و نوع جدید آن: سندرم Gertmann Straussler-Scheinker (GSS) ، بیماری بیخوابی مهلک ارثی (Insomnia) و (Kuru) در انسان، اسکراپی (Scrapie) در گوسفند و بزها، آنسفالوپاتی اسفنجی در گاو و گوساله (BSE) و دیگر آنسفالوپاتی اسفنجی قابل انتقال در گوزن‌ها، جغد و مینک هستند. اگر چه CJDبه انسان‌ها منتقل شده است، اما به نظر می‌رسد شواهد ثابت شده‌ای مبنی بر انتقال این عوامل عفونی از طریق کار در آزمایشگاه گزارش نشده است. از این‌جهت، مهم است احتیاطات لازم در هنگام کار با مواد آلوده یا بالقوه آلوده انسانی و حیوانی رعایت شود. انتخاب درجه ایمنی برای کار با مواد مربوط به TSEها بستگی به طبیعت عامل بیماری و نمونه‌هایی که مطالعه می‌شوند دارد و بایستی طبق دستورالعمل‌های ملی انجام شود. بالاترین غلظت پریون‌ها در بافت سیستم عصبی مرکزی پیدا می‌شوند. مطالعات بر روی حیوانات نشان داده که احتمال دارد مقادیر زیاد پریون‌ها در طحال، تیموس، غدد لنفاوی و ریه نیز یافت شود. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که پریون‌ها در بافت ماهیچه‌های زبانی و اسکلتی هم ممکن است به‌عنوان یک خطر عفونی بالقوه وجود داشته باشد.

از آنجایی‌که دستیابی به روشی برای غیر فعال کردن کامل پریون‌ها مشکل است استفاده از وسایل یک‌بار مصرف در هر کجا که ممکن است، اهمیت داشته و بایستی بر آن تاکید شود، و از پوشش‌های حفاظتی یک‌بار مصرف برای سطح کار هود بیولوژیک استفاده شود.

مقررات ایمنی کار با DNA نوترکیب

تکنولوژی DNA نوترکیب شامل تلفیق ماده ژنتیکی از منابع مختلف و ایجاد یک ارگانیسم تغییر یافته ژنتیکی (GMO) است که تا کنون در طبیعت وجود نداشته است .همواره نگرانی هایی در مورد خصوصیات نامطلوب و غیر قابل پیش بینی چنین ارگانیسم هایی به خصوص در صورت آزاد شدن ناگهانی آنها در طبیعت وجود دارد .از تکنولوژی DNA نوترکیب برای کلون نمودن ژنها درون میزبانهای بیان پروتئین، مهندسی متابولیک، تولید گیاهان و جانوران ترانسژنیک و جانداران Knouck-out استفاده می شود .ماهیت ارگانیسم دستورزی شونده، ماهیت قطعه ژنی منتقل شده، خصوصیات و شرایط نگهداری و کار با ارگانیسم جدید بسیار مهم می باشد .دستورزی ژنتیکی ممکنست خصوصیات جدید و ناشناخته ای را به ارگانیسم میزبان بدهد .بنابراین رعایت اصول ایمنی در تمام مراحل دستورزی ژنتیکی ضروری است تا اثرات منفی این مطالعات به حداقل برسد.

✓ کار با سیستم های بیانی جهت تولید پروتئین نوترکیب

سیستم های بیانی شامل یک ارگانیسم میزبان و یک وکتور یا ناقل است .ژنهای مورد نظر در ناقل کلون شده و وارد میزبان می شود. *E. coli* یکی از معمول ترین باکتریهایی است که به عنوان میزبان بیانی استفاده می شود .این باکتری غیر پاتوژن بوده و نمی تواند برای انسانها و حیوانات سالم بیماریزا باشد .بعد از انجام دستورزی های مهندسی ژنتیک، لازمست اصول ایمنی رعایت شود.

- چنانچه ژن ورودی از یک باکتری یا ارگانیسم دیگر پاتوژن، جداسازی شده باشد، ممکنست باعث افزایش حالت تهاجمی و بیماریزایی در باکتری میزبان شود.

– چنانچه اطلاعات دقیق و درستی از قطعه DNA ورودی وجود نداشته باشد باید در نهایت دقت و احتیاط با آن کار کرد .به عنوان مثال زمانیکه کتابخانه ژنتیکی از ژنوم یک ارگانیسم پاتوژن ساخته می شود.

- چنانچه محصول ژن ورودی سمی است و یا اثرات دارویی و درمانی دارد باید احتیاطهای بیشتری در نظر گرفته شود.

✓ کار با وکتورهای ویروسی جهت انتقال ژن

وکتورهای ویروسی مانند آدنوویروس ها، لنتی ویروس ها و ...برای انتقال ژن به سلول ها بسیار به کار گرفته می‌شوند . چنین ویروسهایی فاقد برخی ژنهای دخیل در تکثیر و همانندسازی می باشند و در سلولهایی که این نقص را جبران می کنند، قابل تکثیر هستند .چنین ویروس هایی ممکنست در اثر نوترکیبی با سایر ویروس ها یا سلولهای میزبان توانایی از دست رفته خود را بازیابند .بنابراین لازمست همواره تمام اصول ایمنی کار با ویروسهای کامل رعایت شود.

جانوران ترانسژن وKnock-out

جانورانی که حاوی یک ژن خارجی هستند (ترانسژن) باید کاملا محافظت شوند .با توجه به نوع ژن ورودی و محصول آن اقدامات ایمنی متفاوت خواهد بود .حیواناتی که یک ژن در آنها حذف شده است (Knock-out) از نظر ایمنی، خطرناک محسوب نمی شوند.

به عنوان مثال جانوران ترانسژنی تولید شده اند که رسپتور ویروسهایی را که به طور طبیعی قادر به آلوده سازی آن گونه نبودند، بیان می کنند .چنانچه چنین جانورانی از آزمایشگاه فرار کنند و ژن خارجی خود را به حیوانات وحشی منتقل کنند، ممکنست جمعیت جدیدی از حیوانات وحشی میزبان آن ویروس به وجود بیایند. مثال دیگر از جانوران ترانسژن تولید موشهایی است که رسپتور ویروس پولیو انسانی را بیان می کنند .این موشها برای انجام مطالعات بافت شناسی و پاتولوژیک بیماری فلج اطفال انسانی تولید شدند .اما موشهای مدل برخلاف انسان در اثر ورود ویروس از راه دهان به این بیماری مبتلا نمی شوند .به نظر نمی رسد فرار چنین موشهایی از آزمایشگاه سبب ایجاد مخزن جدیدی از ویروس پولیو شود.

بنابراین با توجه به مثالهای فوق باید ذکر کرد که تصمیم گیری در مورد هر رده از جانوران ترانسژن تازه تولید شده نیازمند مطالعات مستقل جهت ارزیابی خطرات احتمالی آنست .راههای ایجاد عفونت در حیوان ترانسژن، میزانی از عامل پاتوژن که برای آلوده سازی حیوان لازمست و میزانی از ویروس که توسط حیوان ترانسژن ممکنست به محیط و سایر حیوانات منتقل شود، باید مورد بررسی دقیق و اختصاصی قرار بگیرد.

گیاهان ترانسژن

گیاهان ترانسژنی که ژن مقاومت به علف کش یا مقاومت به حشرات را بیان می کنند، نگرانی های بسیاری را به دنبال آورده اند .میزان ایمنی غذاهای تهیه شده از این گیاهان، تبعات اکولوژیک این گیاهان در دراز مدت، خطر انتقال این ژنها به حشرات و سایر گونه های گیاهی از طریق پراکنده شدن دانه های گرده و ... از جمله مباحث نگران کننده تولید این گیاهان است. همچنین گیاهان ترانسژنی تولید شده اند که ژنهایی با منشا انسانی یا حیوانی را بیان کرده و محصول آنها درصنایع غذایی و پزشکی دارای اهمیت فراوانی است .ریسک تولید و تکثیر چنین گیاهانی با توجه به نوع ژن انتقال یافته باید به صورت جداگانه برای هر گیاه مورد سنجش قرار بگیرد.

سنجش خطر ارگانیسم های تغییر یافته ژنتیکی

بستگی به خصوصیات ارگانیسم دهنده ژن و ارگانیسم میزبان دارد .در زیر مثالهایی ذکر GMO ریسک هر ارگانیسم شده است:

۱- خطراتی که مستقیما از ژن ورودی (ارگانیسم دهنده) ایجاد می شود.

گاه ژن ورودی محصولی تولید می کند که از نظر بیولوژیک یا دارویی فعال است و ممکنست سبب آسیب شود .به عنوان مثال می توان به ژن مولد سموم، سیتوکین ها، هورمون ها، تنظیم کننده های بیان ژن، فاکتورهای ویرولانس و تهاجم، انکوژن ها، ژن های مقاومت به آنتی بیوتیک، وآلرژن ها اشاره کرد.

باید توجه کرد که میزان بیان ژن ورودی در فعالیت بیولوژیک یا دارویی آن دخیل است.

۲- خطراتی که از ارگانیسم گیرنده (میزبان) ایجاد می شود.

- ✓ میزان آسیب پذیری میزبان
- ✓ میزان بیماریزایی گونه میزبان شامل ویرولانس، عفونت زایی و تولید سموم
- ✓ میزان تغییر ایجاد شده در میزبان
- ✓ وضعیت سیستم ایمنی میزبان
- ✓ تبعات مواجهه با GMO ایجاد شده

۳- خطراتی که از تغییر صفات بیماریزایی میزبان حاصل می شود.

گاهی محصول یک ژن به تنهایی آسیب رسان نیست ولی اثرات منفی آن زمانی ایجاد می شود که خصوصیات بیماریزایی میزبان را تغییر می دهند .به عبارت دیگر ممکنست ورود یک ژن طبیعی سبب افزایش بیماریزایی میزبان گردد .برای سنجش چنین خطراتی باید به نکات زیر توجه نمود:

- ✓ آیا تغییری در عفونت زایی و ایجاد بیماری توسط میزبان به وجود آمده است؟
- ✓ آیا ممکنست ورود ژن جدید سبب بازگشت یک موتاسیون ناتوان کننده) جهش معکوس (شده باشد؟
- ✓ آیا ژن ورودی کدکننده یک فاکتور بیماریزایی در ارگانیسم دهنده بوده است؟
- ✓ اگر ژن ورودی مسوول بیماریزایی در ارگانیسم دهنده بوده، آیا همچنان می تواند در میزبان سبب بیماریزایی شود؟

آیا ابتلا به این عفونت، درمانی هم دارد؟

- ✓ آیا حساسیت ارگانیسم میزبان نسبت به آنتی بیوتیک ها تغییر کرده است؟
- ✓ آیا راهی برای نابودی و ریشه کنی ارگانیسم تغییر یافته وجود دارد؟

ایمنی کار با حیوانات آزمایشگاهی

کسانی که از حیوانات را برای اهداف آزمایشگاهی و تشخیصی استفاده می‌کنند، یک وظیفه اخلاقی جهت مراقبت و جلوگیری از هرگونه درد غیر ضروری یا اذیت شدن حیوان، بکار گیرند. باید یک مکان راحت و بهداشتی با آب و خوراک کافی، برای حیوانات تامین گردد. در پایان آزمایش باید با حیوان با شیوه ی انسانی برخورد شود. به دلایل امنیتی، حیوانخانه باید یک واحد جدا و مستقل در نظر گرفته شود. اگر حیوانخانه متصل به یک آزمایشگاه است، طراحی آن باید به گونه ای باشد که دسترسی آن به قسمت های عمومی آزمایشگاه محدود بوده و امکان ضدعفونی و گندزدایی آن را فراهم کند.

گروه خطر	سطح محدودیت	امور اجرایی و تجهیزات ایمنی
۱	ABSL-1	محدودیت دسترسی، پوشیدن لباس و دستکش محافظ
۲	ABSL-2	اجرای ABSL-1 به همراه: علامت هشدار خطر، BSCهای کلاس ۱ و۲ برای فعالیت‌هایی که ذرات معلق در هوا تولید می کند. آلودگی زدایی قفس‌ها و زباله‌ها قبل از شستشو
۳	ABSL-3	اجرای ABSL-2 به همراه: دسترسی کنترل شده، BSCها ولباس‌های محافظتی مخصوص برای تمام فعالیت ها
۴	ABSL-4	اجرای ABSL-3 به همراه: دسترسی بسیار محدود، تعویض لباس‌ها قبل از ورود، BSCهای کلاس ۳ یا اتاق‌های دارای فشار مثبت، دوش گرفتن هنگام خروج، آلودگی زدایی تمامی زباله‌ها قبل از خروج از مرکز

ABSL: سطح ایمنی زیستی محل زندگی حیوانات، BSC: کابینت‌های ایمنی زیستی

- **تا حد امکان سعی کنید کار با حیوانات آزمایشگاهی را زیر هودهای تهویه و کابینت‌های ایمنی انجام دهید.**
- **در حین کار با حیوانات، حتما از لباس دیگری بجز لباس شخصی خودتان استفاده کنید.**
- **لباس کار خود را در محیط کار قرار دهید تا از بروز مشکلات احتمالی برای اعضای خانواده جلوگیری شود.**

در مورد عواملی که در رابطه با حیوانات آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می گیرد، موارد زیر باید مورد توجه قرار داده شوند:

۱- مسیر عمومی انتقال،

۲- حجم و غلظت مورد استفاده،

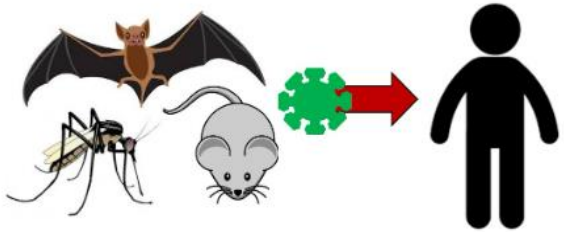
۳- روش تلقیح عوامل به حیوانات، و

٤- چگونگی و روش دفع این ذرات.

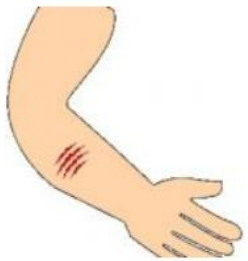
Animal Research Hazards

Allergens

Diseases



Bites & Scratches



Allergens, diseases, and injuries from bites or scratches are the three main hazards associated with animal research at Eastern.

منابع:

1- Laboratory Biosafety Manual, 3rd edition, World Health Organization, 2004.
2- Undergraduate Safety Manual, Queen's University, Canada, 2007.
3- Safe work practices and procedures, Princeton University, New Jersy, USA
4- Biosafety Manual, Mcgill University, Canada.
5- Biological Laboratory Safety Manual, University of Cincinnati, USA.
6- Laboratory Waste Management Guide, as part of Local Hazardous Waste Management Program, King County, Washingtone, USA.
7- Risk Assessent for Hazaradous Chemicals, Imperial Colledge of London, 2008.
8- Biosafety Guidelines, Tarbiat Modares University, 2013.
9-Approaches to Safe Nanotechnology, Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials, 2009, DHHS (NIOSH) Publication No. 2009–125.

با تشکر از توجه شما