



Säkerhetsanvisningar för laborationer med mikroorganismer

– med undantag av genetiskt
modifierade organismer (GMM)



Anvisningar för arbete med mikroorganismer i skolan från Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik. Riktlinjer är baserade på tidigare samarbete med Arbetsmiljöverket och är uppdaterade 2021 i samråd med experter vid Uppsala universitet. Mer information om säkerhet och risker finns på Bioresurs hemsida, www.bioresurs.uu.se.



Säkerhetsanvisningar för laborationer med mikroorganismer

– med undantag av genetiskt modifierade organismer (GMM)

Innehåll

1. Introduktion	2
2. Arbetsmiljöverket	3
3. Riskbedömning: riskklasser, anmälningsplikt och skyddsnivåer	3
3.1 Riskklasser för smittämnen	
3.2 Anmälningsplikt för viss typ av mikrobiologiskt arbete	
3.3 Skyddsnivåer	
4. Kompetens och förutsättningar för mikrobiologiskt arbete	5
4.1 Basnivå	
4.2 Mellannivå	
4.3 Avancerad nivå	
5. God mikrobiologisk praxis	7
5.1 Praktiska anvisningar vid mikrobiologiskt arbete	
5.2 Sterilisering och desinfektion	
6. Organismer, odlingsförhållanden och avläsning	8
6.1 Rekommenderade organismer	
6.2 Inköp av organismer	
6.3 Förvaring av organismer och medier	
6.4 Inkubering och avläsning	
6.5 Ympning	
7. Avfallshantering	9
8. Användning och hantering av antibiotika vid laborationer	10



1. Introduktion

Mikroorganismer har stor betydelse för hälsa och sjukdom – vissa används vid tillverkning av mat, läkemedel och andra biotekniska produkter, medan andra kan ge svåra infektioner. Det finns många spännande och intressanta försök att göra med mikroorganismer i skolan för att få en praktisk tillämpning inom områden som celllära, evolution, medicin, livsmedel, bioteknik och miljövård. Många mikroorganismer är enkla att arbeta med, men det är viktigt att vara medveten om riskerna med mikrobiologiskt arbete.

I Arbetsmiljöverkets föreskrifter, se avsnitt 2 *Arbetsmiljöverket*, definieras **mikroorganismer** enligt följande: "Bakterier, mögel- och jästsvampar, virus och andra mikrobiologiska enheter, cellulära och inte cellulära, som kan reproduceras eller överföra genetiskt material". Ett **smittämne** definieras enligt Arbetsmiljöverket som: "Mikroorganismer, prioner och humana infektioner, som kan framkalla infektioner hos människor".

2. Arbetsmiljöverket

På Arbetsmiljöverkets webbsida [Sjukdomar, smitta och mikrobiologiska risker](#), finns information om regler och risker vid arbete med mikroorganismer. Följande föreskrifter reglerar arbete med mikroorganismer:

[Smittrisker Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om smittrisker, AFS 2018:4](#)

[Minderårigasarbetsmiljö AFS 2012:3](#)

Folkhälsomyndighetens webbsidor [Om biosäkerhet och bioskydd](#) rekommenderas som stöd för riskbedömning.

3. Riskbedömning: riskklasser, anmälningsplikt och skyddsnivåer

Skolhuvudmannen har det övergripande ansvaret för att laborativt arbete kan genomföras på ett säkert sätt. I ett systematiskt arbetsmiljöarbete (SAM) ingår att göra riskbedömningar för allt laborativt arbete. Det omfattar hela arbetssituationen och involverar i skolan både lärarens förarbete, genomförandet av undervisningen tillsammans med elever och efterarbetet i de skollokaler med den utrustning som finns tillhands. För laborativt arbete med mikroorganismer ska man särskilt bedöma smittrisker. Smittrisk innebär en risk för att ett smittämne (mikroorganism) orsakar infektion eller att en person blir bärare av smittämnet. I riskbedömningen ska man ta ställning till frågor som:

- Vilka arbetsmoment kan innebära smittrisk?
- Hur kan smittämnen orsaka infektion?
- Vilka och hur allvarliga konsekvenser är det att bli utsatt för smittämnen?
- Under hur lång tid riskerar man att utsättas för smittämnen i arbetet?
- Behöver verksamheten anmälas till Arbetsmiljöverket?

Lärare i skolan har olika kompetens inom det naturvetenskapliga området. De kunskaper om mikroorganismer och sterilteknik som lärare behöver för att kunna göra riskbedömningar och genomföra praktiskt mikrobiologiskt arbete i skolan konkretiseras i avsnitt 5 *God mikrobiologisk praxis*. Utan dessa kunskaper kan säkerheten äventyras genom brister i riskbedömning och genomförande. Förutom lärarens kompetens behöver elevernas kompetens vägas in i en riskbedömning. Elevernas kompetens kan kopplas till årskurs. Förutom en bedömning kring elevernas kunskaper och förmågor behöver man i en riskbedömning som lärare också bedöma om den allmänna arbetssituationen i sin klass är tillfredsställande och gör det möjligt att genomföra ett visst försök.

3.1 Riskklasser för smittämnen

Smittämnen tillhör olika riskklasser utifrån sin förmåga att orsaka infektion och hur allvarliga följderna kan bli. I den bilaga som finns i AFS 2018:4 (se avsnitt 2 *Arbetsmiljöverket*) anges



smittämnen i riskklasserna 2, 3 och 4. Det finns ingen lista för riskklass 1 i föreskriften. Riskklass 1 motsvarar mikroorganismer som inte orsakar sjukdom hos friska människor (icke-patogena). Om en mikroorganism som man ska arbeta med inte finns med i listan över riskklass 2, 3 och 4 kan man dock inte anta att den tillhör riskklass 1 eftersom alla smittämnen inte är listade. En bedömning måste göras utifrån mikroorganismens egenskaper. Folkhälsomyndighetens webbsida [Riskklasser](#) ger några exempel på bakterier i olika riskklasser.

För att bedöma riskklass behöver man ta fram information om organismen. Ett sätt är att söka med det latinska namnet efter information på webbplatsen www.ATTC.org. Där anges BioSafetyLevel (BSL) som egentligen bäst motsvarar vilken skyddsnivå arbete med organismen kräver (se avsnitt 3.2 *Anmälningsplikt för viss typ av mikrobiologiskt arbete*) men det ger en fingervisning om riskklass. Olika bakteriestammar av samma art kan ha olika BSL. Om det uppstår osäkerhet om det är BSL 1 eller 2 ska den högre riskklassen väljas. (Det finns ingen motsvarande svensk resurs att söka i förutom det som listas i AFS 2018:4.)

Vi avråder bestämt från avsiktlig användning av mikroorganismer från riskklass 2 i skolan. Arbete med smittämnen i riskklass 3 och 4 är förbjudet i skolan.

3.2 Anmälningsplikt för viss typ av mikrobiologiskt arbete

För arbete med mikroorganismer i riskklass 1 krävs ingen anmälan av verksamheten till Arbetsmiljöverket. Inte heller för så kallade primära odlingar, där man enbart odlar upp, försluter odlingen och sedan på ett säkert sätt hanterar avfallet. Läs mer om säker avfallshantering i avsnittet 7 *Avfallshantering*. Däremot krävs anmälan av verksamheten om det omfattar arbete med sekundära odlingar (d.v.s att man ympar om eller hanterar odlingarna på annat sätt) med smittämnen i riskklass 2. Arbete med smittämnen i riskklass 2 är endast tillåtet för minderåriga i undervisning om rätt skyddsåtgärder vidtas (se 3.3 *Skyddsnivåer*). Anmälan av verksamheten till Arbetsmiljöverket ska göras minst 30 dagar innan den första gången som arbetet ska genomföras. Vi avråder dock från avsiktlig användning av mikroorganismer från riskklass 2 i skolan.

Vid odling av okända mikroorganismer ska man utgå från att de kan tillhöra en högre riskklass och därmed får man **inte** ympa om eller vidare behandla en sådan odling på något sätt i skolan.

3.3 Skyddsnivåer

I en riskbedömning för arbete med mikroorganismer ska det framgå vilken skyddsnivå som arbetet ska bedrivas på. En viss skyddsnivå beskriver en uppsättning av skyddsåtgärder som är anpassad för arbete med smittämnen med likartade risker. Folkhälsomyndighetens webbsida [Skyddsåtgärder](#) beskriver på ett tydligt sätt vad de olika skyddsnivåerna innebär i praktiken. För oss i skolan är det relevant att jämföra skyddsnivå 1 och 2.

Skyddsnivå 1 kan motsvara en normal laborationslokal med tillgång till rinnande vatten för handtvätt och bänkar som lätt går att rengöra. De laborationer som rekommenderas för det vi kallar kompetens Basnivå (se exempel under avsnittet 4.1) kan genomföras med skyddsnivå 1.

Skyddsnivå 2 kräver en laborationslokal som ska ha en skylt för smittrisk under den period som mikrobiologiskt arbete pågår i lokalen. (Skyltar kan laddas ner från Arbetsmiljöverkets hemsida, sök på skyltar.) Endast personer med lämplig skyddsklädsel och som fått information om riskerna får komma in i lokalen. I skolan där laborationslokalen kan användas av många elever och lärare är det därför viktigt att salen noga rengörs efter mikrobiologiskt arbete, och om möjligt endast används av de som har kunskap om Skyddsnivå 2 under tiden det mikrobiologiska arbetet utförs. Skyddsnivå 2 innebär krav på säker hantering av mikrobiologiskt avfall som kan innehålla potentiella smittämnen. Antingen kan man uppnå det med tillgång till autoklav eller genom att man avdödar odlingar med bakteriedödande medel (se avsnitt 7 *Avfallshantering*). Alternativt beställer man tjänsten Riskavfall från ett företag som hanterar den typen av avfall. Mikrobiologiska säkerhetsbänkar ökar säkerheten när man jobbar med öppna odlingar där det finns risk för att smittämnen sprids till luften, men om man undviker sådana riskmoment behövs i regel ingen säkerhetsbänk.

Om man i en riskbedömning inte tydligt kan visa vilken skyddsnivå som behövs och all-



varlig hälsorisk inte kan uteslutas, ska arbetet bedrivas på minst skyddsnivå 3, något som är orimligt att uppfylla i en normal skolmiljö och ska därför inte förekomma. För att underlätta bedömningen beskriver vi i följande avsnitt tre kompetensnivåer av arbete, som inkluderar både lärare och elevers kompetens av vad som är lämpligt i arbete med mikroorganismer i skolan.

4. Kompetens och förutsättningar för mikrobiologiskt arbete

Nedanstående beskrivs indelning i tre kompetensnivåer som Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik har tagit fram för lärare och elever som en hjälp för skolläring och enskilda lärare att bedöma vilken typ av arbete med mikroorganismer som är lämpligt att genomföra. Även en beskrivning av krav på lokaler anges. De exempel som ges kan underlätta riskbedömningen.

4.1 Basnivå

Arbete med organismer som innebär en mycket liten eller ingen känd risk. Arbetet kan utföras av lärare utan särskild träning i mikrobiologiskt arbete. Arbetet kan utföras i klassrum med närhet till vatten och möjlighet att tvätta händerna. Lämpliga organismer att arbeta med är mikroorganismer som används för matproduktion t.ex. jäst, samt bakterier som används för yoghurttillverkning. Mikroorganismerna får endast odlas på material där de växer naturligt exempelvis bröd, mjölk, ost och yoghurt.

Exempel:

- Försök med jäst. Bakning eller jäsning under olika förhållanden med bildning och uppsamling av koldioxid.
- Odling av matsvamp som växer på exempelvis toalettpappersrullar. Om fruktkroppar med svampsporer bildas utgör detta en hälsorisk. Använd förslutna påsar eller burkar med lock för att undvika spridning i klassrummet.
- Odling av mögel på bröd, frukt eller grönsaker. Mögelsporer och/eller mykotoxiner kan spridas från mögelsvampar. Använd glasburkar med lock eller förslutna plastpåsar för att undvika spridning i klassrummet.

4.2 Mellannivå

Arbete som kan utföras av naturvetenskapligt utbildade lärare med en kort, enklare utbildning i att hantera mikroorganismer och som arbetar med elever från och med skolor 6. Arbetet utförs lämpligen i en laborationssal med tillgång till rinnande vatten för handtvätt och bänkytor som tål desinfektion (skyddsnivå 1). Arbete kan utföras som kan medföra viss risk för att skadliga mikroorganismer odlas upp, men där risken minimeras genom ett genomtänkt val av organismer, miljö varifrån organismerna hämtas samt inkubering/uppodling vid max 25° C, för att undvika att patogena organismer gynnas.

Organismer från riskklass 1 kan användas under förutsättning att stammarna inte hålls i kontinuerlig odling och omympas. Om möjligt ska organismer med avvikande miljökrav som hög salthalt, lågt pH eller låg temperatur väljas. Medier med lågt pH eller hög salthalt selekterar för bakterier med speciella miljökrav och hämmar tillväxt av andra bakterier. En extrem miljö är dock ingen fullständig garanti för att undvika patogena bakterier. Exempelvis kan *Staphylococcus aureus* som är en vanlig bakterie och som kan orsaka infektioner oavsiktligt selekteras fram i medium med hög salthalt.

Organismer kan odlas upp från olika miljöer, men man ska undvika platser där det eventuellt förekommer skadliga mikroorganismer. Toaletsitsar eller andra ytor i hygienutrymmen är olämpligt. Det är även olämpligt att odla upp mikroorganismer från andra kroppsytor än fingrar/händer eftersom risken för uppodling av sjukdomsframkallande mikroorganismer då blir större. **Kulturer med okända mikroorganismer försluts säkert före inkubation och får sedan inte öppnas mer.**



Odling av organismer kan ske på agarmedier eller motsvarande flytande medier som har en enkel sammansättning av näringsämnen. Medier som selekterar för organismer som är potentiellt patogena för människan, exempelvis blodagar ska inte användas. Organismerna odlas alltid i slutna kärl, dock ej syrefritt.

Exempel:

- Odling av mikroorganismer hämtade från fingrar/händer eller ytor i omgivningen (dock ej toaletter/hygienutrymmen), exempelvis bänkytor, dörrhandtag eller ytor på frukt och grönsaker (äpplen, vindruvor m.m.). Uppodling av mikroorganismer som får falla ner på en agaryta från luften.

Kommentarer: I alla dessa fall odlar man upp okända mikroorganismer vilket medför krav på destruktion genom att antingen kastas väl förslutna i riskavfall eller avdödas och sedan kastas i brännbart avfall. Odlingarna försluts med ett par tejpbitar innan inkuberingen. Om plattorna tejpas igen fullständigt finns det risk för att det bildas kondens som förstör odlingarna. För att hindra att elever öppnar plattorna kan de tejpas igen fullständigt inför avläsningen. Renodling av mikroorganismer med utgångspunkt i en naturlig blandning av okända mikroorganismer från människokroppen eller omgivningen ska inte göras.

- Test av antibiotikaproduktion från svampmycel i jord. Görs genom att tillföra lite jord i brunnar/hål i agarplattan.
- Test av antibakteriella ämnen från kryddor, lök, chili etc. på kända mikroorganismer från riskklass 1.
- Produktion av biogas från växtmaterial som ympas med väl nedbruten kompost. Gödsel ska inte användas.
- Produktion av enzymer med hjälp av exempelvis *Bacillus subtilis* (bakterie i riskklass 1).
- Odling av *Halobacterium sp* som hör till gruppen arkéer. Den odlas i höga salthalter, upp till mättad saltlösning, och i temperaturen 40-42°C. Kolonier och flytande kulturer har en tydlig rosa/röd färg. Odlingsförhållanden och koloniernas utseende gör att risken för kontamination minskar.
- Anrikning av vissa typer av bakterier från naturen genom odling på selektiva medier. Exempelvis:
 - a) Bioluminescenta bakterier från saltvattensfisk. Odling av bioluminescenta bakterier ska ske vid en temperatur av +4°C för att hindra att sjukdomsframkallande bakterier odlas upp.
 - b) Höbakterien, *Bacillus subtilis*, kan odlas fram från en hökultur/höinfusion. För att gynna tillväxten av *B. subtilis* undvik en stor volym och för mycket hö. Risk finns annars för att det blir anaerobt och att konkurrerande mikroorganismer förökas istället. Undvik också att tillsätta näringsämnen till höinfusionen. Ingen destruktion av bakteriekulturer från anrikningsförsök a) och b) behöver göras.

4.3 Avancerad nivå

Lärare ska ha goda praktiska och teoretiska kunskaper om bakterier och sterilteknik. Eleverna ska ha nått gymnasienivå. Mikrobiologiskt arbete på avancerad nivå kräver en institution med lämplig utrustning. Arbete som innebär att kända svampar och bakterier från riskklass 1 ympas om och hålls i odling kan utföras. Det är viktigt att kunna arbeta säkert så att inte odlingar kontamineras och okända mikroorganismer av misstag odlas upp. Uppodling av mikroorganismer i större skala innebär arbete på avancerad nivå.

Exempel:

- Organismer från riskklass 1 används för att studera olika egenskaper genom färgningar/mikroskopistudier och biokemiska undersökningar.
- Om bakterier oympas och hålls i odling.
- Undersökning av totalantal bakterier och eventuellt antal koliforma bakterier i livsmedel,



vatten och jord. Vid undersökning av bakteriehalt i livsmedel, vatten och jord skall plattor och bakterielösningar som innehåller okända bakterier antingen kastas väl förslutna i riskavfall eller avdödas och sedan kastas i brännbart avfall. Det är olämpligt att göra en renodling av bakterier från denna typ av försök. Försökens svårighetsgrad gör att de lämpar sig för gymnasienivå.

5. God mikrobiologisk praxis

God mikrobiologisk praxis innebär ett arbetssätt som går ut på att undvika spridning och exponering för smittämnen.

5.1 Praktiska anvisningar vid mikrobiologiskt arbete

1. Bänkytorna i laborationssalen ska vara resistent mot vatten, syror, alkalier, lösningsmedel, desinfektionsmedel och vara lätta att rengöra.
2. Laborationsrockar och förkläden skall användas inom men inte utanför arbetsområdet.
3. Undvik ringar, armband, löst hängande hår och annat som kan försvåra god hygien och bidra till smittspridning.
4. Håll god ordning på arbetsplatsen och var renlig.
5. Rutiner för hantering av spill, olycka/tillbud skall finnas. Utspillda bakteriesuspensioner torkas upp med papper som sedan destrueras och eftertorkas med 70 % etanollösning eller med Virkon. Observera att exempelvis bakteriesporer kan vara mycket svåra att avdöda.
6. Lösningar med bakterier destrueras med 70 % etanollösning alternativt Virkon. (Tidigare rekommenderades att använda Jodopax men av miljöskäl rekommenderas inte Jodopax längre.) Dock ska flytande lösningar med Virkon undvikas att hällas ut i avloppet, eller hällas till mindre volymer. (Regelverk för utsläpp i avlopp av Virkon finns att läsa på kommunens reningsverk.)
7. Handtvättanordningar ska finnas i laborationssalen. Tvätta händerna med flytande tvål och torka med engångshanddukar. Använd vid behov desinfektionsmedel före och efter arbete med mikroorganismer.
Kommentarer: desinfektionsmedel som innehåller glycerin kan inköpas som förhindrar uttorkning av huden. Mikroorganismer kan tillväxa i vissa desinfektionsmedel och tvålar. Det är därför lämpligt att använda en typ av förpackningar som inte släpper in luft utan faller ihop allteftersom de töms.
8. Det är viktigt att inte utsätta sig för risker genom att få in mikroorganismer i mun och ögon, d.v.s. att inte munpipettera, undvika att beröra ansiktet, snusa, dricka eller äta i samband med mikrobiologiskt arbete.
9. Använd utskrivna instruktioner på papper (som kastas efter genomförd laboration) för att undvika handhavande av dator/mobil vid mikrobiologiskt arbete.
10. Undvik bildning och spridning av aerosoler, spill och stänk. T.ex. skall medier i pulverform hanteras i dragskåp om det finns risk för att inandas luftburna partiklar.
11. Använd slutna kärl vid arbete med kulturer av mikroorganismer.
12. Vid odling av sporbildande mögelsvampar är spridningsrisken stor och det är viktigt att vidta särskilda åtgärder mot spridning av sporer, t.ex. genom att förvara odlingar inneslutet i plastpåsar eller burkar med skruvlock.
13. Vid flambering av t.ex. en rackla är risken stor att spritlösningen som racklan doppas i antänds. Detta kan inträffa om racklan är alltför varm när den doppas i spritlösningen. Se till att det finns ett lock till kärlet med sprit som kan användas för att kväva elden. Var noga med att spritlösning/desinfektionsmedel inte står i närheten av brännaren.
14. Rutiner för hantering av avfall skall finnas. Se avsnitt 7 *Avfallshantering*. Om autoklavering används, var noga med att iaktta de säkerhetsregler som gäller vid autoklavering och



överlåt inte autoklavering till elever.

5.2 Sterilisering och desinfektion

Metoder för sterilisering/desinfektion:

1. Arbetsbänkens yta desinficeras med 70 % etanol.
2. Se till att medier och odlingskärl är steriliserade innan uppodling av mikroorganismer sker. (Arbetsmiljöverket har bestämmelser för tryckkärl.)
3. Glasvaror kan steriliseras i torr värme vid 160°C i två timmar. Kärlets öppningar täcks med t.ex. aluminiumfolie inför steriliseringen.
4. Ympnålar med metallögla steriliseras genom glödning i gaslåga.
5. Racklor doppas i 95 % etanol och antänds. (Se 5.1.13 för säkerhetsrisk i samband med flambering.)
6. Utspilda lösningar med bakterier torkas upp med 70 % etanol.
7. Lösningar med bakterier destrueras med 70 % etanol eller Virkon. (Jodopax med en ursprunglig halt av 5 % jod späds 1:100.)

6. Organismer, odlingsförhållanden och avläsning

6.1 Rekommenderade organismer

Mikroorganismer som hör till riskklass 1 är lämpliga att använda i skolan, se följande exempel.

- *Bacillus megaterium*
- *Bacillus subtilis*
- *Escherichia coli K12*
- *Lactobacillus acidophilus*
- *Micrococcus luteus*
- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Arkéer, t.ex. Halobacterium sp*
- *Cyanobakterier t. ex. Spirulina sp, Nostoc sp.*

Mikroorganismer från riskklass 2 kan användas i skolan enligt föreskrifterna AFS 2012:3 samt tillägg AFS 2018:8. Men arbete med mikroorganismer från riskklass 2 ska anmälas till Arbetsmiljöverket, läs mer om detta i avsnitt 3.2. *Anmälningsplikt för viss typ av mikrobiologiskt arbete*. Vi avråder dock från avsiktlig användning av mikroorganismer från riskklass 2 i skolan.

6.2 Inköp av organismer

Organismer som köps in till en skola ska komma från en pålitlig källa, t.ex. företag som saluför mikroorganismer eller mikrobiologisk institution. En dokumentation och riskbedömning ska medfölja organismen. Alternativt görs riskbedömningen på skolan av någon som har tillräckliga kunskaper.

6.3 Förvaring av organismer och medier

Bakterier kan förvaras infrysta i ca -20°C. Infrysning av en bakteriekultur kan göras i t.ex. ependorfrör i en blandning av 50 % glycerol och 50 % bakteriesuspension. Bakterier kan också förvaras i kylskåp på snedagarrör med åtskruvat skruvlock alternativt som utstryk på plattor. Bakterier som på detta sätt förvaras i kylskåp ska omympas minst var tredje månad och odlingsarna kontrolleras så de inte blir kontaminerade. Bakterier ska inte förvaras i kylskåp som innehåller livsmedel. En ytterligare möjlighet är att använda skruvlocksrör där bakterier kan överleva under lång tid genom instick i djupagar. Det är lämpligt att göra i ordning ett flertal



renkulturer samtidigt och hämta bakterier från en ny renkultur varje gång som en uppodling inför elevförsök ska göras.

Medier kan förvaras i tillslutna flaskor i rumstemperatur. Kontrollera att mediet inte infekterats. Agarplattor förvaras i plastpåsar i kylskåp.

6.4 Inkubering och avläsning

Inkubering ska göras så att elever inte på egen hand kan komma åt odlingarna under och efter inkuberingen. Helst ska inkuberingen ske på annat ställe än i klassrummet. Vid odling på agarplattor försluts lock med botten med två tejpremsor på vardera sida om petriskålen innan inkuberingen. Om man försluter helt med tejp runt om finns risk för kondensbildning vilket förstör odlingarna.

Innan avläsning av agarplattor, framförallt vid avläsning av odlingar av okända mikroorganismer, ska plattorna förslutas runt om helt med tejp eller parafilm så att eleverna inte kan öppna dem.

Om du odlar i flytande kultur är det viktigt att tänka på att flamblera av mynningen till röret eller e-kolven varje gång det täckande locket/folien tas av.

6.5 Ympning

Vid ympning av en större volym flytande kultur ska ca 20 % av den totala odlingsvolymen tillföras i form av en aktivt tillväxande kultur. Ett sådant förfarande innebär att eventuella skadliga mikroorganismer kan konkurreras ut av den stora massan önskade organismer.

7. Avfallshantering

Det är inte nödvändigt att avdöda kulturer med kända mikroorganismer från riskklass 1 innan de kastas, eller att desinficera sådant material som varit i kontakt med organismer från riskklass 1. Agarplattor med kända klass-1-organismer kan läggas i dubbla plastpåsar som försluts och sedan kastas i brännbart avfall. Enklare odlingsförsök av svamp på toalettrullar eller liknande kan förslutas och kastas som brännbart avfall. Enklare försök med möjligt bröd eller frukt i slutna kärl eller påsar kan också kastas som brännbart avfall.

Alla plattor som innehåller okända bakterier ska antingen kastas väl förslutna i riskavfall eller avdödas och sedan kastas i brännbart avfall. Avdödning kan ske genom autoklavering eller genom att hälla på ett effektivt desinfektionsmedel, 70% etanol eller Virkon. (Jodopax är också bakteriedödande men är samtidigt ett oxidationsmedel som kan påverka avloppssystemen negativt. Jodopax ska hanteras i ventilerat skåp).

Plattor som odlats med riskklass 2-bakterier (anmälningspliktiga) ska likt okända bakterier kastas väl förslutna i riskavfall eller avdödas och sedan kastas i brännbart avfall. Avfallshantering för genetiskt modifierade mikroorganismer (GMM) som används i undervisning måste avdödas eller hanteras som riskavfall även om de tillhör riskklass 1. Läs mer om säkerhetsaspekter på praktiskt arbete med GMM i dokumentet *Genetiskt modifierade mikroorganismer (GMM)* på Bioresurs hemsida, www.bioresurs.uu.se.

Vätskekulturer med riskklass 1- eller riskklass 2-bakterier (anmälningspliktiga) eller okända mikroorganismer i vätskekultur ska autoklaveras eller avdödas med effektivt desinfektionsmedel innan de hålls ut i vasken. Alternativt kan mindre volymer hållas upp i väl förslutna kärl och kastas som riskavfall.

8. Användning och hantering av antibiotika vid laborationer

Det är nödvändigt att användningen av antibiotika i samhället minskas. Det är därför angeläget att skolan i samband med laborationer med mikroorganismer också undervisar om problematiken med antibiotikaresistens. Laborationer då antibiotika används kan fylla ett pedagogiskt syfte men givet att skolan är restriktiv med antibiotikaanvändningen och hantarer avfallet korrekt.

Antibiotika som används för försök i skolan ska inte vara medicinskt relevant, ha kort



ekoskugga (d.v.s. den tid som antibiotikan påverkar naturen) och enkelt kunna inaktiveras. Beta-laktamer (penicilliner) används ibland vid skollaborationer eftersom de bryts ned fort av bakterier i miljön. Ampicillin är exempelvis ett vanligt val till *E. coli* i kit för transformation av bakterier. Kanamycin är en annan typ av antibiotikum (aminoglykosid) som används i vissa kit. Kanamycin förstörs dock ej vid autoklavering men vid förbränning.

Antibiotika som ska undvikas i skolan är Tetracykliner, Sulfonamider och Ciproflaxacin av stabilitetsskäl, vilket innebär att de är svåra att inaktivera.

Stora volymer av flytande vätskor med antibiotika ska ej användas och antibiotika ska inte hållas ut i avloppet. Agarplattor innehållande bakterier från riskklass 1 och antibiotika räknas som fast avfall förutsatt att tillverkaren av antibiotika inte skriver något annat i säkerhetsbladet, och kan kastas väl förslutna i brännbart avfall (i enlighet med tillverkarens instruktioner i säkerhetsbladet).

Om plattorna innehåller bakterier från riskklass 2 eller bakterier från GMM-laborationer kan plattorna kastas i riskavfall eller autoklaveras för att på så sätt oskadliggöras och sedan kastas i brännbart avfall. Allt material som varit i kontakt med eller innehåller antibiotika såsom rör/pipettspetsar/lösningar/ e.t.c. behandlas som riskavfall eller destrueras genom autoklavering och går till förbränning. Överblivna rena antibiotika ska hanteras som läkemedelsavfall enligt tillverkarens instruktioner i säkerhetsbladet.

Observera att det kan också finnas andra risker med avfallet, exempelvis andra kemikalier, stickande/skärande, smittförande eller GMM som måste beaktas.