

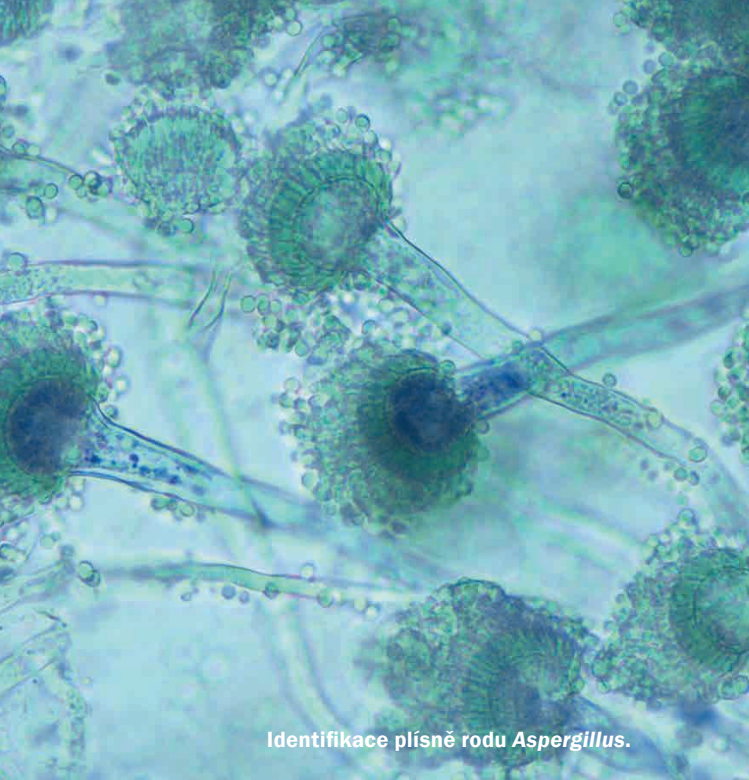
A top-down view of a petri dish containing a yellowish agar medium. The surface is heavily colonized with numerous dark, fuzzy, circular colonies of mold, likely Aspergillus or similar fungi. The colonies are densely packed in some areas and more sparse in others. The text is overlaid on the right side of the dish.

Dezinfekce archiválií v Národním archivu

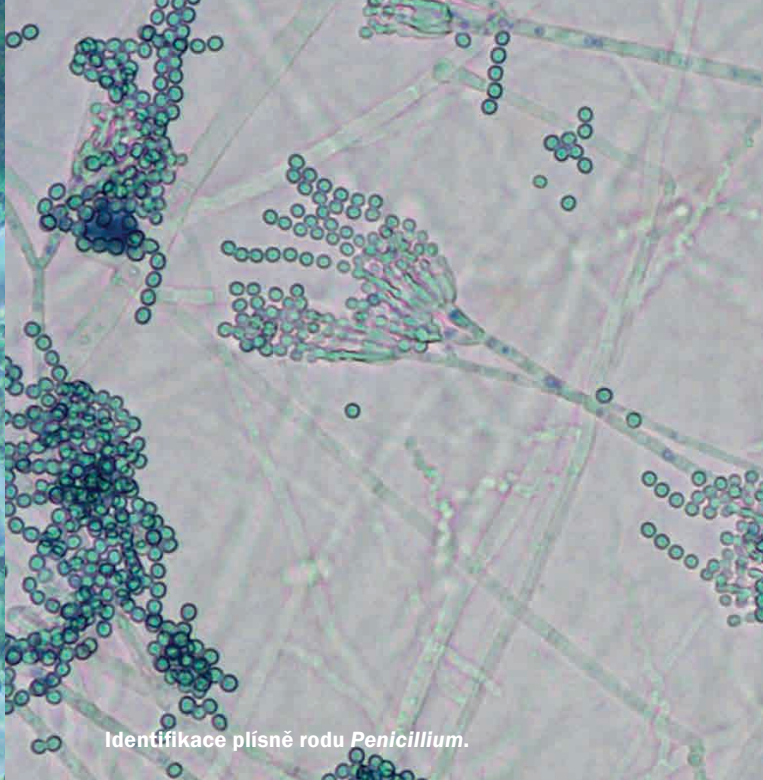


Dezinfekce archiválií v Národním archivu

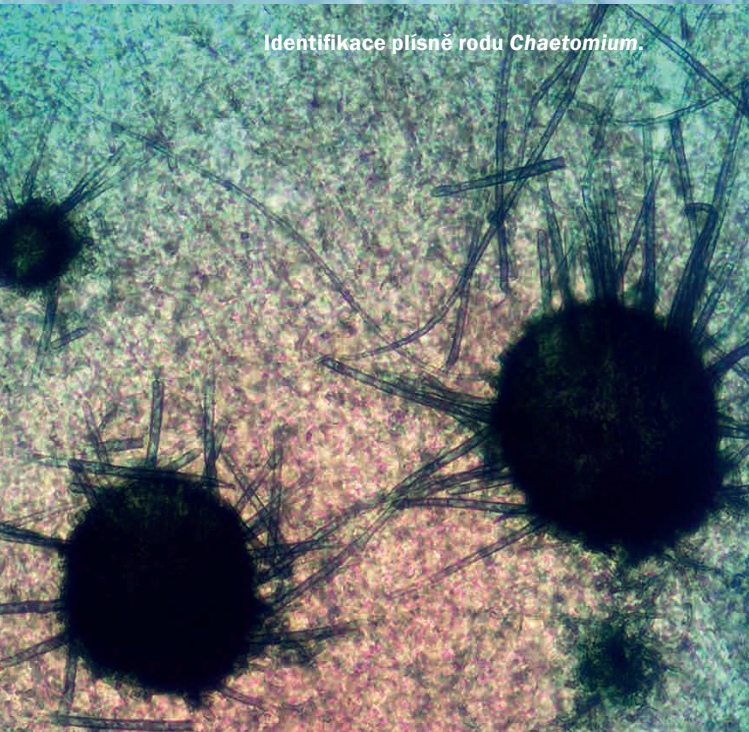




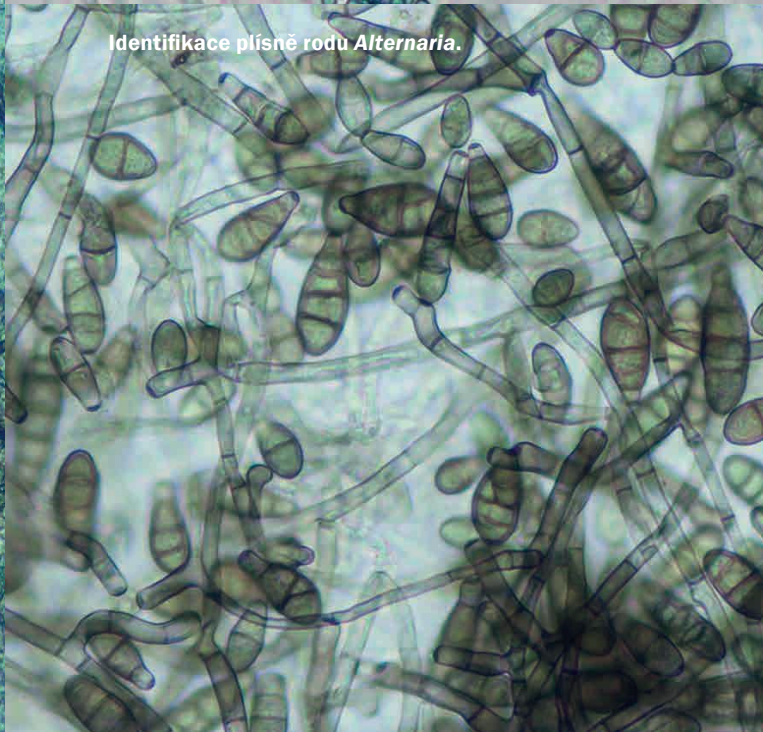
Identifikace plísně rodu *Aspergillus*.



Identifikace plísně rodu *Penicillium*.



Identifikace plísně rodu *Chaetomium*.



Identifikace plísně rodu *Alternaria*.

Houby a bakterie

V přírodě plní houby a bakterie získávající živiny z odumřelých těl rostlin a živočichů (saprotrofie) nepostradatelnou funkci v koloběhu života. I díky jejich činnosti není svět zaplaven nezměrným množstvím nerozloženého biologického odpadu, jenž neustále vzniká. Zároveň však představují vážný problém pro archivy, knihovny a muzea, kde za příhodných podmínek osidlují a poškozují organické materiály použité člověkem pro dlouhodobý záznam důležitých informací. Psací podložkou byl po mnoha staletí především papír vyráběný z rostlinných vláken a pergamen zhotovený ze zvířecí kůže. Napadnuty mohou být ale i materiály použité pro výrobu knižních desek (dřevo, useň, textil ...), pečetí, kinematografických filmů apod.



Záchyt plísní z archivního materiálu před dezinfekcí.

Záchyt bakterií a kvasinek z archivního materiálu před dezinfekcí.

Plísně

Plísňové spory a růstu schopné úlomky mycelia se v různé koncentraci běžně nachází v prostředí, které nás obklopuje. Při vhodných podmínkách prostředí (tj. vysoká vlhkost, přítomnost kyslíku, živin a stopových prvků, mírně kyselé pH) a dostatku času mohou živé zárodky přejít do vegetativní fáze vývoje. Klíčení a nárůst plísní v depozitářích nastává obvykle po haváriích vody, povodních, požárech hašených vodou, narušení střešní krytiny a při uložení materiálů v prostředí s vysokou vzdušnou vlhkostí (zpravidla > 65 %). Dále existuje riziko zavléčení již aktivní plísně do depozitáře společně s novými přírůstky, což je nebezpečné i z hlediska toho, že některé plísně ve fázi růstu jsou schopny tolerovat i nízký obsah vlhkosti ve zdroji výživy (xerofilie).



Handwritten text on the flyleaf of an open book, including the name 'Wm. Hall' and other illegible script.

37

Znehodnocení artefaktů plísněmi

Plísně mohou v závislosti na svém druhu a životních podmínkách produkovat barevné sloučeniny esteticky znehodnocující artefakty, toxické látky či enzymy měnící původně dlouhé molekuly materiálu na jednoduché sloučeniny stravitelné pro mikroorganismy. Uvolněné těkavé látky a spory (živé i neschopné aktivace) dráždí dýchací cesty osob. Převážně u imunitně silně oslabených jedinců pak může docházet i k infekcím (paraziti mívají v životním cyklu zahrnutou saprotrfní fázi, kdy získávají živiny z odumřelého materiálu podobného hostiteli).



Herrl. Beyden

Tabacco
Gibonay
E. Sauer
E. Sauer

Tabacco
E. Sauer
E. Sauer

Tabacco
E. Sauer
E. Sauer

Tabacco
E. Sauer
E. Sauer

Tabacco
E. Sauer
E. Sauer

Tabacco
E. Sauer
E. Sauer

11
2
15
28
1728

Identifikace mikroorganismů

K potenciálně napadenému materiálu se přistupuje, jako by napadený byl, což od personálu vyžaduje využití minimálně ochranných rukavic a respirátoru (FFP2/FFP3). Přítomnost rostoucí plísně či kontaminace materiálu sporami se ověřuje pomocí stěru sterilním odběrovým tamponem z plochy 10 × 10 cm, nebo přímo z místa podezřelého z napadení. Odebrané pevné částice jsou následně asepticky přeneseny na sterilní univerzální živnou půdu a za vhodných podmínek kultivovány. V případě nárůstu se následně provádí počítání kolonií tvořících jednotku a identifikace mikroorganismů. Pokud se zjistí, že na archiválii plísně rostou, nebo byla silně kontaminována jejich živými zárodky, doporučena je dezinfekce a mechanická očista, aby se předešlo dalšímu poškození artefaktu a ochránil personál, který s ním manipuluje. Zřejmě nejběžněji nalézanými rody mikroskopických vláknitých hub na archiváliích jsou *Aspergillus*, *Penicillium* a *Cladosporium*.



Dezinfekce archiválií

V Národním archivu jsou od roku 1995 instalovány dvě tlakové komory, které slouží k dezinfekci písemností a jiných typů materiálů plynem při vysokém tlaku. Jako dezinfekční látka se používá plyn etylenoxid v 10% koncentraci. Cílem dezinfekčního procesu je zbavit archivní materiál všech mikroorganismů, které písemnostem škodí, především plísní a jejich zárodků – spor. Tento druh dezinfekce je velmi efektivní z hlediska účinnosti i množství dezinfikovaného materiálu v jednom cyklu, je ale velmi nebezpečný kvůli povaze použitého plynu. Národní archiv při provozu dezinfekční linky důsledně dbá všech zdraví ochraňujících opatření.



Dezinfekční komora

Tlakové zařízení bylo vyrobeno španělskou firmou Matachana v roce 1994.

Objem komory:	3 m ³
Využitelná kapacita:	11 běžných metrů archiválií
Čas dezinfekčního cyklu:	24 hodin
Maximální provozní tlak:	3,5 bar
Maximální teplota:	90 °C

Provozní parametry pro dezinfekci papírových písemností:

Teplota:	30 °C
Tlak:	2,20 bar



Etylenoxid (C₂H₄O)

- K dezinfekci se používá směs ETOXEN (směs 10 % etylenoxidu a 90 % oxidu uhličitého).
- Etylenoxid je hořlavý, jedovatý, karcinogenní, mutagenní.
- Dráždí oči, kůži a dýchací cesty.

Základní charakteristika:

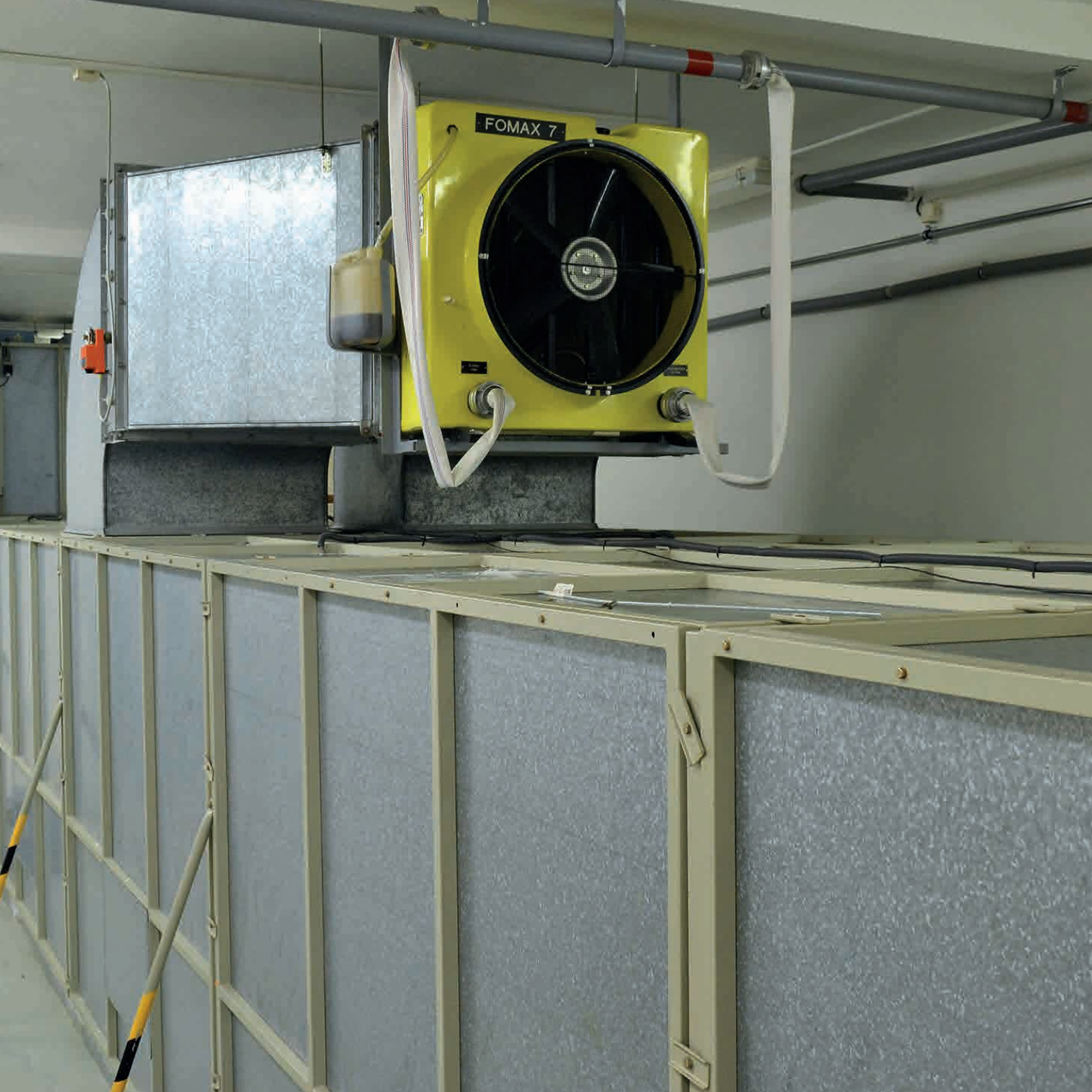
Etylenoxid je za normálních podmínek bezbarvý plyn těžší než vzduch. Při teplotách nižších než 10,7 °C se vyskytuje jako bezbarvá kapalina s hustotou 899 kg/m³. Tuhne při -113 °C. Patří mezi velmi reaktivní sloučeniny dobře rozpustné ve vodě i v organických rozpouštědlech. Při vyšších koncentracích (0,9 kg/m³) je cítit, jeho zápach se podobá éteru. Jde o těkavou organickou látku.



Dezinfekční proces

Výhodou dezinfekce v Národním archivu je plná automatizace celkem šestidenního procesu. Obsluha pouze vloží archiválie do klecí. Dále, od jejich vjezdu do dezinfekčních komor až po vyjmutí materiálu z odvětrávacího tunelu, je celý proces bezobslužný, řízený počítačem. První den klece s materiálem zajedou po válečkové dráze do dezinfekční komory, její dveře se hermeticky uzavřou, stáhne se ochranná roleta oddělující prostor komor od prostoru obsluhy a spustí se 24 hodin trvající proces dezinfekce:

- Nahřátí – komora a materiál se nahřejí na požadovanou teplotu 30 °C.
- Zvlhčení – materiál se zvlhčí, aby došlo k narušení zapouzdřených zárodků plísní.
- Vakuum – za pomoci vakuové vývěvy se odsaje vzduch na podtlak 0,07 bar.
- Kondice – doba, kdy dochází k ustálení tlaku a teplot.
- Zaplynování – automaticky se do komory napustí ETOXEN, výsledný tlak v komoře je 2,20 bar.
- Vlastní dezinfekce – materiál je držen pod vysokým tlakem 6 hodin, jen tak se plyn dostane i do písemností uložených v kartonech a do knižních vazeb – hluboko do struktury materiálu.
- Odplynování – za pomoci vakuové vývěvy se plyn vypustí přes spalovací zařízení – ABÁTOR, kde se plyn za vysokých teplot spálí (rozloží na oxid uhličitý a vodní páru) a do ovzduší se vypouští už jen čistý vzduch (maximální povolená koncentrace etylenoxidu v emisích je 5 mg/m³).
- Aerace – podtlakové čištění materiálu vzduchem, kdy dochází k odstranění zbytků etylenoxidu. Vakuová vývěva sníží tlak v komoře na 0,11 bar. Po dosažení této hodnoty se přes filtry opět napustí vzduch, aby se tlak v komoře vyrovnal atmosférickému. Tento proces se opakuje celkem 25×.
- Ventilace – provětrávání archiválií, proces trvá s pomoci vakuové vývěvy 300 minut.
- Ukončení procesu – tlak v komorách se vyrovná s okolním tlakem a otevřou se dveře na výstupní straně.



FOMAX 7

Odvětrání zbytkového etylenoxidu

Po ukončení vlastního procesu dezinfekce se otevřou výstupní dveře komor a klece s archiváliemi vjedou po válečkové dráze do odvětrávacího tunelu, kde se materiál 5 dnů pohybuje proti proudícímu vzduchu, aby se tak zbavil zbytků etylenoxidu.

Na konci tunelu se odvětraný materiál odebere a umístí do kontrolní komory, kde se po dobu 24 hodin měří, zda byl odvětrán veškerý zbytkový etylenoxid. Výstupní kontrola je posledním krokem dezinfekce, teprve poté si archiválie přebírají zaměstnanci archivu.



Ochrana zdraví

K ochraně zdraví na pracovišti je využíván monitoring plynovým chromatografem.

Po celém pracovišti jsou umístěny body pro měření koncentrace etylenoxidu ve vzduchu. Měření probíhá nonstop, i když není zařízení v provozu. Chromatograf monitoruje aktuální koncentraci etylenoxidu, je velmi citlivý a zobrazuje i sebemenší hodnoty. Pokud dojde k úniku etylenoxidu (špatné tlakové lahve, netěsnost potrubí nebo dezinfekčních komor) a jeho koncentrace v některé části pracoviště je vyšší než 1 mg/m^3 , automaticky dojde k následujícím krokům:

- Návěstí nad vstupy do pracovních prostor se rozsvítí červeně a zároveň začnou vydávat akustický signál – pro všechny osoby to znamená NEVSTUPOVAT!
- Havarijní signál je odeslán na nepřetržité pracoviště dispečinku měření a regulace (tzv. velín).
- Ihned se automaticky spustí havarijní ventilace, která zajišťuje rychlou výměnu vzduchu v celém pracovišti dezinfekce.



Postup obsluhy při havárii

Činnost obsluhy při úniku etylenoxidu:

- Obsluha nevstupuje do prostoru, v němž došlo k úniku etylenoxidu, dokud zde jeho koncentrace neklesne pod 1 mg/m^3 .

- Ve výjimečných situacích, kdy je zásah v prostoru se zvýšenou koncentrací nezbytný, použije obsluha ochrannou masku s filtrem typu 6055 A2, ochranné rukavice a další ochranné prostředky.

- Je-li v prostoru zároveň signalizován požár, postupuje obsluha podle příslušných bodů požárních poplachových směrnic.

- ĎUROVIČ, M., ŠIROKÝ, M., DERNOVŠKOVÁ, J., BACÍLEK, J., BACÍLKOVÁ, B. *Materiálová podstata, vlastnosti a příčiny poškození*. In ĎUROVIČ, M., (ed.). *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 17 – 78. ISBN 80-7185-383-6.
- FLORIAN, M. – L. E. *Fungal facts: Solving fungal problems in heritage collections*. London: Archetype Publications Ltd., 2002. ISBN 1-873132-63-8. 146 s.
- FASSATIOVÁ, O. *Plísně a vláknité houby v technické mikrobiologii: Příručka k určování*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1979.

Přední strana obálky: Záchyt plísní z archivního materiálu před dezinfekcí.

Zadní strana obálky: Ověření účinnosti dezinfekčního procesu.

Dezinfekce archiválií v Národním archivu

Kolektiv autorů: Martina Nováková a kol., PRO-ARK, s.r.o.

Fotografie: Martina Nováková, Eva Tamchynová

Grafická úprava: Magda Fišerová

Národní archiv, 2024

