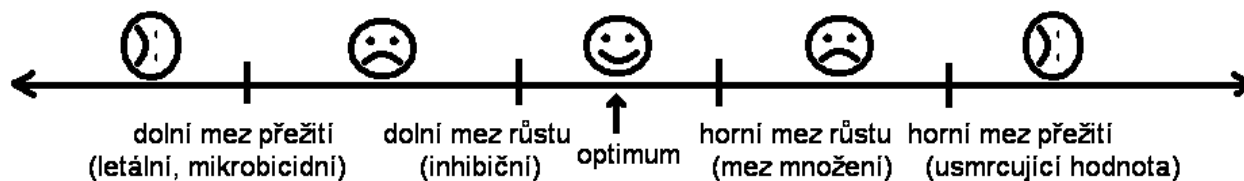


# Téma 3 Desinfekce a sterilizace

## 3.1 Mikroby a prostředí, chování mikrobů při změnách jednotlivých faktorů v prostředí

### 3.1.1 Chování mikrobů při změnách fyzikálních a chemických faktorů



#### 3.1.1.1 Mikroby a vnější prostředí

Všechny mikroby jsou velmi citlivé na změny vnějšího prostředí. Na ose, znázorňující kvantitu nějakého **fyzikálního faktoru** (třeba pH či teplotu), můžeme určitou hodnotu definovat jako **optimální**. To je hodnota, při níž mikroby rostou nejrychleji. Když se hodnota zvyšuje nebo snižuje, snižuje se i růstová rychlost, až klesne na nulu. To je **inhibiční** mez, kdy je inhibován (zastaven) růst čili množení mikrobů. To ale neznamená, že jsou mikroby usmrceny – k tomu dojde až při dosažení druhé, tzv. **mikrobicidní** meze, kdy jsou mikroby nevratně ničeny (usmrceny). Pojem „mikrobicidní“ se často nahrazuje pojmy jako **baktericidní**, **fungicidní** nebo **virucidní** (u parazitů se obdobný pojem zpravidla nepoužívá). Faktorem, o němž je řeč, může být kromě pH či teploty také třeba tlak, vlhkost, koncentrace nějaké chemické látky apod. Samozřejmě, ne vždy lze definovat všechny meze – například dolní mikrobicidní mez u teploty prakticky nelze stanovit, velmi nízké teploty mikroby spíše konzervují, záleží také na rychlosti a způsobu zchlazení apod. Pokud hovoříme o nějaké **chemické látce**, která mikrobům škodí (desinfekční činidlo, antibiotikum – viz dále), používají se pro výše uvedené meze pojmy **minimální inhibiční koncentrace** a **minimální mikrobicidní (u bakterií baktericidní) koncentrace**. Samozřejmě tady dávají logický smysl pouze horní meze, protože koncentrace desinfekčních prostředků nebo antibiotik nemohou být nižší než nulové.

#### 3.1.1.2 Kombinace faktorů

Faktory se navzájem **kombinují**. Působíme-li dvěma faktory zároveň, zpravidla stačí k usmrcení bakterií nižší hodnota každého z nich než kdybychom působili samostatně.

Rozhodují i takové věci, jako je vlhkost vzduchu, přítomnost či absence nucené cirkulace vzduchu (v termostatu) a podobně.

Přinejmenším se vždycky všechny faktory kombinují **s časem**. Proto vyšší teploty ničí bakterie za kratší dobu, než teploty nižší.

#### 3.1.1.3 Lékařsky významné mikroby a vnější prostředí

**Lékařsky významné bakterie** jsou obvykle nastaveny na podmínky, jaké mohou naleznout v lidském (nebo zvířecím) organismu: 37 °C (ptačí patogeny přes 40 °C, což je normální tělesná teplota většiny ptáků), pH kolem sedmi, koncentrace solí okolo 0,9 % NaCl (= fyziologický roztok) apod. Bakterie s optimem kolem 37 °C se nazývají **mezofilní**, ty, které mají optimum vyšší, **termofilní**, pokud nižší, jsou **psychofilní**.

## 3.1.2 Praktický význam mezí růstu a přežití

### 3.1.2.1 Mikrobicidní (baktericidní) meze

Jsou významné pro boj s mikroby (sterilizace, desinfekce) – hodnoty působících faktorů musí být nastaveny tak, aby byly bakterie (nebo jiné mikroby) usmrceny.

### 3.1.2.2 Inhibiční meze a optimální hodnoty

Jejich znalost je **důležitá pro pěstování (kultivaci) bakterií**. Je důležité vědět, že různé bakterie se liší (často velmi podstatně) ve svých nárocích na teplotu, vlhkost, koncentrace solí apod.

Jednak je při kultivaci konkrétní bakterie důležité vytvořit jí vhodné podmínky, jednak lze rozdílů mezi druhy a rody bakterií použít také při jejich určování (*roste na půdě s vysokou koncentrací soli? je to stafylokok; neroste tam? není to stafylokok*). Inhibiční mez u antimikrobiálních látek (minimální inhibiční koncentrace) je **důležitá pro antimikrobiální léčbu**.

## 3.2 Zásady praktického použití dekontaminačních metod

### 3.2.1 Dekontaminační metody a jejich použití

**Dekontaminační metody** jsou fyzikální a chemické postupy určené především k likvidaci zdraví ohrožujících organismů – mikrobů (sterilizace, vyšší stupeň desinfekce, desinfekce), hmyzu (desinsekce) a hlodavců (deratizace). Poslední dvě jsou někdy vyčleňovány jako tzv. **asanační metody**. Některými metodami se ovšem zlikvidují všechny (mikro)organismy. Při použití všech těchto metod je důležité dodržení několika zásad. Je nutno především:

1. Vybrat **vhodnou sterilizační/desinfekční metodu nebo prostředek**. Pojem "vhodný" znamená:
  - 1.1 musí bezpečně ničit ty organismy, které připadají v daném prostředí v úvahu, respektive všechny organismy (v případě sterilizace)
  - 1.2 nesmí ničit desinfikovaný či sterilizovaný materiál (povrch, pokožku...)
  - 1.3 musí být prakticky použitelný (z ekonomických hledisek, provozních apod.)
2. Použít **dostatečnou intenzitu faktoru** – dostatečnou teplotu, intenzitu záření, dostatečnou koncentraci přípravku apod.
3. Příslušný **faktor musí působit dostatečně dlouho** (často se nedodržuje – sestra potře kůži desinfekcí a hned už píchá injekci!).

Protože koncentrace, teploty a působení jsou u každé metody a u každého prostředku jiné, je potřeba pro každou sterilizační metodu a každý desinfekční prostředek vědět, jak se používá.

Také je potřeba vědět, na co je vhodný – sterilizační metoda vhodná na kovové předměty nemusí být vhodná pro plastový nástavec, desinfekční prostředek na podlahu nebude vhodný na ruce a podobně. To je pro všechny metody i prostředky stanoveno.

U **desinfekce** si parametry (jak koncentrovaný prostředek a jak dlouho se má použít) stanovuje výrobce. Čas působení nemusí být uveden číselně, zejména u desinfekce na pokožku a na ruce je často udáván ve formě „do zaschnutí“ – to ovšem znamená, že prostředek je skutečně nutno nechat zaschnout. Výrobce je také zodpovědný za to, že při daném způsobu použití desinfekce splní požadovaný cíl – tedy zničení příslušných skupin patogenů. I to musí být schopen uvést – zda má prostředek například jen baktericidní, anebo i virucidní účinky. To může být uvedeno slovně, nebo se používá (dnes už bohužel méně než dříve) zavedený přehledný systém zkratk:

- **A** – usmrcení vegetativních forem bakterií a mikroskopických kvasinkovitých hub
- **(A)** – pouhé snížení počtu vegetativních forem bakterií a mikroskopických hub
- **B** – virucidní účinek na široké spektrum virů (včetně malých neobalených virů)
- **(B)** – omezená virucidní účinnost (na obalené živočišné viry včetně HBV a HIV)
- **C** – inaktivace bakteriálních spor
- **T** – usmrcení mykobakterií komplexu *Mycobacterium tuberculosis*
- **M** – usmrcení atypických mykobakterií (původců tzv. mykobakterióz)
- **V** – usmrcení vláknitých hub

U **sterilizace** jsou parametry (například teplota, tlak, čas, intenzita radiace, respektive možnosti jejich kombinací) uvedeny zpravidla přímo ve vyhlášce, i když u některých modernějších metod i tady vyhláška odkazuje na „parametry stanovené výrobcem“.

U sterilizace není nutný údaj o baktericidním či virucidním účinku, protože z principu sterilizace musí být samozřejmě vždy zničeno všechno.

## 3.2.2 Definice jednotlivých pojmů

### 3.2.2.1 Sterilizace

Je to postup (obvykle fyzikální), kterým jsou **zničeny všechny mikroby** (rozumí se včetně virů, hub, všech životních forem parazitů, a také bakteriálních endospor – to se někdy zvlášť zdůrazňuje, ale vlastně to není nezbytné výslovně uvádět).

### 3.2.2.2 Vyšší stupeň desinfekce a vícestupňová desinfekce

jsou novější pojmy, které se používají pro zpravidla pro situace, kdy by byla žádoucí sterilizace, ale z praktických důvodů ji nelze provést. Použije se tedy aspoň postup, který je sterilizaci co možná nejbližší.

### 3.2.2.3 Desinfekce

Je to chemický nebo (méně často) i fyzikální **postup, kterým je zaměřen na ničení původců nemoci**. Obvykle však nejsou ničeny všechny mikroby. Dobrá desinfekce je taková, která **ničí všechny patogenní mikroby, které se v daném prostředí vyskytují**. Dobrá desinfekce tedy nemusí postihovat původce tuberkulózy, pokud se v daném místě nevyskytuje. Stejně provedená desinfekce v tuberkulózní léčebně by ovšem byla desinfekcí špatnou.

### 3.2.2.4 Příprava před dekontaminací a uchovávání dekontaminovaných předmětů

**Před dekontaminací.** Chirurgické nástroje jsou často mechanicky znečištěny a musí se před desinfekcí **umýt**. Pozor! Mytí = odplavení nečistot, kdežto desinfekce = usmrcení patogenů! Mechanická očista obvykle předchází před desinfekcí. Výjimkou je desinfekce rukou kde je to naopak (jinak by se infekční částice rozprašovaly proudem vody, navíc desinfekční prostředky na ruce jsou zpravidla vyrobeny pro použití na suché ruce).

**Po dekontaminaci.** Při použití par (formaldehydových, persterilových...) je nutno předměty **rádně odvětrat**. Je také nutno dbát na omezenou trvanlivost různých dekontaminačních postupů. Například v papírových sáčcích vydrží předměty sterilní 3 měsíce, je-li sáček uzavřen lepením, avšak jen 4 týdny, je-li uzavřen pouze sešíváčkou. To vše stanoví vyhláška.

### 3.2.2.5 Kontrola účinnosti dekontaminace

**Orientačně** – smyslově – např. pomocí charakteristického zápachu

**Stanovení skutečné koncentrace** desinfekčních prostředků (chemicky)

**Chemická kontrola** sterilizace využívá indikátorů, které při určité teplotě mění vlastnosti (např. zbarvení).

Způsob **biologický** užívá odolné sporulující kmeny *Geobacillus subtilis* či *B. stearothermophilus*.

Bakterie jsou připraveny v podobě sušených peciček (pelet), obsahujících jejich vysoce odolné endospory. Takto připravené jsou uloženy do sterilizátorů, někdy i mezi sterilizované předměty, aby se napodobil přirozený proces včetně mechanických překážek proudění horkého vzduchu nebo páru. Poté proběhne normální sterilizační cyklus, který nesmějí přežít. To, jestli přežily, poznáme tak, že je poté umístíme v laboratoři do podmínek, které jsou pro ně optimální. Pokud spory nevyklíčí, byly bakterie zahubeny. Pro test jsou zvoleny vysoce odolné kmeny bakterií, kterým stačí už malé snížení teploty či zkrácení doby sterilizace, aby přežily.

### 3.2.2.6 Mechanická očista (omývání)

nemůže nahradit desinfekci, ale také naopak desinfekce nemůže nahradit omytí. Mechanické nečistoty brání prostupu desinfekčního prostředku či třeba par formaldehydu na správné místo, proto je sterilizace či desinfekce bez omytí zbytečná. Viz též "Příprava před/po dekontaminací".

### 3.2.2.7 Asepsy a antisepsy

jsou pojmy, které souvisejí s pojmy jako desinfekce, sterilizace apod., ale nesou v sobě jiný úhel pohledu. Nejde tu o to, který škodlivý organismus (všechny mikroby, patogenní mikroby...) má být zničen, ale o to zda jde o pasivní či aktivní přístup. Zásady asepsy a antisepsy vytvořil v chirurgii lord Joseph Lister, v porodnictví maďarský badatel Ignác Filip Semmelweis.

**Asepsy** vychází z toho, že dané prostředí je primárně sterilní či přinejmenším zbavené patogenů. Aseptické postupy jsou tedy takové, které pasivně brání vniknutí infekce do takového prostředí. Patří sem vše od stavebního uspořádání operačních traktů (odděleně od ostatního nemocničního provozu) přes používání důsledně jednorázových nebo sterilizovaných nástrojů a materiálů až po režimová opatření. Asepticky se ale musí pracovat nejen na oddělení u pacienta, ale i v laboratoři při zpracování vzorků – cílem je nekontaminovat vzorek mikroby z prostředí, což by znamenalo falešné (falešně pozitivní) výsledky

**Antisepsy** zahrnuje postupy, které aktivně zasahují proti infekci. Mohu sem patřit postupy desinfekce a sterilizace, ale v podstatě i používání antiseptik, které jinak řadíme spíše mezi používání antimikrobiálních látek než mezi dekontaminační postupy.

## 3.3 Přehled nejdůležitějších dekontaminačních metod

### 3.3.1 Metody sterilizace

Sterilizace **horkou parou pod tlakem** (autoklávnování). Pára musí být právě nasycená (to znamená, že kdyby obsahovala jen nepatrně více vody, začala by se voda srážet). Hodí se na předměty ze skla, kovu, keramiky, kameniny, porcelánu, textilu, gumy a některých plastů. Teploty kolem 121–134 °C.

Sterilizace **horkým vzduchem** – horký vzduch nese méně tepelné energie než horká pára. U přístrojů s nucenou cirkulací vzduchu se používá 180 °C 20 minut nebo 170 °C 30 minut nebo 160 °C hodinu). Hodí se na kovy, sklo, porcelán a kameninu.

Sterilizace **ohněm** se ve zdravotnictví jako takovém nepoužívá a není tedy obsažena ve vyhlášce. Mikrobiologové ji ale používají u mikrobiologických klíčků. Jinak se pochopitelně nepoužívá, protože většinu materiálů silně poškozuje. Variantou je **spalování**, které se může hodit u některých odpadů. Je ale třeba zabránit možnosti, že při hoření budou vznikat toxické produkty a unikat do prostředí. Spalování zdravotnických odpadů proto zpravidla provádějí specializované firmy s příslušným vybavením.

Sterilizace **gama zářením**: používá se většinou při průmyslové výrobě, např. rukavic na jedno použití, případně ve velkých nemocnicích, jinak je velmi náročná z hlediska protiradiační ochrany personálu.

**Plasmová sterilizace** používá vysokofrekvenční elektromagnetické pole, ve kterém se některé molekuly (například peroxosloučeniny) rozpadají na účinné radikály.

**Chemická sterilizace parami** formaldehydu nebo ethylenoxidem (musí být přesně dodržen postup) je alternativou fyzikálních metod. Používá se tam, kde nelze použít fyzikální metody, například z důvodu malé odolnosti sterilizovaných předmětů vůči teplu.

**Paskalizace** je sterilizace tlakem v potravinářství, nepoužívá se ve zdravotnictví.

**Ostatní metody: frakcionovaná sterilizace, filtrace roztoků aj.** jsou speciální, používají se v laboratoři, nikoli přímo v praktickém zdravotnictví, o které nám jde v tomto textu především.

### 3.3.2 Vyšší stupeň desinfekce a vícestupňová desinfekce

Používá se **glutaraldehyd**, **Sekusept** nebo **Persteril** (vyhláškou je dáno, jaké koncentrace je potřeba použít – vždy jsou vyšší než pro běžnou desinfekci). Slouží prakticky pouze pro flexibilní endoskopy, jsou novější pojmy, které znamenají "něco mezi sterilizací a desinfekcí". Tyto postupy. Týká se prakticky ošetřování **flexibilních endoskopů**, které se nedají sterilizovat.

**3.3.2.1 Vyšší stupeň desinfekce** na rozdíl od sterilizace nemusí zničit například cysty prvoků nebo vajíčka červů, jinak ale ničí téměř všechny ostatní formy života. Používá se hlavně u endoskopů vpravovaných do normálně sterilních míst (například bronchoskopy)

**3.3.2.2 Vícestupňová (zpravidla dvoustupňová) desinfekce** je o něco méně účinná, kromě cyst prvoků a vajíček červů mohou přežívat např. i některé endospory. Používá se u endoskopů používaných v gastrointestinálním (trávicím) traktu.

### 3.3.3 Desinfekce

#### 3.3.3.1 Fyzikální metody

**Desinfekce vařící vodou** (nejde o sterilizaci, protože parametry na to nestačí)

**a) za normálního tlaku** – ve zdravotnictví je nutno vařit alespoň 30 minut. Pokud používáme var při přípravě jídla v kuchyni, může stačit i méně. Je ale vždy potřeba, aby ve všech částech potraviny bylo dosaženo teploty varu, tedy i uvnitř potraviny.

**b) v tlakových hrncích** – je možné zkrácení času, ani v tom případě však nejde o sterilizaci.

**Jiné fyzikální metody** jsou například filtrace, žhání, slunění, UV záření (pracovní plochy v laboratoři, operační sál, kde se právě nepracuje) apod. Jejich účinnost je různá. Některé, zejména použití UV záření, stačí pouze k pasivnímu udržení asepse v prostředí, kde mikroby nejsou (například na operačním sále přes noc), jinak jsou jako desinfekční prostředky slabé.

#### 3.3.3.2 Chemické desinfekční prostředky

##### 3.3.3.2.1 Oxidační činidla

Výborné jsou **peroxydy**, zvláště *kyselina peroctová* ( $\text{CH}_3\text{COOOH}$ , u nás Persteril). Působí i na endospory, houby a původce tuberkulózy; 0,5% roztok spadá pod pojem vyšší stupeň desinfekce. Nevýhodou je agresivita na sliznice i materiály, např. kovy, a odbarvování textilií – jde o silné oxidační činidlo. Nevýhodná je také nestabilita roztoků.

*Peroxid vodíku* ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) – podobný, méně agresivní, také ale méně účinný. Jako tříprocentní se používá také jako povrchové antiseptikum například na odřeny.

Dobré jsou i **halogenové preparáty**. Z *chlorových* je to *chloman sodný* ( $\text{NaOCl}$ , u nás SAVO Original) s všestranným použitím. Také chlormany jsou bělidlem. *Chloman vápenatý*,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , známý jako chlorové vápno) se hodí k hrubé desinfekci velkých ploch. Dříve se sypal do suchých záchodů (i do táborových latrin), avšak hygienický přínos byl sporný a ekologický negativní.

*Chloramin* je prášek (klasický je Chloramin B; Chloraminy BM a BS jsou s přísadami).

Vedle chlorových preparátů se jako desinfekční prostředky i jako antiseptika používají také prostředky jodové. V minulosti se používala jodová tinktura, které ale alergizuje a je agresivní. Dnes se spíše používají prostředky, kde je jód vázán v komplexu, například *Jodonal B*, *Jodisol* a *Betadine*, které jsou šetrnější a přitom stejně účinné jako jodová tinktura. *Jodonal B* by měl dostat u nealergických pacientů před Ajatinem při ošetřování chirurgických ran.

*Manganistan draselný* se občas používá k desinfekci nekorozyvních předmětů (jde opět o oxidační činidlo).

##### 3.3.3.2.2 Alkoholy, fenoly a aldehydy

**Formaldehyd** se samotný používá spíše jako konverzační činidlo a k uchování očkovacích látek.

Často se však aldehydy (vedle formaldehydu především glutaraldehyd) používají ve směsích, např. s tenzidy.

**Kresol** (lysol) je účinný, pro zápach a agresivitu se přesto už téměř neužívá.

**Ethylalkohol** samotný není příliš účinný; když už, tak neúčinnější je asi 70% vodný roztok, koncentrovaný je neúčinný. Ani zapálením etanolu není dostatečně účinné a navíc hrozí požárem. Dnes se ovšem používají *alkoholové desinfekční prostředky*, které obsahují směsi alkoholů, navíc ještě případně s dalšími účinnými látkami, které představují zcela jinou kategorii než samotný etylalkohol.

##### 3.3.3.2.3 Kvarterní amonné soli a tenzidy (surfaktanty, detergenty, povrchově aktivní látky)

**Orthosan BF 12** k desinfekci např. povrchů – pozor, některé jiné Orthosany slouží k jiným účelům, například k likvidaci ektoparazitů lidí nebo zvířat.

**Ajatin** – běžný pro desinfekci pokožky. Není agresivní a nealergizuje. Jeho účinnost nedosahuje parametrů oxidačních činidel.

**Septonex** se užívá na kůži, nejen jako desinficiens, ale také jako antiseptikum. Při dlouhodobém používání je ale pravděpodobně karcinogenní.

##### 3.3.3.2.4 Anorganické kyseliny a louhy

Hodí se nanejvýš k hrubé desinfekci v zemědělství a průmyslu, jsou velmi agresivní vůči povrchům.

### **3.3.3.2.5 Těžké kovy**

Používají se zřídka, např. k ochraně budov před plísněmi – Lastanox.

### **3.3.3.2.6 Kombinované přípravky**

Např. Incidur, Spitaderm, Sterilium, jinak nemá smysl uvádět konkrétně, neboť se stále mění.

Nových desinfekčních prostředků se objevuje stále mnoho. Upoutávají moderními obaly a vůní, ne všechny jsou ale účinné, někdy jde vlastně jen o tekuté mýdlo a ne o desinfectiens. Je vždycky potřeba zjistit konkrétní údaje o tom, k čemu se prostředek hodí, na které mikroby je účinný, v jaké koncentraci se používá. V případě pochyb se lze obrátit o radu na nejbližší hygienickou stanici či zdravotní ústav.



## **Desinfekce**

Před stavením na zápraží  
vidím ruce mladé Bláži  
Vidím je jak perou plínu  
v dvouprocentním chloraminu

Řekl pacoš, podle plánu  
nařete mi moji ránu.  
Jednoprocentní jodonol  
poradil jim a pak skončil

Ten kdo nehledí jen vzhůru  
používá Inciduru  
Na podlahy sestra, docent  
ředí ho až na pět procent.

Uviděl jsem jednu vílu  
měla ruce v persterilu  
Nejlepší je když má jen ta  
nula celá dvě procenta

Jinde ovšem stádo volů  
užívalo alkoholu  
Účinkuje pouze málo  
nic co by tu za řeč stálo

Kdo chce žít v těle zdravém  
ten desinfikuje Savem  
Obal podrobnými slovy  
pokyny jak ředit poví