

Dezinfekční a čisticí prostředky pro bytovou chemii

Eliška Bochňáková

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Eliška BOCHŇÁKOVÁ
Osobní číslo: T09034
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů
Téma práce: Dezinfekční a čisticí prostředky pro bytovou chemii

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Dezinfekce (základní pojmy, rozdělení, aplikační formy)
2. Platná legislativa v oblasti biocidů
3. Faktory působící na výsledek dezinfekce
4. Specifikace dezinfekčních přípravků na bázi KAS a derivátů chlóru

II. Praktická část

1. Mikrobiologické sledování různých koncentrací KAS a chlornanu sodného z hlediska dezinfekčního účinku
2. Shrnutí výsledků teoretické a praktické části

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

MELICHERČÍKOVÁ, Věra. Ochranná dezinfekce. Praha: Sdružení DDD a Společenstvo drobného podnikání, 2003. ISBN 80-02-01559-2.

ŠKALOUD, Jiří. Příručka veterinární dezinfekce. Praha: Sdružení DDD a Společenstvo drobného podnikání, 2005. ISBN 80-02-01783-8.

PAŘÍKOVÁ, Jelena a Irena KUČEROVÁ. Jak likvidovat plísně. Praha: Grada publishing spol. s.r.o, 2001. ISBN 80-247-9029-7.

HORÁKOVÁ, Jana. Základy dezinfekce, dezinfekce a deratizace v potravinářství. Brno: Ústav veterinární ekologie a ochrany životního prostředí, 2007. ISBN 978-80-7305-014-6.

MELICHERČÍKOVÁ, Věra. Sterilizace a dezinfekce v prevenci nozokomiálních nákaz. Praha: Galén, 2007. ISBN 978-80-7262-468-3.

ŠINDELÁŘ, Roman, Marie HARTMANOVÁ a Roman CHLÍBEK. Vojenská epidemiologie: Dezinfekce, sterilizace a dekontaminace. Brno: Univerzita obrany, 2006. ISBN 80-85109-81-6.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Romana Jelínková

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

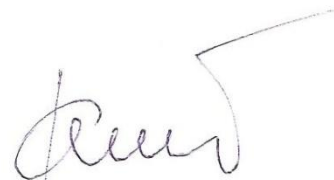
Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



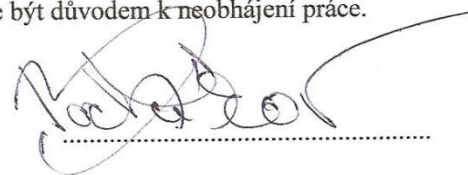
doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 14. 5. 2012



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá dezinfekčními čisticími prostředky pro bytovou chemii. V práci jsou shrnuty obecné poznatky o dezinfekcích, faktorech ovlivňujících finální účinnost aktivních dezinfekčních látek včetně platné legislativy. Práce se dále zaměřuje na specifikaci dezinfekčních prostředků na bázi kvartérních amoniových solí a derivátu chloru. Tyto látky jsou častou složkou dezinfekčních prostředků pro bytovou chemii. V praktické části byly připraveny roztoky, které obsahovaly výše uvedené aktivní látky, a byla ověřována jejich dezinfekční účinnost. Tyto roztoky byly následně aplikovány na různé povrchy a jejich účinek byl sledován pomocí mikrobiologických stěrů.

Klíčová slova: dezinfekční prostředky, kvartérní amoniové sloučeniny, chlornan sodný, bytová chemie

ABSTRACT

Bachelor thesis discusses disinfectants amongst household chemicals. It describes generic properties of disinfectants, factors influencing final effectiveness of active disinfecting compounds and current legislation. It also focuses on specification of disinfectants based on quaternary ammonium salts and chloride derivatives. Such compounds are often included in household disinfectants. Experimental part consisted of preparation and evaluation of disinfection efficiency of selected disinfection solutions. These solutions were applied also on different surfaces and antimicrobial activity was determined by swabbing.

Key words: Disinfectants, Quaternary Ammonium Salts, Sodium Hypochlorite, Household chemicals

Chtěla bych poděkovat Ing. Romaně Jelínkové za odborné vedení, cenné rady, připomínky a pomoc při zpracovávání bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Davidovi Kubánkovi za poskytnutí informací k průmyslové výrobě dezinfekčního prostředku SAVO. Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 DEZINFEKCE	12
1.1 ROZDĚLENÍ DEZINFEKČÍ	12
1.1.1 Rozdělení dle dezinfekčních metod	12
1.1.1.1 Fyzikální dezinfekce	12
1.1.1.2 Chemická dezinfekce	13
1.1.2 Rozdělení dezinfekčních přípravků dle použití.....	16
1.1.3 Rozdělení dezinfekčních přípravků dle spektra dezinfekční účinnosti	16
2 PLATNÁ LEGISLATIVA – BIOCIDY	18
3 APLIKAČNÍ FORMY	20
3.1 DEZINFEKCE POMOCÍ ROZTOKU	20
3.1.1 Ponoření	20
3.1.2 Otření.....	20
3.1.3 Postřik	21
3.2 DEZINFEKCE POMOCÍ PĚNY.....	21
3.3 DEZINFEKCE AEROSOLY	21
3.4 PLYNOVÁNÍ.....	22
4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝSLEDEK DEZINFEKCE	23
4.1 PŘED ZAHÁJENÍM DEZINFEKCE	24
4.1.1 Druh a morfolgická struktura mikroorganismů	24
4.1.1.1 Bakterie.....	24
4.1.1.2 Kvasinky, Plísně	26
4.1.2 Druh mikroorganismu a jeho rezistence k dezinfekční látce	27
4.1.3 Mechanismus účinku dezinfekční látky.....	28
4.1.4 Použitá koncentrace, množství přípravku	30
4.1.5 Druh povrchu a materiálu.....	30
4.1.6 Úroveň kontaminace	31
4.1.7 Mechanická očista (sanitace)	31
4.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ÚČINEK DEZINFEKČNÍHO PŘÍPRAVKU V PRŮBĚHU DEZINFEKCE	32
4.2.1 Perzistence.....	32
4.2.2 Chybná volba použitého dezinfekčního prostředku	32
4.2.3 Voda	32
4.2.4 Teplota.....	33
4.2.5 pH prostředí.....	33
4.2.6 Organická hmota	33
4.3 FAKTORY PŮSOBÍCÍ NA VÝSLEDNÝ EFEKT DEZINFEKCE PO JEJÍM PROVEDENÍ	34
4.3.1 Expoziční doba.....	34
4.3.2 Kontrola účinnosti dezinfekce.....	35
4.4 DALŠÍ HLEDISKA MAJÍCÍ VLIV NA VÝBĚR DEZINFEKČNÍHO PŘÍPRAVKU PŘED JEHO UŽITÍM	35
4.4.1 Cena.....	35
4.4.2 Dezinfekce a její neblahý vliv na člověka.....	35

4.4.3	Biodegreabilita	36
5	SPECIFIKACE DEZINFEKČNÍCH PŘÍPRAVKŮ NA BÁZI KAS A DERIVÁTŮ CHLORU	37
5.1	PŘÍPRAVKY NA BÁZI DERIVÁTŮ CHLORU	37
5.1.1	Výrobní metody chlornanu sodného	38
5.1.2	Chemická aktivita.....	38
5.1.3	Mechanismus účinku	39
5.1.4	Spektrum dezinfekčního účinku.....	39
5.1.5	Užití.....	39
5.1.6	Toxicita	41
5.2	PŘÍPRAVKY NA BÁZI KAS	41
5.2.2	Struktura KAS	41
5.2.2.1	Monoalkyltrimethyl amonné soli, $RN^+(CH_3)_3 Cl^-$	43
5.2.2.2	Monoalkyldimethylbenzyl amonné soli, $RN^+(CH_2C_6H_5)(CH_3)_2 Cl^-$...	43
5.2.3	Výrobní metody KAS	43
5.2.4	Mechanismus účinku	44
5.2.5	Spektrum dezinfekčního účinku.....	45
5.2.6	Užití.....	45
5.2.7	Toxicita	46
II	PRAKTICKÁ ČÁST	48
6	MIKROBIOLOGICKÉ SLEDOVÁNÍ RŮZNÝCH KONCENTRACÍ KAS A CHLORNANU SODNÉHO Z HLEDISKA DEZINFEKČNÍHO ÚČINKU.....	49
6.1	VÝROBA CHLORNANU SODNÉHO A KOMERČNÍHO PŘÍPRAVKU SAVO.....	49
6.1.1	Průmyslová výroba NaClO a SAVA.....	49
6.2	SLEDOVÁNÍ ÚČINNOSTI DEZINFEKČNÍCH ROZTOKŮ NA BÁZI KAS A CHLORNANU SODNÉHO	52
6.2.1	Mikrobiologické testery ISP	52
6.2.2	Dezinfekční účinnost roztoků NaClO a KAS	55
6.2.2.1	Metodika stěru	55
6.2.2.2	Hodnocení dezinfekční účinnosti roztoků NaClO a KAS	56
6.2.3	Stanovení dezinfekční čistoty připravených dezinfekčních prostředků.....	58
6.2.3.1	Metodika stanovení dezinfekční čistoty	59
6.2.3.2	Hodnocení dezinfekční čistoty roztoků NaClO a KAS	59
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	69

ÚVOD

Dnešní doba je velmi uspěchaná a to sebou přináší nejen civilizační nemoci, ale také celou řadu alergií. V místech, kde se nejvíce pohybujeme, je velmi důležité udržovat vhodné hygienické podmínky, čili je potřeba výrazně snižovat nebo eliminovat životaschopné mikroorganismy na neživých plochách (dezinfikovat) [1].

V posledních letech je zaznamenán trend směřující k využití biocidů v bytové chemii. Tyto výrobky jsou určeny především pro všeobecné zlepšení čistoty v domácnostech [2].

Současný trh čistících dezinfekčních prostředků disponuje širokou škálou přípravků speciálně určených pro domácí užití. Jsou to hlavně přípravky určené pro koupelny a toalety, kuchyně, prádelny, obývací pokoje aj. Dále sem patří také přípravky s konkrétním místem působení, jako přípravky na vodovodní baterie, spáry kachliček, dřez a baterie, podlahy. V neposlední řadě jde o dezinfekční přípravky užívané na specifických površích (sklokeramické desky, nerezové oceli, skleněné povrchy, atd.). Lze konstatovat, že v dnešní době je trh těmito přípravky doslova „přesycen“.

Mezi nejčastější dezinfekční látky s využitím v bytové chemii se řadí chlornan sodný, jehož dezinfekční účinek je udáván jako 99,9%. Další takové látky s výbornou dezinfekční účinností jsou kvartérní amoniové soli.

Při výběru dezinfekčního prostředku by se spotřebitelé měli zaměřit na spektrum dezinfekčního účinku, dobu expozice, koncentraci, dobu použitelnosti, vliv na materiál a zdraví člověka, způsob použití a ekologickou přijatelnost.

Teoretická část bakalářské práce se zabývá všeobecným rozdělením dezinfekcí, dále faktory, které mají vliv na konečný účinek dezinfekce, jako je druh mikroorganismu, mechanismus účinku dezinfekcí, expoziční doba, atd. Hlavním tématem bakalářské práce pak byly již zmíněné aktivní látky užívané v dezinfekčních prostředcích (NaClO, KAS).

Praktická část se je zaměřena na přesnou průmyslovou výrobu chlornanu sodného s následnou výrobou samotného dezinfekčního prostředku, kterou mi umožnila zveřejnit firma Bochemie, a.s. Další část jsem věnovala mikrobiologickému sledování různých koncentrací KAS a chlornanu sodného z hlediska dezinfekčního účinku pomocí mikrobiologických testerů ISP.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DEZINFEKCE

Klasická definice říká, že dezinfekce je postup, jehož úkolem je zničit všechny patogenní organizmy. S ohledem na současný vývoj i relativitu patogenity můžeme říci, že dezinfekce je tedy proces, který má za úkol v kontaminovaném prostředí, v němž člověk žije, přerušit cestu šíření nákazy (škodlivým mikroorganismům) od zdroje k vnímavému jedinci [3].

Dezinfekční přípravky jsou doporučovány pro použití všeobecné, privátní a profesionální [4].

1.1 Rozdělení dezinfekcí

Dezinfekce mohou být rozděleny z několika hledisek, například:

- dle dezinfekčních metod;
- dle použití;
- dle spektra dezinfekčního účinku [4].

1.1.1 Rozdělení dle dezinfekčních metod

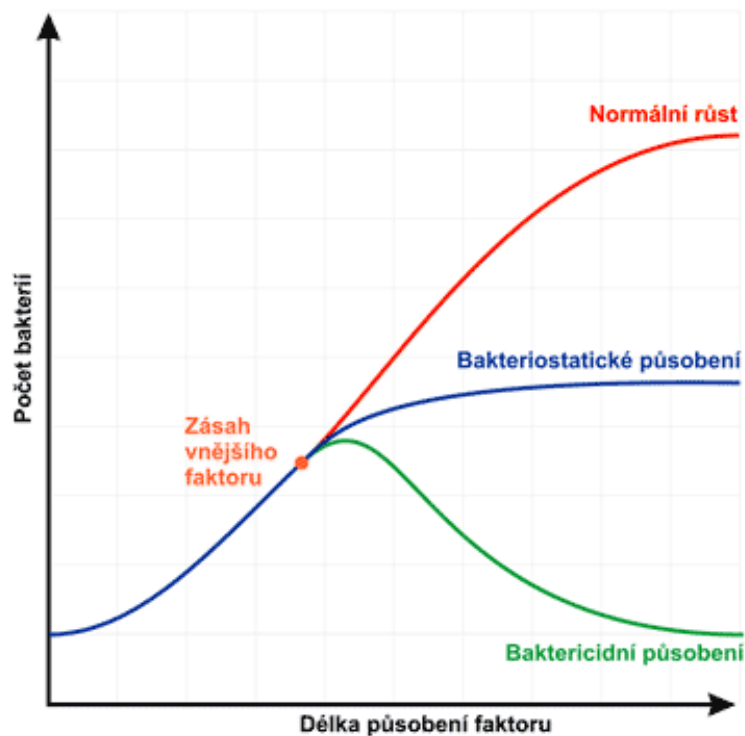
1.1.1.1 Fyzikální dezinfekce

Metody fyzikální dezinfekce jsou ekologicky výhodné. Mikroorganismy se usmrcují fyzikálními postupy za využití suchého nebo vlhkého tepla a záření. Za fyzikální dezinfekci se považuje:

- Var ve vodě za atmosférického tlaku po dobu 30 minut.
- Var v přetlakových nádobách po dobu 20 minut.
- Dezinfekce v mycích, pracích a parních přístrojích při teplotě vyšší než 90 °C po dobu 10 minut.
- Proudící horký vzduch o teplotě 110 °C po dobu 30 minut (sušičky).
- Pasterizace (zahřátí na 60 – 65 °C/30 minut, 85 – 90 °C nebo 134 °C/několik sekund a rychlé zchlazení).
- UV záření (germicidní zářivky, 253,7 – 264,0 nm). UV záření neproniká žádnou pevnou hmotou, působí pouze na očištěné povrchy, které jsou jím přímo ozářeny, i vrstva prachu může jeho působení negativně ovlivnit. Ve vodě působí na mikroorganismy do hloubky 0,1 – 1,0 mm.
- Filtrace, žhání, spalování apod. se používají za speciálních podmínek [4], [5].

1.1.1.2 Chemická dezinfekce

Nejrozšířenější metodou dezinfekce je metoda chemická, při které se usmrtí nebo zastaví růst mikroorganismů, účinkem chemických látek. Chemická dezinfekce zahrnuje postupy, při kterých jsou mikroorganismy ničeny roztoky chemických dezinfekčních prostředků o stanovené koncentraci a době působení pro dosažení požadované dezinfekční účinnosti (Obr. 1) [3], [4], [6].



Obrázek 1: Působení dezinfekcí na mikroorganismy. [7]

Chemických látek, které se běžně používají zejména k čištění a zároveň k dezinfekci, je celá řada. Mezi chemické látky, které vykazují dezinfekční působení, a se kterými se také, i když ne tak často setkáváme, patří:

- 1) Alkalické látky (louh sodný, louh draselný, uhličitan sodný, hydroxid vápenatý)

Jsou to zásadité látky, jejichž dezinfekční působení je dáno koncentrací hydroxidových iontů. Silně účinné jsou roztoky s pH vyšším než 12. Rozpouštějí tuky a vosky. Mají široké spektrum účinnosti a jsou velmi levné. Pro tyto vlastnosti se přidávají do řady dezinfekčních přípravků a zvyšují tak jejich dezinfekční efekt. Mají ovšem leptací účinek na pokožku a způsobují korozi [5], [8] - [10].

- 2) Oxidační látky (ozón, peroxid vodíku, kovové peroxidy, perboritan sodný, organické peroxidy, peruhličitan sodný, persírany, manganistan draselný)

Jedná se o látky, jejichž dezinfekční působení je dáno koncentrací uvolňovaného kyslíku. Účinkují oxidativní deaktivací enzymatických systémů, jejichž redukováná forma je pro mikroorganismus nezbytná. Vykazují dobrý dezinfekční účinek. Přítomnost těžkých kovů např. stříbra a zinku na ně působí synergeticky (zvyšují jejich účinnost). Organické látky naopak jejich účinnost snižují [5], [8], [9], [11].

- 3) Aldehydy (formaldehyd, glutaraldehyd, glyoxal, acetal)

Z aldehydů je nejsilnějším dezinfekčním činidlem formaldehyd a jeho polymer paraformaldehyd, který zahřáním depolymeruje a uvolňuje plynný formaldehyd. Často se tyto látky kombinují s jinými dezinfekčními látkami. Jedná se o látky v prostředí nestálé. Mechanismus účinku aldehydů je založený na redukčních a alkylačních vlastnostech radikálů. Reagují s $-NH_2$ a $-OH$ skupinami bílkovin a nukleových kyselin a tím inaktivují buněčné enzymy [5], [9], [11], [12].

- 4) Kyseliny a některé jejich soli – anorganické (sírová, chromsírová, chromová, pentathionová, boritá), organické (mléčná, mravenčí, propionová), estery kyselin (solbroly, parabeny), peroxokyseliny

Základem antimikrobiálního efektu kyselin je jejich schopnost vytvářet ve vodných roztocích vodíkové ionty, které vytváří kyselé prostředí nevhodné pro růst mnoha mikroorganismů. Anorganické kyseliny se v dezinfekci využívají jen omezeně, protože mají dráždivé a korozivní účinky. Organické kyseliny se používají častěji. Jsou aromatické, alifatické s baktericidním a zčásti fungicidním účinkem [5], [8], [9].

- 5) Halogeny (chlor, chlordioxid, chlornany, chloraminy, deriváty kyseliny izokyanurové, chloridy, jód, jodofory, brom, fluor)

Jedná se o skupinu dezinfekčních látek, které mají mechanismus účinku založený na oxidačních procesech v buňce účinkem kyslíku ve stavu zrodu a vzniku halogenních sloučenin toxických pro buňku [5], [12].

- 6) Sloučeniny těžkých kovů (stříbra, mědi, cínu, rtuti, kadmia)

Baktericidní a bakteriostatické účinky vykazuje celá řada kovových iontů a organokovových sloučenin. Jen omezený počet z nich však našel uplatnění jako dezinfekce. Některé těžké kovy v iontové formě přecházejí v nepatrném množství do roztoků. Jsou to látky,

kteří mají velmi úzké spektrum účinnosti a řadu nežádoucích účinků (toxicita, alergizace, korozivita). Mechanismus účinku je založený na koagulaci bílkovin a inaktivaci enzymů, přičemž účinnost těchto látek klesá za přítomnosti organického znečištění a v důsledku nízkých teplot [8], [9], [13].

- 7) Alkoholy a étery (methylalkohol, ethylalkohol, prophyllalkohol, buthylalkohol, jednomocné a vícemocné alkoholy – glykoly, glycerin, éter, etylenglykol)

Jedná se o hořlavé látky, které dobře rozpouštějí tuky. Z důvodu zvýšení účinnosti se mísí s jinými dezinfekčními prostředky. K samotnému dezinfekčnímu účinku je nezbytná přítomnost vody. Tyto látky mají také odmašťující účinek. Dezinfekční efekt těchto látek je dán schopností koagulovat a denaturovat bílkoviny mikroorganismů. Používají se nejčastěji k dezinfekci malých ploch a dezinfekci pokožky [5], [8], [9].

- 8) Cyklické sloučeniny (fenol, alkylfenoly, kresoly, difenyly, chlorfenoly, salicylové deriváty, difenylderiváty, hexachlorofen, chlorhexidin, picloxydin, chinoliny, furanové deriváty, akridinová barviva)

Mechanismus účinku cyklických sloučenin je založen na poškození buněčné stěny mikroorganismů a zásahu do metabolismu bílkovin. Tyto sloučeniny mají také schopnost rozpouštět lipidní látky. Jsou účinnější v kyselém prostředí, za vyšší teploty a při smíchání s anorganickými solemi (např. s chloridem sodným). Přítomnost organických látek jejich účinnost výrazně snižuje. Většina přípravků s těmito sloučeninami se vyznačuje charakteristickým zápachem [8], [9].

- 9) Povrchově aktivní látky (anionické, kationické, amfoterní, neionické)

Povrchově aktivní látky (PAL) jsou obecně synonymem tenzidů. Jedná se o skupinové označení pro látky, které výrazně ovlivňují energetické poměry na rozhraní dvou fází. To se nejčastěji projevuje snížením mezifázového napětí. Tyto specifické vlastnosti jsou dány chemickou a fyzikální strukturou jejich molekul. Typická je přítomnost ohraničené hydrofilní a hydrofobní části v molekule. Tyto struktury jsou označovány jako amfipatické. V polárním rozpouštědle (H_2O) se snaží zaujmout hydrofobní část takové uskupení, které co nejvíce omezuje jeho styk s rozpouštědlem. Dochází k tvorbě nekovalentních interakcí, které jsou velmi četné. Hydrofilní část má naopak vysokou afinitu k vodě, napomáhá tedy orientaci molekul PAL v rozpouštědle, ovlivňuje tím polaritu PAL, rozdělení náboje apod. [14].

Podle struktury a elektrochemické povahy se tenzidy dělí na:

- Ionické (anionické, kationické, amfoterní)
- Neionické [14]

10) Kombinované sloučeniny

Jedná se o dezinfekční látky vzniklé smísením různých chemických látek. Využívá se jejich vzájemného působení, přičemž jednotlivé látky mohou být přítomny v nižších koncentracích a celkový dezinfekční účinek se zvýší. Pokud jsou ve směsi obsaženy detergenty, získávají tyto kombinované sloučeniny i mycí a čistící vlastnosti [8].

11) Nové látky (glukoprotamin, octenidindihydrochlorid) [8]

1.1.2 Rozdělení dezinfekčních přípravků dle použití

Podle použití jsou rozdělovány na přípravky určené k:

- k dezinfekci ploch, povrchů a předmětů;
- dezinfekci zdravotnických prostředků;
- mytí pokožky a rukou;
- pro speciální použití [5].

1.1.3 Rozdělení dezinfekčních přípravků dle spektra dezinfekční účinnosti

Některé antimikrobiální látky působí je na malý počet mikrobiálních druhů, říkáme, že mají úzké spektrum účinku, je-li tomu naopak, hovoříme o širokém spektru účinku. Existuje i různá odolnost vůči dezinfekčním prostředkům v rámci mikrobiální populace (viz Tab. 1). Odolnost či citlivost k působení dezinfekční látky je dána geneticky, účinnost dezinfekce je také ovlivněna růstovou fází, v níž se mikrobiální populace nachází. Rozdíly lze pozorovat i v rámci stejného mikrobiálního druhu, kdy jednotlivé kmeny mikrobů mohou vykazovat různou odolnost k dezinfekčním přípravkům. Stupeň účinnosti jednotlivých postupů dezinfekce lze vyjádřit pojmy s příponami – statický nebo – cidní. Prvním se označuje víceméně reverzibilní zástava množení, druhým pak usmrcení mikroorganismů (u virů a prionů je lépe hovořit o jejich inaktivaci). Výraz antimikrobiální potom zahrnuje obojí. V případě bakterií, resp. plísní a kvasinek, se užívají výrazy bakteriostatický a baktericidní, resp. fungistatický a fungicidní. Rovněž se běžně užívají výrazy jako sporicidní, virucidní apod. Obecně ještě vyšší účinek než mikrobicidní je označován jako germicidní

nebo biocidní a mívá se tím účinek i na mnohobuněčné organizmy a jejich vajíčka nebo jiné vývojové formy [15], [16].

Tabulka 1: Spektrum dezinfekční účinnosti vybraných chemických látek [4]

Chemická látka	A		B		C	T	M	V	H	P
	G ⁺	G ⁻	O ⁺	O ⁻						
Kys. peroctová	+	+	+	+	+	+	+	+	+ -	-
Halogeny	+	+	+	+	-	+ -	+	+	-	-
Alkoholy	+	+	+ -	+ -	-	+ -	+ -	+	-	-
Formaldehyd	+	+	+	+	+ -	+	+	+	-	-
Glutaraldehyd	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Deriváty fenolu	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-
KAS	+	+ -	+ -	-	-	-	-	+ -	-	-

Vysvětlivky:

+ dezinfekční látka je účinná, - dezinfekční látka je neúčinná, +/- účinnost je sporná, A usmrcení vegetativních forem bakterií, B inaktivace širokého spektra virů, C usmrcení některých bakteriálních spór, T usmrcení mykobakterií komplexu *M. tuberculosis*, M usmrcení potenciálně patogenních mykobakterií, V usmrcení mikroskopických vláknitých hub, P usmrcení vývojových stádií protozoí, H usmrcení vývojových stádií helmintů, G⁺ grampozitivní bakterie, G⁻ gramnegativní bakterie, O⁺ viry obalené, O⁻ viry neobalené

2 PLATNÁ LEGISLATIVA – BIOCIDY

Dezinfekční prostředky jsou v ČR uváděny na trh jako biocidní přípravky [4].

Biocid je nový pojem pro pesticid (používaný ve starší literatuře), zavedený Direktivou EU 98/8/EC a v rámci harmonizace našich zákonných norem s normami EU, převzatý v plném rozsahu zákonem ČR č. 120/2002 Sb. [8].

Od 1. 7. 2002 platí zákon 120/2002 Sb. o biocidech, přesně řečeno „Zákon o podmínkách uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh a o změně některých souvisejících zákonů“ [17].

Tento zákon stanoví práva a povinnosti fyzických osob oprávněných k podnikání a právnických osob a působnost správních úřadů při uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh v ČR. Dále jsou zde stanoveny podmínky vydávání povolení k uvedení biocidních přípravků na trh, způsob hodnocení přípravků a účinných látek a způsob ochrany před jejich působením na lidské zdraví, zvířata a životní prostředí. Zákon se nevztahuje na léčiva, veterinární přípravky, omamné a psychotropní látky, zdravotnické prostředky, potraviny, krmiva, předměty běžného používání, přípravky na ochranu rostlin, radionuklidové zářiče a jaderné materiály a odpady [5], [18].

Dle zákona ČR č. 120/2002 Sb. je biocidním přípravkem účinná látka nebo přípravek obsahující jednu nebo více účinných látek ve formě, v jaké jsou dodávány uživateli, určené k hubení, odpuzování, zneškodňování, zabránění účinku nebo dosažení jiného regulačního účinku na jakýkoliv škodlivý organismus chemickým nebo biologickým způsobem [18].

Dle zákona ČR č. 120/2002 Sb. je škodlivý organismus každý organismus, který má nepříznivý účinek na člověka nebo jehož přítomnost je nežádoucí, nepříznivě ovlivňuje činnost lidí nebo předměty, které užívají nebo vyrábějí, nebo působí nepříznivě na ostatní živé organismy nebo na životní prostředí; při používání biocidních přípravků je škodlivý organismus cílovým organismem [18].

Dle zákona ČR č. 120/202 Sb. je účinnou látkou chemická látka nebo mikroorganismus, včetně virů a hub, které svým specifickým nebo obecným účinkem působí na škodlivé organismy [18].

Novela biocidního zákona vyšla pod číslem 136/2010 Sb., ve Sbírce zákonů s účinností ode dne vyhlášení tj. 13. května 2010. Touto novelou byla rozšířena příloha č. 2 zákona č. 120/2002 Sb., o biocidech o cca 25 účinných látek (ÚL). V současnosti má Ministerstvo

zdravotnictví transponovat cca 35 ÚL. Ostatní schválené ÚL budou přijaty v následující novele zákona. Prodlužující lhůta na oznamování biocidních přípravků do 14. 5. 2014 byla přijata a transponována do této novely [19].

Biocidy jsou rozděleny do 23 typů, z nichž typy 1, 2 a 4 zahrnují přípravky pro ochrannou dezinfekci [5].

Podle znění zákona č. 120/2002 Sb. patří z oblasti dezinfekce mezi biocidy následující typy látek:

- Dezinfekční přípravky a přípravky pro všeobecné použití (nezahrnují čisticí a prací prostředky)
- Biocidní přípravky osobní hygieny (přípravky k osobní hygieně včetně dezinfekce pokožky, avšak bez léčivého či kosmetického účinku)
- Dezinfekční přípravky pro privátní a profesionální použití a jiné biocidní přípravky (přípravky pro dezinfekci ovzduší, povrchů, materiálů, zařízení, nábytku). Oblast použití zahrnuje mimo jiné plovárny, vody ke koupání a ostatní vody, systémy klimatizace, stěny a podlahy ve zdravotnických a jiných institucích, dezinfekci lékařských nástrojů, chemické toalety, odpadní vodu, nemocniční odpad [5].

Rozhodnutí o povolení k uvedení biocidního přípravku na trh vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR na základě předložených údajů o přípravku. Jde zejména o identifikační údaje, kvantitativní a chemické složení, fyzikální a chemické vlastnosti, metody stanovení účinné látky, toxikologické a ekotoxikologické údaje, účinnost na cílové organismy a doporučené použití, kategorie uživatelů, opatření nezbytná pro ochranu člověka, zvířat a životního prostředí, způsob zneškodňování odpadů, klasifikace a označování, souhrnné označování údajů [5].

Biocidní přípravek je možné uvést na trh pouze za podmínek, že žadatel nejprve předloží na Ministerstvo zdravotnictví (oddělení Registru chemických látek) buď oznámení, nebo žádost o povolení spolu s požadovanou dokumentací (např. testy účinnosti). Nutnou podmínkou je, aby účinná látka v biocidním přípravku byla na seznamu povolených účinných látek v příloze nařízení Komise (ES) č. 1451/2007 [20].

Obal biocidního přípravku musí splňovat požadavky zákona č. 120/2002 Sb. v platném znění [20].

Jedná-li se o látky/přípravky, které jsou klasifikovány jako nebezpečné, je třeba na štítky uvádět ještě informace podle zákona č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a přípravcích [20].

3 APLIKAČNÍ FORMY

Při volbě postupu dezinfekce se vychází ze znalostí cest a mechanismů přenosu infekce a možností ovlivnění účinnosti dezinfekce faktory vnějšího prostředí. Dále by měla být brána v potaz i odolnost mikroorganismů. Cílem dezinfekce je, aby na plochách, předmětech nebo v prostředí nebyly mikroorganismy vyvolávající infekční onemocnění. Dezinfekce prováděná v místech, kde pouze předpokládáme možnost výskytu zdroje nákazy, je dezinfekce preventivní, kdežto dezinfekce přímo v místě nákazy je dezinfekcí ohniskovou. Základním předpokladem dobře prováděné dezinfekce je celková čistota dezinfikovaného místa [5], [21].

Aplikaci přípravků by měla vždy předcházet všeobecná očista mechanická, tj. odstranění nečistoty a organických látek, neboť ty snižují účinnost dezinfekcí. Proto je třeba zachovávat dvouetapový postup dezinfekce – nejdříve mechanická očista (sanitace) pak dezinfekce. Obě etapy lze spojit při použití dezinfekčních přípravků s čistícími vlastnostmi – jednoetapový postup dezinfekce [21], [22].

Mechanická očista je velmi důležitým kritériem podmiňující dostatečnou účinnost, viz blíže v kapitole 4.1.7 [4].

Dezinfekce se provádí pomocí roztoku (omýváním, otíráním, ponořením, postřikem), pomocí aerosolu studeného a teplého (tzv. fogování), plynováním (fumigací) a pomocí pěny [6].

3.1 Dezinfekce pomocí roztoku

3.1.1 Ponoření

Dezinfikované předměty se do dezinfekčního roztoku zcela ponoří na stanovenou dobu. Ponoření je použitelné pouze pro menší předměty. Po uplynutí doby působení jsou předměty z roztoku vyjmuty, mechanicky očištěny a usušeny [3], [8].

3.1.2 Otření

Dezinfikované předměty/plochy se otřou hadrem, mopem nebo tamponem dostatečně namočeným v dezinfekčním roztoku při působení po stanovenou dobu působení nebo do zaschnutí [9].

3.1.3 Postřik

Aplikace postřikem zůstává nejběžnější a také nejčastěji používaná forma aplikace dezinfekčních přípravků. Při postřiku je důležité množství použitého roztoku na jednotku plochy, dezinfekční efekt je prakticky přímo úměrný tomuto použitému množství, respektive použité koncentraci. Postřik je také poměrně levnou formou aplikace dezinfekčního přípravku, kdy se pomocí postřikovačů do prostoru rozptýlí hrubší kapénky roztoku. Plocha má být úplně smočená, nebo po provedené dezinfekci následuje otření postříkaných ploch čistou utěrkou a otřená plocha je opět postříkána. Při použití horké vody se nám významně zvýší i účinek dezinfekce. Výhodou postřiku je, že pokud použijeme tlakovou vodu, tak zajistíme i čištění dezinfikované plochy. Nevýhodou postřiku je jeho využití pouze pro malé plochy a nedostatečná dezinfekce vertikálních ploch (stěn a stropu) [6], [8].

3.2 Dezinfekce pomocí pěny

Pěny jsou tvořeny povrchově aktivními látkami (tenzidy, též surfaktanty) a jsou aplikovány pěnотvorným zařízením. Pěna je tvořena vzduchovými bublinkami, které jsou obaleny tenkou vrstvou surfaktantu. Malé bublinky se po kontaktu s povrchem rozpadnou, aby vytvořily tenkou vrstvu kapaliny. Pěna může sloužit jako nosič čisticích prostředků, stejně tak i dezinfekčních prostředků. Předpokladem je stabilita vzduchových bublinek, alespoň po dobu 10 minut. Tento způsob je vhodný pro aplikaci na vodorovné i svislé plochy (stropy a stěny). Pěny mají vysoce čisticí a odmašťovací vlastnosti. Nevýhodou pěn je jejich přisychání na dezinfikovaném povrchu a nutnost následného omytí [8], [23].

3.3 Dezinfekce aerosoly

Aerosoly představují disperzní systém, jehož plynnou fází tvoří obvykle vzduch, disperzní kapénky pak tvoří dezinfekční prostředek. Účinnost dezinfekčního aerosolu je dána jeho jemnou disperzitou i druhem dezinfekčního přípravku. Používá se aerosol studený a aerosol teplý (fogování). Výhodou aerosolů je, že mohou zasahovat jak mikroby volně se vznášející, tak i mikroby sedimentované na povrchu předmětů. Nevýhody jsou spojeny s obtížemi při udržování potřebné koncentrace a s malým rozdílem mezi účinnou a toxicitou koncentrací [4], [6].

3.4 Plynování

Je to metoda využívající plyných látek nebo suchého aerosolu pro likvidaci spor plísní ve vnitřním ovzduší místnosti. Využití tato metoda nachází zejména ve veterinární, popř. výrobní oblasti [8].

4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝSLEDEK DEZINFEKCE

Účinek dezinfekce závisí na okolních faktorech působících před použitím dezinfekce, v průběhu aplikace i po použití. Pokud intenzita dané dezinfekce stoupá jen pozvolna, lze pozorovat, že mikrobi se nejprve přestávají množit, a teprve pak začínají postupně odumírat. První fáze bývá obvykle vratná a v případě bakterií se označuje jako bakteriostáze. Co se týče druhé fáze, ta je nevratná a vede k postupné smrti mikrobů. Zde je důležité slovo postupné, protože vlivem působení dezinfekce nejsou všechny mikrobiální buňky usmrceny naráz. Podobně jako množení mikrobiálních buněk je exponenciální, tak i jejich odumírání probíhá podle logaritmické křivky (viz Obr. 2), čili konstantní rychlostí. Až ke konci se rychlost odumírání zpomaluje, protože naživu zůstávají odolnější jedinci. Obecně platí, že počet usmrcených buněk závisí nejen na intenzitě smrtícího, ale i na době jeho působení. Vztah mezi počtem přežívajících buněk a dobou působení antimikrobiálního agens je logaritmický a čas potřebný k usmrcení mikrobů je závislý na jejich výchozím počtu. Efekt chemické dezinfekce závisí na druhu a množství přítomných mikrobů, na koncentraci a stabilitě dezinfekčních látek, na teplotě, době působení, na složení a pH prostředí a na přítomnosti organických látek [15], [24].



Obrázek 2: Logaritmická křivka [25]

4.1 Před zahájením dezinfekce

4.1.1 Druh a morfologická struktura mikroorganismů

Pořadí původců nález podle jejich přirozené odolnosti (rezistence) k dezinfekčním látkám je následující: nejodolnější jsou priony, dále pak kokcidie, spory, mykobakterie, cysty prvoků (např. rodu *Giardia*), malé neobalené viry, tropozoity, gramnegativní bakterie, houby a vláknité houby, velké neobalené viry, grampozitivní bakterie a nakonec obalené viry. Mezi nejběžnější mikroorganismy vyskytující se v obytných objektech řadíme bakterie (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*), mikroskopické kvasinky a plísně. Výskyt a destrukční činnost těchto mikroorganismů v domácnostech je zapříčiněn znečištěnými plochami, předměty a prachem. Prevencí před působením biologických činitelů je efektivní systém provádění úklidu a dezinfekce povrchů [3], [6], [26], [27].

4.1.1.1 Bakterie

Bakterie jsou jednobuněčné prokaryotní mikroorganismy (MO). Jedná se o nejrozšířenější skupinu organismů na světě. Bakterie se vyznačují některými společnými znaky, i když po morfologické stránce se mohou značně odlišovat. Tvoří koky, diplokoky, tyčky, vlákna nebo mají spirálovitý tvar. Z biochemického hlediska jde většinou o mikroby značně aktivní, které se v rozsáhlé míře podílejí na mnoha procesech v přírodním prostředí. Některé druhy bakterií jsou patogenní pro člověka, zvířata i rostliny. Mohou poškozovat organismus různými mechanismy (např. průnikem do tkání, produkcí toxinu, stimulací zánětlivé reakce s uvolňováním cytokinů aj.). Bakterie se rozmnožují přímým dělením a také výjimečně pučením. Jejich schopnost množení je velká, za ideálních podmínek téměř neomezená. Nejdůležitějším rozlišovacím znakem u bakterií je stavba buněčné stěny, díky odlišnosti stavby se bakterie dělí na gramnegativní a grampozitivní bakterie (viz Obr. 3, Tab. 2) [16], [25], [28].

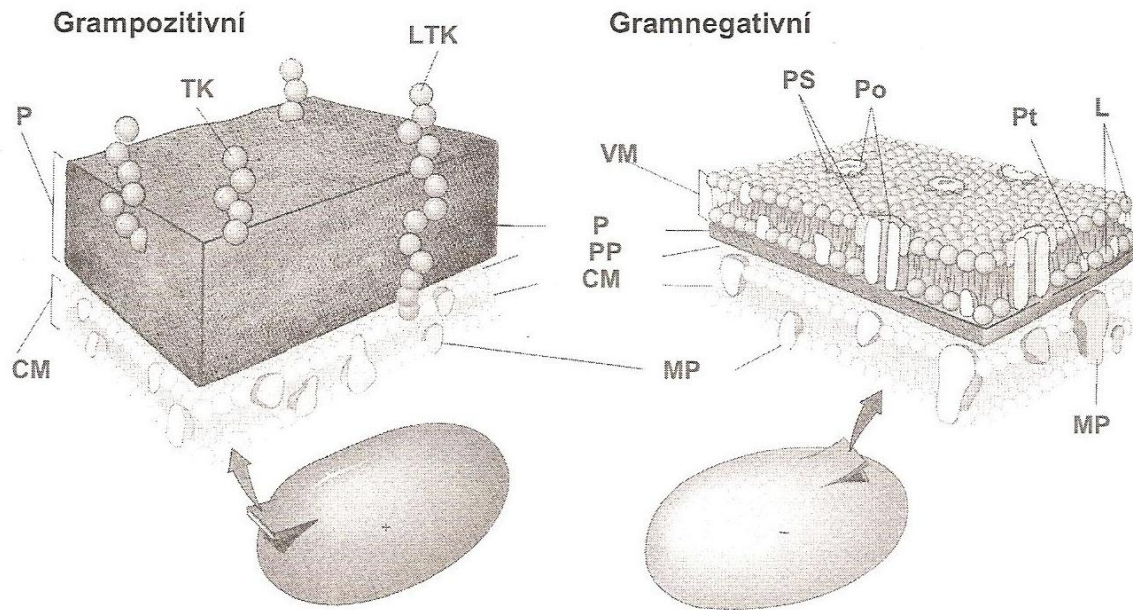
Gramnegativní bakterie (G^-) lze charakterizovat především stavbou jejich buněčné stěny, která předurčuje částečně i jejich chování vůči dezinfekčním látkám. U G^- bakterií je buněčná stěna tenčí, avšak stavebně složitější než u grampozitivních bakterií. Je složena z lipoproteinů, peptidoglykanu, lipopolysacharidů a obsahuje též např. endotoxinový lipid A, O antigen specifického složení a další sloučeniny. Mezi vnější a vnitřní cytoplazmatickou membránou je periplazmatický prostor, který obsahuje peptidoglykan a řadu enzymů,

rozpuštěných ve vysoce hydratovaném polysacharidovém gelu. G^- bakterie zahrnují velmi rozmanité druhy lišící se jak taxonomicky, tak odolností k dezinfekčním látkám. Většina dezinfekčních přípravků ze skupiny halogenů, oxidujících látek, aldehydů a fenolů je proti G^- bakteriím dostatečně účinná [6].

Tabulka 2: Hlavní komponenty buněčné stěny bakterií [29]

Komponenta	Bakterie	
	grampozitivní	gramnegativní
Peptidoglykan	+	+
Teichoové kyseliny	+	-
Lipidy	-	+
Bílkoviny	-	+
Lipoproteiny	-	+
Lipopolysacharidy	-	+

Grampozitivní bakterie (G^+) mají oproti G^- bakteriím buněčnou stěnu větší tloušťky, avšak ta poskytuje pouze lepší mechanickou ochranu. Hlavní složkou buněčné stěny je silná peptidoglykanová vrstva, která je jako tmelem vyplněna tzv. teichoovou kyselinou. Kromě teichoové kyseliny jsou na peptidoglykan vázány ještě polysacharidy složené z glukózy, galaktózy, manózy a některých dalších monosacharidů. Díky mohutné vrstvě peptidoglykanu je umožněn relativně snadný průnik malých molekul, včetně molekul dezinfekčních látek do buňky. G^+ bakterie jsou obecně méně odolné k dezinfekčním látkám než G^- bakterie. G^+ bakterie jsou velmi citlivé ke kvartérním amoniovým sloučeninám [6], [16].



Obrázek 3: Schéma cytoplasmatické membrány a buněčné stěny G^+ a G^- bakterií [28]

Vysvětlivky:

CM – cytoplasmatická membrána, P – peptidoglykan, TK – teikoová kyselina, PP – periplasmatický prostor, MP – membránové proteiny, VM – vnější membrána, PS – polysacharid, Po – porin, L – lipid.

Koky jsou snadno usmrceny sloučeninami halogenů, stafylokoky jsou odolnější než streptokoky ve vztahu k alkoholům a glykolům. Mezi nejodolnější G^+ bakterie patří enterokoky, a to díky jejich specifické genetické výbavě, která umožňuje rychlé přizpůsobení měnícím se vlivům okolního prostředí, tedy i vlivu dezinfekčních látek [6].

4.1.1.2 Kvasinky, Plísně

Na rozdíl od bakterií se kvasinky a plísně řadí k eukaryotickým organismům. To je spojeno s celou řadou odlišností ve stavbě buněk, které jsou již vybaveny buněčným jádrem. Velmi specifická je stavba buněčné stěny a také stavba cytoplasmatické membrány, která je tvořena zejména lipoproteiny a steroly spojenými s fosfolipidy [6].

Kvasinky jsou organotrofní neboli heterotrofní eukaryotické organizmy, které jsou řazeny mezi houby (*Fungi*). MO zahrnované mezi kvasinky lze charakterizovat jako většinou jednobuněčné organizmy, které se množí převážně pučením nebo popř. dělením. Vegetativní kvasinková buňka se skládá ze silné a pevné buněčné stěny, jemné cytoplasmatické membrány, cytoplazmy, jež obsahuje řadu membránových struktur, a z jádra, které je od cytoplazmy odděleno dvojitou jadernou membránou. Pohybové orgány, tj. bičíky, vegetativní

buňky kvasinek nemají. Hlavní komponentou buněčné stěny kvasinek jsou polysacharidy, podílející se 80 % na sušině stěny. Tyto saprofytické MO se hojně vyskytují v přírodním prostředí, často je nacházíme na cukerných substrátech, které mohou zkvašovat. Jsou přítomny u člověka a u všech teplokrevných živočichů. Některé druhy vyvolávají za jistých podmínek mykotická onemocnění člověka a zvířat [16], [25], [28].

Jako plísň (vláknité mikromycety) označujeme mikroskopické vláknité vícebuněčné eukaryotické mikroorganismy patřící mezi houby (*Fungi*). Mikromycety jsou parazitické nebo saprofytické mikroorganismy, které jsou nejrozšířenějšími živými formami planety. Plísň plní nezastupitelnou roli destruentů při rozkladu organické hmoty. Plísň se rozmnožuje jednak rozrůstáním hyf a jednak spory. Spory vznikají buď vegetativním způsobem (tzv. nepohlavní neboli vegetativní spory), nebo po spájení (pohlavní spory) [16], [25], [28].

Mezi velmi účinné fungicidní látky se řadí chlornan sodný, ostatně jako veškeré přípravky uvolňující chlor (např. chloraminy). Dále velmi dobrý fungicidní účinek mají kvartérní amoniové sloučeniny, zejména cetyltrimethylammonium bromid. Z ostatních biocidních látek můžeme uvést kyselinu peroctovou, organické kyseliny, včetně různých sloučenin obsahující síru [6].

4.1.2 Druh mikroorganismu a jeho rezistence k dezinfekční látce

Rezistence vůči biocidům byla rozpoznána téměř před 70 lety Heathmanem, který popsal rezistenci vůči chloru u gramnegativní bakterie *Salmonella Typhi*. Je velmi pozoruhodné, že existuje velké množství údajů o rezistenci vůči antibiotikům, ale poměrně malý počet pracovníků na celém světě, kteří zkoumají mechanismus rezistence na biocidy. Situace je navíc komplikována faktem, že biocidy zasahují životní pochody mikroorganismů na více místech současně a za rezistenci k biocidu jsou často zodpovědné nesespecifické mechanismy [2].

Pokud MO přežije vliv působení dezinfekčních přípravků, může se tak stát z následujících příčin:

- a) Mikroorganismus je vůči použité dezinfekční látce přirozeně odolný (vrozená odolnost – rezistence). Tento typ rezistence je definován jako přirozeně chromozomálně kontrolovaná vlastnost bakteriální buňky odolávat působení dezinfekčních látek. Tato schopnost je podmíněna zejména stavbou buněčné stěny konkrétního

mikroorganismu a její schopností bránit se průniku nežádoucích látek do buňky. Touto vlastností se vyznačují především gramnegativní bakterie a bakteriální spory. Značnou odolnost vykazují zejména endospory rodu *Bacillus* a *Clostridium*. Vrozená odolnost může být také dána schopností mikrobiální buňky upravit svůj metabolismus tak, aby došlo k zamezení působení chemických dezinfekčních látek, např. náhradou metabolické dráhy poškozené dezinfekční látkou drahou alternativní [2], [6], [15], [30].

Bakterie se mohou dezinfekčním látkám bránit i dalšími mechanismy, například:

- nadprodukcí metabolitů, které neutralizují nebo jinak inaktivují chemickou dezinfekční látku;
- syntézou enzymů (hydroláz, kataláz atd.), které působí rozklad chemických látek na látky neškodné;
- přímým vyloučením chemické látky z buněčného těla („eflux“);
- možností adherovat na povrchy a tvorbou slizové hmoty (tvorba biofilmu – ochranné struktury umožňujícího přežívání mikroorganismů atd.) [6].

- b) Mikroorganismus k použitému dezinfekčnímu prostředku odolnost získal (získaná odolnost - rezistence). K této rezistenci může dojít přijetím genetického materiálu ve formě plazmidů nebo transpozonů. Častěji však rezistence vůči dezinfekčnímu prostředku vzniká mutací. V prostředí s jedním stále používaným dezinfekčním prostředkem se vzniklé rezistentní mutanty rychle vyselektují a převládnou. Proto je třeba účinnost dezinfekce pravidelně kontrolovat a přibližně každé dva měsíce používaný dezinfekční prostředek obměnit za jiný, pocházející z odlišné skupiny [6], [30].

4.1.3 Mechanismus účinku dezinfekční látky

O mechanismu účinku dezinfekčních látek je známo mnohem méně, než o mechanismu účinku antibiotik. Všeobecně mají dezinfekční látky (biocidy) širší spektrum účinku než antibiotika, a zatímco antibiotika mají specifické intracelulární cíle, biocidy působí na více cílů v buňce současně. Dezinfekční prostředky nepůsobí na mikroorganismy univerzálně toxicky, ale zasahují do metabolismu mikroorganismů a jejich enzymů. Obecně jsou dezinfekční přípravky označovány jako protoplazmatické jedy. Nejčastěji se na mechanismu dezinfekčního účinku podílejí chemické reakce, např. oxidace, hydrolýza, tvorba

solí s bílkovinami, koagulace bílkovin v buňce, změna permeability buněčné membrány, proniknutí do enzymatického systému nebo chemická disrupce (viz Tab. 3) [4], [6], [15].

Hlavními cíly pro dezinfekční látky jsou:

- a) Interakce s celou mikrobiální buňkou. Tento efekt lze předpokládat na základě adsorpce nebo mikroelektroforézy, tj. změny pohyblivosti buňky v elektrolytu na základě elektrického náboje. Adsorpce je rozhodujícím dějem v mechanismu účinku dezinfekčních látek, ale podléhá působení řady okolních vlivů, jako je pH, stupeň ionizace dezinfekčního prostředku a stejně tak stav receptorů na stěně buňky atd.
- b) Interakce s buněčnou stěnou a ostatními strukturami vně cytoplazmatické membrány. Velmi významnou roli ve zvyšování průniku dezinfekční látky do buňky hraje schopnost látek penetrovat, překonat bariérový efekt vnější membrány buňky.
- c) Interakce s cytoplazmatickou membránou vedou zejména ke změnám její propustnosti, a to především přerušením oxidativní fosforylace a potlačením metabolických pochodů, tedy dějů, které zajišťují získání energetických zdrojů potřebných pro transport látek přes cytoplazmatickou membránu buňky.
- d) Interakce s cytoplazmou. Nezvratná koagulace cytoplazmy následovaná lýzou nebo nekontrolovatelnou prostupností a rychlou smrtí buňky. Tento cytologický efekt je připisovaný většině dezinfekčních látek [4], [6].

Tabulka 3: Nejčastější reakce podílející se na dezinfekčním účinku příslušné aktivní látky [4]

Oxidace	Chlor, peroxosloučeniny, H ₂ O ₂
Hydrolyza	Kyseliny, alkálie, horká voda
Tvorba solí s bílkovinami	Soli těžkých kovů, halogenace
Koagulace bílkovin v buňce	KAS, kovy, fenol, alkoholy
Změny permeability buněčné membrány	KAS
Proniknutí do enzymatického systému	Kovy, formaldehyd, fenol
Mechanická disrupce	KAS

4.1.4 Použitá koncentrace, množství přípravku

Při přípravě doporučené koncentrace dezinfekčního roztoku vždy vycházíme z předpokladu, že přípravek obsahuje 100 % účinné látky, a to bez ohledu na skutečný obsah účinné látky nebo látek v dezinfekčním prostředku. Obecně platí, že se zvýšením koncentrace dezinfekčního přípravku se zvyšuje i jeho dezinfekční účinnost. Toto konstatování však není možné brát absolutně, protože ne u všech dezinfekčních látek tato skutečnost platí stejně, jako například u jódu nebo persolí, kde se při použití vysokých koncentrací (10 – 20 %) prakticky neprojeví žádný dezinfekční efekt. Dalším paradoxem je například fakt, že 70 % alkohol je mnohem účinnější než 95 % alkohol, který spíše bakterie konzervuje, než zabíjí. S koncentrací úzce souvisí i aplikované množství přípravku na jednotku povrchu nebo objemu, protože po aplikaci určitého množství dochází v prostředí k jeho naředění a tím ke snížení aktuální koncentrace dezinfekční látky. Dezinfekční roztoky se připravují přesným odměřením přípravku a vody. Ředění roztoků se provádí v pořadí: voda (nebo jiné rozpouštědlo) + dezinfekční přípravek. Ředění dezinfekčních roztoků je nutné věnovat maximální pozornost. Při použití roztoku o nízké koncentraci je dezinfekční účinnost nedostatečná, při zbytečně vysoké koncentraci může dojít k poškození dezinfikovaného materiálu, popř. plochy. Pro správné ředění se s úspěchem využívají různá dávkovací zařízení, odměrky, váhy, jednorázové sáčky, určitý počet tablet nebo tzv. kartušky – konzervy, pumpičky. Dezinfekční přípravky se používají v doporučených koncentracích a expozicích. Při přípravě daného dezinfekčního přípravku se postupuje podle doporučení výrobce uvedeného na etiketě přípravku nebo v propagačních materiálech [6], [15], [22].

4.1.5 Druh povrchu a materiálu

Dezinfekční a čistící roztoky mohou výrazně ovlivňovat a poškozovat povrchy materiálu, proto má druh dezinfikovaného materiálu velmi významný vliv na konečný výsledek dezinfekce. Hladké a vodou snadno smáčitelné povrchy jsou dobře čistitelné a dezinfikovatelné, naopak u materiálu s povrchovou úpravou se zase můžeme setkat s korozivním působením roztoků nebo poškozením drsností, barvy, lesku, naleptáváním povrchu apod. U porézních materiálů jako je dřevo, přírodní kameny, textil, omítka nebo u povrchů poškozených korozií či mechanicky je dezinfekce buďto obtížná, nebo je nelze dezinfikovat vůbec. Je známou skutečností, že některé dezinfekční přípravky mohou barevné předměty odbarvovat (přípravky na bázi chloru, peroxidů), některé barevné dezinfekční přípravky

je mohou obarvovat (přípravky na bázi jódu). Dále chlorové přípravky nelze použít na hliníkové předměty. Peroxosloučeniny poškozují pryže. Alkoholy, aceton, organické rozpouštědla a abrazivní látky poškozují plexisklo, hladké povrchy a PVC. Kovové povrchy bez povrchové úpravy je nutné dezinfikovat v roztocích s antikorozivními přísadami. Dezinfekčními roztoky jsou také poškozovány spojovací materiály, tmely, těsnění atd. Pozornost je nutné také věnovat čištění a dezinfekci přírodních materiálů, které nemají povrchovou úpravu, tudíž jsou velmi nesnadno dezinfikovatelné [6], [22], [31].

4.1.6 Úroveň kontaminace

Protože v každém časovém intervalu hyne stejný podíl mikrobiální populace, je k usmrcení většího počtu mikrobů třeba delší doby. Tedy čím více je předmět kontaminován, tím déle musí být vystaven účinku antimikrobiálního činidla. Samotná mikrobiální masa může být natolik mohutná, že z daného chemického prostředku vyváže veškerou aktivní složku, čímž jeho účinnost vyčerpá. Před dezinfekcí je tudíž nesmírně důležitá předchozí očista předmětů a tedy mechanické odstranění většiny přítomných mikroorganismů [15].

4.1.7 Mechanická očista (sanitace)

Důležitým předpokladem úspěšné dezinfekce je čistota, neboť nečistota mikroorganismy chrání (mohou vznikat biofilmy) a dezinfekční prostředky nemohou dostatečně působit. Při mechanické očištění se pouze odstraňují z povrchů hrubé nečistoty, chemickými nebo biologickými (enzymatickými) prostředky, ale mikroorganismy se neusmrcují. Mechanická očista (sanitace) má za úkol snížit výchozí počet mikrobů a také odstranit anorganické a organické látky, jež mají na mikroby ochranný efekt. Používají se při ní roztoky čistících nebo enzymatických prostředků v koncentracích doporučených výrobcem, rozpuštěné ve vodě, případně se používají čistící přípravky s dezinfekčním působením, klasické ruční pomůcky jako jsou kartáče, mopy, utěrky, mycí a čistící stroje, vysavače, tlakové pistole, ultrazvukové pistole apod. Obecně platí, že na odstranění bílkovinných nečistot se používají alkalické nebo enzymatické látky, na odstranění mastných nečistot se užívají tenzidy, uhlohydráty se odstraňují oxidací, minerální nečistoty a povlaky odstraňujeme kombinací kyselých a alkalických přípravků. Rezidua chemických sanitačních látek se odstraňují oplachem pitnou nebo upravovanou vodou. Mechanická očista se provádí tak důkladně, že je po odstranění nečistoty patrná struktura povrchu materiálu [5], [6], [15], [22], [23].

Mechanická očista se provádí postupem stanoveným pro předmět, technologii nebo zvíře, které mají být dezinfikovány a to buď:

- a) ručně – za použití nezbytných mechanických pomůcek (vhodné kartáče, utěrky, houby apod.), které musí být po použití dezinfikovány,
- b) za pomoci čistících přístrojů, vysokotlakých, středotlakých, nízkotlakých, případně s ohřevem vody za použití postřiku, pěny nebo gelu [5].

4.2 Faktory ovlivňující účinek dezinfekčního přípravku v průběhu dezinfekce

4.2.1 Perzistence

Tento stav také někdy bývá označován jako falešná rezistence nebo také pseudorezistence, kdy se mikrobiální buňka působení škodlivého účinku vyhne a to tím, že využije ochranného působení okolního prostředí – přítomnosti organických látek, většího množství sousedních buněk nebo tím, že je to intracelulární parazit (*Chlamydiaceae*), že je schopna se „schovat“ do jiného odolnějšího organismu. Například *Legionella* sp. využívá ochrany a pomoci ostatních organismů, například cyst nebo prvoků, případně využije členitosti prostředí, která vytváří „stíny“ pro působení dezinfekční látky, zejména v potrubních systémech, u kohoutků a v záhybech aj. [6].

4.2.2 Chybná volba použitého dezinfekčního prostředku

Během prováděné dezinfekce může dojít k falešné odolnosti mikroorganismů. Toto se může stát v případech, kdy byl vybrán na cílové organismy neúčinný dezinfekční přípravek nebo kdy byl aplikovaný dezinfekční přípravek použit za jiných nevyhovujících podmínek (nevhodné pH, tvrdost vody, teploty), při jiné koncentraci, zejména nižší než doporučuje výrobce anebo když použitý dezinfekční přípravek neobsahoval dostatečnou koncentraci účinných látek, což se může stát zejména u méně stabilních chemických dezinfekčních látek (aldehydy, chlorové přípravky, oxidující látky) [6].

4.2.3 Voda

Voda je základním rozpouštědlem pro dezinfekční přípravky, proto v ní dezinfekční látky musí být dobře rozpustné. Voda může mít rozdílnou tvrdost, která odpovídá obsahu minerálních látek. Obecně platí, čím je voda tvrdší, tím je nutnější zvyšovat koncentraci použitého dezinfekčního přípravku. U některých dezinfekčních prostředků lze zlepšit účinnost

zvýšením teploty vody, například u kvartérních amoniových solí zvýšením teploty vody na 50 °C, u jódových přípravků na 35 °C. Aldehydové, chlorné přípravky a peroxosloučeniny se ředí studenou vodou [6], [32].

4.2.4 Teplota

Účinnost dezinfekčního prostředku se obvykle zvýší, když teplota, při které probíhá dezinfekční proces, je vyšší. U antimikrobiálních agens se můžeme obvykle spolehnout na to, že za vyšší teploty působí intenzivněji. Například málo účinné detergenty dovedou za zvýšené teploty působit na mikroby letálně. Naopak za chladu ztrácí většina dezinfekčních prostředků (s výjimkou některých oxidačních činidel) účinnost. Dezinfekční přípravky používané v terénních podmínkách jsou vystaveny velkým rozdílům teplot (zejména v zimních měsících), a proto hledisko účinnosti dezinfekčního přípravku, za nízkých teplot nebo dokonce pod bodem mrazu, je v těchto podmínkách zásadní. Aby dezinfekční roztok nezmrzl, doporučují se a běžně používají směsi různých solí, např. „solanka“ - jedná se o směs NaCl, CaCl₂ a MgCl₂. Koncentrovaná solanka vykazuje bod zmrznutí při - 45 °C. Nevýhodou použití těchto solných směsí je jejich korozivita, která se zvyšuje se zvyšováním koncentrace. Dále se také proti zmrznutí roztoků využívá přídavek propylen glykolu, který je ovšem velmi drahý a vykazuje toxické vlastnosti [6], [15].

4.2.5 pH prostředí

Hodnota pH prostředí významně ovlivňuje užití biocidů. Koncentrace vodíkových iontů v prostředí působí na růst mikroorganismů, jejich biochemickou činnost a proces dezinfekce. Například při použití chlóru jako dezinfekčního prostředku musí být pH v rozsahu 5 – 8, aby chlór byl účinný jako kyselina chlorná. Pod pH 5 je produkován plynný chlór a při pH 8 jsou produkovány ClO⁻ ionty, jejichž účinek je na rozdíl od akutní toxicity plynného chlóru podobný účinkům ostatních dezinfekčních prostředků. Se zvyšujícím se pH narůstá také počet negativně nabitých skupin na povrchu bakteriální buňky, což má za následek zvýšenou vazbu dezinfekčních látek s kladným nábojem, jako např. s kvartérními amoniovými sloučeninami (KAS). Znalost pH prostředí umožňuje předpovědět, zda a jak aktivní bude dezinfekční prostředek [6], [28], [30].

4.2.6 Organická hmota

Organická hmota je významnou interferující látkou ovlivňující průnik a účinek dezinfekčních látek. Organické látky se objevují v různých formách jako je např. sérum, krev,

rezidua potravin aj. Organická hmota však slouží také jako mechanická obranná bariéra, pod kterou jsou ukryty buňky mikroorganismů. Výrazně se interakce mezi organickou hmotou a dezinfekční látkou projevuje např. u chlorových přípravků jako snížení jejich účinnosti na bakterie, viry a houby. V důsledku nižší chemické reaktivity jsou jod a jodofory ovlivněny méně. V praxi snížení zátěže organickou hmotou předpokládá správné provedení mechanické čistoty, eventuálně použití dezinfekční látky v kombinaci s detergentem [6], [15].

4.3 Faktory působící na výsledný efekt dezinfekce po jejím provedení

4.3.1 Expoziční doba

Doba expozice je jedním z důležitých faktorů ovlivňující výsledný efekt dezinfekce. Expoziční doba je čas, po který je dekontaminovaný předmět nebo prostor podrobený biocidnímu účinku. U některých přípravků je expozici možno počítat na minuty, u jiných na hodiny. Po uplynutí nutné expoziční doby je možno provést důkladné odvětrání objektu nebo oplach dezinfikovaných ploch a předmětů podle typu aplikované dezinfekční látky. Nedodržení expozice může výrazným způsobem ovlivnit výsledek dezinfekce například tím, že látka nestihla dostatečně proniknout do místa účinku a nepostihla všechny jedince v populaci mikroorganismů. Je dáno, že čím déle je populace mikrobů vystavená účinku mikrobicidního činitele, tím více mikrobiálních buněk je zlikvidováno. Ke spolehlivému výsledku je zapotřebí taková expoziční doba, která sníží pravděpodobnost přežití na 10^{-6} a méně [6], [15], [30].

Existují různé modely předvídající inaktivaci mikroorganismů působením dezinfekčních přípravků, ale ne všechny z nich jsou použitelné (např. příliš mnoho neznámých parametrů). Obecně se používá jednoduchý Chick-Watsonův log-lineární model:

$$\log \left(\frac{N_1}{N_0} \right) = -kC^n t \quad (1)$$

Kde: N_1 = počet přežitých mikroorganismů, N_0 = počáteční počet mikroorganismů, k = konstanta dezinfekčního poměru, C = koncentrace dezinfekčního poměru, n = zředovací koeficient, t = expoziční doba [30].

Zředovací koeficient (n) se liší podle druhu dezinfekčních prostředků. Například pro KAS je zředovací koeficient roven jedné ($n = 1$), což znamená, že snížením koncentrace na polovinu musí působit dvojnásobná expoziční doba (t). Pro etanol je zředovací koeficient

roven 10 ($n = 10$), který obsahuje účinný redukující faktor 2^{10} ($= 1024$), když snižuje koncentraci o polovinu [30].

4.3.2 Kontrola účinnosti dezinfekce

Kontrola účinnosti dezinfekce informuje jak o kvalitě provedené práce, tak o účinnosti použitých látek. Muže být podkladem pro zjištění závad a zavedení nápravných opatření. Ke kontrole dezinfekce patří postupy chemické a mikrobiologické. Chemickými postupy se dá jednak zjistit, jestli vůbec k pokusu o dezinfekci došlo a jakým přípravkem (existují postupy k detekci zbytkového chloru, jodu apod. na vyšetřovaných površích). Také lze tímto postupem stanovit, zda používaný pracovní roztok obsahuje účinnou látku v dostatečné koncentraci. Mikrobiologické postupy slouží k ověření skutečné účinnosti dezinfekčních roztoků a ke kontrole mikrobiální kontaminace dezinfikovaných předmětů. V prvním případě se vyšetřovaný dezinfekční roztok nechá předepsaným způsobem působit na vhodné testovací mikroorganismy, ve druhém se kultivují standardní stěry nebo otisky z vyšetřovaných ploch [5], [15].

4.4 Další hlediska mající vliv na výběr dezinfekčního přípravku před jeho užitím

4.4.1 Cena

Cena je významným hlediskem při rozhodování o způsobu provedení dezinfekce a při výběru přípravků, zejména pokud bereme v úvahu velké objemy přípravků potřebných k provedení dostatečně účinné dezinfekce (viz Tab. 4) [6].

4.4.2 Dezinfekce a její neblahý vliv na člověka

Při rutinním používání dezinfekčních přípravků se některé z nich mohou uplatnit jako startér alergické reakce. Podráždění kůže a alergie patří k nejčastějším nemocem pracovníků v domácnostech. Mnoho dezinfekčních přípravků obsahuje KAS, sloučeniny fenolu a chlornan sodný, které mohou dráždit kůži a vyvolat astmatický záchvat [10], [22].

Tabulka 4: Charakteristika hlavních skupin vybraných dezinfekčních látek [6]

Účinnost na mikroby a další vlastnosti	Oxidační látky	Aldehydy	Halogeny	KAS
Inaktivace organickou hmotou	+	-(+)	+(++)	++
Inaktivace tvrdostí vody	-	-	+	+
Čistící schopnost	-	-	-	++
Schopnost tvořit pěny	+	+	+	++
Oplachovatelnost	++	++	++	-
Bezpečnost pro personál	+(±)	++	+	-
Bezpečnost pro životní prostředí	-	-(+)	-(+)	+(±)
Korozivita	+	-	++	-
Cena	+	-	-	++

Vysvětlivky: ++ velmi významné (velmi výrazný vliv nebo efekt), + významné (významný efekt nebo vliv), - nevýznamné (zanedbatelný efekt nebo vliv), ± uváděné výsledky a údaje jsou nejednotné.

4.4.3 Biodegreabilita

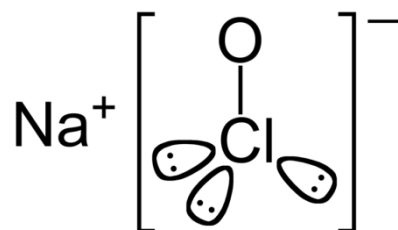
Některé dezinfekční a čistící přípravky mají negativní vliv na okolní životní prostředí, mohou narušit ekosystém vod, ovzduší i půdy, dostávat se do potravinových řetězců a narušit tak nejen přírodní prostředí, ale i poškodit lidské zdraví. Záleží hlavně na tom, v jakém množství a koncentraci se tyto látky dostávají do okolního životního prostředí, jak rychle se rozkládají nebo na jak dlouho se zde kumulují. V případě dezinfekčních chemických látek se zatím nepředpokládá vážné narušení přírodních cyklů (kromě náhodných havárií při jejich výrobě nebo dopravě). Prakticky všechny povrchově působící dezinfekční přípravky znečišťují životní prostředí. Biocidy pronikají do půdy, vodotečí i moří, a dokud se nerozloží, může jejich koncentrace dosahovat hodnot, které mají významný vliv na prostředí. Zbylé koncentrované dezinfekční přípravky se buď odevzdávají u příslušných podniků na zneškodňování odpadních chemických látek, nebo se vypouštějí do kanalizační sítě, ale až po velkém rozředění vodou, jinak se teoreticky působením velkých množství těchto přípravků může poškodit bakteriální mikroflóra, která je součástí biotechnologie v čistírnách odpadních vod. Jinak biodegradovatelnost je asi u 90 % dezinfekčních přípravků zaručena [22].

5 SPECIFIKACE DEZINFEKČNÍCH PŘÍPRAVKŮ NA BÁZI KAS A DERIVÁTŮ CHLORU

5.1 Přípravky na bázi derivátů chloru

Přípravky na bázi derivátů chloru jsou nejvýznamnější halogenové přípravky, které jsou tradičně nepoužívanější v klinické praxi k antisepsi a dezinfekci [6].

Elementární chlor (Cl_2) se z technických důvodů (problémy z aplikací) v praxi prakticky neuplatňuje. Dezinfekčními látkami obsahující „aktivní chlor“ se rozumí sloučeniny uvolňující účinkem vody kyselinu chlornou, jako jsou chlornany (ClO^-), chloritany (ClO_2^-) a látky s chlorem vázaným na dusík, jako je dichlorisokyanuran sodný (DCCNa) nebo chloramín. Jako nejefektivnější sloučeniny s velmi dobrou dezinfekční účinností se využívají chlornany, zejména chlornan sodný (viz Obr. 4) [6], [13].



Obrázek 4: Chemická struktura chlornanu sodného [33]

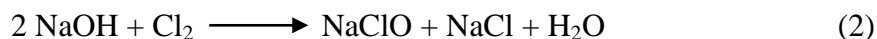
První komerční výrobek na bázi chlornanu sodného (NaClO) byl uveden na trh zhruba před 200 lety, pod komerčním názvem „Eau de Javel“ a byl produkován francouzskou firmou ve vesnici Javel. Prvně se tento výrobek využíval k čištění prádla, jako bělidlo. Krátce poté, co Pasteur objevil, že živé mikroorganismy mohou být původcem infekčních onemocnění, Labarraque (1825) a Semmelweis (1846) prokázali možnost využití chlornanu pro kontrolu šíření infekčních chorob. Chlornan také sloužil jako prevence přenosu „horečky omladnic“ bakteriální infekce, která byla častou příčinou úmrtí žen po porodu. Látky na bázi chlornanu byly následně využívány jako dezinfekční prostředky pro množství různorodých aplikací v rozmezí od použití v domácnostech, přes institucionální dezinfekce až po sanaci pitné vody a v medicíně [34].

V současné době, je asi 70 % celkové produkce chlornanu sodného využíváno především na výrobu dezinfekčních prostředků pro domácí užití. Jedná se tedy o velmi rozšířené

dezinfekční přípravky se širokým spektrem účinnosti, snadnou dostupností a relativně nízkou cenou [21], [34], [35].

5.1.1 Výrobní metody chlornanu sodného

Chlornan sodný (NaClO) se v minulosti získával elektrolýzou zředěné solanky - roztok NaCl (150 g.l^{-1}) při nízkých teplotách (do $12 \text{ }^\circ\text{C}$). V současnosti se vyrábí zaváděním plynného chloru do příslušného louhu [35], [36].



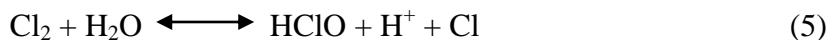
Průmyslová výroba chlornanů je popsána v praktické části v kapitole 6.1.

5.1.2 Chemická aktivita

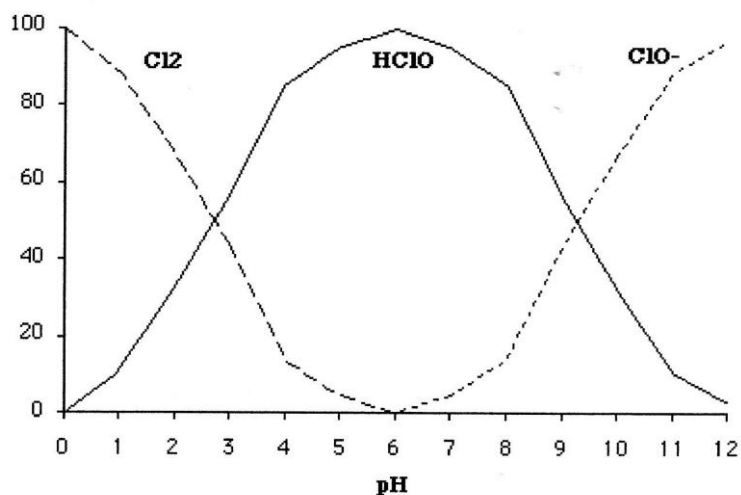
Chlornan sodný rozpuštěný ve vodě vytváří dva druhy chloru, jmenovitě kyselinu chlornou (HClO) a chlornanový anion (ClO^-), dle následující reakce:



Relativní množství aktivního chloru závisí především na pH a na koncentraci chloridových iontů. Plynný chlor (Cl_2) se výrazně uvolňuje z roztoku pod pH 2, podle rovnice:



Mezi pH 2,5 – 8,5 se přednostně vyskytuje kyselina chlorná (HClO), zatím co ClO^- je převládající v alkalické oblasti (viz. Obr. 5) [34], [37], [38].



Obrázek 5: Závislost množství aktivního chloru na pH [39]

Aktivním chlorem se rozumí množství uvolňujícího se kyslíku z chlornanového aniontu (ClO^-), odpovídající množství reagujícího chloru [6].

Komerční přípravky na bázi chlornanu sodného jsou obvykle alkalické vodné roztoky. Roztoky jsou čiré, lehce nažloutlé barvy s charakteristickým zápachem. Přípravky obsahují většinou 45 g aktivního chloru na 1 litr. Obsahují chlornan sodný jako aktivní složku, přísadku NaOH jako stabilizátor, tenzidy ke zlepšení smáčelnivosti a parfemační látky pro zakrytí pachu chloru. Roztoky se dále při použití ředí pitnou vodou v poměru 1 : 10 s optimální teplotou vody 20 – 25 °C [10], [26], [34], [37].

5.1.3 Mechanismus účinku

Navzdory dlouholetému používání látek na bázi chloru, není ještě plně objasněn mechanismus jejich účinku, který je způsoben oxidační aktivitou [6], [30].

Jedná se o velmi účinné oxidační látky, které ničí buněčnou aktivitu proteinů pomocí uvolněného kyslíku. Mechanismus působení spočívá jednak v denaturaci bílkovin buněčných membrán mikrobů a jednak v intracelulárním zásahu do syntézy proteinů inhibicí enzymů s následným narušením řetězců DNA. Mechanismus účinku u spor, se liší díky jejich hrubšímu proteinovému plášti. Z tohoto důvodu je nutno užít vyšší koncentraci k inaktivaci vegetativních buněk [6], [30].

5.1.4 Spektrum dezinfekčního účinku

Chlornan sodný je nejdéle používaným dezinfekčním prostředkem ze všech chlorových přípravků, který spolehlivě likviduje bakterie (včetně *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* nebo *Staphylococcus aureus*), viry, kvasinky a vláknité plísňe [1], [6].

Dezinfekční účinek je ovlivněn pH a koncentrací aktivní látky (NaClO). Zředění dezinfekčního roztoku 1 : 10 poskytne 5 g/l dostupného chloru. Koncentrace 5 g/l hubí vegetativní formy bakterií, avšak k odstranění spor je třeba 5 g/l. Koncentrace 0,1 g/l zabíjí vegetativní formy hub během 1 hodiny, ale houbové spory vyžadují 0,5 g/l [40].

5.1.5 Užití

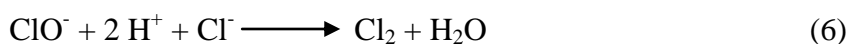
Rozšířené používání přípravků na bázi chlornanu sodného má řadu výhod:

1. chlornan je aktivní ve vodě, a tím umožňuje široký rozsah aplikací;
2. má široké spektrum účinku;

3. je aktivní v nízkých koncentracích, což umožňuje malou spotřebu chemikálií a surovin;
4. doposud nebyl prokázán vznik mikrobiální rezistence;
5. snadně se s ním zachází;
6. je relativně stabilní pro skladování a přepravu;
7. není škodlivý pro člověka, při dodržování návodu k použití;
8. je velmi levný v porovnání s jinými alternativami, které mohou být méně efektivní [34].

Přestože užívání chlornanu sodného jako dezinfekčního přípravku má řadu výhod, vyskytují se u něj i nevýhody. Mezi nevýhody chlornanů patří:

1. koncentráty jsou nestabilní (při působení světla, tepla popř. vlhka se rozkládají);
2. rychle ztrácejí účinnost v přítomnosti organických látek a těžkých kovů (před dezinfekcí je nutná mechanická očista);
3. korozivní působení na kovových površích a na plastech;
4. dezinfikované předměty se odbarvují;
5. extrémně nebezpečné jsou chlornany v případě, jestliže jsou kombinovány s kyselými přípravky, protože v kyselém prostředí chlornanové ionty oxidují chloridové anionty za vzniku chloru podle reakce:



6. při užití na površích, které přicházejí do styku s potravinami, je nutné po provedené dezinfekci opláchnout povrch pitnou vodou [6], [21], [26], [41], [42].

Komerčně známé chlornany se používají se k dezinfekci domácnosti (široké použití k dezinfekci podlah, sanitárního zařízení, kuchyní, aj.), dezinfekci vody ve studních či plaveckých bazénech, jako dezinfekční prostředky pro komunální vody a kanalizace nebo jako dezinfekce při zpracování potravin, dále jsou součástí prášků pro myčky nádobí a používají se k bělení papíru a celulózy, atd. [1], [34], [42].

Mezi přípravky na bázi chlornanu sodného řadíme např.:

- SAVO, Prim, Prim proti plísním, WC (Bochemie, a. s.);
- Domestos Artic Fresh, Citrus Fresh, Fresh, Pine Fresh (Unilever);
- Clorox (Henkel);
- Fungispray (Qualichem), aj. [1], [4].

5.1.6 Toxicita

Chlor z dezinfekčních a čisticích prostředků se kumuluje v odpadních vodách v podobě absorbovatelných organohalogenátů. Nepříznivým jevem může být i skutečnost, že chlor původem z chlorovaných přípravků reaguje s uhlovodíky obsaženými ve vodě za vzniku chlorovaných uhlovodíků, které jsou karcinogenní. NaClO v odpadních vodách vykazuje největší toxicitu ze všech chlorových přípravků a svojí toxickou koncentrací 0,12 % po 24 hodinách působení se řadí mezi nejvíce toxické přípravky [10], [22].

Dráždivé účinky chlornanů se přisuzují odštěpení chloru a alkalitě roztoků. Při přímém kontaktu vznikají kožní nemoci a alergie [10].

Přípravky na bázi derivátů chlóru, jsou na etiketách označovány R – větami (R31, R34, R35, R50) a S – větami (S1/2, S28, S45, S50, S61) [10].

5.2 Přípravky na bázi KAS

Kvartérní amoniové sloučeniny (KAS) jsou povrchově aktivní látky (PAL), které patří mezi kationaktivní tenzidy. Ze všech povrchově aktivních látek mají jediné KAS použitelné dezinfekční účinky [4].

Z hlediska vývoje byly tyto syntetické PAL, zavedeny v roce 1940 a otevřely dveře k nové třídě dezinfekčních prostředků. Postupem času patřily KAS mezi velkoobjemově vyráběné chemické látky, kdy např. v roce 2004 byla celosvětově evidována spotřeba KAS nad 500 000 tun, přestože byla předpokládána spotřeba přes 700 000 tun. V současnosti jejich produkce rychle stoupá, a to s ročním 5 % nárůstem [41], [43], [44].

5.2.2 Struktura KAS

Kvartérní amoniové sloučeniny jsou tetrasubstituované amonné soli. Obecný vzorec těchto PAL lze napsat:



Kde:

R – dlouhý uhlovodíkový zbytek (C_{12} a více);

R_2 – je buďto dlouhý uhlovodíkový zbytek nebo krátký zbytek různého typu (methyl, ethyl, benzyl, aj.);

R_2, R_3 – jsou krátké zbytky dané použitým kvarterizačním činidlem [14].

KAS jsou sloučeniny, které ve své molekule obsahují kvartérní dusíkový atom a vytvářejí kladně nabitý iont. V těchto látkách může být dusík substituován alkylem, arylem, aralkylem, nebo heterocyklickým radikálem, případně může být součástí kvartérní heterocyklické sloučeniny. Aktivní kationt má nejméně jeden dlouhý, přibližně C_{10} nebo delší hydrofobní uhlovodíkový řetězec, který způsobuje, že molekuly se koncentrují jako orientovaná vrstva na povrchích roztoků a koloidních nebo suspendovaných částic. Dusíková část kationtu má vysokou afinitu k vodě a brání vyloučení z roztoku [6], [40], [45].

Mezi nejčastější užívané anionty se řadí Cl^- , Br^- , CH_3COO^- a $CH_3OSO_3^-$ [46].

KAS jsou dále klasifikovány na základě jejich struktury (podle povahy vázaných skupin) a to následovně:

- monoalkyltrimethyl amonné soli;
- monoalkyldimethylbenzyl amonné soli; KAS s 1 mastným řetězcem v molekule
- dialkyldimethyl amonné soli; KAS se 2 mastnými řetězci
- heteroaromatické amonné soli;
- polysubstituované amonné soli; KAS s atomem dusíku v heterocyklu
- polymerické kvartérní amonné soli [14], [47].

Dezinfekční účinek se zvyšuje v pořadí: monomer = dimer < trimer < tetrametr < polymer s maximální účinností pro sloučeniny s $C_{10} - C_{16}$. Změna v jiných skupinách substituentů může také upravit dezinfekční účinek KAS [41].

Silné baktericidní účinky jsou charakteristické pro kategorii KAS s jedním mastným řetězcem. Mezi tuto skupinu patří výše uvedené monoalkyltrimethyl amonné soli a monoalkyldimethylbenzyl amonné soli [14], [47].

5.2.2.1 Monoalkyltrimethyl amonné soli, $RN^+(CH_3)_3 Cl^-$

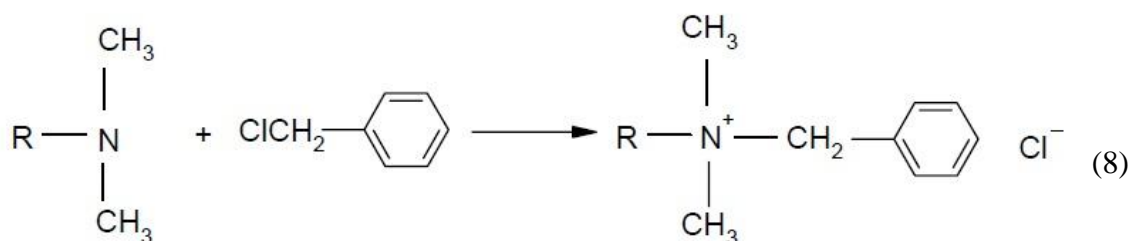
V tomto případě jsou amonné soli tvořené jedním (R) s dlouhým alkylovým řetězcem a zbývající (R) jsou tvořeny s krátkým alkylovým řetězcem, jako je methyl nebo ethyl. Všechny kvartérní sloučeniny této skupiny jsou připravené z reakcí terciárního aminu a z alkyl halogenidu. Terciární amin může být s dlouhým řetězcem (alkyldimethylamin) nebo s krátkým řetězcem (trimethylamin). Tyto řetězce reagují s methyl halogenidem nebo s dlouhým řetězcem alkyl halogenidu [47], [48].

Příkladem komerčně dostupných produktů této skupiny jsou cetyltrimethylamonium bromid (CTAB), popř. cetyltrimethylamonium chlorid (CTAC), alkyltrimethyl chlorid amonný, alkylaryltrimethyl chloridu amonného, cetyldimethyl ethylamonium bromidu aj. [47].

5.2.2.2 Monoalkyldimethylbenzyl amonné soli, $RN^+(CH_2C_6H_5)(CH_3)_2 Cl^-$

V této skupině jsou amonné soli tvořené jedním (R) s dlouhým alkylovým řetězcem, druhé R je benzyl radikál, a dvě zbývající R jsou s krátkým alkylovým řetězcem, jako je methyl nebo ethyl. Tyto sloučeniny jsou připraveny reakcí dlouhého řetězce alkyldimethylaminu s benzyl halogenidem [47], [48].

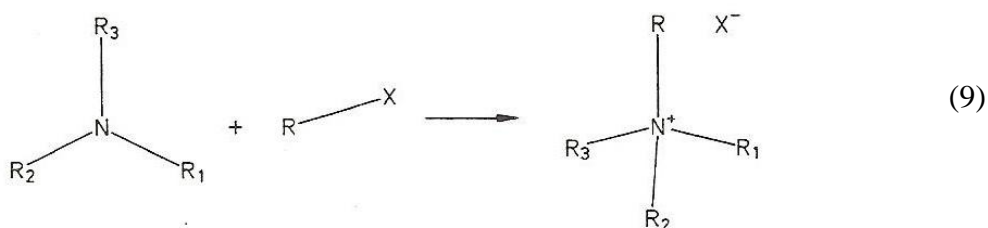
Příkladem může být příprava alkyldimethylbenzyl chloridu amonného:



Mezi běžně dostupné produkty této skupiny jsou alkyldimethylbenzyl chloridu amonného (BAC), Hyamin, Catigene aj. [47].

5.2.3 Výrobní metody KAS

Ačkoliv se výrobní metody KAS mohou značně lišit, v základu zůstávají stejné. Přípravují se obvykle dvoustupňovou reakcí. Jedná se o nukleofilní substituční reakci alfa - olefinů nebo mastných alkoholů, z nichž vznikají terciální aminy. Reakcí terciálního aminu s alkylační látkou, jako alkyl ester vznikají KAS [35], [43], [45].



Mezi alkylační látky patří metyl chlorid (chloritan), dimetyl sulfát, diethyl sulfát a benzyl chlorid [45].

V průmyslovém měřítku jsou KAS syntetizovány ve skleněných nebo nerezových reaktorech. Terciální amin a rozpouštědlo (např. isopropanol nebo voda) jsou dány do reaktoru a zahřáty na 80 – 100 °C, následně se přidává alkylační činidlo. Přebytek alkylačního činidla se odstraňuje odpařením. Samotný produkt se čistí v několika krocích. Odstraňují se zejména vedlejší produkty a současně s čištěním se mění barva produktu. Výroba KAS je poměrně finančně náročná [45].

5.2.4 Mechanismus účinku

Kvartérní struktura kationových PAL, umožňuje ničit mikroorganismy, díky schopnosti zavádět tyto molekuly do cílových organismů. Mezi hlavní působnosti KAS patří snižování povrchového napětí, inaktivace enzymů a denaturace proteinů. V důsledku adsorpce na cytoplazmatickou membránu mikroorganismů, se dramaticky mění propustnost buňky. To je způsobeno tím, že buněčná membrána sestává z vnitřní hydrofobní a vnější hydrofilní vrstvy, je tedy pochopitelné, že molekuly se silným hydrofobními a hydrofilními skupinami budou měnit fyzikálně chemické vlastnosti buněčných membrán. To má za následek únik intracelulárních nízkomolekulárních látek, degradaci proteinů, nukleových kyselin a buněčných stěn, buněčnou lýzu pomocí autolytických enzymů [30], [41], [43], [49].

KAS se navzájem od sebe liší antimikrobiální činností v závislosti na druhu a složení. Baktericidní účinek KAS se vyznačuje následujícími zákonitostmi [44].

1. Baktericidní účinek závisí na délce alifatického zbytku vázaného ke kvartérnímu dusíku. Bylo zjištěno, že optimální baktericidní účinek je u alkylového řetězce s C₁₂ – C₁₄, maximální baktericidní účinek byl sledován u C₁₆ – C₁₈.
2. Baktericidní účinek se zvyšuje s růstem hustoty elektronů atomu dusíku.
3. Antimikrobiální aktivita se zvyšuje s nárůstem počtu nenasycených vazeb v řetězci.

4. Baktericidní působení se zvyšuje, jestliže pro syntézu KAS byla použita část aminů s dlouhým řetězcem.
5. Antimikrobiální účinek se zvyšuje, pokud jsou radikály benzylu nahrazeny alkylovými radikály [44].

5.2.5 Spektrum dezinfekčního účinku

Z většiny kvartérních amoniových sloučenin jsou velmi účinné dezinfekční prostředky, které usmrcují nebo zastavují růst mikroorganismů. Obecně lze říci, že KAS jsou při velmi nízkých koncentracích ($> 500 \mu\text{g/ml}$) bakteriostatické, fungistatické, sporistatické, mykobakteriostatické. Grampozitivní bakterie jsou obzvláště citlivé na účinek KAS již při velmi nízkých koncentracích ($< 1 \mu\text{g/ml}$), oproti tomu na gramnegativní bakterie mají KAS mírný účinek. Činnost KAS na gramnegativních bakteriích může být podstatně zvýšen pomocí EDTA (etylendiamintetraoctová kyselina). EDTA je chelatační činidlo, které tvoří s KAS komplexy, které působí v buněčné stěně, což umožňuje lepší a rychlejší dezinfekční účinek. KAS při vyšší koncentraci ($> 1 \text{ mg/ml}$) působí zpravidla baktericidně a fungicidně. KAS nejsou sporocidní ani mykobaktericidní [40], [41], [50], [51].

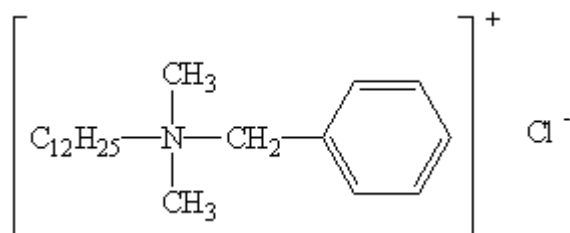
Účinnost KAS je optimální v alkalickém a neutrálním pH (okolo 6 - 10), což omezuje jejich použitelnost v kyselém prostředí [30].

5.2.6 Užití

KAS jsou užívány jako velmi účinné dezinfekční prostředky, u nichž je široké využití zejména v domácnosti, průmyslu i ve zdravotnických zařízeních. Tyto dezinfekční prostředky se užívají k dezinfekci pevných povrchů, kde současně působí jako látky čistící a deodorační. Dobrá účinnost je zajištěna na površích mechanicky očištěných od organických látek a zejména od zbytků alkalických mycích prostředků. Kdyby došlo ke kontaktu KAS s anionaktivními detergenty, byla by jejich dezinfekční účinnost inaktivována, neboť KAS jsou nekompatibilní s anionickými tenzidy. Při kontaktu s neionickými tenzidy o vysoké koncentraci se účinek KAS tlumí, neionické tenzidy o nízké koncentraci naopak potencují aktivitu KAS tím, že zvyšují permeabilitu buněčné stěny [6], [22], [43].

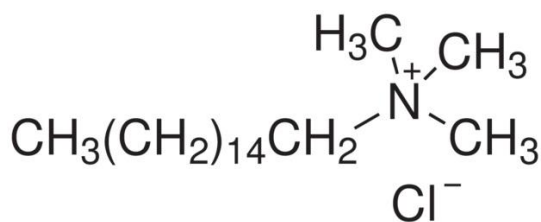
Mezi nejužívanější antimikrobiální aktivní látky užívané v dezinfekčních prostředcích, patří zejména sloučeniny, které jsou rozpustné ve vodě, neboť nejlepší dezinfekční účinnost zajišťují KAS rozpustné ve vodě. Rozpustnost KAS ve vodě závisí především na povaze substituentů (R) např. délce řetězce, polaritě, atd. Velmi málo rozpustné ve vodě,

jsou KAS nesoucí dva nebo více hydrofobních dlouhých řetězců. Na druhé straně monoalkyltrimethyl amonné soli s krátkými řetězci nebo monoalkyldimethylbenzyl amonné soli velmi často vykazují mnohem lepší rozpustnost. Jedná se tedy o látky alkyldimethylbenzyl chloridu amonného $C_{12} - C_{14}$ (také známý jako benzalkonium chlorid, nebo též BAC), alkytrimethyl chlorid amonný $C_{10} - C_{16}$, cetyltrimethylamonium chlorid (známý jako CTAC) [41], [51].



Obrázek 6: Benzalkonium chlorid [52]

S výjimkou monoalkyltrimethyl amonných solí, tak obvykle KAS vykazují špatnou čisticí a smáčecí vlastnosti [41].



Obrázek 7: Cetyltrimethylamonium chlorid [53]

Mezi komerčně užívané přípravky na bázi KAS řadíme:

- Dosilin S (Proxima Plus);
- Althosan MB (Chemotex) [3].

5.2.7 Toxicita

U kationových tenzidů, zejména u KAS je otázka biodegradability podmíněna vysokou baktericidní a bakteriostatickou účinností. Biochemické odbourání těchto tenzidů závisí proto na chemické struktuře, koncentraci v roztoku, toxicitě a podmínkách biologického čištění odpadních vod [50].

KAS jsou pro životní prostředí nežádoucí jak při jejich výrobě, tak po proniknutí do odpadních vod. Jejich biodegradace je obtížná, neboť při výrobě KAS unikají do ovzduší volatilní organické karcinogeny, např. benzen a jiné. Hlavní ekologickou zátěž představují

fosfáty, které bývají komponenty při výrobě tenzidů a které se k některým dezinfekčním přípravkům přidávají a podílí se na eutrofizaci povrchových vod [22].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 MIKROBIOLOGICKÉ SLEDOVÁNÍ RŮZNÝCH KONCENTRACÍ KAS A CHLORNANU SODNÉHO Z HLEDISKA DEZINFEKČNÍHO ÚČINKU

Cílem praktické části mé bakalářské práce bylo zjistit, jakým způsobem se vyrábí chlornan sodný jako aktivní látka v dezinfekčních prostředcích. Dále byla popsána i průmyslová výroba samotného dezinfekčního prostředku SAVO.

Pro srovnání dezinfekční účinnosti byly dále připraveny roztoky na bázi KAS s alkoholy.

6.1 Výroba chlornanu sodného a komerčního přípravku SAVO

Jak již bylo zmíněno, jedním z cílů této práce bylo popsat průmyslovou výrobu chlornanu sodného a následně i výrobu dezinfekčního prostředku dostupného pod komerčním názvem SAVO. Informace o procesu výroby mi byly poskytnuty firmou Bochemie, a. s., kde jsem absolvovala exkurzi ve výrobní divizi. Zde jsem se seznámila s výrobním procesem jednoho z nejužívanějších a nejefektivnějších dezinfekčních prostředků známým pod komerčním názvem SAVO Original.

Tento prostředek se řadí mezi velkovýrobní produkty firmy Bochemie, a. s., která zmíněný produkt vyrobí ročně v cca 15 milionech litrových láhvích [54].

6.1.1 Průmyslová výroba NaClO a SAVA

Průmyslová výroba chlornanu sodného je založena na kontinuálním procesu, kdy jednotlivé chemické látky jsou neustále přiváděny do reaktoru (tzv. chloridéru). Chloridéry jsou dvouplášťové, uvnitř smaltované, a to z důvodu nekompatibility chlornanu s kovy [54].

Prvním krokem při výrobě NaClO je naplnění chloridéru (Obr. 8) ředěným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 19 – 20%. NaOH je dovážen jako 40-ti procentní roztok (tzv. koňský hydroxid). Druhým krokem je doplnění plynného chlóru tak, aby celkový obsah činil 150 – 180 g/l. Jakmile hodnoty potenciálu dosáhnou 600 – 800 mV, zastaví se zavádění chlóru do chloridéru. Celkový čas chlorace je cca 4 hodiny [54].



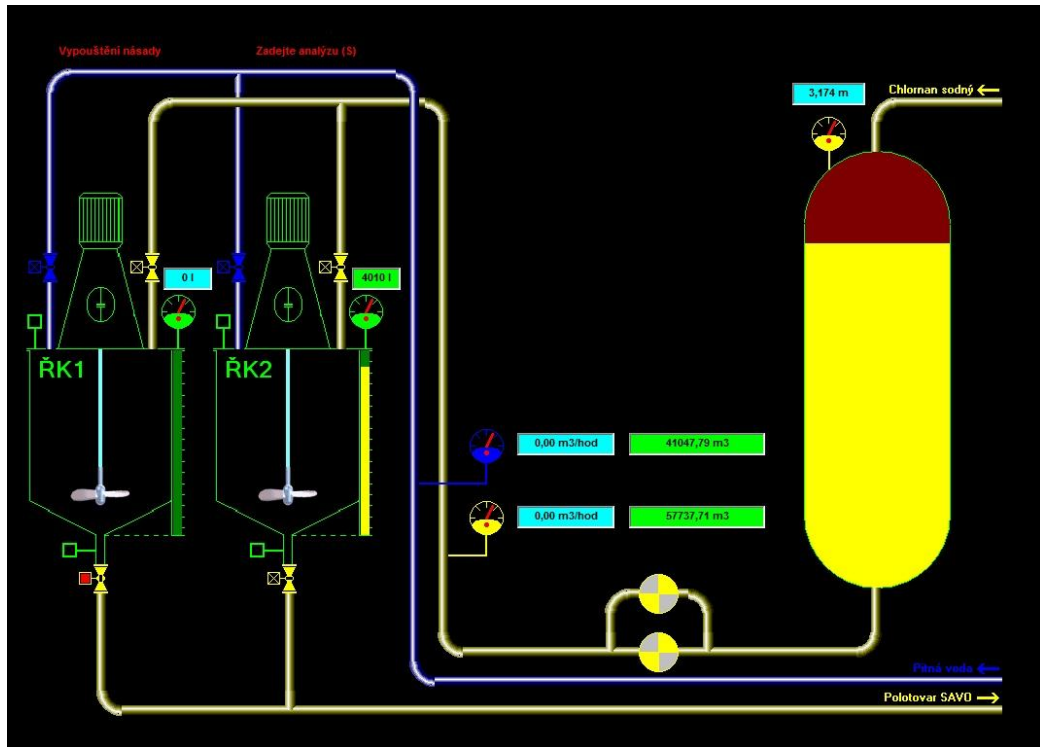
Obrázek 8: Výrobní chloridéry [54]

Protože se jedná o reakci exotermní, musí být neustále udržována konstantní teplota (35 °C). Tato teplota je regulována pomocí chladicího média, které je umístěno v plášti chloridéry. Chladicí médium je většinou směsí šťavelanu a mravenčanu. Teplota musí být regulována z důvodu zamezení tvorby chlorečnanu sodného (NaClO_3) [54]

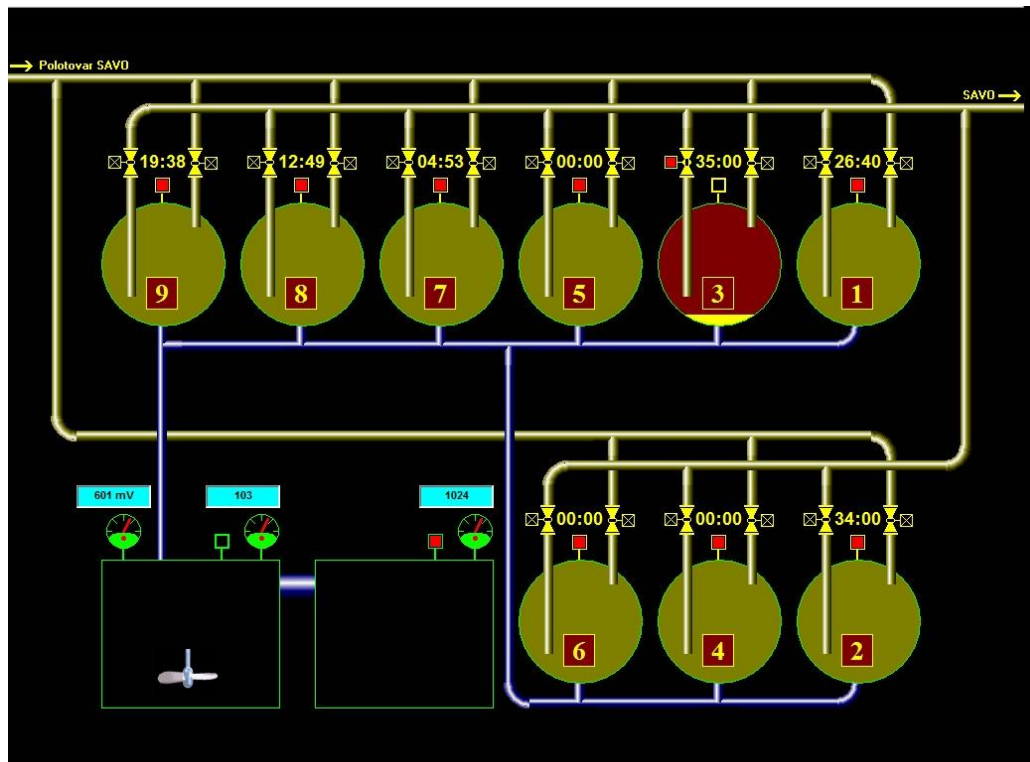
Po skončení reakce se výsledný produkt chlorace převede pomocí vývodu do zásobní nádrže. Dále následuje ředění NaClO pitnou vodou v poměru 1 : 3. Pitná voda se využívá zejména kvůli stabilitě výsledného přípravku. Po smíchání se roztok 2 minuty míchá (Obr. 9) [54].

Poté se polotovar výrobku SAVO naplní do sedimentačních kotlů, kde probíhá sedimentační proces (Obr. 10). Jedná se o osmihodinový proces, během něhož se vytváří sediment, který časem stoupá vzhůru na hladinu roztoku. Po uběhnutí 35 hodin se výsledný roztok SAVA vypustí přes filtrační síto, tzv. kalolis, kde se zachytí nečistoty (např. z louhu, chloru, vysrážené ionty, nečistoty smaltu aj.). Samotný sediment se odpustí do odpadní nádrže. Po tomto procesu vzniká komerčně známý dezinfekční prostředek SAVO Original [54].

Z tohoto „základního“ roztoku se vytváří další produkty firmy Bochemie, a. s. Mezi pomocné látky, které se přidávají ke komerčně odlišným přípravkům, patří tenzidy, parfe-mační látky, chlorid sodný (NaCl), kyselina fosforečná aj. [54].



Obrázek 9: Zásobní nádrž NaClO, ředící nádrže [54]



Obrázek 10: Sedimentační nádrže [54]

6.2 Sledování účinnosti dezinfekčních roztoků na bázi KAS a chlornanu sodného

Pomůcky a chemikálie:

- Chlornan sodný
- BAC 50
- Ethanol
- Destilovaná voda
- Mikrobiologické testery ISP
- Analytické váhy
- Běžné laboratorní pomůcky (kádinky, skleněné tyčinky, aj.)
- Ochranné pomůcky (respirátor, ochranné brýle, aj.)

6.2.1 Mikrobiologické testery ISP

Díky ISP Dip Slides Combi (ISP Cologne Holding GmbH), je možné kontrolovat účinnost dezinfekčních prostředků. Tyto mikrobiologické testery jsou vhodné pro mikrobiologickou kontrolu ploch a kapalin, jako jsou např.:

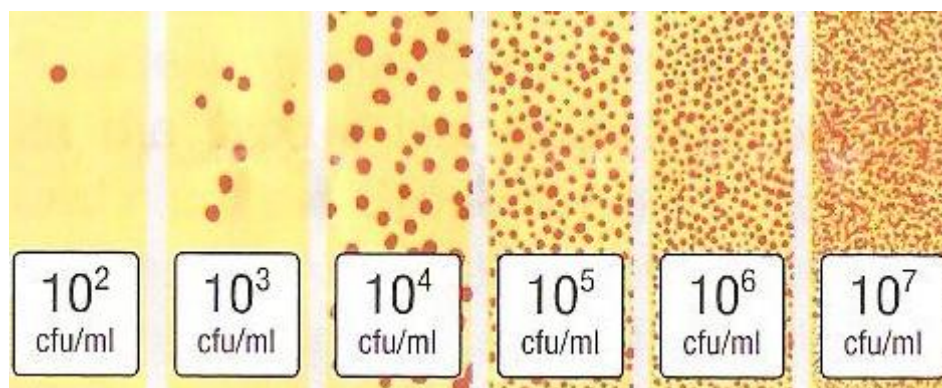
- čisticí/dezinfekční prostředky;
- povrchy sanitárních zařízení;
- povrchy pracovních míst;
- obalový materiál, aj. [55], [56].

Kultivační médium je tvořeno dvěma rozdílnými agary. Jedna strana mikrobiálního testeru je tvořena světle žlutým agarem (TTC Agar) pro kultivaci bakterií, druhá růžovým agarem (Bengal Rose Agar) pro mikroskopické houby. Tyto dva oddělené systémy umožňují samostatnou detekci bakterií, plísní a kvasinek v jednom pracovním kroku (Obr. 11) [56].



Obrázek 11: Mikrobiologické testery ISP [56]

Odečítání míry bakteriální kontaminace bylo prováděno na žlutém agar (TTC). Vyroslé bakterie tvořily červené kolonie, popř. bezbarvé kolonie. Při hodnocení nárůstu bakterií byl kladen hlavní důraz na počet kolonií a hustotu nárůstu. Pro stanovení celkového počtu mikroorganismů, byl porovnáván vzhled ISP testerů po kultivaci se snímkovými diagramy. Podle těchto diagramů byl také proveden odhad počtu kolonie tvořících jednotek (colony forming units) [56].



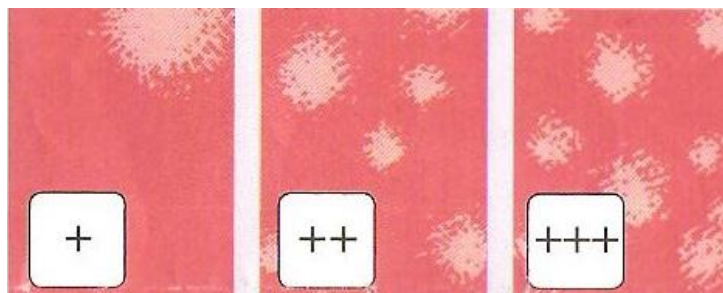
cfu: kolonie tvořící jednotky

Pod 10^4 velmi lehká kontaminace

$10^5 - 10^6$ střední až těžká kontaminace

Více než 10^6 těžká až velmi těžká kontaminace

Kontaminace plísněmi a kvasinkami byla odečtena z růžového agaru a následně porovnána se snímkovými diagramy. Kultivační médium Rose Bengal Agar potlačuje růst bakterií, kolonie tak na tomto médiu mohly být tvořeny pouze vláknitými plísněmi nebo kvasinkami. Plísně tvořily vláknité kolonie sestávající z jednotlivých spor, shluků vláken nebo jejich fragmentů. Míra kontaminace plísněmi byla hodnocena pomocí srovnání se snímkovými diagramy a vyjádřena znaménky +, ++ a +++ [56].

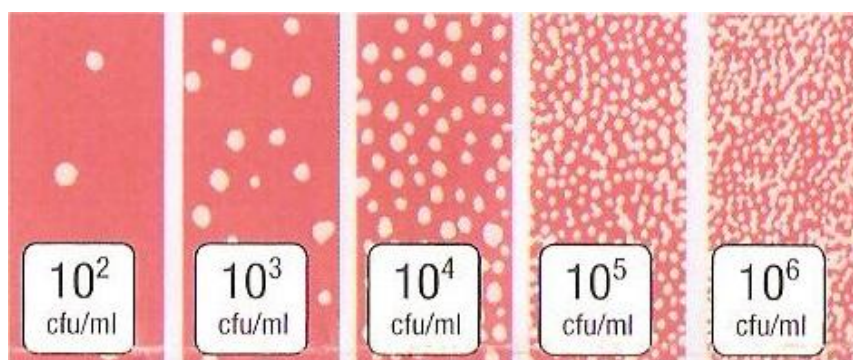


+ lehká kontaminace

++ střední kontaminace

+++ těžká kontaminace

Kvasinky vyrůstaly na médiu ve formě kulatých, matných kolonií se zvlněnými okraji. Odhad počtu kontaminujících kvasinek byl proveden srovnáním se snímkovými diagramy a vyjádřen jako počet kolonie tvořících jednotek [56].



cfu: colony forming units (kolonie tvořící jednotky)

Pod 10^3 velmi lehká kontaminace

$10^4 - 10^5$ střední až těžká kontaminace

Více než 10^5 těžká až velmi těžká kontaminace

6.2.2 Dezinfekční účinnost roztoků NaClO a KAS

Pro stanovení účinnosti dezinfekčních roztoků byly připraveny dva roztoky na bázi chloranu sodného (NaClO) a dva roztoky KAS s alkoholy. Tyto roztoky byly připraveny ve 2 rozdílných koncentracích. Složení jednotlivých roztoků je uvedeno v tabulce 5 a 6.

Tabulka 5: Složení roztoků na bázi NaClO

	Roztok A	Roztok B
NaClO	10 %	25 %
Voda	90 %	75 %
Celkem (ml)	100	100

Tabulka 6: Složení roztoků na bázi KAS

	Roztok C	Roztok D
BAC 50	5 %	10 %
Ethanol	50 %	20 %
Voda	45 %	70 %
Celkem (ml)	100	100

6.2.2.1 Metodika stěru

Pro stanovení účinnosti jednotlivých roztoků dezinfekčních látek byly provedeny stěry dvojího typu. Jednak byly provedeny stěry ze sanitárního zařízení (toaleta), dále byly provedeny stěry z lidských rukou. Důvodem pro volbu odběrových míst byl fakt, že sanitární zařízení stejně jako lidské ruce představují značné riziko přenosu infekčních mikroorganismů.

Nejprve byly provedeny kontrolní stěry obou odběrových míst před jejich dezinfekcí. Toaleta byla čištěna týden před provedením stěrů a ruce byly nemyté. U toalety byla použita technika stěru podél obvodu mísy. Stěry z rukou byly provedeny v oblasti dlaní a mezi prstních prostorů. Vzorky byly ihned po odběru vloženy do sterilní zkumavky, popsány a inkubovány po stanovenou dobu.

Následně byla obě zkoumaná místa ošetřena dezinfekčními roztoky na bázi NaClO (roztok A a B) a roztoky na bázi KAS (roztok C a D). Roztoky byly aplikovány omytím testovaného povrchu, s tím, že na jednu polovinu toaletní mísy byl nanesen roztok A obsahující 10% NaClO a druhá polovina toaletní mísy byla ošetřena roztokem B (25% roztok NaClO). Po uplynutí doby 10-ti minut následovaly další stěry provedené stejným postupem

jako u kontrolních odběrů. Totéž se provedlo po 30 minutách. Mikrobiologické testery byly pečlivě popsány a označeny cedulkami s datem stěru, druhem dezinfekčního roztoku, jeho koncentrací a expoziční dobou.

Roztoky na bázi KAS s alkoholy (roztok C a D) byly nanесeny na ruce. Doba působení dezinfekčního roztoku byla 5 a 10 minut. Po uplynutí těchto časů byly provedeny stěry. Testery byly opět pečlivě popsány a označeny.

Po provedení všech stěrů, byly mikrobiologické testery inkubovány za vhodných podmínek (optimální vlhkost, teplota, osvětlení, aj.) a po stanovené době byly provedeny odečty počtu kolonií na jednotlivých kultivačních půdách testeru. Inkubační doba pro růst mikroorganismů byla odlišná. Pro kultivaci bakterií bylo stanoveno 72 hodin a pro kvasinky a plísň 120 hodin. Kultivace probíhala při pokojové teplotě cca 20 °C.

6.2.2.2 *Hodnocení dezinfekční účinnosti roztoků NaClO a KAS*

Odečítání počtu bakterií, plísni a kvasinek bylo prováděno pomocí snímkových diagramů, přiložených v příbalovém letáku u mikrobiologických testerů ISP.

Tabulka 7: Kontaminace mikroorganismy před a po dezinfekci roztokem NaClO na toaletní míse

Druh MO	Bez dezinfekce	10 % NaClO		25 % NaClO	
		10 min	30 min	10 min	30 min
Bakterie (cfu/ml)	10 ⁴	0	0	0	0
Plísň	+	-	-	-	-
Kvasinky (cfu/ml)	0	0	0	0	0

cfu: kolonie tvořící jednotky

U sanitárního zařízení byly po určité době odečteny počty kontaminujících bakterií, přičemž jejich kontaminace představovala 10⁴ cfu/ml, což činí velmi lehkou kontaminaci. Po delším časovém úseku byly odečteny i plísň a kvasinky. Kontaminace plísni byla dle mikrobiologického testeru velmi lehká (Obr. 12). Kvasinky zde nebyly nalezeny. Po aplikaci dezinfekčních prostředků na bázi NaClO nebyl pozorován žádný nárůst. Bylo prokázáno, že u připravených dezinfekčních roztoků byla zjištěna 100 % dezinfekční účinnost.



Obrázek 12: Kontrolní vzorek stěru sanitárního zařízení (toalety)

Tabulka 8: Kontaminace mikroorganismy před a po dezinfekci roztokem KAS na ruce

Druh MO	Bez dezinfekce	5 % BAC		10 % BAC	
		5 min	10 min	5 min	10 min
Bakterie (cfu/ml)	10^4	0	0	0	0
Plísně	+	-	-	-	-
Kvasinky (cfu/ml)	0	0	0	0	0

cfu: kolonie tvořící jednotky

Zhodnocení účinnosti dezinfekčních roztoků na bázi KAS s alkoholy bylo provedeno na ISP testeru. U kontrolních vzorků získaných pomocí stěrů před provedením dezinfekce byl nárůst bakterií značný a na základě srovnání s diagramy byl počet mikroorganismů 10^4 cfu/ml. Jednalo se tedy o velmi lehkou kontaminaci. Kontaminace plísněmi velmi lehká, kvasinky se zde nevyskytovaly (Obr. 13). Roztoky na bázi KAS s alkoholy byly aplikovány na ruce. Po provedení dezinfekce bylo zjištěno, že připravené testované roztoky mají 100 % dezinfekční účinnost.



Obrázek 13: Kontrolní vzorek stěru z rukou

6.2.3 Stanovení dezinfekční čistoty připravených dezinfekčních prostředků

V tomto pokusu byly sestaveny dezinfekční přípravky podle receptur odpovídajících běžným komerčním přípravkům, které jako hlavní aktivní látky obsahují chlornan sodný a KAS (viz Tab. 9, 10). Procentuální zastoupení aktivních látek v těchto recepturách, bylo obměňováno v kombinaci s dalšími pomocnými látkami jako alkoholy, tenzidy a voda. Byla zkoumaná závislost koncentrace aktivních látek na jejich dezinfekční čistotě. Dezinfekční prostředky pro bytovou chemii jsou běžně používány v koncentracích o rozmezí 4,99 – 10 %. U těchto koncentrací je zaručený optimální výsledný efekt. Pro potvrzení dezinfekční čistoty byly namíchané roztoky těchto koncentrací:

Tabulka 9: Složení roztoků na bázi NaClO

	Roztok A množství v %	Roztok B množství v %	Roztok C množství v %	Roztok D množství v %	Roztok E množství v %	Roztok F množství v %
NaClO	5	10	15	25	35	50
Voda	95	90	85	75	65	50
Celkem (ml)	100	100	100	100	100	100

Tabulka 10: Složení roztoků na bázi KAS

	Roztok G množství v %	Roztok H množství v %	Roztok I množství v %	Roztok J množství v %
BAC 50	5	10	-	10
Ethanol	50	-	50	50
Glukosid	1	1	1	1
Voda	44	89	49	29
Celkem (ml)	100	100	100	100

Tyto připravené dezinfekční roztoky nebyly zahuštěny.

6.2.3.1 Metodika stanovení dezinfekční čistoty

Mikrobiologický tester byl ponořen do připraveného dezinfekčního roztoku o dané receptuře na dobu 5 - 10 sekund. Poté byl tester vyjmut z dezinfekčního roztoku a nechal se okapat. Následně by mikrobiologický tester vložen zpět do svého obalu. Inkubace vzorků probíhala po dobu 3 až 5 dní, při pokojové teplotě cca 20 °C.

6.2.3.2 Hodnocení dezinfekční čistoty roztoků NaClO a KAS

Vyhodnocení ISP testeru bylo obdobné jako výše zmíněného postupu.

Tabulka 11: Výsledné hodnoty dezinfekční čistoty roztoku NaClO

	Roztok A	Roztok B	Roztok C	Roztok D	Roztok E	Roztok F
Bakterie (cfu/ml)	0	0	0	0	0	0
Plísně	-	-	-	-	-	-
Kvasinky (cfu/ml)	0	0	0	0	0	0

cfu: kolonie tvořící jednotky

Tabulka 12: Výsledné hodnoty dezinfekční čistoty roztoku KAS

	Roztok G	Roztok H	Roztok I	Roztok J
Bakterie (cfu/ml)	0	0	0	0
Plísně	-	-	-	-
Kvasinky (cfu/ml)	0	0	0	0

cfu: kolonie tvořící jednotky

U všech připravených koncentrátů byly výsledky pozitivní, tedy se nevyskytovaly žádné mikroorganismy.

ZÁVĚR

Efektivní systém provádění úklidu a dezinfekce povrchů je jedním z faktorů prevence před působením biologických činitelů. Na mikroorganismy jsou velmi účinné sloučeniny na bázi kvartérních amoniových solí a derivátů chloru. Tyto konkrétní chemické látky byly vybrány a zpracovány v předkládané bakalářské práci.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na komerční výrobu chlornanu sodného, včetně výroby samotného finálního produktu. Na základě absolvované exkurze ve firmě Bochemie, a. s., sídlící v Bohumíně, se praktická část bakalářské práce zabývá vlastní výrobou tohoto dezinfekčního prostředku. Byla testována dezinfekční účinnost roztoků samotných, ale také jejich účinek na vybraných místech v domácím prostředí. Dále byly připraveny roztoky na bázi KAS s alkoholy o různých koncentracích, které jsou mimo jiné používány v antimikrobiálních prostředcích pro hygienu rukou.

Zhodnocení účinnosti dezinfekčních roztoků bylo provedeno pomocí ISP testerů. U kontrolních vzorků získaných pomocí stěrů před provedením dezinfekce byl nárůst mikroorganismů značný. Po aplikaci připravených koncentrátů se nevyskytovaly žádné mikroorganismy. Na základě výsledků experimentů lze konstatovat, že všechny připravené dezinfekční roztoky byly účinné.

I přes své určité nevýhody (zápach, koroze, odbarvování) je chlornan sodný jako aktivní dezinfekční látka velmi používaná, a to jak pro svou cenovou dostupnost, tak z důvodu téměř 100% likvidního účinku mikroorganismů. Z výsledků praktické části lze konstatovat, že dezinfekční účinnost přípravků na bázi NaClO a KAS je srovnatelná.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Zdravější život. *Savo* [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.savo.eu/zdravejsi-zivot>
- [2] FRAISE, A. P. *Biocide abuse and antimicrobial resistance - a cause for concern?*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* [online]. 2002, roč. 2002, č. 49, 11 - 12 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://jac.oxfordjournals.org/content/49/1/11.full.pdf>
- [3] PAŘÍKOVÁ, Jelena a Irena KUČEROVÁ. *Jak likvidovat plísně*. Praha: Grada publishing spol. s.r.o, 2001. ISBN 80-247-9029-7.
- [4] MELICHERČÍKOVÁ, Věra. *Ochranná dezinfekce*. Praha: Sdružení DDD a Společenstvo drobného podnikání, 2003. ISBN 80-02-01559-2.
- [5] MELICHERČÍKOVÁ, Věra. *Sterilizace a dezinfekce v prevenci nozokomiálních nákaz*. Praha: Galén, 2007. ISBN 978-80-7262-468-3.
- [6] ŠKALOUD, Jiří. *Průručka veterinární dezinfekce*. Praha: Sdružení DDD a Společenstvo drobného podnikání, 2005. ISBN 80-02-01783-8.
- [7] SILVER CODE SYSTEM: *Technologie iontů Ag+*. [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.antibacteria.cz/silver-code-system-ionty-stibra-ag.html>
- [8] HORÁKOVÁ, Jana. *Základy dezinfekce, dezinfekce a deratizace v potravinářství*. Brno: Ústav veterinární ekologie a ochrany životního prostředí, 2007. ISBN 978-80-7305-014-6.
- [9] ŠINDELÁŘ, Roman, Marie HARTMANOVÁ a Roman CHLÍBEK. *Vojenská epidemiologie: Dezinfekce, sterilizace a dekontaminace*. Brno: Univerzita obrany, 2006. ISBN 80-85109-81-6.
- [10] FRIDRICHOVSKÁ, Jiřina. *Toxikologie a první pomoc*. Praha: Sdružení DDD, 2004. ISBN 80-02-01447-2.
- [11] BOROEVSKÝ, Alois a Jozef CSOLLEI. *Farmaceutická chemie: Léčiva s účinkem antiinfekčním a antiparazitárním*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2003. ISBN 80-7305-474-4.
- [12] MELICHERČÍKOVÁ, Věra. *Mechanismus působení biocidů na mikroorganismy*. In: Kosmetologická společnost České republiky: 100. Kosmetologický seminář Hrotovice

2012. Hrotovice: Kosmetologická společnost České republiky, 2012, 21 - 25. ISBN 978-80-90-4679-0-3.

[13] HAMPL, František, Stanislav RÁDL a Jaroslav PALEČEK. *Farmakochemie*. Praha: VŠCHT, 2007. ISBN 978-80-7080-639-5.

[14] Chemie a technologie tenzidů a detergentů: *Fyzikální, chemické a technické vlastnosti povrchově aktivních látek* [online]. 2007 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0006_chemie_a_tehnologie_tuku_a_detergentu/distančni_text_II/M0006_chemie_a_tehnologie_tuku_a_detergentu_distančni_text_ii.pdf

[15] VOTAVA, Miroslav. *Lékařská mikrobiologie obecná*. Brno: Neptun, 2005. ISBN 80-86850-00-5.

[16] ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. *Mikrobiologie: pro potravináře a biotechnology*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-1024-6.

[17] FRIDRICHOVSKÁ, Jiřina. *Zákon o biocidech: Užitečné paragrafy*. Dezinfekce, dezinfekce, deratizace. 2010, roč. 19, č. 4, 127 - 128. ISSN 1212-4257.

[18] Česká republika. Č. 120/2002: *o podmínkách uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh a o změně některých souvisejících zákonů*. In: Sbíрка zákonů. 2009, roč. 2009, 26. Dostupné z: http://www.reachspektrum.eu/wpcontent/uploads/2009/08/zakon_86_2009.pdf

[19] ČERNÁ, Hana. *Podmínky uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh*. Dezinfekce, dezinfekce, deratizace. 2010, roč. 19, č. 2, 58 - 61. ISSN 1212-4257.

[20] MELICHERČÍKOVÁ, Věra a Zdenka TRÁVNÍČKOVÁ. *Novinky pro uvádění biocidních (dezinfekčních) přípravků na trh v ČR*. Dezinfekce, dezinfekce, deratizace. 2009, roč. 18, č. 2, 44 - 47. ISSN 1212-4257.

[21] PÁNEK, Antonín, Miloň TOPINKA a Miloš NĚMEC. *Průvodce chemickými výrobky nejširší spotřeby*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1978. ISBN 04-620-78.

[22] MELICHERČÍKOVÁ, Věra. *Jak provádět velkoplošnou dezinfekci a úklid*. Dezinfekce, dezinfekce, deratizace. 2008, roč. 17, č. 1, 23 - 26. ISSN 1212-4257.

[23] *Cleaning and disinfection agents: module 3*. [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://hygiene-for-cleaners.eu/pages/enhome/go-to-training-modules/chemistry.php>

- [24] SCHINDLER, Jiří. Mikrobiologie: pro studenty zdravotnických oborů [online]. Praha: Grada, 2010 [cit. 2012-03-18]. ISBN 978-80-247-3170-4. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=jcjkBXL82oC&pg=PA13&dq=mikrobiologie+pro+studenty+zdravotnick%C3%BDch+obor%C5%AF&hl=cs&sa=X&ei=C1FmT5y4LoqF4gTst93kBw&redir_esc=y#v=onepage&q=mikrobiologie%20pro%20studenty%20zdravotnick%C3%BDch%20obor%C5%AF&f=false
- [25] KLABAN, Vladimír. *Ilustrovaný mikrobiologický slovník*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-341-9.
- [26] SCHILLEROVÁ, Zuzana. *Hygiena a dezinfekce: v potravinářských a stravovacích provozech*. Dezinfekce, dezinfekce, deratizace. 2011, roč. 20, č. 1, 24 - 27. ISSN 1212-4257.
- [27] PAŘÍKOVÁ, Jelena a Pavel RODL. *Plísňe jako biologičtí škůdci staveb*. Dezinfekce, dezinfekce, deratizace. 2002, roč. 11, č. 3, 104 - 105. ISSN 1212-4257.
- [28] BUŇKOVÁ, Leona a Magda DOLEŽALOVÁ. *Obecná mikrobiologie*. Zlín: Univerzita Tomáše Baťi ve Zlíně, 2010. ISBN 978-80-7318-973-0.
- [29] KAPRÁLEK, František. *Základy bakteriologie*. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 8071848115.
- [30] LELIEVELD, H. L. M, M. A. MOSTERT a J. T. HOLAN. *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*. Cambridge: CRC Press, 2005. ISBN 0-8493-3439-X.
- [31] MELICHERČÍKOVÁ, Věra. *Je třeba při výstavbě a projektování budov respektovat odolnost materiálů vůči čistícím a dezinfekčním přípravkům?. Dezinfekce, dezinfekce, deratizace*. 2009, roč. 18, č. 4, 136 - 137. ISSN 1212-4257.
- [32] PODSTATOVÁ, Renata a Rastislav MAĎAR. *Jak sestavit dezinfekční program*. Sestra [online]. 2007, roč. 2007, č. 2 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/clanek/sestra-priloha/jak-sestavit-dezinfekcni-program-291169>
- [33] Chlornan sodný. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Sodium-hypochlorite.png>

- [34] Household bleaches based on sodium hypochlorite: Review of acute toxicology and poison control center experience. *Fd Chem Toxic.*: Vol. 32. 1994, roč. 1994, č. 9, 845 - 861. DOI: 0278-6915(94)00062-X.
- [35] KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek II*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2001. ISBN 80-214-2013-8.
- [36] HRANOŠ, Přemysl. SPŠCH. *Anorganická technologie*. Ostrava: P. Klouda, 2000. ISBN 80-86369-01-3.
- [37] RONCO, C. a G. J. MISHKIN. *Disinfection by Sodium Hypochlorite: Dialysis applications* [online]. Switzerland: S. Karger, 2007 [cit. 2012-03-18]. ISBN 3-8055-8193-9. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=J3_7tDwulFQC&printsec=frontcover&dq=disinfection+by+sodium+hypochlorite&hl=cs&sa=X&ei=NEFmT6PELsel4gTyhsHMDg&ved=0CDoQ6AEwAA#v=onepage&q=disinfection%20by%20sodium%20hypochlorite&f=false
- [38] BLACK & VEATCH. *White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants* [online]. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010 [cit. 2012-03-18]. ISBN 978-0-470-18098-3, Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=mGVbIoW2INAC&pg=PA454&dq=sodium+hypochlorite&hl=cs&sa=X&ei=a7JbT5v7LfP04QSzoKGDw&ved=0CFYQ6AEwBg#v=onepage&q=sodium%20hypochlorite&f=false>
- [39] Envirolyte: Výrobní jednotky. [online]. 2008 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.envirolyte.cz/products/produkt-1/>
- [40] KATZUNG, Bertram G. *Základní a klinická farmakologie*. Jinočany: V H & H 2, 2006. ISBN 80-7319-056-7.
- [41] BROZE, Guy. *Handbook of Detergents: Part A: Properties*. USA: Marcel Dekker, 1999. ISBN 0-8247-1417-2.
- [42] WICHTERLOVÁ, Jana. *Chemie nebezpečných anorganických látek*. Frýdek - Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2001. ISBN 80-86111-92-X.
- [43] TEZEL, Ulas. Fate and effect of quaternary ammonium compounds in biological systems. Georgia, USA, 2009. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=jbmzG4dNAC4C>

&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
. Dissertation. Georgia Institute of Technology.

[44] OSTROUMOV, S. A. *Biological Effects of Surfactants*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. ISBN 0-8493-2526-9.

[45] HUTZINGER, Otto. *The Handbook of Environmental Chemistry: Detergents*. Germany: Springer - Verlag Berlin, 1992. ISBN 3-540-53797-X.

[46] CULLUM, D.C. *Introduction to surfactant analysis*. England: Chapman & Hall, 1994. ISBN 0-7514-0025-4.

[47] BLOCK, Seymour S. *Disinfection, Sterilization, and Preservation* [online]. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2001 [cit. 2012-03-18]. ISBN 0-683-30740-1.

Dostupné z:

http://books.google.cz/books?id=3fkPJ17_TYC&printsec=frontcover&dq=disinfection&hl=cs&sa=X&ei=PAxaT9UCv74QT4zsjGCw&ved=0CDsQ6AEwAA#v=onepage&q=disinfection&f=false

[48] ROSEN, Milton J. *Surfactants and Interfacial Phenomena*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0-471-47818-0.

[49] LÜLLMANN, Heinz, Klaus MOHR a Martin WEHLING. *Farmakologie a toxikologie: překlad 15., zcela přepracovaného vydání*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0836-1.

[50] BLAŽEJ, A., a kol. *Tenzidy*. Bratislava: Alfa, 1977. 481 s.

[51] MCDONNELL, Gerald E. *Antisepsis, Disinfection, and Sterilization: Types, Action, and Resistance* [online]. Washington, DC: ASM Press, 2007 [cit. 2012-03-18]. ISBN 1-55581-392-5. Dostupné z:

<http://books.google.cz/books?id=nuuA25TAQKcC&printsec=frontcover&dq=disinfection&hl=cs&sa=X&ei=PAxaT9UCv74QT4zsjGCw&ved=0CEUQ6AEwAg#v=onepage&q=disinfection&f=false>

[52] Dodecyl Dimethyl Benzyl ammonium Chloride: *Benzalkonium chloride*. [online]. 2009 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.thwater.net/04-1227.htm>

[53] Cetyltrimethylammonium chloride solution. [online]. 2011 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/ALDRICH/292737?lang=en®ion=CZ>

[54] Informace o průmyslové výrobě SAVA. Ing. David Kubánek, osobní sdělení

[55] Biocides - Europe - Plant Hygiene. [online]. 2011 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://www.ispmetal.com/technologies/biocides/emea/plant_hygiene.htm

[56] Příbalový leták ISP Dip Slides Combi, výrobce: ISP Cologne Holding GmbH, Memmingen, Germany

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KAS	Kvartérní amoniové sloučeniny
PAL	Povrchově aktivní látky
ČR	Česká republika
ÚL	Účinné látky
MO	Mikroorganizmy
G ⁻	Gramnegativní bakterie
G ⁺	Grampozitivní bakterie
PVC	Polyvinylchlorid
DCCNa	Dichlorisokyanurát sodný
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
CTAB	Cetyltrimethylamonium bromid
CTAC	Cetyltrimethylamonium chlorid
BAC	Benzalkonium chlorid
EDTA	Ethylendiamintetraoctová kyselina
cfu	Colony forming units (kolonie tvořící jednotky)
UV	Ultrafialové záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Působení dezinfekcí na mikroorganismy.</i>	13
<i>Obrázek 2: Logaritmická křivka</i>	23
<i>Obrázek 3: Schéma cytoplazmatické membrány a buněčné stěny G^+ a G^- bakterií</i>	26
<i>Obrázek 4: Chemická struktura chlornanu sodného</i>	37
<i>Obrázek 5: Závislost množství aktivního chloru na pH</i>	38
<i>Obrázek 6: Benzalkonium chlorid</i>	46
<i>Obrázek 7: Cetyltrimethylamonium chlorid</i>	46
<i>Obrázek 8: Výrobní chloridéry</i>	50
<i>Obrázek 9: Zásobní nádrž $NaClO$, ředící nádrže</i>	51
<i>Obrázek 10: Sedimentační nádrže</i>	51
<i>Obrázek 11: Mikrobiologické testery ISP</i>	53
<i>Obrázek 12: Kontrolní vzorek stěru sanitárního zařízení (toalety)</i>	57
<i>Obrázek 13: Kontrolní vzorek stěru z rukou</i>	58

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Spektrum dezinfekční účinnosti vybraných chemických látek</i>	17
<i>Tabulka 2: Hlavní komponenty buněčné stěny bakterií</i>	25
<i>Tabulka 3: Nejčastější reakce podílející se na dezinfekčním účinku příslušné aktivní látky</i>	29
<i>Tabulka 4: Charakteristika hlavních skupin vybraných dezinfekčních látek</i>	36
<i>Tabulka 5: Složení roztoků na bázi NaClO</i>	55
<i>Tabulka 6: Složení roztoků na bázi KAS.....</i>	55
<i>Tabulka 7: Kontaminace mikroorganismy před a po dezinfekci roztokem NaClO na toaletní míse</i>	56
<i>Tabulka 8: Kontaminace mikroorganismy před a po dezinfekci roztokem KAS na rukou.....</i>	57
<i>Tabulka 9: Složení roztoků na bázi NaClO</i>	58
<i>Tabulka 10: Složení roztoků na bázi KAS.....</i>	59
<i>Tabulka 11: Výsledné hodnoty dezinfekční čistoty roztoku NaClO</i>	59
<i>Tabulka 12: Výsledné hodnoty dezinfekční čistoty roztoku KAS</i>	59