5.3.3.4 Chlor und Chlorverbindungen

Biozide Wirkmechanismen

Werden Chlor oder desinfizierende Chlorverbindungen, wie Chlordioxid, Natriumhypochlorid, Chloramin B, Chloramin T oder Chlorkalk in Wasser gelöst, bildet sich hypochlorige Säure HOCl. Diese schwache Säure hat stark elektrophile Eigenschaften, die folgende Reaktionen herbeiführen kann [1 zitiert in 2]:

- Oxidative Hydrolyse
- Chlorierung von Carbonylverbindungen
- Oxidation von Alkoholgruppen
- Oxidation und Chlorierung aromatischer Kohlenwasserstoffe
- Elektrophile Addition an C-C-Doppelbindungen
- Chlorierung von Aminogruppen

HOCl hat eine wasserähnliche Struktur und kann somit leicht in die Zelle eindringen [1, 3 zitiert in 2]. In der Zelle hemmt es die Glukoseoxidation durch Hemmung der Triosephosphatdehydrogenase [4, 5 zitiert in 2]. Des Weiteren führt es zur Oxidation von oxidationsempfindlichen Sulfhydrylgruppen [0, 7, 8 zitiert in 2] oder zur Chlorierungen von Zellproteinen [9 zitiert in 2], dadurch verlieren Zellproteine ihre Strukturintegrität, folglich ihre Funktion. Angriffspunkte sind Enzyme des Nährstofftransportes und Stoffwechselfunktionen in der Bakterienmembran [2], später kommt es auch zur Hemmung der Atmungsenzyme. Die Chloraufnahme kann insgesamt zur Zelllyse führen [10, 11 zitiert in 2]. Eine Veränderung der DNA findet nach Skidal'skaia nicht statt [11 zitiert in 2].

Wirkungsspektrum

Bakterien, Pilze, Viren [12].

Bei hohem pH-Wert können chlorhaltige Desinfektionsmittel eine geringere bakterizide Wirkung haben, da hier vermehrt das OCl^--Ion vorliegt [13, 14], welches wegen der negativen Ladung nur schwer durch die Zellwand diffundieren kann [1 zitiert in 2]. Die beste Wirksamkeit liegt im pH-Bereich von 6 [12].

Anwendung

Chlor bzw. chlorhaltige Desinfektionsmittel weisen einen großen Eiweißfehler aufgrund der starken Chlorzehrung durch organisches Material auf [12, 15], so dass Chlor im Stall nahezu ausschließlich zur Desinfektion des Tränksystems eingesetzt wird.

Gebrauchslösungen müssen frisch angesetzt werden.

Arbeits- und Anlagenschutz bei der Anwendung

Es kommt zu einer starken Reizung von Haut und Schleimhäuten [12], durch die ätzende Wirkung sind die Augen stark gefährdet.

Es besteht eine korrosive Wirkung [12] für alle Arten von Edelstählen.

Bei der Erhitzung von Natriumhypochlorit-Lösungen entstehen giftige Chlorgas-Dämpfe.

Chemische Inaktivierungsmaßnahmen dürfen nur durch entsprechend eingewiesenes Personal und nur nach Anlegen der persönlichen Schutzkleidung durchgeführt werden (Gesichtsschutz, geeignete Handschuhe, Schutzkittel, ggf. chemikalienbeständige Schürze). Bei Verwendung von Natriumhypochlorit-Lösungen ist auf ausreichenden Luftwechsel zu achten. Das Personal muss in der sicheren und sachgerechten Anwendung unterwiesen sein.

Näheres siehe GESTIS-Stoffdatenbank unter Chlor, Chlordioxid, Natriumhypochlorid, Chloramin T, Calciumhypochlorit (Chlorkalk).

Entwürfe für Betriebsanweisungen zum Umgang mit der Chemikalie können mit Hilfe der GisChem-Datenbank erstellt werden.

Literatur

1. Benarde M.A., Snow W.B., Olivieri V.P., Davidson B.: Kinetics and mechanism of bacterial disinfection by chlorine dioxide. *Applied microbiology* 1967, 15(2):257-265.

2. Baldegger W.: Untersuchungen zum Wirkmechanismus von Chlor bei der Keimabtötung. *Dissertation* Technische Hochschule Zürich Zürich 1977

3. Bloomfield S.F., Miles G.A.: The Antibacterial Properties of Sodium Dichloroisocyanurate and Sodium Hypochlorite Formulations. *J Appl Bacteriol* 1979, 46:65-73.

4. Green D.E., Stumpf P.K.: The Mode of Action of Chlorine. *Journal (American Water Works Association)* 1946(11):1301.

5. Trakhtman N.N.: Mechanism of bactericidal action of chlorine in water disinfection. *Gig Sanit* 1958, 23(12):68-69.

6. Knox W.E., Stumpf P.K., Green D.E., Auerbach V.H.: The Inhibition of Sulfhydryl Enzymes as the Basis of the Bactericidal Action of Chlorine. *Journal of Bacteriology* 1948, 55(4):451-458.

7. Venkobachar C., Iyengar L., Prabhakara Rao A.V.S.: Mechanism of disinfection. *Water Research* 1975, 9(1):119-124.

8. Kirchhoff H.: Wirkungsmechanismen chemischer Desinfektionsmittel. *Gesundheitwesen und Desinfektion* 1974, 66(10).

9. Lipinska R.: Chlorine Penetration into the Bacterial Cell in the Course of Water Chlorination. *Gig Sanit* 1963, 28(5).

10. Bringmann G.: Elektronenmikroskopische Befunde zur Wirkung von Chlor, Brom, Jod, Kupfer, Silber und Wasserstoffsuperoxyd auf E. coli. *Zeitschr f Hygiene Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten* 1953, 138(2):155-166.

11. Skidal'skaia A.M.: Novye dannye o mekhanizme obezzarazhivaniia pit'evoi vody khlorom i gamma-izlucheniem. *Gig Sanit* 1969, 34(11):11-17.

12. Bundesministerium für Gesundheit und Konsumentenschutz: Mittel und Verfahren für die Durchführung der Desinfektion bei anzeigepflichtigen Tierseuchen. Österreich 1996

13. Benarde M.A., et al.: Efficiency of chlorine dioxide as a bactericide. *Appl Microbiol* 1965, 13:776-780.

14. Weber G.R.: Effect of Concentration and Reaction (pH) on the Germicidal Activity of Chloramine-T. *Public Health Reports* 1950, 65:503-512.

15. Blum J.: Untersuchungen über Vorkommen, Tenazität, Wachstum und Desinfektion von Salmonellen in Abwasser von Landwirtschaftsbetrieben. Universität Bern 1968

Autorenkollektiv

Dr. Inga Michels, Prof. Dr. Christian Menge
Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für molekulare Pathogenese, Jena