

5.3.3.7 Ameisensäure, Zitronensäure und andere organische Säuren

Zitronensäure

wurde nicht in die Liste der zu genehmigenden Stoffe nach BiozidV aufgenommen. Es bedarf bei Anwendung von Zitronensäure somit einer Ausnahmegenehmigung nach Artikel 55 der BiozidV (siehe Kapitel 5.3.4 BiozidV).

Ameisensäure

wurde in die Liste der zu genehmigenden Stoffe aufgenommen und nach Genehmigung können alle nach BiozidV zugelassenen Handelsprodukte verwendet werden.

Biozide Wirkmechanismen

Bei organischen Säuren existieren die dissoziierte (Säureanion und Proton) und undissoziierte Form in wässriger Lösung in einem pH-abhängigen Gleichgewicht.

Die desinfizierende Aktivität hat ihr Maximum bei niedrigen pH-Werten, da hier die undissoziierte Form vorliegt, die ungehindert die Plasmamembran passieren kann. Nach Eintritt in die Zelle sorgt der höhere intrazelluläre pH-Wert für die Dissoziation der Säure. Dies führt bei Ausgleich des pH-Gradienten zu einer Ansammlung von Anion und Proton innerhalb der Zelle ^{1 zitiert in 2}.

Schwache organische Säuren bedingen die

- Membranzerstörung ^{3, 4, 5 zitiert in 2},
- Inhibition essentieller metabolischer Reaktionen ^{0 zitiert in 2},
- Störung des intrazellulären pH-Gleichgewichts ^{5, 7, 8 zitiert in 2},
- Ansammlung von toxischen Anionen ^{9 zitiert in 2},
- Hinderung des protonenabhängigen Transmembrantransportes ¹⁰.

Zitronensäure scheint durch ihre chelatbildenden Eigenschaften bei alkalischem pH die Permeabilität der äußeren Membran Gram-negativer Bakterien zu erhöhen. Auch Apfelsäure (C₄H₆O₅) und Gluconsäure (C₆H₁₂O₇) wirken permeabilisierend bei alkalischem pH ^{11 in 10}.

Wirkungsspektrum

Bakterien (außer Mykobakterien), Viren.

Organische Säuren sind in niedriger Konzentration Kohlenstoff- und somit Energiequelle für einige Mikroorganismen ¹².

Um eine gute desinfizierende Wirkung zu erzielen, muss der pH-Wert der Lösung unterhalb des pKa-Wertes der eingesetzten organischen Säure sein ¹².

Alle organischen Säuren haben einen mittelgroßen Eiweißfehler ¹³ und einen Temperaturfehler, der teilweise durch Erhöhung der Anwendungskonzentration ausgeglichen werden kann ¹⁴. Ameisensäure alleine sollte nicht unter 10 °C angewendet werden ¹⁵.

Anwendung

Zur Flächendesinfektion wird im Allgemeinen Ameisensäure 4 %ig und Zitronensäure 3 %ig mit einer Mindesteinwirkungszeit von 2 h eingesetzt, sofern für spezielle Seuchen keine abweichenden Empfehlungen gegeben werden.

Bei Temperaturen unter +10 °C sind organische Säuren allein nicht anwendbar. Bei Temperaturen zwischen +10 und 20 °C ist die Temperaturabhängigkeit zu beachten (s. Kapitel 5.3.3). In Kombination mit anderen organischen Säuren (z. B. Benzoesäure, Salizylsäure etc.) ist auch eine Wirksamkeit bei niedrigen Temperaturen möglich.

Zitronensäure ist ein bewährtes Desinfektionsmittel gegenüber dem MKS-Virus.

Ameisensäure ist eine farblose, wasserlösliche und ätzende Flüssigkeit bei Raumtemperatur. Sie wirkt desinfizierend gegenüber *S. aureus* und *E. coli* und vermindert, als Futterzusatz, die Salmonellen im Geflügeldarm ^{16 zitiert in 10}.

Eine wässrige 3 %ige Lösung von Ameisensäure in Wasser wirkt sehr gut fungizid und eine 5 %ige sporozid.

Arbeits- und Anlagenschutz bei der Anwendung

Chemische Inaktivierungsmaßnahmen dürfen nur durch entsprechend eingewiesenes Personal und nur nach Anlegen der persönlichen Schutzausrüstung durchgeführt werden (Gesichtsschutz, geeignete Handschuhe, Schutzkittel, ggf. chemikalienbeständige Schürze).

Näheres siehe [GESTIS-Stoffdatenbank](#) unter der jeweiligen organischen Säure.

Ameisensäure

Zersetzung in der Hitze.

Auch bei Raumtemperatur langsame aber merkliche Zersetzung mit Kohlenmonoxid-
abspaltung. Geschlossene Gefäße können zerplatzen.

Der Hauptaufnahmeweg für Ameisensäure verläuft im beruflichen Umgang über den
Atemtrakt.

Reizende und ätzende Wirkung auf Augen, Atemwege und Haut.

Zitronensäure

Unter Arbeitsplatzbedingungen ist die inhalative Exposition der wesentliche
Einwirkungspfad. Unabhängig davon wird Zitronensäure überwiegend auf oralem Weg
mit den Nahrungsmitteln aufgenommen.

Reizwirkung auf Augen und obere Atemwege.

Entwürfe für Betriebsanweisungen zum Umgang mit der Chemikalie können mit Hilfe
der [GisChem-Datenbank](#) erstellt werden.

Literatur

1. Booth I.R., Kroll R.G.: The preservation of foods by low pH. In: Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures. edn. Edited by Gould G. W. London: Elsevier; 1989.
2. Brul S., Coote P.: Preservative agents in foods. Mode of action and microbial resistance mechanisms. Int J Food Microbiol 1999, 50(1-2):1-17.
3. Freese E., Sheu C.W., Galliers E.: Function of Lipophilic Acids as Antimicrobial Food Additives. Nature 1973, 241(5388):321.
4. Stratford M., Anslow P.A.: Evidence that sorbic acid does not inhibit yeast as a classic 'weak acid preservative'. Letters in Applied Microbiology 1998, 27(4):203-206.
5. Bracey D., Holyoak C.D., Coote P.J.: Comparison of the inhibitory effect of sorbic acid and amphotericin B on *Saccharomyces cerevisiae*: Is growth inhibition dependent on reduced intracellular pH? ; 1998: 1056.

6. Studies on the mechanism of the antifungal action of benzoate. United States, North America; 1983.
7. Cole M.B., Keenan M.H.J.: Effects of weak acids and external pH on the intracellular pH of *Zygosaccharomyces bailii*, and its implications in weak-acid resistance. *Yeast* 1987, 3(1):23.
8. Salmond C.V., Kroll R.G., Booth I.R.: The effect of food preservatives on pH homeostasis in *Escherichia coli*. *Journal of General Microbiology* 1984, 130(11):2845-2850.
9. Eklund T.: The effect of sorbic acid and esters of p-hydroxybenzoic acid on the protonmotive force in *Escherichia coli* membrane vesicles. *Journal of General Microbiology* 1985, 131(1):73-76.
10. Sattar S., Maillard J.Y., Fraise A.P.: Russell, Hugo and Ayliffe's Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization. vol. 5th ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2013.
11. Ayres H., Furr J.R., Russell A.D.: A rapid method of evaluating permeabilizing activity against *Pseudomonas aeruginosa*. 1993: 149.
12. Russel A.D., Chopra I.: Understanding antibacterial action and resistance, 2 edn. London United Kingdom: Ellis Horwood 1996.
13. Böhm R.: Organische Säuren als Desinfektionsmittel. *Fleischwirtschaft* 1986, 66(6):976-979.
14. Bachmann T.: Überprüfung der Wirksamkeit ständiger Desinfektionseinrichtungen für Fahrzeuge und Erprobung alternativer Methoden zur Reinigung und Desinfektion von Fahrzeugreifen. Gießen 1992
15. Lächele R.: Untersuchungen über die bakterizide Wirkung einiger Stalldesinfektionsmittel im Suspensionsversuch und praxisnahen Sprühdessinfektionsmodell unter Berücksichtigung der Faktoren Temperatur und Wasserhärte. München 1990
16. Iba A.M., Berchieri, A. Jr.: Studies on the use of a formic acid-propionic acid mixture (Bio-add™) to control experimental *Salmonella* infection in broiler chickens. *Avian pathology* 1995, 24(2):303-311.
17. Hölzle L.E., Philipp W.: Schlussbericht zum Vorhaben: Desinfektion von Milch und Gülle aus MKS-Restriktionsgebieten. Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren, 2016

Autorenkollektiv

Prof. Dr. Ludwig E. Hölzle, Dr. Werner Philipp

Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren, Hohenheim

Dr. Inga Michels, Prof. Dr. Christian Menge

Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für molekulare Pathogenese, Jena