

Einsatz von 254 nm UV-C-Strahlung zur Keimzahlreduktion in tierischen Lebensmitteln

¹Institut für Lebensmittelhygiene, Freie Universität Berlin; ²Frankenförder Forschungsgesellschaft mbH, Luckenwalde; ³Oxytec AG, Zürich

Romy Siegel¹, Thomas Alter¹, Sven Kurze², Christian Haverkamp³, Stephan Huehn¹

Hintergrund

Salmonella enterica Subspezies *enterica* (S.) und *Listeria* (L.) *monocytogenes* gehören zu den am häufigsten durch Lebensmittel übertragenen Bakterien. Um das Risiko einer Infektion für den Verbraucher zu reduzieren, werden unterschiedliche Methoden, wie beispielsweise Erhitzen, angewandt. Probleme stellt jedoch Aufschnittware, die durch kontaminierte Slicer belastet wird und Rohwurstware dar.

Ziel dieser Studie war die Untersuchung der Wirkung von 254 nm UV-C-Strahlung auf *S. Typhimurium* und *L. monocytogenes* als gram-negative bzw. gram-positive Modellorganismen auf unterschiedlichen Matrizen.

Material und Methoden

Bakterienstämme

Für alle durchgeführten Versuche wurden je zwei *S. Typhimurium* DT104 Stämme (*S. Typhimurium* 69 / *S. Typhimurium* 70) (BfR, Berlin) und je zwei *L. monocytogenes* Stämme (*L. monocytogenes* 06 / *L. monocytogenes* 07) (Institut für Milchhygiene, Wien) als Modellkeime gewählt.

Alle Stämme wurden in 100 ml gepuffertem Peptonwasser (Merck) über Nacht bei 37 °C und ca. 200 rpm im Schüttelinkubator angereichert und anschließend über drei Stufen dekadisch verdünnt.

UV-Gerät

Verwendet wurden jeweils eine bzw. sechs Röhren NIQ 125/84 XL (Heraeus) mit einer UV-C-Leistung von ~40 Watt bei 254 nm, die in einem Metallgehäuse verbaut wurden (SKS). Der Abstand der Probe zur UV-Lampe betrug ca. 5,5 cm (Abb. 1).

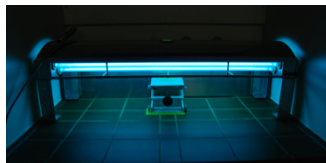


Abb. 1: UV-Gerät während der Bestrahlung

Ergebnisse

Matrix (Agar)

Bereits nach einer Sekunde Behandlungszeit konnte kein Bakterienwachstum mehr nachgewiesen werden (Abb. 2).

Matrix (Flüssigmedium)

Nach 10 Minuten war bei der Bestrahlung mit einer Lampe eine maximale Reduktion von *S. Typhimurium* um ca. 1,6 log möglich (Abb. 3-A). Mit sechs Lampen konnte *S. Typhimurium* nach 10 Minuten um ca. 3,2 log reduziert werden (Abb. 3-B).

Nach 5-minütiger Bestrahlung kam es bei Oberflächenveränderungen von metallisch zu weißlich-brandig (DIN 10964).

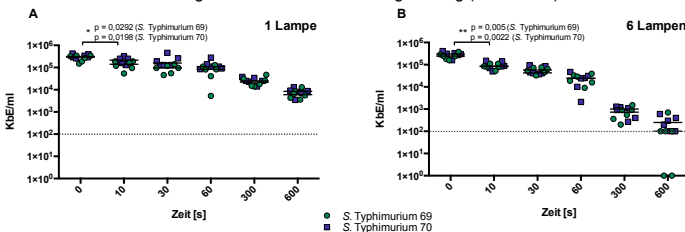


Abb. 3: *S. Typhimurium* in Matrix (Flüssigmedium); Einzelwerte mit Median nach Expositionszeit von 0 bis 600 s (n = 6)

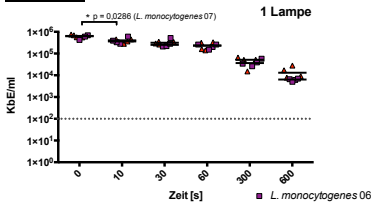


Abb. 4: *L. monocytogenes* in Matrix (Flüssigmedium); Einzelwerte mit Median nach Expositionszeit von 0 bis 600 s (n = 4)

Diskussion

Die Ergebnisse unserer Studie verdeutlichen das Potential von UV-C-Strahlung zur oberflächlichen Keimzahlreduktion im Lebensmittelsektor.

Bereits nach 5 Sekunden sind Reduktionen um ca. 1 log auf Wurst zu erreichen. Auf Agar, ist die Reduktion gemessen an der Zeit am größten. Hier konnten bereits nach einer Sekunde sowohl gram-positive Listerien, als auch gram-negative Salmonellen nicht mehr nachgewiesen werden.

Bei der Bestrahlung der Flüssigkulturen war keine vollständige Reduktion möglich, jedoch konnte auch hier *S. Typhimurium* nach 10 Minuten um ca. 3,2 log reduziert werden.

Behandlung der unterschiedlichen Matrizen

Matrix (Agar)

Von den Salmonellenstämmen wurden über sieben Stufen dekadische Verdünnungsreihen angefertigt, 100 µl auf Müller-Hinton-Agar (MH) (Oxoid) ausgespätet und anschließend für 1-5 bzw. 30 und 60 Sekunden bestrahlt.

Die Listerienstämmen wurden analog behandelt, jedoch wurde Trypton-Soja-Agar mit Hefeextrakt (TSYEA) (Oxoid) verwendet.

Matrix (Flüssigmedium)

Bei allen Stämmen wurden ca. 10 ml des inkubierten Flüssigmediums in Petrischalen gegeben, wodurch ein ca. 1,5 mm dünner Flüssigkeitsfilm entstand und für 10, 30, 60, 300 und 600 Sekunden bestrahlt. Danach wurden über sieben Stufen dekadische Verdünnungsreihen angelegt, von denen 100 µl anschließend auf MH- bzw. TSYEA-Platten ausgestrichen wurden.

Matrix (Wurst)

Handelsübliche Brühwurst in Scheiben (Schinkenwurst ohne Einlage) wurde mit 100 µl der Flüssigkultur artifiziert inokuliert. Die Wurst wurde anschließend für 1, 5, 10, 30, 60, 300 und 600 Sekunden bestrahlt, 1:10 mit Peptonwasser verdünnt, dekadisch über sechs Stufen verdünnt und 100 µl wurden auf MH- bzw. TSYEA-Platten ausgespätet.

Quantifizierung

Die beimpften MH- bzw. TSYEA-Platten wurden jeweils 24 h bei 37 °C inkubiert. Anschließend wurden mittels Farmiloe'scher Formel die Koloniebildenden Einheiten (KbE) pro g bzw. ml berechnet. Die Nachweisgrenze lag jeweils unter 10² KbE pro g bzw. ml und wird in allen Grafiken als durchbrochene Linie dargestellt.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Test (p < 0,05). In allen Grafiken sind ausgewählte Signifikanzen dargestellt.

Matrix (Wurst)

Bereits nach einer Sekunde wurde eine signifikante Reduktion sowohl bei der Bestrahlung mit einer Lampe als auch bei der Bestrahlung mit sechs Lampen um ca. 0,8 log bzw. nach 5 Sekunden um ca. 1 log beobachtet. Nach 10 Minuten betrug die Reduktion ca. 5,5 log (Abb. 5-A+B).

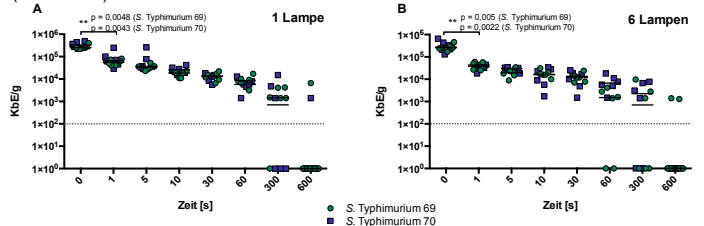


Abb. 5: *S. Typhimurium* auf Matrix (Wurst); Einzelwerte mit Median nach Expositionszeit von 0 bis 600 s (n = 6)

Bei der Bestrahlung der Listerien mit einer Lampe wurde nach 1 Sekunde eine signifikante Reduktion um ca. 0,6 log erreicht. Nach 5 Sekunden lag die Reduktion bei ca. 1 log und nach 10 Sekunden waren es ca. 1,5 log. Nach 5 Minuten war die maximale Reduktion um ca. 2,2 log mit einer Lampe erreicht (Abb 6-A).

Mit 6 Lampen wurden die Listerien nach 1 Sekunde um ca. 0,7 log bzw. nach 5 Sekunden um ca. 1,3 log reduziert. Nach 60 Sekunden war eine Reduktion um ca. 5 log möglich (Abb. 6-B).

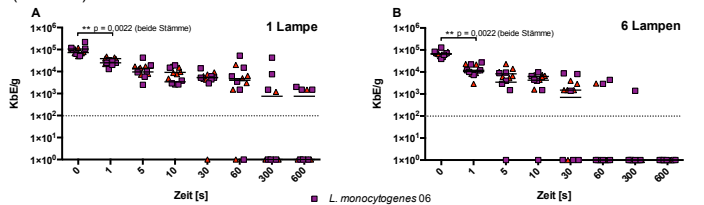


Abb. 6: *L. monocytogenes* auf Matrix (Wurst); Einzelwerte mit Median nach Expositionszeit von 0 bis 600 s (n = 6)

Ab einer Bestrahlung von 5 Minuten kam es bei der Wurst zu einem deutlichen Fettaustritt. Sie vergraut, vergleichbar mit Wurst, die längere Zeit in der Sonne gelegen hat und roch leicht nach ranzigem Fett. Abb. 7 zeigt den Vergleich zwischen unbestrahlter (links) und bestrahlter Wurst (rechts).



Abb. 7: Wurst vor und nach 5-minütiger Bestrahlung

Nach einer Behandlung von 5 Minuten kam es bei den Flüssigkulturen und der Wurst zu sensorischen Veränderungen. UV-C-Strahlung begünstigt bei längerer Behandlung möglicherweise die Bildung von Hydroperoxiden. Ungesättigte Fettsäuren neigen so schneller dazu, ranzig zu werden, die Wurst vergraut. Ebenso könnten Kohlenhydrate zu kleineren Zuckern gespalten werden.

Zusammenfassend sind aber besonders die kurzen Bestrahlungszeiten, verbunden mit den Dekontaminationserfolgen bis über 5-log industriell umsetzbar und attraktiv.

Danksagung

Teile dieser Arbeit wurden durch SKS Sondermaschinen und Fördertechnikvertriebs-GmbH und Wurst- und Fleischwaren Bautzen GmbH unterstützt.

