



# **Bacillus cytotoxicus: Vorkommen, Persistenz und Relevanz in kartoffelstärkehaltigen und insektenbasierten Lebensmitteln**

## Signal Report

ADURA F-2022-357

- *Bacillus cytotoxicus* gehört zur sporenbildenden *Bacillus cereus*-Gruppe.
- Der Erreger kommt fast ausschliesslich in Lebensmitteln mit Kartoffelflocken, Kartoffelstärke oder Insektenprodukten vor.
- In Lebensmittelproduktionsanlagen kann *B. cytotoxicus* über mehrere Jahre persistieren.
- Die Zytotoxizität ist meist gering, jedoch treten vereinzelt hochtoxische Stämme auf.
- Das Screening in Lebensmitteln sollte bei 50 °C erfolgen.
- Hersteller kartoffelstärkehaltiger Produkte sollten *B. cytotoxicus* in ihre HACCP-Pläne integrieren.

## Einleitung

*Bacillus cytotoxicus* gehört zur Gruppe der sporenbildenden *Bacillus cereus*. Diese Gruppe umfasst eng verwandte Organismen mit unterschiedlicher Pathogenität, darunter der lebensmittelbedingte Krankheitserreger *Bacillus cereus sensu stricto*. Einige Mitglieder der *B. cereus*-Gruppe können zwei verschiedene Formen von lebensmittelbedingten Erkrankungen verursachen: Erstens das Durchfall-Syndrom, das mit drei Enterotoxinen (*Non-hemolytic enterotoxin* (Nhe), *Hemolysin BL* (Hbl), und *Cytotoxin K* (CytK) in Verbindung gebracht wird, und zweitens das Brechreiz-Syndrom, das durch das in Lebensmitteln gebildete Cereulid-Toxin verursacht wird [1].

*B. cytotoxicus* wurde erstmals im Zusammenhang mit einem schweren Ausbruch einer Durchfallerkrankung 1998 in Frankreich, die zu Todesfällen führte, isoliert und 2013 als Spezies beschrieben [2]. Der Organismus beherbergt eine spezifische Variante des Gens, das das Enterotoxin Cytotoxin K kodiert, das als *cytK1* bezeichnet wird. *B. cytotoxicus* ist thermotolerant und könnte bei einem routinemässigen diagnostischen Screening auf Organismen der *B. cereus*-Gruppe bei 30 °C übersehen werden. Ein gezieltes Screening bei Temperaturen von mindestens 37 °C hat gezeigt, dass getrocknete Lebensmittelmatrizen die Kartoffelstärke enthalten (Abb. 1), sehr häufig *B. cytotoxicus* beherbergen [1].

## Problemstellung

Eine kürzlich durchgeführte Studie ergab eine *B. cytotoxicus* Prävalenz von 95 % in Kartoffelpüree-Pulver, das in der Schweiz im Einzelhandel verkauft wird [3].



**Abb. 1** Kartoffelstock – potenziell kontaminiert mit *B. cytotoxicus* (Foto von Anna Stampfli auf Unsplash)

Jüngste Berichte aus dem Vereinigten Königreich deuten darauf hin, dass *B. cytotoxicus* auch in Verbindung mit Lebensmitteln auf Insektenbasis auftritt [4]. In Zytotoxizitätstests reichten die wenigen *B. cytotoxicus*-Stämme, die bisher charakterisiert wurden, von nicht toxisch bis extrem toxisch. Im Vereinigten Königreich meldeten Lebensmittelunternehmer der britischen Food Standards Agency innerhalb von drei Jahren zehnmal potenzielle Kontaminationsvorfälle mit Erregern der *B. cereus*-Gruppe, wobei zwei dieser zehn Vorfälle mit *B. cytotoxicus* in Verbindung standen [4].

Die Frage besteht, welche Rolle *B. cytotoxicus* in Lebensmitteln in der Schweiz spielt.

## Bewertung der Früherkennung

Das Thema wurde von der Früherkennung als relevant beurteilt und eine explorative Studie sollte die offenen Fragen beantworten.

## Aktivitäten

Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) beauftragte das Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene (ILS) der Universität Zürich mit der Durchführung explorativer Prävalenzstudien zu Risikoprodukten [5,6], darunter stärkehaltige [5] und insektenhaltige Lebensmittel [6]. Zudem sollte eine Literaturstudie [7] zu insektenbasierten Lebensmitteln erstellt werden.

## Ergebnisse

Eine erste Studie [5] umfasste verschiedenste stärkehaltige Lebensmittel, hauptsächlich Lebensmittel mit geringer Wasseraktivität, die bei 42°C und 50°C auf *B. cytotoxicus* untersucht wurden. Insgesamt wurden 112 Lebensmittelproben (Instant-Kartoffelpüree (n = 17), Kartoffelflocken (n = 3), Instant-Sauce (n = 20), Backmischungen (n = 6), Instant-Suppe (n = 19), Gnocchi (n = 5), insektenbasierte Produkte (n = 4), pflanzliche Alternativen zu Fleisch und Eiern (n = 3) und andere (n = 35) analysiert. Verdächtige Isolate wurden mittels *cytK-1*-PCR identifiziert, gefolgt von Vero-Zell-Zytotoxizitätstests und Sequenzierung. Das Screening bei 42°C reichte für den Nachweis in gemischten *Bacillus*-Populationen nicht aus, während beim Screening bei 50°C *B. cytotoxicus* in 23 % der Proben (n = 26) identifiziert wurde, wobei die höchste Prävalenz in Kartoffelpüree (82 %) und Kartoffelflocken (67 %) festgestellt wurde. Bei Produkten, die keine Kartoffeln enthielten, wurden keine Isolate gefunden. Alle Isolate zeigten eine geringe oder keine Zytotoxizität, obwohl durch Gesamtgenom-Sequenzierung (WGS) ein hochtoxischer Stamm mit dem französischen Ausbruchsstamm von 1998 (NVH 391-98) in Verbindung gebracht wurde. Darüber hinaus unterschieden sich zwei Isolate aus derselben Einrichtung, die im Abstand von fünf Jahren entnommen wurden, nur durch sieben SNP<sup>1</sup>s, was auf eine langfristige Persistenz in Produktionsumgebungen hindeutet [5].

Im Rahmen des Pilotprojekts zur Untersuchung von *Bacillus cytotoxicus* in insektenbasierten Lebensmitteln [6] wurden verschiedene essbare Insektenspe-

zies sowie daraus hergestellte Produkte auf lebensmittelrelevante Pathogene, insbesondere auf das Vorkommen von *B. cytotoxicus* untersucht. Die Ergebnisse zeigen eine insgesamt zufriedenstellende mikrobiologische Qualität der Proben. *B. cytotoxicus* wurde nur in wenigen Produktkategorien nachgewiesen, und die isolierten Stämme wiesen insgesamt eine geringe Zytotoxizität auf. *Bacillus cytotoxicus* kommt insbesondere in getrockneten Insektenprodukten und besonders häufig in Grillenprodukten vor. Die meisten anderen Insektenspezies scheinen als mögliche Quelle dieses Organismus kaum eine Rolle zu spielen [6].

## Schlussfolgerungen

Die explorativen Studien zeigen, dass *B. cytotoxicus* in kartoffelhaltigen Lebensmitteln weit verbreitet ist, jedoch bei mesophilen Temperaturen (30–42°C) oft nicht nachgewiesen wird. Aufgrund der Resistenz und Persistenz von *B. cereus*-Gruppen sowie der Sporenbesiedlung in Verarbeitungsanlagen ist eine häufige Kontamination wahrscheinlich. Die Daten deuten zudem auf eine mögliche Persistenz in Produktionsstätten hin.

Das Virulenzpotenzial von *B. cytotoxicus* variiert stark. Die meisten Stämme zeigen bei 30°C keine Zytotoxizität auf Vero-Zellen, während höhere Temperaturen und enterische Zelllinien zu höheren Toxizitätswerten führen könnten. Einige Stämme sind jedoch hochgradig zytotoxisch und mit Todesfällen assoziiert. Ob dies allein auf die *CytK-1*-Expression oder eine Kombination mehrerer Enterotoxine zurückzuführen ist, bleibt unklar.

Genomanalysen zeigen zwei Cluster: eines mit überwiegend kartoffelassozierten Isolaten und ein weiteres mit einer Mischung aus Insekten- und kartoffelassozierten Isolaten.

Hersteller kartoffelstärkehaltiger Lebensmittel sollten diese Erregergruppe in ihren HACCP-Plänen berücksichtigen. Bei lebensmittelbedingten Ausbrüchen mit solchen Zutaten ist *B. cytotoxicus* als potenzielle Ursache in Betracht zu ziehen.

<sup>1</sup> Single Nucleotide Polymorphism: Ein Einzelnukleotid-Polymorphismus oder SNP (ausgesprochen „snip“) ist eine Variation an einer einzelnen Position in einer DNA-Sequenz zwischen Individuen.

## Literatur

- [1] Johler, S. (2022): Review of current literature pertaining to the role of *Bacillus cytotoxicus* as a foodborne hazard. Im Auftrag des [Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen](#) (BLV).
- [2] Guinebretière, M.H., Auger, S., Galleron, N., Contzen, M., de Sarrau, B., de Buyser, M.L., et al. 2013. *Bacillus cytotoxicus* sp. nov. is a novel thermotolerant species of the *Bacillus cereus* group occasionally associated with food poisoning. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 63, 31–40.  
<https://doi.org/10.1099/ijs.0.030627-0>
- [3] Burtscher, J., Etter, D., Biggel, M., Schlaepfer, J., Johler, S., 2021. Further Insights into the toxicity of *Bacillus cytotoxicus* based on toxin gene profiling and Vero cell-cytotoxicity assays. *Toxins (Basel)*. 13, 1–7.  
<https://doi.org/10.3390/toxins13040234>
- [4] Cairo, J., Gherman, I., Day, A., Cook, P.E., 2021. *Bacillus cytotoxicus* — A potentially virulent food-associated microbe. *J. Appl. Microbiol.* 1–10.  
<https://doi.org/10.1111/jam.15214>
- [5] Danai Etter, Michael Biggel, Mariella Greutmann, Nicole Cernela, Sophia Johler, New insights into *Bacillus cytotoxicus* sources, screening, toxicity, and persistence in food production facilities, *Food Microbiology*, Volume 117, 2024, 104399, ISSN 0740-0020,  
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104399>
- [6] Johler, S (2023), *Bacillus cytotoxicus* in Insekten-basierten Lebensmitteln, BLV-Projekt 714002128 (unveröffentlicht)
- [7] Johler, S. Review of current literature pertaining to the role of *Bacillus cytotoxicus* as a foodborne hazard, BLV-Projekt 714002128 (unveröffentlicht).