

Informationsblatt zu *Cl. Botulinum Typ E* in Fischereierzeugnissen (LAVES, IFF Cuxhaven (Bisenius, S. und Bartelt, E.))

Das Botulinumtoxin zählt zu den stärksten bekannten Giften. Da die tödliche Dosis nur wenige Mikrogramm beträgt, stellt das Toxin eine gefürchtete Biowaffe dar. Doch auch Lebensmittel können dieses Gift enthalten und damit zu lebensbedrohlichen Erkrankungen, dem Botulismus, führen. Jährlich sind davon in Deutschland rund zehn Menschen betroffen. In den meisten Fällen liegt eine lebensmittelbedingte Vergiftung durch die vom Bakterium freigesetzten Toxine vor. Der Zusammenhang zwischen dem Verzehr verdorbener Wurst (lat. „botulus“) und dem schweren Erkrankungsbild wurde im 19. Jahrhundert entdeckt. Aufgrund seiner Fähigkeit zur Bildung resistenter Sporen und der Vermehrung in sauerstofffreiem Milieu sind besonders Konserven oder durch andere Konservierungsprozesse haltbargemachte Lebensmittel belastet. Auch Fische und Fischereierzeugnisse, die beispielsweise geräuchert oder gesalzen wurden, können Botulismus auslösende Toxine enthalten.

Das grampositive Bakterium *Clostridium (Cl.) botulinum* vermehrt sich obligat anaerob und ist ein Sporenbildner. Die verschiedenen *Cl. botulinum* Stämme werden ihren Eigenschaften entsprechend in vier Gruppen eingeteilt, von denen die Gruppen I (Eiweiß zersetzend, Bildung der Neurotoxine A, B und F) und II (nicht Eiweiß zersetzend, Bildung der Neurotoxine B, E oder F) beim Menschen eine wichtige Rolle spielen. Stämme der Gruppe II sind im Besonderen gefährlich, da die Anwesenheit nicht zum eiweißzersetzenden Abbau und damit nicht zur Geruchsabweichung und Gasbildung im kontaminierten Lebensmittel führt. Je nach Stamm können unterschiedliche Neurotoxine (A-G) produziert werden, die teilweise zu einer Lebensmittelintoxikation beim Menschen führen können. **Bei Fischen und Fischereierzeugnissen ist das Neurotoxin Typ E** von besonderer Relevanz, da dieses häufig bei Fischen und Krustentieren im Schleim, in den Kiemen und im Darm nachgewiesen werden kann. Die optimale Wachstumstemperatur von *Cl. botulinum* Typ E liegt bei 18-25 °C, jedoch ist ein Wachstum auch bereits ab 3 °C möglich, was ein Vorkommen in Gewässern und damit Meerestieren erklärt. Das Wachstum beschränkende Faktoren sind ein pH-Wert niedriger als 5, eine Wasseraktivität (aW-Wert) von unter 0,97 und eine Salzkonzentration von über 5 % im Gewebwasser. Bei ungünstigen Lebensbedingungen wie Wasser-, Nährstoffmangel oder Anhäufung von Stoffwechselprodukten kann *Cl. botulinum* Sporen bilden, die sehr resistent gegen Hitze, Trockenheit, Sauerstoff, Strahlung und Umweltgifte sind. Bei 10-12 °C kann sich aus diesen Sporen die vegetative (vermehrungsfähige) Form entwickeln, die weitaus empfindlicher gegenüber äußeren Einflüssen ist, aber Toxine bilden kann. Die Toxine selbst wiederum sind relativ hitzeempfindlich; das Typ E Toxin wird bei 100 °C in wenigen Sekunden, bei 80 °C in 6 Minuten inaktiviert.

Clostridium botulinum Typ E in Lebensmitteln:

Um eine Belastung von Botulinumtoxinen in Lebensmitteln zu verhindern, ist es notwendig schon bei der Verarbeitung Prozessschritte einzuführen, die nicht vereinbar mit den Lebensbedingungen von *Cl. botulinum* und seinen Sporen sind. Oftmals findet eine Kontamination während der Verarbeitung der Erzeugnisse statt. Fische sollten wegen der Belastung von Clostridien im Darmtrakt vorab der Schlachtung genüchert und unmittelbar nach dem Fang grundsätzlich ausgenommen werden. Des Weiteren empfiehlt es sich, die Fische zu waschen, um auch die Belastung im Schleim auf der Haut zu verringern. So wird die Sporenbelastung vermindert und die Effektivität aller weiteren Konservierungsverfahren erhöht.

Informationsblatt zu *Cl. Botulinum Typ E* in Fischereierzeugnissen
(LAVES, IFF Cuxhaven (Bisenius, S. und Bartelt, E.))

Als Faustregel gelten folgende Bedingungen:

Parameter	<i>Cl. Botulinum</i> Gruppe II
Minimale Wachstumstemperatur	3 °C
Optimale Wachstumstemperatur	18-25 °C
Maximale Wachstumstemperatur	45 °C
Unterer pH-Grenzwert	5,0
Unterer Grenzwert der Wasseraktivität (aW-Grenzwert)	0,97
Hemmende Kochsalzkonzentration (%)	5 % (WPS =water phase salt)
D _{100°C} der Sporen (min)	< 0,1 min
D _{121°C} der Sporen (min)	< 0,005 min

Speziell für das Vorhandensein von ***Cl.botulinum Typ E*** Toxinen gefährdete Produkte sind:

- **Räucherfische**, da die Heißluftträucherung (60 °C im Kern) allein betrachtet nicht in der Lage wäre *Cl. botulinum* zu eliminieren. Die häufig anschließende Lagerung in einer Vakuumverpackung sorgt für ein sauerstofffreies Milieu, welches zwar die Vermehrung von aeroben Mikroorganismen verhindert, jedoch die von Anaerobiern wie *Cl. botulinum* und damit die Toxinbildung begünstigen kann.
- **Mild gesalzene Fischerzeugnisse**, da möglicherweise die Salzkonzentration nicht für eine ausreichende aW-Wert Senkung (unter 0,97) ausreicht. „Mildgesalzene“ Fische besitzen eine mindestens 6-prozentige und „hartgesalzen“ über 20-prozentige Konzentration an Kochsalz im Gewebswasser. Andererseits kann ein zu niedriger aw-Wert die Sporenbildung anregen.
- **Selbst eingelegter roher Fisch**, wenn Aufgüsse mit zu geringem Essigsäuregehalt verwendet werden (pH Wert über 5).
- **Selbst hergestellte Konserven**, da der Erhitzungsprozess möglicherweise nicht ausreicht, um die Sporen zu vernichten. In Kombination mit einer anschließenden ungekühlten Lagerung können diese Sporen auskeimen und Toxine bilden. Bei der industriellen Produktion werden die Lebensmittel hingegen ausreichend erhitzt.

Für alle genannten Produkte gilt, dass ein Einhalten der Kühlkette eine sehr wichtige Präventivmaßnahme darstellt, um das Auskeimen von Sporen und die Toxinbildung zu verhindern. Aufgrund von der Vermehrungstemperatur ab 3 °C sollten entsprechende Produkte nicht, wie häufig üblich, bei in den Kühlregalen gelagert werden, sondern möglichst in einem Bereich von 3-4 °C, maximal 7 °C. Dies gilt insbesondere für Produkte, die nicht oder nicht ausreichend hitzebehandelt wurden, einen pH-Wert über 5 aufweisen oder nicht genügend getrocknet bzw. gesalzen wurden. Sensorisch ist eine Belastung mit Toxinen bei den Produkten nicht zu erkennen, da *Cl. botulinum* Typ

Informationsblatt zu *Cl. Botulinum Typ E* in Fischereierzeugnissen (LAVES, IFF Cuxhaven (Bisenius, S. und Bartelt, E.))

E Stämme im Lebensmittel keine Geruchsabweichung, Gasbildung oder Gewebserfall zur Folge haben.

Entscheidend bei der Herstellung von gesalzenen und getrockneten Fischen sind die Kombinationen aus Salzgehalt in der Wasserphase, dem aW-Wert und der Lagerungstemperatur. Die gesalzenen und getrockneten Fische sollten daher auf jeden Fall einen aW-Wert von weit unter 0,93 haben (als Richtwert: hartgesalzener Fisch hat einen aW-Wert von 0,80 ...0,70). Sofern Süßwasserfische, wie z. B. Plötze für die Herstellung von gesalzenen, getrockneten Fischerzeugnissen verwendet werden, ist zudem zu bedenken, dass diese Arten per se sehr risikoreich sind, *Cl. Botulinum* im Darm zu enthalten. Um sicher zu gehen, dass die Salzung das gesamte Gewebe durchdringt sollten ganze Fische mit > 15 cm Länge vor dem Salzen ausgenommen werden sollten, wie von der FAO empfohlen (FAO, 2014).

Folgen einer Intoxikation:

Die Neurotoxine von *Clostridium botulinum* können durch verschiedene Wege zum klinischen Bild einer Botulinum-Intoxikation führen. Am häufigsten wird die Vergiftung durch eine klassische Lebensmittelintoxikation hervorgerufen, d. h. durch die Aufnahme von präformierten, aktiv freigesetzten Toxinen des jeweiligen Erregers. Nach Aufnahme der Toxine ist nach 12 bis 36 h mit neurologischen Ausfällen sowohl des vegetativen, also auch des somatischen Nervensystems zu rechnen. Verursacht wird diese Störung durch die hemmende Wirkung der Toxine auf die Kommunikation zwischen Nervenzellen und Muskulatur. Das Toxin wird von der Nervenzelle aufgenommen und spaltet dort bestimmte Proteine, die an der Ausschleusung von Neurotransmittern in den präsynaptischen Spalt zwischen Nervenzelle und Muskulatur beteiligt sind. Ein Ausbleiben der Übermittlung von Neurotransmittern führt zur Lähmung der betroffenen Muskulatur. Die Symptome beginnen mit Beschwerden im Gastrointestinaltrakt, Trockenheitsgefühl im Mund, Heiserkeit und Schluckbeschwerden. Es kann zu fortschreitenden Lähmungen der Gesichtsmuskulatur, der Extremitäten und letztlich auch der an der Atmung beteiligten Muskulatur kommen, was zum Atemstillstand und Exitus führt. Da die Toxine die Blut-Hirn-Schranke nicht passieren, ist der Betroffene während des gesamten Krankheitsverlaufs bei klarem Bewusstsein. Bei Verdacht einer Botulismus-Intoxikation gehört die Person umgehend in intensiv-medizinische Behandlung und es muss eine möglichst frühzeitige Gabe von Antitoxin erfolgen.