

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 88 (1997)

**Heft:** 6

**Artikel:** Verhalten von E. coli O157 und anderen verotoxinbildenden E. coli in Lebensmitteln = Behaviour of E. coli O157 and other verotoxigenic E. coli in foods

**Autor:** Gareis, Manfred

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982345>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Verhalten von *E. coli* O157 und anderen verotoxinbildenden *E. coli* in Lebensmitteln\*

Behaviour of *E. coli* O157 and other Verotoxigenic *E. coli* in Foods

*Key words:* *E. coli* O157:H7, EHEC, VTEC, Verotoxin, Food Safety

*Manfred Gareis*

Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach

### Einleitung

Am Infektionsgeschehen durch *Escherichia coli* O157:H7 und anderen verotoxinbildenden Serovaren aus der Gruppe der enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC) sind eine Reihe von Lebensmittelvektoren kausal beteiligt (1). Zu den bekannten Infektionsquellen zählen nicht nur Lebensmittel tierischer Herkunft wie Fleisch, Fleischerzeugnisse und Milch, sondern auch Lebensmittel pflanzlicher Herkunft (Salate, Feinkosterzeugnisse) sowie Wasser und Getränke wie Apfelsaft und Apfel-Cider (2). Als besondere Risikoprodukte sind die Lebensmittel anzusehen, bei deren Herstellung keine oder nur ungenügende Massnahmen zur Reduktion von Mikroorganismen eingesetzt werden. Hierzu zählen vor allem rohe Lebensmittel wie rohes oder untererhitztes Fleisch, rohe Fleischerzeugnisse sowie Roh- oder nicht ausreichend erhitze Milch.

Da die Aufnahme von weniger als 100 Keimen bereits als ausreichend betrachtet wird, Erkrankungen auslösen zu können (3), muss das Vorkommen dieser Keime in einem Lebensmittel auch in geringsten Mengen ausgeschlossen werden.

Die Kenntnis über das Verhalten von verotoxinbildenden *E. coli* in Lebensmitteln ist notwendige Voraussetzung für eventuell zu treffende Massnahmen zur Erhöhung der Produktsicherheit. Zum Überleben und zur Wachstumsfähigkeit von *E. coli* O157:H7 in den als riskant geltenden Lebensmitteln sind im Laufe der letzten 10 Jahre eine Reihe von Challenge-Studien durchgeführt worden, über die zusammenfassend berichtet wird.

\* Vortrag gehalten am Symposium «Enterohämorrhagische *E. coli* in Lebensmitteln» der Schweizerischen Gesellschaft für Mikrobiologie, Universität Zürich-Irchel, 16. Oktober 1997

## Milch und Milcherzeugnisse

Milch ist ein ideales Substrat für Mikroorganismen und wurde mehrmals als kausaler Vektor für Infektionserkrankungen durch EHEC beschrieben. Verotoxinogene *E. coli* werden beim Abkochen von Rohmilch sowie der Pasteurisation (Kurzzeiterhitzung bei 72–75 °C für 15–30 s oder Hocherhitzung auf mindestens 85 °C für mindestens 4 s) sicher abgetötet, wobei damit allerdings nicht das Problem einer möglichen Sekundärkontamination als gelöst gelten darf, die 1994 als Ursache für einen Ausbruch durch pasteurisierte Milch erkannt wurde (4).

In Hüttenkäse aus pasteurisierter Milch können die nach der Pasteurisation zugegebenen *E. coli* O157-Keimzahlen während des Herstellungsprozesses innerhalb der ersten 5 Stunden bis um das 100fache ansteigen, ohne dass die zugesetzten Milchsäurebakterien bzw. der pH-Wertabfall auf < 5,0 inhibierend wirken (5). Die anschliessende Erhitzung der Käsebruchstücke und Molke auf 57 °C über 90 min reichte jedoch aus, um *E. coli* O157 vollständig abzutöten.

Spanischer Weichkäse mit Starterkulturen und einem pH-Wert von 6,6 stellt bei Lagertemperaturen von ≥ 10 °C ein ideales Substrat für das Wachstum künstlich inokulierter *E. coli* O157 dar (6). Mit Hilfe niedriger Lagerungstemperaturen (≤ 8 °C) oder dem Einsatz von Konservierungsmitteln kann diese Vermehrung zwar gehemmt, nicht jedoch die Persistenz der pathogenen Keime vollständig verhindert werden.

Auch in mit  $10^3$  KBE/ml Milch kontaminiertem Cheddar-Hartkäse überlebten die *E. coli* O157:H7-Keime eine Reifeperiode von 60 Tagen, obwohl eine Reduktion um 2 log-Einheiten festzustellen war (7). Bei Verwendung von pasteurisierter Milch für die Hartkäseherstellung muss daher das Hauptaugenmerk auf die Vermeidung möglicher Rekontaminationen gelegt werden.

Aufgrund eines durch Joghurt ausgelösten EHEC-Infektionsfalles in den USA (8) wurde das Verhalten von *E. coli* O157:H7 in zwei unterschiedlich hergestellten Joghurtprodukten überprüft (9). Traditioneller Joghurt mit *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus bulgaricus* als Starterkulturen sowie ein Bifido-Joghurt, bei dem *Bifidobacterium bifidum* als weitere Starterkultur zugesetzt wurde, wurden mit niedrigen ( $10^3$  KBE/ml) und hohen ( $10^7$  KBE/ml) *E. coli* O157:H7-Inocula zu Beginn der Herstellung versetzt und nach einer Fermentationszeit von 5 h bei 42 °C über 7 Tage bei +4 °C aufbewahrt. In beiden Produkten wurden über diese Zeit Abnahmen der *E. coli* O157-Ausgangszahlen um 1 bis 2 Log-Stufen festgestellt. Ein Überleben des Keimes konnte trotz der pH-Wert-Veränderungen von anfangs 6,6 zu etwa 4,4 im Verlauf der Lagerung nicht verhindert werden.

## Fleisch und Fleischerzeugnisse

Da Hackfleischprodukte wie Hamburger häufig an EHEC-Infektionsausbrüchen beteiligt waren, wurden in den USA 1995 durch den FSIS (Federal Safety Inspection Service) Verordnungen für die Temperatur-Zeit-Beziehungen bei der

Wärmebehandlung von durch- oder halbdurchgegarten Hamburger-Patties erlassen: Zur sicheren Abtötung von *E. coli* O157:H7 werden bei 60 °C: 8,34 min, bei 62,2 °C: 2,11 min, bei 65,6 °C: 0,53 min und bei einer Kerntemperatur von 68,3 °C: 0,13 min benötigt (10). Mehrere Untersuchungen zur Hitzeresistenz von *E. coli* O157:H7 in Fleisch zeigten, dass zwischen 50–64 °C die D-Werte, also die Zeit, in der die Zahl der vermehrungsfähigen Zellen bei Hitzeeinwirkung um 90% vermindert wird, in einem Bereich zwischen 92,67 bis 0,16 min liegen (11, 12). In Rinderhackfleisch, das mit einem *E. coli* O157-Pool aus vier Isolaten in Keimhöhlen von 6–8 log<sub>10</sub> CFU/g inkuliert wurde, liegen die D-Werte bei Erhitzung auf 65 °C bei 0,39 bzw. 0,16 min, je nach Bestimmungsmethode (13). Ein negativer Einfluss auf diese Reduktion ist zu beobachten, wenn das Fleisch vor der Erhitzung bei +4 °C gekühlt oder bei –18 °C gefroren gelagert wurde (13). Bei Erhitzung von Rindfleisch-, Geflügelfleisch- und aus Schweinefleisch hergestellten Wurstproben auf Kerntemperaturen von 60 °C wurden inkulizierte *E. coli* O157 innerhalb von etwa 2–3 Minuten abgetötet (12). *E. coli* O157 besitzt, wie diese Studien zeigen, keine ungewöhnliche Hitzeresistenz oder Thermotoleranz. Die Hitzestabilität von *E. coli* O157 in Fleisch wird allerdings durch die Zusammensetzung, insbesondere den Fettanteil beeinflusst (12, 13). Höhere Fettanteile bei Rind- sowie Geflügelfleisch (20% bzw. 11%) führten bei Erhitzung auf Temperaturen bis 55 °C zu signifikant längeren Überlebenszeiten. Die Ursache dieser «Hitzeschutzwirkung» von Fett auf Mikroorganismen lässt sich dadurch begründen, dass mit einer Erhöhung des Fettanteiles ein reduzierter Wassergehalt im Produkt verbunden ist. Der Hitzentransfer durch Wasser auf die bakteriellen Zellen wird dadurch inhibiert, weshalb bei mageren Produkten mit höheren aw-Werten vergleichsweise niedrigere Erhitzungstemperaturen für die Abtötung der vorhandenen Keime ausreichen. Das Tiefgefrieren von Rindfleisch-Patties ermöglichte *E. coli* O157:H7 monatelanges Überleben (11).

Mit Hilfe von Starterkulturen lässt sich das Überleben von *E. coli* in Hackfleisch nicht nennenswert beeinflussen. Die Keimzahlen eines nicht verotoxinbildenden *E. coli* blieben in gemischem Hackfleisch unabhängig von 18 überprüften, als Starterkulturen eingesetzten Milchsäurebakterien über eine Lagerung von bis zu 14 Tagen bei 10 °C konstant (14). Es ist daher eher unwahrscheinlich, dass von Starterkulturen ein wesentlicher antagonistischer Effekt auf das Persistenzverhalten von verotoxinogenen *E. coli* erwartet werden kann.

Bei erhitzten Fleischerzeugnissen wie Brüh- und Kochwürsten reichen die üblicherweise eingesetzten Temperaturen über 72 °C bzw. 75 °C über mehrere Minuten sicher aus, *E. coli* O157:H7 und andere verotoxinogene *E. coli* abzutöten. Im Falle einer Sekundärkontamination stellt die Vakuumatmosphäre verpackter Brühwurst- als auch Rohwurstaufschnitte bei 10 °C Lagertemperatur keine Barriere für einen Anstieg der Keimzahlen pathogener *E. coli* dar (15). Eine Reduzierung der Lagertemperaturen auf 5 °C unter ansonsten gleichen Bedingungen verhindert zwar das Wachstum, nicht jedoch das Überleben von *E. coli* O157 bis über die Haltbarkeitsdaten vakuumverpackter Wurstaufschnitte hinaus.

Aufgrund der Erkrankungsfälle durch EHEC nach Verzehr von Rohwürsten wurden in den USA durch die FSIS weitgehende Sicherheitsanforderungen an die

Hersteller solcher Produkte gestellt. So sollen u. a. die angewandten Technologien der Rohwurstherstellung eine Reduzierung von *E. coli* O157:H7 um 5 Zehnerpotenzen sicherstellen (16), was durch Inokulationsversuche mit *E. coli* O157:H7 in Rohwurst in Keimmengen bis zu  $10^7$  KBE/g Brät nachzuweisen ist.

Die Ergebnisse von Challenge-Versuchen mit Pools aus bis zu 10 *E. coli* O157:H7-Isolaten unterschiedlicher Herkunft, denen Teewurstbrät in Ausgangshöhen von  $10^2$  und  $10^6$  KBE/g zugegeben wurde, zeigten, dass *E. coli* O157:H7 über einen Untersuchungszeitraum von bis zu 28 Tagen im fertigen Produkt am Leben bleibt. Dabei waren nur geringe Abnahmen der Keimmengen bei den hohen Infektionsdosen zu beobachten. Ein Zusatz von 0,6% des Säuerungsmittels Glucono-delta-Lacton zu den mit  $10^2$  KBE/g belasteten Bräten beeinflusste dabei die Überlebensfähigkeit von *E. coli* O157:H7 in Abhängigkeit der verwendeten Pools (17) und deutet auf die Wichtigkeit der Zusammensetzung des Inokulums bei derartigen Studien hin. In streichfähiger Rohwurst persistierten neben inokulierten *E. coli* O157 auch weitere Serovaren der EHEC (O26, O111) in lebensfähiger Form über einen Zeitraum bis zu 28 Tagen (18).

Im Unterschied zu den streichfähigen Produkten kann bei schnittfesten Rohwürsten durch die gezielte Wahl der Reife- und Lagerungsparameter bei hohen Infektionsdosen (bis  $10^7$ /g) ein Absterben von *E. coli* O157:H7 um 1–5 Zehnerpotenzen je nach Untersuchungsmaterial und Versuchsansätzen festgestellt werden (18–20). Starterkulturen sowie niedrige pH-Werte ( $\text{pH} < 4,8$ ) beeinflussen dabei die Überlebensfähigkeit der Keime nicht oder nur unwesentlich. Die Fermentation und Abtrocknung ist in der Regel ausreichend, um bei hohen Ausgangskeimzahlen Reduktionen von zumindest ca.  $2 \log_{10}$  KBE/g zu erzielen. Niedrige  $a_w$ -Werten (0,960–0,880) kommt hierbei grösste Bedeutung zu (18). Bei langgereiften Salami (84 Tage) konnte unter optimalen Voraussetzungen, die vor allem auf einem niedrigen Anfangs- $a_w$ -Wert des Brätes sowie einer kontrollierten Reifung und Abtrocknung beruhen, nicht nur eine Reduktion der Ausgangskeimzahlen um mehrere log-Einheiten, sondern ein vollständiges Absterben der *E. coli* O157:H7-Isolate auch bei hohen Ausgangsdosen erzielt werden (18).

Im Hinblick auf die Lagerung dieser Produkte scheint insbesondere die Temperatur für eine weitere Reduktion der Keimzahlen von Wichtigkeit zu sein. So liessen sich in verpackter aufgeschnittener Pepperoni bei  $21^\circ\text{C}$  Lagertemperatur weitaus grössere Keimabnahmen inokulierter *E. coli* O157:H7 nach 2wöchiger Lagerung erzielen als bei  $-20^\circ\text{C}$  und  $+4^\circ\text{C}$  (19). Ein Einfluss der Verpackungsatmosphäre (Luft, Vakuum,  $\text{CO}_2$ ) auf das Verhalten von *E. coli* O157:H7 war dabei nicht zu erkennen.

## Feinkosterzeugnisse, Gemüse

Bislang sind 5 durch verschiedene Salate oder Gemüse verursachte Infektionsausbrüche durch EHEC in Nordamerika beschrieben worden (21).

Der Einfluss verschiedener kommerziell üblicher Verpackungen und Lagertemperaturen auf das Wachstum und die Überlebensfähigkeit von *E. coli* O157:H7 wurde in Inokulationsstudien mit zerkleinertem Kopfsalat, zerkleinerten Karotten und geschnittenen Gurken untersucht (22). Bei Temperaturen von 12 °C und 21 °C wurde über eine Aufbewahrungszeit von 14 Tagen ein Wachstumsanstieg von *E. coli* O157 in den Kopfsalat- und Gurkenchargen festgestellt. Ein Einfluss der verschiedenen Atmosphären der Verpackung (Luftverpackt bzw. 97% Stickstoff, 3% Sauerstoff) auf das Verhalten der Keime wurde nicht registriert. Bei +5 °C Lagertemperatur war eine Abnahme der Anfangsinokula zu erkennen, nach 14 Tagen jedoch *E. coli* O157 nach Anreicherung noch nachzuweisen. Eine partielle Wachstumshemmung bzw. Abtötung von *E. coli* O157 wurde in einzelnen Karottenproben beobachtet und auf die inhibierende Wirkung natürlich vorkommender Phytoalexine (6-Methoxymellein) zurückgeführt.

In kommerziell herstellter Mayonnaise und daraus hergestellten Saucen mit pH-Werten von 3,65 bzw. 3,68–4,44 konnten *E. coli* O157:H7-Stämme bei Lagerungstemperaturen von 7 °C bis zu 35 Tage überleben (23). Die pathogenen Isolate waren trotz Anreicherung bereits nach 3 Tagen nicht mehr nachweisbar, wenn die Lagerungstemperaturen auf 25 °C erhöht wurden. In Saucen und Dressings auf Mayonnaisebasis, die bei 5 °C gekühlt gelagert wurden, persistierten die inokulierten *E. coli* O157 über mehr als vier Wochen, wobei lediglich in einer Mayonnaise-Senfsauce die inokulierten *E. coli*-Keime bereits nach 3 Tagen nicht mehr nachweisbar waren.

## Getränke

Getränke wie Apfelsaft und Apfel-Cider sind als Vektoren für EHEC-Ausbrüche in den USA und Kanada dokumentiert worden (24).

Der normale Säuregehalt in unpasteurisierten, unbehandelten Apfel-Cider mit pH-Werten zwischen 3,5 und 4,0 reicht offensichtlich nicht aus, um *E. coli* O157 sicher abzutöten. Inokulationsstudien zum Verhalten von *E. coli* O157:H7 in Apfel-Cider zeigten, dass innerhalb der üblichen Haltbarkeitszeit von 2–3 Wochen bei Kühlung (+ 4 °C) die eingebrachten *E. coli* überleben konnten (25, 26). Die Überlebensfähigkeit nahm bei Lagertemperaturen von 25 °C ab, was jedoch zu einem früheren Verderb bei diesem Produkt führen kann. Der Zusatz von Konserverungsstoffen wie Natrium- und Kaliumbenzoat beeinflusst das Verhalten von *E. coli* O157 in Apfel-Cider nur unwesentlich. Während *E. coli* O157 in frischem, nicht fermentiertem Apfel-Cider bei höheren Lagertemperaturen seine Überlebensfähigkeit behält, kann die gezielte alkoholische Gärung in frischem Cider mit einer Ethanol-Endkonzentration von 6 Vol.-% nach 10 Tagen bei 20 °C zu einer Abtötung vorhandener *E. coli* O157 beitragen (27).

Unpasteurisierter Apfelsaft, der ausser seiner Azidität keinerlei Barrieren für das Wachstum von Mikroorganismen aufweist, war 1996 in Nordamerika als Quelle für 71 Erkrankungsfälle durch *E. coli* O157 verantwortlich (28). Ein Überleben von

*E. coli* O157 ist aufgrund der Säuretoleranz in diesen Getränken zweifelsfrei möglich.

In alkoholischen Getränken ist die Überlebensfähigkeit von *E. coli* O157 vom Alkoholgehalt sowie der Lagertemperatur abhängig. Die bakterizide Wirkung des Alkohols beruht primär auf der Denaturierung von zumeist enzymatisch wirksamen Proteinen in den Zellen. Die Wirksamkeit von Alkohol gegenüber Bakterien ist dabei von der Temperatur abhängig, da diese die Stoffwechselaktivität von Bakterien beeinflusst. Untersuchungen an künstlich mit bis zu  $10^6$  KBE *E. coli* O157/ml inokulierten Eierlikören zeigten, dass bei einem Alkoholgehalt von 20 Vol.-% und Lagerung bei Raumtemperatur *E. coli* O157 innerhalb von 24 Stunden abgetötet wird (29). Die Persistenz erhöhte sich jedoch auf mehrere Tage bei einer Lagerungstemperatur von +4 °C sowie bei Reduktion des Alkoholgehaltes auf 14 Vol.-%.

## Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der verschiedenen bislang durchgeföhrten Studien zum Verhalten von *E. coli* O157:H7 und anderen verotoxinbildenden *E. coli* stimmen weitgehend überein, wobei jedoch das jeweilige Untersuchungsmaterial sowie die Versuchsansätze nicht vergleichbar sind.

In Lebensmitteln, bei deren Herstellung keine das Wachstum oder die Überlebensfähigkeit von Mikroorganismen beeinflussenden Verfahren eingesetzt werden, verhalten sich verotoxinbildende *E. coli* wie apathogene Isolate. Aus diesem Grunde sind rohe, unbehandelte Lebensmittel wie Fleisch oder Rohmilch, streichfähige Rohwürste, Rohmilchweichkäse, aber auch Salate sowie unpasteurisierte Getränke wie Apfelsaft und Apfel-Cider als Risikoprodukte einzuordnen.

Die auffälligste Eigenschaft von *E. coli* O157 und anderen pathogenen Serovaren ist die ausgeprägte Toleranz gegenüber Salzsäure, die ihnen die Passage durch das hochsaure Magenmilieu ermöglicht. Allerdings weisen nicht alle Stämme aus der Gruppe der verotoxinbildenden *E. coli* gleiche Resistenzeigenschaften auf (30). Obwohl eine höhere Empfindlichkeit gegenüber organischen Säuren beobachtet wird, können diese Keime auch in Lebensmitteln und Getränken mit niedrigen pH-Werten persistieren. In diesen Produkten (z. B. Mayonnaise, Joghurt, Salami, Apfelsaft, Apfel-Cider) kann zwar eine Hemmung des Keimwachstums beobachtet, das Überleben der pathogenen Isolate jedoch nicht sicher ausgeschlossen werden. Säuregehalte in Lebensmitteln mit pH-Werten < 4,0 stellen daher keinen ausreichend sicheren Schutzfaktor dar. Bei der Lagerung von Lebensmitteln mit niedrigen pH-Werten wird das weitere Verhalten der pathogenen Keime massgeblich von der Temperatur beeinflusst: Die Überlebensfähigkeit ist bei Kühltemperaturen erhöht, nicht jedoch bei Raumtemperatur (6, 23, 25, 26).

Die pathogenen *E. coli* unterscheiden sich im Hinblick auf ihre Thermotoleranz nicht von apathogenen Stämmen und anderen gramnegativen Bakterien wie Salmonellen. Daher sind ausreichend erhitze Lebensmittel (z. B. Brüh-, Kochwürste,

durchgegarte Hamburger, pasteurisierte Milch, Käse aus pasteurisierter Milch, pasteurisierter Apfelsaft u. a.) per se sicher, falls nicht im Anschluss Kreuzkontaminationen stattfinden. Beeinflusst wird die Hitzesensitivität von *E. coli* O157 durch die Zusammensetzung eines Lebensmittels, was bei Fleisch und Fleischerzeugnissen im wesentlichen durch den Fettanteil determiniert wird (12).

In fermentierten Lebensmitteln wie schnittfesten Rohwürsten, Hartkäse und Joghurt können aufgrund der Herstellungstechnologien Reduktionen der Ausgangskeimzahlen von mehreren  $\log_{10}$ -Stufen erreicht werden (7, 9, 18). Bei schnittfesten Rowürsten scheint hierfür primär die Verfügbarkeit von freiem Wasser ( $a_w$ -Wert) verantwortlich zu sein (18).

Eine Abnahme der Ausgangskeimzahlen um bereits eine bzw. zwei  $\log_{10}$ -Stufen entspricht einer Zerstörung von 90% bzw. 99% der Ausgangspopulation. Aufgrund der geringen Infektionsdosis von EHEC ist bei Ausgangsdosen von  $10^6$ – $10^8$  KBE/g Lebensmittel und Reduktionen um mehrere  $\log_{10}$ -Stufen die Anzahl überlebender Keime nach wie vor sehr hoch. Es muss dennoch kritisch hinterfragt werden, ob die in Challengeversuchen eingesetzten und z. T. vorgeschriebenen (16) extrem hohen Inokula eine ausreichende Bewertung für das Verhalten dieser Keime in Lebensmitteln zulassen, da derart hohe Keimbelaustungen nicht die reale Situation widerspiegeln.

Eine Belastung der Nahrungsmittel mit *E. coli* O157:H7 ist unabhängig davon auf allen Stufen der Produktion eines Nahrungsmittels möglich. So sind auf Stahloberflächen, wie sie bei der Lebensmittelherstellung verwendet werden, einmal aufgebrachte *E. coli* O157 mehr als 40 Tage überlebensfähig (31). Erhöht wird diese Lebensfähigkeit bei Temperaturen unter 20 °C. Dieser Aspekt, zusammen mit der geringen Infektionsdosis und der Tatsache, dass übliche Lagerungsbedingungen von Lebensmitteln in Schutzgasverpackungen oder unter Vakuum das Überleben von *E. coli* O157 nicht oder nur unwesentlich beeinflussen, erhöht die Gefahr, die nicht nur im Bereich der Lebensmittelherstellung, sondern auch bei der Weiterbehandlung von einer Rekontamination ausgehen kann.

Die Bedeutung einzelner hygienischer Aspekte und Massnahmen bei der Lebensmittelherstellung zum Verhalten von *E. coli* O157 und anderen verotoxinbildenden *E. coli* darf daher nicht isoliert betrachtet werden.

### Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit Infektionserkrankungen durch verotoxin(Shigatoxin)bildende *E. coli* sind eine Reihe von Lebensmittelvektoren kausal beteiligt. *E. coli* O157:H7 und andere Verotoxinbildner weisen ein ausgeprägtes Persistenzverhalten in vielen Lebensmitteln auf, das sich jedoch nicht wesentlich von vergleichbaren Lebensmittelinfektionserregern wie z. B. Salmonellen unterscheidet. Die gebräuchlichen Herstellungstechnologien und Lagerungsbedingungen bestimmter Lebensmittel bewirken häufig eine Reduktion der Keimzahlen oder Hemmung des Keimwachstums, reichen aber oft nicht aus, *E. coli* O157 sicher abzutöten. Da *E. coli* O157 und andere verotoxinbildende *E. coli* keine ungewöhnliche Hitzeresistenz oder Thermotoleranz aufweisen, werden diese pathogenen Keime in ausreichend erhitzten oder pasteurisierten Produkten sicher abgetötet.

## Résumé

De nombreuses denrées alimentaires sont impliquées en tant que vecteurs dans les maladies infectieuses dues à *E. coli* producteur de vérotoxine (shigatoxine). Comme pour d'autres agents d'infections alimentaires, p. ex. pour les salmonelles, *E. coli* O157:H7 ainsi que les autres souches vérotoxigènes peuvent persister très longtemps dans de nombreux aliments. Les technologies habituelles de production et les conditions d'entreposage de certains produits sont généralement à même de réduire le nombre de germes ou d'inhiber leur croissance, mais elles ne suffisent souvent pas à éliminer sûrement *E. coli* O157 et les autres souches vérotoxigènes. En revanche, ces germes pathogènes n'étant ni fortement résistants à la chaleur, ni spécialement thermotolérants, ils seront détruits de façon sûre par un chauffage suffisant ou par la pasteurisation des produits.

## Summary

Verotoxin (shigatoxin) forming *E. coli* are a major cause of infectious diseases transmitted via food. *E. coli* O157:H7 and related verotoxin producing pathogens are rather persistant in a variety of foodstuffs. Therefore prevailing manufacturing practices and storage conditions are often sufficient to only inhibit growth of *E. coli* O157, but mostly not suited to totally eliminate the pathogens in foodstuffs. However, their limited heat resistance permits the destruction of the pathogens with sufficient reliability by heating or pasteurization.

## Literatur

1. Karmali, M.A.: Infection by verocytotoxin-producing *Escherichia coli*. Clin. Microbiol. Rev. 2, 15–38 (1989).
2. Feng, P.: *Escherichia coli* serotype O157:H7: Novel vehicles of infection and emergence of phenotype variants. Emerg. Infect. Dis. 1, 47–52 (1995).
3. Beutin, L. und Niemer, U.: Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Infektionen durch EHEC. Bundesgesundheitsbl. 11, 422–427 (1995).
4. Upton, P. and Coia, J.E.: Outbreak of *Escherichia coli* O157 infection associated with pasteurized milk supply. Lancet 344, 1015 (1994).
5. Arocha, M.M., McVey, M., Loder, S.D., Rupnow, J.H. and Bullerman, L.: Behavior of hemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 during manufacturing of cottage cheese. J. Food Prot. 55, 379–381 (1992).
6. Kasrazadeh, M. and Genigeorgis, C.: Potential growth and control of *Escherichia coli* O157:H7 in soft hispanic type cheese. Int. J. Food Microbiol. 25, 289–300 (1995).
7. Reitsma, C.J. and Henning, D.R.: Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* during manufacture and curing of cheddar cheese. J. Food Prot. 59, 460–464 (1996).
8. Morgan, D., Nawman, C.P., Hutchinson, D.N., Walkes, A.M., Rowe, B. and Maijd, F.: Verotoxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with the consumption of yoghurt. Epidemiol. Infect. 111, 181–187 (1993).
9. Massa, S., Altieri, C., Quaranta, V. and De Pace, R.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in yoghurt during preparation and storage at 4 °C. Lett. Appl. Microbiol. 24, 347–350 (1997).

10. *Childers, A.B. and Walsh, B.*: Meat slaughtering and processing methods for controlling *Escherichia coli* O157:H7. 40th Int. Congress Meat Science and Technology, The Hague, Netherlands, August 28 – September 2, Book of Abstracts, 23 (1994).
11. *Dolye, M.P. and Schoeni, J.L.*: Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. *Appl. Environ. Microbiol.* **48**, 855–856 (1984).
12. *Ahmed, N.M., Conner, D.E. and Huffman, D.L.*: Heat-resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in meat and poultry as affected by product composition. *J. Food Sci.* **60**, 606–610 (1995).
13. *Juneja, V.K., Klein, P.G., Marmer, B.S. and Miller, A.J.*: Heat resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef. Proceedings 43rd International Congress Meat Science and Technology, July 27 – August 1, 1997, Auckland, New Zealand, 736–737 (1997).
14. *Kröckel, L. und Gareis, M.*: unpublished results (1997).
15. *Zeuthen, P., Taarnborg Larsen, P., Liberski, D. and Qvist, S.*: Growth of *E. coli* O157:H7 in ground meat and meat products. Proceedings 43rd International Congress Meat Science and Technology, July 27 – August 1, 1997, Auckland, New Zealand, 768–769 (1997).
16. *Food Safety Inspection Service (FSIS)*: Guidelines for a challenge study. FSIS Form 2630 9 (6/86), USA (1995).
17. *Kofoth, C., Rödel, W. und Gareis, M.*: Tenazität von *E. coli* O157:H7 in Rohwurstprodukten. In: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft, 37. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene, 30. 09. – 02. 10. 1996, Garmisch-Partenkirchen, Teil I, 221–226 (1996).
18. *Pozzi, W., Beutin, L. und Weber, H.*: Überleben und Nachweis von enterohämorrhagischen *Escherichia coli* in streichfähiger Rohwurst. *Fleischwirtschaft* **76**, 1300–1311 (1996).
19. *Faith, N.G., Parniere, N., Larson, T., Lorang, T.D. and Luchansky, J.B.*: Viability of *Escherichia coli* O157:H7 in pepperoni during manufacture of sticks and the subsequent storage of slices at 21, 4 and –20 °C under air, vacuum and CO<sub>2</sub>. *Int. J. Food Microbiol.* **37**, 47–54 (1997).
20. *Glass, K.A., Loeffelholz, J.M., Ford, J.P. and Dolye, M.P.*: Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as affected by pH or sodium chloride and in fermented, dry sausage. *Appl. Environ. Microbiol.* **58**, 2513–2516 (1992).
21. *Mermin, J.H., Hilborn, E.D., Voetsch, A., Swartz, M., Lambert-Fair, M.A., Farrar, J., Vugia, D., Hadler, J. and Slutsker, L.A.*: Multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with eating mesclun mix lettuce. 3rd Int. Symp. Workshop on Shiga Toxin (Verocytotoxin)-Producing *Escherichia coli* Infections, June 22–26, 1997, Baltimore, USA, Book of Abstracts, 9 (1997).
22. *Abdul-Raouf, U.M., Beuchat, L.R. and Ammar, M.S.*: Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 on salad vegetables. *Appl. Environ. Microbiol.* **59**, 1999–2006 (1993).
23. *Weagant, S.D., Bryant, J.L. and Bark, D.H.*: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in mayonnaise and mayonnaise-based sauces at room and refrigerated temperatures. *J. Food Prot.* **57**, 629–631 (1994).
24. *Besser, R.E., Lett, S.M., Dolye, M.P., Barett, T.J., Wells, J.G. and Griffin, P.M.*: An outbreak of diarrhea and hemolytic uremic syndrome from *Escherichia coli* O157:H7 in fresh-pressed apple cider. *J. Am. Med. Assoc.* **269**, 2217–2220 (1993).
25. *Zhao, T., Dolye, M.P. and Besser, R.E.*: Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in apple cider with and without preservatives. *Appl. Environ. Microbiol.* **59**, 2526–2530 (1993).
26. *Miller, L.G. and Kaspar, C.W.*: *Escherichia coli* O157:H7 acid tolerance and survival in apple cider. *J. Food Prot.* **57**, 460–464 (1994).

27. Semanchek, J.J. and Golden, D.A.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during fermentation of apple cider. *J. Food Prot.* **59**, 1256–1259 (1996).
28. Glynn, K., Cody, S., Cairns, L., Alexander, R., Fyfe, M., Samadpour, M., Lewis, J., Swaminathan, B., Abbott, S., Hoffman, R., Kobayashi, J., Vugia, D. and Griffin, P.: International outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with unpasteurized commercial apple juice. 3rd Int. Symp. Workshop on Shiga Toxin (Verocytotoxin)-Producing *Escherichia coli* Infections, June 22–26, 1997, Baltimore, USA, Book of Abstracts, 9 (1997).
29. Tichaczek, P.S., Gollnik, G. und Müller, A.A.C.E.: Überlebensfähigkeit von *Escherichia coli* O157, *Salmonella enteritidis* und *Staphylococcus aureus* in experimentell kontaminierten Eierlikör mit einem Ethanolgehalt von 14 Vol.-% und 20 Vol.-% bei einer Lagerung bei Raumtemperatur bzw. + 4 °C. *Archiv Lebensmittelhyg.* **48**, 7–10 (1997).
30. Benjamin, M.M. and Datta, A.R.: Acid tolerance of enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microbiol.* **61**, 1669–1672 (1995).
31. Maule, A.: The survival of *Escherichia coli* O157 in model ecosystems and on surfaces. 3rd Int. Symp. Workshop on Shiga Toxin (Verocytotoxin)-Producing *Escherichia coli* Infections, June 22–26, 1997, Baltimore, USA, Book of Abstracts, 38 (1997).

Direktor und Professor  
Dr. Dr. Manfred Gareis  
Institut für Mikrobiologie und Toxikologie  
Bundesanstalt für Fleischforschung  
E.-C.-Baumann-Strasse 20  
D-95326 Kulmbach