

# BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
und andere Formen nachhaltiger  
Landwirtschaft



## SafeSalads - Qualität und Sicherheit in der Produktionskette biologisch produzierter Fertigsalate

### STECKBRIEF

Das Projekt sollte an einem Fallbeispiel aus der Praxis zeigen, ob ein Risiko für eine bakterielle Kontamination bei der biologischen Produktion von Rohware für Fertigsalate besteht.

Es sollte weiterhin aufzeigen, an welchen Stellen in der Produktionskette eine Kontamination auftreten kann, wie sich eventuelle Kontaminationen im Lauf der Produktionskette verändern und ob sich Kontaminationen durch Kulturmaßnahmen verhindern bzw. reduzieren lassen.

Zusätzlich sollte geprüft werden, inwieweit in der Verarbeitung der Rohware zu Schnittsalat Einfluss auf die Keimzahlen genommen werden kann.

### HINTERGRUND

Die Produktsicherheit roh verzehrter Lebensmittel ist nach dem EHEC-Ausbruch im Jahr 2011 von größtem öffentlichem Interesse. Zur bakteriellen Kontamination in Produktionsketten von Gemüse sind aber nur wenige Informationen vorhanden. Jeder neue Fall von kontaminierten Produkten führt daher in der Öffentlichkeit zur Verunsicherung, wodurch Anbaubetriebe innerhalb von Tagen mit großen Absatzproblemen und existenzieller Bedrohung konfrontiert sind.

Mit der vorliegenden Fallstudie sollten belastbare Informationen über die mikrobiologische Qualität in der biologischen Produktion von Salaten gesammelt werden, u.a. Risiken durch Kontamination zu minimieren.

### PROJEKTKONZEPT

In einem biologisch produzierenden Gemüsebaubetrieb bei Hannover wurden verschiedene Versuchsvarianten von Eisberg- und Eichblattsalat sowie Rucola und Mangold zur Weiterverarbeitung zu Fertigsalaten angebaut. Als kulturtechnische Maßnahmen, die eine Kontamination setzen bzw. beeinflussen könnten, wurden verschiedene Dünger (Hühnertrockenkot/Haarmehlpellets), Bewässerungsquellen (Leitungswasser/Brunnenwasser/Teichwasser), Bewässerungstechniken (Über-Kopf Bewässerung/Tropfbewässerung) und Bodenbedeckungen (unbedeckt/Mulchfolienauflage) getestet. Die Materialien, die in die Produktionskette einfließen, wurden mikrobiologisch auf die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ), Enterobakterien gesamt, Salmonellen, *Escherichia (E.) coli*, Coliforme, *Listeria spp.*, *Listeria (L.) monocytogenes* sowie Enterokokken

untersucht. Dies geschah auch zu verschiedenen Zeitpunkten mit Boden- und Pflanzenmaterial aus den Feldversuchen.

Rohware wurde zum Projektpartner nach Hohenheim geschickt, um dort die Entwicklung von Keimzahlen bei der Verarbeitung (Waschen/Schneiden/Lagerung) zu verfolgen und um zu prüfen, ob und mit welchen Maßnahmen (Anwendung warmen Wassers und von Waschwasseradditiven/UV-C-Bestrahlung des Waschwassers und Wasserstrahlschneiden) eine Kontamination verringert werden kann.

Beim Projektpartner in Schweden wurden, neben den bakteriellen Untersuchungen des Materials aus den Feldversuchen, Internalisierungsversuche im Gewächshaus mit einem apathogenen *E. coli* O157:H7 Stamm E81186 durchgeführt um zu prüfen, ob Bakterien in das Pflanzengewebe eindringen können. Das Eindringen von Bakterien in das Pflanzengewebe würde für roh verzehrtes Gemüse eine deutlich stärkere Gefährdung für die Konsumenten darstellen.

### ERGEBNISSE

#### Rohwarenproduktion

Die deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) hat zur Beurteilung der mikrobiologischen Qualität verschiedener Lebensmittel Richt- und Warnwerte für bestimmte Leitkeime veröffentlicht. Die aerobe mesophile Koloniezahl lag an manchen Probenahmen für Eisbergsalat, Rucola und Mangold im Bereich des Richtwertes. Wie auf Eichblattsalat, befanden sich die Werte ansonsten unterhalb des besagten Schwellenwertes. Während die vereinzelt gefundenen positiven Proben für *L. monocytogenes* immer nahe dem Warnwert lagen (die Nachweisgrenze entspricht in etwa dem Warnwert), wurde für *E. coli* nur für vier Proben eine dem Warnwert entsprechende bzw. höhere Kontamination gefunden. Die in dieser Studie ermittelten hohen Kontaminationen mit *Salmonella spp.* wurden nicht weiter verifiziert und sind daher mit größter Vorsicht und nur als vorläufig zu betrachten.

Zum Erntezeitpunkt lagen die Keimzahlen aller Versuchsvarianten und Kulturen unterhalb der Richt- und Warnwerte und waren somit mikrobiologisch unbedenklich.

Die geprüften Maßnahmen einer Kontaminationsvermeidung wie Tropfbewässerung und Mulchabdeckung zeigten leider keine systematischen und somit belastbaren Effekte. Veränderungen der Keimzahlen innerhalb der Wachstumsperiode konnten auch nicht durchgängig klimatischen Ursachen (Temperatur, Niederschlag) zugeordnet werden. Ursache hierfür ist wahrscheinlich die niedrige Fallzahl an Kontaminationen und die Vielzahl möglicher weiterer nicht quantifizierter Einflussfaktoren auf das Wachstum von Bakterien.

### Internalisierung

Mangold: In nicht geschädigten Blättern wurden Bakterien in interzellulären Räumen und Vakuolen in einer Tiefe bis zu 35 µm gefunden. In abiotisch geschädigten Blättern wurden Mikrokolonien visualisiert, die sich in Kavitäten in Tiefen bis zu 40 µm befanden. Biotisch geschädigte Blätter enthielten *E. coli* O157:H7, welche sich entlang interzellulärer Kavitäten befanden.

Rucola: Im Gegensatz zu Mangold konnte *E. coli* O157:H7 auch mit einer der Mikroskopie vorangegangener Oberflächendekontamination visualisiert werden. In nicht geschädigten Blättern wurden einzelne Bakterien in Tiefen bis zu 20 µm gefunden. Abiotisch geschädigte Blätter zeigten Kavitäten, in denen sich Kolonien mit bis zu über 100 Bakterien in einer Tiefe bis zu 20 µm aufhielten. In biotisch geschädigten Blättern wurden Bakterien in inter- und intrazellulären Räumen in Tiefen bis zu 25 µm gefunden.

### Verarbeitung

Durch die Anwendung von warmem Wasser (45 °C, 120 s) vor oder nach dem Schneiden des Salates, konnte der mikrobielle Status der verzehrfertigen Produkte gegenüber kaltgewaschen Salaten signifikant verbessert werden, was sich positiv auf die mikrobielle Sicherheit und die Haltbarkeit auswirkte. Aufgrund des besseren Kontaktes der Blattoberfläche mit dem Wasser beim Waschen von geschnittenem Salat erwies sich das Waschen nach dem Schneiden als effizientere Methode zur Reduktion des Keimgehaltes. Durch Kombination aus Vor- und Nachwaschschritt könnte jedoch eine zusätzliche Verbesserung der Produktqualität erzielt werden. Durch Hemmung der Phenylalanin-Ammonium-Lyase (PAL)-Aktivität konnten zudem unerwünschte Bräunungsreaktionen an den Schnittkanten der Salate deutlich reduziert werden.

Die Anwendung eines phenolischen Extraktes aus grünem Tee bewirkte unabhängig der eingesetzten Konzentrationen (0,0-0,5% [m/v]) weder beim verzehrfertigen Salatprodukt noch im Waschwasser eine Reduktion der mikrobiologischen Belastung. Auch die sensorischen Eigenschaften der Produkte konnten durch den Grüntee-Extrakt nicht verbessert werden.

Die mit der Ultra-Hochdruck-Wasserstrahlschneidetechnologie (2500 bar; 0,1 mm Düsendurchmesser) geschnittenen Salate wiesen eine mit dem herkömmlichen Messerschneiden vergleichbare Schnittqualität auf. Da bei der kommerziellen Salatverarbeitung das Stumpfwerden

und Schleifen der Messer durch Fachpersonal erhebliche Standzeiten und Kosten verursacht, könnte die vergleichsweise wartungsarme Wasserstrahlschneidetechnologie insbesondere in großen Betrieben, in denen eine gleichbleibenden Schnittgüte hohe Priorität hat, eine Alternative zum Messerschneiden darstellen.

Die Behandlung des Prozesswassers mit UV-C Strahlung ermöglichte bei der Salatverarbeitung von hochbelastetem Eisberg- oder Endivien-salat eine Reduktion der Gesamtkeimzahlen im Waschwasser um ca. 2 logarithmische Einheiten. Der mikrobielle Status des Prozesswassers konnte somit gegenüber einer Verarbeitungsvariante ohne UV-C Behandlung signifikant verbessert werden, was die Gefahr von Kreuzkontaminationen deutlich verringert. Da das UV-C behandelte Wasser recycelt werden kann, könnte somit auch der Verbrauch an Frischwasser reduziert werden.

### **FAZIT**

Die Ergebnisse dieser Fallstudie können nicht für alle Produktionsumgebungen und -situationen verallgemeinert werden. Eine bakterielle Kontamination kann aus unterschiedlichsten Quellen herrühren, z.B. auch durch Mitarbeiter/innen verursacht werden.

In keiner der Anbauvarianten wies die Rohware zur Ernte eine kritische bakterielle Kontamination auf. Maßnahmen einer Kontaminationsvermeidung wie Tropfbewässerung und Mulchabdeckung zeigten keine systematischen Effekte. Veränderungen der mikrobiologischen Belastung der Pflanzen während des Anbaus war nicht durch klimatische Faktoren zu erklären.

Da sich die Möglichkeit einer Internalisierung von *E.coli* bestätigte, müssen vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung einer Kontamination hohe Priorität erhalten.

Die mit den EG-Rechtsvorschriften für den ökologischen Landbau konformen Prozessverfahren des Warmwasserwaschens und der UV-C Bestrahlung des Waschwassers können die physiologischen Eigenschaften und den mikrobiologischen Status der Produkte und des Waschwassers verbessern und als Alternative zu chemischen Desinfektionsmitteln (z.B. Chlor) eingesetzt werden. Die Ultra-Hochdruck-Wasserstrahlschneidetechnologie ist eine gute Alternative zu herkömmlichen Bandschneiderverfahren. Die Anwendung eines phenolischen Extraktes aus grünem Tee erbrachte keine Reduktion der mikrobiologischen Belastung.

### **Empfehlungen für die Praxis**

Obwohl die agronomischen Maßnahmen wie Tropfbewässerung und Mulchaufgabe keine belastbaren positiven Effekte auf die Reduzierung bzw. Vermeidung einer bakteriellen Kontamination zeigten, sollten insbesondere vor dem Hintergrund einer möglichen Internalisierung von pathogenen *E. coli* in der gesamten Produktionskette Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationen durchgeführt werden. Alle mit dem Produkt in Kontakt kommenden Produktionsmittel sollten innerhalb der gesetzlich festgelegten mikrobiellen Anforderungen liegen. Hierbei sind auch die hier nicht untersuchten Risiken durch menschliche Kontamination zu beachten.

In der Verarbeitung zu Fertigsalaten ist der Verzicht auf chemische Desinfektionsmittel durch UV-C Bestrahlung des Waschwassers möglich. Der Einsatz der Ultra-Hochdruck-Wasserstrahlschneidetechnologie ist zu empfehlen.

### **Projektbeteiligte**

Prof. Dr. H. Stützel, Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauische Produktionssysteme, Abtlg. Systemmodellierung Gemüsebau  
Prof. Dr. rer. nat. Dr. h.c. R. Carle, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, Lehrstuhl Lebensmittel pflanzlicher Herkunft  
Prof. Dr. Beatrix Wächter Alsanus, Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Biosystems & Technology, Microbial Horticultur Lab

### **Kontakt**

Für weitere Informationen zum Projekt, evtl. benötigtes Bildmaterial wenden Sie sich bitte an: Prof. Dr. H. Stützel, Tel. 0511-7622634, mail: stuetzel@gem.uni-hannover.de

Eine ausführliche Darstellung der Projektergebnisse finden Sie unter [www.bojn.de/forschungsmanagement/projektliste](http://www.bojn.de/forschungsmanagement/projektliste) & [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org), FKZ 28110E097 und 28110E12128

### **Impressum**

Prof. Dr. H. Stützel, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauische Produktionssysteme, Abteilung Systemmodellierung Gemüsebau, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover