

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

Arch Lebensmittelhyg 72,
180–184 (2021)
DOI 10.2376/0003-925X-72-180

© M. & H. Schaper GmbH & Co.
ISSN 0003-925X

Korrespondenzadresse:
bettina.marihart@bmlv.gv.at

¹⁾ Österreichisches Bundesheer, Kommando Streitkräftebasis, Militärisches Gesundheitswesen;²⁾ Abteilung für Hygiene und Technologie von Lebensmitteln, Institut für Lebensmittel- sicherheit, Lebensmitteltechnologie und Öffentliches Gesundheitswesen, Veterinärmedizi- nische Universität Wien, Österreich

Mikrobiologische Beschaffenheit von Salatzubereitungen aus Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung des Österreichischen Bundesheeres

Microbiological condition of salads in canteens of the Austrian Armed Forces

Bettina Marihart¹⁾, Peter Paulsen²⁾, Andrea Pauker²⁾

Zusammenfassung

Wir untersuchten die mikrobiologische Beschaffenheit von 25 Salaten (9 Convenience Produkte, 15 in den Großküchen hergestellte Salate und eine Probe vorgeschnittene Salatblätter) die in Salatbars zur Selbstbedienung angeboten wurden. Zum Zeitpunkt der Probenahme war die Salattemperatur <10 °C und entsprach damit nationalen Empfehlungen. *Salmonella* sp. wurde in keiner Probe nachgewiesen, die Gehalte an *Listeria monocytogenes* und *E. coli* waren <2 bzw. <1 log₁₀ kbE/g. Enterobacteriaceenkonzentrationen >3 log₁₀ kbE/g wurden in 4 Proben nachgewiesen (3 in den Küchen hergestellte Salate und der vorgeschnittene Blattsalat). Bei 2/25 Proben waren die Konzentrationen von koagulase-positiven Staphylokokken >2 log₁₀ kbE/g. Convenience Produkte wiesen niedrigere pH-Werte auf als in den Küchen hergestellte Salate (Medianwerte 4,01 bzw. 4,45). Die Auswirkung einer durch das Personal verursachten Kontamination der Salate während Herstellung bzw. Portionierung gefolgt von fehlerhafter Lagerung (15 °C) während der Ausgabezeit (3 Std.) wurde bei 15 Salaten untersucht. Die Kontaminanten *E. coli* (ATCC 11303, NCTC 9001) und *Staphylococcus aureus* (ATCC 33862, NCTC 6751) konnten sich in dieser Zeit nicht vermehren, bei *E. coli* war in 6/15 Salaten eine Keimzahlreduktion nachweisbar. Für das Ausbleiben des Bakterienwachstums waren die Temperaturumstellung von 37 °C auf 15 °C, der niedrige pH (3,63–4,42) und die kurze Dauer sicher entscheidend.

Keywords: verzehrfertige Lebensmittel, Salat, pH, Mikrobiologie, erhöhte Lagerungstemperatur

Summary

We examined the microbiological condition of 25 salads (9 convenience products, 15 salads prepared in the canteens' kitchens, 1 sample precut salad leaves) displayed in chilled self-service cabinets in 7 army canteens. Upon sampling, temperature was <10 °C and, thus, compliant with national guidelines. *Salmonella* sp. was not detected in any sample, counts of *Listeria monocytogenes* and *E. coli* were consistently <2 and <1 log cfu/g, respectively. Enterobacteriaceae counts >3 log cfu/g were found in 4 samples (3 salads prepared in the canteens kitchen's and the precut salad leaves). In 2/25 samples, counts of coagulase-positive staphylococci were >2 log cfu/g. The pH in convenience products was lower than in kitchen-made salads (median 4.01 vs. 4.45). We simulated a contamination of salads by workers during salad preparation/portioning and subsequent storage at mild temperature abuse conditions (15 °C) in 15 salads during display shelf life of 3 hrs. The contaminants (*E. coli* ATCC 11303, NCTC 9001 and *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, NCTC 6751) did not multiply in this period; in fact, numbers of *E. coli* decreased in 6/15 samples. The temperature shift from 37 °C to 15 °C, the low pH (3.63–4.42) and the short time period most likely contributed to non-growth of the bacteria.

Keywords: ready-to-eat foods, salad, pH, microbiology, mild temperature abuse

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

Einleitung

Die Zubereitung der Verpflegung für verpflichtete und berechtigte KostteilnehmerInnen des Österreichischen Bundesheeres erfolgt in militärischen Verpflegseinrichtungen (Kantinen) durch zivile und militärische KüchenmitarbeiterInnen. Es werden Rohstoffe zugekauft und bis zum Endprodukt verarbeitet, aber auch Convenience-Produkte bezogen und ausgegeben.

Neben der baulichen Gestaltung, Geräteausstattung und logistischen Anforderung zur Einhaltung der Kühlkette stellt die Lebensmittelkontrolle ein wesentliches Instrument dar, um die Lebensmittelsicherheit für die SoldatInnen und MitarbeiterInnen zu gewährleisten. Diese Aufgabe obliegt dem militärischen Veterinärdienst, der die Betriebs- bzw. Großküchen regelmäßig auditiert und die Einhaltung der lebensmittelrechtlichen Vorgaben überwacht.

Eine beliebte Speisenkomponente bei der Zusammensetzung der Menüs sind Salate, welche als Fertigprodukt zugekauft oder in den militärischen Verpflegseinrichtungen von den KüchenmitarbeiterInnen selbst zubereitet werden. Die Salate werden marinierter oder unmarinierter im Kühlbuffet (Salatbar) zur Selbstbedienung bereitgehalten. Lebensmittelhygienisch relevant sind dabei die Einhaltung der risikobasierten Vorgaben von Temperatur, Zeit, pH-Wert sowie Vorkehrungen, welche eine Verunreinigung der Komponenten verhindern bzw. minimieren (wie Hauchschutzelemente, regelmäßiges Austauschen der Entnahmestäcke).

Ebenso ist während der Manipulation der Rohstoffe ein sorgfältiger hygienischer Umgang unerlässlich. Entsprechende Waschgänge von frischen und rohen Lebensmitteln, Händehygiene sowie regelmäßige Zwischenreinigung von Arbeitsplätzen und saubere Gerätschaften sind erforderlich, um die Keimbelastung der Salate nach Fertigstellung möglichst gering zu halten. Insbesondere Gewürze und frische Kräuter können bei nachträglicher Zumischung eine zusätzliche mikrobielle Belastung bedingen und mitunter eine Quelle für pathogene Keime darstellen (Kneifel und Berger, 1994; Little et al., 2003; Van Doren et al., 2013; Gurtler und Keller, 2019; Mathot et al., 2020).

Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche infolge Salatverzehrs sind in der Fachliteratur beschrieben (Roels et al., 1998; Salamina et al., 1996; Gaulin et al., 2002; Marder et al.; 2014; MacDonald et al., 2016; Söderquist et al., 2016; Gobin et al., 2018; Self et al., 2019). Im Österreichischen Bundesheer wurden bislang keine lebensmittelbedingten Erkrankungen dem Verzehr von Salaten zugeschrieben. Dies wird zum Teil auf die strengen Hygienevorgaben hinsichtlich Kühlung, pH-Wert und insbesondere kurzen Speiseausgabezeiten zurückgeführt, wodurch für bakterielle Kontaminanten eine Vermehrung verzögert bzw. unterbunden wird. Wie auch in anderen Armeen (Dreßler, 1997; Hunziker, 2016; Hunziker und Stephan, 2016) wird auch im Österreichischen Bundesheer die Gute-Hygiene-Praxis (ÖBH, 2007) durch Produktuntersuchungen ergänzt (Schuen et al., 2020).

Die Hygiene-Leitlinie für Gemeinschaftsverpflegung des BMGF (2017) empfiehlt, eine Lagerzeit von 3 Stunden und eine Lagertemperatur von max. 8 °C in den Kühlbüffets nach Möglichkeit nicht zu überschreiten. Frisch produzierte Salate können zum unmittelbaren Verzehr direkt zur Ausspeisung gebracht werden, sofern ein pH-Wert von <4,5 ge-

währleistet wird. Aufgrund der kurzen Ausgabezeiten von nicht mehr als 3 Stunden und des niedrigen pH-Wertes wird im Österreichischen Bundesheer eine Kühltemperatur von bis zu 10 °C in den Salatbars toleriert (ÖBH, 2021), weil erfahrungsgemäß zu kalte Salate von den KostteilnehmerInnen nur ungern ausgewählt werden. Diese Temperaturgrenze wird auch in der nationalen Leitlinie für Einzelhandelsunternehmen (BMG, 2015) empfohlen. Am Ende des Produktionstages sind nicht konsumierte Salate jedenfalls zu entsorgen.

Die vorliegende Untersuchung dient dazu, die mikrobielle Beschaffenheit von fertigen und selbst zubereiteten Salaten aus Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung des Österreichischen Bundesheeres festzustellen. Darüber hinaus wurde untersucht, ob die Bereithaltung von Salaten bei fehlerhafter hoher Temperatur (15 °C) hinsichtlich bestimmter Bakterien ein Lebensmittelsicherheitsrisiko für die KostteilnehmerInnen darstellen kann.

Material und Methoden

Untersucht wurden 25 Salate aus 7 Verpflegseinrichtungen (Kantinen) des Österreichischen Bundesheeres in Wien. Die Salate wurden in Salatbars bei max. 10 °C für max. 3 Stunden zur freien Entnahme angeboten. Es handelte sich dabei um Fertigprodukte (n = 9), selbst zubereitete Salate (n = 15) und eine Probe Blattsalat, geschnitten, vorverpackt. Zum Zeitpunkt der Probenahme wurden Produkttemperatur und der pH-Wert mittels Messstreifen gemessen; die mikrobiologischen Untersuchungen und die pH-Messung mittels Einstabmesskette erfolgten im Labor. Zur Bewertung der Ergebnisse wurden die Lebensmittelsicherheitskriterien für verzehrfertige Produkte (VO(EG) Nr. 2073/2005) und die DGHM-Richtwerte für Feinkostsalate (Tab. 1) bzw. für Mischsalate (für den Blattsalat bzw. für den Parameter Schimmelpilze) nach Klein und Schütze (2011) herangezogen.

Bei allen 25 Produkten erfolgte nach Anlegen einer dezimalen Verdünnungsreihe in Kochsalz-Pepton-Lösung (Oxoid, Basingstoke, UK) eine kulturelle Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl, sowie von Enterobacteriaceen, *E. coli*, Milchsäurebakterien, koagulasepositiven Staphylokokken, Hefen und Schimmelpilzen und von *Listeria monocytogenes*. Weiters wurden Anreicherungskulturen (25 g) auf *Salmonella* sp. und *Listeria* sp. angelegt und der pH-Wert der Probe bestimmt (Tab. 2).

Der Einfluss fehlerhafter Lagerbedingungen von bei der Speiseausgabe mikrobiell kontaminierten Salaten wurde bei 15 Salaten untersucht. Dazu wurden je Salat 7 Teilstücke hergestellt. Sechs davon wurden mit Übernacht-

TABELLE 1: Mikrobiologische Kriterien für Feinkost- und Mischsalate (DGHM, zit. nach Klein und Schütze, 2011).

Parameter	Feinkostsalate		Mischsalate	
	Richtwert	Warnwert	Richtwert	Warnwert
<i>Salmonella</i> sp.		n.n. in 25 g		n.n. in 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>		1,0 x 10 ²		1,0 x 10 ²
aerobe mesophile Keimzahl	1,0 x 10 ⁶		5,0 x 10 ⁷	
Enterobacteriaceae	1,0 x 10 ³	1,0 x 10 ⁴		
<i>E. coli</i>	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ³	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ³
Hefen	1,0 x 10 ⁵		1,0 x 10 ⁵	
Milchsäurebakterien	1,0 x 10 ⁶			
koagulasepositive Staphylokokken	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ³		
Schimmelpilze			1,0 x 10 ³	1,0 x 10 ⁴

Angaben in kB/g bzw. nicht nachweisbar (n.n.)

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

TABELLE 2: Übersicht zu den Untersuchungsmethoden.

Parameter	Methode
Aerobe mesophile Keimzahl	Plate-Count Agar (Merck, Darmstadt, D), Spatelverfahren, 72 Std. Bebrütung bei 30 °C
<i>Enterobacteriaceen</i>	Violettrot-Galle-Glucose Agar (Merck, Darmstadt, D), Spatelverfahren, 24 Std. Bebrütung bei 37 °C
<i>E. coli</i>	Coli-ID Agar (bioMerieux, Marcy l'Etoile, F), Plattengussverfahren, 24 Std. Bebrütung bei 37 °C
Koagulasepositive Staphylokokken	Baird-Parker Agar (Oxoid, Basingstoke, UK), Spatelverfahren, 48 Std. Bebrütung bei 37 °C
Milchsäurebakterien	MRS-Agar (Merck), Spatelverfahren, 72 Std. Bebrütung bei 30 °C
Hefen und Schimmelpilze	Würze-Agar (Merck), Spatelverfahren, 72–120 Std. Bebrütung bei 25 °C
<i>Listeria</i> sp., quantitativ	OCLA (Oxoid), Spatelverfahren, 48 Std. Bebrütung bei 37 °C
<i>Listeria</i> sp., qualitativ	Anreicherung und Antigennachweis (VIDAS LDUO, bioMerieux, Marcy l'Etoile, F)
<i>Salmonella</i> sp., qualitativ	Anreicherung und Antigennachweis (VIDAS SLM, bioMerieux)
pH-Wert	elektrometrisch (Einstichelektrode BlueLine 21pH, Schott, Mainz, D)

kulturen (Schuen et al., 2020) von je 2 Isolaten von *E. coli* (ATCC 11303 und NCTC 9001) und *Staphylococcus aureus* (ATCC 33862 und NCTC 6751) mit einer Zielkonzentration von $4 \log_{10}$ kbE/g kontaminiert, die siebte blieb unbeimpft als Kontrolle. Drei inkulizierte Teilproben wurden sofort mikrobiologisch untersucht (*E. coli* und *Staph. aureus* auf Selektivmedien und die aerobe mesophile Keimzahl). Die übrigen 4 Teilproben (3 x inkuliert und eine Kontrollprobe) wurden nun in Plastikbeutel ohne Vakuum eingeschweißt und dann 3 Std. bei 15 °C (Wasserbad) gelagert und danach mikrobiologisch untersucht. Simuliert wurde damit ein fehlerhafter Zustand verursacht durch eine vom Personal gesetzte Kontamination bei der Salatbereitung kombiniert mit zu hoher Lagerungstemperatur. Die \log_{10} -transformierten Keimzahlen vor und nach der Lagerung wurden mittels t-Test verglichen ($p<0,05$).

Ergebnisse und Diskussion

Salate aus Salatbars

Die Temperatur der Salate in den Salatbars war immer unter 10 °C. *Salmonella* sp. wurde in keiner der 25 Proben nachgewiesen. Die Gehalte von *Listeria monocytogenes* waren bei allen Proben <100 kbE/g und bei 24/25 Proben war *L. monocytogenes* auch in Anreicherungskulturen von 25 g Probenanteilen nicht nachweisbar. Da die Salate eine „Haltbarkeit“ von 3 Stunden aufwiesen, war das Kriterium <100 kbE/g ausreichend (VO (EG) Nr. 2073/2005). Bei der Probe mit *Listeria monocytogenes*-Nachweis in 25 g handelte es sich um Wurst-Käse-Salat. Bei zwei Nachbeprobungen (selbe Küche, selbe Salatart) war *Listeria monocytogenes* nicht mehr nachweisbar. Listerien kommen ubiquitär vor und können selbst unter Kühlraumtemperaturen wachsen. Insofern ist bei der Lagerung von vorverpackten Salaten besonders sorgfältig vorzugehen, da diese mit Listerien verunreinigt sein können (Sagoo et al., 2003; Evans und Redmond, 2014; Söderquist et al., 2016, 2017b). Alle 25 Salate entsprachen den Lebensmittelsicherheitskriterien der VO (EG) Nr. 2073/2005.

Die Konzentrationen von *E. coli* waren bei allen Proben $<1 \log_{10}$ kbE/g und damit unter dem DGHM-Richtwert von $2 \log_{10}$ kbE/g. Die Gehalte an Schimmelpilzen und Hefen waren in 25/25 bzw. 23/25 Proben unter der Nachweisgrenze von $<2 \log_{10}$ kbE/g. Die DGHM-Richtwerte für Schimmelpilze ($3 \log_{10}$ kbE/g) und Hefen ($5 \log_{10}$ kbE/g)

wurden bei keiner Probe überschritten. Hefen sind Verderbskeime (Weber, 2010), der geringe Gehalt in den Salatproben lässt auch auf die Frische der Zutaten schließen.

In 2 Proben (Schwarzwurzelsalat: $2,3 \log_{10}$ kbE/g; Karotten-Rahm-Salat: $2,9 \log_{10}$ kbE/g) war die Konzentration von koagulasepositiven Staphylokokken über dem Richtwert von $2 \log_{10}$ kbE/g. Vier der 25 Proben zeigten erhöhte Werte von *Enterobacteriaceen* (Blattsalat $>5,5$; Nudel-Wurstsalat 5,1; Couscous-Salat 3,8; Wurst-Käse-Salat $3,2 \log_{10}$ kbE/g) (DGHM-Richtwert $3 \log_{10}$ kbE/g). Der erhöhte Gehalt an *Enterobacteriaceen* kann sich aufgrund der verschiedenen Zutaten ergeben, aber auch auf mangelnde Hygiene bei der Salatzubereitung zurückzuführen sein. Manche Gemüsesorten sind mit einer natürlichen Gram-negativen Keimflora aus *Enterobacteriaceen* und *Pseudomonas* sp. belastet (Söderquist et al., 2017a; Tatsika et al., 2019) und Keimzahlen bis $8 \log_{10}$ kbE/g können durchaus erreicht werden (Sagoo et al., 2003). Vorgeschnittener Blattsalat bietet aufgrund seiner zahlreichen Schnittflächen und des Flüssigkeitsaustritts gute Wachstumsbedingungen für Mikroorganismen. Diese Keimgehalte können selbst durch mehrmalige Waschgänge mit reinem Wasser nicht immer reduziert werden (Luo et al., 2010; Söderquist et al., 2017a, b; Bencardino et al., 2018; Tatsika et al., 2019). Koordinierte Arbeitsabläufe, saubere Arbeitsgeräte und Händehygiene während der Zubereitung sowie Abdeckung und Kühlung der fertigen Salate helfen, die Zahl an *Enterobacteriaceen* so niedrig wie möglich zu halten.

Die aerobe mesophile Keimzahl war bei 7 Salaten zwischen $6,0$ – $7,7 \log_{10}$ kbE/g und damit über dem DGHM-Richtwert von $6 \log_{10}$ kbE/g. Blattsalat war mit $6,3 \log_{10}$ kbE/g unterhalb des DGHM-Richtwertes für Mischsalate ($7 \log_{10}$ kbE/g). Bei 6 unter Verwendung von Milchprodukten hergestellten Salatproben mit erhöhter aeroben mesophiler Keimzahl konnten gleichzeitig auch erhöhte Ergebnisse an Milchsäurebakterien ($6,1$ – $7,4 \log_{10}$ kbE/g) festgestellt werden (DGHM-Richtwert $6 \log_{10}$ kbE/g).

Die aeroben mesophilen Keimzahlen und Milchsäurebakterienzahlen sowie die pH-Werte (Median) waren bei den Fertigsalaten niedriger als bei den selbst zubereiteten Salaten (Tab. 3). Bei allen 9 fertig bezogenen Salaten, aber nur bei 8/15 der in den Küchen zubereiteten Salate waren die pH-Werte $<4,50$.

Simulation der Kontamination der Salate, gefolgt von fehlerhafter Lagerung

Bei den 15 Salatproben, welche mit Isolaten von *E. coli* und *Staph. aureus* inkuliert worden waren, kam es nach 3 Stunden Lagerzeit bei 15 °C zu keiner Keimvermehrung. Die Gehalte an *E. coli* waren bei 6/15 Proben nach Lagerung statistisch signifikant niedriger, wobei die durchschnittliche Reduktion in 4/6 Proben unter $0,5 \log_{10}$ betrug, in den beiden anderen Proben aber 1 – $1,8 \log_{10}$. Die Gehalte an *Staph. aureus* waren nur bei 2/15 Proben statistisch signifikant niedriger (Tab. 4). Die aeroben mesophilen Keimzahlen der sofort untersuchten Proben unterschieden sich nicht von jener der 3 Stunden bei 15 °C gelagerten Salate. In den Kontrollproben waren die Konzentrationen von *E. coli* und *Staph. aureus* immer unter $2 \log_{10}$ kbE/g.

Dass es zu keiner Vermehrung der inkulierten Bakterien kam, kann an der mesophilen Natur (Weber, 2010) der verwendeten Bakteriengenera liegen; es ist aber auch der niedrige pH-Wert der Salate (3,63–4,42) zu bedenken.

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

TABELLE 3: Übersicht zu den untersuchten 25 Salaten und Untersuchungsergebnisse.

Art*	Hauptzutaten	Versorgungseinrichtung	pH	Aerobe mesophile Keimzahlen, \log_{10} kbE/g	Enterobacteriaceen, \log_{10} kbE/g	<i>E. coli</i> , \log_{10} kbE/g	Kogulasepositive Staphylokokken, \log_{10} kbE/g	Milchsäurebakterien, \log_{10} kbE/g	Hefen, \log_{10} kbE/g	Schimmel, \log_{10} kbE/g
f	Kartoffeln, Rahm	1	4,01	6,4	<2	<1	2,9	7,4	<2	<2
f	Rote Rüben	1	3,86	2,6	<2	<1	<2	2,5	<2	<2
f	Weißkraut	2	3,93	3,1	<2	<1	<2	5,2	<2	<2
f	Kartoffeln, Zwiebeln (fertig)	3	4,05	3,5	<2	<1	<2	3,5	<2	<2
f	Gurken, Rahm	3	4,18	6,2	<2	<1	<2	6,1	2	<2
f	Fisolen	4	3,84	1,9	<2	<1	<2	1,9	<2	<2
f	Gurken mariniert	5	4,07	3,5	<2	<1	<2	3,3	<2	<2
f	Mais	5	4,01	2,9	<2	<1	<2	2,5	<2	<2
f	Käferbohnen	2	4,42	3,9	<2	<1	<2	4,0	3,6	<2
f	Median (n = 9)		4,01	3,3	<2	<1	<2	3,4	<2	<2
s	Karfiol (tiefgekühlt) gekocht, Essig	6	6,02	2,8	<2	<1	<2	2,5	<2	<2
s	Kartoffeln, Gurken, Zwiebeln	6	4,12	3,8	<2	<1	<2	3,5	<2	<2
s	Blattsalat, Zwiebeln, Radicchio, Tomaten, Brot, rotes Dressing	6	4,11	3,6	<2	<1	<2	3,2	<2	<2
s	Griechischer Salat	6	4,01	4,8	2	<1	<2	4,1	<2	<2
s	Wurstsalat, Käse, Joghurt	6	4,50	7,3	2	<1	<2	7,2	<2	<2
s	Tomaten	7	3,63	5,3	<2	<1	<2	1,9	<2	<2
s	Griechischer Salat	6	4,31	5,1	2	<1	<2	3,8	<2	<2
s	Kartoffeln, Zwiebeln	6	4,02	4,5	2	<1	<2	2,0	<2	<2
s	Wurst, Käse	6	4,52	7,8	3,2	<1	<2	7,2	<2	<2
s	Nudeln, Wurst	6	4,51	7,8	5,1	<1	<2	7,1	<2	<2
s	Couscous (unmariniert)	6	5,23	5,0	<2	<1	<2	2,8	<2	<2
s	Wurst, Käse	6	4,47	6,6	<2	<1	<2	6,8	<2	<2
s	Couscous (unmariniert)	6	5,41	5,5	3,8	<1	<2	4,0	<2	<2
s	Grüner Salat, Gurke, Yoghurt	6	4,61	4,8	<2	<1	<2	3,7	<2	<2
s	Schwarzwurzeln, Yoghurt	7	4,22	6,0	<2	<1	2,3	5,9	<2	<2
s	Median (n = 15)		4,45	5,1	<2	<1	<2	3,9	<2	<2
u	Blattsalat	4	-	6,3	>5,5	<1	<2	<2	<2	<2

f = Salat fertig und vorverpackt bezogen; s = Salat in der Küche aus verschiedenen Zutaten zubereitet; u = unbearbeitete, vorgewaschene und verpackte Salatblätter

Die Kontaminanten waren nicht kühlraum- oder säureadaptiert, weil in diesem Versuch eine Kontamination durch das Personal anlässlich der Speisenausgabe und -portionierung simuliert werden sollte. Dieses Kurzzeitszenario unterscheidet sich deutlich von Lagerversuchen mit mehreren Tagen, in denen je nach Produktart und untersuchten Bakterien Anstiege der Keimzahlen (Lindroth et al., 1985; Söderquist et al., 2016, 2017a, b; Marras et al., 2019; Bernardo et al., 2020; Tarlak et al., 2020; Umutoni et al., 2020) oder auch eine Reduktion feststellbar war (Luo et al., 2010). Der Milieuwechsel hin zu niedriger Temperatur und niedrigem pH-Wert bewirkt grundsätzlich einen „lag“ in der Bakterienvermehrung (www.combase.cc), sodass die Ergebnisse nicht unerwartet sind. Bei der Lagerung der untersuchten Produkte über 3 Std. bei 15 °C ergab sich kein mikrobiologisches Problem und es wären vielmehr die mikrobiologische Beschaffenheit der angelieferten Waren sowie Hygiene bei der Portionierung und ggf. Zubereitung von Bedeutung für die Sicherheit dieser verzehrfertigen Produkte. Zu beachten ist aber, dass dieser Lagerversuch mit sauren Salaten (pH < 4,5) durchgeführt wurde und dass vor Ort zubereitete Salate z. T. deutlich höhere pH-Werte aufwiesen.

Schlussfolgerung

Bei der Untersuchung von Salaten aus heerseigenen Kantine wiesen fertig bezogene Gemüsesalate (Convenience-Produkte; Gemüse ggf. mit Rahm; n = 9) durchschnittlich niedrigere pH-Werte, aeroobe mesophile Keimzahlen, Milchsäurebakterienzahlen und eine niedrigere Nachweisrate von Enterobacteriaceen auf als die in den Küchen selbst hergestellten Erzeugnisse (n = 15). Um zu entscheiden, ob die höheren Keimzahlen in den selbst hergestellten Salaten auf die Zutaten (u. A. Wurst und Milchprodukte) oder die Verarbeitungsvorgänge zurückzuführen sind, wären Stufenkontrollen nötig.

Darüber hinaus wurde bei einer ausgewählten Anzahl von Salatproben eine Kontamination (*E. coli* und *Staphylococcus aureus*) infolge von Hygienemängeln bei der Zubereitung/Portionierung simuliert. Bei zusätzlich vorgegebener fehlerhafter Lagertemperatur (15 °C) konnten sich die Kontaminanten innerhalb von 3 Stunden nicht vermehren. Ob hierbei der pH-Wert oder die Anpassung der mesophilen Kontaminanten an Temperaturänderungen oder eine Kombination beider Faktoren dafür verantwortlich waren, müsste in weiteren Arbeiten untersucht werden.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und der Autor erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literaturverzeichnis

Bencardino D, Vitali L.A, Petrelli D (2018): Microbiological evaluation of ready-to-eat iceberg lettuce during shelf-life and effectiveness of household washing methods. Ital J Food Saf 10: 6913.

TABELLE 4: Keimzahlen (\log_{10} kbE/g) in mit *E. coli* und *Staph. aureus* kontaminierten Salaten vor und nach Lagerung (3 Std., 15 °C).

Produkt	Art	<i>E. coli</i> (\log_{10} kbE/g), n = 3		<i>Staph. aureus</i> (\log_{10} kbE/g), n = 3		pH vor Lagerung
		sofort	nach 3 Std. 15 °C	sofort	nach 3 Std. 15 °C	
Tomatensalat	s	4,0 ± 0,4	3,0 ± 0,5	4,2 ± 0,0	4,1 ± 0,2	3,63
Tomatensalat	s	3,7 ± 0,0	3,7 ± 0,2	3,5 ± 0,0	2,9 ± 0,3	3,64
Schwarzwurzelsalat mit Yoghurt	s	3,8 ± 0,4	3,8 ± 0,2	4,2 ± 0,0	4,2 ± 0,0	4,22
Kartoffelsalat	s	3,5 ± 0,1	3,2 ± 0,2	4,1 ± 0,1	3,8 ± 0,3	4,05
Rote Rüben Salat	f	3,6 ± 0,0	3,3 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,86
Käferbohnen Salat	f	3,9 ± 0,0	3,7 ± 0,1	3,4 ± 0,1	3,4 ± 0,1	4,42
Krautsalat	f	3,7 ± 0,2	3,1 ± 0,4	3,3 ± 0,1	2,8 ± 0,2	3,93
Krautsalat	f	3,6 ± 0,1	3,0 ± 0,3	3,1 ± 0,1	2,0 ± 0,0	3,89
Gurken Rahm Salat	f	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,1	5,2 ± 0,1	5,1 ± 0,1	4,18
Karotten Rahm Salat	f	3,9 ± 0,1	3,6 ± 0,1	3,4 ± 0,2	3,4 ± 0,1	4,01
Fisolsalat	f	3,9 ± 0,1	3,5 ± 0,2	3,9 ± 0,0	3,7 ± 0,1	3,84
Gurken mariniert	f	3,9 ± 0,0	3,7 ± 0,0	3,5 ± 0,1	3,4 ± 0,1	4,07
Mais	f	3,8 ± 0,0	2,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	3,9 ± 0,0	4,01
Mais	f	3,8 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,6 ± 0,2	3,2 ± 0,2	4,03
Blattsalat	u	4,1 ± 0,0	4,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	4,01

Grau unterlegte Felder = statistisch signifikante Reduktion (p < 0,05); weißer Hintergrund = keine statistisch signifikante Änderung; f = Salat fertig und vorverpackt bezogen; s = Salat in der Küche aus verschiedenen Zutaten zubereitet; u = unbearbeitete, vorgewaschene und verpackte Salatblätter

The contents are protected by copyright. The distribution by unauthorized third parties is prohibited.

- Bernardo R, Barreto A, Nunes T, Henriques A (2020):** Estimating *Listeria monocytogenes* Growth in Ready-to-Eat Chicken Salad Using a Challenge Test for Quantitative Microbial Risk Assessment. *Risk Anal* 40: 2427–2441.
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit) (2015):** Leitlinie für eine gute Hygienepraxis und die Anwendung der Grundsätze des HACCP in Einzelhandelsunternehmen. BMGF-75210/0019/B/13/2015 vom 24.7.2015
- BMGF (Bundesministerium für Gesundheit und Frauen) (2017):** Hygiene-Leitlinie für Großküchen, Küchen des Gesundheitswesens und vergleichbare Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung. BMG-75210/0005-II/B/13/2011 vom 2.8.2011 i d F BMGF-75210/0001-II/B/13/2017 vom 6. Februar 2017.
- Dreßler U (1997):** Hygienische Gefahrenanalyse und Kontrollpunkte bei der Verarbeitung von Lebensmitteln tierischer Herkunft für die Kalte Küche in Großküchen der Bundeswehr. Berlin, Deutschland, Freie Universität Berlin, diss.
- Evans EW, Redmond E (2015):** Analysis of Older Adults' Domestic Kitchen Storage Practices in the United Kingdom: Identification of Risk Factors Associated with Listeriosis. *J Food Prot* 78: 738–745.
- Gaulin C, Viger Y, Fillion L (2002):** An outbreak of *Bacillus cereus* implicating a part-time caterer. *Can J Public Health* 93: 353–355.
- Gobin M, Hawker J, Cleary P, Inns T, Gardiner D, Mikhail A, McCormick J, Elson R, Ready D, Dallman T, Roddick I, Hall I, Willis C, Crook P, Godbole G, Tubin-Delic D, Oliver I (2018):** National outbreak of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 linked to mixed salad leaves, United Kingdom, 2016. *Euro Surveill* 23: 17–00197.
- Gurtler J, Keller S (2019):** Microbiological Safety of Dried Spices. *Annu Rev Food Sci Technol* 10: 409–427.
- Hunziker S (2016):** Untersuchungen zur mikrobiologischen Qualität von erhitzen Lebensmitteln aus Bataillonsküchen der Schweizer Armee. Zürich, Schweiz, University of Zurich, Vetsuisse Faculty, diss.
- Hunziker S, Stephan R (2016):** Untersuchungen zur mikrobiologischen Qualität von erhitzen Lebensmitteln aus Bataillonsküchen der Schweizer Armee. *J Food Saf Food Qual* 67: 96–100.
- Klein G, Schütze B (2011):** Handbuch der mikrobiologischen Beurteilung von Lebensmitteln. Behr's Verlag, Hamburg.
- Kneifel W, Berger E (1994):** Microbiological Criteria of Random Samples of Spices and Herbs Retailed on the Austrian Market. *J Food Prot* 57: 893–901.
- Little C, Omotoye R, Mitchell R (2003):** The microbiological quality of ready-to-eat food with added spices. *Int J Environ Health Res* 13: 31–42.
- Lindroth S, Korkeala H, Suihko M, Aalto M, Kuhmonen A, Penttilä P (1985):** Microbiological and Sensory Quality Changes in Cabbage Casserole and Mixed Vegetable Salad with Mayonnaise during Storage. *J Food Prot* 48(4): 292–299.
- Luo Y, He Q, McEvoy J (2010):** Effect of Storage Temperature and Duration on the Behavior of *Escherichia coli* O157:H7 on Packaged Fresh-Cut Salad Containing Romaine and Iceberg Lettuce. *J Food Sci* 75: M390–M397.
- MacDonald E, Einöder-Moreno M, Borgen K, Thorstensen Brandal L, Diab L, Fossli Ø, Herrador BG, Hassan AA, Johannessen GS, Johansen EJ, Jørgensen Kimo R, Lier T, Paulsen BL, Popescu R, Tokle Schytte C, Pettersen KS, Vold L, Ørmen Ø, Wester AL, Wiklund M, Nygård K (2016):** National outbreak of *Yersinia enterocolitica* infections in military and civilian populations associated with consumption of mixed salad, Norway 2014. *Euro Surveill* 21: 30321.
- Marder E, Garman K, Ingram L, Dunn J (2014):** Multistate outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 associated with bagged salad. *Foodborne Pathog Dis*: 593–595.
- Marras L, Carraro V, Sanna C, Sanna A, Inganni A, Coroneo V (2019):** Growth of *Listeria monocytogenes* in ready to eat salads at different storage temperatures and valuation of virulence genes expression. *Ann Ig* 31: 374–384.
- Mathot AG, Postollec F, Leguerinel I (2020):** Bacterial spores in spices and dried herbs: The risks for processed food. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2020: 1–23.
- ÖBH (Österreichisches Bundesheer) (2021):** Hygienerichtlinien für ortsfeste Verpflegseinrichtungen im ÖBH. In Veröffentlichung.
- Roels T, Wickus B, Bostrom H, Kazmierczak J, Nicholson M, Kurzynski T, Davis J (1998):** A foodborne outbreak of *Campylobacter jejuni* (O:33) infection associated with tuna salad: a rare strain in an unusual vehicle. *Epidemiol Infect* 121: 281–287.
- Sagoo SK, Little CL, Mitchell RT (2003):** Microbiological Quality of Open Ready-to-Eat Salad Vegetables: Effectiveness of Food Hygiene Training of Management. *J Food Prot* 66: 1581–1586.
- Salamina G, Donne E, Niccolini A, Poda G, Cesaroni D, Bucci M, Fini R, Maldini M, Schuchat A, Swaminathan B, Bibb W, Rocourt J, Binkin N, Salmaso S (1996):** A foodborne outbreak of gastroenteritis involving *Listeria monocytogenes*. *Epidemiol Infect* 117: 429–436.
- Schuen A, Hufnagel PT, Paulsen P, Smulders FJM (2020):** Zeit-Temperaturprofile in der Verpflegungslogistik des Österreichischen Bundesheeres und Bedeutung für die mikrobiologische Lebensmittelsicherheit. *J Food Saf Food Qual* 71: 32–37.
- Self JL, Conrad A, Stroika S, Jackson A, Whitlock L, Jackson K, Beal J, Wellman A, Fatica M, Bidol S, Huth P, Hamel M, Franklin K, Tscherter L, Kopko C, Kirsch P, Wise M, Basler C (2019):** Multistate Outbreak of Listeriosis Associated with Packaged Leafy Green Salads, United States and Canada, 2015–2016. *Emerg Infect Dis* 25: 1461–1468.
- Söderquist K, Lambertz ST, Vagsholm I, Boquist S (2016):** Foodborne Bacterial Pathogens in Retail Prepacked Ready-to-Eat Mixed Ingredients Salads. *J Food Prot* 79: 978–985.
- Söderquist K, Osman OA, Wolff C, Bertilsson S, Vagsholm I, Boquist S (2017a):** Emerging microbiota during cold storage and temperature abuse of ready-to-eat salad. *Infect Ecol Epidemiol* 7: 1328963.
- Söderquist K, Lambertz ST, Vagsholm I, Fernström L, Alsanus B, Mogren L, Boquist S (2017b):** Fate of *Listeria monocytogenes*, Pathogenic *Yersinia enterocolitica*, and *Escherichia coli* O157:H7 gfp+ in Ready-to-Eat Salad during Cold Storage: What Is the Risk to Consumers? *J Food Prot* 80: 204–212.
- Tarlak F, Johannessen G, Villegas I, Bolivar A, Posada-Izquierdo G, Perez-Rodriguez F (2020):** Modelling of the Behaviour of *Salmonella enterica* serovar Reading on Commercial Fresh-Cut Iceberg Lettuce Stored at Different Temperatures. *Foods* 9: 946.
- Tatsika S, Karamanolis K, Karayanni H, Genitsaris S (2019):** Metagenomic Characterization of Bacterial Communities on Ready-to-Eat Vegetables and Effects of Household washing on their Diversity and Composition. *Pathogens* 8: 37.
- Umutoni N, Jakobsen A, Mukhatov K, Thomassen G, Karlsen H, Mehli L (2020):** Occurrence, diversity and temperature-dependent growth kinetics of *Aeromonas* spp. in lettuce. *Int J Food Microbiol* 335: 108852.
- Van Doren J, Neil K, Gieraltowski L, Gould L, Gombas K (2013):** Foodborne illness outbreaks from microbial contaminants in spices, 1973–2010. *Food Microbiol* 36: 456–464.
- VO (EG) Nr. 2073/2005** der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel. Abl. L 338/1–25.
- Weber H (2010):** Mikrobiologie der Lebensmittel: Band 1: Grundlagen. Behr's Verlag, Hamburg.

Adresse der korrespondierenden Autorin:

Oberst-Veterinärin Dr.med.vet. Bettina Marihart
Österreichisches Bundesheer
Kommando Streitkräftebasis
Militärisches Gesundheitswesen
Kommandogebäude Heckenast-Burian
Schwenkgasse 47
1120 Wien
Österreich
bettina.marihart@bmlv.gv.at