Kröckel, L. (2015) Mitteilungsblatt Fleischforschung Kulmbach 54, Nr. 208, 59-65

Starter- und Schutzkulturen für sichere und standardisierte fermentierte Rohwürste

- nach einem Vortrag zur 4th International Summer School, des Instituts für Sicherheit und Qualität bei Fleisch –

L. Kröckel

Fermentierte Rohwürste enthalten lebende, mehr oder minder stoffwechselaktive Mikroorganismen unterschiedlicher Arten, deren Keimzahlen und Aktivitäten vom frischen Brät bis zum gereiften, verzehrsfertigen Produkt, und auch während der anschließenden Lagerung bis zum Genuss durch den Verbraucher, einem kontinuierlichen Wandel unterliegen. Einige dieser Mikroorganismen liefern erwünschte Beiträge zur Produktgenese und tragen zur Kontrolle und Verdrängung unerwünschter Mikroorganismen (Lebensmittelverderber, Pathogene) bei. Die mikrobielle Ökologie fermentierter Rohwürste wird von drei Faktorgruppen beeinflusst, die auf den Fermentationsprozess einwirken und die Art und Qualität der Würste bestimmen. Sie können als (i) endogene, (ii) exogene und (iii) implizite („stille") Faktoren zusammengefasst werden. Zu den endogenen Faktoren gehören die Zusammensetzung bzw. die Zutaten der Rezeptur, d. h. die Art des Fleisches (Schwein, Rind, Schaf, Geflügel, usw.), der Fettgehalt, Zucker, Gewürze, Salz und Zusatzstoffe (Nitrit, Nitrat, Ascorbat, Glutamat, Glucono-δ-lacton), die Partikelgröße, das Darmmaterial, das Kaliber, die physikalisch-chemische und mikrobielle Qualität des eingesetzten Fleisches (a_w- und pH-Wert, Keimzahlen) sowie die verwendeten Starterkulturen. Exogene Faktoren sind das Klima (Temperatur, relative Luftfeuchte, Luftstrom) und der Rauch. Zu den impliziten Faktoren zählen mikrobielle Interaktionen, etwa antagonistische Wechselwirkungen durch Bacteriocine und Wasserstoffperoxid, kompetitiver Ausschluss (Konkurrenz) und Bakteriophagen. Die impliziten Faktoren werden durch die endogenen Faktoren „Fleischqualität" und „Starterkulturen" beeinflusst (HAMMES, 2012).

Aus der industriellen Rohwurstproduktion sind Starter- und Schutzkulturen heute nicht mehr wegzudenken. Homofermentative Milchsäurebakterien (MSB) und Coagulase-negative Staphylokokken werden am häufigsten eingesetzt. Schnell säuernde MSB sorgen für die gewünschte Absenkung des pH-Wertes und hemmen die säuresensitive Verderbsflora, und Staphylokokken liefern mikrobielle Nitratreduktasen, die bei der Umrötung der Rohwurst (Bildung von Nitroso-Myoglobin) helfen, indem sie das aus der säurekatalysierten Disproportionierung von Nitrit (NO_2^-) zu Stickstoffmonoxid (NO) und Nitrat (NO_3^-) anfallende Nitrat wieder als Nitrit verfügbar machen.

Marktübliche Starter- und Schutzkulturen für fermentierte Rohwürste umfassen bestimmte MSB-Arten der Gattungen *Lactobacillus* und *Pediococcus* sowie Gram-positive, Katalase-positive Kokken der Gattungen *Staphylococcus* und *Kocuria*. Die Hefe *Debaryomyces hansenii* und der Edelschimmel *Penicillium nalgiovense* kommen bei luftgetrockneten und schimmelgereiften Produkten zum Einsatz und tragen wesentlich zum Aroma bei (Tab. 1).

Als „Fleischstarterkulturen" werden in der Literatur darüber hinaus noch einige weitere Mikroorganismen genannt, u. a. die MSB *Lactobacillus (L.) farciminis*, *L. alimentarius*, *Lactococcus lactis* und *Tetragenococcus halophilus*, die Staphylokokken *Staphylococcus (S.) vitulinus* und *S. equorum*, die Penicillien *Penicillium (P.) camemberti* und *P. chrysogenum* sowie die Hefe *Candida famata* (HAMMES, 2012). Für kurzgereifte Rohwürste werden MSB- und Staphylokokken-Starter häufig kombiniert. Es können aber, bei richtiger Auswahl und Kombination bestimmter *Lac-*

tobacillus-Arten, sensorisch ausgezeichnete Würste auch ohne die Zugabe von Staphylokokken hergestellt werden (HAMMES *et al.*, 1990). Bestimmte Stämme von *L. sakei* und *L. farciminis* zeigen eine Nitritreduktase-Aktivität, die zur Bildung von NO und N_2O führt und damit NO für die Umrötung bereitstellen kann. In Gegenwart von Häm zeigt *L. sakei* zusätzlich eine Katalase-Aktivität, die unerwünschtes Wasserstoffperoxid unschädlich machen kann.

Tab. 1: Verbreitete Starter- und Schutzkulturen für fermentierte Rohwürste

Lactobacillus *sakei* [1)] *curvatus* *plantarum* [2)] *paracasei* [3)]	*Staphylococcus* *carnosus* [4)] *xylosus*	*Debaryomyces* *hansenii*
Pediococcus *acidilactici* *pentosaceus*	*Kocuria* *varians*	*Penicillium* *nalgiovense*

[1)] ssp. carnosus; [2)] ssp. plantarum; [3)] ssp. paracasei; [4)] ssp. carnosus

Tab. 2: Weitere technologisch nützliche Mikroorganismen für den Einsatz bei Fleisch (BOURDICHON *et al.*, 2012)

Lactobacillus *alimentarius* *dextrinicus* *rhamnosus* *tucceti* *versmoldensis*	*Weissella* *hellenica* *paramesenteroides*	*Enterococcus* *faecalis* *faecium*	*Staphylococcus* *cohnii*
Micrococcus *lylyae*	*Kocuria* *rhizophila*	*Streptomyces* *griseus ssp. griseus*	*Penicillium* *solitum*

Ein rezenter Übersichtsartikel zu technologisch nützlichen Mikroorganismen bei Lebensmittelfermentationen (BOURDICHON *et al.*, 2012) nennt für den Einsatz bei Fleisch weitere Mikroorganismen, deren Einsatzpotential z. T. fraglich bzw. wenig erforscht ist (Tab. 2). Die Enterokokken-Arten *E. faecium* und *E. faecalis* z. B. spielen eine Rolle bei der Fermentation traditioneller mediterraner Rohwürste, genießen aber nicht nur wegen ihrer Namen einen zweifelhaften Ruf. Diese Darmbakterien bilden bei Rohwurstfermentationen unerwünschte biogene Amine (Tyramin, Histamin) und sind insbesondere bei Vorliegen einer Resistenz gegen das Antibiotikum Vancomycin als opportunistische Pathogene klinisch problematisch. Auch *L. rhamnosus* wurde aus klinischem Material isoliert, apathogene Stämme dieser Art werden allerdings schon lange in der Lebensmittelindustrie als Probiotika eingesetzt. *L. versmoldensis* kann in Rohwurst hohe Keimzahlen erreichen (KRÖCKEL *et al.*, 2003), systematische Untersuchungen zu technologisch wünschenswerten Eigenschaften stehen aber noch aus.

Starterkulturen für die Rohwurstfermentation kennt man seit etwa 60 Jahren. Ihr Einsatz erfolgt primär mit dem Ziel einer größeren Kontrolle über die Fermentation. Einer der ersten in der internationalen Fachliteratur beschriebenen Starter für fermentierte Rohwurst war *Pediococcus cervisiae* (DEIBEL *et al.*, 1961), der später zu *P. acidilactici* umbenannt wurde. Die Kultur sorgte für eine schnelle, verlässliche Säuerung der typischen amerikanischen „Sommerwurst" auf einen pH-Wert von 4,7 bis 5,1, bessere Textur und Farbe, ein einheitlicheres Erzeugnis und eine Verkürzung der Herstellungsdauer. Zur Förderung der Säurebildung enthielt die Rezeptur 1,4 % Glukose. Auch *Lactobacillus*-Kulturen führten zum gewünschten Ziel. Im Gegensatz zu *P. acidilactici* überlebten sie damals das Gefriertrocknen aber noch nicht im erforderlichen Umfang. Für die Praxis sind gefriergetrocknete Kulturen anwendungsfreundlicher als Feuchtkonzentrate. Ein wesentliches Kriterium für die Anwendung bei der Sommerwurst war auch das schnelle Wachstum bei 27 – 38 °C, d. h. in dem für *die summer sausage* Fermentation ausschlaggebenden Temperaturbereich.

Die ersten *Pediococcus*-Lyophilisate zeigten allerdings wider Erwarten keinerlei Fermentation. Sie konnten zwar unmittelbar nach der Inokulation wieder quantitativ aus den Wurstbräten isoliert werden, waren aber beim Räuchern der Würste bereits nach 12 - 16 Stunden nicht mehr nachweisbar. Durch das Gefriertrocknen hatten die Kulturen ihre Salztoleranz eingebüßt. Eine Voranpassung der zu lyophilisierenden Kulturen an 6,5 % NaCl, eine Begrenzung von Natriumnitrit im Brät auf maximal 100 ppm sowie der Zusatz von Glukose zum Brät führten schließlich zu befriedigenden Ergebnissen. Die so optimierte *P. cerevisiae*-Kultur wurde unter dem Handelsnamen ACCEL formuliert und in Verkehr gebracht. Die *Meat Inspection Division* des U.S. *Department of Agriculture* erteilte die Zulassung für fermentierte Würste. Die Gattung *Pediococcus* umfasst heute 15 Arten, wovon lediglich die beiden in Tab. 1 genannten als Starterkulturen bei Fleisch Anwendung finden.

Die neuen Kulturen kamen der kommerziellen Produktion fermentierter Würste sehr entgegen. Waren in der Vergangenheit bei den traditionellen Herstellungsverfahren, mit ihren Risiken durch zufällige Kontaminationen, große Produktverluste auf Grund unerwünschter Fermentationen und eine große Variation der Produktqualität an der Tagesordnung, konnten nun durchwegs einheitliche Erzeugnisse von hoher Qualität und ein hoher Grad an Kontrolle über den Herstellungsprozess erzielt werden. Der Einsatz von Starterkulturen erwies sich als der einzige Weg hin zu einer kontrollierten Fermentation und zur Einschränkung des Wachstums unerwünschter Bakterien. Die organoleptische Vielfalt der Würste unterschiedlicher Hersteller bleibt dabei unberührt, da die dafür relevanten Eigenschaften weit mehr von der individuellen Rezeptur (Gewürze, Zucker, Fleischbestandteile) und von betriebsspezifischen Prozessabläufen abhängen als von sekundären Fermentationen.

Erste „Pionierarbeiten" beim Einsatz von MSB-Arten der Gattung *Lactobacillus*-als Starterkulturen in der Rohwurstindustrie gab es bereits vor 75 Jahren (JENSEN und PADDOCK, 1939 und 1940). Dabei wurden auch erste Anforderungsprofile für *Lactobacillus*-Kulturen definiert (u. a. keine Gasbildung, NaCl-Toleranz bis 6 %). *Lactobacillus plantarum* und *L. casei* führten bereits damals die Liste der geeigneten *Lactobacillus*-Spezies an.

Vor 60 Jahren wurden erstmals mit *Micrococcus aurantiacus* Gram-positive, Katalase-positive Kokken als Starterkulturen zur Unterstützung der Umrötung (Reduktion von Nitrat) eingesetzt (NIINIVAARA, 1955).

Versuche mit Rohwurstbrät zeigten bereits früh die Vorteile von Starterkulturen bei der Kontrolle von Salmonellen (JENSEN und PADDOCK, 1939; GOEPFERT und CHUNG, 1970; SMITH *et al.*, 1975).

Zu den Eigenschaften, die sich günstig auf das Vorherrschen von Lactobacillen in Fleisch auswirken, zählen das Wachstum

bei niedrigen Temperaturen (Psychrotrophie) sowie die Toleranz hoher Salzkonzentrationen, niedriger pH-Werte und hoher CO_2-Spannungen. Technologien wie Pökeln, Räuchern, Verpacken unter Vakuum oder modifizierter Atmosphäre unterdrücken das Wachstum Fäulnis erregender Mikroorganismen und schaffen mehr oder weniger selektive Bedingungen für *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., *Carnobacterium* spp. und *Brochothrix* (HAMMES und HERTEL, 2006).

Nicht alle Aktivitäten von MSB sind bei der Rohwurstproduktion erwünscht. Heterofermentative MSB z. B. bilden Essigsäure, die der Wurst einen aufdringlich beißend sauren Geschmack verleiht, und Gas (CO_2), welches das Produkt durch Aufgasen und Porenbildung schädigt. Die Bildung unerwünschter biogener Amine (BA) kann durch geeignete Wahl des Starters, z. B. *L. sakei* statt *L. curvatus*, minimiert werden (LATORRE-MORATALLA *et al.*, 2014). Dieser BA-negative Stamm sollte auch der autochtonen Microbiota gegenüber einen nachhaltigen Wachstumsvorteil zeigen. Wichtiger noch ist aber ein guter hygienischer Status des Rohmaterials, da BA auch von der Gram-negativen Verderbsflora gebildet werden. Ein umfassender Überblick über Anforderungsprofile für MSB-Starterkulturen wurde erstmals von BUCKENHÜSKES (1993) veröffentlicht (Tab. 3).

Tab. 3: Anforderungsprofile für MSB-Starterkulturen

- schnelle Bildung von Milchsäure
- Wachstumsrate bei verschiedenen Temperaturen
- homofermentative Spezies
- Persistenz über den gesamten Fermentations- und Reifungsprozess
- Nitrat-Reduktion
- Katalase-positiv
- Lactose-negativ
- Bildung von Aroma-/Geschmacksstoffen
- keine Bildung von Peroxiden
- keine Bildung von biogenen Aminen
- keine Bildung von fadenziehendem Schleim (Dextran)
- Toleranz oder Synergie bezüglich anderer mikrobieller Komponenten des Starters
- Antagonismus gegen Pathogene
- Antagonismus gegen technologisch unerwünschte Bakterien
- Faktoren zur Verbesserung des Nährwertes der Würste
- ökonomische Faktoren

Schutzkulturen können spezifischer als Starterkulturen die Vermehrung unerwünschter, insbesondere potentiell humanpathogener Mikroorganismen im Rohwurstbrät unterdrücken bzw. deren Anzahl im Idealfall reduzieren. Solche Schutzkulturen bilden zusätzliche antagonistisch Substanzen, die hemmend auf die Zielorganismen einwirken. Solche Substanzen sind z. B. Pediocine, Sakacine und andere MSB-Bacteriocine, kleine Eiweißmoleküle (< 10 kDa), die zum Funktionsverlust der Zellmembran der Zielzelle führen (ORTIZ *et al.*).

Die mit fermentiertem Fleisch assoziierten Staphylokokken (früher: „Mikrokokken") werden schon lange bei traditionellen Lebensmittelfermentationen eingesetzt: sie reduzieren Nitrat zu Nitrit, produzieren Ammoniak durch Nitrat- und Nitrit-Atmung, bilden Katalase, und tragen zur Aromaentwicklung bei. Der QPS-Status (qualifizierte Sicherheitsannahme) wurde ihnen

von der EFSA, der Europäischen Lebensmittelbehörde, allerdings nicht zugestanden. Sie müssen daher sorgfältig hinsichtlich ihrer Toxigenität, Pathogenitätsmerkmalen sowie übertragbarer Antibiotikaresistenzen charakterisiert und bewertet werden (HAMMES, 2012).

Schimmelpilze zeigen ebenfalls sowohl erwünschte als auch unerwünschte Wirkungen. Im Idealfall unterstützen sie die erfolgreiche Herstellung des Lebensmittels und liefern einen Beitrag zu einem den Verbraucher ansprechenden Erscheinungsbild sowie einer längeren Haltbarkeit. Erwünscht sind proteolytische und lipolytische Aktivitäten mit Wirkung auf Aroma und Textur. Diese sind in hohem Maße vom Wachstumsmedium, pH-Wert und Temperatur abhängig und zeigen von Stamm zu Stamm deutliche Unterschiede (SUNESEN und STAHNKE, 2003). Unerwünscht sind die (Fähigkeit zur) Bildung von Mycotoxinen und Antibiotika sowie ein unansehnliches Erscheinungsbild. Idealbild ist der „reinweiße" Schimmelbelag. Traditionell sind Schimmelpilze Bestandteile der Hausflora von Verarbeitungsbetrieben, wobei Penicillien und Aspergillen die dominierenden Gattungen sind. Schimmelstarter werden von größeren Betrieben eingesetzt, um mögliche Risiken für den Verbraucher zu minimieren.

Hefen sind bei luftgetrockneten Salamiwürsten italienischer Art von Bedeutung (CORETTI, 1977 zitiert in CAMPBELL-PLATT, 1995). *Debaryomyces* spp. haben einen deutlichen Effekt auf die Entstehung flüchtiger Verbindungen während der Reifung, indem sie die Bildung von Lipidoxidationsprodukten (Ranzigkeit) verhindern und die Bildung von Ethylestern fördern, die zum „korrekten" Wurstaroma beitragen. Eine zu große Anzahl von Hefen kann diese positive Wirkung jedoch durch übermäßige Säuerung überlagern (FLORES *et al.*, 2004).

Um die mikrobielle Ökologie fermentierter Rohwürste zu erfassen und deren Wirkung auf die Sicherheit und Qualität der Produkte zu verstehen, ist eine Quantifizierung und Identifizierung der beteiligten Mikroorganismen unumgänglich. Neben kulturellen Methoden (Plattenzählung) gewinnen heute kulturunabhängige Methoden zunehmend an Bedeutung. Bei der Identifizierung treten neben den klassischen kulturellen und biochemischen Tests (phänotypische Charakterisierung) vermehrt DNA-gestützte Methoden (genetisches Fingerprinting, Genotypisierung, Genomics) und andere „omics" in den Vordergrund

Unabhängig von der Art der Herstellung fermentierter Rohwürste ist ein vorrangiges Prozessziel die Reduktion pathogener Mikroorganismen, falls vorhanden, unter den Grenzwert, der als sicher für den Verzehr gilt. Da das Vorkommen von Pathogenen im Endprodukt nicht *a priori* ausgeschlossen werden kann, und auch keine *online*-Analytik für die Auswahl nicht kontaminierten Fleisches zur Verfügung steht, muss die Möglichkeit einer Kontamination immer in Betracht gezogen werden. Das gilt insbesondere für zerkleinertes Fleisch (Verarbeitungsfleisch) bei dem die Rückverfolgung einer Kontamination unmöglich ist. Zusatzstoffe führen auch bei adäquater und gesetzeskonformer Verwendung voraussichtlich nicht zur Inaktivierung von Pathogenen. Daher muss der Fermentations- und Reifeprozess als Hauptkontrollpunkt bei der Wurstherstellung angesehen werden. Die Abtrocknung ist dabei von vorrangiger Bedeutung (BARBUTI und PAROLARI, 2002). Ohne Starterkulturen hergestellte, langgereifte (Monate) Salamiwürste mit hohem pH-Wert (> 5,5), einem a_w-Wert < 0,90 und reduzierter Lactatbildung sind in Bezug auf lebensmittelbedingte Erkrankung nach Verzehr ebenso sicher wie unter Einsatz von Starterkulturen hergestellte, schnell fermentierte (> 25 °C) Rohwürste nordamerikanischen und nordeuropäischen Typs (pH-Werte 4,5-5,0), die trotz eines hohen a_w-Wertes (> 0,92) innerhalb weniger Tage verzehrsfertig sind (BARBUTI und PAROLARI, 2002).

Potentiell humanpathogene Bakterien werden gelegentlich in fermentierten Würsten nachgewiesen. *E. coli* O157:H7, ein Kontaminant in Rinderhack und Rindfleischprodukten, blieb nach Inokulation in hohen Keimdichten in das Rohwurstbrät (U.S.-Typ) nach Fermentation und Reifung im Endprodukt nachweisbar (GLASS, LOEFFELHOLZ, FORD, & DOYLE, 1992). *Listeria*

monocytogenes überlebte in fermentiertem Rohwurstbrät und während der Lagerung von Pepperoni (GLASS & DOYLE, 1989). Salmonellen verursachten Lebensmittelvergiftungen durch schnellgereifte Würste, die ohne Starterkulturen hergestellt wurden (PONTELLO *et al.*, 1998). Das tatsächliche Ausmaß des „Pathogenproblems" ist allerdings unklar. Fermentierte Fleischerzeugnisse können sich in ihrem Herstellungsprozess merklich unterscheiden, so dass das mit dem Überleben kontaminierender Pathogene assoziierte Risiko wahrscheinlich verschieden ist (BARBUTI und PAROLARI, 2002). Fermentierte Fleischerzeugnisse können generell als risikoarme Produkte eingestuft werden. Dennoch kann ein Wachstum von *Staphylococcus aureus* und das Überleben anderer Pathogene nicht ausgeschlossen werden. Je nach Stamm und Fleischteil können extreme Unterschiede im Vorkommen pathogener Bakterien in rohem Fleisch beobachtet werden. *E. coli* O157 etwa kommt in Schweinefleisch praktisch nicht vor (CAPRIOLI, MINELLI, MORABITO, & TOZZI, 1997). Salmonellen können in Hackfleisch in 0,4 bis 12 % der Proben nachgewiesen werden (CANTONI & SONCINI, 1999).

Listeria monocytogenes kann viele Methoden zur Konservierung von Lebensmitteln tolerieren (LOU & YOUSEF, 1999), sich in Fleischbetrieben festsetzen und auch unter ungünstigen Bedingungen überleben (FARBER und PETERKIN, 1999; SAMELIS und METAXOPOULOS, 1999). Listerien kommen in Verarbeitungsfleisch relativ häufig vor, ebenso in Endprodukten, wie mildgesäuerten Rohwürsten (BARBUTI, PANCINI, & DELLAPINA, 1995). Der Kontaminationsgrad dieser Produkte ist im Allgemeinen niedrig (< 100 Listerien/g). Darüber hinaus können sich Listerien in fermentierten Fleischerzeugnissen auf Grund der Anwesenheit der für diese typischen „Konkurrenzflora" und physikochemischen Eigenschaften nicht vermehren. Dennoch müssen die Produzenten sicherstellen, dass ihre Erzeugnisse aktuellen lebensmittelrechtlichen Vorgaben entsprechen, d. h. Nulltoleranz für Salmonellen, EHEC und, in einigen Ländern, auch für *Listeria monocytogenes*. Eine Reduktion potentiell vorhandener Pathogene kann dabei durch eine kontrollierte Fermentation sowie eine geeignete Räucherung und Abtrocknung erzielt werden (BARBUTI und PAROLARI, 2002).

Mehrere Untersuchungen haben die Hemmung von Pathogenen in fermentierten Würsten und die dafür anzuwendenden Herstellungsbedingungen thematisiert. Theoretisch scheint der „Hürdeneffekt" eine wirksame Maßnahme gegen Pathogene zu sein. Eine Hemmung von *S. aureus* wird bei einem pH-Wert unter 5,3 erreicht (GENIGEORGIS, 1976). Salmonellen können aus Rohwurst eliminiert werden durch Anwendung von (säuernden) Starterkulturen in Verbindung mit höheren Reifetemperaturen sowie durch sorgfältige Kontrolle der Salzzugabe und pH-Reduktion (TIETJEN und FUNG, 1995; TURANTAS und UNLUTURK, 1991). Auch bei einer Kontamination mit *E. coli* wirken sich diese Maßnahmen positiv auf die Rohwürste aus.

Die vorliegenden, sehr begrenzten epidemiologische Daten zeigen, dass Lebensmittelvergiftungen durch (abgetrocknete) Rohwürste nicht ausgeschlossen werden können: eine Gruppenerkrankung nach Verzehr fermentierter Salami im Westen der USA wurde mit *E. coli* O157:H7 in Verbindung gebracht (CDC, 1995a), und halbtrockene fermentierte Würste wurden für einen *E. coli* O111:NM-Ausbruch in Australien verantwortlich gemacht (CDC, 1995b). Zwei Salmonellen-Ausbrüche in Italien wurden der Anwesenheit von Salmonellen in wurstähnlichen Produkten zugeschrieben (MARAZZA & CRESPI, 1963; PONTELLO *et al.*, 1998). Es sollten daher Anstrengungen unternommen werden, während der Schlachtung Kontaminationen mit Pathogenen zu vermeiden und bei der Verarbeitung das Wachstum von Pathogenen zu verhindern. Aufgrund der signifikanten Kontaminationsraten bei rohem Fleisch kommt den Verarbeitungsprozessen die größere Bedeutung für die mikrobiologische Sicherheit zu. Salami und getrocknete fermentierte Fleischerzeugnisse sind sehr traditionelle Erzeugnisse, auf der Grundlage von Herstellungsprozessen, die kaum modifiziert werden können, ohne die Qualität der Endprodukte, und dem entsprechend

auch die Verbraucherakzeptanz, nachteilig zu beeinflussen. Die technologischen Prozesse sollten gut beherrscht und praktiziert werden, um das vorrangige Ziel der mikrobiologischen Sicherheit der Produkte zu erreichen. Aus den vorliegenden Untersuchungen zur Wirkung von Prozessen auf die Hemmung pathogener Bakterien kann geschlossen werden, dass Faktoren wie Absenkung des pH-Wertes, Bildung von Milchsäure und anderen organischen Säuren, Abtrocknung, Absenkung des a_w-Wertes und eine vorhandene mikrobielle Konkurrenzflora die Hauptrolle bei der Kontrolle unerwünschter Bakterien spielen.

Literatur

(Die Literaturliste ist beim Autor auf Anfrage erhältlich).