

Kaliumsorbit - eine Alternative zum Nitrit bei Fleischerzeugnissen

L. LEISTNER, Z. BEM und H. HECHELMANN

Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Bundesrepublik Deutschland

Im Hinblick auf die potentielle Gefährdung des Konsumenten durch Nitrosamine wird angestrebt, den Nitritzusatz bei Fleischerzeugnissen zu vermindern oder sogar darauf zu verzichten. Auf der Suche nach Alternativen zum Nitrit wurde die konservierende Wirkung des toxikologisch günstigen Kaliumsorbats untersucht, das in abgestuften Mengen beimpften Fleischerzeugnissen zugesetzt worden ist. Zur Beimpfung dienten Pools, jeweils bestehend aus mehreren Stämmen, von Salmonella spp. (Sal), enteropathogenem Escherichia coli (Eco), Staphylococcus aureus (Sta), Clostridium perfringens (Cpe), C. sporogenes (Spo) oder C. botulinum (Bot). Rohwurst, beimpft bis 10^3 /g mit Sal, Eco oder Sta, wurde wie üblich gereift. Brühwurst, in 2 mm-Scheiben aufgeschnitten, ist vor der Vakuumverpackung mit 10^3 /g Sal, Eco oder Sta beimpft und bei 10, 15 oder 20 °C bis 21 Tage gelagert worden. Leber- und Blutwurst wurde mit 10^4 /g Spo oder Bot beimpft, wie üblich hergestellt und bei 10, 15, 20 oder 37 °C bis 21 Tage gelagert. Dosenschinken wurde mit 10^2 /g Cpe beimpft und bei 10, 15, 20 oder 45 °C bebrütet. Brüh-, Leber- und Blutwurstkonserven wurden mit 10 bis 10^3 /g Spo oder Bot beimpft und bei 10, 15, 20 oder 37 °C gelagert. Es zeigte sich, daß ein Zusatz von 1000 ppm Kaliumsorbit ausreicht, um Salmonella spp., E. coli und S. aureus in Rohwurst zu hemmen. Auch bei Brühwurstaufschnitt werden diese Mikroorganismen durch 1000 ppm Kaliumsorbit gehemmt, wenn die Lagertemperatur nicht über 10 °C liegt. Für die mikrobiologische Stabilität von Leber- und Blutwurst sowie Fleischkonserven im Hinblick auf Clostridien war nicht der Zusatz von Kaliumsorbit, sondern die Lagertemperatur entscheidend. Kaliumsorbit in Kombination mit geringem Nitritzusatz (20-30 ppm) wirkte nur bei erhitzten Produkten stärker als Kaliumsorbit allein.

Potassium Sorbate - An Alternative to Nitrite in Meat Products

L. LEISTNER, Z. BEM and H. HECHELMANN

Federal Centre for Meat Research, Kulmbach, Federal Republic of Germany

In view of the potential danger of nitrosamines to the consumer it is strived to reduce or even eliminate the addition of nitrite to meat products. In the search for alternatives to nitrite, the toxicologically satisfactory potassium sorbate was added to inoculated meat products in graduated quantities and the preservative action evaluated. Inoculum pools, in each case consisting of several strains of either Salmonella spp. (Sal), enteropathogenic Escherichia coli (Eco), Staphylococcus aureus (Sta), Clostridium perfringens (Cpe), C. sporogenes (Spo) or C. botulinum (Bot), were used for inoculation. Fermented sausage inoculated up to 10^3 /g with Sal, Eco or Sta, was ripened in the usual manner. Bologna type sausage was cut into 2 mm slices and inoculated with 10^3 /g Sal, Eco or Sta prior to vacuum-packing and then stored at either 10, 15 or 20 °C for 21 days. Liver and blood sausages were inoculated 10^4 /g with Spo or Bot, processed as usual and stored at either 10, 15, 20 or 37 °C for 21 days. Pasteurized ham was inoculated 10^2 /g with Cpe and incubated at 10, 15, 20 or 45 °C. Canned Bologna, liver and blood sausages were inoculated with 10 to 10^3 /g of Spo or Bot and stored at 10, 15, 20 or 37 °C. It was found that the addition of 1000 ppm of potassium sorbate was sufficient to inhibit Salmonella spp, E. coli and S. aureus in fermented sausage. These organisms were also inhibited by 1000 ppm of potassium sorbate in sliced Bologna type sausage if the storage temperature was not above 10 °C. In the case of liver and blood sausage as well as canned meats so far as clostridia are concerned, the decisive factor determining the microbiological stability was the storage temperature rather than the addition of potassium sorbate. The combination of potassium sorbate with a small amount of nitrite (20-30 ppm) yielded better results than potassium sorbate alone only in the case of heated products.

W 2:2

Le sorbate de potassium - une solution de recharge au nitrite dans les produits à base de viande.

L. LEISTNER, Z. BEM et H. HECHELMANN

Centre fédéral de recherches sur les viandes de Kulmbach, République Fédérale d'Allemagne

Compte-tenu des risques potentiels encourus par les consommateurs du fait des nitrosamines on s'efforce de réduire la quantité de nitrite ajoutée aux produits à base de viande ou même de s'en passer complètement. En passant en revue les solutions de recharge au nitrite on a étudié les propriétés de conservation du sorbate de potassium - dont le dossier toxicologique est favorable - en faisant varier par paliers les quantités de microorganismes ensemencées. Pour l'ensemencement ont été utilisés des pools constitués de plusieurs souches de Salmonella spp. (Sal), Escherichia coli entéropathogènes (Eco), Staphylococcus aureus (Sta), Clostridium perfringens (Cpe), C. sporogenes (Spo) ou C. botulinum (Bot). Des saucissons ensemencés avec jusqu'à 10^3 /g de Sal, Eco ou Sta ont subi le cycle de maturation habituel. Des saucisses crues de pate fine coupées en tranches de deux mm d'épaisseur ont été ensemencées avec 10^3 /g Sal, Eco ou Sta avant mise sous vide et conservées jusqu'à 21 jours à 10, 15 ou 20°C. Des saucisses de foie et boudins de sang ont été ensemencés avec 10^4 /g Spo ou Bot, fabriqués comme d'habitude et incubés à 10, 15, 20 ou 45°C. Des conserves de saucisses pate fine, patés de foie et boudins de sang ont été ensemencées avec 10^3 à 10^4 /g Spo ou Bot et conservées à 10, 15, 20 ou 37°C. Il a été démontré qu'une addition de 1000 ppm de sorbate de potassium est suffisante pour inhiber Salmonella spp., E. coli et S. aureus dans les saucissons crus. Dans le cas de la viande anglaise ces microorganismes sont également inhibés par 1000 ppm de sorbate de potassium lorsque la température de stockage ne dépasse pas 10°C. En ce qui concerne la stabilité microbienne des saucisses de foie et boudins de sang ainsi que des conserves de viande et du point de vue des Clostridies, ce n'est pas la présence de sorbate de potassium que la température de garde qui est déterminante. Le sorbate de potassium combiné à de faibles doses de nitrite (20-30 ppm) s'est révélé plus actif que le sorbate seul mais uniquement dans le cas de produits ayant subi un traitement thermique.

Сорбат калия - альтернатива для нитрата в мясопродуктах

Л. ЛЕЙСТНЕР, З. БЕМ и Х. ХЕХЕЛМАНН

Всесоюзный Институт исследования мяса, Кулмбах, Германия

Учитывая возможную угрозу потребителей нитрозаминами, приложены усилия, чтобы добавка нитритов к продуктам уменьшалась или даже совсем выпустилась. В поисках альтернативы для нитрита, исследованно консервирующее действие токсически пригодного сорбата калия, который добавляли инокулированным мясопродуктам в различных количествах. Инокуляцию спроводили всегда с несколько штаммов: Салмонелла спп. (Сал), кишечно-патогеной Эшерихии коли (Эко), Стафилококкус ауреус (Ста), Клостридиум перфрингенс (Кпе), К. спорогенес (Спо) или ботулинум (Бот). Сырокопчению колбасу инокулированную с 10^3 /г Сал, Эко или Ста подвергнули обычному созреванию. Вареную колбасу в 2 мм нарезанных кусках инокулировали перед вакуум упаковкой с 10^3 /г Сал, Эко или Ста и хранили при 10, 15 или 20°C. Печеночную и кровяную колбасу инокулировали с 10^4 /г Спо или Бот, обычно производили и хранили 21 сутку при 10, 15, 20 или 37°C. Пастеризованную ветчину инокулировали с 10^2 /г Кпе и инкубировали при температуре 10, 15, 20 или 45°C. Вареную, печеночную и кровяную колбасу в банках инокулировали с 10^3 /г Спо или Бот и хранили при температуре 10, 15, 20 или 37°C. Показалось что добавка 1000 ppm сорбата калия была достаточной для ингибиции Сал, Эко и Ста в сырых колбасах. Эти организмы были ингибированы, также, с 1000 ppm сорбата калия в нарезаной вареной колбасы, если её хранили при температурах ниже 10°C. Для микробиологической устойчивости печеночной и кровяной колбасы, как и мясных консервов решающим фактором является температура хранения, а не добавка сорбата калия. Сорбат калия, вместе с небольшим количеством нитрита (20 - 30 ppm), действовали только у термически обработанных продуктов.

Kaliumsorbat - eine Alternative zum Nitrit bei Fleischerzeugnissen

L. LEISTNER, Z. BEM und H. HECHELMANN

Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Bundesrepublik Deutschland

EINLEITUNG

Der Zusatz von Nitrit zu Pökelfleischwaren trägt zur typischen Farbe, dem charakteristischen Aroma und zur erforderlichen mikrobiologischen Stabilität der Produkte bei. Im allgemeinen wird die Pökelfarbe bereits mit einem Nitritzusatz von 20 bis 40 ppm (bei gleichzeitiger Verarbeitung von 300 bis 500 ppm Ascorbinsäure oder Natriumascorbat) erreicht und das Pökelaroma bereits mit 30 bis 50 ppm Nitritzusatz. Für die mikrobiologische Stabilität ist dagegen ein Nitritzusatz, in Abhängigkeit vom Fleischerzeugnis, von 60 bis 150 ppm notwendig. Im Hinblick auf die potentielle Gefährdung des Konsumenten durch Nitrosamine wird angestrebt, den Nitritzusatz zu Fleischerzeugnissen zu vermindern, oder sogar darauf zu verzichten. Eine Verminderung des Nitritzusatzes bis auf 40 bis 50 ppm erfordert, die mikrobiologische Stabilität der Fleischerzeugnisse durch andere "Hürden" (Kühlung, F-Wert, a_w -Wert, pH-Wert und/oder Konservierungsmittel) zu gewährleisten (LEISTNER et al., 1973b; HECHELMANN et al., 1975; LEISTNER et al., 1974, 1975b). Ein Verbot des Zusatzes von Nitrit zu Fleischerzeugnissen würde die sensorische Qualität der meisten Produkte so stark verändern, daß ein Zusatz von Farb- und Aromastoffen in Betracht gezogen werden müßte.

Gegenwärtig werden in der Bundesrepublik Deutschland zu Pökelfleischerzeugnissen etwa 80 bis 160 ppm Natriumnitrit, und zwar durch Verarbeitung von Nitritpökelsalz, zugesetzt. Eine Verminderung des Nitritzusatzes um maximal 25 %, also auf 60 bis 120 ppm, erscheint mikrobiologisch, auch unter Beibehaltung der gegenwärtig üblichen Technologien, gerade noch vertretbar (LEISTNER et al., 1973a, 1973b, 1973c, HECHELMANN et al., 1975; LEISTNER, 1976a). Allerdings nur mit Vorbehalten, wenn es sich um Fleischkonserven oder Rohschinken handelt, da diese Produktgruppen gegenwärtig noch von uns untersucht werden. Würde eine 25%ige Verminderung des Nitritzusatzes realisiert, dann würde das die Verwendung eines Nitritpökelsalzes mit einem Gehalt von 0,35 bis 0,45 % Natriumnitrit bedeuten (LEISTNER et al., 1973b; LEISTNER et al., 1975b; LEISTNER, 1976a), während das gegenwärtig in der Bundesrepublik übliche und zulässige Nitritpökelsalz 0,50 bis 0,60 % Natriumnitrit und 99,5 bis 99,4 % Kochsalz enthält. Eine Dosierung des Nitritzusatzes über die bei den verschiedenen Fleischerzeugnissen übliche Kochsalzzugabe, also durch die Verarbeitung von Nitritpökelsalz, hat sich zweifellos bewährt und sollte daher auch künftig beibehalten werden.

Der Zusatz von Nitrat beeinflußt, da aus dem Nitrat durch bakterielle Reduktion das Nitrit gebildet wird, bei Pökelfleischerzeugnissen ebenfalls die Farbe, das Aroma und die Konservierung. Gegenwärtig dürfen in der Bundesrepublik den Fleischerzeugnissen 500 ppm Natriumnitrat oder 600 ppm Kaliumnitrat zugesetzt werden. Bereits ein Nitratzusatz von der Hälfte der bisher zulässigen Menge könnte für die meisten Fleischerzeugnisse ausreichend sein. In manchen Ländern ist der Zusatz von Nitrat, aus dem schlecht kontrollierbare Mengen von Nitrit entstehen, bereits verboten worden. Würde auch in der Bundesrepublik die Verwendung von Nitrat verboten werden, dann würde das bei Rohwürsten, wie unsere Untersuchungen (HECHELMANN et al., 1974; LEISTNER et al., 1974) gezeigt haben, für die mikrobiologische Stabilität kein Risiko bringen. Inwieweit das auch für Rohschinken (insbesondere Knochenschinken) zutrifft, wird gegenwärtig von uns untersucht. Wird die Verwendung von Nitrat auch weiterhin zugelassen, dann könnte es zur besseren Dosierung des Nitratzusatzes zweckmäßig sein, ein Nitratpökelsalz zu schaffen, das - analog dem Nitritpökelsalz - aus Kochsalz besteht, dem eine gesetzlich kontrollierte Nitratmenge zugemischt worden ist. Die gleichzeitige Verarbeitung von Nitritpökelsalz und Nitrat bzw. Nitratpökelsalz erscheint, wenn überhaupt, nur bei wenigen Produkten notwendig und daher ist die gleichzeitige Verwendung von Nitrit und Nitrat in der Bundesrepublik auch bisher nur bei wenigen Produkten zugelassen.

Eine gewisse Verminderung des Zusatzes von Nitrit und besonders von Nitrat zu Fleischerzeugnissen erscheint aufgrund des bisher Gesagten auch in der Bundesrepublik vertretbar. Wobei betont werden sollte, daß im Vergleich zu manchen Ländern bei uns bereits nur relativ geringe Mengen dieser Pökelfarbstoffe den Fleischerzeugnissen zugesetzt werden. Ein absolutes Verbot des Zusatzes von Nitrit und Nitrat hätte dagegen für die Herstellung von Fleischerzeugnissen in der Bundesrepublik schwerwiegende Folgen. In Deutschland lassen sich dem Namen nach etwa 1400 verschiedene Fleischerzeugnisse (LERCHE, 1973) und dem Charakter nach etwa 600 Sorten von Fleischerzeugnissen (LEISTNER, 1978b) unterscheiden, von denen mehr als 95 % gepökelt, also unter Verwendung von Nitrit und Nitrat hergestellt werden. Wäre der Zusatz von Nitrit und Nitrat verboten, dann sind die meisten unserer Fleischerzeugnisse nicht mehr herstellbar, zumindest nicht in der bisher gewohnten sensorischen Qualität und - bei Beibehaltung der üblichen Technologie - mit der erforderlichen mikrobiologischen Stabilität.

Da Nitrit und Nitrat die Farbe, das Aroma und die Konservierung von Fleischerzeugnissen beeinflussen, ist ein Ersatz dieser Pökelfarbstoffe durch eine einzelne andere Substanz kaum denkbar, denn die bekannten Ersatzstoffe beeinflussen im allgemeinen nur eines der genannten drei Merkmale in der gewünschten Richtung. Daher enthalten die bisher vorgeschlagenen Ersatzstoffe für Nitrit und Nitrat auch meist mehrere Substanzen. Selbstverständlich ist, daß die Ersatzstoffe, seien es Farbstoffe, Aromastoffe oder Konservierungsstoffe, toxikologisch günstiger sein müssen als das Nitrit. Wenn sich auch keine einfache Lösung abzeichnet, sollte doch die Forschung über Ersatzstoffe für Nitrit und Nitrat auch in der Bundesrepublik vorangetrieben werden. Vor allem dann, wenn nachgewiesen werden sollte, was noch nicht schlüssig ist, daß krebserregende Nitrosamine in den Fleischerzeugnissen der Bundesrepublik während der gewerbeüblichen Herstellung oder der küchenmäßigen Zubereitung tatsächlich in nicht tolerierbarer Menge entstehen. Bacon ist in der Bundesrepublik nicht üblich und daher stellt dieses Fleischerzeugnis für uns glücklicherweise kein wesentliches Problem im Zusammenhang mit den Nitrosaminen dar.

Die konservierende Wirkung von Nitrit und Nitrat könnte in Fleischerzeugnissen durch Sorbinsäure bzw. das leicht lösliche Kaliumsorbat ersetzt werden. Sorbinsäure bietet sich als Alternative zum Nitrit an, da sie wie andere Fettsäuren metabolisiert wird und toxikologisch sehr günstig zu beurteilen ist, denn der a.d.i.-Wert liegt nach einem Vorschlag der WHO bei 25 mg Sorbinsäure pro kg Körpergewicht, und Menschen nehmen mit den Lebensmitteln im allgemeinen nur einen Bruchteil dieser tolerierbaren Menge auf (LÜCK, 1976). Sorbinsäure bzw. Kaliumsorbat hemmen besonders Schimmelpilze und Hefen und daher ist Kaliumsorbat für die Hemmung von unerwünschtem Schimmelpilzwachstum bei Rohschinken und Rohwürsten empfohlen (LEISTNER et al., 1975a) und kürzlich in der Bundesrepublik auch zugelassen worden. Von den Bakterien werden durch Sorbinsäure bzw. Kaliumsorbat die katalase-positiven Keimarten gut, Milchsäurebakterien schwach und Clostridium kaum gehemmt (LÜCK, 1972). Wenn die konservierende Wirkung von Nitrit in Pökelfleischwaren durch Sorbinsäure ersetzt werden soll, interessiert besonders, inwieweit Bakterienarten, die Lebensmittelvergiftungen verursachen (Salmonella spp., enteropathogene Escherichia coli-Stämme, Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum, C. perfringens etc.) durch Sorbinsäure in Lebensmitteln gehemmt werden.

Gegenüber Salmonellen sind Sorbinsäure bzw. Kaliumsorbat wirksam. TOMPKIN et al. (1974) beobachteten in einem Versuch mit ungepökelter Brühwurst, daß durch 1000 ppm Kaliumsorbat die Vermehrung von Salmonellen deutlich verzögert wird. LERCHE et al. (1958) haben berichtet, daß Salmonellen in flüssigem Eigelb bereits durch 100 ppm Sorbinsäure gehemmt werden, allerdings bei einem pH-Wert unter 5,3. Von PARK et al. (1970) wurde mitgeteilt, daß Salmonellen in verpacktem Käse bei einem pH-Wert von 5,0 und in Gegenwart von 2400 ppm Kaliumsorbat bei Kühlung innerhalb einiger Wochen absterben. Escherichia coli ist gegenüber Sorbinsäure bzw. Kaliumsorbat besonders empfindlich (REHM et al., 1964a). In Margarine reichen 500 ppm Sorbinsäure für die Hemmung von E. coli aus (BECKER et al., 1957). REHM et al. (1963) sind sogar der Meinung, daß auch dissoziierte Ionen von Sorbinsäure gegenüber E. coli wirken, obwohl die Wirkung von undissoziierter Sorbinsäure 300- bis 400fach stärker ist. Der Dissoziationskoeffizient der Sorbinsäure hängt entscheidend vom pH-Wert ab. Bei pH 7,0 sind nur 0,6 % der Sorbinsäure undissoziiert, dagegen 98 % bei pH 3,0; folglich ist die bakteriostatische Wirkung der Sorbinsäure stark vom pH-Wert abhängig (LÜCK, 1972). Obwohl Staphylococcus aureus ebenfalls katalase-positiv ist, sind einige Stämme dieser Keimart gegenüber Sorbinsäure recht widerstandsfähig (EMARD et al., 1952). Zur Hemmung von S. aureus in bakteriologischen Nährmedien sind 1000 bis 2000 ppm Sorbinsäure erforderlich (RAIBLE, 1958; REHM et al., 1964b; WALLHÄUSSER et al., 1972). Nach SCHMIDT (1967) sowie SCHMIDT et al. (1969) reichen 1000 ppm Kaliumsorbat für die Hemmung von S. aureus in "cream pies" mit pH 4,5 bis 5,0 aus, während nach MARNETT et al. (1970) dafür 2000 ppm bei pH 5,0 notwendig sind. TOMPKIN et al. (1974) beobachteten eine Verzögerung von einem Tag bei der Vermehrung von S. aureus in einer ungepökelten Wurst, der 1000 ppm Kaliumsorbat zugesetzt wurden. Allgemein gelten Clostridien gegenüber Sorbinsäure als recht widerstandsfähig (EMARD et al., 1952; YORK et al., 1954, 1955; REHM et al., 1963, 1964a). Andererseits beobachteten IVEY et al. (1977), daß 1300 bis 2600 ppm Kaliumsorbat die Vermehrung und die Toxinbildung von Clostridium botulinum Typ A und B in Bacon, der mit etwa 1100 Sporen pro Gramm beimpft worden war, verzögerten. Eine zusätzliche Zugabe von 40 ppm Nitrit verbesserte die sensorischen Merkmale des Bacons, ohne den Nitrosamingehalt wesentlich zu beeinflussen. In dem Versuch von TOMPKIN et al. (1974) mit ungepökelter Wurst, der 1000 ppm Kaliumsorbat zugesetzt worden war, zeigte sich ebenfalls, daß die Vermehrung und die Toxinbildung von C. botulinum Typ A und B bei 27 °C Lagertemperatur verzögert werden. Schließlich sei noch erwähnt, daß Sorbinsäure die Laktobazillen kaum beeinträchtigt (EMARD et al., 1952; REHM et al., 1963, 1964a; WALLHÄUSSER et al., 1972). Das ist ein Vorteil, wenn Kaliumsorbat der Rohwurst zur Hemmung unerwünschter Mikroorganismen zugesetzt wird (DEBEVERE et al., 1975).

Der Einsatz von Sorbinsäure bzw. Kaliumsorbat bei Fleischerzeugnissen ist bisher von FLESCHE et al. (1963) für Kochschinken, FLESCHE et al. (1967) für Brühwurst, TOMPKIN et al. (1974) ebenfalls für Brühwurst, DEBEVERE et al. (1975) für Rohwurst sowie IVEY et al. (1977) für Bacon untersucht worden. Von unserem Laboratorium wurde Kaliumsorbat als Alternative zum Nitrit bei Rohwurst, Brühwurst und Kochwurst (BEM et al., 1977) sowie für Halb- und Dreiviertelkonserven untersucht.

MATERIAL UND METHODEN

Die in den Versuchen verwendeten Fleischerzeugnisse sind im Institut für Technologie der Bundesanstalt für Fleischforschung praxisüblich hergestellt worden, und zwar wurden in jedem Versuch jeweils mehrere Chargen hergestellt, denen Nitrit oder Kaliumsorbat oder Nitrit und Kaliumsorbat in abgestuften Mengen zugesetzt worden sind. In den Rohwurstversuchen, die mit Cervelatwurst durchgeführt worden sind, erhielten die Chargen mit Nitrit einen Zusatz von 146 ppm, das ist die übliche Menge, und die Chargen mit Sorbat einen Zusatz von 250, 500 oder 1000 ppm. Den Chargen, die Nitrit und Sorbat enthielten, wurden 29 ppm Nitrit, das sind 20 % der üblichen Menge, und 500 ppm Sorbat zugesetzt. Die Rohwurst wurde zu $10^3 - 10^4$ /g mit Pools von 10 enteropathogenen Escherichia coli-Stämmen oder 10 Salmonellen-Stämmen oder 8 Staphylococcus aureus-Stämmen beimpft und wie üblich gereift. Die Brühwurstversuche wurden mit vakuumverpacktem Brühwurstaufschnitt durchgeführt, wobei den Brühwürsten bei der Herstellung 83 ppm Nitrit, das ist die übliche Menge, oder 500 ppm Sorbat oder 1000 ppm Sorbat zugesetzt worden ist. Nach der Herstellung wurde die Brühwurst in 2 mm dicke Scheiben geschnitten, die mit den gleichen Mikroorganismen wie bei der Rohwurst zu $10^3 - 10^4$ /g beimpft, sodann vakuumverpackt und bei 10, 15 oder 20 °C bis zu 21 Tagen gelagert wurden. Zu den Kochwurstversuchen wurden Leber- und Blutwürste verwendet, denen 83 ppm Nitrit (übliche Menge) oder 1000 ppm Sorbat oder 2000 ppm Sorbat zugesetzt worden sind. Während der Herstellung wurden die Kochwürste mit Pools von 2 Clostridium sporogenes-Stämmen oder 12 C. botulinum-Stämmen Typ A und B beimpft, so daß nach der üblichen Erhitzung etwa 5×10^4 /g Clostridien-Sporen in den Produkten enthalten waren. Die Lagerung der Kochwürste erfolgte bei 10, 15 oder 20 °C bis zu 21 Tagen. Die Dosenschinken wurden mit unterschiedlichen Laken gespritzt, so daß Produkte mit einem Zusatz von 114 ppm Nitrit (übliche Menge) oder 86 ppm Nitrit (75 % der üblichen Menge) oder 1000 ppm Sorbat oder 2000 ppm Sorbat oder Schinken ohne Zusatz von Nitrit und Sorbat resultierten. Die Beimpfung erfolgte über die Lake mit einem Pool von 5 Clostridium perfringens-Stämmen, so daß nach der üblichen Erhitzung (Kerntemperatur bis 68 °C) 10^2 /g Sporen vorhanden waren. Die Schinken sind bei 10, 15, 20 oder 45 °C gelagert worden. Als Dreiviertelkonserven wurden Brühwurst, Leberwurst- und Blutwurstkonserven hergestellt, deren Brät einen Zusatz von 83 ppm Nitrit (übliche Menge) oder 62 ppm Nitrit (75 % der üblichen Menge) oder 1000 ppm Sorbat oder 2000 ppm Sorbat oder keinen Zusatz von Nitrit und Sorbat erhielt. Das Brät ist mit C. sporogenes PA 3679/174 beimpft worden, so daß nach der Erhitzung (Fc-Wert 0,4 bis 0,5) etwa 10^3 /g Sporen vorhanden waren; oder die Beimpfung erfolgte mit einem Pool von 12 C. botulinum-Stämmen Typ A und B, so daß nach der Erhitzung (Fc-Wert 0,2) 10 bis 100 Sporen nachweisbar waren. Die Dreiviertelkonserven sind bei 10, 15, 20 oder 37 °C gelagert worden.

ERGEBNISSE

Die Rohwurst-Versuche ergaben (Tabelle 1), daß durch einen Zusatz von 1000 ppm Kaliumsorbat die Vermehrung von Salmonella spp., Escherichia coli und Staphylococcus aureus während der Reifung und Aufbewahrung gehemmt werden kann, wobei die Abnahme der Keimzahlen von unerwünschten Mikroorganismen während der Reifung etwa der Charge entsprach, die den üblichen Nitritzusatz (146 ppm) enthielt. Für die Hemmung von E. coli reichte sogar ein Zusatz von 250 ppm Sorbat und für Salmonella spp. von 500 ppm Sorbat reichte für eine Hemmung von S. aureus in Rohwurst nicht aus. Die Vermehrung der erwünschten Laktobazillen während der Rohwurstreifung verlief bei Zugabe von Nitrit oder Nitrit und Sorbat anfänglich langsamer als bei Zugabe von 500 und 1000 ppm Sorbat.

Auch für die Hemmung der Vermehrung von E. coli, Salmonella spp. und Staphylococcus aureus in vakuumverpacktem Brühwurstaufschnitt (Tabelle 2) reichte ein Zusatz von 1000 ppm Sorbat aus, allerdings im Hinblick auf Salmonella spp. und S. aureus nur, wenn die Lagertemperatur nicht über 10 °C lag. Die durch 1000 ppm Sorbat verursachte Hemmung von E. coli und Salmonella spp. war im Vergleich zu 83 ppm Nitrit (übliche Zusatzmenge) sogar stärker, während sich bei S. aureus keine deutlichen Unterschiede ergaben.

Die Kochwürste (Tabelle 3) sind mit Clostridien beimpft worden, da eine Rekontamination von Kochwurst nach der Erhitzung mit nicht-sporenbildenden Mikroorganismen von geringer praktischer Bedeutung ist. Die erzielte Clostridien-Sporenzahl von etwa 10^4 /g nach der Erhitzung ist jedoch bei Kochwürsten als hoch anzusehen und stellte daher eine starke Belastung dar. Aufgrund dieser hohen Belastung wurde bei 15 °C Lagertemperatur sowohl bei Zusatz von 83 ppm Nitrit (übliche Menge) als auch von 1000 ppm Sorbat eine deutliche Vermehrung von Clostridium botulinum in den Leberwürsten nach 7 Tagen Lagerzeit beobachtet, geringer war die Vermehrung bei Zusatz von 2000 ppm Sorbat. Bei 20 °C Lagertemperatur waren die Leberwürste mit Nitrit oder Sorbat bereits in wenigen Tagen in Fäulnis übergegangen. Das gleiche war bei den Blutwürsten der Fall, die jedoch bei 15 °C Lagertemperatur bei Zusatz von 83 ppm Nitrit oder 1000 ppm Sorbat eine geringere Vermehrung von C. botulinum zeigten als die Leberwürste. Ein Zusatz von 2000 ppm Sorbat hat besonders bei den Leberwürsten und weitgehend auch bei den Blutwürsten die gleiche mikrobiologische Stabilität erbracht wie ein Zusatz von 83 ppm Nitrit. Allgemein war zu folgern, daß Kochwürste mit Nitrit- oder Sorbatzusatz nicht über + 10 °C gelagert werden sollten. Bei den mit C. sporogenes beimpften Kochwürsten zeigte sich eine ähnliche Tendenz wie bei den Chargen, die mit C. botulinum beimpft worden sind; allerdings hat sich C. sporogenes in Leberwürsten bei 15 °C Lagertemperatur nicht vermehrt.

W 2:6

Dosenschinken, die mit C. perfringens beimpft worden sind, zeigten bei 10 °C Lagertemperatur erwartungsgemäß keinen Verderb. Bei 15 °C trat bei den mit 1000 oder 2000 ppm Sorbat hergestellten Dosenschinken der Verderb etwas früher auf als bei Zusatz der üblichen Nitritmenge (114 ppm). Bei 20 und besonders bei 45 °C Lagertemperatur kam es unabhängig vom Zusatz von Nitrit oder Sorbat in wenigen Tagen zur Bombage. Aus diesen Versuchen war zu folgern, daß Dosenschinken in jedem Fall unter 10 °C gelagert werden sollten.

Dreiviertelkonserven (Brühwurst, Leberwurst, Blutwurst), die mit C. sporogenes oder C. botulinum beimpft worden waren, erwiesen sich bei 10 und 15 °C Lagertemperatur als mikrobiologisch stabil, unabhängig von dem gewählten Zusatz von Nitrit oder Sorbat. Dagegen kam es bei 20 °C Lagertemperatur bei den Leber- und Blutwurstkonserven innerhalb von 1 bis 2 Wochen zur Vermehrung der Clostridien, während sich bei den Brühwurstkonserven sowohl C. sporogenes als auch C. botulinum erst innerhalb von 29 bzw. 42 Tagen beim Zusatz von 83 ppm Nitrit stark vermehrten; beim Zusatz von 2000 ppm Sorbat war das bereits nach 8 bzw. 17 Tagen der Fall. Bei 37 °C Lagertemperatur stellte sich eine starke Vermehrung bzw. Bombage bei sämtlichen Chargen innerhalb weniger Tage ein. Aus diesen Ergebnissen war zu folgern, daß für eine ausreichende Hemmung der Clostridien in Dreiviertelkonserven ein Zusatz von 2000 ppm Sorbat, im Vergleich zum üblichen Nitritzusatz, noch etwas zu gering ist.

Die sensorische Untersuchung der mit Zusatz von Kaliumsorbat hergestellten Fleischerzeugnisse ergab, daß ein Zusatz von 1000 ppm Kaliumsorbat bei Rohwurst, Brühwurst und Kochwurst die organoleptische Qualität nicht beeinträchtigt. Allerdings ließen die nur mit Sorbat und ohne Nitrit hergestellten Fleischerzeugnisse das typische Pökelaroma und die charakteristische Farbe mehr oder weniger vermissen.

DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNG

Kaliumsorbat ist aufgrund seiner günstigen toxikologischen Eigenschaften eine interessante Alternative zum Nitrit und damit auch zum Nitrat. Sollte es sich im Hinblick auf die Nitrosamine als notwendig erweisen, den Zusatz von Nitrit und Nitrat zu Fleischerzeugnissen zu verbieten, könnte durch einen Zusatz von 1000 ppm Kaliumsorbat eine Hemmung von unerwünschten Mikroorganismen (Salmonella spp., Staphylococcus aureus, enteropathogene Escherichia coli) in Rohwurst und Brühwurst erreicht werden. Ein abweichender Geschmack ist bei diesem Kaliumsorbat-Zusatz bei den genannten Produkten nicht zu erwarten. Bei Fleischerzeugnissen (Fleischkonserven, Kochwurst, Rohschinken), bei denen Lebensmittelvergiftungen, verursacht durch Clostridien (insbesondere Clostridium botulinum) vorkommen können, ist mit Kaliumsorbat zwar eine gewisse, aber keine ausreichende Hemmung der unerwünschten Mikroorganismen zu erreichen, es sei denn, Sorbat wird in hohen Mengen zugesetzt. Fleischerzeugnisse, bei denen Clostridien ein Risiko darstellen, müßten, wenn sie mit Kaliumsorbat anstelle von Nitrit oder Nitrat hergestellt werden, als zusätzliche "Hürde" die Temperatur enthalten. Das heißt, Fleischkonserven sind ausreichend zu erhitzen (ein Fc-Wert von 2,5 reicht zur Inaktivierung von C. botulinum-Sporen aus) oder sie sind zuverlässig zu kühlen. Eine ständig eingehaltene Lagertemperatur für Fleischkonserven oder Kochwurst (Leberwurst, Blutwurst) unter + 10 °C hemmt die Vermehrung der relevanten Clostridien. Kaliumsorbat könnte folglich allgemein bei Einhaltung zusätzlicher Sicherheitsfaktoren ("Hürden") den Nitritzusatz zu Pökelfleischerzeugnissen im Hinblick auf die mikrobiologische Stabilität ersetzen. Kaliumsorbat gewährleistet allerdings nicht die typische Pökelfarbe und das charakteristische Pökelaroma in dem bisher gewohnten Ausmaß.

Das "Hürdenkonzept" (LEISTNER et al., 1976b; LEISTNER, 1977; LEISTNER et al., 1978a) könnte ein Schlüssel zur Lösung des Nitrosaminproblems sein. Würde man die mikrobiologische Stabilität von Fleischerzeugnissen künftig vom Nitrit auf andere "Hürden" (F-Wert, a_w -Wert, pH-Wert, Eh-Wert, Kühlung, Konkurrenzflora, toxikologisch einwandfreie Konservierungsmittel) verlagern, dann ist für die Konservierung von Fleischerzeugnissen ein Zusatz von Nitrit oder Nitrat aus mikrobiologischer Sicht nicht mehr erforderlich. Bevor man jedoch auf einen Zusatz von Nitrit und Nitrat zu Pökelfleischerzeugnissen verzichtet, sollte man prüfen, ob nicht durch einen geringen Nitritzusatz (30 bis 50 ppm) die gewohnte sensorische Qualität der Fleischerzeugnisse, im Hinblick auf Farbe und Aroma, aufrecht erhalten werden kann und durch Zusatz eines toxikologisch unbedenklichen Konservierungsmittels, wie Kaliumsorbat, die mikrobiologische Stabilität der Fleischerzeugnisse zu gewährleisten ist. Es gibt Literaturangaben (KADA, 1973; NAMIKI et al., 1975), nach denen sich aus Reaktionsprodukten von Nitrit und Sorbinsäure mutagene Substanzen entwickeln können. Von IVEY (1976) wird das jedoch bezweifelt. Äthylnitrolsäure ist eine Substanz, die bei der Reaktion von Nitrit und Sorbinsäure entstehen kann und bereits in geringer Konzentration (10 ppm) für Fleischerzeugnisse relevante Mikroorganismen zu hemmen vermag (MIRNA et al., 1976, 1977). Es erscheint lohnend, die Frage weiter zu verfolgen, ob durch einen kombinierten Zusatz von Nitrit und Kaliumsorbat sowohl die sensorische als auch die mikrobiologische Qualität von Fleischerzeugnissen aufrecht erhalten werden kann. Wobei sich durch die starke Herabsetzung des Nitrit-Zusatzes auch die Wahrscheinlichkeit der Nitrosaminbildung in Fleischerzeugnissen stark vermindert. In diesem Zusammenhang ist ein Vorschlag des Food Safety and Quality Service des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums (USDA) von Interesse, nach dem ein Zusatz von 40 ppm Natriumnitrit oder 49 ppm Kaliumnitrit und 2600 ppm Kaliumsorbat für Bacon in Betracht gezogen wird (FEDERAL REGISTER, Vol. 43, No. 95, May 16, 1978). Schlußfolgernd kann gesagt werden, daß Kaliumsorbat allein und besonders in Kombination mit geringen Mengen von Nitrit eine interessante Alternative zum bisherigen Zusatz von Nitrit und Nitrat zu Fleischerzeugnissen sein kann.

Tabelle 1: Verhalten von *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* und *Lactobacillaceae* während der Reifung in 5 Chargen Rohwurst, die gleichmäßig mit 2,8 % Kochsalzzusatz und einer Beimpfung von $10^3 - 10^4/g$ hergestellt wurden. Nitrit und Kaliumsorbat wurden wie aufgeführt zugesetzt

Table 1: Behaviour of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* and *Lactobacillaceae* during the ripening of 5 batches of fermented sausages, to all of which 2.8 % sodium chloride and an inoculum of $10^3 - 10^4/g$ had been added. Nitrite and potassium sorbate were added as indicated

Keimart	Reife-tage	Keimzahlen (log ₁₀) pro Gramm Rohwurst hergestellt mit:				
		Nitrit 146 ppm	Sorbat 250 ppm	Sorbat 500 ppm	Sorbat 1000 ppm	Nitrit 29 ppm Sorbat 500 ppm
<i>Escherichia coli</i>	0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,3
	3	3,4	3,4	3,7	3,8	3,5
	7	3,0	3,2	3,2	2,7	2,9
	14	2,2	2,7	2,7	2,6	2,8
	21	< 2,0	2,2	2,5	2,3	2,3
<i>Salmonella</i> spp.	0	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	3	3,6	5,2	3,2	3,4	3,6
	7	2,7	4,9	3,1	2,7	3,2
	14	2,0	3,6	2,4	2,6	2,2
	21	< 2,0	2,3	2,0	2,4	2,7
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
	3	4,2	6,0	5,0	4,6	4,4
	7	4,0	5,7	3,0	3,5	3,9
	14	3,5	6,2	3,7	3,4	3,5
	21	3,5	6,4	3,8	3,4	5,6
<i>Lactobacillaceae</i>	0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	3	7,1	7,7	8,4	8,1	6,9
	7	8,5	8,6	8,8	8,4	8,0
	14	8,4	8,4	8,6	8,2	8,0
	21	8,2	8,7	8,5	8,3	8,4


 starke Vermehrung von unerwünschten Mikroorganismen

Tabelle 2: Verhalten von *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. und *Staphylococcus aureus* in vakuumverpacktem Brühwurstaufschnitt während der Lagerung bei 10 oder 15 °C. Die Brühwürste wurden gleichmäßig mit 1,6 % Kochsalzzusatz hergestellt und beim Aufschneiden mit $10^4/g$ beimpft. Nitrit oder Kaliumsorbat wurden wie aufgeführt zugesetzt

Table 2: Behaviour of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Staphylococcus aureus* in vacuum packaged Bologna type sausage during storage at 10 or 15 °C. To all sausages 1.6 % sodium chloride was added, and nitrite or potassium sorbate as indicated. After slicing the sausages have been inoculated with 10^4 organisms per gram

Keimart	Reife-tage	Keimzahlen (log ₁₀) pro Gramm Brühwurstaufschnitt hergestellt mit:					
		Nitrit 83 ppm		Sorbat 500 ppm		Sorbat 1000 ppm	
		Lagerung bei (°C)					
		10 °C	15 °C	10 °C	15 °C	10 °C	15 °C
<i>Escherichia coli</i>	0	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
	7	5,5	7,5	4,2	6,3	3,8	3,9
	14	7,1	8,3	4,3	6,7	3,2	3,7
	21	6,7	8,3	4,0	7,1	2,8	3,2
<i>Salmonella</i> spp.	0	3,7	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
	7	5,2	6,8	4,8	6,4	3,6	6,3
	14	6,6	8,0	6,8	7,0	4,0	6,6
	21	6,9	8,0	6,9	7,4	4,3	7,4
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
	7	3,7	4,5	3,5	4,5	3,7	4,6
	14	3,3	4,4	4,0	4,4	3,2	5,1
	21	3,2	4,3	4,0	4,7	3,8	5,4



 starke Vermehrung von unerwünschten Mikroorganismen

Tabelle 3: Verhalten von *Clostridium botulinum* in Leberwurst und Blutwurst während der Lagerung der Kochwürste bei 10, 15 oder 20 °C. Die Würste wurden gleichmäßig mit 1,6 % Kochsalzzusatz hergestellt; Nitrit oder Kaliumsorbat wurden wie aufgeführt zugesetzt. Aufgrund der Beimpfung enthielten die Würste nach der Erhitzung 5×10^4 Botulinum-Sporen pro Gramm

Table 3: Behaviour of *Clostridium botulinum* in liver and blood sausage during storage at 10, 15 or 20 °C. To all sausages 1.6 % sodium chloride was added, and nitrite or potassium sorbate as indicated. Due to the inoculation the sausages contained after processing 5×10^4 botulinum spores per gram

Produkt	Lagerungs-tage	Clostridienzahl (log ₁₀) pro Gramm Wurst hergestellt mit:								
		Nitrit 83 ppm			Sorbat 1000 ppm			Sorbat 2000 ppm		
		Lagerung bei (°C)								
		10 °C	15 °C	20 °C	10 °C	15 °C	20 °C	10 °C	15 °C	20 °C
Leberwurst	0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	7	4,5	4,4	F	4,7	4,5	F	4,5	4,6	F
	14	5,3	6,3	F	5,3	5,9	F	5,1	5,0	F
	21	5,3	5,6	F	5,3	6,5	F	5,5	5,3	F
Blutwurst	0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	7	4,1	4,4	F	4,1	4,4	F	4,5	4,4	F
	14	3,9	4,9	F	4,4	5,2	F	4,5	5,2	F
	21	4,0	4,6	F	4,2	5,0	F	4,8	5,2	F

F = Fäulnis  starke Vermehrung von *Clostridium botulinum*

LITERATUR

BECKER, E. und ROEDER, I. (1957): Sorbinsäure als Konservierungsmittel für Margarine. Fette, Seifen, Anstrichmittel 59, 321-328. - BEM, Z., HECHELMANN, H., LEISTNER, L., DRESEL, J. und ALBERTZ, Renate. (1977): Kaliumsorbat - eine Alternative zum Nitrit bei Rohwurst, Brühwurst und Kochwurst. Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1977, C 37. - DEBEVERE, J. M., VOETS, J. P. and GERARD, P. (1975): The influence of sorbate on some microbiological processes in dry sausages. Lebensm.-Wiss. u. -Technol. 8, 289 - 291. - EMARD, L. O. and VAUGHN, R. H. (1952): Selectivity of sorbic acid media for the catalase negative lactic acid bacteria and clostridia. J. Bacteriol. 63, 487-494. - FLESCH, P. und HADER, J. (1963): Verfahren zur Umrötung von Fleisch und Fleischwaren. Deutsche Patentschrift 1 119 640, ausgegeben am 7. März 1963. - FLESCH, P. und HADER, J. (1967): Verfahren zur Herstellung von Brühwurst. Deutsche Patentschrift 1 155 313, ausgegeben am 26. Januar 1967. - HECHELMANN, H., BEM, Z. und LEISTNER, L. (1974): Mikrobiologie der Nitrat/Nitritminderung bei Rohwurst. Mitteilungsblatt Nr. 46 der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1974, 2282-2286. - HECHELMANN, H., BEM, Z. und LEISTNER, L. (1975): Einfluß einer Nitritminderung auf Staphylokokken und Clostridien in Fleischerzeugnissen. Mitteilungsblatt Nr. 50 der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1975, 2605-2612. - IVEY, F. (1976): Mutagenic reaction of sorbic acid and nitrite questioned. Food Chemical News p. 31, December 6, 1976. - IVEY, F. J. and SHAVER, K. J. (1977): Effect of potassium sorbate on toxinogenesis of *Clostridium botulinum* in bacon, in print. - KADA, T. (1973): DNA-damaging products from reaction between sodium nitrite and sorbic acid. Ann. Report of National Institute of Genetics No. 24: 43-44. - LEISTNER, L., HECHELMANN, H. und UCHIDA, K. (1973a): Hemmung von Enterobacteriaceae, einschließlich Salmonellen, in Fleischerzeugnissen durch Nitrit. Proceedings 19th European Meeting of Meat Research Workers, held at Paris, France, September 2-7, 1973, p. 1541-1552. - LEISTNER, L., HECHELMANN, H., BEM, Z. und ALBERTZ, Renate. (1973b): Untersuchungen zur Reduktion des Nitritzusatzes zu Fleischerzeugnissen. Fleischwirtschaft 53, 1751-1754. - LEISTNER, L., HECHELMANN, H., BEM, Z. und ALBERTZ, Renate. (1973c): Untersuchungen zur Reduktion des Nitritzusatzes zu Fleischerzeugnissen. Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1973, I 45 - I 46. - LEISTNER, L., HECHELMANN, H., BEM, Z., ALBERTZ, Renate und DRESEL, J. (1974): Mikrobiologisch vertretbare Verminderung des Zusatzes von Nitrat und Nitrit zu Rohwürsten. Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1974, C 33-C34. - LEISTNER, L., MAING, I. Y., BERGMANN, Elisabeth. (1975a): Verhinderung von unerwünschtem Schimmelpilzwachstum auf Rohwurst durch Kaliumsorbat. Fleischwirtschaft 55, 559-561. - LEISTNER, L., HECHELMANN, H., BEM, Z. und ALBERTZ, Renate. (1975b): Mikrobiologisch vertretbare Verminderung des Nitritzusatzes zu Fleisch-

- erzeugnissen. Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1975, C 29. - LEISTNER, L. (1976a): Rückstände und Zusatzstoffe. Proceedings 22nd European Meeting of Meat Research Workers, held at Malmö, Sweden, August 30 - September 3, 1976, p. F0:1 - F0:6. - LEISTNER, L. and RÖDEL, W. (1976b): The stability of intermediate moisture foods with respect to micro-organisms. In: Davies, R., Birch G. G. and Parker, K. J. (eds.): Intermediate moisture foods. Appl. Sci. Publishers Ltd., London 1976, p. 120-137. - LEISTNER, L. (1977): Hurdle effect and energy saving. Presented at the Industrial Food Technology Seminar, held November 22-25, 1977 at Dublin, Ireland. - LEISTNER, L. and RÖDEL, W. (1978a): Microbiology of Intermediate Moisture Foods. Presented at the International Meeting on Food Microbiology and Technology, held April 20-23, 1978 at Tabiano Bagni (Parma), Italy. - LEISTNER, L. (1978b): Die deutsche Wurst. Fleischwirtschaft 58, Juni-Heft. - LERCHE, M. und LINKE, H. (1958): Versuche zur Abtötung von Salmonellen in flüssigem Eigelb mittels Sorbinsäure. Arch. Lebensmittelhyg. 9, 121-126. - LERCHE, M. (1973): Die deutschen Wursterzeugnisse. Eine Systematik der Wurstarten und Wurstsorten in der Bundesrepublik und in West-Berlin. Arbeiten der DLG - Bd. 134. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. - LÜCK, E. (1972): Sorbinsäure, Chemie - Biochemie - Mikrobiologie - Technologie, Bd. II, Biochemie - Mikrobiologie. B. Behr's Verlag GmbH, Hamburg. - LÜCK, E. (1976): Sorbic acid as a food preservative. International Flavours and Food Additives 7, 122-124, 127. - MARNETT, L. F., TENNEY, R. J. and THOMPSON, J. B. (1970): Growth inhibitors for undesirable micro-organisms. Canadian Patent No. 835897, issued March 3, 1970. - MIRNA, A. und CORETTI, K. (1976): Inhibitory effect of nitrite reaction products and of degradation products of food additives. Proceedings of the 2nd International Symposium on Nitrite in Meat Products, held in Zeist, Netherlands, September 7-10, 1976, p. 39 - 45. - MIRNA, A. und CORETTI, K. (1977): Beeinflussung der Keimentwicklung durch Umsetzungsprodukte des Nitrits. Proceedings 23rd European Congress of Meat Research Workers, held at Moscow, UdSSR, September 4-9, 1977, Session L. - NAMIKI, M. and KADA, T. (1975): Formation of ethylnitrolic acid by the reaction of sorbic acid with sodium nitrite. Agr. Biol. Chem. 39, 1335-1336. - PARK, H. S., MARTH, E. H. and OLSON, N. F. (1970): Survival of *Salmonella typhimurium* in cold-pack cheese food during refrigerated storage. J. Milch Food Technol. 33, 383-388. - RAIBLE, K. (1958): Über den Einfluß unterschwelliger Konzentrationen von Benzoesäure, Sorbinsäure und Salicylsäure auf die Vermehrung und den Stoffwechsel einiger Arten von Bakterien und Hefe: Fette, Seifen, Anstrichmittel 60, 953-957. - REHM, H.-J. und LUKAS, Eva-Maria. (1963): Zur Kenntnis der antimikrobiellen Wirkung der Sorbinsäure. I. Mitt. Die Wirkung der undissoziierten und dissoziierten Anteile der Sorbinsäure auf Mikroorganismen. Zbl. Bakt., Parasitenkunde, Infektionskrankh. u. Hyg., II. Abt. 117, 306-318. - REHM, H.-J., NIMMERMANN-VAUPEL, Christa und WALLNÖFER, P. (1964a): Zur Kenntnis der antimikrobiellen Wirkung der Sorbinsäure. V. Mitt. Abbau und Veratmung von Sorbinsäure durch verschiedene Mikroorganismen. Zbl. Bakt., Parasitenkunde, Infektionskrankh. u. Hyg., II. Abt. 118, 472-482. - REHM, H.-J., LUKAS, E.-M. und SENSER, F. (1964b): Untersuchungen zur Wirkung von Konservierungsmittelkombinationen. VIII. Mitt. Die Wirkung binärer Kombinationen von Konservierungsstoffen mit weiteren Antibiotika. Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 124, 437-447. - SCHMIDT, E. W., Jr. (1967): The use of chemical preservatives to inhibit staphylococcal food poisoning organisms in synthetic cream pies. Thesis, The Ohio State University. - SCHMIDT, E. W., Jr., GOULD, W. A. and WEISER, H. H. (1969): Chemical preservatives to inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* in synthetic cream pies acidified to pH 4.5 to 5.0. Food Technol. 23, 1197-1199. - TOMPKIN, R. B., CHRISTIANSEN, L. N., SHAPARIS, A. B. and BOLIN, H. (1974): Effect of potassium sorbate on *Salmonellae*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* and *Clostridium botulinum* in cooked, uncured sausage. Appl. Microbiol. 28, 262-264. - WALLHÄUSSER, K. H. und LÜCK, E. (1972): Zur antibakteriellen Wirkung der Sorbinsäure. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 68, 39-44. - YORK, G. K. II and VAUGHN, R. H. (1954): Use of sorbic acid enrichment media for species of clostridium. J. Bacteriol. 68, 739-744. - YORK, G. K. II and VAUGHN, R. H. (1955): Resistance of *Clostridium parvum* to sorbic acid. Food Res. 20, 60-65.

