

Einfluss von Aerosolen organischer Säuren auf Luftkeimgehalt und Qualitätsparameter von Frischfleisch

Influence of aerosols of organic acids on airborne germs and on quality parameters of fresh meat

I. DEDERER und K. TROEGER

Zusammenfassung

Es wurde der Einsatz von organischen Fruchtsäure-Aerosolen (Benzoe-, Sorbinsäure) im Raum mit einer Verkaufstheke für Frischfleisch geprüft. Zielsetzung war das Fleisch vor luftgetragenen Mikroorganismen zu schützen, ohne die Qualität des Fleisches zu beeinträchtigen. In drei Versuchsreihen wurde eine mögliche Wirkung bezüglich des Luftkeimgehaltes sowie des Oberflächenkeimgehaltes des Frischfleisches untersucht. Außerdem wurde auf mögliche Rückstände von Benzoe- und Sorbinsäure auf dem Fleisch untersucht sowie Farbe, oxidative Fettveränderungen und sensorische Qualität des Frischfleisches bestimmt. Keiner der untersuchten Fleischqualitätsparameter wurde durch den Wirkstoff negativ beeinflusst. Es konnte festgestellt werden, dass die Anwendung des Fruchtsäure-Aerosols eine Luftentkeimung des Versuchsraumes bewirkte, wobei kein statistisch signifikanter Einfluss des Wirkstoffs auf den Oberflächenkeimgehalt der Fleischproben festgestellt werden konnte. Eine nachteilige Beeinflussung der Qualität von unverpacktem Fleisch durch Kontakt mit der so behandelten Luft in der geprüften Konzentration des Wirkstoffes liegt nicht vor.

Summary

The application of aerosols of organic fruit acids (benzoic acid, sorbic acid) was tested for use with sales counters for fresh meat. The objective was to protect the meat from airborne contamination without adversely effecting the meat quality. The potential effect on airborne germs was examined in three test runs. Furthermore, the meat was examined for possible residues of benzoic acid and sorbic acid as well as colour, fat oxidation and sensory quality of the fresh meat.

None of the meat quality characteristics were affected negatively. The application of the fruit acid aerosol caused a decontamination of the air in the trial room and no statistically significant influence of the active substance was ascertained on the surface germ content of the fresh meat. An adverse effect of the quality of unpacked meat in contact with the treated air in the tested concentration does not exist.

Schlüsselwörter	Entkeimung – Benzoessäure – Sorbinsäure – Aerosole – Fleischqualitätsparameter – Rückstände – Lüfthygiene
Key Words	bacterial decontamination – benzoic acid – sorbic acid – meat quality parameters – residues – air hygiene

Einleitung

Seit Jahren wird im Bereich der Intensivmedizin, aber auch in Lebensmittelbetrieben, wie z.B. Molkereien und Fleischereien, ein Verfahren zur Luftentkeimung eingesetzt, das auf der Ausbringung feinstverteilter Aerosole von Benzoe- und Sorbinsäure basiert (Lebensmitteltechnik 2002).

Diese Aerosole schweben aufgrund ihrer geringeren Größe frei in der Raumluft. Dort verteilen sie sich gleichmäßig und gelangen somit direkt an alle kritischen Stellen, inkl. alle potenziellen Kontaminationsquellen. Treffen die Aerosole von Fruchtsäuren nun auf in der Luft befindliche Keime, werden diese mittels Wirkung auf ihren Stoffwechsel eliminiert. Diese antimikrobielle Wirksamkeit der organi-

schen Säuren Benzoe- und Sorbinsäure ist in der Literatur gut dokumentiert (KREBS *et al.*, 1983; REHM, 1967; LÜCK, 1957).

Im Folgenden soll der Einfluss des Aerosols während der Vernebelung im Raum mit einer Verkaufstheke auf die Qualitätsparameter von Frischfleisch, wie physikalische Parameter, Oberflächenkeimbelastung, Fettoxidation und sensorische Qualität sowie Rückstände von Benzoe- und Sorbinsäure untersucht werden.

Material und Methoden

Fruchtsäure-Aerosol

Das Aerosol besteht aus den bekannten Lebensmittelzusatzstoffen Natriumbenzoat (E 211, kommt natürlich u. a. in Äpfeln vor) und Sorbinsäure (E 200, kommt natürlich u. a. in Beeren und Wein vor). Der Produktname ist WESSOGREEN AIR (Fa. WESSO AG, Hersbruck). Zudem enthält der Wirkstoff in Lösung auch Wasserstoffperoxid, welches durch die Ausbringung in der Luft rasch zu Wasser und Sauerstoff zerfällt.

Die Wirksamkeit des Wirkstoffes wird nicht nur durch die Summe der Einzelkomponenten, sondern durch das spezielle Herstellungsverfahren und die synergistischen Effekte der aufeinander abgestimmten Komponenten bestimmt (STENGEL, 2006). Aufgrund der äußerst geringen Einsatzkonzentration von 0,04-0,1 ml pro m³ (das entspricht 0,35 mg Wirkstoff/m³ Luft) ist der Wirkstoff durch den Menschen nicht wahrnehmbar (unsichtbar und geruchlos) und ist gesundheitlich als unbedenklich zu betrachten (HEESCHEN, 2001).

Die Ausbringung des Wirkstoffes erfolgt mittels speziell für diesen Zweck entwickelter Präzisionszerstäuber, die auf dem Prinzip der Ultraschall-Kaltvernebelung beruhen. Dabei wird am Boden einer Wirkstoffwanne ein piezokeramischer Schwinger angebracht. Dieser bringt den Wirkstoff mit einer Frequenz von ca. 1,7 MHz in Bewegung. Aus den dabei entstehenden Kapillarwellen lösen sich feinste Partikel, die Wirkstoff-Aerosole, die durch

die anwesende Luftströmung sofort in die Raumluft getragen werden und sich dort gleichmäßig verteilen.

Durch die von einem Mikroprozessor gesteuerte hochgenaue Steuertechnik lässt sich die Ausbringungsmenge des Aerosols auf einen Milliliter pro Stunde exakt einstellen. Bei Bedarf lassen sich voll automatisierte unterschiedliche Ausbringungsmengen für bestimmte Tages-/Nachtzeiten, Wochenenden und Feiertage definieren.

Versuchsparameter

Als Untersuchungsmaterial diente frische Schweinerückenmuskulatur (Lachse, ca. 2 cm dick). Die Lagerung der Proben erfolgte in einer Kühltheke (Typ SIRIUS 1,3 m Umlufttheke der Firma Aichinger GmbH) bei 2,0 °C für 2 Tage mit ca. 10 Stunden/Lagerungstag.

Die Versuche wurden im Zerlegeraum des Technikums des Instituts für Technologie durchgeführt. Während des 1. Versuches betrug im Versuchsraum die relative Luftfeuchtigkeit 58,2 % bis 66,2 %, die Lufttemperatur 13,8 °C bis 15,2 °C. Während des 2. Versuches lagen die Feuchtigkeitswerte bei 46,1 % bis 53,3 % und die Temperaturwerte bei 12,9 °C bis 14,8 °C, beim 3. Versuch betrug die Feuchtigkeit 40,8 % und die Temperatur lag zwischen 14 °C und 16 °C.

Der Wirkstoff wurde in einer Dosierung von 5 ml/h auf 100 m³ Raumluft mittels Ultraschall-Kaltvernebelung jeweils für 10 Stunden/Tag ununterbrochen in die Raumluft ausgebracht. Zum Vergleich wurde in der Woche davor ein Referenzversuch (ohne Anwendung des Verfahrens) durchgeführt.

Versuchsdurchführung

Die Kühltheke wurde mit den Schweinerückenscheiben (auf Edelstahl-Tablets) bestückt und gleichzeitig die Vernebelung des Wirkstoffes begonnen. Der Vernebler befand sich im Versuchsraum ca. 2 m von der Kühltheke entfernt. Um praxisnahe Bedingungen zu gewährleisten, wurden die Fleischproben nach 10 Stunden Lagerung aus der Theke genommen und über Nacht

im Kühlraum bei 2 °C abgedeckt gelagert. Nach zwei Tagen Lagerung in der Kühltheke erfolgte noch ein weiterer Tag Lagerung (unverpackt) in einem Kühlschrank bei 6 °C.

Die Luftkeimmessungen (Luftkeime: TC Agar, 36 °C, 24 St. und Schimmelpilzsporen: SDX, 22 °C, 72 St.) wurden mit dem Luftkeimsammler (Biotest Hycon RCS plus) im Raum vor dem Versuchsbeginn und nach 10 Stunden Vernebelung am 1. Versuchstag durchgeführt. Da der Versuchsraum einen direkten Ausgang nach draußen hat, wurden die Luftkeimmessungen der Außenluft durchgeführt, um einen möglichen Einfluss zu berücksichtigen.

Bei frischen Schweinerückenscheiben und nach 1, 2 und 3 Tagen Lagerung wurden Fleischqualitätsparameter, oxidative Fettveränderungen sowie der mikrobiologische Status ermittelt. Für die Analyse auf mögliche Rückstände von Benzoe- und Sorbinsäure wurden 5 Proben/Untersuchungsreihe gezogen. Oxidative Fettveränderungen im Fleisch wurden mittels Thiobarbitursäure reaktive Substanzen (= TBARS-Werte) nach Botsoglou *et al.* (1994) beurteilt. Zur Bestimmung der mikrobiologischen Parameter wurden die Methoden der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (Beuth Verlag, Berlin, 2006) angewendet. Die mikrobiologische Untersuchung umfasste die Bestimmung der aeroben Gesamtkeimzahl (L06.00-18) sowie der Zahl der *Enterobacteriaceae* (L07.00-37).

Die Farbe wurde mittels L*a*b*-System (Farbmessgerät Minolta Chroma-Meter CR 300, Fa. Konica Minolta) gemessen. Benzoe- und Sorbinsäuregehalt wurden nach einem Verfahren mit Abtrennung durch Wasserdampfdestillation und spektrophotometrischer Bestimmung ermittelt (N.N., 1984). Sensorisch wurden die Fleischproben am Ende der Lagerung im Plattenkontaktgrill auf eine Kerntemperatur von 70 °C erhitzt und danach nach dem DLG-5-Punkte Schema von drei geschulten Prüfern bewertet.



Abb. 1: Hygiene-Station WESSO® WSM -2

Ergänzend zur sensorischen Prüfung wurden Messungen mittels eines Sensorsystems „Elektronische Nase“ (VOCmeter, AppliedSensor GmbH, Reutlingen) mit 4 Metall-Oxid- (MOX) und 8 Schwingquarz- (QMB) Sensoren vorgenommen. 1 g der homogenisierten Probe wurde in ein Headspace-Fläschchen gewogen, verschlossen und 20 Minuten bei 50 °C in einem automatischen Headspace-Probengeber (HSS 86 50 Fa. DANI Instruments) equilibriert. Zur Analyse wurde ein Aliquot von 3 ml durch das Trägergas (synthetische Luft) auf das Sensorsystem überführt. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse eines kommerziellen Software-Pakets (Argus, AppliedSensor GmbH).

Ergebnisse

Im ersten Versuch wurde eine Reduzierung der Luftkeimbelastung im Versuchsraum um ca. 80 % nach 10 Stunden Anwendung des Wirkstoffes erreicht. In der zweiten Versuchsreihe (5 Tage später) lag der Ausgangsluftkeimgehalt des Versuchsraums nur noch bei 50 Keimen/m³ (Abb. 2). In der zweiten und in der dritten Versuchsreihe waren die Luftkeime nach 10 Stunden Vernebelung nicht mehr nachweisbar. Die gleiche Reduktion wurde bei den Schimmelpilzsporen festgestellt.

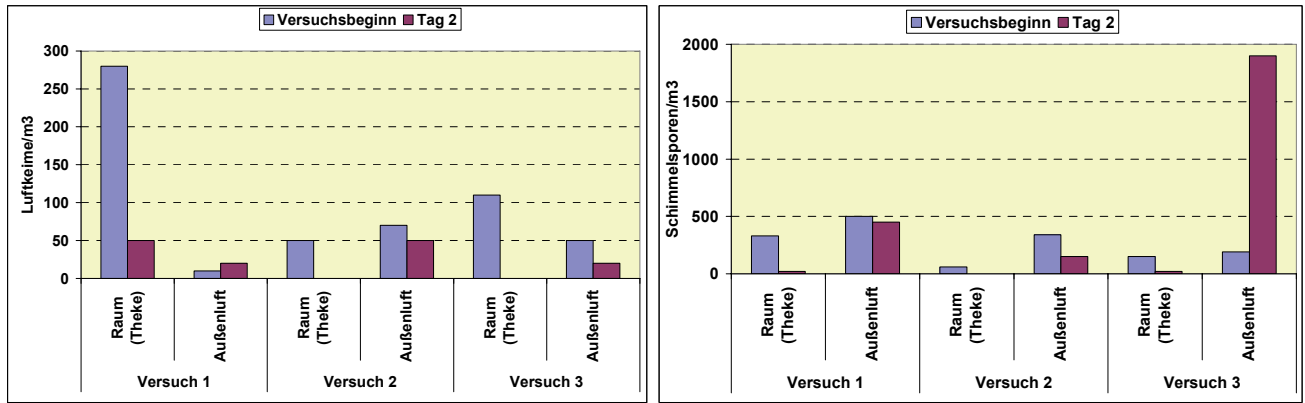


Abb. 2: Einfluss des Wirkstoffes auf den Raumlufkeimgehalt; Außenluft unbehandelt, dient der Ermittlung des Einflusses der Außenluft

Die Zahl der Schimmelpilzsporen in der Raumluf wurde im ersten Versuch von 330 Sporen/m³ auf 60 Sporen/m³ reduziert. Im zweiten Versuch konnten die Schimmelpilzsporen nicht mehr und im dritten Versuch durch den Einfluss der mit Schimmelpilzsporen stark belasteten Außenluft nur 20 Sporen/m³ nachgewiesen werden (Abb. 2).

In der Abbildung 3 ist der Verlauf der aeroben Gesamtkeimzahl und der *Enterobacteriaceae*-Zahl auf der Oberfläche der Fleischscheiben während der Lagerung dargestellt. Die Oberflächenkeimbelastung beider Versuchsreihen steigt nach dem ersten Lagerungstag in der Kühltheke deutlich an, nach dem zweiten Tag verändert sich die Keimbelastung nur minimal, danach steigt sie wieder signifikant an.

Am Ende der Lagerung lagen die GKZ und *Enterobacteriaceae* der Fleischproben aus dem Versuch mit dem Wirkstoff im Bereich der Referenzproben. Somit konnte kein statistisch signifikanter Einfluss der Vernebelung des Wirkstoffes auf den Oberflächenkeimgehalt der Fleischproben festgestellt werden.

Um einen möglichen Einfluss der Anwendung des Wirkstoffes auf die Fleischqualität festzustellen, wurden die Farbe und die TBARS-Werte als Kriterium der Fettoxidation sowie sensorisch während der Lagerung in der Kühltheke und im Kühlschrank untersucht.

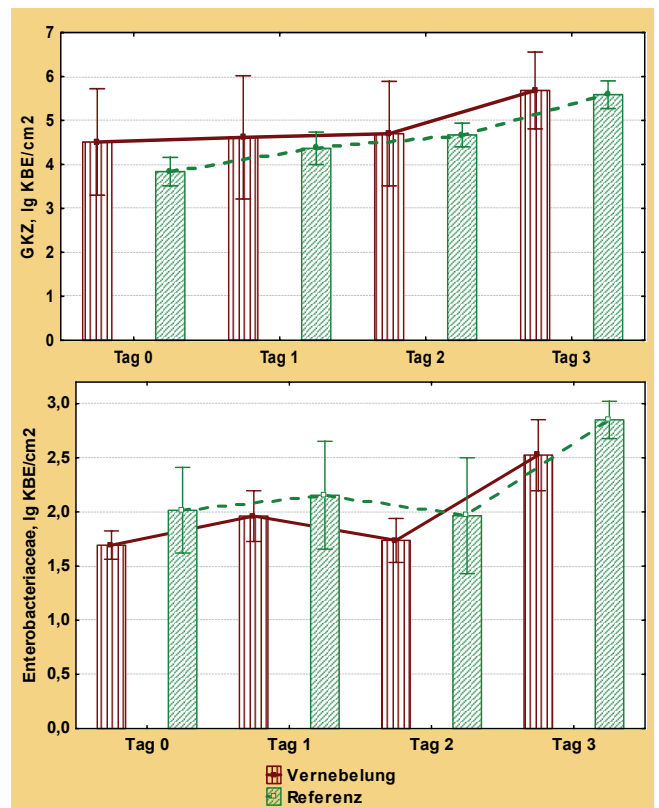


Abb. 3: Mikrobiologischer Status der Schweinefleischproben während der Lagerung in der Kühltheke (Tag 1 und Tag 2) und im Kühlschrank (Tag 3) ohne und mit Vernebelung des Wirkstoffes (Mittelwert von zwei Versuchsreihen)

Während der Lagerung wurde eine tendenzielle Zunahme der TBARS-Werte beobachtet (Abb. 4), wobei kein Einfluss des Wirkstoffes auf oxidative Fettveränderungen der Fleischproben feststellbar war.

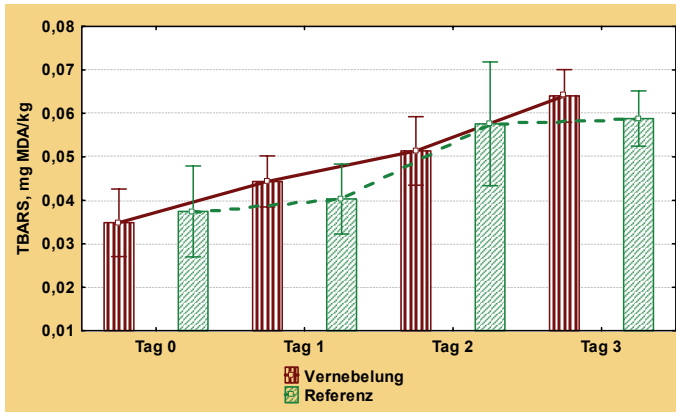


Abb. 4: Einfluss des Wirkstoffs auf die TBARS-Werte während der Lagerung in der Kühltheke (Tag 1 und Tag 2) und im Kühlschrank (Tag 3)

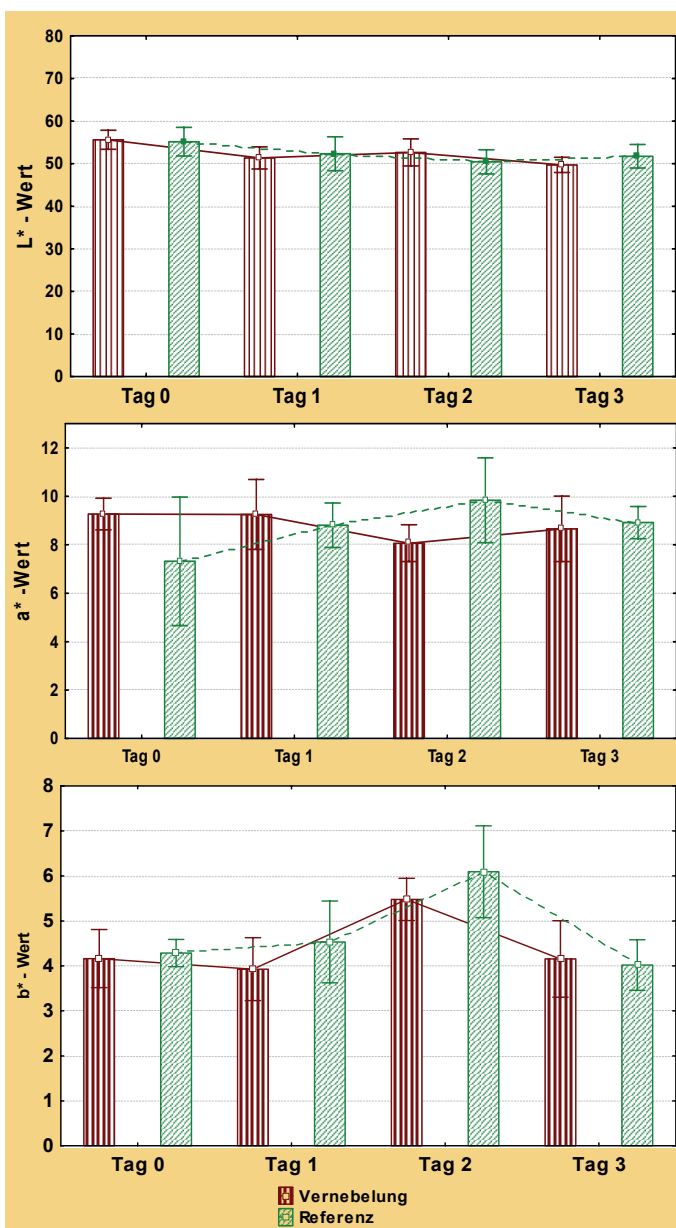


Abb. 5: Einfluss des Wirkstoffs auf die Farbe (L*, a*, b*-System) während der Lagerung in der Kühltheke (Tag 1 und Tag 2) und im Kühlschrank (Tag 3)

Die Farbe des Fleisches ist zur Beurteilung der Fleischqualität von besonderer Bedeutung. Damit verbindet der Verbraucher eine positive Erwartung über Frische, Zartheit und Geschmack des Fleisches. Um einen möglichen Einfluss des Wirkstoffes auf die Fleischfarbe zu untersuchen, wurden Farbmessungen an den Schnittflächen der Fleischproben (n=10) während der Lagerung mittels des L*, a*, b*-Systems vorgenommen. Der Vergleich der Mittelwerte bei beiden Chargen erbrachte keine signifikanten Unterschiede bei der Fleischfarbe (Abb. 5).

Bei den Rückstandsuntersuchungen von Schweinerückenproben (n=10) in zwei Versuchsreihen konnten keine Benzoe- oder Sorbinsäurespuren (Nachweisgrenze von 0,01 ppm) nachgewiesen werden.

Bei der sensorischen Bewertung der Fleischproben waren am Ende der Lagerung bei Geruch und Geschmack geringfügige Abweichungen, wie „fehlende Frische“ und „sauerlich“, sowohl bei Referenzproben als auch bei den Versuchsfleischproben feststellbar.

Ergänzend zu der sensorischen Bewertung war es von Interesse, mittels einer instrumentellen Methode (Elektronische Nase) zu untersuchen, ob die sehr geringen Konzentrationen der Wirkstoffsubstanzen das Aromaprofil von Fleisch beeinflussen können. Die Abbildung 6 zeigt einen PCA-Plot der in der Kühltheke gelagerten Schweinefleischproben, der mit Hilfe von Messungen mit der Elektronischen Nase erstellt wurde. Alle flüchtigen Komponenten der Gasphase der Fleischproben sind hier als Summenparameter vertreten und bilden einen für jede Probe charakteristischen Aroma-Cluster. Aus dem Bild ist ersichtlich, dass die Aromaprofile des Ausgangsmaterials (Tag 0) ähnlich sind. Nach dem ersten Lagerungstag gab es eine Differenzierung anhand des Aromaprofils zwischen den Proben abhängig sowohl von der Lagerzeit durch flüchtige Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen und flüchtige Fettoxidationsprodukte als auch durch die vernebelten Stoffe.

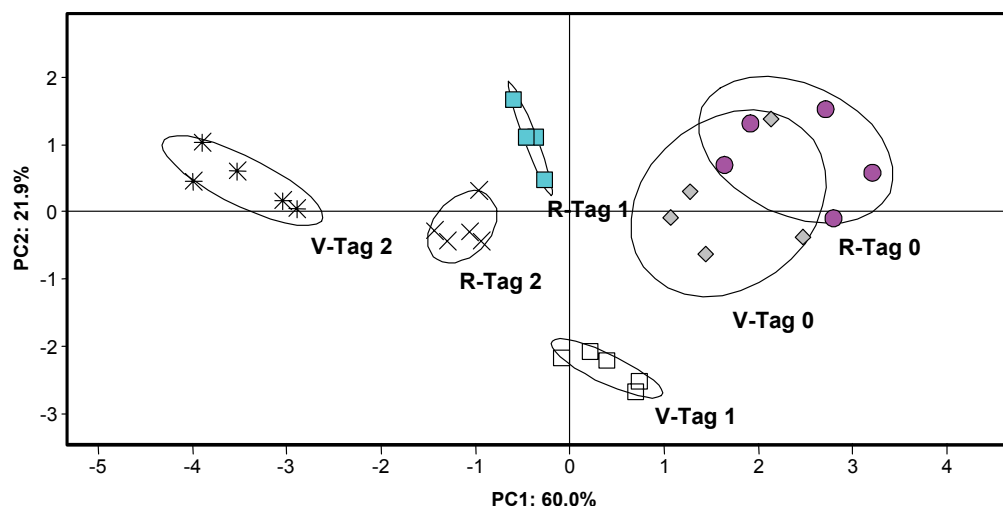


Abb. 6: PCA-Plot von Schweinefleischproben der Referenzcharge (R) und der Versuchscharge (V) während der Lagerung in der Kühltheke

Somit konnte gezeigt werden, dass das Sensorsystem in der Lage war, die Fleischproben aus der Versuchsreihe mit dem Wirkstoff anhand ihrer Aromazusammensetzung zu identifizieren. Die Gassensoren können sehr minimale Konzentrationen von flüchtigen Substanzen des Wirkstoffes erfassen, die für die menschliche Nase geruchlos sind, aber die Freisetzung der flüchtigen Substanzen des Fleischaromas beeinflussen und somit der Aromaprofil der Fleischproben verändern können.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Anwendung des Fruchtsäure-Aerosols eine Luftentkeimung des Versuchsraumes bewirkte. Eine nachteilige Beeinflussung der Qualität von unverpacktem Fleisch bei Kontakt mit der so behandelten Luft in der geprüften Konzentration des Wirkstoffes liegt nicht vor. Rückstände von Wirkstoffsubstanzen konnten nicht nachgewiesen werden.

Als ergänzende und unterstützende Maßnahme im Rahmen der Produktionshygiene kann diese Luftentkeimungstechnologie auch für den Sektor Fleischverarbeitung von Interesse sein.

Literatur

- Botsoglou, N.A. *et al.* (1994): Rapid, sensitive and specific Thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and foodstuff samples. *J. Chem.* 42, 1931-1937
- N.N. (1984): Untersuchungsmethoden für die Feinkostindustrie. Quantitative Bestimmung von Konservierungsstoffen, Bundesverband der Deutschen Feinkostindustrie, Bonn
- N.N. (2006): Prüfbestimmungen für die DLG-Qualitätsbewerbe Fleischerzeugnisse, Fertigerichte, Tiefkühlkost und Feinkost. 49. Auflage, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Frankfurt a. Main
- Krebs, H., Wiggins, D. und Stubbs, M. (1983): Studies on the mechanism of the antifungal action of benzoate. *Biochem. J.* 214, 657-663
- Lück, H. (1957): Katalasehemmung durch organische Säuren. *Biochemie* 328, 411-419
- Rehm, H.-J. und Stahl, U. (1960): Untersuchungen zur Wirkung von Konservierungsmittelkombinationen. *Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 113, 34-47
- Stengel, W. (2006): Gutachten über Wirkmechanismen von WESSOGREEN AIR Typ 2 vom 14.03.2006, Pharma Medizintechnik Consulting, Erlangen
- Wirkstoffe mit breitem Wirkungsspektrum. *Lebensmitteltechnik* (2001) 7-8, 59
- Luftmanagement. *Hygienestatus rauf. Lebensmitteltechnik* (2002) 12