



Doctoral Thesis

Die Bildung flüchtiger Stoffwechselprodukte beim mikrobiellen Verderb von kühlgelagertem Schlachtgeflügel

Author(s):

Viehweg, Sigrid Helga

Publication Date:

1982

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000304470> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DIE BILDUNG FLUECHTIGER STOFFWECHSELPRODUKTE
BEIM MIKROBIELLEN VERDERB VON
KUEHLGELAGERTEM SCHLACHTGEFLUEGEL

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
der
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZUERICH

vorgelegt von
SIGRID HELGA VIEHWEG
Lebensmittelchemikerin, Universität Münster
geboren am 13. November 1946
deutsche Staatsangehörige

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. W. Schmidt-Lorenz, Referent
Prof. Dr. W. Simon, Korreferent

ZUSAMMENFASSUNG

1. Zur möglichst vollständigen qualitativen Erfassung der flüchtigen mikrobiellen Stoffwechselprodukte, die beim Verderb von Schlachtgeflügel bei Kühlung gebildet werden, wird zunächst eine geeignete Analyse-methode entwickelt. Dazu werden einige in der Aromanalytik gebräuchliche Methoden zur Probenahme und Anreicherung flüchtiger Substanzen mit Test-lösungen und verdorbenem Schlachtgeflügel als Untersuchungsmaterial er-probt. Die Kombination folgender Methoden erweist sich als besonders gün-stig:

- direkte Probenahme aus der Gasphase,
- Vakuumdestillation bei $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, Flüssigextraktion des Destillats,
- Spülen des Gasraumes mit Helium in einem offenen System, Adsorption der Aromastoffe an Porapack Q-Filtern und Desorption mit Lösungsmittel.

Die nachfolgende Auftrennung der Aromakonzentrate erfolgt mittels Kapillar-GC, die Identifizierung der Einzelkomponenten mittels GC-MS.

Die einzelnen Analysenschritte werden optimiert.

2. Frisch geschlachtete Geflügelschlachtkörper werden in geschlossenen Behältern unter aeroben Bedingungen, d.h. unter Bindung von Kohlendioxid und Zufuhr von Luft und Sauerstoff bei $+4 \pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 16 Tage lang gela-gert. Vom Ausgangsmaterial und nach 4-, 6-, 8-, 12- und 16-tägiger Lage-rung werden mikrobiologische Koloniezahlbestimmungen und chemische Analy-sen der flüchtigen Stoffwechselprodukte durchgeführt.

Die Gesamtkoloniezahlen von frischen Schlachtkörpern ca. 12 h nach Schlachtung betragen durchschnittlich 10^3 pro cm^2 Haut. Sie steigen nach 6 Tagen auf etwa $10^7/\text{cm}^2$ und erreichen nach 12 und 16 Tagen 10^9 bis $10^{10}/\text{cm}^2$. Der Anteil der Pseudomonaden an der Gesamtflora beträgt vom 8. Tag der Lagerung an etwa 80 %. Damit ist die Art der Lage-rung vergleichbar mit der offenen Lagerung von Schlachtgeflügel ohne Ver-packung.

An flüchtigen Substanzen werden bei frischen sowie 4 und 6 Tage alten Schlachtkörpern einige Alkohole, Aldehyde und Ketone in Spuren erfasst. Am 6. Tag der Lagerung werden zusätzlich Schwefelwasserstoff und Methyl-mercaptan sowie einige Fettsäureester nachgewiesen. Bei fortschreitendem

Verderb treten zahlreiche Schwefelverbindungen (Mercaptane, Mono- bis Tetrasulfide, Thiofettsäureester) und gesättigte und ungesättigte Fettsäureester auf. Aldehyde werden vom 12. Tag der Lagerung an nicht mehr nachgewiesen. Ketone und Alkohole sind zu jedem Zeitpunkt in etwa gleichbleibenden Konzentrationen vorhanden. Insgesamt werden 86 flüchtige Substanzen identifiziert. Mögliche Bildungsmechanismen werden diskutiert.

3. 15 von verdorbenem Schlachtgeflügel isolierte Bakterienstämme werden auf frisch geschlachtete, nicht-sterile Geflügelschlachtkörper gesprüht bis zu einer Konzentration von 10^5 bis 10^7 Kolonien pro cm^2 Haut. Die Bakterienvermehrung während der Kühlung und die dabei gebildeten flüchtigen Stoffwechselprodukte werden nach 4 und 7 Tagen untersucht.

Insgesamt werden 102 flüchtige Substanzen identifiziert, die denselben Substanzklassen angehören, wie die beim natürlichen Verderb gefundenen. Die einzelnen Bakterienarten zeigen deutliche Unterschiede in der Bildung flüchtiger Stoffwechselprodukte, wobei folgende Hauptkomponenten nachgewiesen werden:

- P. fluorescens 1: in einem Fall Sulfide, in einem Fall keine intensiven Geruchskomponenten,
- P. fluorescens 2: Ketone, daneben Sulfide und Alkohole,
- P. fragi: Schwefelverbindungen (Mono- bis Tetrasulfide, Thiofettsäureester) und gesättigte und ungesättigte Fettsäureester,
- A. putrefaciens: Schwefelverbindungen (Mono- bis Tetrasulfide, wenige Thiofettsäureester),
- S. liquefaciens: keine intensiven Geruchskomponenten,
- B. thermosphacta: spezifisch Acetoin und freie Fettsäuren, sonst keine intensiven Geruchskomponenten.

Da vom 8. Tag der Lagerung an die Bakterienflora von natürlich verdorbenem Schlachtgeflügel überwiegend aus P. fragi und A. putrefaciens besteht, ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der Beimpfungsversuche und des natürlichen Verderbs.

SUMMARY

A suitable analytical method was designed for the qualitative characterisation of volatile microbial metabolites developed during the spoilage of refrigerated chicken-carcasses. Techniques generally applied to the sampling and preconcentration of volatile components, e.g. aroma compounds, were tested on simple solutions of known composition as well as on spoiled chicken carcasses. The following combination of methods proved to be particularly useful:

- direct head-space sampling.
- vacuum distillation at +35 °C and liquid extraction of the distillate.
- purging of the head-space with helium and adsorption of the volatiles on Porapak Q filters, followed by solvent elution.

The separation of the preconcentrated volatiles was effected on a capillary GC. The identification of individual components was accomplished using GC-MS.

The individual steps of the analytical procedure were optimised with respect to maximum yield.

2. Fresh chicken carcasses were stored at $+4 \pm 1,5$ °C for 16 days under aerobic conditions, i.e. in desiccators containing Ca(OH)_2 as adsorbent for CO_2 , with air and oxygen being admitted. Microbial colony counts and chemical analysis of the volatile metabolites were performed on chicken carcasses stored for 0, 4, 6, 8, 12, and 16 days.

The total colony count rose from a mean of 10^3 per cm^2 skin at 12 h post mortem to 10^7 per cm^2 at 6 days and $10^9 - 10^{10}$ per cm^2 after 12 - 16 days. The proportion of pseudomonades was approximately 80 % of the total bacterial flora from the 8th day on. Hence this storage method is comparable to refrigerated storage without packaging.

After 0, 4, and 6 days of storage the volatile components contain traces of alcohols, aldehydes, and ketones. Additionally, from the 6th day on hydrogen sulfide, methylmercaptan and some esters of fatty acids can be detected. Advancing decomposition yields numerous sulfur compounds (mercaptans, mono-, di-, tri-, and tetrasulfides, esters of thio-fatty acids) besides saturated and unsaturated fatty acid esters. Aldehydes are not detected after the 12th day. Ketones and alcohols are at all times

present in nearly constant concentrations. A total of 86 volatile compounds were identified. Possible paths of formation are discussed.

3. 15 strains of bacteria isolated from spoiled chicken carcasses were sprayed onto non sterile fresh carcasses for a total colony count of 10^5 - 10^7 bacteria per cm^2 of skin. Bacterial growth and the production of volatiles were investigated for the 4th and the 7th day after inoculation.

102 volatile compounds were identified, all of which belonged to the same chemical classes as those found during natural spoilage. Clear differences were found in the patterns of volatile metabolites evolved by the 6 species of bacteria:

- P. fluorescens 1: in one case sulfides, in one case no intensively smelling compounds
- P. fluorescens 2: Ketones, some sulfides and alcohols
- P. fragi: sulfur compounds (mono-, di-, tri-, and tetrasulfides, esters of thio-fatty acids) and saturated and unsaturated fatty acid esters
- A. putrefaciens: sulfur compounds (mono-, di-, tri-, and tetrasulfides, few esters of thio-fatty acids)
- S. liquefaciens: no intensively smelling components
- B. thermosphacta: specifically acetoin and free fatty acids, no other intensively smelling components

Since the bacterial flora on naturally decomposed chicken carcasses after the 8th day of storage is dominated by P. fragi and A. putrefaciens there is a satisfactory correlation between the results obtained on inoculated carcasses and naturally spoiled chicken.