Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 70 (1979)

Heft: 1

Artikel: Messung physikalischer Kenngrössen in Fleisch und Fleischwaren (I)

Autor: Prabucki, A.L. / Nyfeler, B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983714

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **70**, 136—141 (1979)

A. L. Prabucki und *B. Nyfeler**, Institut für Tierproduktion, Gruppe Ernährung, Eidg. Technische Hochschule, Zürich

Messung physikalischer Kenngrößen in Fleisch und Fleischwaren (I)

Die zur Beurteilung von Fleisch und Fleischwaren verwendeten physikalischen Meßmethoden können zwei Gruppen zugeordnet werden. Zur ersten Gruppe gehören Methoden, mit denen die Eignung der Rohmaterialien zur Verarbeitung beurteilt wird, wie z. B. Messung des pH-Wertes, des Safthaltevermögens und u. U. der Farbe. Einer zweiten Gruppe sind Meßverfahren zuzuordnen, die der Produktionsüberwachung bei der Fleischverarbeitung und Fleischwarenherstellung (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, rheologisches Verhalten (Fließverhalten, Scherkräfte u. a. m.)) oder der Beurteilung der Qualität der Produkte (Zartheit, Farbe, usw.) dienen.

In der Gewichtung ist den Methoden zur Beurteilung des Rohmaterials, dessen Eigenschaften über die Eignung zur Verarbeitung entscheiden, besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Messung des pH-Wertes

Das wohl wesentlichste Kriterium zur Beurteilung der Rohmaterialbeschaffenheit ist der zeitliche Verlauf des ph-Wertes im Fleisch der Schlachttiere post mortem. Mit dem Tod der Tiere werden die biochemischen Vorgänge im Tierkörper nicht abgestoppt, sondern gehen, wenn auch unter anderen Bedingungen bezüglich Temperatur, Sauerstoffversorgung, Substratkonzentration und Konzentration von Stoffwechselprodukten, weiter. Aus dem Muskelglykogen wird durch Glykogenolyse unter anaeroben Bedingungen Milchsäure gebildet. Als Folge der Anreicherung von Milchsäure im Muskel kommt es je nach Substratmenge, Temperatur und Enzymaktivitäten zu einer mehr oder weniger deutlichen Senkung des pH-Wertes. Abbildung 1 zeigt den pH-Abfall post mortem, wie er normalerweise beim Schlachtschwein beobachtet wird.

Aus Abbildung 1 geht hervor, daß der pH-Wert im Muskel unmittelbar nach der Schlachtung anfänglich relativ schnell abnimmt. Nach etwa 200 Minuten flacht sich die Kurve allmählich ab. Nach 10—24 Stunden ist das Ende des pH-

* Neue Adresse: Betriebs- und Forschungslabor Bell AG, Basel

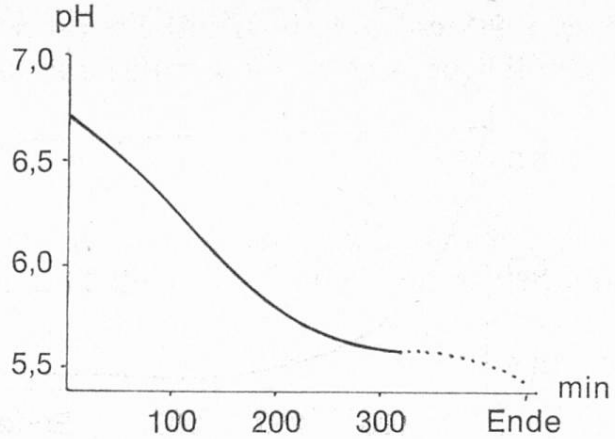

Abb. 1. Der pH-Rückgang im Muskel des Schlachtschweines port mortem (Normalfall)

Rückganges erreicht. Der pH-Wert verändert sich in der Folge nur noch unwesentlich. Der Endpunkt liegt im Bereich des isoelektrischen Punktes der meisten Muskelproteine. Bei einem Verlauf des pH-Wertes, wie er aus Abbildung 1 hervorgeht, ist mit normalen Fleischeigenschaften zu rechnen.

In den letzten Jahren mußte sich das fleischverarbeitende Gewerbe jedoch zunehmend mit zwei Formen abnormaler Fleischbeschaffenheit auseinandersetzen, die im Zusammenhang mit dem Verlauf der Glykogenolyse nach der Schlachtung stehen. In Fällen, in denen bei entsprechender genetischer Veranlagung der Schweine als Folge langer Transportwege, langer Wartezeiten vor dem Schlachten, usw. im Muskel nur noch wenig Glykogen vorhanden ist, kann keine oder nur eine ungenügende Fleischsäuerung stattfinden. Das Fleisch behält weitgehend Warmfleischeigenschaften und behält eine geschlossene Struktur. Es ist daher von dunkler Farbe und leimig-bindig. Solches Fleisch wird als DFD-Fleisch (dry, firm, dark) bezeichnet.

Eine gegenteilige Abweichung in der Fleischbeschaffenheit ist dann gegeben, wenn die Glykogenolyse überstürzt verläuft. Solches Fleisch weist nach kurzer Zeit Kaltfleischeigenschaften auf und wird als PSE-Fleisch (pale, soft and exudative) bezeichnet. Seine Struktur ist offen und die Farbe blaß. Infolge der zu raschen Säuerung maskieren denaturierte sarkoplasmatische Proteine das fibrilläre Muskelprotein, so daß sowohl das Safthaltevermögen als auch das Wasserbindungsvermögen des Fleisches sehr stark herabgesetzt ist.

In Abbildung 2 ist der pH-Rückgang post mortem im Muskel von DFD-, PSE- und Normaltieren wiedergegeben.

Die Fleischbeschaffenheit, welche die Verarbeitungseigenschaften des Fleisches bestimmt, kann durch pH-Messungen untersucht werden. Zur Erfassung von PSE-Fleisch genügt die Messung des pH-Wertes 45 Minuten post mortem (pH_1). Um DFD-Fleisch erkennen zu können, bedarf es neben der pH_1-Messung einer Bestimmung des pH_{24}-Wertes (16 bis 30 Stunden post mortem). In Tabelle 1 sind die pH-Grenzwerte zwischen normaler und abnormaler Fleischbeschaffenheit angegeben.

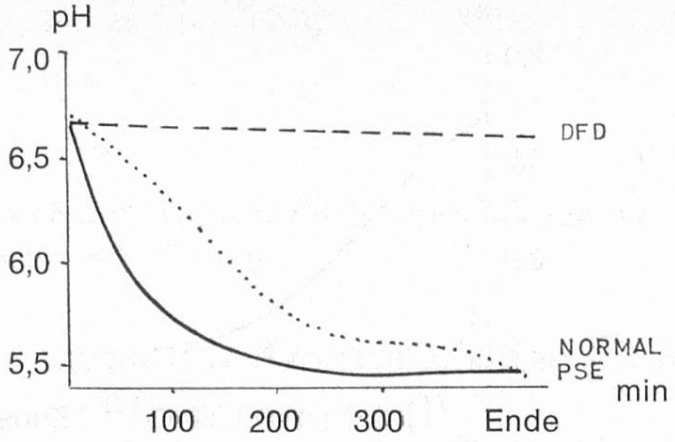

Abb. 2. Der pH-Rückgang post mortem im Muskel des Schlachtschweines (PSE-, DFD- und Normalfleisch)

Tabelle 1. pH-Grenzwerte (pH_1, pH_{24}) zur Umschreibung der Fleischbeschaffenheit

pH Klasse	pH_1	pH_{24}	Fleischbeschaffenheit
I	$\geqq 6{,}0$	$\geqq 6{,}5$	DFD
II		6,2 — 6,49	DFD (verdächtig)
III		5,8 — 6,19	Normal
IV		5,4 — 5,79	Normal
V	5,8 — 5,99		PSE (verdächtig)
VI	$< 5{,}79$		PSE

PSE-Fleisch tritt in erster Linie bei Schlachtschweinen mit hohem Fleischbildungsvermögen auf. Es ist auf eine genetisch bedingte Streßempfindlichkeit der Tiere zurückzuführen und wird als Folge der Einwirkung von Stressoren vor der Schlachtung (z. B. ungeeigneter Transport, Aufregung) ausgelöst. In der Schweiz dürften 20 bis 30% der angelieferten Schlachtschweine PSE-Eigenschaften aufweisen. Neuerdings wurde PSE-Fleisch in der Bundesrepublik Deutschland auch bei Schlachtrindern (ca. 8%) festgestellt (1).

DFD-Fleisch wird sowohl bei Schweinen als auch bei Schlachtrindern, vor allem bei Mastmunis beobachtet. Es tritt meist dann auf, wenn die Glykogenreserven vor der Schlachtung durch verschiedene äußere Einflüsse stark vermindert worden sind.

Fleisch, dessen Beschaffenheit vom normalen abweicht, ist zur Herstellung von Fleischprodukten nur bedingt geeignet. Als Frischfleisch ist mit einigen Einschränkungen sowohl PSE- als auch DFD-Fleisch verwendbar. DFD-Fleisch kann wegen seines hohen Wasserbindungsvermögens nicht zu Rohwaren (Rohwurst, rohe Pökelwaren) verarbeitet werden, dagegen eignet es sich gut für die Herstellung von Brühwürsten*. PSE-Fleisch kann für die Rohwarenherstellung ver-

* Infolge des hohen pH-Wertes ist bei DFD-Fleisch und daraus hergestellten Produkten der mikrobielle Verderb gegenüber Normalfleisch beschleunigt.

wendet werden, ist jedoch für die Brühwurstfabrikation wenig geeignet. Zur Herstellung gegarter Pökelwaren sollte weder PSE- noch DFD- Fleisch verarbeitet werden.

Tabelle 2. Der Einfluß von DFD- und PSE-Fleisch auf die Herstellung von Brühwurstbräten aus Schweinefleisch (Vergleich zu Normalfleisch)

	DFD-Fleisch	PSE-Fleisch
Geleeverlust	—	+
Fettverlust	—	(+)
Wasserbindung	+	—
Fettbindung	+	(—)
Brätkonsistenz	0	0
«Initial break»[1]	+	—
«Hardness»[2]	—	+

+ = Größer als bei Normalfleisch
— = Kleiner als bei Normalfleisch
0 = Kein Einfluß
[1] = Kraftaufwand zum Brechen der Struktur des erhitzten Brätes
[2] = Härte der Struktur des erhitzten Brätes

In Tabelle 2 sind einige typische Auswirkungen abweichender Fleischbeschaffenheit auf die Brätherstellung aus Schweinefleisch (Vergleich zu Normalfleisch) wiedergegeben.

Die Ermittlung des pH-Wertes von Fleisch und Fleischwaren erfolgt meist mittels eines pH-Meters, welches mit einer speziellen Einstab-Einstich-Elektrode ausgestattet ist. Diese aus Glas hergestellten Elektroden sind jedoch sehr empfindlich, so daß sie im Schlachtbetrieb nur mit besonderer Vorsicht verwendet werden können. Die Firma Merck hat daher in Zusammenarbeit mit dem Slagteriernes Forskningsinstitut Roskilde (DK) einen Spezialindikator zur Messung des pH-Wertes von Fleisch entwickelt (Artikel 9547). Mit Hilfe von Teststäbchen kann der pH-Wert des Fleisches im Bereich von 7,2 bis 5,2 in Abstufungen von 0,1—0,3 pH-Einheiten bestimmt werden. Vergleichende Messungen mit diesem Indikator und einem pH-Meter (WTW pH-56) ergaben im Bereich von pH 5,0 bis pH 7,0 folgende hochsignifikante Bezeichnung zwischen dem mittels pH-Teststreifen ermittelten pH-Werten (Y) und der pH-Meteranzeige (X)

$$Y = 0{,}924\,X + 0{,}54 \qquad (r = 0{,}90).$$

In ca. 150 vergleichenden Messungen an Rind- und Schweinefleisch unterschiedlichen Alters betrug die mittlere Differenz zwischen den mit Hilfe der bei-

den Meßverfahren gefundenen Werte ca. 0,075 pH-Einheiten. Im unteren pH-Bereich sind die Abweichungen größer als im pH-Bereich 6,0 bis 7,0. Die Teststreifen lassen demnach mit genügender Genauigkeit den pH-Wert von Muskelfleisch messen. Hingegen sind sie für die pH-Messung in fettreichen Fleischwaren nicht geeignet, da offensichtlich das Produktfett einen innigen Kontakt des Fleischwarensaftes mit dem Indikator verhindert. Zur Verfolgung der Rohwurstreifung beispielsweise ist deshalb weiterhin das pH-Meter mit Einstichelektrode zu verwenden.

Die Messung des Safthaltevermögens von Fleisch

Das Safthaltevermögen von Fleisch kann, wie sein pH_1- und pH_{24}-Wert als Indikator für die Fleischbeschaffenheit herangezogen werden. Das hierfür von *Grau* und *Hamm* (3) vorgeschlagene Meßverfahren mittels Kompressorium hat in der Schweiz in der Praxis kaum Eingang gefunden. Neuerdings wurde von *Hofmann* (4) ein Meßverfahren entwickelt, bei dem durch einen Meßkörper aus Hartgips das locker gebundene Wasser durch Kapillarwirkung aus dem Fleisch herausgesaugt wird. Die durch den Fleischsaft im Meßkörper verdrängte Luft führt zu einem Druckanstieg, der durch den Anstieg einer Flüssigkeitssäule in einer Kapillare gemessen wird. Da die Wasseraufnahme eine gewisse Zeit erfordert, sollte die Ablesung erst 30 Sekunden nach dem Aufsetzen des Gipskörpers auf das Untersuchungsmaterial erfolgen.

Die Prüfung eines solchen Gerätes (Hersteller: August Gronert, D-4937 Lage) in Reihenuntersuchungen, jedoch ohne Vergleich mit anderen Methoden zur Messung des Safthaltevermögens, ergab unverhältnismäßig viele Fehlmessungen. Diese waren darauf zurückzuführen, daß das Fleisch nicht in einwandfrei dichtem Kontakt zum Meßkörper stand. Messungen an Rind-, Kalb- und Schweinefleisch zeigten, daß bei vergleichbarem Material die Schwankung der Meßergebnisse relativ groß war. Die hohe Standardabweichung, die bei Rind-, Kalb- und Schweinefleisch 20 bis 30% des jeweiligen Mittelwertes betrug, spricht gegen einen Einsatz dieses Gerätes unter Praxisbedingungen. Da jedoch das Meßprinzip einleuchtet, dürfte die Verbesserung des Gerätes Erfolg versprechen. Dagegen ist dieses Meßprinzip für die Messung des lockeren Wassers in fetthaltigen Fleischwaren nicht geeignet.

Zusammenfassung

Es wird über die Bestimmung des pH-Wertes und der Wasserbindungskapazität zur Beurteilung von Fleisch und Fleischwaren berichtet.

Résumé

La détermination de la valeur pH et de la capacité de retention d'eau pour l'appréciation de la viande et des produits carnés est décrite.

Summary

A report is made concerning the determination of the pH-value and the water binding capacity for the evaluation of meat and meat products.

Literatur

1. *Fischer, D.* und *Hamm, R.:* Rindermuskel mit beschleunigter Glykolyse (PSE-Rindfleisch). Proc. 24. Eur. Fleischforscher-Kongreß I, A6/4, 1978.
2. *Nyfeler, B.:* Einfluß der Beschaffenheit von Schweinefleisch auf die Stabilität und Konsistenz von Brühwurstbräten. Diss. Nr. 6128, ETH Zürich 1978.
3. *Grau, R.* und *Hamm, R.:* Ueber das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskels. II. Ueber die Bestimmung der Wasserbindung des Muskels. Z. Lebensm. Untersuch. -Forsch. **105**, 446—460, 1957.
4. *Hofmann, K.:* Ein neues Gerät zur Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches: Das Kapillar-Volumeter. Fleischwirtschaft **55**, 25—30, 1978.

PD Dr. A. L. Prabucki
Institut für Tierproduktion
Gruppe Ernährung
ETH Zürich
CH-8092 Zürich