

Influence of pH value on the heating rate of muscle substrates

JOVAN T. PANIN, MILENKO D. ŠUVAKOV and PETAR M. RADETIĆ

Yugoslav Institute of Meat Technology, Beograd, Yugoslavia

Influence of adjusted pH values (4 to 10), different quantities of added water (0 to 36%), added NaCl (4,63%) and starch (10%) on the heating rate of beef muscle substrates was examined.

It has been established that these factors influence the heating rate of substrates, namely $f_{\min}$ values (number of minutes required for the straight line of time-temperature curve, plotted on semilogarithmic paper with canonic temperature scale, to pass one logarithmic cycle). Muscle substrates having pH values adjusted to values close to the isoelectric point of meat (on both alkaline and acid side) had lower $f_{\min}$ values (they were heated quicker), whereas substrates having pH values further from the isoelectric point had higher $f_{\min}$ values. When pH values of substrates were adjusted at approximately 10.0, the $f_{\min}$ values decreased.

The heating rate of muscle substrates to which NaCl was added (4.63%) decreased with the increase of pH value. The added quantity of starch (10%) slowed down the heating rate of muscle substrates. Influence of the quantity of added water on the heating rate of muscle substrates was dependent on the other examined factors (NaCl, pH, starch).

Einfluss von pH-Wert auf die Erhitzungsgeschwindigkeit der Muskelhomogenaten

JOVAN T. PANIN, MILENKO D. ŠUVAKOV und PETAR M. RADETIĆ

Jugoslawisches Institut für Fleischtechnologie, Beograd, Jugoslawien

Einfluss der pH-Einstellung (4 bis 10), der zugestzten Wassermenge (0 bis 36%), des zugesetzten NaCl (4,63) und der Stärke (10%) auf die Erhitzungsgeschwindigkeit der Muskelhomogenaten des Rindfleisches ist untersucht worden.

Es wurde festgestellt dass diese Faktoren die Erhitzungsgeschwindigkeit von Homogenaten bewirken, d.h. die $f_{\min}$ -Werte (Die Minutenzahl die dazu notwendig ist dass die Asymptote der Zeit-Temperatur Kurve- welche auf dem semilogarithmischen Papier mit kanonischer Temperaturskala konstruiert wurde - einen logoritmischen Zyklus durchläuft) ändern. Muskelhomogenate deren pH-Wert auf die Werte eingestellt ist die dem izoelektrischen Punkt des Fleisches nahe sind (auf alkalischen und säueren Seite), haben niedrigere $f_{\min}$ -Werte (werden schneller erhitzt), während die Homogenate mit den pH-Werten die dem I.P. ferner stehen, höhere $f_{\min}$ -Werte aufweisen. Falls pH-Wert von Homogenaten auf 9,5 bis 10 eingestellt ist, $f_{\min}$ -Werte werden niedriger.

Die Muskelhomogenate mit NaCl-Zusatz (4,63) wurden mit der Steigerung von pH-Wert langsamer erhitzt. Die Wirkung der zugesetzten Wassermenge auf die Erhitzungsgeschwindigkeit der Muskelhomogenaten wurde durch die anderen untersuchten Faktoren (NaCl, pH, Stärke) beeinflusst.

Influence du pH sur la vitesse du réchauffement des homogénéités musculaires

JOVAN T. PANIN, MILENKO D. ŠUVAKOV et PETAR M. RADETIĆ

Institut Yougoslave pour la technologie de viande, Beograd, RSF de Yougoslavie

On a étudié l'influence du pH ajusté (de 4 à 10) ainsi que celle des quantités ajoutées d'eau (de 0 à 36%) de NaCl (4,63%) et d'amidon (10%) sur la vitesse du réchauffement des homogénéités musculaires de la viande bovine.

Il a été constaté que ces facteurs influençaient la vitesse du réchauffement des homogénéités, par conséquent la valeur $f_{\min.}$ (le nombre de minutes nécessaires pour que la courbe du réchauffement, exprimée l'échelle canonique de température à graduation logarithmique, fasse un cycle). Les homogénéités musculaires, dont le pH est ajusté sur les valeurs proches au point isoélectrique de la viande (quant à l'acidité et à la basicité), possèdent des valeurs inférieures (se réchauffent plus vite), tandis que les homogénéités aux valeurs pH, plus éloignées de PI, ont des valeurs $f_{\min.}$ plus élevées. Dans le cas où la valeur pH des homogénéités est ajustée de 9,5 à 10,0 $f_{\min.}$, les valeurs sont en baisse.

Les homogénéités musculaires contenant du NaCl (4,63%), dont le pH est en hausse, se réchauffaient plus lentement. La quantité ajoutée d'amidon ralentissait le réchauffement des homogénéités musculaires. L'influence de la quantité d'eau ajoutée sur la vitesse du réchauffement des homogénéités dépendait d'autres facteurs étudiés (NaCl, pH, amidon).

Влияние pH на скорость нагревания мышечных гомогенатов

ИОВАН Т.ПАНИН, МИЛЕНКО Д.ШУВАКОВ и ПЕТАР М.РАДЕТИЧ

Югославский институт технологии мяса, Белград, Югославия

Исследовано влияние приспособленного pH (4 до 10), количества добавленной воды (0 до 36%), добавленного NaCl (4,63%) и крахмала (10%) на скорость нагревания мышечных гомогенатов говядины.

Утверждено что эти факторы влияют на скорость нагревания гомогенатов, т.е. $f_{\min.}$ (число минут необходимых для того что бы правая, выраженная канонической температурной скалой вместе с логаритмическим делением обошла один логаритмический цикл.) Мышечные гомогенаты в которых pH приспособлен к ценности близкой изоэлектрической точки мяса (с базной и кислой стороны) имеют более низкий $f_{\min.}$ (быстрее нагреваются) пока гомогенаты с pH который дальше PI имеют более высокий $f_{\min.}$. Если pH гомогенатов приспособлен к 9,5 до 10,0 тогда $f_{\min.}$ понижается.

Мышечные гомогенаты с добавкой NaCl (4,63%) с повышением pH медленнее нагревались. Добавленное количество крахмала (10%) замедляло нагревание мышечных гомогенатов. Влияние количества добавленной воды на скорость нагревания мышечных гомогенатов зависело от остальных исследованных факторов (NaCl, pH, крахмал).

Einfluss der pH-Wert auf die Erhitzungsgeschwindigkeit von Muskelhomogenaten

J. PANIN, M. ŠUVAKOV und P. RADETIĆ

Jugoslawisches Institut für Fleischtechnologie, Beograd

Einleitung

Hamm, sowie viele andere Autoren (3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 16) haben den pH-Einfluss auf das Wasserbindungsvermögen (WBV) des Fleisches studiert. Schon kleine Veränderungen des pH-Wertes üben einen bedeutenden Einfluss auf dieses Vermögen (4, 6) des Fleisches aus, so dass die Muskeln mit verschiedenen pH-Werten auch verschiedene Mengen am locker gebundenem Wasser aufweisen. Dieses, locker gebundenes Wasser wird während der Erhitzung freigesetzt. Es ist ebenso festgestellt worden dass die Wärmeleitungsfähigkeit des Fleisches von dem Wassergehalt abhängig ist (8, 14).

Vorausgesetzt dass der pH-Wert einen Einfluss auf die Erhitzungsgeschwindigkeit ausüben könnte, stellten wir uns als Aufgabe es zu prüfen in welcher Beziehung der pH-Wert, wie auch das WBV mit der Erhitzungsgeschwindigkeit von Muskelhomogenaten stehen.

Material und Methoden

Für die Versuche wurden gut entsehte und vom Fettgewebe befreite, 48 Std. bei 4°C gekühlte Muskeln (m. semimembranosus, m. semitendinosus und m. biceps femoris) 18 Monate der alten Jungstieren benutzt. Das Fleisch wurde danach gewolft (8 mm Durchmesser Loch-Scheibe) um den Einfluss intensiver Zerkleinerung auf die pH-Verschiebung, bzw. Wärmeleitungsfähigkeit des Fleisches zu vermeiden (6, 15).

Die pH-Einstellung der Muskelhomogenaten wurde mittels des Zusatzes von Salzsäure oder Natronlauge-Lösung erreicht. In jedem Versuch wurde je einem Homogenat der natürliche pH-Wert gelassen (5,53). Gleichzeitig mit der Salzsäure, bzw. Natronlauge-Zusatz wurden dem zerkleinerten Fleisch verschiedene Wassermenge zugegeben (9 bis 34%) so dass die Homogenate folgende Wassergehalte enthielten: im Versuch 1. - 74,8%, Versuch 2. - 70,0%, Versuch 3. - 77,9%, Versuch 4. - 80,3% und im Versuch 5. - 84,3%. Im Versuch 1. wurde den Homogenaten 4% Kochsalz (auf zusatzfreien Muskel 4,63% berechnet) beigemischt. Im Versuch 2. wurde den Muskelhomogenaten 10% Weizenstärke zugegeben.

Die Zusätze und das gewolftte Fleisch wurden gut miteinander vermischt und dann die Homogenate bei 4°C, 24 Std. aufbewahrt. Nur der Stärkezusatz (Versuch 2.) erfolgte unmittelbar vor der thermischen Behandlung, bzw. vor dem Eindosen.

Bevor Eindosen (runde Dosen, Durchmesser - 73 mm, Höhe - 74 mm) wurden von jedem Muskelhomogenat Proben für chemische Analysen und WBV Bestimmung mittels Filterpapier-Pressmethode nach Grau und Hamm (2) entnommen. Es soll betont werden dass das in Abb. 2. dargestellte WBV in Prozenten des immobilisierten Wasser nicht auf zusatzfreien Muskel bezogen, sonder auf die Gesamtwassermenge im Homogenat berechnet wurde.

Die chemische Analysen wurden nach der AOAC (1975) Methoden durchgeführt.

Der pH-Wert wurde mit dem pH-29 Radiometer, Copenhagen mit kombinierter Glass- und Kalomel-Elektrode ermittelt.

Die thermische Behandlung im Wasserbad, bei 80°C, dauerte so lange bis man im geometrischen Zentrum 70°C erreichte. Die Temperatur wurde mit dem Ellab-Gerät registriert.

Die Erhitzungsgeschwindigkeit wurde als Minutenzahl ermittelt, die notwendig sind um den Wert der Quotienten $(T_1 - T) : (T_1 - T_0)$ zehnfach zu vermindern, d.h. dass die Zeit-Temperatur Kurve, bzw. Gerade auf der Kanonischer Temperatur-Skala einen logarithmischen Zyklus durchläuft (1,14). T_1 bezeichnet die Temperatur des Erhitzungsmediums, T - des geometrischen Zentrums und T_0 - die Anfangstemperatur des Füllgutes, bzw. des Muskelhomogenates.

Aus den in Abbildung 1. dargestellten Ergebnissen geht hervor, dass in allen Versuchen mit steigender pH, d.h. den Werten die dem isoelektrischen Punkt (I.P.) nahe sind, bis 7,5, trat ein immer langsames Erhitzen der Muskelhomogenaten auf. Der Kochsalzzusatz (Versuch 1) verbreitete diese Grenzen von 4 bis auf 9,75, zwischen welchen die pH-Steigerung ein langsames Erhitzen der Muskelhomogenate als Folge hatte. Die pH-Einstellung auf 10, hatte zur Folge fast das schnellste Erhitzen der Muskelhomogenaten (Ausnahme im Versuch 1 als bei pH-10 die Homogenate ganz langsam erhitzt wurden). Die Homogenate bei denen der pH-Wert unter dem I.P. eingestellt wurde, wiesen eine Tendenz wieder etwas langsamer erhitzt zu werden auf. Die pH-Werte übten den gleichen Einfluss auch bei den Muskelhomogenaten mit Stärkezusatz aus (Versuch 2), aber die Unterschiede zwischen verschiedenen $f_{\min}$ -Zeiten waren nicht so deutlich.

Wenn man die Kurven betrachtet, die den Einfluss der pH-Einstellung auf die Erhitzungsgeschwindigkeit von Muskelhomogenaten darstellen, ist es auffallend dass sie den pH-WBV-Kurven ähnlich sind.

Die im Abbildung 2. dargestellte Ergebnisse zeigen dass mit steigenden Mengen des von der Homogenaten mit eingestellten pH-Werten immobilisierten Wassers zu einer Erhitzungsverzögerung kam. Die Muskelhomogenate denen ausser Säure, bzw. Lauge nur Wasser zugesetzt wurde (Versuche 3,4,5) weisen das langsamste Erhitzen auf (längste $f_{\min}$ -Zeiten) wenn sie 55% (Versuch 5), bzw. 60% Wasser (Versuche 4 und 5) immobilisieren. Die Muskelhomogenate denen Kochsalz zugesetzt wurde (Versuch 1), weisen die kleinste Erhitzungsgeschwindigkeit auf, wenn sie 70% immobilisiertes Wasser enthalten. Die Muskelhomogenaten mit dem höheren oder niedrigeren Prozent des immobilisierten Wassers als oben angeführt, wurden schneller erhitzt. Die Muskelhomogenaten mit dem Stärkezusatz von 10% (Versuch 2) insoweit sie mehr Wasser (bis 60%) immobilisieren, wurden immer langsamer erhitzt, aber die Unterschiede sind nicht so ausgeprägt als in anderen Versuchen.

Die Ergebnisse haben deutlich gezeigt dass der pH-Wert einen bestimmten Einfluss auf die Erhitzungsgeschwindigkeit der Muskelhomogenaten ausübt. Bei pH-Werten im Bereich des I.P. wurden die Homogenaten am schnellsten erhitzt, da bei diesen pH-Werten das Vermögen des Fleisches Wasser zu immobilisieren ein Minimum aufweist, und dass das freigesetzte Wasser durch Konvektionsströmungen dem schnelleren Erhitzen beitragen kann. Weiteres Sinken des pH-Wertes unter den I.P. führte wieder zum Verzögerung des Erhitzens (längere $f_{\min}$ -Zeiten) zu.

Bei den Homogenaten deren pH-Wert auf 5,5 bis 7,5 eingestellt wurde kam es mit Steigerung des pH-Wertes zu einer Verlangsamung des Erhitzens. Der Grund dafür soll in Steigerung des WBV gesucht werden. Der Muskel, der grosse Mengen vom Wasser zu immobilisieren vermag, wird beim Erhitzen auch weniger Wasser ausscheiden (6,7,9). Nämlich, bei Erhitzung von Muskelhomogenaten mit höheren pH-Werten wird ganz wahrscheinlich weniger Wasser freigesetzt, was ein langsames Erhitzen als Folge hat.

Dafür spricht auch die Tatsache dass solche Homogenate nach der thermischen Behandlung kein ausgeschiedenes Wasser oder nur in unbedeutlichen Mengen ausgeschiedenes Wasser enthalten. Der pH-Einfluss auf die Erhitzungsgeschwindigkeit kommt nicht zum Vorschein nur als Folge der WBV Veränderung. Es ist sicher dass der Zustand der Muskeleiweisse, der durch die pH-Veränderung auftrat, auf diese Erscheinung einen bestimmten Einfluss ausübt.

Es ist ebenso wichtig zu erwähnen dass in unseren Versuchen das Vermögen der Muskelhomogenaten Wasser zu binden durch Wasserzusatz (9 bis 34%) nicht völlig, sondern nur teilweise, erschöpft wurde.

Die Gesamtwassermenge als auch die Menge des zugesetzten Wassers verändern die Erhitzungsgeschwindigkeit von Muskelhomogenaten (8,14). Aber wenn eine gewisse Gränze des zugesetzten Wassers überschritten ist, dann wird die Erhitzung beschleunigt. Dies gilt auch für das immobilisierte Wasser (Abb. 2).

Auffallend ist die Tatsache dass bei den pH-Werten im Bereich von 10, die Muskelhomogenate, obwohl sie die grösste Mengen von Wasser immobilisieren und zwar ohne Rücksicht auf die Gesamtwassermenge, sehr schnell erhitzt werden (Versuche 2, 3, 4 und 5). Diese Erscheinung kann wahrscheinlich mit der Angabe erklärt werden dass diesen Homogenaten auch die grösste Menge der NaOH-Lösung zugesetzt worden war die dann 24 Std. im Kontakt mit dem Fleisch geblieben war, und dass dann eine gewisse Zerstörung der Muskelstruktur, und auch ein gewisser Abbau der Muskel-Eiweisse auftrat. Diese Muskelhomogenate verfügten noch über ein starkes Vermögen das Wasser - gegen die Kompression - zu immobilisieren aber nicht über das Vermögen es während der thermischen Behandlung fest zu halten, was dann das Entstehen von Konvektionsströmungen ermöglicht hatte. Diese Erscheinung konnte auch mit 10% Stärkezugabe nicht völlig untergedrückt werden.

Der Kochsalzzusatz (Versuch 1) zu den Homogenaten, deren pH-Wert auf 4 eingestellt wurde, führte zur Aussalzung der Proteine, d.h. zum Freisetzen bedeutenden Mengen von Wasser (ungefähr 90% von der Gesamtwassermenge im Homogenat) schon vor der thermischen Behandlung, was auch das schnellste Erhitzen erklärt ($f_{\min}$ -Zeit betrug nur 43,14 Minuten). Andererseits, bei Muskelhomogenaten mit den höheren pH-Werten (aber <10) der Kochsalzzusatz verzögerte das Hitzeeindringen, was schon früher beobachtet wurde (14).

Literatur

- 1) Ball, C.O., Olson, F.C.W.: Sterilisation in Food Technolgy, McGraw-Hill Book Comp.Inc. New York, (1957) (S. 193-200);
- 2) Grau, R., Hamm, R.: Naturwissensch. 40,29, (1953) - angeführt in: Hamm, R.: Kolloidchemie des Fleisches, Paul Parey Verlag, Berlin, (1972);
- 3) Hallendorn, E.W.: Food Technol. 16, 9, 119, (1962);
- 4) Hamm, R.: Z. Lebensmittel-Untersuch. u. -Forsch. 116, 335, (1962);
- 5) Hamm, R.: Z. Lebensmittel-Untersuch. u. -Forsch. 116, 511, (1962);
- 6) Hamm, R.: Kolloidchemie des Fleisches, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, (1972), (S.48, 56, 57, 180);
- 7) Heim, E.: Fleischwirtsch, 6, 74, (1954);
- 8) Hill, E.J., Leitman, J.D., Sunderland, E.J.: Food Technol. 21, 8, 91, (1967);
- 9) Janeva, A.: Wiss. Arch. Landwirtsch.Sect.B.544,(1933), angeführt in: Hamm,R: Kolloidchemie des Fleisches, (1972);
- 10) Möhler, K., Kiermeier, F.: Z.Lebensmittel-Untersuch. u. -Forsch. 96, 90, (1953),
- 11) Niinivaara, F.P., Pohja, M.S.: Fleischwirtsch. 5, 261, (1954);
- 12) Pohja, M.S. Niinivaara, F.P.: Fleischwirtsch. 9, 193, (1957);
- 13) Sulzbacher, W.L., Gibbs, R.J., Swift, C.E., Fryar, J.: Proceed. 12th.Res.Confer.American Meat Inst. (1961);
- 14) Šuvakov, M., Panin, J., Radetić, P.: Wissenschaft.Beiträge, 24.Europ. Fleischvorscher Kongress, II, Kulmbach, (1978);
- 15) Trumić, Ž.: Doktorska disertacija, Veterinarski fakultet, Beograd, (1961);
- 16) Wierbicki, E., Tiede, M.G., Burrell, R.C.: Fleischwirtsch. 15, 396, (1963).

Ergebnisse und Diskussion

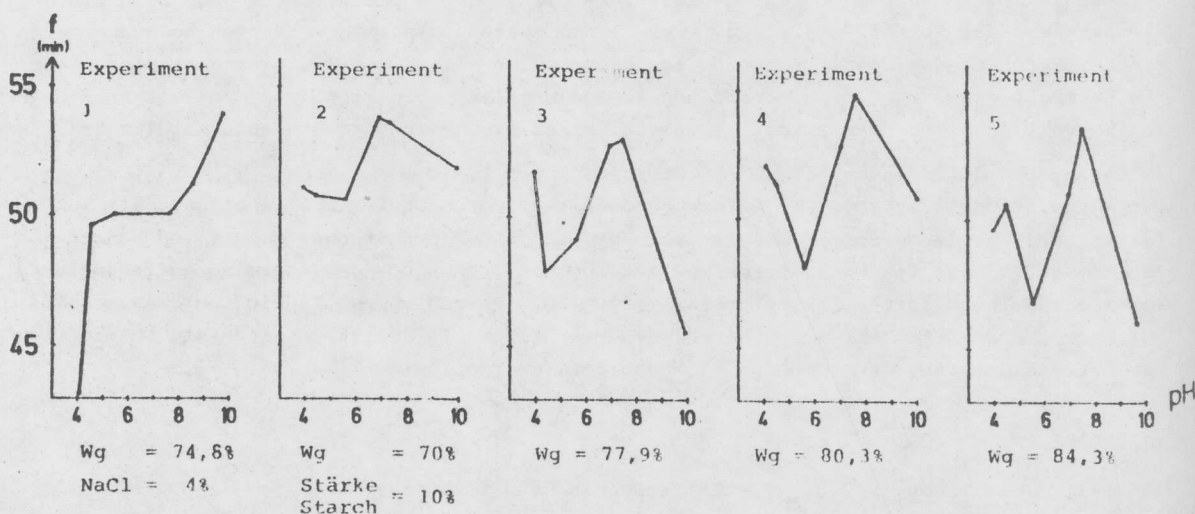


Abb. 1. Einfluss der eingestellten pH-Wert auf die Erhitzungsgeschwindigkeit der Muskelhomogenaten mit verschiedenem Wassergehalt (W_g)

Fig. 1. Influence of adjusted pH on the heating rate of muscle substrates having different water content (W_g)

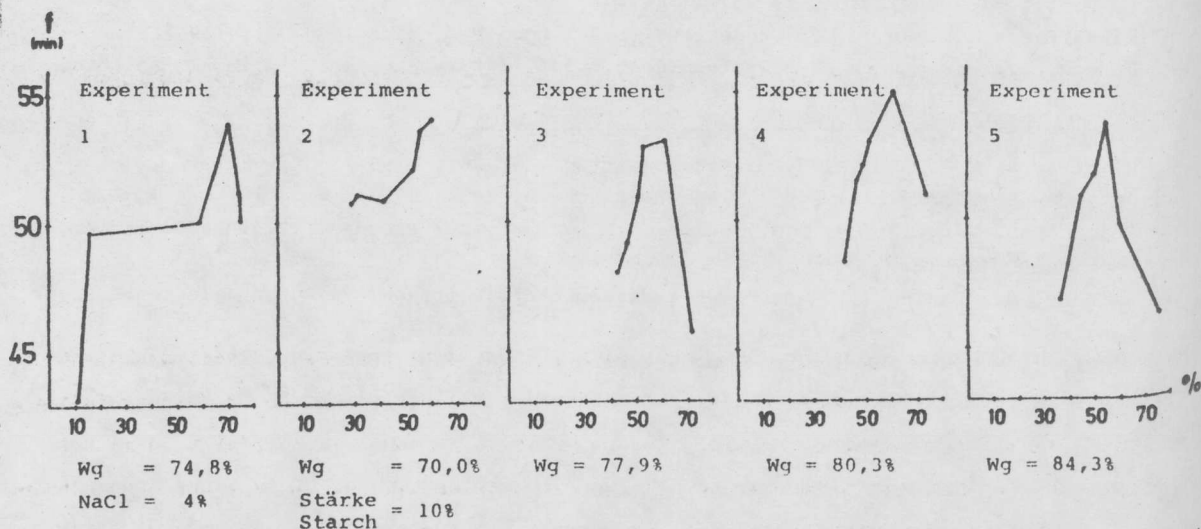


Abb. 2. Einfluss der immobilisierten Wassermenge (%) auf die Erhitzungsgeschwindigkeit der Muskelhomogenaten mit dem eingestellten pH-Wert (4 - 10) bei dem verschiedenen Wassergehalt (W_g)

Fig. 2. Influence of the amount of bound water (%) on the heating rate of muscle substrates having adjusted pH-values (4 - 10) and different water content (W_g)