

Evaluation of the results of objective colour measurement of meat and meat products in CIELUV colorimetric system

TIBOR HUSZKA and MÁRIA FEKETE

Szeged College of the Food Industry, Hungarian People's Republic

Objective colour measurements were performed with MOMCOLOR-D tristimulus colour measurement instrument on products of raw meat, pickled-ham and Vienna sausage. Measurement results were evaluated in the CIE 1931 standard colorimetric system and in CIELUV colour range, introduced by CIE in 1976.

It has been established that

- 1/ in case of careful preparation of samples, the colour of meat and meat products can be determined by the help of MOMCOLOR tristimulus colorimetre with appropriate accuracy;
- 2/ on the basis of colour difference values, given in the ΔE_{uv} formula belonging to the CIELUV colour range, meat products can be grouped in an objective way;
- 3/ a given value of ΔE_{uv} colour difference is suitable for establishing colour changes, brought about by some technical process.

Bewertung der Ergebnisse bei der objektiven Farbmessung von Fleisch und Fleischwaren nach dem CIELUV-System

TIBOR HUSZKA und MÁRIA FEKETE

Hochschule für Lebensmittelindustrie

Szeged, UVR

Eine objektive Farbmessung wurde an Rohfleisch, gepöckelten Schinken und Brühwurstherzeugnissen mit einem Farbmessgerät Dreibereichsverfahren nach dem MOMCOLOR-D durchgeführt.

Die Messungsergebnisse wurden in dem von CIE in 1931 eingeführten Normvalenzsystem, bzw. in dem in 1976 eingeführten CIELUV-System bewertet.

Es wurde das Folgende festgestellt:

- 1/ Bei sorgfältiger Vorbereitung der Muster ist es möglich, um die Farbe von Fleisch und Fleischwaren mit dem Farbmessgerät nach dem Dreibereichsverfahren MOMCOLOR-D mit entsprechender Genauigkeit zu bestimmen.
- 2/ Die Fleischwaren können nach der Farbabstandsformel ΔE_{uv} von CIELUV 1976 objektiv eingereiht werden.
- 3/ Die Farbabstandsbewertung nach ΔE_{uv} ist geeignet, um die infolge eines technologischen Prozesses entstehenden Farbveränderungen zu bestimmen.

ÉVALUATION des résultats colorimétriques objectifs de la viande et des produits de viande dans le système colorimétrique CIELUV

par TIBOR HUSZKA et MÁRIA FEKETE

École Supérieure de l' Industrie Alimentaire, République Populaire Hongroise

Des mesures colorimétriques objectives ont été faites à l' aide d' un instrument colorimétrique tristimulaire, type MOMCOLOR-D, sur viande crue et des produits de viande: jambon mariné et saucisse.

Les résultats des mesures ont été évalués dans l' espace chromatique CIE 1931, et dans celui de CIELUV, introduit en 1976.

On a établi:

- 1/ en cas d'une préparation soigneuse des échantillons la couleur de la viande et des produits de viande peut être déterminée au moyen d'un instrument colorimétrique tristimulaire, type MOMCOLOR, avec une précision convenable;
- 2/ à la base des valeurs de différence de couleur, données dans la formule ΔE_{uv} , appartenant à l'espace chromatique CIELUV-1976, les produits de viande peuvent être rangés d'une manière objective;
- 3/ l'indication de la valeur de différence de couleur ΔE_{uv} est propre à constater le changement de couleur, survenu sous l'influence de quelque procédé technologique.

Оценка результатов объективного измерения цвета мяса и мясных продуктов в колориметрической системе ЦИЭЛУВ

ТИБОР ХУСКА И МАРИА ФЕКЕТЕ

Институт Пищевой Промышленности, г. Сегед, ВНР

Проведены нами объективные измерения цвета сырого мяса, маринованно-варёной ветчины и продуктов типа сосисок с помощью тристимульного колориметрического оборудования МОМКОЛОР - Д.

Результаты были оценены в колориметрической системе, введённой в 1931 г., относительно в системе ЦИЭЛУВ, принятой в 1976 г.

Установлено следующее:

- 1/ При тщательной подготовке образца можно с достаточной точностью определить цвет мяса и мясных продуктов с помощью тристимульного колориметрического прибора МОМКОЛОР.
- 2/ Можно классифицировать мясные изделия объективным образом на основе расхождений между цветами по формуле ΔE_{uv} , относящейся к колориметрической системе ЦИЭЛУВ, определённой в 1976 г.
- 3/ Подача величин расхождений между цветами по формуле ΔE_{uv} даёт возможность определить изменение цвета, поступившее в следствие технологического процесса.

Bewertung der Ergebnisse bei der objektiven Farbmessung von Fleisch und Fleischwaren nach dem CIELUV-System

TIBOR HUSZKA und MÁRIA FEKETE

Hochschule für Lebensmittelindustrie, Szeged, UVR

Einleitung

Die objektive Farbmessung in der Fleischforschung gewinnt eine immer grössere Bedeutung. Das beweist auch die wachsende Anzahl der Forschungsberichte. /1,2,3,4,5/. Eines der Geräte für Farbmessung ist der in der UVR entwickelte Dreibereichsverfahrenapparat MOMCOLOR - D'6/. Die Möglichkeit seiner Benützung für Zwecke der Fleischforschung möchten wir mit unseren Ergebnissen illustrieren. Die Literaturangaben über die Ergebnisse der Farbmessung der Oberfläche von Fleisch und Fleisch-erzeugnissen sind sehr unterschiedlich. Barton /3/ gibt die Ergebnisse der Farbmessung von Fleisch, die er mit der Hilfe der Apparate von den Typen Fahellpho, Elrepho und Göfo bekam, nur mit Werten der Reflexion /R/ des in dem Gerät befindlichen Farbenfilters an. Tyszkiewicz definiert die Farbe von gepökeltm Fleisch mit dem Ausdruck R_{640}/R_{540} , und gibt eine solche Gleichung an, welche auch den Fett- und Pigmentgehalt des Musters beachtet. /4/. Oord und Wesdorp /5/ und andere /1,8/ geben aus den auf verschiedenen Wellenlängen gemessenen Werten K/S nach der Gleichung von Kubelka-Munk /9/ den Myoglobin-, Oxy- bzw. Metmyoglobingehalt an. Aus den in der objektiven Farbmessung von Fleisch und Fleischprodukten gebrauchten Daten sind unserer Meinung nach die von dem Normvalenzsystem CIE eingeführten Werte x,y,bzw. der prozentuelle Wert Y am geeignetsten. Ebenso ist der Wert der Farbabstandsformel ΔE_{uv} des CIELUV-Systems-1976 für die Beschreibung des Farbabstandes zwischen zwei verschiedenen Mustern /10/ am geeignetsten.

Die Farbkoordinaten sind aus den ermessbaren Farbenkomponenten X, Y, Z auszurechnen:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad /1/$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad /2/$$

Die zu dem CIELUV-Farbenraum gehörende Farbabstandsformel ΔE_{uv} wird durch die Gleichung /3/ ausgedrückt:

$$\Delta E_{uv} = \left[\sqrt{L^*/2} + \sqrt{u^*/2} + \sqrt{v^*/2} \right]^{1/2} \quad /3/$$

Der gleichmässige Farbenraum $L^* u^* v^*$ beruht sich auf der projektiven Transformation des Farbendiagramms /xy/.

$$L^* = 116/Y/Y_0^{1/3} - 16 \quad /4/ \quad \text{wenn } Y/Y_0 > 0,01$$

$$u^* = 13 L^* / u' - u'_0 / \quad /5/$$

$$v^* = 13 L^* / v' - v'_0 / \quad /6/$$

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad /7/$$

$$v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z} \quad /8/$$

Um die Helligkeit $/L^*$ zu charakterisieren, wurde eine dem Kubikwurzel von Y proportionale Grösse eingeführt, weil das menschliche Auge den Unterschied der Helligkeit von zwei über gleichen Farbenunterschied verfügenden Mustern erst nach einer solchen Transformation als gleichen sieht. Die die Chromezität umschreibenden Koordinaten u^* , v^* /Gleichung 5, 6/ wurden durch die Unterschiede $/u^*-u_o^*/$, bzw. $/v^*-v_o^*/$ weiterhin durch das Produkt von L angegeben, wo der Index 0 /Null/ auf die Verteilung der Lichtquelle bezieht. Um den Wert ΔE_{uv} zu erzielen, haben wir ein Programm für den Rechenautomat HP-97 erarbeitet.

Zielsetzung:

Ziel unserer Untersuchungen war es die Folgenden zu erklären:

- 1/ Ob Apparat nach Dreibereichsverfahren MOMCOLOR-D für Farbenmessung und für Erfassung von Farbenunterschieden /Farbabständen/ geeignet ist?
- 2/ Die Pünktlichkeit und Streuung des Apparates festzustellen.
- 3/ Was für Werte für ΔE_{uv} sind von Fleisch und von verschiedenen Pökungsverfahren zu erwarten?
- 4/ Was für objektive Farbenveränderungen die Farbe der durch Pökung mit vermindertem Nitritgehalt erhaltenen Produkte charakterisieren?

Materialien und Methoden:

a/ Apparat: Apparat nach dem Dreibereichsverfahren MOMCOLOR-D

Vermessungsgeometrie: $0/45^\circ$

Vermessungsoberfläche: ein Kreis mit einem Durchschnitt von 15 mm.

b/ Materialien: Schweinefleisch

In jedem Fall ein Muster aus dem *M. longissimus dorsi* des ungarischen weissen Fleischschweines /90-110 Kg/ nach einer Abkühlung von 24 Stunden. Vor Pökung haben wir die Fleischstücke in drei Gruppen verteilt, die als "C" bzw. "I" und "II" bezeichnet wurden.

c/ Pökelnverfahren:

Muster "C": Das Fleischstück wurde mit einer 10 % des Gewichtes entsprechenden Pökelspritze behandelt. Die Pökelspritze enthielt 95 mg/100 g NaNO_2 . Als Abdeckbeize wurde eine Lösung von NaCl mit einer Konzentration von 20°Be 48 Stunden lang verwendet. Die Temperatur war $5^\circ \pm 1$.

Muster "I": Die Menge der Spritzpökellösung war ebenfalls 10 % des Gewichtes des Fleisches, aber die Konzentration von NaNO_2 war 70 mg/100 g. Die Abdeckbeize unterschied sich dadurch, dass sie auch 25 % von dem mitritfreien farbenschaftenden Stoff "TARI COLPUR 51" enthielt. Dieser Stoff wird von Guillini GmbH hergestellt und vertrieben.

Muster "II": Es unterscheidet sich von den bisher abbeschriebenen Mustern dadurch, dass die Spritzbeize 42 mg/100 g NaNO_2 und die Abdeckbeize 0,5 % "TARI COLPUR 51" enthielt.

Die Untersuchungen wurden an einem von verschiedenen Tieren stammenden Fleisch 8-mal wiederholt.

d/ Herstellung von Brühwurstprodukten:

Muster "C": *M. longissimus dorsi* von Rind nach einer Reifung von 96 Stunden wurde von seinen Bind- bzw. Fettgeweben befreit, danach

wurde er mit 2,5 % Nitrit-Pökelsalzmischung und Zugabe von 50 % Wasser fein zerkleinert. Das Produkt wurde in einen Darm mit einem Durchmesser von 50 mm gefüllt. Es wurde Heissräucherung und Kochen bei 73 °C durch 30 Minuten verwendet. Der NaNO_2 -Gehalt des Musters war 83 ppm.

Muster "I": Es unterscheidet sich von dem vorherigen Muster dadurch, dass es auch 62,5 ppm NaNO_2 und 0,065 TARI COLPUR 43 enthielt.

Muster "II": Der Gehalt von NaNO_2 war zu 41,5 ppm vermindert, und der von TARI COLPUR 43 zu 0,13 % erhöht.

e/ Dosenschinken: Ein der Exportqualität entsprechendes Produkt des Pápaer FleisCHKombinats wurde untersucht. Bei jeder Messung wurde die Oberfläche mit einem scharfen Messer ausgebildet, und die Messung wurde am möglichsten bald durchgeführt. Im Fall der Untersuchung von Rohfleisch war die Richtung der Messung mit der Richtung der Muskelfasern parallel.

Messungsergebnisse und Bewertung:

Im Falle von Farbmessung hängt die Wiederholungsfähigkeit des Apparats von der Art, Gleichmässigkeit und Homogenität des zu messenden Musters ab. Vor jeder unserer Messungsserien von Fleisch, Fleischwarenprodukten, Dosenschinken haben wir den Grad der Wiederholungsfähigkeit des Apparats festgestellt. Um die Wiederholungsfähigkeit des Apparates zu kennzeichnen, haben wir den doppelten Wert der Streuung von 10 nacheinander folgenden Messungen $/2s_x, 2s_y$ usw./ gebraucht, ausserdem haben wir auch den durchschnittlichen bzw. maximalen Wert des Farbabstandes ΔE angegeben. Unsere Ergebnisse sind in der Tabelle 1. zusammengefasst. Den doppelten Wert der Streuung haben wir mit den sich in der Fachliteratur auf Arzneipulver bzw. Tomatenkonzentration beziehenden Werten $/11, 12/$ verglichen. Es wurde festgestellt, dass nach einer sorgfältigen Vorbereitung der Oberfläche ein dem in der Literatur befindlichen Wert nahestehender Wert der Wiederholungsfähigkeit erreicht werden kann. Aus den Daten der Tabelle 1. wird es auch klar, dass ein Wert $\Delta E = 2,0$ keinen Farbunterschied repräsentiert, da sich so ein grosser Abstand auch aus Messfehlern ergeben kann.

In der Tabelle 2. haben wir die Farbenkomponenten der Muster von *M. longissimus dorsi* aus 8 verschiedenen Schweinen nach der sich erhöhenden Reihenfolge von Y angegeben. Auch hier haben wir den Farbabstand von jedem Muster im Verhältnis zu dem Muster mit dem kleinsten Helligkeitsfaktor ausgerechnet. Aus den Ergebnissen ergibt sich, dass ganz grosse Farbunterschiede zwischen denselben Muskelgruppen derselben Tierart vorhanden sein können. In unseren Messungen haben wir 23 Farbabstandseinheiten ΔE gefunden, während die Grenze des menschlichen Auges, Farbabstände zu unterscheiden, 3 ΔE ist. /Jetzt werden wir die Ursachen der Abstände, z.B. PSE, bzw. DFD oder irgendwelche andere Ursache nicht untersuchen./

Die aus acht verschiedenen Tieren stammenden Fleischstücke haben wir mit der Zugabe von drei verschiedenen Nitritmengen, bzw. 2 verschiedenen Mengen von TARI COLPUR 51 gepökelt /Muster "O", "I" bzw. "II"/. Wir haben die Farbenkomponenten von jedem Muster festgestellt, und die Farbabstände im Verhältnis zu dem Muster mit dem kleinsten Helligkeitsfaktor ausgerechnet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3. befindlich. Aus der Tabelle 3. ergibt es sich, dass sich der Farbabstand zwischen den Fleischstücken von verschiedenen Tieren infolge jeder der drei Pökungsverfahren vermindert. /Der grösste Farbabstand ist bloss 15,6 ΔE ./ Wir haben auch den Farbabstand zwischen den mit verschiedenen Mengen von TARI COLPUR 51 gepökelten Mustern ausgerechnet. Seine Werte sind in der Tabelle 4. abgeschrieben. Es kann festgestellt werden, dass sich die Farbe des mit verminderter Nitritmenge und mit TARI COLPUR 51 gepökelten Musters

von der Farbe des Musters "C" kaum unterscheidet, und sich die Werte ΔE von Mustern "I" bzw. "II" nur mit 1-3 Einheiten von den visuell feststellbaren Werten unterscheiden. Darum kann die für die Pökellung verwendete Nitritmenge bedeutend vermindert werden. Wir haben die Farbestabilität der gepökelten Muster nach 24 Stunden Lagerung untersucht /im Kühlschrank, in Folie gepackt/. Die Angaben sind in der Tabelle 5. befindlich. Die Farbestabilität ist bei allen drei Verfahren ziemlich gut. Wir haben auch in Brühwurstwaren die Nitritmenge vermindert, und zu gleicher Zeit TARI COLPUR 43 zugegeben. Die Messergebnisse sind in der Tabelle 6. zu sehen. Es kann festgestellt werden, dass sich der Wert des Farbabstandes der Muster "I" um 2,13, der Wert des Farbabstandes der Muster "II" um 1,87 von den Mustern "C" unterscheidet. Die Farbe der Muster mit verminderter Nitritmenge unterscheidet sich durchschnittlich um 1,33 ΔE voneinander. Das beweist, dass die Verminderung der Nitritmenge durch eine entsprechende Menge TARI COLPUR 43 kompensiert werden kann.

Aufgrund unserer Messangaben können die Folgenden festgestellt werden:

- 1/ Bei sorgfältiger Vorbereitung der Muster ist es möglich, um die Farbkomponente von Fleisch und Fleischwaren mit dem Farbmessgerät nach dem Dreibereichsverfahren MOMCOLOR-D mit entsprechender Genauigkeit zu bestimmen.
- 2/ Aufgrund der aus dem Farbkomponenten ausgerechneten und zu dem Farbenraum CIELUV 1976 gehörenden Farbabstandswerten ΔE kann die Wirkung der Verminderung des Nitritgehalts bzw. die Wirkung der Zugabe von farbenschaftenden Materialien mathematisch angegeben.
- 3/ Aufgrund der Farbabstände bekommen wir auf den Grad der Farbstabilität beziehende mathematisch ausgedrückte Angaben.

Tabelle 1.

Werte der Wiederholungsfähigkeit des Apparates nach Dreibereichsverfahren MOMCOLOR-D bei Fleisch und Fleischwaren

Table 1.

Repeatability values determined with MOMCOLOR-D in meat and meat products

Muster Sample	$2s_x$	$2s_y$	$2s_Y$	ΔE durchschnittlich on average
Rohfleisch Raw meat	0,015	0,015	0,19	1,5
Brühwurst Vienna sausage	0,009	0,009	0,21	1,25
Dosenschinken Pickled ham	0,010	0,009	0,20	1,20

Tabelle 2.

Die Farbkomponenten von *M. longissimus dorsi* von weissen Fleischschweinen, bzw.
Werte ΔE im Verhältnis zu dem Muster 1.

Table 2.

Colour components of *M. longissimus dorsi* of white bacon pigs and ΔE values as
compared to sample 1.

Nummer der Muster Number of sample	x	y	z	ΔE
1	29,95	14,69	41,93	0,00
2	33,22	16,07	44,02	8,25
3	35,88	17,20	46,59	13,36
4	37,93	18,77	49,85	12,48
5	43,54	21,64	57,80	18,37
6	45,57	22,65	57,66	22,64
7	45,30	22,67	60,42	19,83
8	45,98	23,06	60,11	20,81

Tabelle 3.

Werte ΔE der mit verschiedener Nitritmenge und Zugabe von TARI COLPUR 51
gebeizten Fleische /im Verhältnis zu Muster 1./

Table 3.

ΔE values of pork cured with various dosages of NO_2 and TARI COLPUR 51
/As compared to sample 1./

Nummer der Muster Number of samples	ΔE		
	I	II	III
1.	0,00	0,00	0,00
2.	7,99	3,10	4,16
3.	8,98	4,17	3,90
4.	9,38	6,40	6,82
5.	6,01	8,73	9,57
6.	15,00	8,55	8,53
7.	10,53	7,87	10,07
8.	11,27	15,55	15,61

Tabelle 4.

Werte ΔE von verschiedenen Pökellungsmustern im Vergleich zu dem Verfahren "C",
bzw. zu den Verfahren "I" und "II"

Table 4.

ΔE values of samples with various ways of curing as compared to process "C"
and "I", "II".

Nummer der Muster Number of sample	ΔE		
	Im Verhältnis zu Muster "C" As compared to sample "C"		Muster "I" bzw. "II" im Ver- hältnis zu einander Samples "I" and "II" as compared to one another
	I.	II.	
1.	3,74	6,72	3,32
2.	3,18	1,20	2,31
3.	5,41	4,77	2,87
4.	2,68	2,60	2,38
5.	4,72	6,01	2,40
6.	4,13	7,65	4,46
7.	5,10	5,40	2,85
8.	7,05	5,36	3,99

Tabelle 5.

Infolge einer nach 24 Stunden lang dauernden Lagerung auftretende Farbabstände

Table 5.

Colour differences after 24 hours' storage

Nummer der Muster Number of sample	ΔE		
	"C"	"I"	"II"
1.	4,62	2,46	3,42
2.	4,48	1,85	2,80
3.	2,46	2,95	4,64
4.	2,58	3,33	3,50
5.	1,86	2,70	3,60
6.	4,37	4,77	1,22
7.	4,23	4,27	3,75
8.	4,13	2,58	3,57
durchschnittlich on average	3,59	3,11	3,31

Tabelle 6.

Farbabstände der Brühwurstwaren mit verminderter Nitritmenge, bzw. farbschaffendem Material TARI COLPUR 43 im Verhältnis zu den nach den Verfahren "C" bzw. "I" und "II" hergestellten Mustern

Table 6.

Colour differences of Vienna sausage containing reduced amount of NO₂ and TARI COLPUR 43 as compared to process "C" as well as I and II.

Nummer der Muster Number of sample	Farbabstände Colour differences ΔE		
	"I"	"II"	Muster "I" bzw. "II" im Verhältnis zu einander Samples "I" and "II" as compared to one another
1.	1,51	0,56	1,46
2.	2,98	4,10	1,20
3.	1,89	0,96	1,35
durchschnittlich on average	2,13	1,87	1,33

Literatur

1. STEWART, M.R., ZIPSER, M.W., WATTS, B.M. 1965: J. Food Sci. 30, 464.
2. MacDOUGALL, D.B. 1971: J. Sci. Fd. Agric. 22, 427.
3. BARTON, P.A.: 18-nd Meat Research. Congr. A 1. /1972/
4. TYSZKIEWICZ, I. 1976: 22-nd Meat Research. Congr. K. 6.
5. OORD, H.A., WESDORP, 1971: J. Food Techn. 6, 1.
6. LUKÁCS, GY. 1973: Mérés és automatika 2, 330.
7. HOOD, D.E., 1973: Labor. Practice 626.
8. KRZYWICKI, K. 1976: 22-nd Meat Research. Congr. K. 5.
9. KUBELKA, P., MUNK, F. 1931: Z. techn. Physik 12, 593.
10. SCHANDA, J., MÉSZÁROS, M. 1977: Mérés és automatika 2, 350.
11. HANGAY, GY., LUKÁCS, GY.: Mérés és automatika 19, 457.
12. HORVÁTH, L., KAFFKA, K. 1971: Mérés és automatika 12, 452.