

## 6. Zusammenfassung

Schlachtierblut ist ein frei handelbares Schlachtnebenprodukt, das in Schlachtbetrieben in grosser Menge anfällt, wovon aber nur ein sehr geringer Anteil als Vollblut oder in fraktionierter Form als Blutplasma sinnvoll der Nahrungskette zugeführt wird. Insbesondere das nach der Separierung anfallende Blutkörperchenkonzentrat (Dickblut) besitzt neben einem ernährungsphysiologisch wertvollen, natürlichen Eiweissgehalt von durchschnittlich 33% einen sehr hohen Anteil gut resorbierbaren Eisens, bei einem Fettgehalt von nur etwa 0,1%.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher, das nach einer Fraktionierung von Schweinevollblut unter möglichst hygienischen Kautelen gewonnene Dickblut aus einem EU-Schlachtbetrieb durch Zugabe lebensmittelrechtlich akzeptierter chemischer Stoffe unter weitgehender Schonung der in ihm enthaltenen Nährstoffe über einen längeren Zeitraum bei Zimmertemperatur haltbar zu machen.

Hierzu wird stabilisiertes Vollblut, Blutplasma und Dickblut sowie das zugesetzte Antigerinnungsmittel in sterilen Behältnissen aufgefangen und unmittelbar in gekühltem Zustand zur chemischen und mikrobiologischen Eingangsuntersuchung verbracht. Dem verifizierten Dickblut werden verschiedene Zusatzstoffe, wie Kochsalz (NaCl), Nitritpökelsalz (NPS), Zucker und Genusssäuren in unterschiedlichen Konzentrationen zugegeben, um Hürden gegen einen vorzeitigen mikrobiellen Verderb aufzubauen. Die mikrobiologische Stabilität der so erarbeiteten Dickblut-Zusatz-Kombinationen wird in Klimakammern bei + 20°C sowie bei  $\leq + 3^\circ\text{C}$  (FIHV) über einen Zeitraum von 27 Tagen verfolgt. Zu festgelegten Zeitpunkten werden Messungen des  $a_w$ - und pH-Wertes durchgeführt sowie die Aerobe Gesamtkeimzahl, der Gehalt an Enterobacteriaceae, Sulfitreduzierenden Anaerobiern, Koagulase-positiven Staphylokokken, Bacillus spp. und Schimmelpilzen bestimmt. Die Haltbarkeitsgrenze der Dickblut-Zusatz-Kombinationen wird an eigens aufgestellten Kriterien aus dem wissenschaftlichen Schrifttum und in Anlehnung an die restriktiven Normen der EU-Richtlinie für Hackfleisch anhand folgender Richtwerte überprüft: Aerobe Gesamtkeimzahl  $< 10^5$  KbE/g, Enterobacteriaceae  $< 10^3$  KbE/g, Sulfitreduzierende Anaerobier  $< 10^2$  KbE/g, koagulase-positiv Staphylokokken  $< 5,0 \times 10^2$  KbE/g, Bacillus spp.  $< 10^2$  KbE/g und Schimmelpilze  $< 10^3$  KbE/g.

Dickblut ist als Rohstoff hinsichtlich der Höhe des Ausgangskeimgehaltes dem Vollblut wie auch dem Blutplasma vergleichbar und gleichwertig. Dies bekräftigen geometrische Mittelwerte der Aeroben Gesamtkeimzahl für Vollblut von  $6,3 \times 10^4$  (lg 4,80) KbE/g, für Dickblut von  $8,4 \times 10^4$  (lg 4,92) KbE/g und für Blutplasma von  $2,2 \times 10^4$  (lg 4,34) KbE/g (N = 12). Die Enterobacteriaceae stellen im Vollblut und in seinen beiden Fraktionen mit durchschnittlich lg 2,8 KbE/g den Hauptanteil der untersuchten Ausgangskeimflora, hinzu kommen im Mittel Sulfitreduzierende Anaerobier mit lg 2,7

KbE/g und koagulase-positive Staphylokokken mit Ig 2,3 KbE/g. *Bacillus* spp. und Schimmelpilze werden nur sporadisch festgestellt. Die arithmetischen Mittelwerte der Eiweißgehalte liegen im untersuchten Dickblut bei 33,4%, im Vergleich zu Vollblut mit 19,4% und Blutplasma mit 7,2% Protein. Der Hämoglobingehalt wird mit durchschnittlich 29,5 g/dl für das Blutkörperchenkonzentrat, 13,8 g/dl für Vollblut und 0,22 g/dl für Blutplasma bestimmt.

Die  $a_w$ -Wert-reduzierten Dickblut-Zusatz-Kombinationen weisen bei einer Lagerungstemperatur von + 20°C über den Untersuchungszeitraum folgende Keimartinteraktionen auf (Haltbarkeit unter den gesetzten Kriterien):

- bei Zusatz von 5% NaCl ( $a_w = 0,95$ ): deutliches Wachstum von Enterobacteriaceae, Sulfitreduzierenden Anaerobiern und koagulase-positiven Staphylokokken, Haltbarkeit 5 Tage;
- bei Zusatz von 10% NaCl ( $a_w = 0,89$ ): kein Wachstum von Enterobacteriaceae, reduziertes Wachstum von Sulfitreduzierenden Anaerobiern, deutliches Wachstum von koagulase-positiven Staphylokokken, Haltbarkeit 7 Tage;
- bei Zusatz von 15% NaCl ( $a_w = 0,82$ ): deutlich reduziertes Wachstum von Sulfitreduzierenden Anaerobiern, reduziertes Wachstum von koagulase-positiven Staphylokokken, Haltbarkeit mindestens 27 Tage

Bei Zusatz von 15% NaCl zur Dickblutfraktion werden die Erythrozyten vollständig hämolysiert. Das Gemenge ist von pastöser Konsistenz, hält über annähernd den gesamten Untersuchungszeitraum eine rote, später rotbraune Farbe und bleibt im olfaktorischen Eindruck über 20 Tage frisch.

Dickblut mit 10% NaCl, 10% Zucker und 1% an Genusssäuren ( $a_w = 0,86$ , pH = 5,0 bis 5,8) bleibt ebenfalls über 27 Tage bei + 20°C unter den gesetzten mikrobiologischen Richtwerten stabil. Das Gemenge ist von sehr zähflüssiger Konsistenz, intensiv rotbrauner Farbe und süßsauerlichem Geruch.

Dickblut mit 10% NaCl und 2% Genusssäure ( $a_w = 0,89$ , pH = 4,8) zeigt lediglich ein deutliches Schimmelpilzwachstum, Dickblut mit weniger als 10% Kochsalz oder 2% Genusssäure ist auch in mikrobiologischer Sicht nicht über einen längeren Zeitraum bei + 20 °C haltbar.

Nach Zusatz pH-Wert senkender Genusssäuren zu  $a_w$ -Wert-reduziertem Dickblut zeigen die Enterobacteriaceae und die Sulfitreduzierenden Anaerobier eine in der Zeiteinheit deutlich längere Vermehrungsfähigkeit als die koagulase-positiven Staphylokokken. Hingegen werden bei alleiniger Senkung der Wasseraktivität des Dickblutes durch NaCl und/oder Zucker vor allem die Enterobacteriaceae und auch die Sulfitreduzierenden Anaerobier in ihrem Keimwachstum stärker eingeschränkt.

Das ernährungsphysiologisch wertvolle,  $a_w$ -Wert reduzierte Dickblut kann als hochwertiger Rohstoff in Lebensmitteln eingesetzt werden. Eine Haltbarkeit bei Zimmertemperatur ohne hohen energetischen Aufwand scheint über einen Zeitraum bis zu 27 Tagen unter Praxisbedingungen möglich und gilt unter den hier gestellten mikrobiologischen Kriterien als gesichert. Eine mikrobiologische Eingangskontrolle des separierten Blutkörperchenkonzentrats bleibt aber eine zwingende Notwendigkeit vor einer weitergehenden Bearbeitung und der sinnvollen Zuführung in die Nahrungskette.

## 7. Summary

### MÜFFLING, THEDA v.

#### *The preservation of slaughter blood and its components applying to hurdle technology*

Blood of slaughter animals is a free negotiable slaughter by-product collected at abattoirs in large quantities. It is expected, that a small portion of this blood will enter the food chain either as whole blood or in its separated form as blood plasma. Of special interest is the blood cell concentrate, produced during the separation process, which contains a high portion of good-absorbable iron, an average of 33% high nutritional natural protein and a fat content of only 0.1%.

The purpose of this examination is the preservation of blood cell concentrates produced after the process of fractionating the whole blood of pigs under as hygienic conditions as possible from an EC-abattoir. In adding chemical substances accepted by the food legislation we seek to increase the storage time for the blood cell concentrate at room temperatures, whilst ensuring the protection of the blood nutrients.

The procedure used for the examinations is as follows: Stabilised whole blood, blood plasma and blood cell concentrate, as well as the added anti-coagulation media, are collected and immediately brought to a chemical and microbiological examination in a cooled condition. Different additives, like sodium chloride (NaCl), nitrite curing salt (NPS), sugars and foodgrade acids in different concentrations, are added to the examined blood cell concentrates in order to avoid a premature microbial spoilage. The microbial stability of these combinations of additives and blood cell concentrates are followed up in climate rooms at +20°C as well as  $\leq +3^\circ\text{C}$  (regulated in the national meat hygiene decree) for a period of 27 days. At fixed points of time measurements of the water activity- ( $a_w$ -) and pH-value are taken and the aerobe total plate count, the contents of enterobacteriaceae, sulfite-reducing anaerobic bacteria, coagulase-positive staphylococci, bacilli spp. and mold fungi are determined. The criteria defining the limit of preservation of the blood cell concentrate with the additive are, considering the scientific literature and the restrictive standards of the EC- and national regulations for minced meat, by means of the following approximate values: total plate count  $< 10^5$  CFU/g, enterobacteriaceae  $< 10^3$  CFU/g, sulfite-reducing anaerobic bacteria  $< 10^2$  CFU/g, coagulase-positive staphylococci  $< 5.0 \times 10^2$  CFU/g, bacilli  $< 10^2$  CFU/g and mold fungi  $< 10^3$  CFU/g.

It can be stated that blood cell concentrate as a raw material can be compared with, and even equals, whole blood as well as blood plasma with respect to the extent of the initial contents of microorganisms. This is confirmed by geometric mean values of the total plate count for whole blood of  $6.3 \times 10^4$  (lg 4.80) CFU/g, for blood cell concentrate of  $8.4 \times 10^4$  (lg 4.92) CFU/g and for blood plasma of  $2.2 \times 10^4$  (lg 4.34)

CFU/g ( $N = 12$ ). In the whole blood and in its two fractions the enterobacteriaceae with lg 2.8 CFU/g generally build-up the main portion of the examined initial bacterial colonization. There can be found an average of sulfite-reducing anaerobic bacteria with lg 2.7 CFU/g and coagulase-positive staphylococci with lg 2.3 CFU/g, too. Bacilli spp. and mold fungi are only stated sporadically. The arithmetic mean values of the protein contents of the examined blood cell concentrates are 33.4% compared with the value for whole blood of 19.4% and blood plasma of 7.2% protein. The content of hemoglobin is determined with 29.5 g/dl on the average for the concentrate of blood cells, with 13.8 g/dl for whole blood, and 0.2 g/dl for blood plasma.

The bacterial interactions in  $a_w$ -value reduced blood cell concentrates including an additive at  $+20^\circ\text{C}$  (durability under the determined criteria) are:

- 5% NaCl Additive ( $a_w = 0.95$ ): considerable growth of enterobacteriaceae, sulfite-reducing anaerobic bacteria and coagulase-positive staphylococci, durability 5 days;
- 10% NaCl Additive ( $a_w = 0.89$ ): no growth of enterobacteriaceae, reduced growth of sulfite-reducing anaerobic bacteria, clear growth of coagulase-positive staphylococci, durability 7 days;
- 15% NaCl Additive ( $a_w = 0.82$ ): clearly reduced growth of sulfite-reducing anaerobic bacteria, reduced growth of coagulase-positive staphylococci, durability at least 27 days.

With the addition of 15% NaCl to the fraction of blood cell concentrate the erythrocytes are completely hemolysed. The mixture is of pasty consistency, maintains a red, lateron reddish-brown colour over almost the total period of examination and remains fresh for more then 20 days in respect to its smell.

Blood cell concentrates with 10% NaCl, 10% sugar and 1% of foodgrade acids ( $a_w = 0.86$ , pH = 5.0 – 5.8) will also remain stable for 27 days at  $+20^\circ\text{C}$  under the stipulated microbiological approximate values. The mixture has a very viscous consistency, intensive red-brown colour and sourish-sweet smell.

Adding 10% NaCl and 2% of foodgrade acids to the blood cell concentrate ( $a_w = 0.89$ , pH = 4.8) results in a remarkable growth of mould fungi. Blood cell concentrate with less than 10% plain salt, or fewer than 2% foodgrade acids, is not durable over the examined period of time, at room temperature, from a microbiological point of view.

After the addition of foodgrade acids in order to lower the pH-value, in an already  $a_w$ -value reduced blood cell concentrate, the enterobacteriaceae and the sulfite-reducing anaerobic bacteria clearly show a stronger capability of bacterial multiplication than the coagulase-positive staphylococci did over the observed period of time. Apart from that, when only reducing the water activity of the blood cell concentrate by means of NaCl and/or sugar, mainly the enterobacteriaceae but also the sulfite-reducing

anaerobic bacteria are restricted more clearly in their bacterial growth than the coagulase-positive staphylococci.

The physiologically high nutritional and in its  $a_w$ -value reduced blood cell concentrates can be used as a high quality raw material in food. A durability at room temperature without expensive energy efforts seems to be possible for a period of up to 27 days under practical conditions and is considered to be guaranteed under the stipulated microbiological criteria. A microbiological entrance control of the separated blood cell concentrates still remains a compulsory necessity before making further processings and reasonable additions to the food chain.