

Х

ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ
И И МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

th EUROPEAN CONGRESS
OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

398

^{ter} EUROPÄISCHER KONGREß
DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE

^{ème} CONGRES EUROPEEN
DES INSTITUTS DE RECHERCHES
SUR LES VIANDES

В.М. Горбатов

ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ, ОПТИЧЕСКОЙ
ПЛОТНОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ
КРОВИ ПРИ ЕЕ ВЫПАРИВАНИИ В
ВАКУУМ-АППАРАТЕ

Н



МОСКВА 1963 г.

CHANGES OF VISCOSITY, OPTICAL DENSITY AND
ELECTROCONDUCTIVITY OF BLOOD DURING ITS EVAPORATION
IN A VACUUM APPARATUS

Gorbatov V.M., Docent

S U M M A R Y

To determine the mechanism of inedible defibrinated blood evaporation in a vacuum-apparatus in which the boiling zone is situated outside the heating one, alongside with a chemical determination of moisture content in blood there have been used physico-chemical indices, such as viscosity, optical density and electroconductivity which characterize the depth and rate of changes of blood physico-chemical properties.

Provided the relation between blood humidity and one of these indices is established, the latter may be used as a fast and objective method of blood dehydration evaluation.

In this work we employed the following research methods.

A dry residue was determined by drying in a drying cabinet at 105° . Relative viscosity was determined with the Ostwald viscosimeter at 20° , the results being expressed as a ratio of blood outflow rate to water outflow rate. The rate of water outflow for this viscosimeter was 10 sec.

The optical density or extinction (D) of 1:100 diluted blood were measured by the recording spectrophotometer CQ-10 at wave length (λ) $578 \text{ m}\mu$, which is the maximum for hemoglobin adsorption.

The optical density is directly proportional to hemoglobin content.

Electroconductivity of 1:100 diluted blood and of non-diluted blood was measured by the rheochord bridge P-38 and expressed in reciprocal ohms (siemens).

There were used cuvettes with coal electrodes, the area of each being 4 cm^2 and the distance between them 2 cm. The electroconductivity of whole blood and of blood diluted by hundredfold was measured. The constant α for a cuvette with coal electrodes was found (by means of the control 0.001 N KCl solution at 18° and 25°) to be equal to 0.4451.

Resistance for diluted blood ranged from 3070 to 1430 Ω at $\pm 1.5\%$ error.

By the average data of 11 experiments it has been established that during blood evaporation its viscosity, electroconductivity and optical density increase.

However, only moisture content and optical density of blood showed a linear relation. During blood dehydration hemoglobin remains stable, and during blood dilution (1:100) it is completely converted to oxyhemoglobin which at $\lambda = 578 \text{ m}\mu$ reveals the optical density corresponding to oxyhemoglobin content in blood.

Optical density depends on one factor only - hemoglobin content, and its concentration - on moisture content, whereas electroconductivity and viscosity depend on various factors, viz., electroconductivity - on salts concentrations and dissociation degree, and viscosity - on proteins content and their physico-chemical state (denaturation and ionization degrees).

400
Out of the three experimentally tested and studied
physico-chemical indices - electroconductivity, viscosity and
optical density - optical density alone may be used for a
fast, accurate and objective evaluation of blood dehydration
degree during its evaporation.

ALLUNIONS-FORSCHUNGSINSTITUT DER FLEISCHWIRTSCHAFT
U d S S R

DIE VERÄNDERUNG VON VISKOSITÄT, OPTISCHER DICHT UND
ELEKTRISCHER LEITFÄHIGKEIT DES BLUTES BEIM VERDAMPFEN
IM VAKUUM-APPARAT

Doz. W.M.Gorbatow

Z U S A M M E N F A S S U N G

Zum Studium des Mechanismus der Verdampfung von technischem defibriniertem Blut in einem Vakuum-Apparat mit der außer der Beheizungszone gelegenen Kochzone wurden neben der chemischen Methode der Feuchtigkeitsbestimmung auch die physikal-chemischen Werte - Viskosität, optische Dichte, elektrische Leitfähigkeit - herangezogen, die die Tiefe und Geschwindigkeit der Veränderung von physikal-chemischen Bluteigenschaften charakterisieren.

Falls eine Abhängigkeit zwischen der Blutfeuchtigkeit und einem dieser Werte nachgewiesen wird, kann der letzte zur schnellen und objektiven Methode der Bestimmung des Dehydrationsgrades ausgenutzt werden.

Folgende Untersuchungsmethoden wurden angewendet. Die Menge des trockenen Rückstandes wurde durch Trocknen in einer Trockenkammer bei 105°C bestimmt. Die relative Feuchtigkeit wurde mit Hilfe des Ostwald-Viskosimeters bei 20°C gemessen; die Ergebnisse wurden durch die Beziehung $\text{Blutausfluß} / \text{Wasserausflußgeschwindigkeit}$ ausgedrückt. Die Wasserausflußgeschwindigkeit betrug für das gegebene Viskosimeter 10 sec.

Die optische Dichte (D) oder die Extinktion des im Verhältnis 1:100 verdünnten Blutes wurden mit Hilfe des Re-

401

gistro-Spektrophotometers CQ-10 bei der Wellenlänge (λ) 578 m μ gemessen, bei der Hämoglobin das Absorptionsmaximum aufweist.

Die optische Dichte steht im direkten Verhältnis zu der Hämoglobinmenge.

Die elektrische Leitfähigkeit des im Verhältnis 1:100 verdünnten sowie des unverdünnten Blutes wurde mit Hilfe der Rheochordbrücke P-38 gemessen und in Siemens ausgedrückt.

Es wurden die Küvetten mit Kohlenelektroden verwendet. Die Fläche jeder Elektrode beträgt 4 qcm, der Abstand dazwischen - 2 cm. Die Leitfähigkeit des Vollblutes und des ums 100-fache verdünnten Blutes wurde bestimmt. Zunächst wurde die Konstante α für die Kohlenelektroden-Küvette gegen die 0,001 N KCl - Kontrollösung bei 18° und 25°C gemessen. α betrug für die Kohlenelektroden-Küvette 0,445 l. Die Widerstandswerte machten für das verdünnte Blut von 3070 bis 1430 aus; der Fehler betrug $\pm 1,5\%$.

Die Durchschnittswerte der 11 Versuche ergaben, daß beim Verdampfen Viskosität, elektrische Leitfähigkeit und optische Dichte zunehmen.

Jedoch wurde die lineare Abhängigkeit nur zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt und der optischen Dichte nachgewiesen. Bei der Blutdehydratation bleibt das Hämoglobin beständig; beim Verdünnen im Verhältnis 1:100 geht es völlig in Oxyhämoglobin über, das bei $\lambda = 578 \text{ m}\mu$ eine seiner Menge im Blut entsprechende optische Dichte ergibt.

Die optische Dichte hängt nur von einem Faktor ab - nämlich, vom Hämoglobingehalt, dessen Konzentration seinerseits vom Feuchtigkeitsgehalt abhängig ist; demgegenüber werden die

Leitfähigkeits- und Viskositätswerte von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Die Leitfähigkeit hängt von der Konzentration und dem Dissoziationsgrad der Salze ab, während die Viskosität vom Gehalt an Eiweißen und deren physikal-chemischen Zustand, d.h. Denaturations - sowie Ionisationsgrad, abhängig ist.

Von den drei untersuchten und experimentell geprüften physikal-chemischen Werten - Leitfähigkeit, Viskosität und optischer Dichte - erwies sich nur die letzte für die schnelle, präzise und objektive Beurteilung des Dehydratationsgrades beim Blutverdampfen als brauchbar.

402

Всесоюзный научно-исследовательский институт
мясной промышленности. СССР

ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ, ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ
И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ КРОВИ ПРИ ЕЕ
ВЫПАРИВАНИИ В ВАКУУМ-АППАРАТЕ

Доклент В.М. Горбатов

А Н Н О Т А Ц И Я

Для изучения динамики процесса выпаривания технической дефибрированной крови в вакуум-аппарате с выносной зоной кипения были использованы, наряду с химическим определением содержания влаги в крови, физико-химические показатели - вязкость, оптическая плотность, электропроводность, характеризующие глубину и скорость изменения физико-химических свойств крови.

При условии обнаружения зависимости между влажностью крови и одним из этих показателей, последний сможет быть использован в качестве быстрого и объективного метода оценки степени обезвоживания крови.

В работе применяли следующие методы исследования. Сухой остаток определялся высушиванием в сушильном шкафу при 105° . Относительная вязкость определялась вискозиметром Оствальда при 20° , результаты выражались отношением скорости истечения крови к скорости истечения воды. Скорость истечения воды для данного вискозиметра была равна 10 сек.

Оптическая плотность или экстинкция $1/D$ разведенной крови в соотношении 1:100 измерялась на регистрирующем спектрофотометре СФ-10 при длине волны $\lambda = 578$ мкм, являющейся максимумом поглощения гемоглобина.

Оптическая плотность изменяется прямо пропорционально содержанию гемоглобина.

Электропроводность разведенной крови в соотношении 1:100 и не разведенной измерялась на реохордном мосту Р-38 и выражалась в обратных омах.

Были использованы кюветы с угольными электродами. Площадь каждого электрода равна 4 см^2 , расстояние между ними 2 см. Определялась электропроводность цельной крови и крови, разведенной в 100 раз. Сначала устанавливали постоянную k для кюветы с угольными электродами по контрольному 0,001 н. раствору KCl при t 18 и 25° .

k для кюветы с угольными электродами равнялась 0,4451. Определяемое сопротивление для разведенной крови колебалось от 3070 до 1430 ом; основная погрешность составляла $\pm 1,5\%$. По средним данным, полученным из 11 опытов установлено, что в процессе выпаривания крови происходит нарастание вязкости, электропроводности и оптической плотности.

Однако только между содержанием влаги в крови и оптической плотностью выявлена линейная зависимость. При обезвоживании крови гемоглобин остается устойчивым и при ее разведении 1:100 полностью превращается в оксигемоглобин, который при $\lambda = 578$ мкм дает величину оптической плотности, соответствующей его содержанию в крови.

Оптическая плотность зависит только от одного фактора — содержания гемоглобина, а его концентрация — от содержания влаги, в то время как величина электропроводности и вязкости зависит от различных факторов: электропроводность — от концентрации и степени диссоциации солей; вязкость — от содержания белков и их физико-химического состояния — степени денатурации и

403
ионизации.

Из экспериментально проверенных и изученных трех физико-химических показателей - электропроводности, вязкости и оптической плотности, - только оптическая плотность может быть использована для быстрой, точной и объективной оценки степени обезвоживания крови в процессе ее выпаривания.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
мясной промышленности. СССР

ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ, ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ КРОВИ ПРИ ЕЕ ВЫПАРИВАНИИ В ВАКУУМ-АППАРАТЕ

Доцент В.М. Горбатов

Физико-химические свойства крови обусловлены ее составом. Большое содержание белков характеризует высокую вязкость. Наличие в крови минеральных солей сообщает ей хорошую проводимость электрического тока. Содержание гемоглобина, окрашивающего кровь в красный цвет, делает ее доступной для спектрального анализа в видимой области спектра.

Физико-химические свойства крови (вязкость, электропроводность, оптическая плотность) могут быть использованы для наблюдения за изменениями, происходящими в крови под воздействием различных физических факторов. Например, эти показатели можно использовать для изучения процесса выпаривания крови.

При выпаривании крови, связанном с увеличением концентрации белков и, в частности, с повышением содержания гемоглобина, изменяется вязкость и оптическая плотность. Испарение воды приводит к увеличению количества минеральных солей, что может быть связано с изменением проводимости электрического тока.

В данной работе для изучения динамики процесса выпаривания крови в вакуум-аппарате с выносной зоной кипения были использованы, наряду с химическим опре-

делением содержания влаги в крови, физико-химические показатели — вязкость, оптическая плотность и электропроводность, характеризующие глубину и скорость изменения физико-химических свойств крови.

Кроме того, при условии обнаружения зависимости между влажностью крови и одним из этих показателей, последний сможет быть использован в качестве быстрого и объективного метода оценки степени обезвоживания крови.

В работе применяли следующие методы исследования. Сухой остаток определяли высушиванием в сушильном шкафу при 105° . Относительную вязкость определяли вискозиметром Оствальда при 20° , результаты выражали отношением скорости истечения крови к скорости истечения воды. Скорость истечения воды для данного вискозиметра была равна 10 сек. Оптическую плотность или экстинкцию (D), разведенной крови в соотношении 1:100 измеряли на регистрирующем спектрофотометре СФ-10 при длине волны (λ) = 578 мкм, являющейся максимумом поглощения гемоглобина.

Оптическая плотность изменяется прямо пропорционально содержанию гемоглобина.

Электропроводность разведенной крови в соотношении 1:100 и не разведенной измерялась на реохордном мосту Р-38 и выражалась в обратных омах.

Для определения электропроводности жидких электролитов реохордным мостом типа Р-38 служит стеклянный сосуд шарообразной формы с платиновыми пластинчатыми электродами, покрытыми платиновой чернью.

Объектом нашего исследования была техническая дефибринированная кровь, которая в процессе выпаривания приобретала все большую вязкость. Определять электропроводность такого электролита стеклянным сосудом очень неудобно, так как при отмывке сосуда от крови легко можно нарушить покрытие на платиновых электродах. Во избежание этого пришлось использовать кюветы с угольными электродами. Площадь каждого электрода равна 4 см^2 , расстояние между ними — 2 см. Определя-

лась электропроводность цельной крови и крови, разведенной в 100 раз. Сначала устанавливали постоянную $\mathcal{L}$ для кюветы с угольными электродами по контрольному 0,001 н. раствору KCl при t 18 и 25°.

$\mathcal{L}$ для кюветы с угольными электродами равнялась - 0,4451. Определяемое сопротивление для разведенной крови колебалось от 3070 до 1430 ом; для цельной крови - от 146 до 38 ом; основная погрешность составляла $\pm 1,5\%$.

При сравнении данных по электропроводности разведенной и не разведенной крови оказалось, что значения величины электропроводности не пропорциональны разведению. Кровь разводили в соотношении 1:100, величина электропроводности уменьшилась на один порядок с 10^{-3} до 10^{-2} , а средняя цифровая величина уменьшилась в 3-3,5 раза. Следовательно при разведении крови происходит не только уменьшение содержания минеральных солей, которое сказывается на электропроводности, но параллельно происходит и изменение степени диссоциации солей, которое также оказывает влияние на величину электропроводности, повышая ее.

В дальнейшем были использованы результаты, полученные для электропроводности разведенной крови.

Результаты, приведенные в табл.1, являются средними из двух опытов. Они наглядно показывают, какой из физико-химических показателей находится в линейной зависимости от содержания влаги в крови и может быть использован в качестве быстрого и объективного метода исследования.

На рисунке графически изображена зависимость между влажностью в процессе выпаривания, оптической плотностью и вязкостью.

По электропроводности получены колеблющиеся результаты, которые не дают установить какой-либо закономерности при изменении содержания влаги в крови.

Как видно из данных табл. 1 зависимости между содержанием влаги в крови и электропроводностью не существует. Величина электропроводности при содержа-

Средние данные по содержанию влаги в крови, электропроводности, вязкости и оптической плотности

Влага в %	Электропроводность в обр.омах $\times 10^{-3}$	Относительная вязкость по Оствальду при 20°	Оптическая плотность при $\lambda =$ 578 мкм
86,6	0,17	2,35	0,68
82,5	0,28	4,46	0,99
78,9	0,36	5,12	1,20
76,3	0,25	8,06	1,46
72,5	0,41	12,47	1,69
70,2	0,38	22,85	1,88
66,6	0,32	35,6	2,12

нии влаги в крови в количестве 78,9 и 70,2% почти одинакова 0,36-0,38.

На рисунке приводится график, показывающий зависимость, существующую между содержанием влаги в крови и оптической плотностью.

Зависимость между этими двумя показателями, откладываемыми на координатах, представляет собою прямую линию и может быть выражена формулой

$$y = -ax + b$$

В данном случае имеется возможность судить о количестве влаги в крови по оптической плотности, зависящей от содержания гемоглобина в крови, и вычислять ее по формуле.

Между содержанием влаги в крови и ее вязкостью линейной зависимости не обнаружено. Точки пересечения значений этих двух показателей лежат таким образом, что при соединении их линиями образуется кривая с резким подъемом вверх.

Таким образом, в процессе выпаривания крови установлено уменьшение содержания влаги, нарастание вязкости, электропроводности и оптической плотности. Од-

нако только между содержанием влаги в крови и оптической плотностью существует линейная зависимость.

При обезвоживании крови гемоглобин остается устойчивым и при ее разведении 1:100 полностью превращается в оксигемоглобин, который при $\lambda = 578$ мкм дает оптическую плотность, соответствующую его содержанию в крови. Оптическая плотность зависит только от количества гемоглобина в крови, в то время как величины электропроводности и вязкости зависят от различных факторов: электропроводность — от концентрации и степени диссоциации солей, вязкость — от количества белков, их качества, степени денатурации, состояния ионизации.

В Ы В О Д

Из трех экспериментально изученных физико-химических показателей (электропроводности, вязкости и оптической плотности) только оптическая плотность может быть использована для быстрой, точной и объективной оценки степени обезвоживания крови в процессе ее выпаривания.