

(Aus dem Gerichtlich-Medizinischen Laboratorium des Volkskommissariats für Gesundheitspflege der Ukrain. S.S.R. in Charkow.)

Farbige Blutreaktionen zur Geschlechtsbestimmung.

Von

V. N. Krainskaja-Ignatowa,
Vorstand des Laboratoriums.

Die Reaktionen, die in den letzten Jahren von *Manoilow*¹⁹ und *Bernatzky*² zur Bestimmung des Geschlechtes aus dem Blute vorgeschlagen worden sind, haben außer ihrer Bedeutung für die allgemeine Biologie noch ein großes Interesse für die Gerichtliche Medizin; sie rücken die Frage nahe, ob es möglich ist, die Herkunft von Blutflecken von einem Manne oder von einer Frau nachzuweisen. Außerdem wären nach der Meinung einiger Autoren^{18, 29} von diesen Reaktionen wertvolle Unterlagen für gerichtlich-medizinische Gutachten in Fällen sexueller Perversionen zu erwarten.

Um das Wesen dieser Reaktionen und ihren praktischen Wert kennenzulernen und die bereits veröffentlichten Angaben nachzuprüfen, versuchten wir den Chemismus der Reaktionen zu ermitteln.

Da eines der wichtigsten Agentien in den Reaktionen von *Manoilow* und *Bernatzky*, die Farbe Dahlia, ein Indicator ist, unternahmen wir zunächst im Ukrainischen Institut für Röntgen- und Radiologie unter Anleitung des Herrn Prof. *A. W. Reprew* eine Reihe von Versuchen, um zu entscheiden, ob der farbige Effekt der Reaktion auf männliches und weibliches Blut nicht etwa von der Verschiedenheit der p_H der zu untersuchenden Lösungen abhängig ist, was besonders bei der chemisch weniger komplizierten *Bernatzky*-Reaktion denkbar schien¹⁷.

Nach *Bernatzky* wird zu 1 ccm des Auszuges aus einem Flecken, den man erhält, indem man gleiche Mengen wässriger Lösungen von KOH (0,816%) und NaOH (0,582%) so lange auf den Flecken einwirken läßt, bis die Flüssigkeit die Farbe von schwachem Tee annimmt, 1 Tropfen des Indicators hinzugefügt; letzterer besteht aus einem Gemisch gleicher Mengen von 1proz. alkoholischen Lösungen von Dahlia, Methylgrün und Eosin. Bei Vorhandensein von männlichem Blut wird die Lösung gelblich rot, bei der Anwesenheit von weiblichem aber rot mit einem Stich ins Dunkelblaue.

Die Bestimmung des p_{H} mittels des Gaskettenverfahrens von *Michaelis* zeigte uns, daß das regulierte p_{H} des Blutes bei einer Verdünnung desselben mit physiologischer Kochsalzlösung (1:5) unabhängig von der Geschlechtszugehörigkeit des Individuums in den Grenzen von $p_{\text{H}} = 7,29$ bis 7,46 schwankt, durchschnittlich aber beträgt das p_{H} bei 18° 7,35, d. h. es entspricht dem von *Michaelis* angegebenen Wert (Praktikum der physikalischen Chemie 1922). Das Studium der p_{H} der terminalen und intermediären Stadien der Reaktionen von *Bernatzky* und *Manoilow* erwies, daß die p_{H} durch die Wasserstoffionenkonzentration der Elektrolyte bestimmt werden, die sich an den Reaktionen beteiligen, also des NaOH und KOH im Falle der *Bernatzky*-Reaktion und des HCl in derjenigen von *Manoilow*.

Bei der Bestimmung der p_{H} bei der *Bernatzky*-Reaktion: 1. in dem Lösungsmittel (KOH + NaOH); 2. in dem Lösungsmittel + Indicator; 3. bei der weiblichen Reaktion auf Blut und 4. bei der männlichen Reaktion auf Blut, fanden wir stets das gleiche p_{H} . Das Endstadium der männlichen und weiblichen Reaktion von *Manoilow* ergab ebenfalls das gleiche p_{H} . Die Puffer des Blutes sind bei der Reaktion von *Bernatzky* und bei derjenigen von *Manoilow* wegen der starken Verdünnung des Blutes und des Vorhandenseins der erwähnten Elektrolyte ohne Einfluß auf das p_{H} , um so weniger können aber jene geringen Schwankungen der p_{H} des Blutes, die individuell auftreten, den Ausgang der Reaktion beeinflussen.

Für die ohne Blut und unter Ausschluß von KMnO_4 durchgeführte Reaktion von *Manoilow* ist eine violett dunkelblaue Färbung der Lösung charakteristisch, die bei weiterer Ansäuerung mit HCl allmählich in eine gelbe übergeht (p_{H} 0,1), ohne die Entfärbung zu erreichen, welche sich bei der Durchführung der Reaktion mit KMnO_4 bemerkbar macht.

Bei der *Bernatzky*-Reaktion auf weibliches Blut deutet die rote Färbung mit einem Stich ins Dunkelblaue auf die in der Lösung erhalten gebliebenen Rosanilinfarben Dahlia und Methylgrün; letzteres weist in dem alkalischen Medium von *Bernatzky* auch eine violette Färbung auf. Die gelblichrote Färbung bei der männlichen Reaktion zwingt zu der Annahme, die Rosanilinfarben wären entfärbt, wobei die Eosinnuance in der Lösung erhalten bleibt.

Für die Farbstoffe der Rosanilingruppe ist bei der Reduktion eine Entfärbung charakteristisch: der Übergang in Leukanilin unter Hinzutritt von Wasserstoff.

Die Reduktion von Dahlia und Methylgrün in einer physiologischen Kochsalzlösung und in dem Lösungsmittel von *Bernatzky* mit HCl + Zn — Staub ergab eine Entfärbung des Lösungsmittels. Die nämliche Reaktion mit Eosin (chromersetztes Fluorescein) zeigte keine Entfärbung. Wandten wir die Reduktionsprobe auf den Indicator von

Bernatzky an, so färbte sich die Lösung in gelbliches Rot — ein Analogon zu der männlichen Reaktion von *Bernatzky*. Diese Erfahrung läßt annehmen, daß männliches Blut unter den Bedingungen der *Bernatzky*-Reaktion in höherem Grade die Fähigkeit besitzt, bei der Oxydation die Rosanilinfarbstoffe zu reduzieren.

Die Anwesenheit eines starken Oxydatoren $\text{KMnO}_4 + \text{HCl}$ in der Reaktion von *Manoilow* gestattet die Möglichkeit abzulehnen, daß die Entfärbung der Lösung auf einer Umwandlung des Dahlia in Leukanilin beruht.

Manoilows Reaktion auf männliches Blut ist die Funktion zweier Komponenten: 1. der Reaktion an der Farbe und 2. der Reaktion am Blutfarbstoff, dessen Entfärbung wir als das Resultat der Oxydation und — nach Angaben des Prof. *Prawditsch-Neminsky*²⁶ — der Ozonierung und Chlorierung* dieser beiden Farbstoffe, nebst dem Zerfall ihrer chromophoren Gruppen ansehen müssen. Die Entfärbung des Blutes in physiologischer Kochsalzlösung findet nur unter diesen Bedingungen statt, bei der Reduktion tritt keine Entfärbung auf. In bezug auf Dahlia beobachtet man bei seiner unvollständigen Oxydation eine Veränderung der violetten Färbung in eine rosarote, rosige, braune und dann in eine gelbliche.

Unter den Bedingungen der *Manoilowschen* Reaktion muß die Menge des freien Sauerstoffs von großer Bedeutung sein, welcher zur Oxydation der Farbstoffe dient und von dem folglich der farbige Effekt der Reaktion abhängt.

Manoilows Versuche zur Nachprüfung der Reagentien:

1. 3 ccm destilliertes Wasser + 5 Tropfen 10proz. HCl,
2. 3 ccm destilliertes Wasser + 5 Tropfen 10proz. NaOH,

die in saurem Medium eine Entfärbung der Lösung, und in einem alkalischen eine bleibende Färbung desselben ergeben, dürften von diesem Standpunkte aus sich so erklären, daß die oxydative Fähigkeit des Kalium hypermanganicum sich je nach der Reaktion des Mediums verändert. In einer sauren Lösung verläuft die Reaktion laut folgender Gleichung (schematisch) 1. $\text{Mn}_2\text{O}_7 \rightarrow 2 \text{MnO} + 5 \text{O}$, in einer alkalischen 2. $\text{Mn}_2\text{O}_7 \rightarrow 2 \text{MnO}_2 + 3 \text{O}$. (Siehe dazu 31, S. 778.) In einem sauren Medium werden 5 Atome Sauerstoff, in einem alkalischen dagegen nur 3 O abgeschieden.

Diese Tatsachen bringen uns der Auffassung von *Alsterberg* und *Hakansson*¹ und derjenigen von *Galvjalö*⁴ und seinen Mitarbeitern näher, welche den Nachweis erbracht haben, daß mit einer bestimmten Menge Sauerstoff der sog. weibliche Farbeffekt der Reaktion bei einem

* Die Ozonierung wird durch Schwärzung einer Silberplatte bei Einführung derselben in ein Probierrglas mit KMnO_4 und HCl bewiesen. Die Chlorierung wird durch eine Reaktion auf Jod-Stärkepapier dokumentiert.

größeren Quantum von oxydationsfähigen Stoffen erzielt wird, zu deren Oxydation in erster Linie der Sauerstoff des Kalium hypermanganicum verbraucht wird; nach Prof. *Prawditsch-Neminsky* soll die Entfärbung des Farbstoffes dabei abgelenkt werden. Eine derartige Deutung der Reaktion von *Manoilow* läßt dem weiblichen Blut eine höhere Fähigkeit zur Oxydation zusprechen.

Dieser Satz steht in direktem Widerspruch zu der Schlußfolgerung, die wir auf Grund unseres Studiums der *Bernatzky*-Reaktion gezogen haben, die für eine stärker ausgeprägten Reduktionsfähigkeit des männlichen Blutes für die Farben bei der Oxydation zeugt, was auch den Angaben von *Dewitz* entsprechen würde. Dieser⁹ hat nämlich nachgewiesen, daß männliches Blut, in derselben Menge wie weibliches verwendet, rascher eine Entfärbung des Methylenblau herbeiführt. Die Entfärbung des Methylenblau-Tetramethylthioninchlorids findet bei Reduktion statt und wird durch den Übergang des chinoiden Farbstoffes in eine benzoide Leukobase bewirkt⁵.

Dieser theoretische Widerspruch wird gut durch einen Versuch von *Gussew*⁶ illustriert. *Gussew* hat experimentell gezeigt, „daß bei einem höheren Gehalt an Eisenoxydul die Reduktion von *Bernatzky* einen männlichen Typus (rötliche Färbung der Reaktion) ergibt“, während hinsichtlich der Reaktion von *Manoilow* erkannt wurde, daß je mehr Eisenoxydul die Lösung enthielt, desto schärfer der weibliche Typus der Reaktion ausgeprägt war. Bei der parallelen Untersuchung der Reaktionen von *Manoilow* und *Bernatzky*, bei der es sich herausstellte, daß die Entfärbung von *Manoilows* Lösung durch männliches Blut von einer Oxydation des Farbstoffes nebst Zerstörung seiner chromophoren Gruppe abhängt, während der farbige Effekt von *Bernatzkys* männlicher Reaktion durch Reduktion der Rosanilinfarben zu Leukoverbindungen herbeigeführt wird, haben wir in den beiden Reaktionen auf weibliches Blut eine bleibende Dahliafärbung, eine Reaktion von violetter Schattierung beobachtet. Es geht aber nicht an, daraus auf eine bestimmte Wechselbeziehung zwischen Dahlia und weiblichem Blut zu schließen, durch die die Entfärbung des Farbstoffes in beiden Reaktionen verhindert würde. Die zu jeder der Reaktionen verwendeten Blutmengen sind nämlich unbestimmt und außerdem unter den Bedingungen der Reaktionen von *Manoilow* und von *Bernatzky* nicht miteinander zu vergleichen. Dabei verdient Beachtung, daß *Dewitz* in seinen Versuchen mit männlichem und weiblichem Blut die Beobachtung gemacht hat, daß weibliches Blut Methylviolett, männliches dagegen Methylenblau stärker reduziert, wobei das Methylviolett seiner Zusammensetzung nach der Farbe Dahlia näher steht.

Unbedingt müssen bei diesen Reagensglasreaktionen die Mengen des weiblichen und des männlichen Blutes genau gleich sein. Ohne Inne-

haltung dieser Bedingung läßt sich von einer „typischen sexuellen“ oder einer „invertierten Reaktion“ überhaupt nicht reden.

Unsere Aufgabe bestand darin, zu bestimmen, inwieweit verschiedene Mengen Blut bei genau gleichen Mengen aller übrigen Ingredientien den farbigen Effekt der Reaktionen beeinflussen, und den Grad der Verdünnung zu ermitteln, in deren Grenzen männliches und weibliches Blut noch die sog. typische sexuelle Reaktion von *Bernatzky* und *Manoilow* ergibt.

Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, in denen wir eine genau bestimmte Menge Blut der Versuchsperson durch Stich in die Fingerbeere oder in eine Vene mit einer bakteriologischen Pipette entnehmen und in ein Probierglas mit Alkali für die *Bernatzky*-Reaktion und in physiologische Kochsalzlösung für die *Manoilowsche* Reaktion brachten.

Bei jedem Versuch wurde 0,8 ccm Blut (ohne Gerinnsel) in ein Probierglas mit 1 ccm des Lösungsmittels gebracht, wonach noch von dem Lösungsmittel bis zu 2 ccm (0,2) zugegossen wurde, so daß in beiden Fällen auf 2 ccm dieser Flüssigkeit die gleiche Menge Blut kam. 1 ccm der entstandenen Lösung wird in das nächste Probierglas gebracht, in dem 1 ccm des betreffenden Lösungsmittels enthalten ist usf., wodurch man eine Reihe Probiergläser mit je 1 ccm Flüssigkeit und einer stets um die Hälfte geringeren Menge Blut bekommt.

In jedes Probierglas mit 1 ccm Blut in Alkali wurde ein Tropfen des Indicators von *Bernatzky* gebracht; wurde nach *Manoilow* vorgegangen, so fügten wir vor der Reaktion in jedes Probierglas je 2 ccm einer physiologischen Kochsalzlösung hinzu; wir halten also die Bedingungen des Autors für erfüllt, indem 3 ccm einer Blutemulsion in physiologischer Kochsalzlösung enthalten waren, *in jedem Probierglas* dabei aber eine *bestimmte Menge Blut* war, und zwar die gleiche wie in dem Probierglas von *Bernatzky*, das die gleiche Nummer trug.

Die Reagenzien wurden für die Reaktion von *Manoilow* nach den Anweisungen dieses Autors bereitet, die Tropfenmethode aber wurde durch die quantitative Methode ersetzt.

Diese mit dem Blut anscheinend gesunder Menschen angestellten Versuche zeigten uns, daß das Blut eines jeden Mannes und einer jeden Frau sowohl die „männliche“ als auch die „weibliche“ Reaktion mit intermediären Nuancen liefern kann, welche letztere nach *Friedmann*³² bei der Reaktion von *Manoilow* „nicht-typische“ sexuelle Reaktionen benannt werden, und die wir bei der Reaktion von *Bernatzky* als unbestimmte verzeichnet haben¹⁶.

Die erzielten Färbungen werden ausschließlich durch die Menge des im Probierglas enthaltenen Blutes bestimmt; wird männliches und weibliches Blut in gleichen Mengen verwendet, so liefert es Lösungen von derselben Farbe.

Die „männliche“ Reaktion von *Bernatzky* erhalten wir mit männlichem und mit weiblichem Blut in den Probiergläsern Nr. 1—7, eine „typische männliche“ — in den Probiergläsern Nr. 6, die 0,0125 ccm enthalten, das nächste Probierglas liefert sowohl mit männlichem als mit weiblichem Blut eine unbestimmte Reaktion, bei weiterer Verdünnung des Blutes wird in den Probiergläsern Nr. 9—12 eine Reihe „weiblicher“ Reaktionen erzielt, die im Probierglas Nr. 10, das 0,00078 ccm Blut

Reaktion von Bernatzky.

Nr. d. Probierglases	Blut: Alkali in ccm	Weibliches Blut		Männliches Blut	
		Färbung	Bestimmung	Färbung	Bestimmung
1	0,4:1	dunkelrot mit gelblichem Stich*	dunkler als männliches	dunkelrot mit gelblichem Stich	dunkler als männliches
2	0,2:1				
3	0,1:1				
4	0,05:1	gelblich rot	männlich typisch männl. schwach männl.	gelblich rot	männlich typisch männl. schwach männl.
5	0,025:1				
6	0,0125:1	rosa	unbestimmt	rosa	unbestimmt
7	0,00625:1				
8	0,003125:1	rot m. Stich ins Dunkelblaue	schwach weibl. typisch weibl.	rot mit Stich ins violett	schwach weibl. typisch weibl.
9	0,0015625:1				
10	0,00078125:1	violett	weiblich	violett	weiblich
11	0,000390625:1				
12	0,0001953125:1	dunkelviolet	dunkler als weibl.	dunkelviolet	dunkler als weiblich

Reaktion von Manoilow.

Nr. d. Probierglases	Blut: Physiol. Lösung in ccm	Weibliches Blut		Männliches Blut	
		Färbung	Bestimmung	Färbung	Bestimmung
1	0,4:1	violettbraun	dunkler weibl. undurchsichtig	violettbraun	dunkler weibl., undurchsicht.
2	0,2:1	violettrot	typisch weibl.	violettrot	typisch weibl.
3	0,1:1	braun	weiblich, nicht typisch**	braun	weiblich, nicht typisch
4	0,05:1	gelb	männlich, nicht typisch	gelb	männlich, nicht typisch
5	0,025:1	farblos	typisch männl.	farblos	typisch männl.
6	0,0125:1				
7	0,00625:1				
8	0,003125:1				
9	0,0015625:1				
10	0,00078125:1				
11	0,000390625:1				
12	0,0001953125:1				

* Schattierungen ohne Bestimmung der Intensität.

** Bezeichnungen nach *Friedmann* (32).

enthält, „typisch“ erscheint; ein Unterschied von 0,0046ccm in der Menge des angewendeten Blutes (Probierring Nr. 7—9) ändert also den „sexuellen“ Charakter der Reaktion.

Nach dem Verfahren von *Manoilow* wird mit weiblichem und männlichem Blut in den Probierringen Nr. 1—3 eine weibliche Reaktion erhalten, wobei in dem Probierring Nr. 2, das 0,2ccm Blut enthält, eine „typische sexuelle“ Färbung erzielt wird; die sog. „männliche Reaktion“ wird in allen übrigen Probierringen erzielt, die „typische“ Entfärbung tritt von Nr. 5 an (mit 0,025ccm Blut) und in weiteren Verdünnungen auf.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß ein und dasselbe Blut, in bestimmtem Quantum genommen, im Probierring Nr. 2 nach *Manoilow* eine „weibliche“ und nach *Bernatzky* eine „männliche“ Reaktion gibt und im Probierring Nr. 10 umgekehrt, wie es in Anbetracht des gegensätzlichen Charakters der beiden Reaktionen auch zu erwarten war. Zu den nämlichen Ergebnissen bringen uns Versuche mit dem Serum von weiblichem und männlichem Blut, von dem wir 1,6:2, d. h. 0,8:1 gebrauchten, aus der Erwägung heraus, daß das Serum ungefähr die Hälfte des Vollblutes ausmacht.

Bei den Reaktionen, die mit dem Blute von Personen durchgeführt wurden, welche an Störungen der inneren Sekretion: 4 Fälle von Basedow, 1 Fall von Homosexualität u. a. litten, erzielten wir Färbungen, die denjenigen des Blutes Gesunder entsprachen, mit anderen Worten ergab eine bestimmte Menge Blut bei gleichen übrigen Bedingungen stets eine Färbung, wie sie von der gleichen Menge gesunden Blutes herrührte.

Es interessierte uns nachzuweisen, inwieweit trockenes Blut etwa Änderungen der Färbung bedingt, und ob die Änderungen den von frischem Blut bewirkten entsprechen, falls die Menge des trockenen Blutes entsprechend gewählt wird, d. h. 1 Gewichtseinheit trockenen Blutes $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ frischen Blutes gleichgerechnet ist. Versuche mit abgewogenen Mengen trockenen Blutes wurden durch den Umstand kompliziert, daß eine vollständige Lösung des alten Blutes nicht zu erzielen war: am Boden des Probierrings blieben Klümpchen, und die strengen quantitativen Verhältnisse waren also in der Reihe der Probierringe gestört.

Dessen ungeachtet zeigten die angestellten Versuche, daß der Farbeffekt der Reaktion vollkommen von der Blutmenge, nicht aber von den sexuellen Eigenschaften des Blutes abhängt. Mit einem Blutfleck von jedem beliebigen Alter kann man nach *Bernatzky* und nach *Manoilow* jeden Farbeffekt erzielen.

Indem wir auf Grund unserer Untersuchungen und der Angaben einer Reihe von Autoren die Zweckmäßigkeit der Anwendung der oben-

erwähnten Reaktionen in Abrede stellen, nehmen wir an, daß die Frage, die Dr. *Manoilow* anlässlich eines gerichtlich-medizinischen Gutachtens 1896 angeschnitten hat, von großem Interesse ist. Es müssen die Angaben von *Dewitz*¹⁰ und *Minenkow*²⁰ über die im Tier- wie im Pflanzenreich beobachteten fermentativ-sexuellen Unterschiede in Betracht gezogen werden; möglicherweise liegt in dieser Richtung und in derjenigen der Reaktion von *Dervieux*⁸ die Lösung der Frage nach den sexuellen Unterschieden des Blutes im Sinne der allgemeinen Biologie und, des weiteren, auch der Gerichtlichen Medizin.

Schlußfolgerungen.

1. Die „männliche“ Reaktion von *Bernatzky* ist das Resultat der Reduktion der Rosanilinfarben Dahlia und Methylgrün in Leukanilin.

2. Die „männliche“ Reaktion von *Manoilow* ist das Ergebnis der Ozonisierung und Chlorierung der Farben Dahlia und des Hb des Blutes bei der Zersetzung der chromophoren Gruppen dieser Farbstoffe.

3. Der Farbeffekt der Reaktionen von *Bernatzky* und von *Manoilow* hängt nicht vom Geschlecht ab, sondern wird durch die Menge des Blutes bedingt, die an der Reaktion teilnimmt; ein und dasselbe Blut in verschiedenen Mengen genommen, ergibt nach *Bernatzky* und nach *Manoilow* eine Reihe von Färbungen, sowohl „typisch weibliche“ als auch „typisch männliche“.

4. Gleiche Mengen männliches und weibliches Blut geben bei der Bearbeitung nach *Bernatzky* den nämlichen Farbeffekt. Das gleiche gilt auch von der Reaktion von *Manoilow*.

5. Eine bestimmte Menge Blut liefert, ungeachtet der Geschlechtszugehörigkeit, nach *Manoilow* eine „weibliche“ Reaktion falls nach *Bernatzky* eine „männliche sexuelle“ Reaktion erzielt wird und auch umgekehrt.

6. Die Reaktionen von *Bernatzky* und von *Manoilow*, bei denen nur die Mengen der oxydierbaren Substanzen des Untersuchungsobjektes berücksichtigt werden, können zur Bestimmung des Geschlechtes aus frischem Blut bzw. aus Blutflecken keine Anwendung finden.

Literaturverzeichnis.

¹ *Alsterberg* und *Hakansson*, Biochem. Z. **176**, H. 4—6. — ² *Bernatzki*, Mitt. des landw. Inst. in Kamenetz-Podolsk. 1924. — ³ *Biedl*, Behtes Handbuch für n. n. pathol. Physiologie **1**, 14 (1926). — ⁴ *Galwjalo*, *Wladimirow*, *Winogradow* und *Oppel*, Biochem. Z. **176**, H. 1—3. — ⁵ *Georgiewitsch* und *Grandmuschen*, Chemie der Farbstoffe (russ.). — ⁶ *Gussew*, Arch. Krim. u. Gerichtl. Med. **1**, 3. Lief. (russ.). — ⁷ *Gussew*, Kazan. med. Ž. **1927**, Nr 5 (russ.). — ⁸ *Dervieux*, Ann. Méd. lég. **1923**, Nr 8. — ⁹ *Dewitz*, Zbl. Physiol. **26**, Nr 5 (1912). — ¹⁰ *Dewitz*, Zool. Anz. **47**, Nr 5 (1916). — ¹¹ *Dewitz*, Zool. Anz. **47**, Nr 5 (1916). — ¹² *van Dyke* und *Schürmeyer*, Biochem. Z. **180**, H. 4—6 (1927). — ¹³ *Dukelsky*, Chemische Technologie

(russ.). — ¹⁴ Höber, Physikalische Chemie der Zellen und der Gewebe. — ¹⁵ Kopačzewsky, Les ions d'hydrogène. Paris 1926. — ¹⁶ Krainskaja-Ignatowa, Arch. Kriminol. und Gerichtl. Med. **3**, 2. Lief. (russ.). — ¹⁷ Krainskaja-Ignatowa, Gerichtlichmedizinisches Gutachten Nr 9 (russ.). — ¹⁸ Livschitz, Ž. Uovers. Vrač. **1926**, Nr 1 (russ.). — ¹⁹ Manoilow, Münch. med. Wschr. **1924**, Nr 51. — ²⁰ Manoilowa, Usp. biol. Chem. **1926**, 6. Lief. (russ.). — ²¹ Minenkow, Naužno-agron. Ž. **1924**, Nr 1 (russ.). — ²² Michaelis, Praktikum der physikalischen Chemie. Berlin 1922. — ²³ Michaelis, Die Wasserstoffionenkonzentration. Berlin 1922. — ²⁴ Pigini, Med.-biol. Ž. **1925**, 3. Lief. (russ.). — ²⁵ Popow, Münch. med. Wschr. **1925**. — ²⁶ Prawditsch-Neminski, Dnjepropetrowsk. Med. Ž. **1928**, Nr 1—2 u. 5—6 (russ.). — ²⁷ Schade, Die physikalische Chemie in der inneren Medizin. 1923. — ²⁸ Schmidt, Ausführliche Handl. der pharmazeutischen Chemie. Leipzig 1920. — ²⁹ Solowtzowa, Manoiloffs Reaktion und ihre biologische Bedeutung 1927 (russ.). — ³⁰ Ssentjurin, Z. exper. Med. **48**, H. 6. — ³¹ Smith, Einführung in die anorganische Chemie (russ.). — ³² Friedemann, Vrač. Delo **1926**, Nr 9 (russ.). — ³³ Schmidt und Perewosskaja, Biochem. Z. **76**, H. 1—3.