

Barkov, G.D., Dvoskin, Ja.G., El'piner, L.I.

(Forschungsinstitut für Hygiene des Wasserverkehrs des Ministeriums für Gesundheitsschutz der UdSSR<sup>1)</sup>)

EINFLUSS GERINGER SILBERKONZENTRATIONEN AUF EINIGE LEBENDE ORGANISMEN  
DER EVOLUTIONÄREN REIHE

Deutsche Vollübersetzung aus:

Vodopodgotovka i očistka promyšlennych stokov. Kiev, 10 (1973),  
S. 83 - 91.

Russ.: ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СЕРЕБРА  
НА НЕКОТОРЫЕ ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ  
ЭВОЛЮЦИОННОГО РЯДА

Vlijanie malych koncentracij serebra na nekotorye živye  
organizmy evoljucionnogo rjada

Eines der kritischsten Probleme der Maritimmedizin ist die Versorgung der Hochseeschiffe mit ausreichenden Mengen qualitativ einwandfreien Süßwassers zum Trinken und für Speisen.

Die Entwicklung der Hygiene und die heute gestellten Anforderungen an die Qualität der an Land befindlichen Wasserquellen läßt die mögliche Ausbreitung von Infektionskrankheiten bei der Schifffahrt abnehmen, die durch Wasser verursacht werden können, welches an Land geholt und an Bord gelagert wird. Da die Möglichkeit besteht, daß Schiffe sogar in großen modernen Häfen Wasser mit niedrigeren Koloniezahlen aufnehmen, dessen Werte sich bei der Lagerung an Bord auch noch verschlechtern können, wurde es notwendig, wirksame Maßnahmen zur Entkeimung oder Konservierung von Wasser an Bord zu erarbeiten [2, 12 - 20].

<sup>1)</sup> Naučno-issledovatel'skij institut gigeny vodnogo transporta MZ  
SSSR (Anm.d.Übers.)

Die dafür angewandten Verfahren sind vielfältig. Empfohlen werden: Pasteurisierung, Chlorieren, Behandlung mit UV-Bakterizidstrahlen, Ozonierung, Konservierung durch Silberionen. Die Aktualität einer jeweiligen Methode wird bestimmt durch die Einfachheit der technischen Lösung und die Möglichkeiten der Automatisierung.

Außerst vielversprechend ist in dieser Hinsicht die Konservierung von Wasser mit Silber. Aber die Toxizität des Silbers ist bislang nur unzureichend untersucht. Lange Zeit basierten die Auffassungen über die Unschädlichkeit von Silber [21] auf den Erfahrungen bei der Verwendung von Silber in der Pharma-Praxis. Dennoch wird auch aus diesem Bereich über pathologische Zustände berichtet, die als Argyrien bezeichnet werden [3]. Nach der USA-Norm für Trinkwasser (1961) ist ein Silbergehalt von 0,05 mg/l vorgesehen, wobei die festgelegte maximal zulässige Konzentration auf theoretischen Berechnungen der Dosierungen beruht, die das Aufkommen einer Argyrie bei ständigem Gebrauch von silberbehandeltem Wasser ausschließen. D.I. Lazarenko und Mitarbeiter verneinen die Möglichkeit toxischer Einflüsse von Silber in Trinkwasser (bei Konzentrationen bis 4 mg/l) [7].

Die Bakterizid- und Konservierungswirkung von Silber in Wasser wurde von vielen Wissenschaftlern untersucht. In der Sowjetunion besonders intensiv von L.A. Kul'skij und seiner Schule [6]. Die Autoren des vorliegenden Aufsatzes haben ähnliche Untersuchungen angestellt [1] und ebenfalls eine anhaltende Bakterizidwirkung von Silber in Wasser festgestellt, d.h. eine keimtötende Wirkung mit darauffolgendem bakterio-statischem Effekt. Hinsichtlich der Darmbakterien (sanitäres Testobjekt) und der Saprophytmikroflora wirkungsvoll ist eine Konzentration von 0,2 - 0,4 mg/l Elektrolytsilber. Eine Konzentration von 0,05 mg/l ist für eine Konservierungswirkung geeignet, um die Ausdehnung der Mikroflora in ursprünglich nichtinfiziertem Wasser zu verhindern, welches unter Bedingungen gelagert wird, die mehrmaliges Verseuchen mit Bakterien ausschließen. In der Literatur gibt es zahlreiche Einzelhinweise über den Einfluß von Silber auf lebende Organismen, vom Bakterium bis zum Menschen. Die meisten Arbeiten enthalten Angaben über einen Einfluß von Silber auf Mikroorganismen [5, 6]. Bekannt sind Untersuchungen über den Einfluß von Silber auf Algen, Einzeller und Amöben [6]. Untersuchungen an Warmblütern wurden von D.I. Lazarenko und Mitarbeitern durchgeführt [7].

Interessant zu verfolgen ist der Einfluß geringer Silbermengen in annähernd gleichen Konzentrationen auf die evolutionäre Reihe, beginnend bei den Algen und endend mit Warmblütern. Bei lebenden Organismen, die sich auf verschiedenen Stufen der evolutionären Entwicklung befinden, gibt es Unterschiede in der Empfindlichkeit auf die Wirkung des Silbers. In dieser Hinsicht sind die Arbeiten von L.G. Voronin [4] über die vergleichende Physiologie der höheren Nerventätigkeit von Fischen, Vögeln, Kaninchen und Hunden interessant. Sie haben gezeigt, daß man beim Studium der toxischen Wirkung von Substanzen auf den Organismus von Lebewesen auf unterschiedlicher Evolutionsstufe allgemeine Gesetzmäßigkeiten feststellen kann.

Die unterschiedlichen Aussagen in der Literatur und die große wissenschaftliche und praktische Bedeutung des Problems haben uns dazu ange-regt, den toxischen Effekt geringer Silberkonzentrationen in Wasser auf Algen, Wasserflöhe, Fische, weiße Mäuse, weiße Ratten und Kaninchen zu untersuchen.

Die Versuche an den Hydrobionten wurden in einem speziell ausgerüsteten wärmegeregelten Raum durchgeführt, wo eine konstante Temperatur von  $+20 - +22^{\circ}\text{C}$  eingehalten wurde. Als Testobjekte wurden Grünalgen *Scenedesmus quadricauda*, Wasserflöhe *Daphnia magna* und Aquarienfische Guppy benutzt. Untersucht wurde der Einfluß von Silber in Konzentrationen von 4; 0,4; 0,05 und 0,005 mg/l.

An der Grünalge wurde der Einfluß der Silberlösungen auf Wachstum, Vermehrung, Photosynthese, Veränderung des pH-Werts des Wassers und Stickstoffgehalt (Ammoniumsalze) untersucht. Die Algen wurden in ein 4 l großes Wassergefäß gegeben (Ausgangszahl  $1 \cdot 10^4$  pro  $1 \text{ cm}^3$ ). Die Überlebensrate der Wasserflöhe wurde in Erlenmeyer-Kolben mit 250 ml Fassungsvermögen untersucht. Diese wurden ebenfalls mit Silberlösung gefüllt. Ein Kolben diente zur Kontrolle. 10 Wasserflöhe annähernd gleicher Größe wurden in jeden Kolben gegeben, und das Sterben der Wasserflöhe bis zum vollständigen Tod wurde regelmäßig beobachtet. Die Überlebensrate der Fische wurde in 6 l großen, mit Silberlösung gefüllten Wasserbehältern untersucht. In jeden Behälter wurden 10 ausgewachsene Exemplare gegeben, je 5 Männchen und 5 Weibchen.

Bereits nach relativ kurzer Einwirkungszeit verursacht Silber in einer Konzentration von 4 mg/l den Tod der Grünalge, der Wasserflöhe und der Fische.

0,4 mg/l Silberkonzentration verursachen den Tod der Grünalge, aller im Versuch befindlichen Wasserflöhe nach 24 Stunden und aller im Versuch befindlichen Fische nach 48 Stunden. Silber in einer Konzentration von 0,05 mg/l zeigt eine inhibierende Wirkung auf die Grünalge, was sich dadurch ausdrückt, daß eine Zunahme der Zellzahl bis zum achten Tag ausbleibt (verglichen mit der Kontrolle) und daß der Photosyntheseprozess verlangsamt wird. Bei derselben Konzentration verursacht das Silber den Tod des Guppy-Fisches bei bis zu 48 Stunden Einwirkung.

Silber in einer Konzentration von 0,05 mg/l kann für Wasserflöhe im Herbst als toxisch bezeichnet werden, im Sommer hingegen als Schwellenwert, der eine gewisse stimulierende Vermehrungswirkung besitzt. Für uns ist diese Tatsache ein Nachweis über die unterschiedliche Wirkung der gleichen Silberkonzentration in Abhängigkeit vom Gesamtstoffwechsel, der mit den biologischen Zyklen zusammenhängt.

Verglichen mit der Kontrolle wirkt sich Silber in einer Konzentration von 0,005 mg/l nur unwesentlich auf die Zellzahl der Grünalge aus. Die Photosyntheseprozesse werden jedoch etwas intensiviert. Silber in derselben Konzentration hat eine stimulierende Wirkung auf die Wasserflöhe. Auf die Fische hatte das Silber in dieser Konzentration auch während einer dreimonatigen Dauereinwirkung keinen merklichen Einfluß und kann als unwirksam bezeichnet werden.

Den Einfluß von Silberionen auf den Organismus von Warmblütern untersuchten wir in Kurzzeit- und Dauerversuchen. In allen Fällen wurden die Silberionen in wässriger Lösung durch den Magen-Darm-Trakt eingeführt. Im akuten Versuch wurden 15 ausgewachsene Mäuse (Gewicht 20 - 23 g; 10 Exemplare für den Versuch, 5 Exemplare zur Kontrolle) verwendet. Nach dem Verabreichen von Silbermengen (15 - 16 mg/kg) beim Impfen mit Wasser mit 500 mg/l Silberkonzentration an weiße Mäuse und Ratten zeigte sich, daß diese Dosierungen unter den maximal erträglichen Mengen liegen. Sogar nach erneutem Impfen mit diesem Wasser 10 Tage später ließ sich kein klar ausgeprägter toxischer Effekt feststellen. Auch nach 10maligem Impfen mit den maximal zulässigen Mengen zeigten sich keine zuver-

lässigen Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrolltieren bei den Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit (Schwimmprobe). Statistisch ohne Aussage sind die Gewichtsunterschiede bei den Versuchs- und Kontrolltieren ( $t = 1,17$ ;  $P > 0,1$ ). Am Allgemeinzustand und Verhalten der Mäuse wurde kein Unterschied festgestellt.

Der subakute Versuch wurde an 15 Ratten (10 Exemplare für den Versuch, 5 Exemplare zur Kontrolle) und sieben Kaninchen (4 im Versuch und 3 Kontrolltiere) durchgeführt. Beobachtet wurde Verhalten und Gewicht der Tiere, morphologische Zusammensetzung des peripheren Blutes (Hämoglobin, Zahl der roten Blutkörperchen, Farbwert, Zahl der Leukozyten, Leukozytformel). Die Eiweißbildungsfunktion der Leber wurde durch Elektrophorese des Blutserumeiweißes bewertet. Untersucht wurde der SH-Gruppengehalt im Blutserum<sup>1)</sup>. Am Ende der 30-tägigen Exposition der Tiere mit Silber in Dosen von 15 - 16 mg pro 1 kg Gewicht (Konzentration in Wasser 500 mg/l) wurde bei den Kaninchen der Versuchsgruppe zuverlässig nur ein Gewichtsverlust festgestellt (Zuverlässigkeit über 95%). Bei den Ratten wurden derartige Unterschiede jedoch nicht festgestellt. Die zu diesem Zeitpunkt vorgenommene Galaktoseprobe (Verfahren von V.E. Miklaševskij und V.N. Tugarinova [8]) ergab bei den Versuchskaninchen eine ausgeprägte und, im Vergleich zu den Kontrolltieren, statistisch signifikante Senkung des Zuckerspiegels zur zweiten Stunde.

Zum Abschluß des subakuten Versuches wurde eine pathohistologische Untersuchung des Gewebes der inneren Organe durchgeführt. Sie ergab ernste Schädigungen hauptsächlich des zentralen Nervensystems und der Gefäße des Großhirns (klar ausgeprägte Proliferationsvorgänge, Veränderung der Glykosezellen, Auftreten pathohistologischer Elemente). Durch andere Verfahren ließen sich keine Unterschiede bei den Versuchs- und Kontrolltieren feststellen. Außerdem wurde festgestellt, daß die Kaninchen eine etwas deutlicher ausgeprägte Artempfindlichkeit gegenüber Silber besitzen.

Der chronische Versuch wurde von uns an fünf Kaninchengruppen (8 Exemplare pro Gruppe) durchgeführt, denen über Wasser Silber in Dosierungen von 0,25 mg/kg (1. Gruppe), 0,025 (2. Gruppe), 0,0023 (3. Gruppe) und 0,00025 mg/kg (4. Gruppe) eingegeben wurde, was einem Silbergehalt von

---

<sup>1)</sup> Die Untersuchungsergebnisse wurden nach der Methode von Student-Fisher bearbeitet (t-Test).

5,0; 0,5; 0,05; und 0,005 mg/l in Trinkwasser entspricht. Die Kontrollgruppe (5. Gruppe) erhielt Leitungswasser. Die im subakuten Versuch angewandten Untersuchungsmethoden wurden im chronischen Experiment ergänzt durch Beobachtung der immunologischen Reaktivität des Organismus der Tiere und durch Bestimmung der Phagozytenaktivität der Leukozyten des Blutes. Unter Berücksichtigung der im subakuten Versuch aufgetretenen morphologischen Veränderungen des zentralen Nervensystems wandten wir die Methode des bedingten Reflexes an, um seinen Funktionszustand auf dem Hintergrund der sich entwickelnden schädlichen Einwirkung des Silbers zu untersuchen [11].

Der Zustand der höheren Nerventätigkeit wurde bei einzelnen Gruppen weißer Ratten durch die Methode des bedingten Reflexes in einer L.I. Kotljarevskij-Kammer aufgezeigt, die nach A.F. Aksjuk modifiziert wurde. Dosierung und Zahl der Gruppen waren gleich wie im chronischen Versuch mit den Kaninchen.

Das von uns herangezogene experimentelle Material betrifft einen 11-Monatstest mit Tieren. Wir untersuchten ihren Zustand zu Beginn des Versuches, nach einer und zwei Wochen, danach einmal pro Monat. Urteilt man nach den Ergebnissen des chronischen Versuches, so gab es keine ausgeprägten Gewichtsveränderungen bei den Tieren aller Gruppen, verglichen mit der Kontrollgruppe. Es wurden keine signifikanten Veränderungen des Hämoglobins, der Zahl der roten Blutkörperchen, der Retikulozyten, der Leukozytformel und keine Schädigungen der Eiweißbildungsfunktion der Leber und auch keine Veränderungen des SH-Gruppengehalts im Serumprotein festgestellt. Verglichen mit der Kontrollgruppe liefen die Schwankungen der Leukozytenzahl bei den Tieren der Versuchsgruppen auseinander, nach absoluten Werten kamen sie der Kontrollgruppe grundsätzlich nahe.

Als zuverlässig erwiesen sich die Veränderungen der immunologischen Aktivität des Organismus der Tiere der 1. und 2. Gruppe. Ab dem 5. Versuchsmonat nahm bei den Tieren der 1. Gruppe die Zahl der aktiven Phagozyten zu. Dieser Kennwert blieb bis zum 11. Versuchsmonat gegenüber der Kontrollgruppe ein signifikantes Unterscheidungsmerkmal. In der 2. Gruppe wurden ebenfalls vom 5. Monat an ähnliche Veränderungen festgestellt (Abb. 1). Bei Silberdosen von 0,0025 und 0,00025 mg/kg waren die Schwankungen der Phagozytenzahl fast die gesamte Zeit nicht aussage-

kräftig. Gleichzeitig wurden bei keiner einzigen Gruppe Veränderungen des Phagozytenindex (Prozentprodukte der aktiven Phagozyten auf die Anzahl der Mikroben in 1 Zelle) festgestellt (Abb. 2). Bei zunehmender Gesamtzahl der Phagozyten in der 1. und 2. Gruppe führte dies zu einer geringeren Zahl phagozytierter Mikroben durch jeden Phagozyten, d.h. zu einer Verminderung der phagozytischen Eigenschaft. Die stabilen Kennwerte des Phagozytenindex in der 1. und 2. Tiergruppe lassen sich wahrscheinlich durch eine gewisse Spannweite der Adaptionsmechanismen des Organismus erklären, die bekanntlich seine immunologischen Eigenschaften ausgleicht.

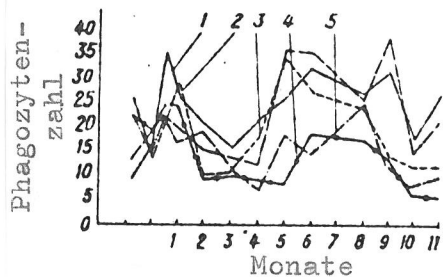


Abb. 1. Veränderung der Phagozytenzahl bei den Kaninchen im chronischen Versuch:  
1) 0,25 mg/kg; 2) 0,025;  
3) 0,0025; 4) 0,00025 mg/kg;  
5) Kontrollgruppe.

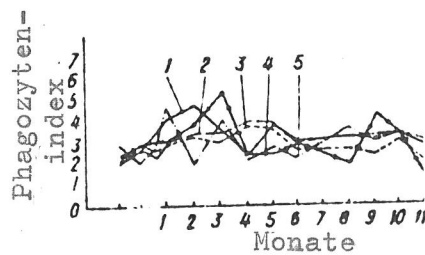


Abb. 2. Veränderung des Phagozytenindexes bei den Kaninchen im chronischen Versuch:  
Bezeichnungen wie in Abb. 1.

All dies beweist, daß Silber in Dosen von 0,25 und 0,025 mg/kg eine bestimmte Wirkung auf die immunologischen Eigenschaften des Organismus aufweist. 0,0025 mg/kg-Dosen kann man hingegen kaum als bedenklich bezeichnen. Da bei den Tieren, die Silber in Mengen von 0,0025 mg/kg und auch von 0,00025 mg/kg erhielten, keine Veränderungen der Phagozytose auftraten (verglichen mit den Kontrolltieren), kann man diese Dosierungen als inaktiv in Bezug auf die immunologischen Funktionen des Organismus einstufen.

Der Einfluß des Silbers auf den Zustand der höheren Nerventätigkeit in Abhängigkeit von den untersuchten Silberkonzentrationen zeigte sich folgendermaßen: Eine Dosis von 0,25 mg/kg (1. Tiergruppe) hat keine Auswirkungen auf die Geschwindigkeit des Auftretens und auf das Ver-



stärken des positiven Reflexes. Im Auftreten und Verstärken des positiven Reflexes gab es keine Unterschiede zwischen den Kontrolltieren und den Ratten, die der Einwirkung geringer Silbermengen unterworfen wurden. Folglich rief keine der untersuchten Silbermengen Veränderungen des bedingten Reflexes hervor. Dieser wurde nach dem Auftreten und Verstärken des positiven bedingten Reflexes bewertet (siehe Tabelle). Bei der Untersuchung der inneren Hemmungen wurde desweiteren festgestellt, daß bei allen Tieren der Versuchsgruppen keine Unterschiede in der Geschwindigkeit des Differenzierens gegenüber den Kontrolltieren vorlagen. Eine Verstärkung des Differenzierens ließ sich bei der 1. und 2. Gruppe jedoch nicht feststellen. Die Differenzierung verstärkte sich nur bei 2 (von 5) Tieren der 1. Gruppe und bei 2 (von 6) Tieren der 2. Gruppe. Gleichzeitig ließen sich keine Unterschiede zur Kontrollgruppe in der Geschwindigkeit der Verstärkung des Differenzierens bei der 3. und 4. Gruppe feststellen.

Kennwerte des bedingten Reflexes von Mäusen  
bei chronischem Versuch mit Elektrolytsilber

Tier- gruppe	stati- stischer Wert	Positiver Reflex		Differenzierung	
		Auftreten	Verstär- ken	Auf- treten	Ver- stärken
I	M <sub>t</sub>	7,1	7,8±1,1	4,8±1,16	
	P	5	5	5	
II	M <sub>t</sub>	9,1,43	9,1,67	6,8±1,17	
	P	6	6	6	
III	M <sub>t</sub>	7,10,66	9,3±2,2	8,10,67	11,3,68
	P	6	6	6	6
IV	M <sub>t</sub>	6±0	6±0	3,10,82	5,2±1,16
	P	5	5	5	5
y	M <sub>t</sub>	7,1±1,16	7,1±1,15	6,0±1,28	14,3±3
	P	6	6	6	6

Analysiert man die Ergebnisse des sanitär-toxikologischen Experiments, kann man feststellen, daß Silber in Dosen von 0,25 und 0,025 mg/kg aktiv ist. Silberdosierungen von 0,0025 und 0,00025 mg/kg sind auch nicht bei einem einzigen Versuchstier aktiv, das im chronischen Versuch eingesetzt wurde.



## Zusammenfassung

1. Untersucht wurde die sanitär-toxikologische Wirkung von Elektrolytsilberlösungen in Wasser auf Hydrobionten und den Organismus von Warmblütern in akuten, subakuten und chronischen Versuchen.
2. Für die Algen (*Sc. quadricauda*), Wasserflöhe (*Daphnia magna*), Fische (Guppy), Mäuse, Ratten und Kaninchen waren Silberkonzentrationen im Bereich von 5,0 - 4,0 bis 0,5 - 0,4 mg/l aktiv. Für die Hydrobionten ist eine Konzentration von 0,05 mg/l toxisch, die sich aber nicht auf Warmblüter auswirkt.
3. Unter maritimen und sonstigen Bedingungen, wo zur Versorgung Wasser verwendet wird, das mit Silberionen konserviert wurde, sollte man den Silbergehalt im Wasser auf 0,05 mg/l begrenzen, was ungefähr einer gerade noch inaktiven Dosis an Konservierungsmittel (0,0025 mg pro 1 kg Lebendgewicht) entspricht.

## Literatur

1. Барков Г.Д., Эльпинер Л.И., Аронова Е.Н. - Тр. НИИГВТ, М., 1968, вып. I.  
Barkov, G.D., El'piner, L.I., Aronova, E.N. -  
In: Trudy. NIIGVT. Moskva, 1 (1968).  
<nicht zu ermitteln>
2. Бойко А.А., Якубов С.А. - Воен. мед. журн., 1958, 12.  
Bojko, A.A., Jakubov, S.A.: Konservirovanie zapasov pit'evoj vody.  
In: Voenno-medicinskij zurnal. Moskva, 1958, Nr 12, S. 38 - 39.  
<Konservierung der Trinkwasserbestände; russ.>
3. Волков В.В. - Вестн. офтальмол., 1957, 1.  
Volkov, V.V.: Argiroz neobyčnogo proischoždenija.  
In: Vestnik oftal'mologii. Moskva, 1957, Nr 1, S. 41 - 42.  
<Eine ungewöhnliche Argyrose; russ.>
4. Воронин Л.Г. Сравнительная физиология высшей нервной деятельности. Лекции. Изд-во МГУ, 1957.  
Voronin, L.G.  
Sravnitel'naja fiziologija vysšej nervnoj dejatel'nosti. Lekcii.  
Moskva: Verlag der Moskauer Staatlichen Universität, 1957.  
<Vergleichende Physiologie der höheren Nerventätigkeit. Vorlesungen; russ.>
5. Ермолаев П.Е. Проблема действия препаратов серебра в условиях организма и других биологических средах. - Тр. I Моск. мед. ин-та, сб.4, 1935.

Ermolaev, P.E.: Problema dejstviya serebra v uzloviya organizma i drugich biologičeskich sred.  
In: Trudy. 1-yj Moskovskij medicīnskiy institut. Moskva, 4 (1935), S. 6 - 21.  
<Das Problem der Wirkung von Silber beim Organismus und anderen biologischen Stoffen; russ.>

6. Кульский Л.А. Серебряная вода, ее свойства и применение.  
Изд-во АН УССР, К., 1962.

Kul'skiy, L.A.  
Serebrjanaja voda, ee svojstva i primenenie.  
Kiev: Verlag der Akademie der Wissenschaften der Ukrainischen SSR, 1962.  
<Silberwasser - seine Eigenschaften und Anwendung; russ.>

7. Лазаренко Д.И., Чижов С.В., Козыревская Г.И. и др. - Гигиена и санитария, 1964, 2.

Lazarenko, D.I., Čižov, S.V., Kozyrevskaja, G.I., Gajdamakin, N.A., Ermakovskij, N.D.: O toksičnosti vody, obogaščennoj ionami serebra.  
In: Gigiena i sanitarija. Moskva, 1964, Nr 2.  
Engl.: The toxicity of water containing silver ions.  
In: Hygiene and sanitation. New York, 1964, Nr 2, S. 119 - 122.

8. Миклашевский В.Е., Тугаринова В.Н. - Санитарная охрана водоемов от загрязнений промышленными сточными водами. М., 1964, вып.6.

Miklaševskij, V.E., Tugarinova, V.N., Savoničeva, G.A.: Modifikacija proby na uglevodnuju funkciju pečeni.  
In: Sanitarnaja ochrana vodoemov ot zagrjaznenij promyšlennymi stočnymi vodami. Moskva, 6 (1964), S. 313 - 322.  
<Probenmodifikation für die Kohlehydratfunktion der Leber; russ.>

9. Скадовская С.Н. Экологическая физиология водных организмов. М., 1955.

Skadovskaja, S.N.  
Ekologičeskaja fiziologija vodnych organizmov.  
Moskva: 1955.  
<Ökologische Physiologie der Wasserorganismen; russ.>

10. Строганов Н.С., Пожитков А.Т. Действие сточных промышленных вод на водные организмы. - Уч. записки МГУ, вып.60, Биология, Тр. лабор. гидробиологии, кн.4, М., 1941.

Stroganov, N.S., Požitkov, A.T.: Dejstvie stočnych promyšlennych vod na vodnye organizmy (Novye puti rešenija problemy).  
In: Učenyje zapiski. Moskovskij gosudarstvennyj universitet im. M.V. Lomonosova. Serija Biologija (Trudy laboratorii gidrobiologii, 4. Buch). Moskva, 60 (1941), 90 Seiten.  
<Neue Wege zur Lösung des Problems der Wirkung des Abwassers auf die Wasserorganismen; russ. mit dt. Zusammenfassung>

11. Черкинский С.Н., Миклашевский В.Е., Мурзакеев Ф.Г. - Санитарная охрана водоемов от загрязнений промышленными сточными водами. М., 1964, вып.6.

Čerkinskiy, S.M., Miklaševskij, V.E., Murzakaev, F.G.: Sposobnost' k obrazovaniju novych vremennyh svjazej kak test v chroničeskom sanitarnotoksikologičeskom ěksperimente.  
In: Sanitarnaja ochrana vodoemov ot zagrjaznenij promyšlennymi stočnymi vodami. Moskva, 6 (1964), S. 323 - 340.

<Die Fähigkeit zur Bildung neuer provisorischer Verbindungen als Test im chronischen sanitär-toxikologischen Experiment; russ.>

12. Эльпинер Л.И. - Бюлл. Ин-та морской медицины, 1966, 17, № 3. ПНР.

El'piner, L.I. -  
In: Bjulleten'. Institut morskoj mediciny. 17 (1966), Nr 3 (Polen)  
<nicht zu ermitteln>

13. Яговой П.Н., Сергеев Е.П., Руденко Н.Н. - Гигиена и санитария, 1964, 9.

Jagovoj, P.N., Sergeev, E.P., Rudenko, N.N.: Kačestvo pit'evoj vody v uslovijach dlitel'nogo chranenija ee pri vysokoj temperature.  
In: Gигиена i sanitarija. Moskva, 1964, Nr 9, S. 92 - 93.  
Engl.: The quality of drinking water when kept at high temperature for a long time.  
In: Hygiene and sanitation. New York, 1964, Nr 9, S. 102 - 104.

14. Buczowska Z. *Water Supply & Waste Disposal on Vessels.* -  
Int. symp. of Marit med. Odansk, 1965.

<nicht zu ermitteln>

15. Hackenbergh, H.-W.: Die Hygiene der Trinkwasserversorgung an Bord.  
In: Zeitschrift für Militärmedizin. Berlin, 1967, Nr 2, S. 90 - 96.

16. Keblor W. Sammelh. d. Seestreitkr. Rostock, 1959.

<nicht zu ermitteln>

17. Mehls, Karl F.G.: Die hygienische Seite der Wasseraufbereitung an Bord.  
In: Hansa. Hamburg, 99 (1962), Nr 6, S. 607 - 610.

18. Mostert, L.: Trinkwasser-Silberung auf Schiffen.  
In: Schiff und Hafen. Uetersen b. Hamburg, 11 (1959), Nr 1, S. 55 - 59.

19. Müller, Gertrud: Hygienische Fragen der Trinkwasserversorgung auf Schiffen (Eine Analyse der Untersuchungsergebnisse der letzten fünf Jahre).  
In: Forum Umwelthygiene. Hannover, 1965, Nr 11, S. 240 - 241.

20. Staack, H.H.: Beitrag zum Problem der Trinkwasserversorgung an Bord von Schiffen - Untersuchungsergebnisse, Erfahrungen und offene Fragen.  
In: Archiv für Hygiene und Bakteriologie. München, 146 (1963), S. 93 bis 97.

21. Goldie, Horace, West, Harold D., Cooper, Earl, Tyson, Betrand O.: Translocation of radioactive silver compounds from site of infection into organs.  
In: Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. New York, 100 (1959), Nr 2, S. 340 - 343.