

51. B. VISINTIN, e G. ERRERA. — **L'anguilla nelle acque ad uso potabile, con riferimento a quelle delle cisterne dell'isola di Pantelleria. Deduzioni di carattere igienico e resistenza vitale al cloro attivo.**

Riassunto. — Viene messa in evidenza l'azione negativa dell'anguilla dal punto di vista igienico, nelle acque ad uso potabile.

Vengono descritte prove di cloro-resistenza dell'animale medesimo, nonchè le fasi vitali che esso attraversa dal momento dell'introduzione in acqua clorata, con dosi di cloro attivo libero mortali nel giro di poche ore, fino alla morte dell'animale.

Résumé. — On met en évidence l'action négative de l'anguille, du point de vue hygiénique, dans les eaux potables.

On décrit les expériences faites à propos de la résistance au chlore de cet animal, ainsi que les phases qu'il doit traverser à commencer du moment de son introduction dans l'eau chlorée (par du chlore actif libre, mortel dans quelques heures) jusqu'à la mort de l'animal.

Summary. — From the point of view of hygiene eels have a negative effect when present in drinking water. The chlorine resistance of these animals has been tested and the vital phases which they pass through from the moment of introduction into water containing free active chlorine, lethal within a few hours, are described.

Zusammenfassung. — Die vom hygienischen Standpunkt aus ungünstigen Auswirkungen der Anwesenheit des Aales im Trinkwasser werden unterstrichen.

Die Verfasser schildern die Versuche die sich auf die Chlorresistenz dieses Tieres beziehen und berichten über die vitalen Phasen die man vom Augenblick seiner Einführung in Wasser mit in wenigen Stunden tödlichem Chlorgehalt bis zu seinem Tod beobachten kann.

L'idea di questo lavoro è venuta dalla constatazione che molti abitanti di varie contrade dell'isola di Pantelleria, seguono una vecchia usanza, di introdurre cioè nelle cisterne adibite alla raccolta delle acque piovane, proveniente dai tetti delle abitazioni, delle anguille (una per cisterna) allo scopo di purificare l'acqua adibita ad uso potabile. Altra constatazione è che, indipendentemente dalla volontà dell'uomo, anguille possono penetrare specie nelle notti di pioggia, in cisterne o depositi di acqua potabile e ciò avviene anche nella nostra penisola specie in luo-

ghi più o meno vicini ai laghi o ai corsi d'acqua. E' noto infatti che l'anguilla nel cosiddetto periodo dell'amore può strisciare fuori dal proprio ambiente abituale per centinaia e centinaia di metri sul terreno, purchè questo sia bagnato e può anche sormontare ostacoli non indifferenti, come si è potuto verificare anche qui in laboratorio dove un'anguilla della lunghezza di 20 cm è stata capace di sormontare un recipiente liscio, alto 50 cm dal pelo dell'acqua, e più di un metro da terra. Nei mercati del pesce, gli animali a presentarsi più costantemente vivi sono proprio le anguille. Nozioni queste che sono in rapporto con una maggiore resistenza costituzionale dell'anguilla nei confronti degli altri pesci.

Le anguille si possono alimentare artificialmente dando loro larve di insetti, insetti adulti, vermi, crostacei, piccoli molluschi, girini di rana, carne, milza, polmone, sangue rappreso ⁽¹⁾. Quando la temperatura dell'acqua è al di sotto di circa 8° C l'anguilla non si alimenta ⁽²⁾.

Tutti i pesci hanno una maggiore o minore sensibilità alle sostanze tossiche. I limiti di tolleranza per alcune specie di pesci di fronte all'azione del cloro attivo libero espressa in grammi ⁽³⁾ è la seguente:

Carpa	0,005	Temolo	0,001-0,005
Coregole	0,005	Tinca	0,005
Salmerino	0,010	Trota	0,001-0,0005
Salmone	0,001		

Il cloro libero ⁽⁴⁾ provoca avvelenamenti accompagnati da sintomi diversi. La sua azione è lenta e torbida; ma se l'alogeno ha agito in profondità il pesce non guarisce anche se lo si ripone in acqua priva di cloro. La dose minima mortale per la trota comune sarebbe di 0,5 mg/litro. L'azione tossica del cloro si manifesta meglio a temperature basse (4-5°C) che non a temperature di 10-15°C. L'ordine di resistenza specifica dei pesci, incominciando dai più sensibili, è la seguente: Luccio, Trota, Scardola, Carpa, Tinca, Anguilla ⁽⁵⁾.

Qual'è il significato igienico dell'anguilla nelle acque ad uso potabile? Esercita essa effettivamente un'azione depuratrice su di esse?

PARTE SPERIMENTALE

Ai fini delle indagini sperimentali, sono state prese in considerazione quattro cisterne, due con anguilla e due senza anguilla, il più possibile simili l'una all'altra in tutti quei fattori che possono influire sulla qualità dell'acqua. E' stata data la preferenza a cisterne costruite con massi di pietra locale e impermeabilizzate con cemento, aventi forma rettangolare e

Analisi delle acque di quattro cisterne dell'isola di Pantelleria

Analisi chimica	Cisterne con anguilla		Cisterne senza anguilla	
	Cisterna N. 1	Cisterna N. 2	Cisterna N. 3	Cisterna N. 4
Temperatura dell'acqua in °C	13	13	13	13
Volume di acqua in m ³ nella cisterna	20	9	14	19
Conducibilità elettrica specifica a 18°C (K18) . . .	0,00015932	0,00018465	0,00015925	0,00013226
Acidità attuale (pH) . . .	7,86	7,98	8,18	8,37
Residuo fisso calcolato da K18° g/litro	0,1194	0,1384	0,1194	0,0992
Durezza totale (in gradi francesi)	5,75	5,80	6,6	5,15
Alcalinità (cm ³ di HCl N/10 per litro) . . .	14,16	10,6	15,8	12,4
Ione ammonio	assente	assente	assente	assente
Ione nitroso	assente	assente	assente	assente
Ione nitrico	tracce evidenti	grande quantità	tracce evidenti	tracce
Sostanze organiche (Kübel-ossigeno consumato espresso in mg/litro) .	0,520	0,600	0,680	0,288
Ione cloro g/l	0,0204	0,0274	0,0143	0,0123
Ione fluoro	assente	assente	assente	assente
Ione idrocarbonico g/l .	0,0864	0,0646	0,0964	0,0756
Ione calcio g/l	0,0225	0,0222	0,0258	0,0200
Ione magnesio g/l	0,0002	0,0005	0,0003	0,0003
Ione ferro	assente	assente	assente	assente

segue TABELLA A.

Esame batteriologico	Cisterne con anguilla		Cisterne senza anguilla	
	Cisterna N. 1	Cisterna N. 2	Cisterna N. 3	Cisterna N. 4
Colonie in agar in cm ³ 1 di acqua	3 chiuse, 18 cromogene, 3 non cromogene (3 specie)	8 cromogene, 2 non cromogene, 1 fantasma (4 specie)	6 cromogene, 8 non cromogene, 1 rugose, 1 fantasma (3 specie)	6 cromogene, 10 chiuse, 1 non cromogena, (3 specie)
Colonie in gelatina in cm ³ 1 di acqua	Numerose di non fluidificanti e di fluidificanti	Numerose di non fluidificanti e di fluidificanti	Numerose di non fluidificanti e di fluidificanti	Numerose di non fluidificanti e di fluidificanti
Clostridium perfringens in cm ³ 20 di acqua	negativo	negativo	negativo	negativo
B. Coli in cm ³ 183 di acqua esaminata	presente in cm ³ 0,5	presente in cm ³ 0,5	presente in cm ³ 0,5	presente in cm ³ 0,5

interrate di circa un metro, con tetti di raccolta costruiti in tufo e calce. Il foro per il prelevamento dell'acqua ha un diametro di circa 25-30 cm ed è chiuso da un coperchio. Tra le numerose cisterne visitate, l'acqua delle quattro prescelte presentava al momento del prelievo dei campioni la temperatura di 13°C. Di esse la N. 1 e N. 2 si trovano a Kamma di Pantelleria e contengono una anguilla ciascuna, le altre due, la N. 3 e la N. 4 si trovano a Tracino di Pantelleria e non hanno mai contenuto anguille. Tutte e quattro non hanno mai subito disinfezioni.

Il giorno 10-3-57 si è eseguito, dalle singole cisterne, il prelievo dell'acqua per l'analisi chimica con la tecnica richiesta in questi casi e facendo uso di due bottiglie di vetro con tappo smerigliato. Il giorno 11 marzo 1957 si è eseguito il prelievo per l'esame batteriologico, disponendo per ogni cisterna, a causa dello spazio limitato della cassetta-frigorifero, di una bottiglia sterilizzata da 250 cm³ atta a tale scopo. La semina è stata fatta in laboratorio a 7 ore dal prelievo. I risultati vengono espressi nella tabella A.

E' stata quindi presa in considerazione l'influenza esercitata dall'anguilla sulla composizione chimica e sulla facies batterica dell'acqua in cui esse vengono fatte albergare, nonchè la resistenza al cloro che le medesime sono in grado di opporre. Le anguille utilizzate per tali indagini verranno contrassegnate con il numero del peso in grammi di ciascuna.

Una prima indagine è stata eseguita su una anguilla del peso di grammi 210 posta in un recipiente con 5 litri di acqua; quest'ultima è stata sottoposta ad analisi chimica prima della introduzione dell'anguilla e dopo un soggiorno di 24 ore. I valori relativi sono riportati nella tabella B.

TABELLA B.

Analisi di acqua prima di introdurre un'anguilla di g 210 e dopo il soggiorno di questa per 24 ore in 5 litri di acqua ad uso potabile.

Analisi chimica	Prima di introdurre l'anguilla	Dopo 24 ore di permanenza dell'anguilla
Ione ammonio	assente	tracce notevoli
Ione nitroso	assente	assente
Ione nitrico	tracce evidenti	tracce
Sostanze organiche (Kübel-ossigeno consumato espresso in mg/l)	0,208	0,832
Ione cloro g/l	0,0053	0,0053
Alcalinità (cm ³ di HCl N/10 per litro)	63,8	63,8

Una prova è stata eseguita in recipiente di cemento-amianto, della capacità di mille litri, corredato di uno scarico di fondo con rubinetto a saracinesca, di un tubo con rubinetto a saracinesca per l'immissione dell'acqua dal basso e di un rubinetto per il prelievo dei campioni; questo recipiente, che è munito di apposito coperchio in cemento-amianto, è stato sterilizzato mediante riempimento con acqua contenente 10 mg/litro di cloro attivo e quindi svuotato della medesima, dopo 24 ore. Con la stessa soluzione sono state sterilizzate una gabbietta metallica e un lavandino. In quest'ultimo sono state introdotte prima dello svuotamento dell'acqua clorata, 33 anguille del peso complessivo di g 3400 e immediatamente si è provveduto ad aprire il rubinetto dell'acqua potabile, allo scopo di sostituire quella clorata a mano a mano che la medesima defluiva dallo scarico. In tal modo le anguille subivano per breve tempo l'azione del cloro e venivano successivamente lavate per un'ora in acqua corrente, quindi prelevate con la gabbietta ed introdotte nel recipiente della capacità di 1000 litri che, nel frattempo, era stato riempito con acqua potabile e dal quale erano stati prima prelevati campioni di acqua per l'analisi chimica e batteriologica. Dopo 5 giorni di permanenza delle anguille in questo ambiente, sono stati prelevati altri campioni di acqua per l'esame chimico e batteriologico. I risultati sono stati descritti nella tabella C.

TABELLA C.

Esame di acqua prima e dopo il soggiorno di n. 33 anguille del peso complessivo di g 3400 introdotte in l 1000 di acqua ad uso potabile.

Analisi chimica	Prima di introdurre le anguille	Dopo 5 giorni di permanenza delle anguille
Ione ammonio	assente	assente
Ione nitroso	assente	assente
Ione nitrico	tracce minime	tracce evidenti
Sostanze organiche (Kübel-ossigeno consumato espresso mg/litro)	0,600	0,912
Ione cloro g/l	0,0073	0,0093
Alcalinità (cm ³ di HCl N/10 per litro)	58,77	60,84
ESAME BATTERIOLOGICO:		
Colonie in Agar in cm ³ 1 di acqua	6 colonie non cromogene (1 specie)	numerosissime (2 specie)
Colonie in gelatina in cm ³ 1 di acqua	1 muffa	numerosissime non fluidificanti e fluidificanti
Clostridium perfringens in cm ³ 20 di acqua	assente	assente
B. Coli in cm ³ 23,3 di acqua .	assente	presente in cm ³ 0,05

TABELLA D.

Analisi di acqua clorata prima di introdurre una anguilla di g 208 e dopo il soggiorno di questa per 24 ore in litri 9,500 di acqua.

Analisi chimica	Prima di introdurre l'anguilla	Dopo 24 ore di permanenza dell'anguilla
Cloro residuo mg/l	1,8	0,35
Ione ammonio	assente	tracce evidenti
Ione nitroso	assente	assente
Ione nitrico	tracce evidenti	tracce evidenti
Sostanze organiche (Kübel-ossigeno consumato espresso in mg/l)	0,368	1,072
Ione cloro g/l	0,0053	0,0124
Alcalinità (cm ³ di HCl N/10 per litro)	36,8	65,80

Viene eseguita l'analisi di acqua clorata, prima di introdurre una anguilla di g 208 e dopo il soggiorno di questa per 24 ore in litri 9,500 della medesima. Vedi tabella D.

Le prove di resistenza al cloro, sono state eseguite in recipienti di metallo smaltato contenente 10 litri di acqua fontis; l'anguilla veniva introdotta in essi, due ore dopo che l'acqua era stata addizionata della soluzione di ipoclorito di sodio al 10% di cloro attivo. I valori in cloro residuo riscontrati prima e dopo dell'introduzione delle anguille nell'acqua clorata sono riportati dalle tabelle E, F, G, H.

TABELLA E.

Prove di cloro resistenza su anguille di g 213 (a) e di g 225 (b).

(Il cloro attivo viene espresso in mg/litro).

Le anguille venivano lasciate nell'acqua clorata per 24 ore.

	All'introduzione dell'anguilla	Dopo 3 ore	Dopo 6 ore	Dopo 9 ore	Dopo 24 ore
a)	inferiore a 0,1	diminuito	—	—	—
b)	0,2	leggermente sotto a 0,1	—	—	—
a)	0,5	leggermente sotto a 0,1	—	—	—
b)	1,2	0,75	0,13	—	inferiore a 0,1
a)	1,8	0,80	—	0,50	0,35
b)	2,7	—	—	—	0,70

TABELLA F.

Prova di cloro resistenza su due anguille.

Numero e peso delle anguille	Cloro attivo in mg, litro	
	Prima di introdurre le anguille	Dopo un'ora di permanenza delle anguille
N. 1 - g 170	342,8	301,7
N. 1 - g 150	797,4	793,9

Dopo un'ora di permanenza in acqua clorata, le anguille sono state immerse in acqua fontis pura.

La prima anguilla è morta durante il trattamento.

La seconda è stata trovata viva anche 24 ore dopo il trattamento.

TABELLA G.

Prove di cloro resistenza su due gruppi di anguille.

Numero e peso dei gruppi di anguille	Cloro attivo espresso in mg litro				
	Prima di introdurre le anguille	Dopo 2 ore	Dopo 3 ore	Dopo 4 ore	Dopo 5 ore
N. 8 - g 750	25	3,6	3	2,5	1,6
N. 8 - g 620	35,2	8,6	5,9	4,5	4,2

Dopo 5 ore e 15 primi di permanenza nell'acqua clorata, le anguille sono state passate in acqua fontis pura e ivi sono state lasciate per 24 ore.

Del primo gruppo, 4 sono morte durante il trattamento, 2 entro le 24 ore successive, 2 sono state trovate vive dopo 24 ore.

Del secondo gruppo, 3 sono morte durante il trattamento, 1 entro le 24 ore successive, 4 sono state trovate vive dopo le 24 ore.

TABELLA H.

Prove di cloro resistenza su 5 anguille.

Numero e peso delle anguille	Prima di introdurre le anguille	Dopo 6 ore di permanenza	Dopo 12 ore	Dopo 24 ore
N. 1 g 220 circa	18,6	—	—	—
N. 1 g 220 »	12,5	—	—	2,8
N. 1 g 220 »	7,8	2	1,3	0,71
N. 1 g 220 »	4,9	1	0,78	0,57
N. 1 g 220 »	3,2	0,49	0,42	0,35

Dopo 24 ore di permanenza nell'acqua clorata, le anguille sono state passate in acqua fontis pura e ivi sono state lasciate per altre 24 ore.

La prima anguilla è morta durante il trattamento e le altre 4 sono state trovate vive 24 ore dopo essere state prelevate dall'acqua clorata.

Le determinazioni di cloro libero, relative alla tabella E, sono state eseguite per via colorimetrica con soluzione di ortotolidina; tutte le altre determinazioni sono state eseguite mediante titolazioni iodometriche.

Confrontando i dati analitici riscontrati nelle acque delle 4 cisterne di Pantelleria prese in considerazione, e precisamente quello delle due cisterne con anguilla e quelle delle due cisterne senza anguilla, poco si

può rilevare in merito al significato igienico di questo animale in quanto fattori ad esso estranei contribuiscono ad alterare di continuo i caratteri di potabilità di tali acque. L'inconveniente più grave è dato dall'antigienico mezzo di prelevamento dell'acqua. Nelle campagne l'unico mezzo in uso è dato dal secchio metallico fissato a catena o corda che dopo l'uso viene abbandonato sul tetto della cisterna, o sul pavimento del perterro o della casa, o al più appeso ad un chiodo e perciò esposto a tutti gli inquinamenti ambientali.

Le prove eseguite con l'anguilla di 210 g (tabella B) e con le anguille del peso di 3400 g (tabella C), mettono in evidenza che le acque relative sottoposte ad indagine chimica e microbiologica subiscono un netto peggioramento in merito ai loro caratteri di potabilità: con l'indagine chimica, si nota un aumento delle sostanze organiche e dei composti azotati; tale aumento è più evidente nella prova della tabella B, perchè in questa il rapporto peso dell'anguilla riferito a quello dell'acqua è di circa 12 volte maggiore che non nella prova illustrata nella tabella C, in quest'ultima tabella risulta evidente anche l'aumento della carica batterica e la comparsa del *B. Coli*.

Da queste prove si può dedurre che l'anguilla non esercita sulle acque in cui viene fatta albergare, una azione depuratrice; si può anzi attribuire ad essa un significato igienico negativo.

Dalle indagini sulla resistenza al cloro abbiamo riscontrato che le anguille poste in un volume di dieci litri di acqua fontis contenente quantità di cloro libero fino a 12,5 mg/litro, rimangono vive dopo 24 ore di permanenza in tale ambiente e sopravvivono anche nelle 24 ore successive, durante le quali vengono fatte albergare in ambiente di acqua fontis pura.

E' pertanto nostra opinione che l'anguilla sia in grado di resistere quando venga a trovarsi in acqua contenente modiche quantità di cloro libero; intendiamo riferirci a quelle dosi che sono atte alla potabilizzazione delle acque di cisterna, dove per di più l'anguilla ha modo di sottrarsi almeno in parte all'eventuale azione lesiva del cloro, in quanto essa vive nel fondo sabbioso della cisterna dove ha il suo habitat preferito e la sua difesa.

Una certa cloro-resistenza da parte delle anguille potrebbe essere utile per esaminare la possibilità di depurare l'acqua di cisterna senza sacrificare l'animale in essa contenuto, operazione consigliabile soprattutto nei periodi di pioggia allo scopo di evitare lo svuotamento per la pulizia delle cisterne e quindi la perdita di una quantità di acqua in un'isola molto povera di questa ad uso potabile.

Se l'anguilla viene posta in acqua contenente cloro libero, in dose

mortale nel giro di poche ore, dal momento in cui è posta in tale ambiente a quando muore, passa attraverso 4 fasi: I, *fase dei movimenti ordinati*, in cui l'animale si muove quasi ordinatamente strisciando lungo la parete del recipiente, nel tentativo di evadere (1). II, *fase di immobilità o di resistenza passiva*, in cui l'animale reagisce all'ambiente nocivo con la

TABELLA I.

UFFICIO CENTRALE DI METEOROLOGIA
Decennio 1921-1930 (6)
ISOLA DI PANTELLERIA

<i>Mesi</i>	<i>Millimetri di acqua</i>	<i>Giorni di pioggia</i>
Gennaio	67	6,0
Febbraio	34	6,7
Marzo	38	5,8
Aprile	17	3,0
Maggio	6	1,1
Giugno	1	0,4
Luglio	2	0,2
Agosto	0	0,0
Settembre	9	1,1
Ottobre	46	4,7
Novembre	43	4,6
Dicembre	76	10,1
Media annua	339	43,7

riduzione delle manifestazioni vitali. III, *fase ipercinetica*, in cui l'anguilla si muove disordinatamente descrivendo una serie di rapidi movimenti rotatori e producendo nella soluzione una schiuma vischiosa simile a quella del bianco d'uovo sbattuto; il corpo non ha più la consueta consistenza, ma si presenta molle dando l'impressione di ustionato. IV, *fase agonica*, nella quale l'animale si accascia sul fondo del recipiente e poco dopo muore. La durata delle 4 fasi è in rapporto con la concentrazione del cloro

(*) Una anguilla del peso di 185 g è stata capace di uscire dal recipiente, spostando di 9 mm una sovrastruttura del peso di Kg 2,203 che chiudeva l'imboccatura del recipiente medesimo e che da un lato distava di 5 mm dal suo orlo.

nell'acqua, la fase ipercinetica è molto più intensa e più breve con le forti concentrazioni di cloro. Se l'animale è investito da una dose mortale di cloro, muore anche se lo si passa in acqua fontis pura.

Se motivi contingenti, relativi alla riserva idrica dell'isola di Pantelleria, ci hanno fatto prendere in considerazione (durante i mesi di pioggia) la opportunità di disinfettare le acque di cisterna tenendo conto della vitalità delle anguille, motivi prettamente igienici, in accordo con i dati pluviometrici dell'isola, impongono la necessità che l'Ufficio d'Igiene locale obblighi per il mese propizio la pulizia con lo svuotamento frazionato di tutte le cisterne dell'isola contenenti anguille. Per svuotamento frazionato di tutte le cisterne con anguilla, intendiamo la completa pulizia di una metà del totale delle cisterne prese in considerazione in una determinata contrada, in modo che nel volgere di due anni vengano eliminate tutte le anguille delle cisterne e gli abitanti che vengono a trovarsi privi di acqua, nel breve periodo di pulizia, possano usufruire di cisterne site in case vicine. Il mese propizio per la pulizia delle cisterne è settembre che ha un dato pluviometrico medio di 9 mm. Si consiglia anzi la seconda decade di settembre in quanto ottobre ha un dato pluviometrico di 46 mm. Si parla di pulizia e svuotamento frazionato delle cisterne perchè ci risulta che il problema del trasporto di acqua con autobotti non è di facile soluzione.

Altri problemi igienici interessanti l'isola di Pantelleria saranno trattati in un altro lavoro che prenderà in considerazione tutto il rifornimento idrico ad uso potabile dell'isola.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di Chimica.

BIBLIOGRAFIA

- (¹) SUPINO F.: « Piscicoltura pratica ». - Anguillicoltura, pag. 179. - U. Hoepli, Milano, 1917.
 - (²) BESANA: « Bollettino della Società Lombarda per la pesca e l'acquicoltura ». - Tip. Marcolli, Milano.
 - (³) BINI G.: « Bollettino di pesca, piscicoltura e idrobiologia ». - 5: 892 (1929).
 - (⁴) HUET M.: « Toxilogie des Poissons » estratto dal Bulletin du Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux - 403 (1950).
 - (⁵) Idem.
 - (⁶) EREDIA F.: « Le precipitazioni atmosferiche in Italia nel decennio 1921-1930 ». - Istituto Poligrafico dello Stato anno 1934, pag. 124.
-