

CLAUDIO ARNÒ * - GIOVANNI B. DELMASTRO **

ANNOTAZIONI SU ALCUNE SOSTANZE CHIMICHE UTILIZZATE NELLA COSTITUZIONE E CONSERVAZIONE DELLE COLLEZIONI BIOLOGICHE

ABSTRACT - Notes on some chemicals used for the constitution and care of biological collections.

Collecting, registering, preserving, and studying materials are primary functions of every kind of museum. All scientific and popular activities in such institutions, both public and private, are carried out with specimens of their own well preserved collections. Consequently, every museum curator dedicates a significant part of his time to the care of these objects, in particular those that are unique and irreplaceable, and with a very high scientific and historical value. The scientific collections stored in the natural history museums are particularly prone to deterioration, and several problems arise regarding optimal conservation of botanical and zoological samples. Consequently, in natural history museums, over hundreds of years, many special preservation techniques have been developed and improved. In our work we consider the origin, properties, use and problems with the following products: acetic alcohol, acetone, alcohol, balsam Canada, beechwood creosote, camphor, entomological gum, ethyl acetate, formalin, hydrogen peroxide, India ink, naphthalene, paradichlorbenzene, petroleum ether, potassium hydroxide, water and xylenes.

KEY WORDS: natural history museums, biological collections, chemical substances.

RIASSUNTO - La prima e fondamentale funzione di ciascun museo è quella di raccogliere, custodire e valorizzare nel migliore dei modi i reperti delle proprie collezioni; tutta l'attività di documentazione, ricerca e divulgazione che si svolge in

* Di.Va.P.R.A., Sezione Entomologia, via Leonardo da Vinci 44, I - 10095 Grugliasco (TO). E-mail: arnclaud@tin.it

** Museo Civico di Storia Naturale, Cascina Vigna, Cas. Post. 89, I - 10022 Carmagnola (TO).

Eventuali richieste di estratti vanno indirizzate al secondo autore.

questa ampia gamma di istituzioni è infatti realizzata grazie alla presenza di raccolte di materiali debitamente conservati. I conservatori o curatori dei musei, oltre ad accrescere le collezioni con nuove acquisizioni ed attivarsi nell'ambito della ricerca e divulgazione, hanno il fondamentale compito di fare in modo che questi campioni, talora unici ed irripetibili, e quindi di enorme valore scientifico, culturale e storico, si mantengano inalterati nel tempo. Nel corso degli anni sono state utilizzate e migliorate varie tecniche e materiali capaci di assicurare una buona conservazione dei reperti che, nel caso specifico di quelli custoditi nei musei di storia naturale, ed in special modo quelli biologici, necessitano di particolari cure ed attenzioni, poiché molto facilmente deteriorabili. In questo lavoro sono presi in considerazione alcuni tra i principali composti chimici indispensabili per la raccolta e conservazione degli esemplari che costituiscono le collezioni biologiche: per ciascuna sostanza vengono fornite brevi notizie sull'origine e caratteristiche del prodotto, sul suo uso nei laboratori e su eventuali controindicazioni. Tra i molti che si potevano trattare, si è ritenuto di considerare in questa sede i seguenti: acetone, acqua, acqua ossigenata, alcol, alcol acetato, balsamo del Canada, benzina rettificata, canfora, colla entomologica, creosoto di faggio, etile acetato, formalina, inchiostro di china, naftalina, paradichlorobenzolo, potassa e xilolo.

PAROLE CHIAVE: musei di storia naturale, collezioni biologiche, composti chimici.

PREMESSA

È ampiamente dimostrato come le collezioni siano fondamentali per un museo: su questi preziosi materiali si svolge, direttamente o indirettamente, tutto il lavoro prodotto, sia dal personale interno e dai collaboratori, sia dai ricercatori esterni. Numerose pubblicazioni sottolineano il pregio delle raccolte biologiche ed il loro insostituibile ruolo nei campi della ricerca di base ed applicata, così come nell'ambito della divulgazione, e più in generale quale risorsa di pubblica utilità: tra i moltissimi non citiamo che Pettitt (1994), Felinks *et al.* (2000) e Delmastro (2001), che illustrano e riassumono i principali e molteplici usi.

In genere, nelle diverse decine di musei naturalistici che si trovano sul territorio italiano (Sabelli, 1984; Tomasi, 1994), dalle più piccole realtà locali alle più grandi Istituzioni che operano anche a livello internazionale, sono custodite non solo raccolte di materiale più squisitamente scientifico su cui lavora lo specialista, ma anche altre fruite direttamente dal pubblico, sia nei classici spazi espositivi, sia nel corso delle esercitazioni con gli studenti.

Anche le collezioni private meritano di essere brevemente menzionate:

infatti, qualora siano munite di certi requisiti tecnici, verranno prima o poi acquisite dalle istituzioni pubbliche, contribuendo ad arricchire in modo sostanziale l'enorme patrimonio storico e scientifico custodito in questi enti.

Ancora ai giorni nostri le collezioni biologiche, condotte con metodo e rigore scientifico nelle varie fasi della loro costituzione, compresa la considerazione ed il rispetto di alcune problematiche di carattere etico e comportamentale, rivestono un valore quanto mai attuale e "perenne" (Torchio & Mojetta, 1989).

Il loro futuro ruolo nella conoscenza e nella gestione delle risorse naturali non solo rimarrà inalterato nel tempo, ma è destinato ad assumere maggiore importanza, soprattutto in considerazione di quanto si verifica nelle regioni tropicali ed equatoriali, dove si concentra la massima diversità biologica, ma dove le nostre attuali conoscenze si dimostrano gravemente lacunose: da tempo vari enti scientifici stanno realizzando numerose spedizioni in quelle aree (fig. 1), e nel futuro prossimo le raccolte di materiale biologico non potranno che essere ulteriormente intensificate.



Fig. 1 - L'esplorazione faunistica della volta della foresta pluviale equatoriale è resa possibile grazie ad una piattaforma snodata che viene adagiata sulle chiome degli alberi, e su cui opereranno i ricercatori; nella foto si vede la piattaforma esagonale trasportata da un dirigibile (Missione internazionale "Radeau des Cimes", Forêt des Abeilles, Gabon, gennaio-marzo 1999; foto G.F. Curletti).

INTRODUZIONE

Tanto la raccolta quanto il mantenimento dei reperti naturalistici rappresentano i compiti primari di ciascun museo (Vomero, 1995); di conseguenza, una delle più importanti attività che effettua quotidianamente il personale tecnico dei musei è la cura e la conservazione delle collezioni (Mathias, 1994; McAllister *et al.*, 1976). Una corretta gestione di queste raccolte, in grado di prolungarne la vita e l'utilità, richiede a sua volta un ampio spettro di conoscenze: i tecnici che possiedono queste caratteristiche sono quindi altamente specializzati ed aggiornati, anche grazie ai continui contatti con i colleghi (Herholdt, 1990). In effetti, campioni biologici di piante ed animali e, forse in misura minore, anche fossili, rocce e minerali, dei quali non ci occuperemo, sono materiali facilmente deteriorabili, che richiedono quindi una continua attenzione da parte dei curatori.

Ogni esemplare, più o meno raro o interessante, ha avuto una sua storia unica ed irripetibile (Pesarini, 1993), ma soprattutto campioni di taxa molto rari e preziosi, soggetti appartenenti a serie tipiche su cui si è basata la descrizione, collezioni storiche, comprese le cosiddette "collections savantes" (Demay, 1994), non possono correre il rischio di andare perdute; Pinner (1994) riporta un caso limite: il rischio che esemplari di specie già estinte possano essere totalmente distrutte anche nelle collezioni museali a causa di "insect pests". Il problema, considerato anche da un punto di vista più generale, è davvero molto serio e di non facile soluzione, anche perché richiede spesso risorse umane, ed in ultima analisi finanziarie, che nella realtà dei musei attuali solo raramente soddisfano le effettive necessità. Così si stima che in tutto il mondo possano forse essere 500 milioni gli esemplari conservati in modo non appropriato o che si stiano velocemente deteriorando (circa un terzo del totale) (Hawks, 1990). Ciò accade quando le collezioni sono in continua crescita, soprattutto in quelle istituzioni impegnate in programmi di ricerca attiva sul campo (Herholdt, 1990; Tortonese, 1982), e quindi nuovi materiali, spesso reperiti in ambienti che stanno definitivamente scomparendo, si aggiungono a quelli più o meno recenti.

D'altro canto i "nemici" delle collezioni scientifiche sono molti, e la lotta contro questi agenti non è solo prerogativa dei musei odierni, ma si è sviluppata sin dalla nascita delle prime raccolte: nel 1748, anno di fondazione del Naturhistorisches Museum di Vienna, considerato il primo museo naturalistico moderno (Pesarini *et al.*, 1991), i curatori di allora erano già alle prese con problemi di questo tipo! Le tecniche ed i materiali vennero perfezionati con il tempo, e già intorno alla metà dell'Ottocento si poteva di-

sporne di piuttosto efficaci: nello scritto di Anfosso (1885), ad esempio, sono già chiaramente indicati i principali nemici delle collezioni, con i relativi rimedi.

Più nel dettaglio, possono risultare deleteri per le raccolte biologiche certi parametri ambientali scorretti come la luce solare diretta, in particolare senza filtro dei raggi ultravioletti, l'eccessiva umidità dei locali in cui sono riposte le collezioni, gli inquinanti atmosferici, le vibrazioni (Mathias, 1994), un gran numero di muffe (Amat di San Filippo *et al.*, 1993; Ballero, 1987; Hawks & Rowe, 1988; Mathias, 1994), insetti ed altri artropodi (Colas, 1988; Pinniger, 1994; Signorini, 1984) che possono danneggiare più o meno gravemente i reperti, fino a polverizzarli completamente, in particolare quelli conservati a secco, compresi i loro supporti, come la carta degli erbari. Tra i vari artropodi riportati da Pinniger (1994) come dannosi alle collezioni si citano in questa sede i Coleotteri dei generi *Anthrenus*, *Anobium*, *Attagenus*, *Dermestes*, *Lasioderma*, *Lyctus*, *Stegobium*, Lepidotteri Tineidi, Tisanuri Lepismatidi, alcuni generi di Blattoidei ed Acari.

Di conseguenza, coloro che gestiscono le collezioni hanno a disposizione molti materiali e tecniche indispensabili per una buona conservazione degli esemplari: entrambi variano sensibilmente in relazione al gruppo di organismi d'interesse ed alle loro modalità di conservazione.

MATERIALI E METODI

Nella presente trattazione, l'attenzione è focalizzata sui principali materiali, più che sugli attrezzi, indispensabili per la raccolta ed il mantenimento dei reperti zoologici. La nostra rassegna non potrà certo essere completa, anche perché le sostanze in uso nei laboratori sono piuttosto numerose: a puro titolo di esempio consideriamo il ricettario dell'ultimo capitolo dello Zangheri (1981), in cui sono riportate poco meno di 50 sostanze; nella più recente ristampa di Lincoln & Sheals (1985), che tratta la raccolta e conservazione dei soli invertebrati non insetti, se ne citano una dozzina con la funzione narcotizzante, circa 17 per la fissazione del materiale e 6 per la conservazione definitiva.

In questo lavoro consideriamo i principali ed essenziali composti chimici di uso quotidiano presso i musei di storia naturale: di ogni sostanza riportiamo l'origine, le caratteristiche, la pericolosità, soprattutto in riferimento alla salute di coloro che le utilizzano, ed infine l'uso nel laboratorio del museo biologico.

La scelta di questi composti si basa anche e soprattutto sull'esperienza

di lavoro di chi scrive; la considerazione di certi materiali, come l'esclusione di altri, è quindi prevalentemente soggettiva ed indubbiamente suscettibile di critica; così, ad esempio, rimarranno fuori dalla nostra trattazione i composti chimici inerenti la tassidermia (fig. 2), e quelli relativi a numerosissime altre attività svolte nei musei naturalistici.

Nella stesura di questo scritto abbiamo in primo luogo pensato a giovani appassionati e studenti, ma anche alle numerose tipologie di professionisti che nella loro attività hanno a che fare più o meno frequentemente con la raccolta e conservazione di campioni biologici. Ci auguriamo pertanto che il presente lavoro fornisca loro le conoscenze di base, e che risulti di stimolo per ulteriori e necessari approfondimenti. Sono qui prese in considerazione le seguenti sostanze, elencate in ordine alfabetico:



- Acetone
- Acqua
- Acqua ossigenata
- "Alcol"
- Alcol acetato
- Balsamo del Canada
- Benzina rettificata
- Canfora
- Colla entomologica
- Creosoto di faggio
- Etile acetato
- Formalina
- Inchiostro di china
- Naftalina
- Paradiclorobenzolo
- Potassa
- Xilolo

Fig. 2 - Attività nel laboratorio tassidermico (Tassipel, Riva di Chieri, 01.03.2001, foto G.B. D.).

DISCUSSIONE

Acetone

L'acetone ($\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$) è il più semplice ed importante dei chetoni. Noto sin dalla fine del XVII sec., è un liquido incolore, molto mobile e infiammabile, con odore non particolarmente spiccato; risulta miscibile in acqua e nella maggior parte dei solventi organici. In natura si trova nel sangue e nelle urine dei Mammiferi, ed il suo tasso aumenta in presenza di certe patologie, prima fra tutte il diabete. Può essere prodotto per fermentazione di carboidrati e per ossidazione di idrocarburi insaturi; oggi giorno viene soprattutto ottenuto a partire dal propene, idrocarburo alifatico insaturo di formula $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_3$, e proveniente dai gas del cracking (nella tecnologia del petrolio questo termine indica il processo di scissione con cui le frazioni medie e pesanti del petrolio sono parzialmente trasformate, per riscaldamento, in frazioni leggere). L'acetone è disponibile con un titolo di purezza elevato, in genere intorno al 99,5%, e contiene come principale impurezza l'acqua. Ha largo impiego come solvente, e compare come intermedio per la sintesi di altre materie organiche. Fra i solventi volatili è il meno pericoloso, ed ha tossicità molto modesta: solo l'inalazione di forti quantitativi e l'esposizione protratta a basse concentrazioni creano problemi all'operatore, determinando l'insorgere di congiuntiviti, bronchiti e faringiti; in linea di massima per un'esposizione di 8 ore giornaliere vengono indicate 1000 ppm quale massima concentrazione tollerabile nell'aria. È buona regola evitare contatti diretti con la pelle e gli occhi; nel caso ciò accada bisogna lavare immediatamente con acqua; infine occorre prestare grande attenzione alla notevole infiammabilità del prodotto! (Nenz, 1972). L'acetone è un buon solvente di alcuni materiali plastici (per esempio del polistirolo) e di alcuni collanti: quindi è buona regola accertarsi che eventuali strumenti plastici in uso siano compatibili con l'acetone.

Nella cura delle collezioni rappresenta uno dei migliori prodotti per la pulizia superficiale di esemplari tassidermizzati, specificatamente Uccelli (fig. 6) e Mammiferi, soprattutto di esemplari meno recenti, che più facilmente hanno subito le ingiurie del tempo. Con un batuffolo imbevuto di acetone puro, ottimo solvente, è possibile asportare la patina di grasso ed altre impurità depositatesi su piume e peli degli animali, che riacquistano una buona lucentezza. Questa operazione sarà preceduta da una garbata soffiatura degli esemplari, magari con l'aiuto di un piccolo compressore, per allontanare la polvere annidatasi in profondità nel mantello di pelo o tra le piume. Talora, invece che con acetone e benzina avio, considerata più

avanti, tale operazione viene eseguita con l'esano: tuttavia questa abitudine è assolutamente da sconsigliarsi, poiché l'esano è uno dei pochi idrocarburi alifatici tossici (agisce sul sistema nervoso centrale), ed è inoltre un prodotto costoso; come alternativa sono utilizzabili l'etere di petrolio ed il cicloesano, da preferirsi all'esano per la minore tossicità ed il costo inferiore. Certi insetti delle collezioni, anche di recente costituzione, possono presentare la superficie del corpo intrisa di grasso e subire attacchi da parte delle muffe: anche in questi casi è indicato l'uso dell'acetone. I soggetti che presentano untuosità, anche se appartenenti a gruppi molto delicati, come i Lepidotteri, possono essere immersi in questo liquido, dove permangono da qualche ora fino a pochi giorni; in certi casi è consigliabile ripetere l'immersione in un nuovo bagno di acetone.

Acqua

L'acqua è l'ossido di idrogeno ed ha formula chimica H_2O ; più precisamente si tratta di una miscela di varie combinazioni degli isotopi 1H , 2H , 3H , ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O in forma di molecole, ioni idrogeno e ioni idrossido. Si tratta del solo composto liquido inorganico che si trovi in natura, ed anche la sola sostanza chimica che compaia allo stato solido, liquido e gassoso. È un costituente indispensabile delle cellule di tutti i tessuti animali e vegetali; in sua assenza la vita non potrebbe esistere, neanche per un periodo limitato (Franks, 1972).

L'impiego di semplice acqua potabile per la preparazione delle soluzioni non è consigliabile in quanto contenente una certa quantità di sali disciolti (la cosiddetta "durezza") che tendono a precipitare, per esempio nelle miscele etanolo-acqua, rendendo torbida la soluzione. L'acqua potabile è sconsigliata anche per il lavaggio di superfici perché evaporando lascia un residuo calcareo più o meno evidente. L'acqua distillata trova impiego limitato a causa del suo alto costo e per questo è sostituita dall'acqua deionizzata (detta anche demineralizzata); le colonne di resine a scambio ionico, dal costo non eccessivo, permettono ad ogni singolo laboratorio di produrre da sé tutta l'acqua deionizzata necessaria.

Nel museo di storia naturale si fa larghissimo uso di acqua: ad esempio funge da diluente in molte soluzioni, diverse riportate in questo lavoro, ed è il composto inorganico indispensabile per il lavaggio, la pulizia e la reidratazione di campioni biologici conservati a secco: quest'ultimo, tra gli altri, è il caso degli insetti, che devono essere talvolta riammorbiditi. A questo scopo servirà il semplice metodo della "camera umida", ampiamen-

te descritto in tutte le opere di entomologia generale; talvolta si usa anche l'aceto, diluito nell'acqua (50/50), per riammorbidire Coleotteri, anche quelli preventivamente fissati in alcol, mentre non tutti gli autori consigliano la bollitura degli esemplari, che può alterare i colori e spesso danneggia strutture molto delicate come le pubescenze. Ci sembra anche utile descrivere brevemente l'ottimo "metodo della siringa", molto efficace per i Coleotteri e che richiede pochissimi minuti (per questa operazione l'ago non serve, si usa solo il cilindro graduato ed il pistone): con il polpastrello si occlude il foro del cilindro, tenuto in basso, e si versa l'acqua e l'esemplare da ammorbidire; quindi si inserisce il pistone, si ribalta la siringa verso l'alto e si fa fuoriuscire completamente l'aria; a questo punto si occlude nuovamente il foro e si crea il vuoto agendo per qualche decina di secondi sul pistone; terminata questa operazione si eliminano le bollicine d'aria già fuoriuscite dall'esemplare e si ripete l'operazione per un paio di volte. Al termine si noterà che l'insetto non galleggia più ma, completamente imbibito d'acqua e quindi con le articolazioni morbide, si adagia sul fondo: a questo



Fig. 3 - Pulizia di uno scheletro montato di Tricheco *Odobenus rosmarus* (Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, dicembre 2000, foto G.B. D.).

punto si può preparare nel modo desiderato o si procede alle estrazioni di parti interne. Esiste una variante, che rende il metodo ancora più flessibile e di più semplice applicazione: gli esemplari secchi ed il liquido reidratante sono messi in una provetta che successivamente viene chiusa con tappo di gomma; la siringa per l'aspirazione dell'aria viene quindi fissata ad un ago da iniezioni passante attraverso il tappo.

Per la difficoltosa pulizia di certi vecchi reperti, come ossa e scheletri montati, sulle cui superfici irregolari si annida facilmente la sporcizia, può essere utilissimo l'uso della "vaporella", sia nei modelli più grandi, industriali, sia nei modelli domestici. Si tratta di macchine che sono in grado di sprigionare un getto di vapore e goccioline d'acqua calda (fig. 3): in genere il pezzo da ripulire viene passato un paio di volte (alla prima si possono aggiungere poche gocce di detersivo per piatti o altri detersivi liquidi). Lo sporco può essere rimosso anche manualmente, con spazzole morbide o spazzolini da denti, e con l'ausilio del sapone di Marsiglia. Infine, quando le ossa sono particolarmente grasse, viene talvolta consigliata acqua calda e bicarbonato di sodio (4 cucchiaini per litro), spruzzati con pistola da vesuviatura. I reperti osteologici, una volta ripuliti e ben asciugati (meglio se velocemente, utilizzando macchine che producono aria calda) vengono talora ricoperti da speciali resine protettive e consolidanti: attualmente nel Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino si fa uso del prodotto Akeogardó CO, della ditta Syremont, vernice aggregante superficiale idrorepellente (F. Ferrero rif. pers.).

Tra gli altri numerosissimi impieghi dell'acqua citiamo: la pulizia superficiale di Uccelli e Mammiferi tassidermizzati (con aggiunta di sapone); il lavaggio di Vertebrati eterotermi per eliminare il fissativo (fig. 8); il risciacquo che viene fatto nell'interno dell'uovo di uccello (fig. 4) dopo il suo svuotamento.

Acqua ossigenata

Il perossido di idrogeno (H_2O_2), noto con il più familiare nome di acqua ossigenata, può essere considerato una molecola con legami semplici tra H e O e tra i due O; si produce sia con procedimenti chimici che elettrolitici, ma, dagli anni '50 ad oggi, i primi hanno sostituito quelli elettrolitici, soprattutto per la maggiore economicità; il processo mediante il quale si ottiene H_2O_2 è basato sull'autossidazione ciclica di antrachinoni ($C_{14}H_8O_2$) (prodotti d'ossidazione dell'antracene [$C_{14}H_{10}$], idrocarburo aromatico presente nel catrame di carbon fossile). L'acqua ossigenata pura

ed a normale temperatura si presenta come un liquido sciropposo ed incolore miscibile con l'acqua. H_2O_2 ha un potere ossidante molto forte nei confronti di un gran numero di composti inorganici ed organici, ed è soprattutto grazie a questa caratteristica che trova numerosi impieghi pratici. In effetti questo composto è elencabile tra i principali prodotti chimici industriali: viene impiegato come agente sbiancante, ad esempio nell'industria tessile, come reattivo nella preparazione di vari composti, nella depurazione di acque ed effluenti gassosi, come comburente e per uso medico (in quest'ultimo caso si tratta generalmente di una soluzione al 3-4%). Vi sono alcuni rischi legati al suo uso, che possono essere completamente e facilmente evitati con l'osservanza di norme elementari. L'acqua ossigenata superiore al 6% è irritante per la cute, le mucose e gli occhi: può determinare bruciate ed ulcere, tanto più gravi quanto più elevata è la sua concentrazione. A contatto con certe sostanze organiche c'è forte pericolo di combustione ed esplosione quando H_2O_2 è al 40%; il rischio aumenta con-



Fig. 4 - Parziale veduta della collezione di uova di Uccelli del Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola (dicembre 2000, foto G.B. D.).

siderevolmente con percentuali oltre il 70% (Bagatta, 1980). I rischi connessi con l'impiego di H_2O_2 al 3% non sono gravi; ben diverso è invece il caso dell'acqua ossigenata al 30%. Ogni minimo inquinamento del recipiente che la contiene (si consiglia di conservarla nel suo contenitore originario, meglio se in frigorifero) deve essere evitato e pertanto mai vi si introdurranno pipette o simili; il modo corretto di agire è quello di versare in un secondo contenitore la quantità approssimativa che si intende usare. La parte eccedente non si recupera ma si scarica previa forte diluizione con acqua. Molte sostanze (fra queste gli alcoli, la formalina, i metalli, le sostanze alcaline) sono incompatibili con l'acqua ossigenata e non devono mai venire a contatto con questa.

La concentrazione di H_2O_2 è spesso data in volumi di ossigeno ovvero in litri di ossigeno liberati da un litro di questa. La H_2O_2 al 30% corrisponde a 100 volumi di ossigeno. Appare ora chiaro che se un inquinante innescasse la decomposizione della H_2O_2 provocherebbe nel recipiente che la contiene un aumento tale di pressione da causare un'esplosione. Per questa ragione si ripete il consiglio di conservare questo pericoloso reagente nel suo recipiente originale nel quale si avrà cura di non introdurre mai alcun oggetto.

Il curatore del museo di storia naturale usa questo composto sostanzialmente per la sbiancatura delle ossa degli animali. Per i dettagli sulle tecniche e l'uso si rimanda alla bibliografia; in linea di massima le ossa, oramai scarnificate manualmente, in genere dopo bollitura, vengono immerse in una soluzione acquosa di perossido d'idrogeno all'1% per la rimozione dei piccoli residui organici rimasti: le bollicine che si sprigionano dalla superficie ossea saranno la conferma che sta avvenendo l'ossidazione, e che queste impurità stanno per essere rimosse. Il trattamento può durare da poche ore a qualche giorno, a seconda dei casi; un minimo di esperienza ed il ricorso a lavori specialistici saranno necessari per valutare correttamente tempi e modalità d'esecuzione.

“Alcol”

È un termine generico con il quale si indicano gli alcoli, composti organici caratterizzati dal gruppo funzionale ossidrilico $-OH$, di formula generale $R-OH$, dove R è un radicale alchilico; verranno qui considerati gli alcoli monovalenti, in cui è presente un solo ossidrilico. Perfettamente solubili in acqua, sono facilmente suscettibili di ossidazione e danno luogo a diverse reazioni, come la perdita di molecole d'acqua.

L'**alcol etilico** o etanolo ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) si presenta come un liquido incolore di sapore bruciante e di odore gradevole. Noto sin dall'antichità, può essere preparato con tutti i metodi generali adatti alla produzione di alcoli primari e, più specificatamente, tramite: idratazione di etene, riduzione di composti a grado di ossidazione maggiore, idrolisi e fermentazione di saccaridi; i metodi industrialmente più utilizzati sono il primo e gli ultimi due. L'etene utilizzato nel primo processo di sintesi appena citato è prodotto generalmente per cracking di frazioni petrolifere; l'etanolo così ottenuto non viene però usato per la produzione di bevande: per questa si ricorre al sistema più antico della fermentazione di varie materie prime, generalmente di origine vegetale, che contengono saccarosio (barbabietole, canna da zucchero, melasse), glucosio (frutti vari), amido (avena, frumento, mais, riso, castagne, ecc.) e lattosio; oggi l'industria utilizza la melasse (scarto degli zuccherifici), la canna da zucchero e le bietole. L'alcol etilico trova largo impiego nell'industria dei liquori, farmaceutica, cosmetica e chimica (come materia prima e solvente) (AA.VV., 1995; Orlandi Galanti, 1976). Per la salute umana non esistono particolari controindicazioni relative al suo uso, soprattutto quando viene utilizzato alla solita diluizione richiesta nei laboratori naturalistici (per esposizioni prolungate a forti concentrazioni possono verificarsi temporanee e lievi irritazioni alla mucosa del naso e lacrimazioni). È opportuno ricordare che per l'immagazzinamento del prodotto, soprattutto se concentrato, sono richiesti permessi speciali ed il rispetto delle norme anti-incendio.

L'etanolo è uno dei liquidi preservativi universalmente più utilizzati per la definitiva conservazione di materiali biologici (figg. 5 e 9); è usato in soluzione acquosa, per lo più al 70%, ma questa percentuale può variare sia in relazione alla fase di preservazione che al gruppo zoologico d'interesse.

È opportuno ricordare che per una buona conservazione del materiale è richiesta una quantità di liquido almeno uguale a quella del soggetto, ma è bene che sia decisamente superiore; se il reperto è di medie o grandi dimensioni (ad esempio nei pesci a partire dai 20 cm in su, o nei Rettili) è opportuno praticare una incisione per permettere al liquido di raggiungere alcune parti interne tra cui i visceri, dove pericolose fermentazioni possono pregiudicare una buona preservazione. Il volume di liquido rispetto a quello del reperto deve essere sufficientemente grande, come si è visto, anche perché l'alcol estrae acqua dai tessuti e tende quindi a diluirsi, abbassando la sua concentrazione sino a livelli di pericolo per l'integrità del materiale: questo processo è accentuato nei primi periodi della conservazione, rendendo assolutamente necessaria la sostituzione del liquido dopo qualche mese o, per lo meno, un accurato controllo della gradazione del preservati-

vo con un etilometro. Anche per questi motivi molti autori reputano necessario almeno un passaggio intermedio in alcol 50-60% tra la fissazione del materiale ed il bagno definitivo. In conclusione le fasi consigliate, volendo ad esempio conservare un piccolo pesce di 15 cm di lunghezza, sono le seguenti:

- 1) formalina al 3-5% per 12-24 ore (fissaggio);
- 2) lavaggio accurato in acqua corrente (fig. 8);
- 3) alcol 50-60% per circa 1 o 2 mesi;
- 4) trasferimento definitivo il alcol 70%.

L'alcol etilico si trova facilmente sul mercato, ma ha lo svantaggio di avere un prezzo elevato (al dettaglio si acquista attualmente ad un prezzo medio intorno a L. 23.000/litro), poiché gravato dalla tassa statale sugli spi-



Fig. 5 - Il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino custodisce una ricca collezione erpetologica; gli esemplari sono conservati in etanolo (dicembre 2000, foto G.B. D.).

riti: questa, peraltro, non è esclusiva dell'Italia, dal momento che una situazione analoga si verifica negli altri stati europei e nord-americani. Tuttavia è possibile anche in Italia ottenere speciali permessi dalle autorità preposte per l'acquisto dell'etanolo non caricato di questa costosa tassa: ad esempio il Museo di Genova ha ottenuto "l'abbuonamento della accisa" per scopi scientifici (R. Poggi rif. pers.), che va richiesto agli Uffici provinciali UTIF, che dipendono dal Ministero delle Finanze.

L'alcol etilico è inoltre infiammabile (ma se diluito a 70% il rischio è decisamente abbassato), per cui i locali in cui sono depositate le collezioni devono essere a norma di legge (si sa che oggi le regolamentazioni in materia sono complesse ed intransigenti, e questo determina sicuramente responsabilità e problemi a coloro che gestiscono le collezioni in liquido). Taluni lo preferiscono all'alcol isopropilico, di cui si parlerà qui di seguito, per l'odore più gradevole, per gli effetti ridotti che determina a contatto della pelle umana e, infine, perché l'azione scolorente sul materiale avviene più lentamente.

In qualsiasi negozio e supermercato si compra a basso prezzo l'**alcol etilico denaturato**: qui all'etanolo 90% viene generalmente aggiunto il 2-5% di alcol metilico CH_3OH ed una piccola frazione (intorno allo 0,5%) di DGS, che contiene un pigmento che dà la caratteristica colorazione rosa carico; con queste aggiunte il liquido è volutamente reso inservibile per la fabbricazione dei liquori. Potrebbe essere utilizzato dal naturalista dopo essere stato decolorato con carbone animale e diluito al 70% con acqua distillata, ma questa procedura è illegale. Qualcuno ha ottenuto un'ottima decolorazione esponendo semplicemente l'alcol denaturato per qualche giorno ai raggi del sole.

In alcuni istituti scientifici si usa anche l'**alcol isopropilico** o isopropanolo $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ in soluzione acquosa al 40-50%. Secondo taluni, rispetto all'etilico, avrebbe il vantaggio che costa meno, è meno volatile (rischio di incendio ed evaporazione ridotta, gli esemplari che vengono esposti all'aria per lo studio seccano meno rapidamente), permette una maggiore flessibilità e facilita la manipolazione del materiale. Controindicazioni al suo uso sono rappresentate da: più difficile reperibilità sul mercato; più frequente formazione di precipitati, che si verificherebbe con la presenza di acque dure; impossibile utilizzo per certi studi istologici del materiale in esso conservato e, da ultimo, pericoli per la salute che possono correre coloro che respirano per tempi prolungati i suoi vapori (Fink *et al.*, s. d.). La tossicità di questo prodotto, anche se inferiore a quella della formalina, va quindi considerata con la massima attenzione.

Alcol acetato

In genere si prepara con 8% di acido acetico glaciale e 92% di alcol etilico al 70% (tuttavia alcuni entomologi reputano decisamente migliore una soluzione composta dal 10% di acido acetico e dal 90% di alcol a gradazione inferiore [50-60%]).

L'alcol etilico è stato trattato nel capitolo precedente, mentre l'acido acetico (CH_3COOH) è un composto organico del gruppo degli acidi carbossilici alifatici, che si presenta come liquido incolore di odore pungente, e risulta solubile in acqua e molte sostanze organiche. L'acido acetico è chiamato aceto quando si trova in soluzioni acquose diluite intorno al 5% (per maggior precisione, e secondo la legge, può dirsi aceto solo il prodotto ottenuto per fermentazione acetica del vino, con un minimo del 6% di acido acetico); lo si chiama acido acetico glaciale quando, al contrario, è concentrato, con purezza superiore al 99,5%. In natura si trova libero e sotto forma di esteri e sali, ed è ubiquitario, sia nei vegetali che nel regno animale. La sua produzione da alcol etilico per via biologica è molto antica; oggigiorno in massima parte si ottiene acido acetico con processi sintetici che sfruttano prodotti intermedi di origine petrolifera o direttamente frazioni petrolifere: così si ricava ad esempio con l'ossidazione dell'aldeide acetica e di idrocarburi (butano, nafta). Si tratta di un importante prodotto di base dell'industria chimica, ma trova anche impiego nell'industria tessile, conserviera e farmaceutica (per le sue proprietà antimicrobiche). L'acido acetico concentrato è un prodotto pericoloso, in grado di procurare forti bruciature sulla pelle; gravissime sono le conseguenze qualora venga accidentalmente a contatto con gli occhi, così come sono molto dannosi anche i suoi vapori. Soluzioni diluite, come quelle generalmente in uso dal naturalista, possono causare complicazioni molto più modeste, come piccole abrasioni alle dita e dermatiti, per cui è buona regola evitare prolungati maneggiamenti, o munirsi di guanti. Vengono indicati 10 ppm per volume d'aria quale concentrazione massima sopportabile da un operatore esposto ai suoi vapori per otto ore giornaliere (AA.VV, 1995; Pieroni, 1972).

Nei musei naturalistici l'acido acetico trova impiego in microscopia e come anti-muffa, mentre l'alcol acetato viene sostanzialmente usato per la momentanea conservazione dei soli insetti (mai introdurvi altri organismi, soprattutto se muniti di esoscheletro calcareo, che è facilmente corrosivo dall'acido acetico). In particolare vi si immergono Coleotteri, Imenotteri e Ditteri: l'alcol svolge la funzione di conservante, ma senza la presenza dell'acido acetico produrrebbe un eccessivo indurimento delle articolazioni, per cui gli esemplari sarebbero molto più difficilmente preparabili a

secco. È particolarmente indicato per la temporanea conservazione di specie piccole o minute (tra i moltissimi non citiamo che Imenotteri Cerafroidi e Diapridi, Coleotteri Clambidi, Latrididi, Pselafidi, Ptilidi, Scidmenidi, ecc.) che per le ridotte dimensioni si perderebbero nei classici tubi con trucioli o segatura, e sarebbero anche danneggiati dall'etile acetato.

Balsamo del Canada

Sono detti balsami quei prodotti naturali che gemono dal tronco di varie specie di piante, sia spontaneamente che a seguito di incisioni. La composizione chimica è molto complessa giacché contengono resine, gomme, oli essenziali e sostanze aromatiche; la presenza di queste ultime li distinguerebbe dalle oleoresine, liquide e contenenti soprattutto oli volatili, ma senza acidi aromatici. I balsami hanno aroma gradevole ed induriscono all'aria.

Il balsamo del Canada è più propriamente una oleoresina, e si estrae per incisione dall'*Abies balsamea*. Liquido giallastro, viscoso e trasparente, leggermente fluorescente, con odore aromatico di resina di pino, con il tempo lentamente indurisce a contatto con l'aria, conservando un indice di rifrazione simile a quello del vetro (Castellani & Mazzaglia, 1971). È solubile in benzene, xilene ed altri solventi organici, solo parzialmente in etanolo. Il balsamo disciolto in xilene ha le stesse frasi di rischio del solvente.

Da molto tempo viene usato in ottica, ad esempio come cementante per le lenti e, come sostanza includente, nella realizzazione di preparati microscopici; tuttavia il suo uso in microscopia va declinando, e gli vengono sempre più spesso preferite resine sintetiche quali, ad esempio, l'Eukitt (marchio registrato della ditta Vitromed di Basilea che indica una miscela di resine acriliche disciolte in xilene). L'Euparal è un altro prodotto simile, usato in sostituzione del balsamo del Canada: si tratta di un formulato messo a punto del prof. G. Gilson di Louvain (Belgio) e costituito da una resina naturale che viene disciolta in uno speciale solvente noto come "essenza di Euparal"; si differenzia dal balsamo per non richiedere l'uso di xilene come solvente e agente schiarente.

Benzina rettificata

La benzina rettificata o benzina avio è una miscela di intermedi della lavorazione del petrolio e di altri additivi aggiunti per migliorarne la resa. In

prevalenza la benzina, intesa in senso lato, è costituita da idrocarburi caratterizzati da cinque ad otto atomi di carbonio; industrialmente si ottiene dal petrolio grezzo con vari e complessi processi, anche se sarebbe possibile ricavarla da oli di scisto, sabbie bituminose, carbone, e per sintesi da miscele $\text{CO} + \text{H}_2$; tuttavia la quantità così prodotta è minima ed economicamente assai svantaggiosa. Le benzine avio, oggi molto diminuite di importanza per lo sviluppo dei motori aerei a turbina, alimentati a cherosene, venivano ampiamente usate quali propellenti degli aerei civili e militari; sono generalmente composte di alchilati, misti a frazioni opportunamente selezionate o trasformate di benzina di prima distillazione. Inoltre in questa miscela si includono, fra gli altri, il toluene e l'isopentano, idrocarburi relativamente puri (AA.VV., 1970).

Nel museo di storia naturale viene ampiamente impiegata come solvente, al pari dell'acetone, per la ripulitura superficiale di campioni, soprattutto Insetti, Mammiferi ed Uccelli (fig. 6). Tuttavia, a proposito dei Vertebrati superiori, ed in base ad una nostra piccola indagine presso alcuni



Fig. 6 - Una fase della ripulitura di Uccelli tassidermizzati (Collezione ornitologica del Parco del Po alessandrino, 19.06.1991, foto G.B. D.)

operatori, si sono rilevate delle preferenze nei confronti dell'una o dell'altra. Taluni preferiscono l'acetone alla benzina avio, poiché, secondo la loro opinione strettamente personale, quest'ultima avrebbe un potere sgrassante inferiore e produrrebbe una leggera patina chiara sugli oggetti trattati (F. Ferrero rif. pers.); altri propendono per la benzina avio, usata in combinazione con la fecola di patate: con un batuffolo imbevuto si passa sull'animale, che viene immediatamente cosparso di farina, che ha anche la funzione di assorbire lo sporco; questa operazione, generalmente ripetuta una seconda volta, darebbe ottimi risultati (F. Silvano rif. pers.). Mentre la benzina avio ha bassa tossicità, come precedentemente riportato, l'esano è neurotossico, e non va utilizzato in sua sostituzione.

Infine, la benzina avio sarebbe un buon surrogato dell'etile acetato: in mancanza di questo può essere usata per l'uccisione e la temporanea conservazione degli insetti (G. Curletti rif. pers.).

Canfora

Con il canfene ($C_{10}H_{16}$) e gli alcoli borneolo e isoborneolo, la canfora è inclusa nel gruppo del canfano: si tratta di monoterpenoidi biciclici a 10 atomi di carbonio con lo scheletro del biciclo [2.2.1] eptano. La canfora ($C_{10}H_{16}O$) si trova in varie piante delle famiglie delle Composite, Labiate e Lauracee, tuttavia viene essenzialmente prodotta (canfora "destrogira") distillando, in corrente di vapore, tronco e rami ridotti in pezzi di piante adulte dell'albero della canfora. Questa specie (*Cinnamomum camphora*, famiglia Lauracee) si trova in Cina, Giappone, Indocina e Formosa (in quest'ultima esistono le maggiori piantagioni); la produzione pressoché totale riguarda la stessa Formosa ed il Giappone. Essa, chiamata anche Canfora del Giappone o Laurocanfora, sublima facilmente in cristalli rilucenti ed ha odore penetrante; è pochissimo solubile in acqua. Utilizzata nella medicina orientale sin dall'antichità (300 a.C.), entra nella preparazione di diversi medicinali, ma in ambito museale è nota per la sua funzione antiparassitaria. Dalla letteratura sono riportati avvelenamenti anche letali, ma solamente per ingestione e da parte dei bambini: il rischio con persone adulte è minimo, a meno di ingestione volontaria (Corsano, 1972). Da molti è ritenuta preferibile al paradichlorobenzolo, di cui svolge identica funzione. La canfora sintetica è racemica (miscela 1:1 delle forme destrogira e levogira), e di costo inferiore al composto naturale; non è chiaro se la canfora naturale e quella sintetica abbiano la stessa efficacia tarmicida.

Colla entomologica

Esistono vari tipi di colla entomologica; quella generalmente più usata si prepara con questi ingredienti: 25 g di gomma arabica, 30 g di zucchero bianco cristallizzato, 2 gocce di fenolo, acqua; in quest'ultima si sciolgono le sostanze precedenti, e la sua quantità varia a seconda della consistenza che si vuole dare al prodotto finale (più o meno fluida) (Colas, 1988).

La gomma arabica, come altri essudati vegetali, si ottiene incidendo l'albero dell'acacia; le incisioni sono praticate in serie e con particolare cura per evitare possibili effetti nocivi alla pianta; il raccolto si effettua manualmente durante la stagione secca. Questa gomma è prodotta da alcune acacie africane, tra cui le specie *Acacia arabica* ed *Acacia senegal* (il Sudan è il principale produttore). Nel loro complesso le gomme vegetali hanno struttura molto complicata, e spesso non ancora ben definita: sono costituite principalmente da sali neutri di acidi organici complessi formati dall'unione di vari zuccheri con acidi uronici: nella gomma arabica gli zuccheri presenti sono L-arabinosio, D-galattosio, L-ramnosio, acido D-glucuronico. Tra le varie proprietà delle gomme vegetali ricordiamo in questa sede solo la capacità adesiva e quella di impartire viscosità alle soluzioni acquose; sono usate, tra l'altro, nell'industria alimentare, cartaria, farmaceutica e nella preparazione di cosmetici e pitture (AA.VV., 1970).

Lo zucchero, più specificatamente il saccarosio, è un disaccaride formato da condensazione di una molecola di fruttosio (sotto forma D-fruttofuranosidica) con una di glucosio (in forma D-glucopiranosidica). Si estrae da varie piante, tra cui palme di diversi generi (*Arenga saccharifera*, *Borassus flabellifer*, *Phoenix dactylifera*, *Phoenix silvestris*), una Graminacea dell'Africa tropicale (*Sorghum saccharatum*), per incisione del tronco dall'acero nord americano *Acer saccharinum* (ed in minor misura da altri aceri, anche europei). Tuttavia piante produttrici di zucchero per eccellenza sono la canna da zucchero (*Saccharum officinarum*, fam. Graminacee) e la bietola (*Beta vulgaris*, fam. Chenopodiacee): la prima ne contiene sino al 20%, la seconda intorno al 15% nella radice fittonante. Dalla bietola vi sono svariati processi di estrazione, sempre basati sulla diffusione dello zucchero nell'acqua per effetto osmotico (AA. VV., 1970). Lo zucchero è un prodotto bianco, cristallino e molto solubile in acqua; nella colla entomologica ha la funzione "anticristallizzante" e previene la formazione delle spiacevoli crepe che si osservano quando la colla secca.

Il fenolo (C_6H_5OH) ed il creosoto sono composti caratterizzati dalla presenza di uno o più gruppi ossidrilici (-OH) inseriti in un sistema aromatico. Il fenolo, chiamato anche acido fenico o acido carbolico, è il più sem-

plice termine del gruppo, derivabile dal benzene per sostituzione di un atomo di idrogeno con un gruppo ossidrilico. È prodotto con vari processi, ma qui si ricorda solamente quello di solfonazione, dal benzene, seguito da fusione alcalina (AA.VV., 1970). Impiegato nella produzione di resine e di molti composti organici, anche in campo farmaceutico, compare in piccola percentuale tra gli ingredienti della colla entomologica, con la funzione anti-muffa; tuttavia, nella preparazione di quest'ultima, certi naturalisti preferiscono usare l'acido acetico o il creosoto in luogo del fenolo.

Creosoto di faggio

Sono detti creosoti le miscele di derivati fenolici provenienti da catrami ottenuti per distillazione dei legni di alcune piante; nella sistematica chimica sono imparentati con il fenolo, con cui condividono alcune caratteristiche e proprietà. La loro composizione è piuttosto complessa e variabile, sia in funzione del tipo di legno (*Fagus*, *Quercus*), sia rispetto ai procedimenti di pirolisi che vengono usati. Tra i principali costituenti sono da ricordare i monofenoli (dal 40 al 55%) ed il guaiacolo (dal 14 al 25%). Il creosoto ed i suoi omologhi costituiscono fino al 40% dei fenoli totali; quest'ultimo è un etere fenolico liposolubile, volatile, usato come disinfettante. Il creosoto può anche essere ricavato dal catrame di carbon fossile, per distillazione a 440-450 °C: è una miscela di oltre centosessanta composti chimici, soprattutto idrocarburi, e contiene non più dell'8% di fenolo. I creosoti si presentano come liquidi oleosi e densi, di odore penetrante e non sono solubili in acqua. Hanno la fondamentale funzione antisettica e antipiretica, oltre che modeste proprietà analgesiche, e per questo venivano un tempo usati in medicina. Oggigiorno trovano largo impiego nella produzione di speciali impregnanti per il legno (ottimi contro muffe, tarli e termiti), disinfettanti ed insetticidi (AA.VV., 1970; Runti, 1975).

Nella cura delle collezioni biologiche viene impiegato il creosoto di faggio contro la formazione delle muffe; è tuttavia opportuno farne uso moderato, anche per l'odore pungente e persistente che caratterizza questo prodotto. Un impiego analogo riguarda anche il fenolo, talora miscelato con creosoto ed essenza di mirbano in parti uguali.

Etile acetato

Estere etilico dell'acido acetico, è un liquido incolore di odore gradevole, con formula $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$; si può preparare sia per esterificazione

dell'acido acetico con etanolo, sia partendo da acetaldeide ed etilato di alluminio (industrialmente si produce per lo più con l'aldeide acetica). Nell'industria chimica si usa come solvente (resine viniliche, gomme sintetiche, inchiostri, adesivi, ecc.), aromatizzante ed in alcune sintesi chimiche. Evapora molto rapidamente e con l'aria forma miscele esplosive nell'intervallo fra 2,18 e 11,5% in volume; è uno dei solventi industriali meno tossici (i suoi vapori sembra che provochino solamente temporanee irritazioni agli occhi e all'apparato respiratorio superiore): la concentrazione massima per le solite otto ore al giorno è di 400 ppm (Pieroni, 1972). Talvolta è anche denominato acetato di etile o, erroneamente, etere acetico. È opportuno ricordare le stesse avvertenze date a proposito dell'acetone: certe materie plastiche sono sciolte dall'acetato di etile, per cui è consigliabile la sua conservazione in recipienti di vetro (alcuni tipi di plastica, sebbene non vengano sciolti, sono ad esso permeabili, ovvero ne permettono una lenta evaporazione e dispersione nell'ambiente).



Fig. 7 - Entomologo al lavoro (Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola, 12.02.2001, foto G.B. D.).

Lo zoologo, in particolare l'entomologo (fig. 7), usa questa sostanza prevalentemente nella ricerca sul campo; sarà sufficiente versare qualche goccia di questo liquido nel tubo di plastica contenente trucioli di legno (non di albero resinoso) o, meglio, sughero triturato: l'acetato di etile narcotizza in fretta e poi uccide gli insetti introdotti nel tubo; questi si possono conservare nello stesso contenitore in cui sono stati soppressi per un tempo prolungato, avendo però cura di rimpiazzare di tanto in tanto l'acetato che evapora. L'etile acetato è adatto per tutti gli ordini di insetti, di piccole, medie e grandi dimensioni, Lepidotteri inclusi (per le farfalle si deve però avere l'avvertenza di non lasciarle a contatto con l'acetato, usando ad esempio un barattolo con tampone). Per l'uccisione e temporanea conservazione delle specie minute, come riportato in un capitolo precedente, è preferibile l'alcol acetato.

Formalina

È un liquido ottenuto sciogliendo formaldeide (HCHO) gassosa in acqua; per ottenere una soluzione di formalina al 10% (la percentuale consigliata da vari autori può variare dal 3% al 10%, anche in funzione del materiale da trattare), si addizionino 3 parti di acqua ed 1 di soluzione di formaldeide al 40% (quest'ultima è quella che più frequentemente viene commercializzata per i laboratori, mentre, negli ultimi tempi, al dettaglio si trova diluita al 24,5%). La formaldeide (o aldeide formica) appartiene al gruppo delle aldeidi, di cui rappresenta il primo e più semplice composto della serie delle aldeidi alifatiche. Le aldeidi sono composti organici caratterizzati dal gruppo funzionale aldeidico $-CHO$, con formula generale $R-CHO$ o $Ar-CHO$, dove R è un gruppo alchilico e Ar è uno arilico. La formaldeide è prodotta in prevalenza dal metano, fondamentale componente del gas naturale (quest'ultimo è una miscela di idrocarburi gassosi la cui origine è legata a processi di fermentazione o decomposizione di sostanze organiche vegetali).

La formaldeide, composto organico dalla reattività assai elevata, è un gas incolore e infiammabile che presenta un caratteristico odore pungente, anche a concentrazioni molto basse; principalmente è impiegata nella produzione di resine ed altri prodotti, come fertilizzanti a lenta cessione di azoto, ma compare anche nelle industrie dei coloranti, conservanti, insetticidi, carta, fotografia, farmaceutica, ecc. Le soluzioni di formalina vanno usate con molta cautela, poiché sono facilmente causa di forti irritazioni agli occhi, naso, gola e cute; ogni qualvolta è utilizzata dal naturalista è

buona regola adottare delle precauzioni: possibilmente va tenuta a debita distanza dal viso, maneggiandola con guanti, ed in luoghi arieggiati; per un eventuale uso continuato è preferibile servirsi di particolari maschere. Per un'esposizione non superiore alle 8 ore giornaliere l'American Standards Association stabiliva in 10 ppm la concentrazione massima tollerabile. Per ingestione possono essere letali poche decine di grammi di soluzione al 37% (AA. VV., 1995; Ruspino & Santelli, 1976). L'esposizione a formaldeide provoca cancro nasale ed esofageo negli animali da esperimento, e questo prodotto è quindi classificato come cancerogeno potenziale (ToxFAQ, vedasi <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>, sito della Agency for Toxic Substances and Disease Registry di Atlanta, U.S.A). In pratica molti ne sconsigliano l'uso, anche per tempi ridotti, ed in alcuni paesi è virtualmente proibita.

La formalina rappresenta un ottimo fissatore citoplasmatico (mediamente il materiale vi rimane 48 ore). È opportuno precisare che la fissazione del materiale sarebbe cosa diversa dalla conservazione, benché i due procedimenti vengano talora confusi e possano talvolta coincidere; in linea di massima la fissazione è precedente la conservazione: essa prepara quest'ultima, stabilizzando, tra gli altri effetti, le proteine che costituiscono i tessuti. La conservazione si protrae indefinitamente nel tempo ed è ottenuta con un liquido preservativo capace di arrestare il processo di autolisi delle cellule ed è in grado di distruggere batteri e muffe (Lincoln & Sheals, 1985). Secondo quanto riportato da Fink *et al.*, (s.d.), il preservativo mantiene lo stato di fissazione dei tessuti; in molti casi, quanto meno in campo ittiologico, questo si ottiene con agenti chimici meno tossici del fissativo iniziale.

È importante ricordare che non va mai usata, neppure per la sola fissazione, per animali con parti calcaree: in loro presenza l'acido formico ed altri acidi vi reagiscono, determinando una pericolosa corrosione che può danneggiare gravemente il reperto sino a renderlo del tutto inutilizzabile (a questo si potrebbe ovviare neutralizzando la soluzione con diverse sostanze quali l'idrossido di sodio (NaOH) al 4%, il carbonato di sodio (Na₂CO₃), il carbonato di calcio (CaCO₃), o ancora l'examina (200 g per litro di formalina al 40%) (Fink *et al.*, s. d.). Inoltre i tessuti di animali che siano stati conservati nella formalina, anche solo nel breve periodo del fissaggio, non possono essere usati per certe ricerche carilogiche.

La formalina viene talora usata quale liquido preservativo, ma questa applicazione è assolutamente sconsigliabile poiché tende ad irridire eccessivamente i tessuti ed accelera notevolmente lo scolorimento degli esemplari; inoltre, quando i reperti devono essere manipolati e studiati, da-

to l'elevato effetto irritante del liquido, sono assolutamente necessari vigorosi e preventivi risciacqui in acqua (fig. 8); in conclusione, per la definitiva conservazione in liquido, è di gran lunga preferibile l'alcol.

Per evitare che le soluzioni di formaldeide diventino torbide a causa della produzione di paraformaldeide per polimerizzazione (in questo caso si nota un precipitato biancastro) è consigliato l'uso di contenitori scuri e l'immagazzinamento in luoghi freschi. Waller & McAllister (1987) propongono un test veloce ed efficace per distinguere la formalina dalle soluzioni alcoliche, evitando il "vecchio metodo dell'annusata", che presenta vari svantaggi.



Fig. 8 - Alcuni Osteitti sottoposti ad un accurato lavaggio in acqua corrente: questa operazione avviene tra la breve permanenza nel liquido fissativo ed il primo bagno conservante. La foto, in cui si vede chiaramente l'operatore agire a mani nude, dimostra come troppo spesso le più elementari misure preventive (in questo caso l'uso di guanti protettivi) stentino ad entrare nelle abitudini di coloro che svolgono attività lavorativa con sostanze potenzialmente pericolose. (Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola, 12.02.2001, foto G.B. D.).

Inchiostro di china

È sostanzialmente prodotto con una sospensione acquosa di nerofumo, cui si addiziona un addensante in soluzione opportunamente diluita (ad esempio di gomma arabica, o destrine, o metilcellulosa), ed alcol etilico o metilico per accelerare l'essiccamento ed impedire la gelatinizzazione dell'addensante. Il nerofumo è costituito da carbonio elementare (C) (a seconda del processo di produzione varia dall'88 al 99%) e da tracce di H, O, S e ceneri; conosciuto sin dall'antichità, si ottiene industrialmente per decomposizione termica controllata di idrocarburi (Poggi, 1977; Portolani & Ruffini, 1978).

L'inchiostro di china dà una scrittura nitida ed indelebile, in grado di resistere a lungo nel tempo: una situazione davvero ideale per la scrittura manuale dei dati che devono accompagnare ciascun campione museale. Tuttavia, oggi, si utilizza sempre più spesso la stampa dei cartellini: in questo caso si consiglia di informarsi preventivamente sulle caratteristiche degli inchiostri in uso per le stampanti, a maggior ragione se i cartellini devono poi essere immersi in un liquido conservante.

L'inchiostro di china ha inoltre la pregevolissima qualità di persistere anche se immerso nei conservanti, primo fra tutti l'alcol, cosicché è adattissimo per la cartellinatura delle collezioni in liquido (figg. 5 e 9) (simili caratteristiche le presenta anche la grafite delle matite, mentre altri inchiostri vanno assolutamente evitati); i due lavori di Williams & Hawks (1986 e 1988) forniscono una approfondita analisi degli inchiostri in uso per la documentazione delle collezioni di fauna vertebrata. Chi scrive si è servito di prodotti della Pelikan s.p.a. e della Rotring GmbH, in entrambi i casi con buoni risultati; per la scrittura usiamo prevalentemente penne del tipo "Rapidograph", con pennino del n° 0,1 e 0,3 (il primo risulta indispensabile per i cartellini più piccoli, mentre adoperiamo lo 0,3 per quelli dai 5 cm² in su).

Riteniamo doveroso spendere qualche parola anche sui cartoncini che riportano gli indispensabili dati di raccolta, in particolare a proposito di quelli destinati all'immersione in liquido; in questi casi è assolutamente necessario che risultino sufficientemente robusti e non si sfaldino nel preservante (questo inconveniente può verificarsi sia con i classici e sottili fogli di carta che con certi cartoncini multistrato). Nelle collezioni di piccoli invertebrati, per lo più riposti in provetta, abbiamo ottenuto discreti risultati con un sottile cartoncino bianco, apparentemente monostrato (mod. Rismauce, grammatura 140 g/m², della Favini Cartotecnica, commerciato in confezioni da 200 fogli, nei formati A4 e A3). Sempre in relazione alla no-

stra esperienza, nei vasi più grandi, dove è possibile una maggiore libertà di movimento, e soprattutto in presenza di continue vibrazioni e decisi sobbalzi dall'esterno (ciò si verifica tipicamente nel corso di prolungati viaggi di ricerca) questo prodotto non è tuttavia in grado di garantire la propria integrità, per cui si consiglia l'uso di un articolo speciale, come la "Carta antistrappo CDM – water proof", della ditta Sala s.r.l. di Parabiago (MI): prodotta in varie grammature, è sostanzialmente caratterizzata da un sottile foglio di polipropilene ricoperto da entrambi i lati da uno strato cartaceo, che aderisce perfettamente alla materia plastica.

Secondo la nostra abitudine, i dati essenziali di raccolta di qualsiasi repero zoologico compaiono con questa sequenza: sigla della nazione, comune, sigla della provincia tra parentesi, località, altezza sul livello del mare, data e nome del raccoglitore; su catalogo a parte (in genere molto difficilmente si riesce ad includerli nel cartellino) può essere molto interessante



Fig. 9 - Ditteri "tipulomorfi" conservati in etanolo; i cartellini di località sono scritti con inchiostro di china (Collezione privata, gennaio 2001, foto G.B. D.).

annotare anche il metodo di raccolta e le principali caratteristiche ecologiche del sito. Non di rado si raccomanda l'uso delle coordinate geografiche, riportate da sole o, meglio, con i classici dati. L'esemplare, oltre all'indispensabile cartellino di località, sarà in un secondo tempo munito di quello di determinazione, apposto dallo specialista, con il nome della specie accompagnata dal nominativo del determinatore e dalla data di identificazione.

Naftalina

Tecnicamente noto con il termine di naftalene ($C_{10}H_8$), è un idrocarburo aromatico, primo termine della serie degli idrocarburi ad anelli benzenici condensati. È un solido costituito da lamelle bianche lucenti o prismi incolori, che sublima per blando riscaldamento. In natura è presente, come tale o sotto forma di alchil-derivato, nel catrame di carbon fossile; si trova anche, sia pur in quantità trascurabili, nel petrolio (idrocarburi naftalenici) ed in alcuni olii essenziali (ad esempio dalle gemme di betulla). Fino alla fine degli anni '50 veniva esclusivamente ottenuto dal catrame, dal 1961 in poi venne via via perfezionata la produzione industriale dal petrolio: questa via permette generalmente di ottenere un prodotto particolarmente puro, ottimo per i vari impieghi nell'industria dei coloranti e per la fabbricazione di insetticidi e solventi; inoltre si fa largo uso di questo prodotto nella produzione di anidride ftalica (intermedio per plastificanti) e, da molto tempo, viene usato sotto forma di scaglie o palline, contro le tarme. La naftalina presenta tossicità, strettamente correlata alla sua natura aromatica ed alla sua tensione di vapore: i suoi vapori causano mal di testa, nausea e successivamente vomito, lesioni agli occhi ed ematuria; al suo contatto le mucose si irritano. In linea di massima 25 ppm rappresentano i limiti superiori di tollerabilità ambientale (Ferrari, 1978). L'esposizione cronica provoca anemia e colorazione gialla della pelle. Le maggiori fonti di esposizione sono il fumo di tabacco e la combustione del legno. Diversamente da alcuni suoi omologhi superiori, non è classificato come cancerogeno umano, anche se alcuni cataloghi riportano il codice di rischio tipico dei composti di questa classe (R 45).

È noto il suo uso antiparassitario, anche se negli ultimi tempi è andato declinando.

Paradiclorobenzolo

Tecnicamente noto come paradichlorobenzene ($C_6H_4Cl_2$), fa parte della classe dei cloroidrocarburi; si tratta di un gruppo molto importante di composti organici, il cui interesse industriale ha subito un forte impulso sia in seguito alla ampia disponibilità di cloro elementare, sia in relazione allo sviluppo della petrolchimica, che ha registrato una enorme crescita a partire dagli anni '40. Per produrlo si fa passare una corrente di cloro nel benzene, utilizzando come catalizzatore piccole quantità di cloruro ferrico anidro: il paradichlorobenzene ed in minor misura l'ortodichlorobenzene si formano come prodotti di questa reazione. Sotto l'aspetto della tossicità è caratteristica comune ai cloroidrocarburi il danneggiamento del fegato e reni e la depressione del sistema nervoso centrale; da oltre un ventennio si sa inoltre che l'assorbimento di prodotti aromatici clorurati produce alterazioni del sangue (tra l'altro proprio il paradichlorobenzene produce metaemoglobinemia); altri effetti negativi riguardano la pelle, che li assorbe con facilità (Tedeschi, 1974).

Il paradichlorobenzolo, unitamente a naftalina e canfora, è in uso nei musei da molto tempo; sono materiali solidi che, posti in piccoli contenitori all'interno delle scatole entomologiche, o negli armadi in cui sono custoditi erbari, pelli di Vertebrati e qualsiasi altro reperto conservato a secco, sublimano gradualmente fungendo da repellente per i vari Artropodi nominati precedentemente ed in grado di distruggere le collezioni. Il paradichlorobenzolo è una sostanza incompatibile con alcune materie plastiche.

Un numero di altri insetticidi sono citati da Pinniger (1994), tra cui le piretrine, i piretroidi sintetici, il lindano o l'organofosfato DDVP.

Nel corso degli ultimi decenni gli studi sulla tossicità del paradichlorobenzolo e della naftalina hanno evidenziato come questi prodotti siano nocivi per il personale, maggiormente se il loro impiego è massiccio e continuato nel tempo; di conseguenza il loro uso si è sensibilmente ridotto (da qualche tempo in alcuni paesi l'utilizzo di queste sostanze è regolamentato o addirittura bandito). Oggigiorno in loro sostituzione si adoperano altri insetticidi e tecniche di disinfestazione, anche preventive; piuttosto semplice da effettuare è la "crioterapia", che consiste nel riporre periodicamente qualsiasi materiale che può subire questi spiacevoli attacchi in congelatore: la disinfestazione si otterrebbe con la permanenza per 25 giorni a $-10\text{ }^\circ\text{C}$, abbassata a 10 giorni in presenza di una temperatura di $-20\text{ }^\circ\text{C}$, ed a soli 5 giorni a $-30\text{ }^\circ\text{C}$ (Pinniger, 1994).

Potassa

Composto inorganico con formula KOH, tecnicamente noto come idrossido di potassio, e con il nome d'uso di potassa caustica, si presenta in scaglie o in pastiglie, bianche o grigiastre, traslucide, fragili. Molto solubile in acqua e negli alcoli, si può ottenere con vari processi chimici, tra cui quello della caustificazione del carbonato di potassio con latte di calce, noto da molti secoli; industrialmente viene prodotto per elettrolisi di soluzioni acquose di cloruro di potassio, processo durante il quale viene contemporaneamente prodotto cloro; la leucite $K[AlSi_2O_6]$, un tectosilicato alluminifero di potassio, di cui esistono importanti giacimenti in Italia, è molto ricca di potassio. L'idrossido di potassio solido esposto all'aria assorbe umidità ed anidride carbonica; per questa ragione deve essere conservato in recipienti ben chiusi, anche quando è in soluzione.

Si fa uso di questa sostanza, tra l'altro, per produrre composti del potassio, nell'industria tessile, nella fabbricazione dei saponi cosiddetti molli e di certi tipi di pile ed accumulatori. In commercio si trova sia solido (90-92% di KOH, la rimanente percentuale è costituita da impurezze), che in soluzione acquosa (45-50%) (Longhi, 1982).

Il naturalista usa l'idrossido di potassio in soluzione, acquosa o alcolica al 5-10%, per distruggere i tessuti molli, lasciando intatte e ben visibili le parti chitinizzate. L'azione idrolitica di KOH è molto energica: deve quindi essere tenuta sotto continua osservazione per interromperla al momento opportuno, pena il danneggiamento del campione. Per questa ragione alcuni studiosi preferiscono usare formulati ad azione più blanda, per esempio acido lattico o lattofenolo. È consigliabile molta prudenza nel manipolare questa sostanza fortemente caustica, sebbene, in caso di incidente, la si possa facilmente neutralizzare con del comune bicarbonato (in polvere o, meglio, in soluzione acquosa satura).

Xilolo

Si tratta di una miscela di xileni, idrocarburi aromatici omologhi superiori del benzene, con formula bruta C_8H_{10} . Facilmente infiammabili, hanno l'aspetto di liquido mobile, incolore, di odore aromatico e pungente. Nel passato gli xileni (isomeri orto-, meta-, e para-xilene) si ottenevano esclusivamente dal catrame di carbon fossile, mentre da anni vengono quasi totalmente prodotti dal petrolio, mediante reforming catalitico; si for-

mano anche nel corso di incendi forestali e, in piccola parte, compaiono nel fumo di sigaretta.

Nell'industria chimica trovano impiego come intermedi di sintesi, compaiono come additivi di benzine ad alto numero di ottani, e sono utilizzati quali solventi dalle industrie che producono coloranti, vernici e gomma (Campolmi, 1983; Orsenigo, 1970).

L'esposizione prolungata ad alte concentrazioni di vapori di xilene è pericolosa, e può determinare disturbi a livello del sistema nervoso (cefalea, difficoltà di coordinazione nei movimenti, stordimento, disturbi di memoria), della pelle e delle mucose (irritazione ad occhi, naso e gola), dei polmoni, dello stomaco e, infine, può alterare le funzioni epatiche e renali.

Secondo l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) non sarebbe classificabile come cancerogeno per l'uomo, poiché gli studi sin qui condotti, anche sugli animali, non lo hanno dimostrato; tuttavia è pur vero che queste ricerche non sono state concluse, e nello stesso tempo, non forniscono prove sul fatto che lo xilolo non produca tali gravi affezioni nell'organismo. Nei luoghi di lavoro, per otto ore giornaliere e quaranta settimanali, si raccomanda di non superare la dose massima di 100 ppm.

Dal naturalista viene talora usato come solvente (ad esempio in microscopia) e come agente schiarente o diafanizzante, per lo più nei preparati microscopici.

Un succedaneo dello xilene è il dipentene, meno tossico del primo, ed utilizzato da chi preferisce prodotti naturali piuttosto che derivati del petrolio; noto anche con il nome di p-menta-1,8-diene, è una miscela di terpeni. Estratto dalla buccia di agrumi, è un liquido incolore di gradevole odore aromatico; le frasi di rischio e sicurezza sono: R: 10-38; S: 28 (vedi tabb. 2-3).

PREPARAZIONE DELLE SOLUZIONI

La concentrazione delle soluzioni reperibili in commercio (ad esempio acqua ossigenata 3-30% o 10-100 volumi di O₂, etanolo 90-95%, formalina 24,5-40%) non è di norma quella d'impiego, e si rende quindi necessario calcolare, di volta in volta, l'opportuna diluizione con acqua. La cosiddetta tabella di riduzione degli alcoli è frequentemente pubblicata sui manuali mentre poco o nulla è reperibile per le altre soluzioni. In alternativa alle tabelle precompilate esiste un semplice metodo di calcolo, noto ai chimici come "regola della croce", che permette di stabilire in quale rapporto si

devono miscelare soluzione di partenza e acqua per ottenere una soluzione alla concentrazione voluta. Consiste nel calcolare la differenza fra la concentrazione iniziale e finale della soluzione; il valore trovato indica il volume di acqua da miscelare con un volume di soluzione di partenza pari alla concentrazione finale (per maggior precisione va detto che la “regola della croce” si può applicare alle soluzioni la cui concentrazione è espressa in peso/volume o moli/volume, cioè tipicamente le soluzioni di acidi e basi concentrate e quelle di sostanze solide, mentre, in modo approssimativo, il metodo è applicabile anche alle soluzioni la cui concentrazione è espressa in altre unità).

A titolo di esempio, disponendo di etanolo 95% e desiderandolo al 70%, si trova che 25 parti di acqua devono essere miscelate con 70 parti di etanolo 95%. Il metodo si applica anche a concentrazioni espresse in altre unità di misura (moli, grammi/litro, volumi di O₂, ecc.), così si calcola che dell'acqua ossigenata a 100 volumi può essere portata a 15 volumi miscelandone 15 parti con 85 di acqua. Inoltre, se il volume di soluzione finale calcolato (negli esempi 95 e 100) è diverso da quello necessario, si calcola il fattore di conversione (volume finale necessario fratto volume finale calcolato) e per esso si moltiplicano i volumi calcolati di acqua e di soluzione madre. Così se dell'etanolo di cui al precedente esempio ne fosse necessario un litro (1000 parti), si calcola il fattore di conversione 10,53 e per esso si moltiplicano le 25 e 70 parti trovando che necessitano 263 ml di acqua e 737 ml di etanolo 95%.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Riteniamo di terminare questo lavoro proponendo qualche ulteriore riflessione sull'uso di alcuni composti, limitatamente a quelli di cui ci siamo occupati, e con espresso riferimento all'integrità fisica ed alla sicurezza igienico-sanitaria tanto di coloro che li utilizzano direttamente, quanto del pubblico che frequenta gli spazi che ospitano le collezioni biologiche. In effetti, tra i molteplici potenziali pericoli che possono mettere seriamente a rischio la salute e la sicurezza di chi opera nei musei di storia naturale, compaiono anche certi agenti chimici impiegati nella raccolta, conservazione e cura di campioni biologici (Richards, 1994), sia in condizioni ordinarie che in quelle di emergenza (Hawks, 1999).

In Italia le norme di sicurezza sul posto di lavoro sono dettate dal D. Lgs. 626/94. In particolare, per quanto riguarda la detenzione e l'uso dei prodotti chimici, è prevista una serie di obblighi che devono essere assolti.

Primo fra tutti è l'attenta lettura della cosiddetta "scheda di sicurezza" ovvero del documento che (previa richiesta alla Ditta fornitrice) accompagna ogni prodotto e che riporta i rischi connessi con l'uso del prodotto stesso, le precauzioni da adottare durante la sua manipolazione e, infine, gli interventi da effettuare in caso di incidente. Analoghe indicazioni sono comunemente riportate anche sull'etichetta della confezione sotto forma di pittogrammi, di frasi di rischio (note come frasi R) (tab. 2) e di frasi di sicurezza (frasi S) (tab. 3). I pittogrammi sono disegni che richiamano immediatamente alla mente il tipo di rischio: un teschio = rischio di avvelenamento mortale; una fiamma = sostanza infiammabile; e così via. Le frasi R e S, a causa del ridottissimo spazio disponibile sull'etichetta, sono "codificate" come serie di numeri (separati da trattini) o combinazioni di numeri (separati dal segno /) (tab. 1). Ogni numero e combinazione equivalgono a una precisa frase che si può leggere "in chiaro" in opportuni elenchi, per esempio nei cataloghi di prodotti chimici. Merita ricordare che pittogrammi, frasi R e S si trovano spesso anche sulle confezioni di prodotti chimici d'impiego casalingo.

Le frasi R e S sono soggette a frequenti revisioni, per cui è opportuno aggiornarsi sui cataloghi specialistici di prodotti chimici.

Può risultare utile chiarire brevemente la differenza fra rischio (frasi R) e pericolo (frasi S). Il rischio è una situazione di danno potenziale legato ad una determinata attività: la manipolazione delle sostanze chimiche impiegate per le collezioni biologiche è indubbiamente una attività a rischio, data la tossicità cronica ed acuta di molti prodotti utilizzati. Il pericolo è invece la probabilità che il danno legato al rischio si manifesti. Mentre il rischio non può essere eliminato, il pericolo può essere minimizzato con opportune misure: nel nostro caso con l'utilizzo di guanti, mascherine e con la ventilazione dei locali. Si tratta di misure molto semplici, che possono essere adottate da tutte le persone interessate, con uno sforzo più di volontà che finanziario.

Tab. 1 - Elenco di alcune sostanze di più frequente impiego nei musei, considerate in questo lavoro, con i rispettivi codici numerici delle frasi di rischio (R) e di sicurezza (S).

Sostanza	Frase R	Frase S
Acetone	11	9-16-23-33
Acido acetico	10-35	23-26-45
Acqua ossigenata 3%	8-34	3-36/39-45
Acqua ossigenata 30%	8-34	3-17-26-28-36/37/39-45
Balsamo del Canada	10	16
Benzina rettificata	12-65	9-16-29-33-62
Canfora	11-20/21/22-36	16-24/25-26-36/37/39
Creosoto di faggio	22-36/37/38	26-36/37/39
Etanolo	11	7-16
Etile acetato	11	16-23-29-33
Fenolo	24/25-34	45
Formalina 37-40%	23/24/25-34-40-43	26-36/37/39-45-51
Isopropanolo	11	7-16
Naftalina	11-20/21/22-36/37/38-40-43-45	16-22-26-36/37/39-45
Paradiclorobenzolo	22-36/38-40	22-24/25-46
Potassa	22-35	26-36/37/39-45
Xilolo	10-20/21-38	25

Tab. 2- Significato dei codici numerici delle frasi di rischio (R).

R	Significato del codice numerico
8	Può provocare l'accensione di materie combustibili
10; 11; 12	Infiammabile (10); facilmente infiammabile (11); estremamente infiammabile (12)
20/21/22	Nocivo per inalazione (20), contatto con la pelle (21) e per ingestione (22)
23/24/25	Tossico per inalazione (23), contatto con la pelle (24) e per ingestione (25)
34; 35	Provoca ustioni (34); provoca gravi ustioni (35)
36/37/38	Irritante per gli occhi (36), le vie respiratorie (37) e la pelle (38)
40	Possibilità di effetti irreversibili
43	Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle
45	Può provocare il cancro
65	Nocivo: può causare danni ai polmoni in caso di ingestione

Tab. 3- Significato dei codici numerici delle frasi di sicurezza (S).

S	Significato del codice numerico
3	Conservare in luogo fresco
7; 9	Conservare il recipiente ben chiuso (7); in luogo ben ventilato (9)
16	Conservare lontano da fiamme e scintille. - Non fumare
17	Tenere lontano da sostanze combustibili
22	Non respirare le polveri
23	Non respirare i gas/fumi/vapori/aerosoli (come da precisazione termine appropriato)
24/25	Evitare il contatto con la pelle (24) e gli occhi (25)
26	In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico
28	In caso di contatto con la pelle lavarsi immediatamente ed abbondantemente con... (prodotti idonei da indicarsi da parte del fabbricante)
29	Non gettare i residui nelle fognature
33	Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche
36/37/39	Usare indumenti protettivi (36) e guanti adatti (37) e proteggersi gli occhi/la faccia (39)
45; 46	In caso di incidente o malessere (45) o ingestione (46) consultare immediatamente il medico (se possibile, mostrargli l'etichetta)
51	Usare soltanto in luogo ben ventilato
62	In caso di ingestione non provocare il vomito: consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta

In conclusione, e per quanto concerne possibili effetti cancerogeni determinati da alcune sostanze qui trattate, in base alle nostre attuali conoscenze, ricerche di laboratorio hanno inequivocabilmente dimostrato la pericolosità delle sole formaldeide e naftalina, quanto meno nei confronti degli animali da laboratorio.

RINGRAZIAMENTI

Ci è gradito ricordare tutti coloro che hanno contribuito a vario titolo alla stesura del nostro lavoro: dott. Franco Andreone (Museo Regionale di Scienze Naturali [M. R. S. N.], Torino), sig. Giovanni A. C. Balma (Rivarolo Canavese), dott. Giovanni Boano e sig. Gian Franco Curletti (Museo Civico di Storia Naturale, Carmagnola), sig. Franco Ferrero (tassidermista consulente del M. R. S. N., Torino), dott. Pier Mauro Giachino (M. R. S. N., Torino), padre Ettore Molinaro (Museo Civico di Storia Naturale "Craveri" di Bra), sig. Agostino Navone (tassidermista, Riva presso Chieri), dott. A. Townsend Peterson (Natural History Museum, Lawrence, Kansas, U.S.A.), dott.ssa Annalaura Pistarino (M. R. S. N., Torino), dott. Roberto Poggi (Museo Civico di Storia Naturale, Genova), Ditta Sala s. r. l. (Parabiago), sig. Fabrizio Silvano (Museo Civico di Storia Naturale di Stazzano), sig. Luigi Torello (Carignano).

Siamo particolarmente grati al prof. Giovanni Appendino (Dipartimento di Scienze Chimiche, Alimentari, Farmaceutiche e Farmacologiche (DISCAFF), Università del Piemonte Orientale, Novara), al prof. Achille Casale (Dipartimento di Zoologia, Università di Sassari) ed al prof. Oreste Cavallo (Museo Civico F. Eusebio, Alba) per l'attenta lettura critica del lavoro e per la correzione ed integrazione di alcune parti del testo.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1970 – Benzina. Gomme vegetali. Fenoli. Zucchero. *In* Enciclopedia della scienza e della tecnica. Volumi II, V, VI e XII. Arnoldo Mondadori editore, Milano.
- AA. VV., 1995 – Enciclopedia della scienza e della tecnologia. Istituto Geografico De Agostini, Novara: 1342 pp.
- AMAT DI SAN FILIPPO P., BALLERO M., SANJUST DI TEULADA E., 1993 – Identificazione e caratterizzazione dell'attività cellulosolitica di alcuni micromiceti infestanti i documenti d'archivio della salina di stato di Cagliari. *Museol. sci.* 10, (1-2): 71-78.
- ANFOSSO C., 1885 – Imbalsamazione. *In* Enciclopedia delle arti e industrie. Vol. IV. Unione Tipografico-Editrice, Torino: 235-254.
- BAGATTA P. U., 1980 – Perossido d'idrogeno. *In* Enciclopedia della chimica. Vol. VIII. USES, Edizioni Scientifiche, Firenze: 393-399.
- BALLERO M., 1987 – The presence of potentially harmful fungal spores in a herbarium. *Museol. sci.* 4 (1-2): 37-41.
- CAMPOLMI S., 1983 – Xileni ed etilbenzene. *In* Enciclopedia della chimica. Vol. X. USES, Edizioni Scientifiche, Firenze: 592-593.
- CASTELLANI A., MAZZAGLIA E., (a cura di), 1971 – Balsamo. *In* Dizionario delle tecniche e delle scienze. Vol. I. EP/SAIE, Ed. Paoline, Alba: 566-567.
- COLAS G., 1988 – Guide de l'entomologiste. Ed. Boubée, Paris, 329 pp.

- CORSANO S., 1972 – Canfano, gruppo del. *In* Enciclopedia della chimica. Vol. II. USES, Edizioni Scientifiche, Firenze: 688-693.
- DELMASTRO G. B., 2001 – Il futuro delle collezioni scientifiche. Piemonte Parchi, Torino, 16, (4), (n° 106): 41-44.
- DEMAY L. J., 1994 – Les collections savantes: signification et sauvegarde. *Museol. sci.* 11 (1-2): 187-190.
- FELINKS B., HAHN A., OLSVIG-WHITTAKER L., LOS W., 2000 – Users and uses of biological collections. *In* Resource identification for a biological collection information service in Europe. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, (:19-32), iv+76 pp.
- FERRARI G., 1978 – Naftalene. *In* Enciclopedia della chimica. Vol. VII. USES, Edizioni Scientifiche, Firenze: 677-682.
- FINK W. L., HARTEL K. E., SAUL W. G., KOON E. M., WILEY E. O. (senza data) – A report on current supplies and practices used in curation of ichthyological collections. American Society of Ichthyology and Herpetology, Ichthyol. Coll. Committee, Smithsonian Institution, Washington, 63 pp.
- FRANKS F., 1972 – Acqua. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. I. USES – Utet Sansoni Edizioni scientifiche, Firenze: 133-141.
- HAWKS C. A., 1990 – Recent advances in the conservation of natural science collections. *In* Herholdt, E.M., ed., Natural history collections: their management and value. Transvaal Museum Special Publication No. 1, Transvaal Museum, Pretoria, (:53-60), 172 pp.
- HAWKS C. A., 1999 – Tips on health and safety during emergency salvage and response for cultural property. 1998 CIPP POSTPRINTS. “Sink or swim: what you need to know before responding to a disaster” :20-27. *Conservators in Private Practice*, U.S.A.
- HAWKS C. A., ROWE W. F., 1988 – Deterioration of hair by airborne microorganisms: implications for museum biological collections. *In* *Biodeterioration* 7:461-465; Edited by Houghton D. R., Smith R. N. & Eggins H. O. W. E. Elsevier Appl. Sci., London & New York.
- HERHOLDT E. M., 1990 – Vertebrate collections management: a personal perspective with special reference to Southern Africa. *In* Herholdt, E.M., ed., Natural history collections: their management and value, Transvaal Museum Special Publication No. 1, Transvaal Museum, Pretoria, (:1-11), 172 pp.
- LINCOLN R. J., SHEALS G. J., 1985 – Invertebrate animals – Collection & preservation - British Museum (Nat. Hist.), London, viii+150 pp.
- LONGHI P., 1982 – Potassio. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. IX. USES – Utet Sansoni Edizioni scientifiche, Firenze: 116-126.
- MATHIAS J., 1994 – Housing and maintenance of collections. *In* Stansfield Geoff, Mathias John & Reid Gordon, (Eds.) 1994, “Manual of Natural History Curatorship”. Museum & Galleries Commission, HMSO, London, (: 98-143), XVIII+306 pp.
- MCALLISTER D.E, MURPHY R., MORRISON J., 1976 – Methodes modernes de gestion et d'exploitation des collections. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 40 (3-4): 461-480.
- NENZ A., 1972 – Acetone. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. I. USES - Utet Sansoni Edizioni scientifiche, Firenze: 101-106.
- ORLANDI GALANTI L., 1976 – Etanolo. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. V. USES, Edizioni scientifiche, Firenze: 172-180.

- ORSENIGO M., 1970 – Xileni. *In* Enciclopedia della scienza e della tecnica. Vol. XII. Arnoldo Mondadori Editore, Milano: 720.
- PESARINI F., 1993 – Esposizione di oggetti, didattica di concetti. *In* Didattica museale. Per operatori dei musei scientifici e naturalistici. A.N.M.S., Centro prom. form. prof. "Mathema", Museo Civico di Storia Nat., Ferrara, (: 31-35), 136 pp.
- PESARINI F., CORAZZA C., MAZZOTTI S., 1991 – Diversità biologica e musei naturalistici. Educazione Ambientale, Quaderno n° 16, WWF Italia: 49 pp.
- PETTITT C., 1994 – Using natural history collections. *In* Stansfield Geoff, Mathias John & Reid Gordon, (Eds.) 1994. "Manual of Natural History Curatorship". Museum & Galleries Commission, HMSO, London, (:144-166), xviii+306 pp.
- PIERONI M., 1972 – Acetico acido. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. I. USES - Utet Sansoni Edizioni scientifiche, Firenze: 63-72.
- PINNIGER D., 1994 – Insect pests in museums. Archetype Publications Limited, London, VI+58 pp.
- POGGI M., 1977 – Inchiostri. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. VI. USES, Edizioni scientifiche, Firenze: 441-448.
- PORTOLANI A., RUFFINI D., 1978 – Nerofumo. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. VII. USES, Edizioni scientifiche, Firenze: 724-728.
- RICHARDS P.J., 1994 – Health and safety in natural history museums. *In* Manual of Natural History Curatorship. Museum & Galleries Commission, HMSO, London, (:213-231), xviii+306 pp.
- RUNTI C., 1975 – Creosoto. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. IV. USES, Edizioni scientifiche, Firenze: 127-128.
- RUSPINO P., SANTELLI G., 1976 – Formaldeide. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. V. USES, Edizioni scientifiche, Firenze: 519-524.
- SABELLI B., 1984 – Appunti per una storia recente della museologia naturalistica italiana. *Museol. scient.* 1 (1-2): 69-94.
- SIGNORINI M., 1984 – La difesa degli erbari dai parassiti: indagine sulle caratteristiche e la sicurezza d'uso dei principali mezzi di lotta adottati. *Museol. scient.* 1 (1-2): 29-54.
- TEDESCHI P., 1974 – Cloroidrocarburi. *In* Enciclopedia della Chimica. Vol. III. USES, Edizioni scientifiche, Firenze: 534-546.
- TOMASI G., 1994 – Musei naturalistici di enti locali: moderni propulsori culturali o testimoni del passato? *Museol. sci.* 10 (1993), suppl.: 13-26.
- TORCHIO M., MOJETTA A., 1989 – Attualità delle collezioni ittologiche museali. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, 16: 21-30.
- TORTONESE E., 1982 – Musei naturalistici italiani e ricerca scientifica. *Natura*, 73 (1-2): 87-96.
- VOMERO V., 1995 – Gli oggetti e i concetti nei musei scientifici, ed in particolare in quelli di scienze della vita. *Museol. sci.* 11 (1994), (suppl.): 23-28.
- WALLER R., MCALLISTER D.E., 1987 – A spot test to distinguish formalin from alcohol solutions. *Curator*, 30, 3: 240-249.
- WILLIAMS S. L., HAWKS C.A., 1986 – Inks for documentation in vertebrate research collections. *Curator*, 29, 2: 93-108.
- WILLIAMS S. L., HAWKS C.A., 1988 – A note on "Inks". *SPNHC Newsletter*, 2, 1.
- ZANGHERI P., 1981 – Il naturalista – Esploratore, raccoglitore, preparatore, imbalsamatore. Ulrico Hoepli ed., Milano, xxviii+503 pp.