



Fig. 1

Alberto Ansaloni
biochimico
Elio Occhipinti
saggista
albert.ansaloni@virgilio.it

OLIO MINERALE DISTILLATO

ROSSO DI RUPESCISSA. IL CLORURO FERRICO: CENNI STORICI E METODI PER PREPARARLO IN EPOCA MEDIOEVALE

La preparazione del cloruro ferrico è riportata nei testi di chimica contemporanea dopo la scoperta del cloro da parte di Scheele. In realtà gli alchimisti medioevali erano in grado di prepararlo con metodiche molto semplici e ne descrivevano anche le importanti applicazioni.

Il cloruro ferrico (FeCl_3) noto anche con i nomi di percloruro di ferro, sesquicloruro di ferro, *flores martis*, è un sale cristallino [1] di colore arancio (Fig. 1), molto igroscopico che tende a convertirsi spontaneamente in un liquido oleoso rosso-bruno.

Il sale anidro fonde a 300°C formando un liquido di colore rosso molto scuro e bolle, senza decomorsi, a 316°C , quindi è estremamente facile da distillare. Numerosi i suoi impieghi: in fotografia, nella preparazione d'inchiostri, come mordente in tintoria, reagente chimico e, non ultimo, in farmaceutica.

Dalla scoperta del cloro (Scheele, fine XVIII sec.) il cloruro ferrico è prodotto per sintesi diretta tra gli elementi: il ferro, ridotto in polvere metallica, e il cloro, allo stato gassoso. Questo metodo è stato introdotto per la prima volta da H. Davy in due pubblicazioni [2] e successivamente è stato confermato da Berzelius, Gay-Lussac e Wöhler.

Nei testi di chimica moderni [3] e contemporanei, si dà ormai per acquisito il metodo suindicato lasciando un implicito "buco storico" nella preparazione di questo sale, non viene infatti fornita alcuna spiegazione su come poteva essere prodotto il cloruro ferrico prima della scoperta del cloro gassoso. Da un'attenta analisi e interpretazione di alcuni testi alchemici medievali è, invece, possibile arguire che la sua preparazione

era già conosciuta in tale epoca. In questo scritto avanziamo l'ipotesi che questo composto è stato descritto, in modo criptico, nei testi di Joannes Rupescissa (1310 c. - 1365) e quasi sicuramente anche in quelli del Geber latino. Seguendo le loro indicazioni e utilizzando sostanze e procedure conosciute all'epoca abbiamo prodotto senza grosse difficoltà il cloruro ferrico.

Cenni storici

Le prime notizie sul cloruro ferrico secondo J.W. Mellor [4], che cita uno studio di E. Darmstädter, risalirebbero all'alchimista Geber, che nella sua *Summa perfectionis*, produce cloruro ferrico sublimando il vetriolo. Dalle parole di Mellor si evince che questa operazione probabilmente veniva fatta riscaldando insieme ossido di ferro e cloruro di ammonio. Mellor quindi, in questa frettolosa descrizione, non analizza a fondo il metodo proposto e non evidenzia il fatto che non si tratta di un unico metodo bensì di due e che in realtà sono entrambi validi ma ben distinti tra loro. Infatti, è possibile produrre cloruro ferrico sia per reazione a caldo tra ossido di ferro e cloruro di ammonio sia per sublimazione del vetriolo di ferro. In questo secondo caso però il vetriolo non è l'unica sostanza presente, è necessario operare l'aggiunta di un adeguato reagente chimi-

co, che Geber conosceva molto bene: il salnitro. Oggi però sappiamo che la *Summa perfectionis* non è più attribuita a Giabir ibn Hayyan o Geber, vissuto nell'VIII secolo e a cui dobbiamo, fra l'altro, la prima descrizione scientifica del solfato di ferro, del cloruro di ammonio, dei cloruri di mercurio, dei sali di arsenico e di argento, dell'acqua regia e del modo di produrla, della produzione dell'acido nitrico, bensì a uno pseudo-Geber, o Geber latino: probabilmente il francescano Paolo di Taranto vissuto nel XIII secolo e di cui si sa molto poco. Rimane quindi un dubbio sull'attribuzione delle singole opere tale da non permetterci di datare con esattezza la scoperta del metodo per produrre artificialmente il cloruro ferrico: l'VIII o il XIII secolo? Comunque, anche se non è possibile ascrivere con sicurezza la scoperta del cloruro ferrico all'VIII secolo, è evidente che non è successiva al XIII (epoca in cui è vissuto lo pseudo-Geber) e quindi, in ogni caso essa si colloca in un tempo abbastanza remoto nella storia della chimica.

Da un altro scritto, attribuito al frate francescano Giovanni di Rupescissa (Fig. 2), è possibile secondo noi arguire con una certa sicurezza la conoscenza della preparazione del cloruro ferrico. Faremo quindi riferimento a quest'ultimo.

Tuttavia il primo vero ostacolo in cui ci si imbatte quando si cerca di verificare una ricetta proveniente da un alchimista, anche nel caso di Rupescissa, è la difficoltà nell'interpretarne il linguaggio e la voluta presenza di *omissis* nella procedura operativa. Questo modo di comunicare non è così strano; bisogna infatti tener conto che molte scoperte fatte dagli antichi alchimisti in ambito chimico erano solo risultati *a latere* di complesse operazioni che miravano a manipolare la materia per carpirne le leggi segrete di composizione e, grazie a questa conoscenza, realizzare in laboratorio quella meravigliosa e perfetta sostanza chiamata *mercurio filosofico*, la chiave che successivamente avrebbe permesso di confezionare gli *elisir* e la *medicina universale*, ma soprattutto di accedere ai segreti della Natura e alla *Sophia*, la suprema saggezza. L'alchimista non si poneva quindi nella posizione di "insegnare" o trasmettere conoscenze particolari, proprio perché il suo scopo era soprattutto quello di sollecitare le coscienze dei curiosi dell'Arte a una visione universale e spirituale della Natura. Bisogna anche tener conto che in alchimia interessarsi alle qualità dell'oro in modo diretto o per analogia, simbolo per gli alchimisti di purezza e perfezione, non poteva non attirare l'attenzione dei potenti di ogni tempo, abbagliati dall'idea di poter aumentare le proprie ricchezze grazie alla fabbricazione artificiale di grandi quantità di questo metallo prezioso. Nessun principe o mercante, a quanto si sa, riuscì a costringere un alchimista a fabbricare dell'oro, ma alcune manipolazioni secondarie dell'alchimia produssero risultati di rilievo e in diversi casi riempirono le casse di qualche principe: si pensi alla riscoperta nel XVII secolo della porcellana da parte dell'alchi-



Fig. 2

mista tedesco Bötticher; alla scoperta del minio, della sintesi del cinabro, degli acetati di piombo e di rame da parte di Alberto Magno; all'acido cloridrico, alle proprietà dell'antimonio, all'etere solforico da parte di Basilio Valentino (Fig. 3) [5]. La riservatezza e la voluta confusione dei testi, in quest'ottica, non fu una scelta ma una necessità, che peraltro trova eco nella segretezza tipica delle confraternite degli artigiani e di alcuni gruppi mistici, del resto non estranei alla nascita dell'alchimia stessa. Fatte queste precisazioni è quindi possibile guardare a questa mole di lavori con occhi diversi e dando per scontata la voluta imprecisione delle informazioni.

L'apporto di Rupescissa

Veniamo dunque a Rupescissa: un frate francescano studioso di alchimia. Egli, con le sue opere, ha

influenzato il pensiero degli alchimisti fino a tutto il XVI secolo e, a buon diritto, può essere considerato come il fondatore della chimica-medica. In particolare a Rupescissa viene attribuito il merito di aver usato per primo sostanze inorganiche di origine minerale in terapia [6]. Nel suo *Liber lucis*, troviamo la descrizione di una ricetta, che dice: "distillare insieme sale di pietra, vetriolo romano, mercurio di miniera e si estrarrà mercurio bianco come neve" mescolato a uno "Zolfo Invisibile" che è "tintura di rubedine e spirito di vetriolo romano" [7]. Con le medesime parole egli descrive la medesima ricetta in un altro suo scritto: *Sulla preparazione della vera pietra dei filosofi* (Fig. 4) [8]. Sempre in quest'ultimo testo, poche pagine dopo [9], descrive una successiva operazione, del tutto simile alla prima, dove però troviamo una variante rispetto alla prima: dice di mescolare una libbra di vetriolo romano e altrettanto di sale di pietra (quindi qui egli fornisce delle dosi precise e in questa seconda operazione è assente il mercurio), dalla distillazione di questo



Fig. 3

FLASHBACK

PAGINE DI STORIA

miscuglio si estrae “acqua forte” (ovvero acido nitrico). In questa “acqua forte” distillata egli dà l’indicazione di sciogliere il mercurio purificato nella precedente sublimazione, poi di aggiungere, se lo si ritiene opportuno, sale ammoniaco (verosimilmente cloruro di ammonio) e di ridistillare. Il prodotto di distillazione è un sale bianco, mentre sul fondo del pallone di distillazione restano delle scorie nere [10]. Successivamente dice di “prendere le scorie di terra” (è verosimile che alluda alle scorie nere di cui sopra) e di distillarle con fuoco fortissimo. “Salirà lungo l’alambicco l’elemento vermiglio del Fuoco sotto forma di un liquido rosso” [11]. A questo punto ci si domanda quale sostanza possa essere questo non meglio identificato “liquido rosso”. Un suggerimento ci deriva dall’annotazione di Guglielmo Grataroli [12] il quale, commentando l’edizione del testo di Rupescissa stampato nel 1561, pone il lettore sull’avviso che “sale di pietra e salnitro sono la stessa cosa: differiscono solo nel fatto che il salnitro è sale di pietra preparato e purgato dal sale che aveva”. Questa indicazione è molto illuminante: è noto, infatti, che il salnitro (nitrato di potassio) veniva un tempo prodotto nelle nitriere ed era carico di cloruro di sodio e cloruro di potassio, ovvero i sali che lo accompagnano nella soluzione madre. Rupescissa parla, forse non a caso, di sale di pietra e non di salnitro. È dunque questa la chiave che apre la sua nebulosa ricetta? Come sarebbe possibile infatti che dalla distillazione di sali inorganici si produca un liquido rosso?

È accertato che se si distilla salnitro con solfato di ferro, si ottiene acido nitrico (che nasce dalla reazione tra gli ossidi di azoto e le molecole d’acqua di cristallizzazione del solfato di ferro generati dalla pirolisi dei reagenti). Al fine di ottenere il “liquido rosso” questa procedura porterebbe fuori strada. Invece, se si distilla vetriolo romano (solfato di ferro) mescolato con “sale di pietra”, ovvero una miscela di salnitro (e quindi nitrato di potassio) e di sale-madre (e quindi cloruro di potassio e di sodio), e se durante la distillazione si controlla il progressivo incremento della temperatura, nella testa del distillato si ottiene verosimilmente acqua e acido nitrico, che possono essere allontanati e destinati ad altri impieghi, ma nella coda, quando la temperatura è giunta a circa 300 °C, si ottiene cloruro ferrico che distilla sotto forma di gocce di colore arancio destinate a solidificarsi nel collo dell’alambicco. Questo sale, essendo molto igroscopico, subito assorbe l’umidità (verosimilmente ancora presente nel collo dell’alambicco, residua delle frazioni di testa del distillato che è transitata poco prima) e si converte in una soluzione acquosa dal colore arancio-rosso-bruno saturo e quindi, come tale, estremamente densa. Il prodotto che costituisce la coda del distillato potrebbe quindi realmente presentarsi sotto l’aspetto di un olio rossastro. Le caratteristiche chimiche e fisiche del cloruro ferrico coincidono con quelle di questo “olio rosso”. Il colore è all’incirca il medesimo, fonde a una temperatura modesta (300 °C), così dicasi della sua temperatura di



Fig. 4

ebollizione (316 °C) alla quale è possibile distillarlo senza che esso subisca decomposizione e quindi, mediante la distillazione, è possibile portarlo a elevato grado di purezza. Ricordiamo altresì che è solubilissimo in alcool con la possibilità quindi di farne una tintura intensamente colorata. È dunque questo sale lo “Zolfo Invisibile dei Filosofi, che è tintura di rubedine e spirito di vetriolo romano” [7, 13]? L’ipotesi qui sostenuta è quindi che il segreto di questa preparazione sia la distillazione a secco, condotta a circa 300-350 °C, di una miscela, in un rapporto di dosi ininfluenza, di solfato di ferro, nitrato di potassio, cloruro di potassio; con produzione di cloruro ferrico che condensa come prodotto di distillazione. Se tra i reagenti è presente cloruro di ammonio [10], il sale prodotto è un cloruro complesso di ferro e ammonio che in alcune sue forme

molecolari si presenta sotto forma di cristalli di un vivo colore rosso. Un’ipotesi è che si produca pentacloruro ammonio ferrico, di formula $(\text{NH}_4)_2\text{FeCl}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ [14]. Se il prodotto ottenuto, nelle condizioni descritte da Rupescissa, fosse proprio questo sale, si rafforzerebbe l’ipotesi della formazione di una sostanza di colore rosso, perché in questo caso le sue caratteristiche cromatiche sarebbero inequivocabili, essendo il sale di colore rosso intenso. A conferma di questa ipotesi, in letteratura è riportata una preparazione simile, costituita da una miscela di vetriolo di ferro) e di cloruro di ammonio posti in un alambicco e sublimati insieme, in condizioni dai dettagli operativi non ben definiti. Questa descrizione ci perviene dal noto alchimista del XVI secolo: Basilio Valentino [15]. Se per giunta la distillazione avviene in presenza di mercurio metallico o di un suo sale (questo secondo la ricetta di Rupescissa), nel prodotto distillato, oltre al cloruro ferrico, si produce anche cloruro mercurico; ovviamente anche questo sale, essendo ottenuto per distillazione, è ad elevato grado di purezza chimica.

Verifica sperimentale

Per verificare l’ipotesi abbiamo sperimentato la ricetta di Rupescissa. La realizzazione pratica dell’esperimento è stata molto semplice: abbiamo posto in una provetta di vetro lunga e sottile una miscela in parti uguali in peso (100 mg) di solfato ferroso, nitrato di potassio, cloruro di potassio e mercurio metallico. La provetta è stata collocata in posizione orizzontale, in un forno alla temperatura di 350 °C con la bocca della provetta posta in modo che possa fuoriuscire da un piccolo foro circolare presente su una parete del forno; tale foro normalmente è utilizzato per l’inserimento del pirometro. In tal modo la provetta sporge all’esterno del forno per la lunghezza di alcuni centimetri dalla parte della bocca. In queste condizioni, lungo la provetta, si stabilisce un gradiente di temperatura che va da un massimo di 350 °C verso il fondo della provetta, dove è posta la miscela dei reagenti in forma di polveri macinate e inti-



Fig. 5

mamente mescolate tra loro, e la bocca della provetta che, essendo all'esterno, si trova a temperatura ambiente (circa 20-25 °C).

Quando le temperature sono giunte a regime, si osserva che la miscela di sali dapprima subisce una reazione chimica con evidente mutamento di aspetto, di stato fisico (avviene, di fatto, una fusione) e di colore; successivamente si osserva verso la bocca della provetta il formarsi di due distinti anelli, distanziati tra loro di poco meno di un centimetro. Questi anelli sono costituiti da sali microcristallini sublimati e aderenti alla parete della provetta (Fig. 5).

L'anello salino che si è sublimato nella parte della provetta che si trova a temperatura inferiore, quindi più vicino la bocca della provetta, è costituito da un sale bianco: questo sale è stato da noi analizzato ed è risultato essere un'associazione di cloruro mercurico, cloruro mercurioso e ossinitrato mercurioso-mercurico. L'anello salino che invece si è sublimato nella parte a temperatura superiore, quindi verso il fondo della provetta, è un sale di colore arancio intenso, è idrosolubile; sottoposto ad analisi chimica è risultato essere cloruro ferrico. È da notare che la posizione reciproca dei due anelli salini è in accordo con le temperature di ebollizione dei due sali, che per il cloruro ferrico è pari a 316 °C e per il cloruro mercurico è pari a 300 °C. L'ipotesi della prova eseguita in assenza di un cloruro alcalino tra i reagenti non è stata verificata, ma è ovvio che, se si operasse con reagenti a elevato grado di purezza chimica, in assenza di un cloruro, il cloruro ferrico non può essere presente tra i prodotti di reazione; pertanto la verifica sperimentale è stata giudicata superflua. Gli accertamenti analitici sono stati da noi effettuati con la metodica tradizionale per "via umida" dei "gruppi analitici", saltando i passaggi che riguardano gli ioni estranei alla presente ricerca. Mediante tale analisi si è accertata la presenza di ioni ferro, mercurio e cloruro.

La presenza di questi ioni è stata confermata anche per "via secca" dalle fasi cristalline, individuate nella diffrazione di raggi X effettuate sulle polveri dei sali bianco e arancione. Mediante queste analisi si sono ritrovati: cloruro ferrico esaidrato, cloruro mercurioso, ossinitrato mercurioso-mercurico e una miscela di ossidi di ferro (quest'ultima sicuramente generata dalla rapida trasformazione spontanea del cloruro ferrico). L'elevata solubilità in acqua dei sali appena prodotti durante la distillazione, il loro colore e il loro punto di ebollizione (deducibile a grandi linee dalla

temperatura del forno e dalla posizione delle bande saline sul collo della provetta), contribuiscono alla loro individuazione. Dal confronto delle analisi chimiche con le caratteristiche fisiche dei sali cristallizzati lungo la provetta nelle due bande bianca e arancione, si può concludere che questi sali siano principalmente cloruro ferrico e cloruri mercurico e mercurioso accompagnati da nitrati dei medesimi. La verifica sperimentale ha quindi confermato l'ipotesi di partenza: l'olio rosso tanto celebrato, ma nel contempo tanto gelosamente custodito dagli alchimisti medioevali, sembrerebbe essere il cloruro ferrico. Ma perché tanti segreti e tanti misteri intorno a un composto così semplice e modesto come il cloruro ferrico? Per un antico alchimista, il cloruro ferrico non poteva che essere un composto dalle proprietà chimiche e fisiche misteriose e affascinanti; basti pensare alla sua singolare proprietà di convertirsi, se trattato in opportune condizioni, in un gel limpido e trasparente di colore bruno aranciato per di più dotato di proprietà tixotropiche. Proprio questo suo aspetto ha di recente suggerito ad alcuni ricercatori l'intuizione che esso possa essere impiegato per produrre artificialmente il noto effetto "miracolo di San Gennaro". Esperimento compiuto con successo dai medesimi ricercatori [16].

Le proprietà farmacologiche descritte da De Sgobbis

Ma il cloruro ferrico non ha solo interessanti proprietà chimiche e fisiche, esso possiede anche straordinarie proprietà farmacologiche: queste iniziano ad essere descritte diffusamente da Antonio De Sgobbis (Fig. 6) [17], che scrive tre secoli dopo Rupescissa e quattro secoli dopo pseudo-Geber, ed elenca le proprietà medicinali descrivendone meraviglie e magnificandole: "olio di ferro antimoniato: questo conferisce nella diarrea, dissenteria, flusso epatico, per corroborare il ventricolo (n.a.: stomaco) e a tutte le flussioni del sangue, sia interne che esterne" [18]. "...Balsamo meraviglioso per guarire tutte le viscere invecchiate e nuove e tutte le altre piaghe, poiché le cicatrizza gagliardamente, dissolve gli umori corrodenti e li trasmuta in un'altra sostanza, impedisce la putredine, preserva le parti, corregge e frena tutti i flussi del ventre... ferma la gonorrea, poi conforta meravigliosamente il fegato, pulisce il sangue da tutti gli umori mucosi e putrefatti, stagna il flusso epatico perché mentre arriva alle bocche delle vene del mesenterio già aperte, questa tintura le chiude per la sua facoltà astringente. Trattiene i superflui flussi dell'utero e conforta il parto conservando l'utero chiudendo bene la bocca di questo" [19]. La descrizione di De Sgobbis non richiede commento, è evidente che di fronte a tali e tante meraviglie, un sale con queste proprietà, in un periodo storico in cui ogni minima ferita o infezione poteva condurre a morte, costituiva un rimedio che non poteva non essere tenuto in meritata considerazione e fortunato era colui che deteneva il segreto per pre-

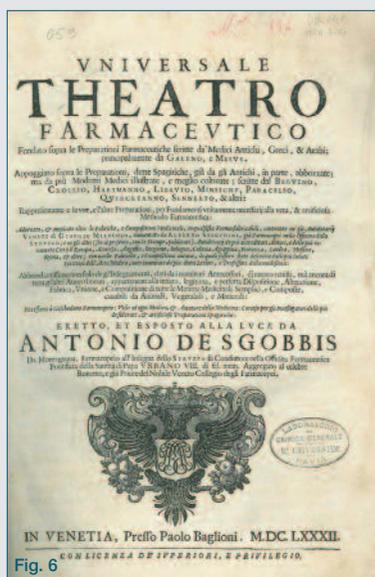


Fig. 6

FLASHBACK

PAGINE DI STORIA

pararlo. Alla luce del testo di De Sgobbis, la ricetta di Rupescissa, in cui il prodotto della distillazione è cloruro ferrico e cloruro mercurico mescolati tra loro, non può che essere ancora più efficace, se impiegata in medicina, rispetto a quella di Geber e a quella di De Sgobbis stesso. Infatti, agli effetti terapeutici del cloruro ferrico, tanto magnificati nel testo sopra riportato, si devono aggiungere quelli, altrettanto straordinari, del cloruro mercurico che si sommano ai precedenti: il dato fondamentale è che questi due sali possono restare insieme senza che entrino in reazione tra loro e quindi, nella preparazione di Rupescissa, le loro singole proprietà farmacologiche rimangono inalterate sommandosi tra loro. Oggi le proprietà farmacologiche di questi sali sono note, ma ne conosciamo anche la tossicità e le gravi controindicazioni, *Medicamenta* descrive in dettaglio le caratteristiche chimiche, fisiche, farmacologiche di tutti i preparati, sia quelli in uso e sia quelli dismessi. Per il cloruro ferrico [20] si legge che esso fa coagulare il sangue favorendo la formazione di fibrina, per questo è un emostatico. Ha proprietà astringenti, è utilizzabile anche per iniezioni; ha azione sulla blenorragia. Per via interna si usa come ferruginoso e come emostatico interno, nell'emottisi e nella diarrea. Ma descrive anche le controindicazioni e i limiti dell'uso. Per quanto riguarda il cloruro mercurico, *Medicamenta* descrive [21] le sue potenti proprietà antisettiche, date non certo dallo ione cloruro bensì dallo ione mercurico in esso contenuto, in quanto viene riportato che una soluzione anche se diluitissima ($10/100$) è già sufficiente per uccidere la maggior parte dei microorganismi. È indicato nelle dermatosi, come antisifilitico, contro l'aftha epizotica, molte malattie acute, polmonite, tifo, nella gangrena polmonare. Quindi, pur descrivendo questi due sali come medicinali oggi sconsigliati, in quanto sostituiti da preparati più specifici, per quanto ci riguarda, il testo conferma appieno le descrizioni degli effetti farmacologici scoperti e descritti dagli autori antichi, validando quindi in pieno la nostra ipotesi, ovviamente trascurando l'aspetto tossico, che nel presente lavoro non analizziamo.

Considerazioni e conclusioni

In conclusione ecco qual è, secondo noi, il meraviglioso segreto del preparato descritto da Geber: il cloruro ferrico.

Quello di Rupescissa differisce di poco: è una miscela di cloruro ferrico e cloruro di mercurio. Tra l'altro nella preparazione descritta dai due autori, entrambi questi sali offrono interessanti vantaggi: sono ottenuti in forma pura (perché sono facilmente distillabili) e sono solubili sia in acqua sia in alcool (di conseguenza si prestano a essere facilmente somministrati in tutti i modi possibili). Possiamo quindi ben immaginare cosa possa avere significato in epoca medievale poter disporre di un ritrovato tanto efficace che, all'azione di un cicatrizzante e coagulante (il cloruro ferrico) somma l'azione di un potente antisettico (il cloruro mercurico): era un medicamento prodigioso in grado di curare rapidamente ed efficacemente le ferite e prevenire le infezioni.

Forse non è un caso che allo studio di questo sale si siano dedicati con vivo interesse molti dei più illustri alchimisti del passato: non solo Geber e Rupescissa, ma anche Arnaldo da Villanova (XIII sec.), Basilio Valentino (XVI sec.) e quasi tutti i chimici più illustri, da Glauber a Boyle, fino ai più razionali e disincantati luminari chimici moderni del XVIII e del XIX secolo: Gay-Lussac, Berthelot, Hofmann, Berzelius, Wöhler, Wurtz e chissà quanti altri. Essi sono forse tutti rimasti affascinati, quanto lo siamo stati noi dalla lettura dei classici, e di conseguenza la loro natura di ricercatori e di scienziati li ha spinti ad approfondire? Non ci è dato di conoscere le loro personali motivazioni, sta di fatto che noi, oggi, grazie a loro, ai loro esperimenti di laboratorio, agli studi e osservazioni che ci hanno lasciato, abbiamo potuto trarre sul composto qui preso in esame, tutte queste osservazioni e considerazioni.

Ringraziamenti: Si ringrazia la dottoressa Monica Dapiaggi del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano per l'aiuto dato nell'effettuazione delle analisi di diffrazione di raggi X.

Bibliografia

- [1] The Merck Index, Merck and Co. Inc., Rahway N.J., USA, XI ediz., 1989, 630.
- [2] H. Davy, *Phil. Trans.*, 1811, **101**, 1; H. Davy, *Elements of Chemical Philosophy*, London, 1812, 388, in J.W. Mellor, *Inorganic and theoretical chemistry*, Longmans, Green and Co, London, 1932, vol. XIV, 40 e 108.
- [3] A. Wurtz, *Lezioni elementari di chimica*, E. Pellerano, Napoli, V ediz. 1880, 304.
- [4] J.W. Mellor, in [2], vol. XIV, 9 e 35.
- [5] E. Occhipinti, *I Filosofi del Fuoco, per una epistemologia debole dell'alchimia*, Mimesis, Milano, 2010, 79.
- [6] R.P. Multhauf, *Isis*, 1954, **45**(4), 366.
- [7] *ibid.*, 361, 362.
- [8] Giovanni da Rupescissa, *Sulla preparazione della vera pietra dei filosofi*, Atanor, Roma, 1981, 38.
- [9] *ibid.*, 42.
- [10] *ibid.*, 43.
- [11] *ibid.*, 48
- [12] *ibid.*, 55.
- [13] *ibid.*, 40.
- [14] J.W. Mellor, in [2], vol. XIV, 99.
- [15] Basilis Valentinus, *Offenbahrung der verborgenen Handgriffe*, Effurt, 1624, 53, in [2], vol. XIV, 98 e 116.
- [16] L. Garlaschelli, F. Ramaccini, S. Della Sala, *Nature*, 1991, **353**, 507.
- [17] A. De Sgobbis, *Theatro Farmaceutico*, stampato da Paolo Baglioni, Venezia, 1682, 157.
- [18] *ibid.*, 158.
- [19] *ibid.*, 161.
- [20] *Medicamenta*, Coop. Farmaceutica, Milano, VII ediz. 1996, vol. IV, 844.
- [21] *Medicamenta*, Coop. Farmaceutica, Milano, VII ediz. 1996, vol. V, 356.