Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie e Rendiconti di Chimica, Fisica, Matematica e Scienze Naturali
140° (2022), Vol. III, fasc. 1, pp. 79-85
ISSN 0392-4130 • ISBN 978-88-98075-51-5

Ricordo di Mario Betti a 80 anni dalla scomparsa[1]

MASSIMO BETTI

Membro dell'Accademia Italiana di Storia della Farmacia già nel Consiglio di Reggenza, Socio ed ex direttore dell'Istituto Storico Lucchese sez. Bagni di Lucca, Membro del Gruppo Nazionale Storia e Fondamenti della Chimica
E.mail: speziale@farmaciabetti.it

Abstract – Mario Betti, born in 1875, belongs to a historic family of pharmacists. He began his university career after graduating in chemistry and pharmacy in Pisa in 1897, as an assistant in Florence to one of the greatest chemists of the time: Hugo Schiff (1834-1915). Having risen to the chair in 1908 in Cagliari, he moved to Siena in 1910, where he was also the Magnificent Rector. Subsequently he moved to the University of Genoa and finally in 1923 he won the national competition for the chair of chemistry at the University of Bologna, made vacant by the death of the famous scientist Giacomo Ciamician (1857-1922). His studies ranged over many branches of chemistry; famous in organic chemistry the «Betti's relation and the» Betti reaction «still widely used today. He carried out hydrological analyzes in all the spas of Italy, successfully synthesized important types of rubber. He compiled various paragraphs for the Treccani Encyclopedia, first edition. The study that most fascinated him was stereochemistry and, in 1942, he obtained the discovery for which he is most famous: he succeeded in the «total synthesis» of optically active compounds, starting from molecules exclusively synthesized in the laboratory, thus revolutionizing the thesis supported by the Pasteur times of the inimitability of the Vis Vitalis. Mario Betti died less than a month after these first results. These studies were resumed only a few decades later, when knowledge in the stereochemical field had become more solid and the instruments more advanced. Betti's 1942 studies continue to be cited for their pioneering character.

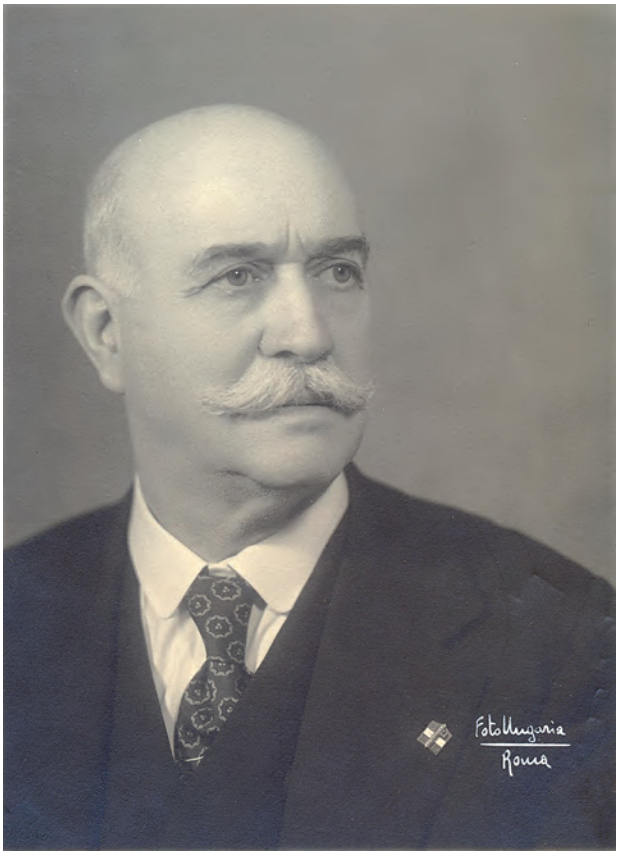
Keywords: Mario Betti, stereochemistry, stereoisomerism, Hugo Schiff, Giacomo Ciamician

Riassunto – Mario Betti, nato nel 1875, appartiene ad una storica famiglia di farmacisti. Egli intraprese la carriera universitaria dopo la laurea in chimica e farmacia conseguita a Pisa nel 1897, come assistente a Firenze di uno dei massimi chimici dell'epoca: Hugo Schiff (1834-1915). Salito in cattedra nel 1908 a Cagliari, si trasferì a Siena nel 1910, dove fu anche Magnifico Rettore. Successivamente passò all'Università di Genova ed infine nel 1923 vinse il concorso nazionale per la cattedra di chimica presso l'Ateneo bolognese, resa vacante dalla morte del celebre scienziato Giacomo Ciamician (1857-1922). I suoi studi spaziarono in molti rami della chimica; celebre in chimica organica la "relazione di Betti e la "reazione di Betti", ancora oggi largamente utilizzata. Compì ana-

[1] Per la stesura del contributo ci si è avvalsi di materiali provenienti dall'Archivio Betti – del quale l'autore è attuale proprietario e conservatore – e del più completo profilo biografico di Mario Betti dato alle stampe [1 e 2].

lisi idrologiche in tutte le terme d'Italia, sintetizzò con successo importanti tipi di gomma. Egli ha compilato vari paragrafi per l'Enciclopedia Treccani, prima edizione. Lo studio che più lo appassionò fu la stereochimica e, nel 1942, ottenne la scoperta per la quale è più famoso: riuscì nella "sintesi totale" di composti otticamente attivi, partendo da molecole esclusivamente di sintesi di laboratorio, rivoluzionando così la tesi sostenuta dai tempi di Pasteur dell'inimitabilità della *vis vitalis*. Mario Betti morì meno di un mese dopo questi primi risultati. Tali studi furono ripresi solo alcuni decenni più tardi, quando le conoscenze in campo stereochimico si erano fatte più solide e le strumentazioni più avanzate. Gli studi di Betti del 1942 continuano ad essere citati per il loro carattere pionieristico.

Parole chiave: Mario Betti, stereochimica, stereoisomeria, Hugo Schiff, Giacomo Ciamician



Mario Betti.

Mario Betti nacque con il fratello gemello Adolfo il 21 marzo 1875, nella casa paterna, posta ancora oggi sopra la storica farmacia di famiglia. Una farmacia che rientra tra le storiche italiane: fondata nel 1709, poi di padre in figlio arrivata fino a noi costituendo un primato mondiale: quest'anno, 2022, sono 313 anni di storia e nove generazioni di farmacisti.

Entrambi i fratelli seguirono i normali corsi di studio, sempre con le massime votazioni fino al diploma con il massimo dei voti al liceo classico Machiavelli di Lucca. Adolfo, che si era anche diplomato al conservatorio sempre con il massimo dei voti, iniziò la carriera di violinista che lo portò ai vertici mondiali, particolarmente con il suo quartetto, il Flonzaley Quartet [15].

Mario, afflitto da artrite deformante che lo tormentò tutta la vita, dovette abbandonare i propri sogni di musica e, per il desiderio dei genitori, anche la strada umanistica e letteraria, iscrivendosi al corso di laurea in Chimica e Farmacia dell'Università di Pisa (al tempo un corso unico). Gli studi di Betti furono velocissimi fino alla laurea con il massimo dei voti assoluti e nel 1897, ad appena 22 anni, ottenuta la benevola comprensione paterna, intraprese la carriera universitaria. Il giovane si mise subito in luce, diventando assistente nel 1898 del grande chimico Hugo Schiff (1834-1915), allora direttore e fondatore dell'Istituto di Chimica Farmaceutica dell'Università di Firenze. Mario Betti si rivelò subito un grande chimico. È del 1900-04 una reazione di sintesi ancora oggi denominata Reazione di Betti. L'industria chimica la utilizza sempre e, dopo 120 anni, molte ricerche universitarie ne studiano le implicazioni [12; 16; 17].

In quegli anni fiorentini scoprì una relazione particolare tra le proprietà acide di molte sostanze e il loro potere rotatorio: questa relazione è ancora oggi chiamata "Relazione di Betti" e, come ebbe a scrivere Giovanni Battista Bonino (1899-1985) in una sua commemorazione: "*costituisce uno degli apporti più degni di speciale rilievo nel campo della chimica organica generale dei primi lustri del secolo*" [11]. Questa scoperta contribuì alla sua nomina a professore ordinario nel 1907, ad appena 32 anni, alla cattedra all'Università di Cagliari, dove fondò l'istituto di chimica farmaceutica di quella università. Nel 1910 vinse il concorso per la cattedra di chimica farmaceutica a Siena, dove fu successivamente nominato preside della facoltà di scienze e poi, a 42 anni, eletto come più giovane rettore universitario italiano.

Il 2 gennaio 1922 moriva lo scienziato Giacomo Ciamician, nato nel 1857, che con le sue ricerche aveva lanciato l'Ateneo bolognese e la chimica italiana ai vertici mondiali. L'Università di Bologna non volle assumersi la responsabilità di questa pesante successione. Fu così istituito un concorso, definito all'epoca il *Concorsissimo*, a cui parteciparono chimici di tutta Italia. Il risultato della commissione decretò Mario Betti vincitore assolu-

to. A Bologna egli svolse tutta la sua successiva carriera. Portò a compimento l'Istituto di Chimica in via Selmi, iniziato da Ciamician, che negli anni '30, quasi sicuramente in concomitanza con il decennale dalla scomparsa del grande scienziato, Betti volle intitolare al suo illustre predecessore.

Gli ambiti delle ricerche scientifiche di Betti furono moltissimi. Ad esempio, compì studi rivoluzionari sull'invecchiamento della gomma. I suoi brevetti furono utilizzati dall'industria, migliorando notevolmente la qualità delle maschere antigas che furono utilizzate durante le guerre mondiali. Alcune voci dedicate agli usi della gomma nella monumentale Enciclopedia Treccani, come altre, furono redatte da lui.

Si dedicò anche alle analisi delle acque termali, su cui sicuramente influì la terra di origine: Bagni di Lucca è infatti una storica stazione termale. Le sue analisi furono particolarmente approfondite, tanto da essere chiamato ad analizzare quasi tutte le acque termali italiane. Era estremamente scrupoloso ed aveva rivoluzionato le prassi utilizzate fino ad allora, costruendo un laboratorio viaggiante per raggiungere le sorgenti più disagiate, sostenendo che alcuni parametri nel trasporto potevano alterarsi. La sua competenza lo portò ai vertici anche in questo campo: Fu, infatti, presidente del reparto di idrologia e direttore del centro di chimica idrologica del consiglio nazionale delle ricerche [19]. Ma come già accennato, i campi di ricerca ai quali Betti si dedicò furono molteplici: egli passava il giorno all'Università, la notte in laboratorio.

Lo testimoniano le sue oltre 150 memorie scientifiche. Un numero che può non sembrare elevato oggi, ma che furono il frutto di un lavoro che non svolse mai in *équipe*, come è prassi odierna, ma da solo o con l'aiuto di un solo assistente.

Non gli mancarono i riconoscimenti culturali e scientifici; impossibile citarli tutti. Oltre che cattedratico di chimica generale, inorganica, organica e idrologia, fu preside della facoltà di scienze di Bologna, socio dell'*Accademia delle Scienze dei XL*, socio nazionale dell'*Accademia dei Lincei*, presidente del *reparto di idrologia e direttore del centro di chimica idrologica del Consiglio Nazionale delle Ricerche*, rappresentante italiano e membro del *consiglio di presidenza della Commissione Internazionale per la riforma della nomenclatura della Chimica Organica* (facente capo all'Unione Internazionale di Chimica Pura e Applicata, IUPAC), rappresentante del *Consiglio Nazionale delle Ricerche per il gas metano*, socio della *Société Chimique de France*, della *Societé de Chimie Physique di Parigi*, della *Deutsche Bunsen-Gesellschaft*, Presidente dell'*Accademia Benedettina,* accademico dell'*Accademia Nazionale di Agricoltura di Torino*, socio delle *reali accademie delle scienze di Torino e Lucca,* dei *Fisiocritici di Siena,* della *Valdarnese del Poggio di Montevarchi,* della *Ligustica di Genova,* membro della *Commissione ministeriale permanente per lo studio delle acque*, Vicepresidente generale della *Società Chimica Italiana*, Cavaliere dell'*Ordine dei Santi Maurizio e Lazzaro*, Aggregato alla *Reale Accademia d'Italia*. Nel 1939 venne infine nominato senatore. A quel tempo venivano nominati al Senato coloro che più si distinguevano nei vari campi: scienze, lettere, arti, industria magistratura, etc. Nel 1934, Mario Betti conferì la laurea *Honoris Causa* a Guglielmo Marconi.

Tra il 1938 e il 1942 Mario Betti pervenne ai risultati dell'obiettivo che inseguiva da anni [6-9]. Quasi un secolo prima, Louis Pasteur (1822-1895) aveva affrontato il problema della differenza tra i composti organici asimmetrici, vale a dire quelle sostanze che, *allo specchio*, risultano invertite e quindi diverse perché non sovrapponibili. Nella loro sintesi tali composti possono quindi presentarsi in una forma o nell'altra, (definite rispettivamente levo o destrogire perché, se messe in soluzione, fanno ruotare la luce polarizzata verso destra o verso sinistra perciò detti otticamente attive). Tali composti, quando prodotti in natura, si presentano in una sola delle due forme, che è funzionale a reazioni successive biochimiche, mentre l'altra forma è inerte e inutile. Gli stessi, ottenuti per sintesi in laboratorio, presentavano invece la miscela delle due forme, detta racemo. Queste sostanze in natura sono numerose: molti zuccheri, aminoacidi, enzimi, sono non simmetrici, cioè possono presentarsi come una chiave che, se "realizzata speculare", non entra nella serratura. Metaforicamente, in natura mescolando ipoteticamente palmo e dita si forma solo una delle due mani, mentre in laboratorio si forma la miscela di entrambe, di cui una funzionale e una inutile. Il meccanismo chiave-serratura è alla base delle reazioni chimiche, come pure della funzione dei farmaci. In pratica, in laboratorio si otteneva la miscela delle due mani, quella attiva e quella inerte; in natura solo quella attiva.

Pasteur ne aveva concluso che questa differenza era dovuta alla mancanza della *vis vitalis*, cioè del soffio divino. Scriveva Pasteur: *"La dissimmetria molecolare è la grande caratteristica che stabilisce la sola linea di distinzione ben netta fra la chimica della materia morta e la chimica della materia vivente"* [18, 48]. L'argomento era stato ripreso dal fisico Premio Nobel Pierre Curie, successivamente nel 1894 dagli scienziati Joseph Achille Le Bel (1847-1930) e Jacobus Henricus van't Hoff (1852-

Mario Betti primo a sinistra seduto accanto a Ugo Schiff, in piedi con fiore all'occhiello Adrian Ostrogovich, Istituto di chimica farmaceutica Firenze maggio 1904.

1911), solo per citare quelli più noti [3; 5; 14; 20; 21]. Alcuni passi avanti erano stati fatti, ma per ottenere composti attivi, cioè esclusivamente una mano destra o sinistra da una reazione, continuava ad essere necessaria l'intervento biochimico di esseri viventi (muffe, lieviti, microrganismi), quindi in qualche modo della "*vita*".

Chimici americani, greci, francesi e tedeschi stavano tentando di risolvere il problema quando, con una pubblicazione intitolata *Chimica organica e vitalismo*, presentata in anteprima all'Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Lucca, Mario Betti annunciò al mondo di aver risolto quello che in molti a quel tempo definivano un "*grande enigma della natura*", sintetizzando composti attivi in laboratorio, cioè una sola delle due mani e non la miscela della mano destra e sinistra, con materie esclusivamente 'morte', ovvero di sintesi o artificiali [5].

L'idea innovativa di questo pionieristico esperimento fu l'utilizzo della luce solare polarizzata su sostanze gassose invece che liquide, che in questo modo avevano minori forze di attrazione interne. Betti utilizzò cloro e propilene sintetizzando 1.2 bicloropropano (oggi definito 1,2-dicloropropano) e da questo glicole propilenico, poi acido lattico ed infine alanina [9]. Tutti composti otticamente attivi.

Tutti i giornali dell'epoca, sia italiani che stranieri, si interessarono alla questione, quelli non scientifici particolarmente per i suoi risvolti filosofici, poiché la scoperta determinava la fine di un pregiudizio, cioè della 'misteriosità inimitabile della vita'. Un articolista commentò sulla terza pagina del quotidiano la Nazione del 26-27 aprile 1942: *"I professori Betti di altri tempi avrebbero rischiato il rogo da parte della santa inquisizione"*.

I commenti furono molti e, come sempre, ci furono tentativi di strumentalizzare l'evento. Come se la scoperta di Mario Betti potesse essere cavalcata, sia a livello politico che antireligioso. Realmente il suo concetto, estremamente scientifico e da ricercatore, chiariva semplicemente che la *vis vitalis* non c'entrava niente con la dissimmetria molecolare. Ma considerava invece realtà operante la *vis vitalis* come moderatrice di quel meraviglioso insieme di costruzioni e demolizioni che hanno sede negli organismi. Mario Betti aveva infatti un rispetto enorme per la natura e la vita e riteneva estremamente pericoloso voler forzare arbitrariamente i processi naturali. A conferma di ciò, aveva scritto in una relazione presentata precedentemente a questa scoperta, nel 1926, *Problemi ed aspetti della chimica della materia vivente*:

"*Come e perché quella trascurabile quantità di materia che costituisce il minuscolo seme di molti alberi grandi si sviluppi riproducendo fusto, rami, foglie, fiori, frutti […]. Come e perché la quantità quasi imponderabile di materia che costituisce il seme umano, che è il solo contributo "materiale" che l'uomo dà alla creazione di un nuovo organismo, contenga in sé e lasci poi sviluppare un essere avente spesso le stesse caratteristiche di sta-*

Aula magna di Bologna 5 maggio 1934, Mario Betti consegna laurea Honoris Causa a Guglielmo Marconi. primo piano da sinistra: Mario Betti preside della facoltà di scienze, Guglielmo Marconi, Alessandro Ghigi Rettore Università, Quirino Majorana ordinario di Fisica.

tura, di aspetto, di andamento, di atteggiamento mentale e perfino certe piccole imperfezioni fisiche e morali dell'essere progenitore […] problema formidabile: davanti al quale la nostra mente si arresta quasi intuendo nella Vita qualcosa al di sopra della realtà ed in noi stessi qualcosa al di là della morte […]. Problema del quale sembra vano chiedere la risoluzione alla scienza e allo sperimento, forse perché è prestabilito che rimanga celato all'uomo, a questo fanciullo curioso, il segreto della sua origine e della sua creazione" [3, 14 - vd. anche 4].

La genetica era agli albori. Il DNA fu scoperto oltre dieci anni più tardi.

Una curiosità: questa relazione, letta all'Archiginnasio di Bologna il 31 ottobre 1926, era stata scritta per l'ambiente universitario e addetti ai lavori, ma ebbe una nuova stesura con un linguaggio comprensibile anche a profani perché volle assistervi Benito Mussolini, in visita nella città felsinea. Egli variò così improvvisamente il programma ufficiale per l'inaugurazione del nuovo Stadio Littorio. Uscito dalla relazione, Mussolini subì il suo quarto attentato per mano del giovane anarchico Anteo Zamboni. Forse il corso della storia sarebbe stato diverso se Mussolini non avesse deciso di variare improvvisamente il programma stabilito.

La ricerca sulla sintesi di sostanze otticamente attive con materia morta rimase un lavoro iniziato ma purtroppo interrotto, questo va detto. Lo ha ben sottolineato Goffredo Rosini, cattedratico nella facoltà di Chimica Industriale di Bologna, incuriosito da una conferenza tenuta da Ryoji Noyori dell'Università di Nagoya, il quale aveva citato la scoperta di Mario Betti come bibliografia di base del suo studio rivoluzionario che gli è valso il premio Nobel per la chimica nel 2001. Rosini ha pubblicato una sua indagine a tal proposito, edita dall'Accademia dei XL di cui è socio, come 60 anni prima ne era stato socio Mario Betti. In questa pubblicazione del 2003 [20 e 21], facendo un parallelo tra le ricerche di Mario Betti e il Nobel Noyori, Rosini afferma come il campo di ricerche delle quali Betti è stato fu uno dei pionieri, sia oggi cresciuto in importanza sia dal punto di vista di ricerca di base che applicata con realizzazioni industriali di grande importanza. Rosini scrive quindi in questa sua pubblicazione:

"Possiamo dire che Betti e [Elio] Lucchi [suo assistente] nel 1940 sono andati molto vicini al successo, e sono trascorsi 62 anni dal lavoro del 1940 […]. Ritengo che senza grandi tentennamenti si possa convenire che i due ricercatori italiani siano stati dei pionieri nello studio dei problemi connessi alla asimmetria" [21, 111, 119].

Ma perché allora studi tanto pionieristici si interruppero? Perché il tempo è sovrano. Tra l'ultima comunicazione della sintesi di sostanze otticamente attive con materia morta presentata da Mario Betti il 19 aprile 1942 all'Accademia delle Scienze di Bologna e la sua morte, il 13 maggio dello stesso anno, trascorsero soli 24 giorni. Il male che lo affliggeva da tempo e che si era aggravato

negli ultimi mesi lo aveva costretto a notti insonni per la paura di non riuscire a concludere il proprio lavoro. Il giovane Elio Lucchi, suo assistente, morì tragicamente in un incidente l'anno successivo.

I loro successori cambiarono l'indirizzo delle ricerche nell'Istituto Ciamician, non avendo particolare conoscenza e interesse nel settore. I risultati ottenuti da Betti e Lucchi non hanno avuta conferma in esperimenti successivi, condotti da altri ricercatori [10]. In effetti lo studio del meccanismo della reazione di sintesi dell'1,2-dicloropropano a partire da propene e cloro elementare, non noto ai tempi di Betti ma con le conoscenze odierne, a distanza di 80 anni, esclude che la luce possa avere un ruolo nella sintesi preferenziale di uno dei due possibili enantiomeri. Come possibile spiegazione dei dati ottenuti da Betti e Lucchi si è anche adombrata l'ipotesi di falso [14]. Il tipo di scienziato e ricercatore sempre molto attento e scrupoloso che aveva sempre dimostrato di essere, i risultati dei suoi studi raggiunti in passato, lascia perplessi su dubbi del genere. Certo è che Betti si mostrò convinto dei risultati ottenuti, confermati in oltre 2 anni di sperimentazione. Scrive infatti nella memoria letta il 24 maggio 1941 alla Reale Accademia Lucchese di Scienze Lettere ed Arti:

"*Il tentativo e stato coronato dal pieno successo, poiché siamo riusciti ad ottenere la formazione di un composto ben definito, che è stato sottoposto ad analisi chimica e che è dotato di sicura attività ottica, destrogiro se ottenuto con la luce polarizzata circolarmente a destra, sinistrogiro con quella sinistra, composto che si può riscaldare e distillare senza che perda la sua attività ottica […]; la prima sostanza otticamente attiva ottenuta indipendentemente dalla Vita. Debbo confessare che è già più di un anno che questo resultato è stato da noi conseguito, ma data la portata del fatto che abbiamo accertato, è soltanto ora, dopo numerosissime riprove e dopo molteplici conferme, che mi sono deciso a renderlo pubblicamente noto"* [5].

Nel 1942 quindi, al momento della morte, la sperimentazione e i risultati erano stati riprovati e conseguiti per oltre due anni, ma i primi risultati erano già stati ottenuti fra 1937 e 1938 [6 e 7]. Alla morte di Betti, sulla sua scrivania sono stati trovati fogli, appunti, considerazioni, studi di risultati di reazioni in corso. Tutti questi documenti, in massima parte scritti a mano, furono raccolti frettolosamente in una busta e finiti in un deposito in soffitta, recuperati fortunosamente solo di recente. Forse un esame di tutto questo materiale da parte di studiosi, per non dire una sperimentazione che seguisse pedissequamente gli stessi protocolli, potrebbe permettere di trovare una attendibile spiegazione scientifica sul perché Betti e Lucchi ottennero i risultati che poi pubblicarono.

Le esequie di Mario Betti, di cui sono piene le cronache dell'epoca, furono maestose [1, 2 e 13]. A Bologna il 15 maggio 1942, insieme ad un enorme numero di autorità civili e religiose giunte da tutta Italia e a migliaia di persone che vollero rendergli l'ultimo saluto, sfilarono un plotone di guardie municipali ed il battaglione del 6° Genio con accompagnamento di musica reggimentale. L'Università sospese l'attività e Bologna si vestì a lutto e la notizia della scomparsa fu trasmessa alla radio. A Bagni di Lucca, dove fu portato per la sepoltura il giorno successivo, le dimostrazioni di affetto non furono da meno.

Concludo questo sintetico ricordo sottolineando come non solo la sua figura, ma l'intero periodo storico scientifico del primo Novecento potrà attingere a nuove e inedite notizie quando verrà completata l'analisi della corrispondenza ancora inedita di Mario Betti – di cui sono venuto recentemente in possesso dopo varie traversie familiari – attualmente oggetto di indagine e inventariazione. Questa è formata da diverse migliaia di lettere, tra le quali, oltre a quelle di chimici come Giacomo Ciamician, Ugo e Roberto Schiff, Raffaello Nasini, Guido Pellizzari, Nicola Parravano, Riccardo Ciusa, Adrian Ostrogovich, Angelo Angeli, Arnaldo Piutti, ne sono state trovate anche di Guglielmo Marconi, Enrico Fermi, Giovanni Gentile, Giovanni Pascoli e diversi altri tra studiosi, politici e artisti.

L'analisi di questi documenti sicuramente permetterà un approfondimento storico e porterà interessantissimi contributi sulla chimica e la scienza italiane della prima metà del secolo scorso.

BIBLIOGRAFIA

[1] Archivio privato di Massimo Betti, serie *Corrispondenza* e *Scritti*.

[2] Berlingozzi Sergio, 1951. *Mario Betti (1875-1942). Commemorazione del 18 gennaio 1953* […]. «Gazzetta chimica italiana», 83, pp. 693-719.

[3] Betti Mario, 1927. *Problemi ed aspetti della chimica della materia vivente. Discorso tenuto all'Archiginnasio di Bologna il 31 ottobre 1926 alla presenta di S. E. Benito Mussolini*. Pavia, Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi.

[4] Betti Mario, 1930. *Alchimia e chimica. Discorso letto il 9 novembre 1929 per la solenne inaugurazione degli studi nell'aula magna della R. Università di Bologna.* Bologna, Tipografia Paolo Neri.

[5] Betti Mario, 1941. *Chimica organica e vitalismo. Memoria letta il 24 Maggio 1941*. Lucca, Scuola tipografica Artigianelli.

[6] Betti Mario, Lucchi Elio, 1937. *Ricerche sulla sintesi asimmetrica totale*. «La ricerca scientifica» 8,11, pp. 130 e segg.

[7] Betti Mario, Lucchi Elio, 1938. *Ricerche sulla catalisi asimmetrica. Sintesi asimmetrica assoluta*, AA.VV. (a cura di), *Atti*

del X congresso internazionale di chimica – Roma, 15-21 Maggio 1938. Roma, Tipografia Editrice Italia, 1938 (5 voll.), II, pp. 112-116.

[8] BETTI Mario, Lucchi Elio 1940. *Ricerche sulla catalisi asimmetrica. Asimmetria indotta mediante il reattivo di Grignard*. «Bollettino scientifico della Facoltà di Chimica industriale - Bologna», 1,1-2, pp. 1-4.

[9] BETTI Mario, Lucchi Elio, 1942. *Ricerche sulla sintesi asimmetrica assoluta*. «Atti dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna», 9, pp. 203-214.

[10] BOLDT, Peter, Wilfried Thielecke, Hilmar Luthe, 1971. *Sind absolute asymmetrische Photosynthesen möglich?* «Chemische Berichte», 104, pp. 353-359.

[11] BONINO Giovanni Battista, 1943. *Commemorazione di Mario Betti.* «Atti della Reale Accademia d'Italia - Rendiconti della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali», 4, pp. 245-255.

[12] CARDELLICCHIO Cosimo, Maria Annunziata M. Capozzi, Francesco Naso, 2010. *The Betti Base. The Awakening of a Sleeping Beauty.* «Tetrahedron: Asymmetry», 21,5, pp. 507-517.

[13] COPPADORO Angelo, 1942. *Mario Betti*. «La Chimica e l'Industria», 24, p. 187.

[14] D'AURIA Maurizio, 2019. *La chiralità in reazioni fotochimiche. Un caso di falso?* Taddia Marco (a cura di), *Atti del XVIII Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica.* Roma, Accademia nazionale delle scienze detta dei XL, pp. 225-234.

[15] LOMBARDI-LOTTI Mansueto, 1975. *Adolfo e Mario Betti a cent'anni dalla nascita.* «Atti dell'Accademia lucchese di scienze lettere e arti, estr.

[16] LU JUN, et al., 2002. *Synthesis of chiral derived from the Betti base and their use in the enantioselective addition of diethylzinc to aromatic aldehydes*. «Tetrahedron: Letters», 43,46, pp. 8367-8369.

[17] NASO Francesco, 2017. *Mario Betti: A Giant in the Chemistry Scenario of the Twentieth Century*. «Substantia: An International Journal of the History of Chemistry», 1,2 pp. 111-121.

[18] PASTEUR Louis, et al., 1861. *Leçons de chimie professées en 1860.* Paris, Librairie de L. Hachette et C.ie.

[19] REBIZZI Roberto, 1931. *Le cure termali dei Bagni di Lucca*. «Rivista di idrologia, climatologia e terapia fisica», 42, pp. 3-11.

[20] ROSINI Goffredo, 1999. *L'autocatalisi in sintesi asimmetrica: una vicenda di chimica seguita e raccontata da uno spettatore*. «La Chimica e l'Industria», 81, pp. 231-238.

[21] ROSINI Goffredo, 2003. *In margine al conferimento della Laurea ad honorem a Ryoji Noyori: un'escursione nel passato della chimica bolognese sulle orme di Mario Betti ed Elio Lucchi.* «Rendiconti dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL - Memorie di Scienze Fisiche e Naturali», 27,1, pp. 99-133.