

Scienze botaniche e scienze della vita nel secolo XIX

PAOLO PUPILLO, ARIANE DRÖSCHER
Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Una rapida disamina degli sviluppi delle scienze delle piante nel secolo XIX mostra come si sia formato in quel periodo il corpus delle nozioni e dei concetti fondamentali della botanica d'oggi, dalla citologia e anatomia alla fisiologia vegetale e alla genetica, dalla fitogeografia alla sistematica evolutivista, e come queste scoperte abbiano molto contribuito ai sensazionali progressi delle scienze biologiche nel corso del Novecento e ai miglioramenti delle nostre condizioni di vita.

Se il primo impianto scientifico delle scienze delle piante risale ovviamente al “secolo dei lumi”, con personalità come Buffon, Linneo e Priestley, la botanica come scienza sperimentale è sorta indubbiamente nel XIX secolo. Fu questa l'epoca del progresso rivoluzionario delle scienze e delle tecnologie, della loro maturazione e diffusione universale; nacquero in quel secolo le macchine a vapore, i motori a combustione, le comunicazioni via filo e senza fili, la chimica che ha pervaso il nostro mondo nel bene e nel male, le basi scientifiche della medicina e dell'agricoltura. Nacque la scienza di massa, oggi insegnata nelle scuole e nelle università a milioni di persone, tutte variamente destinate a farne qualche uso; nacque la ricerca competitiva e quella applicata, che impegna altri milioni di persone nei laboratori e nella creazione di strumenti e prodotti sempre più sofisticati. Gli avanzamenti delle scienze delle piante non potevano che procedere di pari passo con quelli della Scienza nel suo insieme, all'interno della grande corrente. E infatti, sebbene ancor oggi alcuni studiosi di piante si immaginino partecipi di una comunità in certo modo speciale, lo sviluppo della botanica come scienza si accompagnò e s'intrecciò strettamente con la seconda rivoluzio-

ne scientifica del secolo XIX e in particolare con la nascita di quella disciplina che J.-B. de Lamarck nel 1802 chiamò “biologia”.

Origini della botanica nell'Ottocento

Nonostante le ampie conoscenze naturalistiche, si sapeva veramente poco di biologia prima dell'inizio del secolo XIX. Anche perché lo studio degli esseri viventi era sempre stato condizionato da finalità pratiche, in primo luogo dalle esigenze della medicina dei “semplici”, talvolta anche mischiato con idee e approcci ben lontani dalla realtà. Ancora agli inizi dell'Ottocento sono troppo scarse le conoscenze di base perché possano nascere fondate teorie di carattere generale nel vasto campo della biologia, e c'è quindi ancora spazio per le speculative congetture della “Filosofia della Natura” (la corrente filosofica capeggiata da Lorenz Oken in ambito naturalistico) e per l'idea della “forza vitale”, che si crede animare gli esseri viventi. Mentre Edward Jenner già sperimentava il primo vaccino del vaiolo, non cessava la polemica sull'origine delle malattie contagiose e si perpetuavano pratiche medi-

che assurde (ma non lo sapevano già le dame del Decameron fuggite da Firenze che la peste si diffonde per contatto?).

Ma ben presto, nel corso del secolo, si ebbe a partire dai maggiori Stati europei una spettacolare espansione di tutte le scienze della Vita, con progressi che ne fecero un'ampia e moderna disciplina sorretta da una organica base concettuale. Non diversamente dalle altre scienze, nella botanica e nella biologia dell'Ottocento si possono riconoscere alcune tendenze di fondo: la ricerca di leggi generali, superando lo studio delle singolarità; la diffusione della sperimentazione; il crescente ricorso ai metodi fisico-chimici nelle indagini; l'aumento di numero dei ricercatori; la diversificazione e specializzazione dei campi di ricerca; il crescente legame con le applicazioni, e quindi con vaste ricadute in campo medico, farmacologico, alimentare e agrario, dell'ambiente e della salute. Quei progressi che hanno cambiato radicalmente il modo di vivere della gente in tutto il mondo.

Teoria cellulare e morfologia

Ma se la moderna botanica lievitò all'interno del progresso di tutte le scienze ottocentesche, è pure da sottolineare l'apporto pionieristico che essa diede alla nascita della biologia in generale, in particolare nel campo della citologia, della morfologia, della sistematica e della genetica. La scoperta della cellula come base comune della organizzazione degli esseri viventi nella prima metà dell'Ottocento, pur precorsa dagli studi settecenteschi fra cui quelli di S. Gallini, F. Fontana, A. Compagnotti e B. Corti, fu salutata come il vero inizio della biologia scientifica. In Inghilterra Robert Brown, botanico sistematico fra i maggiori, dimostrò (dopo Goethe) la natura fogliare dei fiori e scoprì il nucleo e l'endosperma (ma resta celebre per avere descritto il moto fisico delle particelle detto "browniano"). In Francia furono rilevanti e anticipatori i contributi di personalità come R.J.H. Dutrochet, scopritore dell'osmosi, e quelli citologici di C. F. Mirbel (*Eléments de physiologie végétale et de botanique*, 1815). In Germania si sviluppò una importante corrente di ricerca sulla cellula (*Zellforschung*), che culminava con la "teoria

cellulare" di M.J. Schleiden (1838), ben presto estesa agli animali da Th. Schwann (1839). Insieme agli studi di H. von Mohl sulle pareti e il protoplasma (termine da lui stesso coniato), e dell'austriaco F. Unger (*Grundzüge der Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, 1846) i botanici giungono a individuare nella cellula la struttura di base di tutti i viventi; la figura 1 illustra come a metà secolo sia ormai piena e matura la comprensione dell'anatomia vegetale. Tuttavia, la formazione delle nuove cellule resterà discussa a lungo, ammettendosi la possibilità di origini diverse a seconda dei tipi cellulari. La divisione cellulare, già osservata da Bonaventura Corti, viene riconosciuta da K.W. Nägeli (1846) e altri (fra i quali l'algologo padovano Meneghini) come meccanismo prevalente, ma ancora non unico. Il categorico aforisma "*Omnis cellula e cellula*" del medico R. Virchow (1857) verrà a chiudere la questione, ma sarà definitivamente esteso ai vegetali da E.A. Strasburger solo nel 1879. A Nägeli va anche il merito della scoperta della divisione del nucleo e dei plastidi (1844-46). Anche nel campo della sessualità delle piante, pur dimostrata dal tedesco J. Camerarius a fine '600 e confermata dagli esperimenti di ibridazione di G. Koelreuter (1761), si entra nel secolo XIX con poche idee e vaghe. Il significato dei fiori è stato bensì svelato (1793) dal reverendo Ch. K. Sprengel, le cui meticolose osservazioni sciolgono finalmente l'enigma dell'impollinazione tramite insetti e altri animali, o mediata dal vento, ma Sprengel resta quasi ignorato fino alla sua rivalutazione da parte di Darwin. Giovanni Battista Amici, fisico modenese emigrato a Firenze, osserva in *Tradescantia* la germinazione del polline e il tubetto pollinico (1823) che cresce verso il basso fino a raggiungere il centro del fiore: il polline è dunque il portatore dell'agente fecondatore maschile ("elemento": a lungo si pensò che fosse un gas!), mentre la cellula all'interno del fiore rappresenta l'uovo. Ma a quel punto le acque vengono intorbidate dall'autorevole Schleiden, che si intestardisce a dichiarare il polline "elemento femminile" credendo di vedere l'embrione formarsi in fondo al tubetto pollinico; fino a quando non si schiera a favore dell'Amici il mondo scientifico (fra cui Mohl e il giovane Strasburger, che in seguito descri-

verà tutte le cellule del sacco embrionale e la fecondazione con fusione dei nuclei). Da qui in poi i risultati si infittiscono e si integrano reciprocamente.

Spetta al geniale W. Hofmeister, autodidatta nativo di Lipsia e autore di una serie di penetranti indagini sulle "crittogame" (muschi, epatiche, felci), descrivere il sacco embrionale in 40 specie di piante con fiori e quindi scoprire l'alternanza di generazioni fra sporofito e gametofito ("protallo") dai muschi alle gimnosperme e alle angiosperme stesse (*Vergleichende Untersuchungen...*, 1851), aprendo la strada a una interpretazione generale dell'evoluzione dei vegetali. Una visione che sarà presto completata in una travolgente ondata di ricerche, condotte in gran parte nel nuovo Stato di Germania, che colgono la sorprendente unitarietà del meccanismo di divisione cellulare in piante, animali e funghi: una basilare identità citologica sancita da Eduard Strasburger, professore a Bonn. E infine vie-

ne scoperta, sempre da Strasburger (Fig. 2), la meiosi come meccanismo riduzionale comune fra la fase diploide e quella aploide di tutti quegli esseri viventi che oggi definiamo eucarioti. La base materiale dell'eredità viene quindi identificata nella "sostanza cellulare" e forse nel nucleo; perciò sarà ipoteticamente associata ai cromosomi, la cui costanza numerica specie-specifica viene rivelata dallo stesso Strasburger.

È questa serie di fondamentali scoperte che si susseguono incalzanti nella seconda metà del secolo XIX – che come in altre scienze porta una impronta tedesca (e dell'elemento ebraico-tedesco) – che innestandosi sul forte tronco della teoria dell'evoluzione va a costituire la vera base della moderna biologia e dei suoi spettacolari successi nel secolo successivo. Con anticipazioni anche audaci: basti pensare alla ipotesi di una origine abiotica della Vita, non nuova ma riformulata con preveggenza chiarezza da Nägeli (1883) in base alla sua "teoria delle micelle". O, a fine secolo, alla proposta della natura "simbiotica" della cellula eucariota per successivi apporti organellari da parte del russo I.I. Mec'nikov (il "padre" dei fagociti, che osservò a Messina, 1882-86) in profetico anticipo sulle più recenti scoperte.

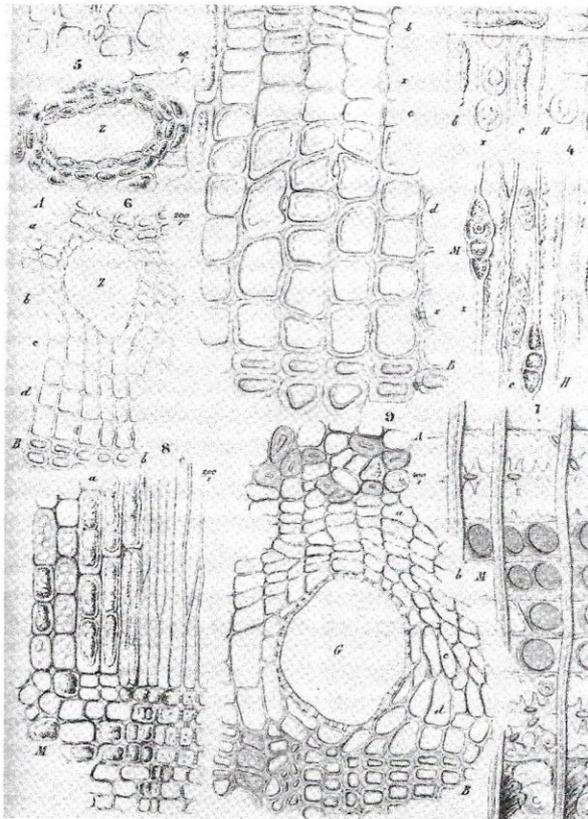


Fig. 1 – Sezioni di legno (xilema secondario) di pino rosso (*Pinus sylvestris* L.) nel disegno di H. Schacht (*Die Pflanzenzelle*, 1852).

✓ Evoluzione e sistematica

Ma torniamo all'immenso campo della "biodiversità" e dell'evoluzione biologica. Legate al rapido sviluppo delle conoscenze sistematiche, precoci idee evoluzionistiche circolavano negli ambienti colti europei già nella seconda metà del Settecento, in particolare ad opera del Buffon, ma con radici più antiche: si fa risalire infatti ad Andrea Cesalpino e all'inglese John Ray il primo concetto di una comune ascendenza, come base e movente del grande albero della Vita. Le somiglianze e le omologie che emergono negli organi e nell'articolazione sistematica dei viventi (i generi raccolgono più specie, le famiglie contengono più generi) suggeriscono l'esistenza di progenitori comuni e perciò evocano un ordinamento sistematico "naturale", basato cioè su reali parentele (affinità filogenetiche). Partendo da questa ancor vaga visione evoluzionistica, la migliore bo-

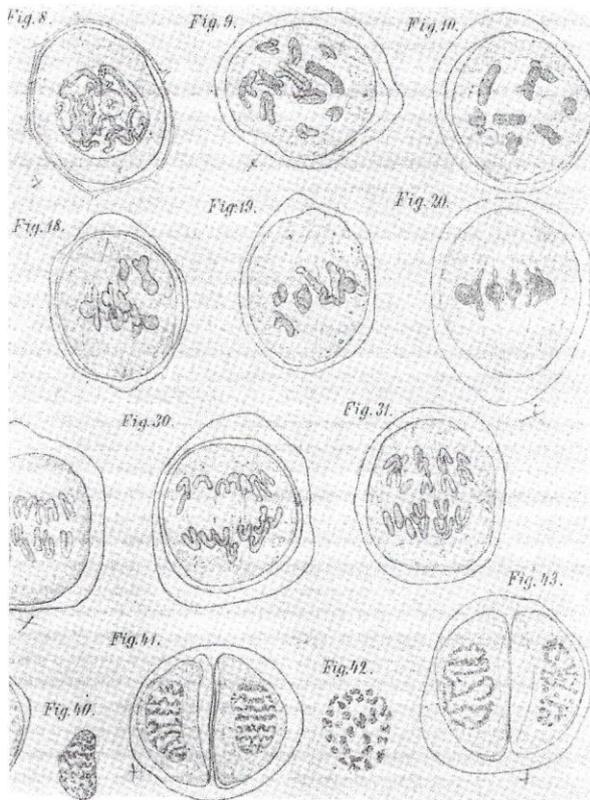


Fig. 2 – Divisioni meiotiche in cellule madri del polline di *Fritillaria imperialis* L. (E. Strasburger, 1882). Le fritillarie (Liliaceae) hanno i cromosomi più grandi e la massima quantità di DNA nucleare fra tutte le piante, perciò si prestano molto bene all'osservazione microscopica.

tanica sistematica francese del secondo '700 assume una funzione intellettuale di punta. Il concetto di evoluzione si va plasmando: da Bernard de Jussieu, le cui idee di un sistema "naturale" vengono trasposte e realizzate dal nipote Antoine-Laurent nel Jardin des Plantes di Parigi, ormai quasi a cavallo dei due secoli, a M. Adanson teorico di un ordinamento basato su "tutti" i caratteri dei viventi, fino ad A.P. De Candolle; per essere infine raccolto dal Lamarck in una esplicita e ambiziosa teorizzazione. In Germania queste idee anticipatrici non mancarono di influenzare Goethe e la sua "*Metamorphose der Pflanzen*" (1797), che tanto effetto ebbe nello stimolare gli studi di morfologia e citologia vegetale e ontogenesi. Toccò infine a Charles R. Darwin cogliere, tra l'altro, le correnti botaniche sia francesi che tedesche e tracciare la via maestra di una te-

oria generale dell'evoluzione basata sull'adattamento selettivo dei viventi al loro ambiente, nel saggio "*On the origin of the species by means of natural selection*" (1859). Come è noto, Darwin non fu solo; già suo nonno Erasmus aveva pubblicato un libro di ispirazione evolucionistica, e va ricordato il giovane A. R. Wallace che elaborò concetti simili. Tuttavia a Darwin va il merito indiscutibile della teoria. Questa influenzò a fondo il pensiero dei botanici, molti dei quali – fra i più autorevoli – nell'ultimo terzo del secolo si fecero convinti paladini del darwinismo, sebbene Strasburger distinguesse tra l'evoluzione come fatto accertato e la selezione naturale come ipotesi. Negli stessi anni un forte contributo in senso evolucionistico viene dalla nuova scienza delle piante fossili, la Paleobotanica, che nasce in Francia con A. Brongniart (1828) e nel mondo tedesco con F. Unger, e conosce nei decenni successivi una crescita esplosiva, con un ruolo centrale di studiosi britannici come H. Scott e R. Kidston. A questi ultimi si deve, in buona misura, il nuovo tracciato della storia evolutiva delle piante: basti pensare alle "psilofite" devoniane di Rhynie e alla scoperta delle pteridosperme.

In parallelo all'affermazione del credo evolucionista, alla scoperta della cellula e delle sue funzioni quale fondamento unitario degli esseri viventi, e alle grandi sintesi dell'evoluzione e filogenesi dei vegetali, si è così venuta a stabilire nella seconda metà del secolo XIX – e in pratica fino ad oggi – la moderna sistematica. Che ormai è in grado di tracciare un quadro attendibile della biodiversità vegetale, dalle alghe alle angiosperme passando per le briofite e le felci (pteridofite). Solo i funghi, da sempre attribuiti al "regno vegetale", hanno da allora cambiato di posto in quanto più affini al "regno animale", un punto di vista che si è consolidato da pochi decenni al seguito della genetica molecolare. Ma si può dire che nella seconda metà dell'Ottocento il primato nella sistematica dei vegetali passò dalla Francia agli Inglesi, con J.D. Hooker (e il suo monumentale trattato *Genera Plantarum*, 1883), e ai Tedeschi con A.W. Eichler, fino all'opera di A. Engler (*Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 1887-1911) che rappresenta la sintesi e il coronamento della botanica evolucionistica clas-

sica (per quanto certe sue concezioni siano superate, come la supposta primitività delle piante “anemogame” – impollinate dal vento). La fitogeografia, nata con A.P. de Candolle e A. von Humboldt e portata sul proscenio dalla teoria darwiniana, sale al rango di scienza autonoma con Hooker e l’alsaziano A.F.W. Schimper (*Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage*, 1898).

Le funzioni dei vegetali

L’enorme fermento in campo botanico che abbiamo provato a delineare in queste poche pagine fa parte della storia della scienza e del progresso civile verso un mondo che si vuole dominato dalla Ragione, ma non incide direttamente sulla vita dell’Uomo. Tuttavia, studiare le piante significa anche migliorare l’agricoltura trasformando le pratiche empiriche tradizionali in tecniche moderne, fondate su basi e conoscenze certe, e manipolare con più efficacia le piante, piegandole e modificandole secondo le volontà e le necessità umane. Ma significa anche comprendere il fondamentale ruolo del mondo vegetale nel far vivere con la sua “produzione primaria” tutto ciò che si muove sulla Terra, e così aprire le porte alla comprensione dell’ambiente. Perché botanica non vuol dire dare solo il nome a una pianta: quello è l’inizio e non la fine della ricerca (e nemmeno *il fine*).

Agli inizi del secolo XIX non si sapeva quasi niente di come funzionano le piante, nonostante gli esperimenti precursori di Hales, Priestley, Ingen-Housz, Senebier (*Physiologie végétale*, 1800) e le loro prime scoperte su respirazione e fotosintesi: con la notevole novità del ruolo della luce (mai sospettato dagli antichi), e gli scambi di anidride carbonica e ossigeno. Tocca al ginevrino Nicolas-Théodore de Saussure (*Recherches chimiques sur la Végétation*, 1804) chiarire i diversi ruoli dei fattori ambientali, i rapporti quantitativi della fotosintesi e l’assorbimento di acqua e dei nutrienti minerali dal terreno: il primo programma moderno di ricerche fisiologiche, reso possibile dagli studi di Lavoisier e di Dalton. In seguito, J. Liebig identifica una serie di elementi e composti utili alle piante, con applicazioni

in agricoltura e nell’industria (1840). Ma non sembra infondato il suo rimbroto ai botanici contemporanei, di trascurare lo studio “scientifico” delle piante perché inesperti di chimica; invano cerca di chiamare alla sua università (Giessen) l’austriaco F. Unger, fra i pochi inclini a praticare le nuove metodologie, ma poi professore a Vienna (1850, prima cattedra di Fisiologia vegetale della storia). E intanto si avviano le prime iniziative pubbliche di ricerca in agricoltura: verso la fine del secolo in Germania si conteranno più di 80 stazioni di ricerca in campo agro-forestale, che insieme alla capillare diffusione della botanica accademica in decine di università, con scienziati illustri, producono risultati straordinari. Valga citare un solo caso: la scoperta dell’assimilazione microbica dell’azoto molecolare nelle radici di leguminose (Hellriegel e Wohlfahrt, 1888), che spiega l’arricchimento dei suoli in pratiche tradizionali come il sovescio e l’alternanza delle colture.

Nel pieno del grande fermento di ricerche di base e applicate emerge la figura di Julius Sachs, allievo di Purkinje e fondatore della moderna fisiologia vegetale. Grande sperimentatore e teorico, autore di un testo basilare, Sachs reimposta tutta la materia su nuove basi: dalla fotosintesi agli effetti morfogenetici della luce e ai tropismi (inventa quello strumento di studio del gravitropismo che è il clinostato, tuttora in uso). Il suo allievo W. Pfeffer lo segue, specializzandosi negli equilibri delle membrane vegetali e inventando l’osmometro, e scrive l’altro celebre testo, *Pflanzenphysiologie* (1881). In questo periodo il movimento sperimentale è già di livello europeo; ad esso attingono e contribuiscono studiosi di diverse nazionalità, anche con periodi di studio presso i laboratori stranieri più accreditati. Questo fenomeno verso la fine del secolo ormai si coagula in un formidabile impulso alla universalizzazione della scienza: mentre il russo S.G. Navashin scopre a sorpresa la “doppia fecondazione” delle piante con fiori, a Vienna A. Kerner, straordinario conoscitore della biodiversità del mondo vegetale, scrive il saggio *Pflanzenleben* (La vita delle piante), ancor oggi imitato – soprattutto nel titolo. Così inizia anche il processo di integrazione delle conoscenze tradizionali di molti Paesi extra-

europei con le nuove acquisizioni scientifiche: dal Giappone alla Cina all'India, dagli U.S.A ai Paesi del Sud America, con effetti importanti soprattutto nei campi della sistematica, della biogeografia, della floricoltura e della farmacologia.

Nonostante questi progressi, è pur vero che nel secolo della Scienza non si dispone ancora di tutti gli strumenti metodologici necessari. Si pensi che solo a fine secolo il russo Tsvet (nato ad Asti) introdurrà la prima tecnica cromatografica su colonna, separando le varie clorofille e i carotenoidi (suo il termine). Fino agli anni '40 del Novecento non si sa quasi niente di come funziona la fotosintesi, pur riconosciuta come il metabolismo che, unico, sostiene la vita e muove il mondo. Nel 1873 un chimico si chiede: forse la CO_2 e l' H_2O si combinano a dare O_2 e formaldeide HCHO , da cui i carboidrati ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)? È tutto sbagliato, ma i libri di scuola fin dopo la metà del '900 restano fermi lì, benché si sappia già che l' O_2 deriva dall'acqua (nei tilacoidi) e non dalla CO_2 , che per parte sua viene organicata e ridotta da un sistema raffinato di enzimi. La patologia vegetale nasce e si afferma con A. de Bary, professore a Strasburgo, ma per decollare dovrà attendere Pasteur, Koch e i prodigiosi sviluppi della microbiologia. Ma, ancora più sorprendente, per tutto l'Ottocento restano nell'ombra le correlazioni di crescita e gli straordinari ormoni vegetali, come l'auxina, la cui esistenza è pure suggerita da Darwin. Infatti: il grande Darwin noto a tutti, o quasi, come zoologo evoluzionista si occupò di piante per la maggior parte della sua vita, scrisse molti libri su argomenti botanici piuttosto insoliti e figura a buon diritto fra i pionieri delle indagini sperimentali sui vegetali.

Resta il fatto che la scienza ottocentesca seppe creare un quadro concettuale valido per morfologia, struttura, funzione ed evoluzione delle piante, che ha grandemente contribuito alle scoperte biologiche del Novecento. E seppe, inoltre, trasferire alle scienze vegetali applicate le nozioni utili a porre l'uso delle piante su una base concettuale solida e razionale, a partire dalla composizione in nutrienti del suolo fino alla autoecologia di ogni specie: le preferenze in fatto di temperatura, illuminazione

e stagionalità, fenologia, produttività primaria, effetti morfogenetici e delle temperature, agenti impollinatori, simbiosi (in particolare le micorrize e le nodulazioni batteriche).

E in Italia?

Il nostro Paese, diviso fra molti Stati, che aveva dato i natali al grande M. Malpighi fondatore dell'anatomia microscopica animale e vegetale, contava nella seconda metà del Settecento insigni studiosi, da Spallanzani a Morgagni a Galvani, oltre a tantissimi meno noti. Fra essi, il reggiano B. Corti scopre il movimento citoplasmatico (ciclosi, in *Chara*) e la divisione cellulare nel 1774, pur senza riconoscerla come tale; Antonio Scopoli, professore a Pavia, acquista fama internazionale come botanico sistematico. Ma questo precoce primato non si consolida nei primi decenni dell'Ottocento. È vero che negli anni 1840 la lichenologia veneta primeggia in Europa; che l'Amici scopre il meccanismo della fecondazione nelle piante, inventa le lenti acromatiche del microscopio e l'obiettivo a immersione; e il medico e anatomo F. Pacini identifica e descrive nel 1854 il vibrione del colera (Fig. 3) trent'anni prima di Koch; ma gli Italiani non sono più all'avanguardia. Scarso il sostegno delle istituzioni, poche le buone università, localistico e arretrato il cuore rurale del Paese, diffidente la Chiesa: non a caso gli studi più vivaci si svolgono nell'ambiente internazionale del Granducato di Toscana. Del resto, ancor oggi in Italia non si inquisiscono a mo' di untori i batteriologi che studiano la *Xylella* e si prova a condannare medici per aver somministrato vaccini sospetti di produrre autismo? Insomma non è tutto scontato nella conoscenza scientifica e nella sua acquisizione culturale; forse anche per questo la ricerca biologica da noi è così difficile e squattrinata (salvo qualche settore protetto), come mai si vede altrove!

Come che sia, la botanica italiana ottocentesca si esprime soprattutto nell'indagine floristica, in prevalenza sul territorio nazionale. Ancor prima dell'unificazione nel nuovo Regno, spetta ad Antonio Bertoloni, professore

a Bologna (Fig. 4), curare la prima *Flora italiana* in 10 volumi (1833-1858) salutata con entusiasmo dagli studiosi dei vari Stati. Fra questi merita citare Michele Tenore, autore della fondamentale *Flora Napolitana*, mentre il palermitano Filippo Parlatore, professore a Firenze, intraprenderà una seconda, moderna Flora nazionale, purtroppo interrotta prematuramente, e fonda l'Erbario nazionale e il *Giornale Botanico Italiano*. La botanica come disciplina e come attività di ricerca trova poi occasione di consolidamento nelle numerose cattedre delle facoltà di Scienze e di Farmacia delle nuove università del Regno d'Italia, sorte in quasi tutte le regioni. Anche l'esempio estero di impegno nelle scienze applicate, pubblico e privato, viene seguito nel nuovo Stato con le prime stazioni sperimentali di chimica agraria, agronomia, enologia, zootecnia e "crittogamia" (a Pavia), e con la Stazione Zoologica di Napoli fondata da A. Dohrn. I contributi degli Italiani alle scienze della vita furono riconosciuti con l'unico premio Nobel per la Medicina, attribuito a Camillo Golgi al volgere del secolo.

Botanica e genetica

A proposito di botanica come fecondatrice e precorritrice della scienza biologica in generale, come dimenticare il suo apporto al sorgere della genetica? Qui si erge la figura dell'abate G. Mendel (*Versuche über Pflanzenhybriden*, 1866), fondatore di un sistema concettuale completamente nuovo, in un'epoca in cui la sintesi darwiniana aveva acceso le luci della ricerca sui fondamenti dell'eredità, ma senza chiarirli. Ancor oggi non si può non ammirare il lucido rigore e l'inflessibile metodo con cui Mendel seppe organizzare i suoi esperimenti con le piante dell'orto conventuale di Brno (Brünn); e con quale acume seppe darne le interpretazioni corrette, subito sottoposte a verifica quantitativa mediante reincroci e test combinatori. Dai dati si confermava l'esistenza, che già Mendel sospettava, di numerosi e distinti "elementi" (*Anlagen*) separati e indipendenti, ultimi responsabili di quei caratteri visibili



Fig. 3 – Il vibrione isolato dalle feci di un malato di colera. Disegno e appunto di Filippo Pacini, 1854. Da Giusberti F., Piro F., Sabbatani S., *Acqua, ricchezza e salute: il colera a Bologna nel XIX secolo*. Ed. Compositori, Bologna 1999.

degli organismi (oggi definiti fenotipici) che costituivano l'oggetto della sperimentazione. Molto tempo dopo, gli "elementi" di Mendel furono considerati i precursori del concetto classico del gene. Troppo avanti rispetto ai suoi tempi, Mendel non fu compreso appieno nemmeno dal Nägeli, forse fu un po' snobbato (Darwin non aprì il plico delle sue pubblicazioni) e dopo qualche insuccesso abbandonò i suoi esperimenti, che furono riscoperti a fine secolo indipendentemente da tre botanici (C.E. Correns, H. de Vries, E. Tschermak von Seysenegg).

Ma a questo punto, ormai nel '900, acquisiti i geni, i cromosomi e le mutazioni, c'era tutto l'armamentario concettuale per dare inizio alla genetica moderna con Th.H. Morgan. Arrivati Watson e Crick al momento giusto si apriva l'evo futurista del DNA, che è solo cominciato. Ma bisogna convenire che i grandiosi sviluppi della genetica affondarono sì le loro prime radici nella botanica, ma da questa non hanno poi preso il volo: l'era dell'*Arabidopsis thaliana*, la piccola crucifera che ha colonizzato migliaia di laboratori in tutto il mondo, è venuta vari decenni dopo la *Drosophila*, e dopo la genetica dei batteri e dei virus. Oggi è piuttosto l'impeto trascinate della "biologia molecolare" che smuove (a fondo) le scienze delle piante. Ed è proprio questo innesto che lascia intravedere nuovi e affascinanti scenari per il futuro.



ANTONII BERTOLONII EQ.

*Antoni Bertoloni pisanus professor Florae
Botanicæ austriacae in universitate Vindobonensi*

Fig. 4 – Antonio Bertoloni (1775-1868), ritratto in *Flora Italica* (1833).

Botanici del secolo XIX citati

Amici, Giovanni Battista (Modena 1786 – Firenze 1863)
 Bertoloni, Antonio (Sarzana 1775 – Bologna 1868)
 Brongniart, Adolphe-Théodore (Parigi 1801 – Parigi 1886)
 Brown, Robert (Montrose 1773 – Londra 1858)
 Candolle, Augustin Pyrame de (Ginevra 1778 – Ginevra 1841)
 Dutrochet, René-Joachim-Henri (Néon 1776 – Parigi 1847)
 Eichler, August Wilhelm (Neukirchen 1839 – Berlino 1887)
 Engler, (Gustav Heinrich) Adolf (Sagan 1844 – Berlino 1930)
 Hofmeister, Wilhelm (Friedrich Benedikt) (Lipsia 1824 – Lipsia 1877)
 Hooker, Joseph Dalton (Halesworth 1817 – Sunningdale 1911)
 Humboldt, Alexander (Friedrich Wilhelm Heinrich) von (Berlino 1769 – Berlino 1859)
 Jussieu, Bernard de (Lione 1699 – Parigi 1777)
 Jussieu, Antoine-Laurent de (Lione 1748 – Parigi 1836)
 Kerner von Marilaun, Anton (Joseph) (Mautern a. d. Donau 1831 – Vienna 1898)

Kidston, Robert (Bishopston House 1852 – Gilfach Goch 1924)
 Meneghini, Giuseppe (Padova 1811 – Pisa 1889)
 Mendel, Gregor (Johann) (Heinzendorf 1822 - Brünn-Brno 1884)
 Mirbel, Charles-François Brisseau de (Parigi 1776 – Champerret 1854)
 Mohl, Hugo von (Stoccarda 1805 – Tubinga 1872)
 Nägeli, Karl Wilhelm von (Kilchberg 1817 – Monaco B. 1891)
 Navashin, Sergei Gavrilovich (Tsarevs'cina 1857 - DetskojeSelo-Pushkin 1930)
 Parlato, Filippo (Palermo 1816 – Firenze 1877)
 Pfeffer, Wilhelm (Friedrich Philipp) (Grebenstein 1845 – Lipsia 1920)
 Sachs, (Ferdinand Gustav) Julius von (Breslavia-Wroclaw 1832 – Würzburg 1897)
 Saussure, Nicolas-Théodore de (Ginevra 1767 - Ginevra 1845)
 Schimper, Andreas Franz Wilhelm (1856-1901)
 Schleiden, Matthias Jakob (Amburgo 1804 – Francoforte 1881)
 Scott, Henry (Dunkinfield) (Londra 1854 – Basingstoke 1934)
 Strasburger, Eduard Adolf (Varsavia 1848 – Bonn 1912)
 Tenore, Michele (Napoli 1780 – Napoli 1861)
 Unger, Franz (Joseph Andreas Nicolaus) (Gut Anthofen 1800 – Graz 1870)

Letture

ALLAN M. (1977) – *Darwin and his Flowers. The Key to Natural Selection*. London, UK: Faber and Faber.
 BROWNE J. (1983) – *The Secular Ark: Studies in the History of Biogeography*. New Haven: Yale University Press.
 FARBER P. (2000) – *Lawrence: Finding Order in Nature: The Naturalist Tradition from Linnaeus to E.O. Wilson*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
 HARRIS H. (1999) – *The Birth of the Cell. New Haven – London: Yale University Press*.
 MÄGDEFRAU K. (1992) – *Geschichte der Botanik: Leben und Leistungen großer Forscher*, 2^a ed. Stuttgart: Gustav Fischer.
 MORTON A.G. (1981) – *History of Botanical Science*. London: Academic Press.
 NICKELSEN K. (2015) – *Explaining Photosynthesis: Models of Biochemical Mechanisms, 1840-1960*. Dordrecht: Springer.
 VOLPONE A. (2008) – *Gli inizi della genetica in Italia*. Bari: Cacucci Editore.