

MARIO FERRARI

## PRIMO CENTENARIO DELLE LEGGI DI MENDEL

### BRNO E TRENTO

Il Consiglio Accademico ha ritenuto opportuno che anche la nostra Accademia ricordi il primo centenario della scoperta delle leggi di Mendel e della nascita della genetica. Brno, la città dello Spielberg e di Silvio Pellico, punto di incontro di austriaci e di moravi, si trovava in condizioni spirituali e politiche assai simili a quelle della Regione Trentina. Anche la Società di Storia Naturale di Brno, alla quale Mendel affidò la sua originale e importantissima memoria, aveva la fisionomia delle Società culturali della nostra Regione e in particolare dell'Accademia degli Agiati.

Il successo immenso delle leggi di Mendel dimostra quanto esse siano utili e spesso necessarie per favorire lo sviluppo di germi di genio che altrimenti sarebbero fatalmente soffocati.

La scoperta, che segna l'inizio di una nuova disciplina nell'ambito delle scienze biologiche, fu appunto resa nota, in un modesto manoscritto di quarantotto cartelle, alla Società di Scienze Naturali di Brno. La lettura avvenne nelle due riunioni mensili della società dell'8 febbraio e dell'8 marzo del 1865.

L'ambiente era senza pretese; lo studioso sconosciuto. Ma, nella sua umiltà, egli era un cercatore della verità, un esploratore dell'uomo e dell'universo; e stava per annunciare al mondo uno dei più stupendi e fondamentali segreti della natura: le leggi che regolano la trasmissione dei caratteri ereditari, che permettono agli organismi, grandi e piccoli, vegetali e animali, di essere se stessi.

## PRIME DIFFICOLTÀ

Mendel era un ricercatore isolato, non legato ad alcuna delle grandi scuole universitarie. Dovette aprire la sua strada completamente da solo. Anzi le difficoltà furono così vaste, dall'inizio alla fine, che egli morì senza il minimo riconoscimento nel mondo della Scienza.

Prima difficoltà fu la povertà della famiglia. Mendel nacque ad Heizendorf, oggi Hyncice, nella Slesia, il 22 luglio 1822, da genitori poveri. Eppure essi furono i suoi primi maestri, che gli impartirono un insegnamento decisivo per i suoi studi futuri. Il padre, forte e tenace, gli insegnò, col duro lavoro dei campi, la perseveranza; la madre, una umile ma deliziosa figura di donna, gli istillò l'amore ai fiori e lo iniziò alla loro coltivazione. I genitori vedendo l'intelligenza pronta e acuta del figlio, nonostante la loro povertà, trovarono i mezzi per mandarlo al ginnasio di Opava (Troppau). Finite le scuole medie, forse per quella via misteriosa che dallo studio delle scienze porta inevitabilmente alla contemplazione del mistero dell'Infinito, il giovane Mendel sentì maturare nel suo cuore la soave attrattiva verso l'alto ministero del sacerdote. Quell'anno, 1840, si iscrisse al corso di filosofia scolastica, e, nel 1843, chiese di essere ammesso come novizio nel monastero degli Agostiniani di Brno. Lo accolse un abate, santo e intelligente, Cyrill Franz Napp, che era stato anche nelle prigioni dello Spielberg per confortare i prigionieri italiani. Mendel assunse qui il nome di Gregorio (il nome di battesimo era Giovanni) (vedi tav. II-V e fig. 10).

Dopo lo studio della Teologia egli si buttò con la passione del neofita nello studio delle scienze naturali. Ma furono proprio i « suoi studi » a procurargli le prime acute sofferenze. Frequentò dapprima la Scuola di Agricoltura di Brno; quindi gli fu affidato l'incarico dell'insegnamento di matematica e di lettere nel ginnasio inferiore della vicina cittadina di Znojmo. Ma allorché tentò l'esame di abilitazione all'insegnamento fu dolorosamente respinto « per scarsa conoscenza in *botanica* », la disciplina che prediligeva. L'abate Napp, che aveva compreso il giovane studioso e ne aveva apprezzato l'alta intelligenza, per questo primo insuccesso, non perse la fiducia in lui; e dispose che frequentasse per un triennio la Facoltà di Scienze nell'Università di Vienna.

Ma la conclusione dei suoi studi universitari fu un altro insuccesso (1853); non fu ammesso alla laurea né ottenne un diploma.

## ESPERIMENTI SUGLI IBRIDI DI PIANTE

Fu costretto a tornarsene a Brno, piuttosto mortificato e avvilito. Riprese l'insegnamento come supplente di matematica, fisica e scienze naturali, questa volta nella Reale Scuola di Stato (Istituto Tecnico) di Brno. L'anno seguente, nel 1854, iniziò alcune ricerche sulla coltivazione dei fiori. Aveva aspirazioni molto discrete: mirava ad ottenere, attraverso vari incroci, piante ornamentali con nuovi colori.

« Lo spunto per gli esperimenti in appresso descritti veniva offerto dalle fecondazioni artificiali – così inizia la sua famosa nota "Esperimenti sugli ibridi" – praticate alle piante ornamentali per ottenere nuove varianti di colore. La sorprendente regolarità con cui sempre si ripetevano le medesime forme ibride, ogni qualvolta la fecondazione avveniva fra le stesse varietà, invitava ad eseguire ulteriori esperimenti allo scopo di seguire lo sviluppo degli ibridi nei loro discendenti » (1).

Egli aveva la mentalità dello statistico e le intuizioni del genio: si mise a enumerare le variazioni degli incroci ottenuti e si accorse che i gruppi dei vari individui possedevano regolarità, costanza e giusta proporzione.

Dopo varie esperienze orientative, egli scelse per gli esperimenti di incrocio, cioè di impollinazione artificiale, piante appartenenti alla famiglia delle Leguminose (Papilionacee), per la forma tipica del fiore, nel quale il pistillo, ben protetto e avvolto dai due petali della carena, esclude la fecondazione da parte di polline estraneo. Un'altra garanzia di riuscita, nelle ricerche su queste piante, proveniva dal fatto che esse, di regola, in natura si moltiplicano per autofecondazione.

## LE LEGGI DI MENDEL

Egli eseguì quindi le sue esperienze su varie centinaia di piselli (*Pisum sativum*) e scelse varietà a seme giallo (dominante) e a seme verde (recessivo) intuendo che questi due caratteri sono contrapposti e si escludono a vicenda, cioè sono *allelomorfi*. I piselli nati dall'incrocio delle due varietà erano tutti eguali, e precisamente a seme color giallo. Esperienze analoghe compì con piselli a seme rugoso (recessivo) e con piselli a seme liscio (dominante). Il primo passo fortunato, che assicurò

---

(1) GREGOR MENDEL: *Versuche über Pflanzen-Hybriden*. Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brün. Bd. IV, 3-47, 1866 (tav. VI).

la riuscita, fu appunto la scelta degli allelomorfi e la scoperta dei caratteri dominanti negli individui eterozigoti (incrociati) rispetto ai relativi alleli.

Dei caratteri costituenti una coppia di alleli (= individui portanti caratteri contrapposti) l'uno, detto dominante, prevale sull'altro, detto recessivo, e si manifesta negli ibridi di prima generazione, mentre l'altro rimane latente.

Egli poteva ormai enunciare la *prima legge*, che chiamò della *dominanza*: *i prodotti dell'incrocio tra due individui portanti caratteri allelomorfi sono tutti eguali, e hanno come carattere fenotipico (= apparente all'esterno) quello dominante*. Esperienze proseguite da altri studiosi (per es. CORRENS) su *Mirabilis jalapa* con incroci di piante con fiori rossi e piante con fiori bianchi, diedero come risultato, alla prima generazione, piante con fiori tutti rosa. Così la prima legge fu lievemente modificata nella dicitura e denominata « *Legge dell'uniformità degli ibridi* »:

« Nell'incrocio di due individui portanti caratteri allelomorfi, i figli della prima generazione sono tutti eguali, e precisamente o tutti con carattere dominante, o tutti con carattere intermedio, o tutti con carattere dominante controllato dall'età o dal sesso ».

Certi caratteri infatti sono dominanti in un sesso e recessivi nell'altro; altri sono dominanti nel primo periodo di vita solamente, e divengono in seguito recessivi.

I caratteri ereditari possono quindi nascondersi in una generazione per riapparire nella successiva. Il fenomeno si manifesta nella seconda generazione e fu delineato nella *seconda legge* o *della disgiunzione dei caratteri* o *della segregazione*.

Tenendo conto anche delle successive scoperte della genetica, possiamo enunciarla nel modo seguente.

« Nell'incrocio di due ibridi, i figli della seconda generazione hanno queste caratteristiche:

a) nel caso del carattere intermedio:

- 25% sono razza pura con il carattere di un progenitore;
- 25% sono razza pura con il carattere del secondo progenitore;
- 50% sono ibridi con carattere intermedio.

b) nel caso di carattere dominante:

- 75% presentano il carattere dominante (25% razza pura, genotipi; il 50% ibridi o fenotipi);
- 25% sono razza pura, con il carattere recessivo, che, nascosto nella prima generazione e in gran parte (50%) nella seconda, riappare qui nella proporzione di  $1/4$  ».

I fattori dei due caratteri che provengono dai genitori (AA o DD, e aa o rr) e che nella prima generazione (ibridi) si sono accoppiati (Aa o Dr), si disgiungono nella formazione dei gameti, le cellule che si dovranno unire prima della riproduzione, per cui i gameti contengono l'uno (A o D) oppure l'altro (a o r) di questi (2).

SCHEMA DELLA DISGIUNZIONE MENDELIANA

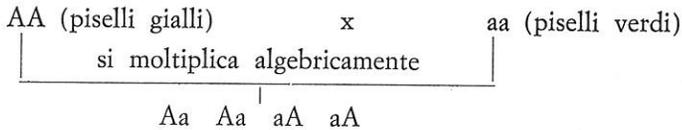
Genitori	P	.....			DD x rr
I Generaz.	F <sub>1</sub>	.....			Dr
II Generaz.	F <sub>2</sub>	DD	Dr	Dr	rr
III Generaz.	F <sub>3</sub>	DD DD	DD DD	DD	Dr Dr rr

I caratteri ereditari agiscono come atomi indivisibili e non legati gli uni agli altri. Quando vengono considerate più coppie di caratteri ereditari, ogni coppia non ha alcun legame con altre e si comporta come fosse sola e indipendente. Questa scoperta fu legata alla *terza legge o della indipendenza dei caratteri*.

« *Nell'incrocio di più coppie di fattori, l'eredità di ciascuna coppia è indipendente da quella delle altre* ». Gli alleli delle diverse coppie si combinano secondo le leggi della probabilità.

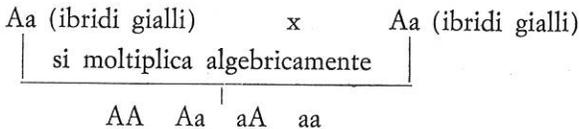
Possiamo così riassumere le tre leggi:

1. LEGGE DELLA DOMINANZA



(uniformità degli ibridi nei quali appare il color giallo « dominante »)

2. LEGGE DELLA DISGIUNZIONE



75% gialli dei quali 50% ibridi e 25% razza pura; 25% verdi, razza pura.

(2) A = dominante; es.: piselli a seme color giallo, oppure a seme liscio - a = recessivo; es.: piselli a seme color verde, oppure a seme rugoso - D = dominante - r = recessivo.

### 3. LEGGE DELL'INDIPENDENZA

Polline e ovuli di pisello: A (giallo), a (verde), L (liscio), l (rugoso)

	OVULI	AL	Al	aL	al	
POLLINE	AL	AALL	AALl	AaLL	AaLl	
	Al	AALl	AAll	AaLl	Aall	si multipl.
	aL	AaLL	AaLl	aaLl	aaLl	algebr.
	al	AaLl	Aall	aaLl	aall	

$\frac{9}{16}$  sono gialli e lisci, cioè con entrambi i caratteri dominanti (*non incorniciati*);  $\frac{3}{16}$  sono solamente gialli, cioè con un solo carattere dominante (*nel rettangolino giallo*);  $\frac{3}{16}$  sono solamente lisci, cioè con l'altro carattere dominante (*nel rettangolino rosso*); e solo  $\frac{1}{16}$  sono verdi e rugosi cioè con tutt'e due i caratteri recessivi (*nel rettangolino nero*).

La prima legge perciò corrisponde alla moltiplicazione di due binomi

$$(A + a) \times (A + a)$$

La seconda è una identica moltiplicazione o innalzamento al quadrato

$$(A + a) \times (A + a) \text{ oppure } (A + a)^2 = \underbrace{AA}_{25\%} + \underbrace{Aa + aA}_{50\%} + \underbrace{aa}_{25\%}$$

La terza, in cui il rapporto dei dominanti con i recessivi è 75% e 25%, vale a dire  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{4}$ , è pure il quadrato (= le coppie allelomorfi sono 2) di questo binomio-somma:  $(\frac{3}{4} + \frac{1}{4})^2 =$  il quadrato del primo membro ( $\frac{9}{16}$  con i due dominanti) + il doppio prodotto del primo per il secondo ( $\frac{3}{16}$  con un dominante; e  $\frac{3}{16}$  con l'altro dominante) + il quadrato del secondo membro ( $\frac{1}{16}$  con i due recessivi).

Mendel, cinquant'anni prima che nuove scoperte dimostrassero l'esistenza dei geni, intuì che la sostanza alla base dell'ereditarietà si identifica con *fattori* che sono portati da ogni individuo nelle cellule germinali e si combinano a coppie nel momento della fecondazione; questi fattori si separano nuovamente in seguito, allorché si formano le

nuove cellule germinali. Con queste leggi la vita degli esseri viventi, che fino allora si studiavano in forma quasi esclusivamente descrittiva, «entra nel recinto dell'interpretazione matematica come da secoli vi erano entrati gli astri» (GEDDA). La Biologia, superato il linguaggio qualitativo, introduce analisi quantitative, che dallo studio dei vegetali si allargano a quello degli animali e dello stesso uomo. «L'universo mendeliano oggi non è più, come si poteva forse supporre nel 1900, un semplice giardino dove le leguminose producono piselli verdi o gialli, grinzosi o lisci. Esso abbraccia, nel quadro delle sue leggi, il mondo vivente, tutt'intero, dal virus all'uomo» (MATTHEY).

Il materiale fondamentale dell'ereditarietà si identifica quindi con i «fattori» portati dai gameti (= cellule germinali). Essi corrispondono ai geni, i vettori dei caratteri ereditari, e sono contenuti nei cromosomi, e perciò nel nucleo di tutte le cellule dell'uomo, degli animali e delle piante.

Da questo punto di vista la scoperta di Mendel è proprio il proverbiale «uovo di Colombo». La sua intuizione è stata: 1) nello studiare separatamente i singoli caratteri ereditari; 2) nell'intuire l'atomicità dei vettori dei caratteri ereditari; 3) nell'applicare le semplicissime regole algebriche ai risultati.

Fu la familiarità con le prime regole dell'algebra che gli permise di intravedere nei numeri diversissimi delle varietà di piselli, che otteneva, i rapporti sopra indicati. E forse questo gli fu favorito dall'essere stato costretto, causa la mancanza di titoli validi, ad insegnare nelle classi inferiori delle scuole medie. Si potrebbe allora concludere che i precedenti insuccessi negli studi aiutarono Mendel a conquistare l'immortalità.

Ma egli non ebbe mai la soddisfazione di veder apprezzata la genialità delle proprie scoperte. L'anno seguente, 1866, la sua nota fu pubblicata nelle «*Verandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn*», e fu inviata anche a vari centri universitari. Ma fra gli scienziati nessuno badò a questa pubblicazione. L'attenzione dei naturalisti allora era polarizzata in modo esclusivo sulla teoria dell'evoluzione.

L'apparizione a Londra, nel novembre del 1859, dell'opera di Darwin «*Origine delle specie per opera di selezione naturale*», aveva provocato un vero choc nella società del tempo, suscitando controversie, oltre i confini delle scienze naturali, nel campo della filosofia, della sociologia, della religione... La modesta nota di P. Mendel era apparentemente assai lontana da questi emozionanti problemi. Più che per studiosi poteva avere un certo interesse per gli agricoltori. In alcuni punti sembrava anzi scientificamente... eretica: insistendo su quel ritornare

dei caratteri recessivi, scomparsi negli ibridi, nelle successive generazioni (II legge), Mendel sembrava contraddire la grande teoria di Darwin il quale spiegava l'evoluzione « per selezione naturale ». I caratteri ereditari non proseguivano invece continuamente, in seguito a successivi incroci, ma segnavano una regressione, un ritorno, riapparendo fedelmente durante il susseguirsi delle generazioni.

Così, per l'ambiente scientifico non interessato ai problemi, per l'assenza di contatti con le grandi scuole universitarie e per la modestia della pubblicazione in cui appariva una nota di straordinaria importanza, la scoperta di Mendel rimase completamente ignorata.

Egli stesso, dopo pochi anni, dovette abbandonare quasi completamente i suoi studi allorché, nel 1868, dopo la morte di Cyrill Napp, egli fu eletto all'unanimità abate del monastero.

#### L'OPERA RICONOSCIUTA 16 ANNI DOPO LA MORTE DELL' AUTORE

Le incombenze e le preoccupazioni inerenti alla direzione dell'Istituto non gli permisero evidentemente di continuare con lo stesso impegno nello studio dei misteri della natura. Morì il giorno dell'Epifania del 1884, completamente ignorato come ricercatore.

Nel 1900 tre botanici, il tedesco C. CORRENS <sup>(3)</sup>, l'austriaco E. TSCHERMAK <sup>(4)</sup> e l'olandese UGO DE VRIES <sup>(5)</sup>, pervennero per proprio conto alle stesse conclusioni di Mendel.

Solo allora la scienza ufficiale si accorse che ormai da 35 anni possedeva una nuova disciplina: la genetica. E tutti e tre questi scienziati furono concordi nel riconoscere G. Mendel il padre di essa. Egli infatti non fu, come talvolta si dice, un precursore della genetica, ma il *vero fondatore* « hereditatis scientiae fundator ».

---

(3) C. CORRENS: *G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde*. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. 18, 158-168, Berlin, 1900.

(4) E. TSCHERMAK - SEYSENEGG: *Über künstliche Kreuzung bei PISUM SATIVUM*. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich. C. 5, 465-555, Wien, 1900.

(5) H. DE VRIES: *Sur la loi de disjonction des hybrides*. Comptes rendus de l'Acad. des sciences. 26. 3, 845-47, Paris, 1900.

« Quanto oggi costituisce l'essenziale nei riguardi della scienza dell'eredità – scrive il grande biologo Jean Rostand – tutto ciò che in essa continua a svolgersi, a svilupparsi nelle più svariate direzioni, era già contenuto, esplicitamente o implicitamente, in questo testo memorabile, di cui neppure una linea è superata, poiché esso riferisce esperienze



Fig. 10 - L'immaginetta-ricordo stampata in occasione della morte dell'abate Gregorio Mendel.

inconfutabili, ed espone teorie di cui l'avvenire doveva confermare la validità ».

Oggi la genetica è profondamente inserita nel pensiero scientifico e in numerose e vastissime applicazioni pratiche; e continua a rendere immensi servizi all'agricoltura, all'allevamento, all'igiene.

Con questa commemorazione l'Accademia intende essere presente alle celebrazioni di questo umile e grande figlio di una terra, che, per le vicende storiche, fu ed è simile alla nostra. In particolare intende collegarsi colla commemorazione romana del novembre, organizzata dall'Istituto di genetica medica «Gregorio Mendel», e con il «*Simposio di genetica Mendel*» che ebbe luogo in settembre a Praga e a Brno, dove convennero centinaia di biologi da tutto il mondo per ricordare la comunicazione letta, un secolo fa, da Gregorio Mendel alla Società di Scienze Naturali. «Non ci ha guidato il desiderio di organizzare una qualche rumorosa celebrazione, ma quello di richiamare l'importanza delle scoperte mendeliane e di indicare che la direzione di indagini, che segue l'esempio mendeliano, è la ricerca della verità». Con queste parole l'accademico Bohumil Nemeč, presidente del comitato preparatorio del simposio, ricevette i rappresentanti della stampa.

Il *Moravskè Museum* di Brno pubblicò un «*Iconographia Mendeliana*» con una vastissima documentazione fotografica illustrante la vita e l'opera di Mendel; e l'*Accademia Cecoslovacca delle Scienze* una grossa antologia, «*Fundamenta genetica*» con tutte le opere di Mendel e quelle relative alla genetica di DE VRIES, CORRENS, TSCHERMAK, BATESON, CUÉNOT, CASTLE, FARABEE, GLOVER, ALLEN, GARROD, WILSON, CANNON, SUTTON, MC CLUNG e BOVERI.

Ancora una volta la ricerca e l'amore alla Verità hanno aperto le barriere che possono innalzare la politica e la faziosità.

E non sarà un incontro provvisorio. «Fino a quando ci saranno biologi sulla terra essi onoreranno la memoria dell'oscuro monaco di Brno, il quale fu il primo a far luce su uno dei più grandi misteri della natura» (JEAN ROSTAND).

Rovereto, 1° dicembre 1965.



FIG. 11 - Francobollo commemorativo emesso dalla Cecoslovacchia per il centenario delle leggi della genetica.

RIASSUNTO – È ricordata la scoperta delle leggi di Mendel, in occasione del I Centenario. La genialità dell'opera del ricercatore isolato, non legato ad alcuna scuola universitaria, è consistita nello studiare separatamente i singoli caratteri ereditari, nell'intuire e dimostrare l'atomicità di essi, e nell'applicare ai risultati delle sue ricerche le semplicissime regole algebriche.

SUMMARY – The discovery of Mendel's laws, in its hundredth anniversary, is here remembered. The genius of this research-worker, aloof from any university School, consisted in studying each distinctive hereditary character separately, in realizing by intuition the atomism of hereditary characters vectors and in applying the very simple algebraic rules to the results of his researches.





FIG. 1 - GREGORIO MENDEL, fondatore della genetica, nacque ad Heizendorf il 22 luglio 1822 e morì a Brno il 6 gennaio 1884.



FIG. 2 -

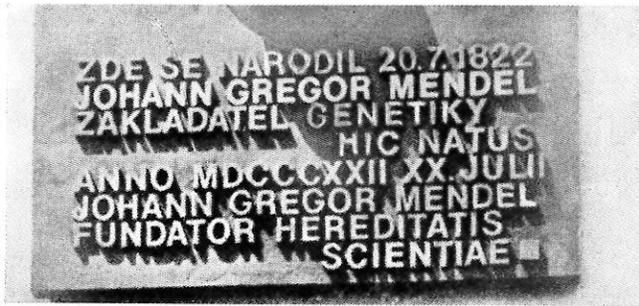
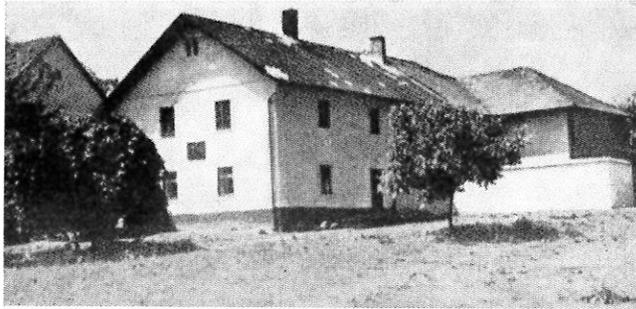


FIG. 3



FIG. 4

FIG. 2 - La casa di Mendel - FIG. 3 - La lapide-ricordo sulla casa natale: *Hic natus anno MDCCCXXII . XX . julii Johann Gregor Mendel fundator hereditatis scientiae.*  
FIG. 4 - La città di Brno. In alto, a sinistra, la massiccia mole dello Spielberg.





FIG. 5 - « L'infesta rocca di Spielberg, altre volte reggia dei Signori di Moravia, oggi il più severo ergastolo della monarchia austriaca » (Silvio Pellico).



FIG. 6 - Un angolo dell'orto del monastero, nel quale è stato recentemente (1964) sistemato il monumento a G. Mendel.



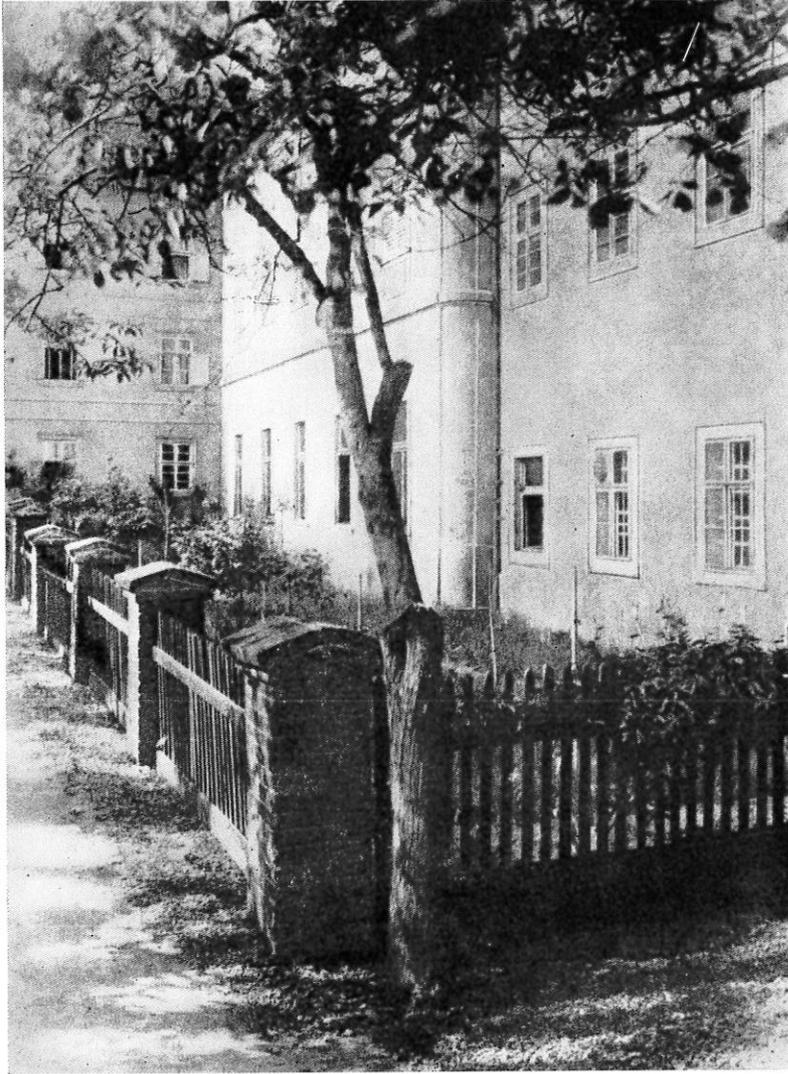


FIG. 7 - Il piccolo orto cintato del monastero, dove G. Mendel eseguì le famose ricerche.



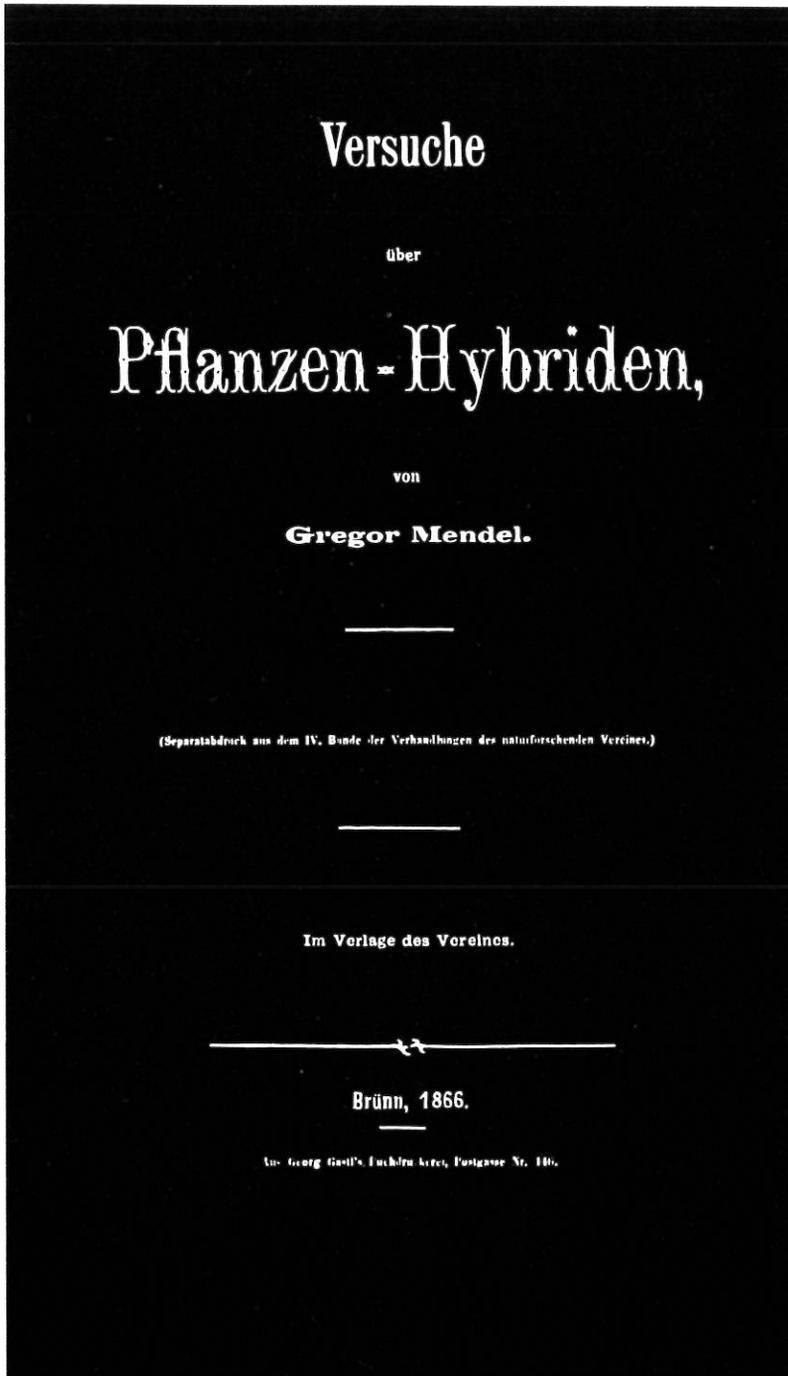


FIG. 8 - La copertina dell'estratto della memoria *Esperimenti sugli ibridi di piante* pubblicata, nel 1866, nelle Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn.



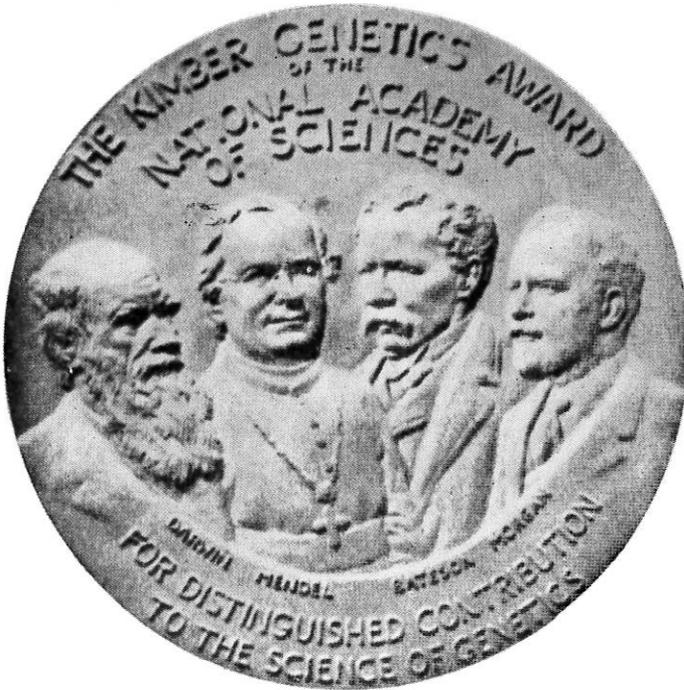


FIG. 9 - Medaglia commemorativa con gli scienziati più importanti della scienza genetica: Darwin, Mendel, Bateson e Morgan.

