



MUSEO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA



FONDAZIONE MORANDO BOLOGNINI



SOCIETÀ AGRARIA DI LOMBARDIA

Atti del seminario



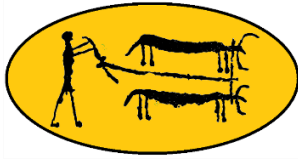
Nikolaj Vavilov

La storia e l'eredità

dedicato a
Carlo Soave

13 ottobre 2023
Castello Morando Bolognini
Sant'Angelo Lodigiano

a cura di
Oswaldo Failla e Anna Sandrucci



MUSEO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA



FONDAZIONE MORANDO BOLOGNINI



SOCIETÀ AGRARIA DI LOMBARDIA

Atti del seminario

13 ottobre 2023

Castello Morando Bolognini - Sant'Angelo Lodigiano

NIKOLAJ VAVILOV

la storia e l'eredità

*nell'80° anniversario dalla sua morte nel carcere
sovietico di Saratov*

a cura di

Oswaldo Failla e Anna Sandrucci

CON IL PATROCINIO DI



ASSOCIAZIONE MILANESE LAUREATI IN
SCIENZE AGRARIE E IN SCIENZE FORESTALI



Province di Milano, Lodi, Monza e Brianza, Pavia

Ministero della Giustizia

CON IL CONTRIBUTO DI



Carlo Soave (1941 - 2019)

Il volume è dedicato alla memoria di Carlo Soave, Professore ordinario di Fisiologia vegetale dell'Università degli Studi di Milano, appassionato studioso e divulgatore delle origini e del significato dell'agricoltura. Con l'Associazione Agri-Cultura, è stato promotore e artefice della grande raccolta di materiali vegetali per l'esposizione «E l'uomo creò le sue piante» ora in parte esposti presso il Museo di Storia dell'Agricoltura.

I CURATORI

Oswaldo Failla

Presidente del Museo di Storia dell'Agricoltura

Professore ordinario di Arboricoltura generale e Coltivazioni arboree - Università degli Studi di Milano

Anna Sandrucci

Consigliera del Museo di Storia dell'Agricoltura

Professoressa ordinaria di Zootecnia speciale - Università degli Studi di Milano

30 Gennaio 2024

© Museo di Storia dell'Agricoltura

www.mulsa.it

ISBN 9788894792706

INDICE

SALUTI DI APERTURA

SALUTO DEL PRESIDENTE DEL MUSEO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA

Oswaldo Failla _____ 5

SALUTO DEL PRESIDENTE DELLA SOCIETÀ AGRARIA DI LOMBARDIA

Flavio Barozzi _____ 7

INTRODUZIONE AL SEMINARIO

PREMESSE E INTERPRETAZIONI DEL CONTESTO SOCIALE CHE HA CONDIZIONATO IL CASO STALIN-LYSENKO-VAVILOV

Francesco Salamini _____ 9

CONTRIBUTI AL SEMINARIO

LO STALINISMO E LA SCIENZA

Luigi Mariani _____ 17

NIKOLAJ VAVILOV: BREVE BIOGRAFIA E OPERA SCIENTIFICA

Oswaldo Failla _____ 33

NIKOLAI VAVILOV: THE SCIENTIST WHO WANTED TO FEED THE WHOLE WORLD AND DIED OF HUNGER

David Maghradze and Maia Kikvadze _____ 45

LA DOMESTICAZIONE DELLE PIANTE: UNA QUESTIONE DI CARATTERI

Piero Morandini, Massimo Galbiati, Alessandro Vitale, Giacomo Chierichetti, Alberto Dalli, Alcide Bertani _____ 59

COOPERAZIONE IN EUROPA PER LA CONSERVAZIONE DEL GERMOPLASMA VEGETALE

Lorenzo Maggioni _____ 73

SULLE ORME DI VAVILOV: LA RICERCA DELLE RESISTENZE ALLE MALATTIE FUNGINE DELLA VITE NEL CAUCASO

Silvia Toffolatti e Gabriella De Lorenzis _____ 87

SALUTO DI APERTURA

Oswaldo Failla
Presidente del Museo di Storia dell'Agricoltura



È con vero piacere che apro questo seminario, ricordando che da anni il Mulsa, in collaborazione con la Società Agraria di Lombardia, la Fondazione Morando Bolognini, la sezione del nord-ovest dell'Accademia dei Georgofili e l'Associazione milanese laureati in Scienze Agrarie e Forestali, organizza in occasione della Giornata Mondiale dell'Alimentazione, che cade il 16 ottobre, un seminario sul tema proposto dalla FAO per l'anno in corso. Quest'anno abbiamo però fatto un'eccezione.

Il consiglio del Museo ha deciso infatti di dedicare il seminario autunnale del 2023 alla figura di Nikolaj Vavilov (1887-1943), per ricordare, a ottant'anni dalla sua tragica morte, uno dei massimi scienziati del secolo scorso, fondatore della genetica agraria e martire della Scienza.

Elio Franzini, Rettore dell'Università degli Studi di Milano, nel suo saluto di apertura delle celebrazioni del cinquantenario del Mulsa ci ricordò che: *"il Museo è memoria"*. Gaetano Forni, nostro fondatore, usa spesso la metafora del museo come di un album fotografico, dove il visitatore, guardando le immagini del passato, diviene consapevole al contempo del passato e del presente: è per questo che nel nostro museo non poteva mancare un richiamo a Nikolaj Vavilov.



Nikolaj Vavilov (Messico, 1930)¹

¹Loskutov I.G. (1999), Vavilov and his Institute: a history of the world collection of plants genetic resources in Russia, Roma, IPGRI

SALUTO DI APERTURA

Flavio Barozzi
Presidente della Società Agraria di Lombardia



Rivolgo un caloroso benvenuto e un sentito ringraziamento ai partecipanti a questo Seminario dedicato alla figura di Nikolaj Vavilov. Esso rappresenta uno dei momenti più significativi e qualificanti dell'intenso programma di attività culturale del 162° Anno Accademico della Società Agraria di Lombardia, nel quale abbiamo avuto tanti incontri di grande valenza tecnico-scientifica e storico-culturale, e altri ne avremo prossimamente. Ricordo, su tutti, i Convegni programmati nell'ambito delle iniziative per "*Bergamo e Brescia Capitali Italiane della Cultura 2023*", con l'appuntamento dell'11 novembre 2023 a Padernello (BS) per ricordare la figura e l'insegnamento del prof. Francesco Lechi, e con quello del 18 novembre 2023 a Treviglio (BG) sul tema dei complessi eppur fondamentali rapporti tra mondo agricolo ed urbano.

Ma il Seminario di oggi assume su tutti un rilievo particolare per la valenza scientifica, storica e simbolica della figura di Nikolaj Vavilov.

La vicenda umana di Vavilov dovrebbe essere elemento di riflessione e monito per tutti, specie se pensiamo ai momenti travagliati che stiamo vivendo. Essi ci ricordano ogni giorno di più come la libertà e la democrazia siano valori fondanti, essenziali e indispensabili del nostro modo di essere. Senza di essi non potremmo concretizzare quelle condizioni di benessere economico, sociale e culturale in cui una certa parte "fortunata" del Mondo può oggi crogiolarsi... e forse si crogiola un po' troppo. Talvolta dimenticando cosa ci siamo lasciati alle spalle, cosa hanno sofferto altre generazioni, altre popolazioni e altre realtà. In un loro recente scritto, gli Amici Gilberto Corbellini e Alberto Mingardi ci ricordano come il nostro modo di essere "cittadini dell'Occidente" comporti, ad un tempo, il saper mettere in discussione e il saper difendere le conquiste della scienza nella libertà e nella democrazia. La vicenda di Vavilov da questo punto di vista pone molti interrogativi ancora di estrema attualità sui rapporti tra scienza, potere e libertà di ricerca e di pensiero.

Sarà indubbiamente interessante ascoltare i qualificati relatori di oggi, sia per quanto riguarda la riflessione storica che per quanto riguarda l'attualità e la prospettiva dell'insegnamento di Vavilov.

Non a caso al Seminario di oggi ne seguirà un altro - che io amo chiamare "Vavilov 2.0" - in programma il 15 dicembre 2023 presso l'Aula Maggiore della Facoltà di Agraria dell'Università di Milano, per indagare sulle nuove frontiere della genetica. Esse rappresentano una delle strade da percorrere per una razionale "intensificazione sostenibile" dell'attività di produzione agricola e zootecnica basata non sull'incremento degli input, ma delle conoscenze, delle innovazioni, e della conseguente efficienza d'uso dei fattori produttivi.

Solo attraverso un equilibrato processo di "intensificazione sostenibile" potremo infatti affrontare le sfide di una popolazione in crescita a fronte di risorse limitate e non riproducibili e garantire il mantenimento di quella sicurezza alimentare e quel benessere sociale su cui si fonda tanta parte del nostro vivere civile.

Buon lavoro.

INTRODUZIONE AL SEMINARIO PREMESSE E INTERPRETAZIONI DEL CONTESTO SOCIALE CHE HA CONDIZIONATO IL CASO STALIN-LYSENKO-VAVILOV

*Francesco Salamini
Accademico dei Lincei*



Riassunto

Vengono proposte alcune interpretazioni del contesto sociale che ha condizionato il caso Stalin-Lisenko-Vavilov. Si introduce, preliminarmente, il concetto di Stato secondo Thomas Hobbes. Il filosofo considerava che, per far accordare e cooperare i cittadini, era necessario uno Stato impositivo raffigurato come un mostro, il “Leviatano”. Per Hobbes *“le virtù sociali, senza il terrore di un potere, sono contrarie alle passioni naturali. Senza la spada le leggi non sono che parole”*. Una prima considerazione del caso Stalin-Lysenko-Vavilov commenta la situazione governativa russa nota come «*terrore rosso*» di Stalin. Si conclude che il destino e la morte in prigionia di Vavilov dipesero da una forte componente ideologica propria dei tempi e di una dittatura. Una seconda considerazione discute se la potenzialità di sviluppare uno Stato-Leviatano è connaturata alla natura umana, introducendo il ruolo dei genetisti nel definire la base biologica della moralità e dell'altruismo. La conclusione è che le virtù che apprezziamo - come cooperazione, altruismo, generosità, simpatia, gentilezza - hanno a che fare con il benessere di altri, e che sia la moralità che l'altruismo hanno una forte componente genetica. L'altruismo emerge anche dai comportamenti della comunità scientifica ed umana ai tempi nei quali si consuma il caso Stalin-Lysenko-Vavilov. L'odissea di Vavilov, complessa, con profonde implicazioni politiche, costellata di persone e Istituzioni note a tutti, viene rivissuta, con ovvie varianti, anche nello svolgersi della vita di ciascun essere umano: dipende dalla presenza nella società del bene e del male, della giustizia e dell'ingiustizia, coppie di opposti che si intrecciano nella quotidianità dell'esistenza. Il caso Stalin-Lysenko-Vavilov sarebbe, per alcuni, figlio di un patto che coinvolse religione e scienza anomale. Si conclude, tuttavia, che deriva, almeno in parte, anche dal bene e dal male scritti nel nostro DNA. Per questo la condizione umana è condannata a un conflitto permanente tra egoismo e altruismo.

Summary

The social context shaping the Stalin-Lysenko-Vavilov case: premises and interpretations

Several interpretations of the social context that influenced the Stalin-Lysenko-Vavilov case are proposed. Preliminarily, the concept of the State according to Thomas Hobbes is introduced. The philosopher believed that, in order to ensure that citizens get along and cooperate, an imposing state depicted as a monster, the "Leviathan", was necessary. According to Hobbes, "the social virtues, without the terror of a power, are contrary to the natural passions. Without the sword the laws are nothing but words." A first consideration of the Stalin-Lysenko-Vavilov case comments on the Russian government situation known as Stalin's "red terror". It is concluded that Vavilov's fate and death in prison depended on a strong ideological component typical of the times and of a dictatorship. A second consideration discusses whether the potential to develop a Leviathan State is inherent to human nature, introducing the role of geneticists in defining the biological basis of morality and altruism. The conclusion is that the virtues we value - such as cooperation, altruism, generosity, sympathy, kindness - are related to the well-being of others, and that both morality and altruism have a strong genetic component. Altruism also emerges from the behaviour of the scientific and human community at the time of the Stalin-Lysenko-Vavilov case. Vavilov's complex odyssey, with profound political implications, dotted with people and institutions known to all, is relived, with obvious variations, also in the unfolding life of each human being: it depends on the presence in society of good and evil, justice and injustice, pairs of opposites that intertwine in the daily life. The Stalin-Lysenko-Vavilov case might be, for some, the result of a pact involving anomalous religion and science. However, they conclude, that it also stems, at least in part, from good and evil written into our DNA. For this human condition it is condemned to a permanent conflict between selfishness and altruism.

INTRODUZIONE. LO STATO SECONDO THOMAS HOBBS

Thomas Hobbes (1588-1679) nel considerare che la condizione umana è di guerra di ciascun essere umano contro l'altro, giustificava la necessità dello Stato per far accordare e cooperare i cittadini, ipotizzava cioè che il potere avrebbe dovuto essere di una sola persona o di un'assemblea (Tuck, 1989; Blackburn, 2011). Il suo libro ove introduce il Leviatano² (Hobbes, 1651) fu considerato maledetto nel Sei e Settecento e oggetto di una critica acrimoniosa, anche perché l'autore era un personaggio scomodo, incline alla polemica e poco avvezzo ai compromessi (Pacchi, 2015). Negli anni recenti, Hobbes è stato rivalutato ed è strano che nel passato molti filosofi abbiano sostenuto che l'uomo nasce buono, con Hobbes fautore del contrario e Jean-Jacques Rousseau dalla parte della bontà. Per inciso: c'era qualcosa di contraddittorio anche in Rousseau che generò cinque figli con la sua domestica per poi spedirli tutti in orfanotrofio (De Waal, 2011). Pacchi (2015) segnala che, secondo alcuni, Hobbes è stato uno dei fondatori del liberalismo moderno. Vengono riportati di seguito due capoversi del suo libro del 1651.

«Viene creato quel grande Leviatano, chiamato Stato, che ha struttura e forma maggiori rispetto al sentire dell'uomo naturale».

«Prima che i concetti di giusto e ingiusto si impongano, deve esservi lo Stato che costringa tutti gli uomini ad accettare giustizia. Giustizia, moderazione, misericordia e altre virtù, senza il terrore di un potere che le impone, sono contrarie alle passioni naturali. Senza la spada le leggi non sono che parole».

LO STATO E IL CASO STALIN-LYSENKO-VAVILOV

Come in tutte le società dove i cittadini adattano la loro vita a leggi e normative pubbliche, anche nella Russia degli anni '30-'70 dello scorso secolo lo Stato, pur con

² Il Leviatano è un mostro biblico a forma di grande coccodrillo che Dio ha creato per ricordare a Giobbe la sua onnipotenza (Pacchi, 2015).

profonde e continue modifiche, aveva tracciato profili di vita sociale che, per eccesso dell'uso della spada, non escludevano la possibilità di evolvere in un Leviatano. La presente nota, nel considerare questa eventualità, sviluppa una prima considerazione sul caso Stalin-Lysenko-Vavilov: ci si riferisce, specificamente, alla situazione governativa nota come «*terrore rosso*» di Stalin. Gli eventi principali che hanno contribuito a nutrire quel Leviatano russo vengono elencati come ripresi da Pringle (2008):

- Collettivizzazione agricola e carestie (1922-23, 1932-33).
- Lo Stato che adotta la scienza dell'eredità dei caratteri acquisiti (in linea con l'idea di fondare una società perfetta basata su uomini indottrinati e dotati di nuovi canoni sociali).
- 1929: epurazione degli Accademici e dei professori in quanto nemici dei soviet (scomparsa della Vecchia guardia dell'Accademia).
- Il Destino dei «*kulaki*»: morte o deportazione di sei milioni di persone-contadini; ai tempi la sicurezza di Stato per arrestare i cittadini non aveva bisogno di un motivo legittimo.
- 1930: Vavilov è indicato come organizzatore del partito dei controrivoluzionari agricoli, il TKP (Partito operaio contadino).
- 1935: l'elogio di Stalin a Lysenko al Congresso dei lavoratori collettivi.
- 1937: i Genetisti sono traditori. Vavilov teme l'arresto; Lysenko diventa presidente dell'Accademia dell'agricoltura Lenin.
- 1939: il confronto tra Genetisti e Lysenkoisti è condotto da filosofi marxisti. La genetica diventa scienza reazionaria.
- 1940: arresto di Vavilov; viene incarcerato e muore in prigione nel 1943 per fame.
- 1948: tremila biologi vengono «purgati» e perdono il posto di lavoro.

A commento di questo accenno all'idea di Stato e alle sue possibili durezze organizzative, si può notare che in un recente periodo storico era diffusa la locuzione «*meno Stato e più Società*» che inneggia alla limitazione della presenza dei poteri centralizzati. Questo modo di considerare l'organizzazione sociale, tuttavia, va incontro nei nostri tempi a una contraddizione: la discussione sul ruolo delle Istituzioni pubbliche indicherebbe la necessità che si rafforzino le loro capacità decisionali, specialmente delle Istituzioni internazionali che al momento hanno quasi solo un ruolo consultivo. È di questi giorni, per esempio, la richiesta di media e di rappresentanti politici di un ruolo più incisivo della Comunità Europea e dell'Onu su temi come immigrazione e regolazione del tasso di crescita delle popolazioni mondiali. Si può, qui, essere d'accordo con Harari (2011) che vede il verificarsi di una grande rivoluzione sociale: crollo del ruolo della famiglia e delle comunità locali sostituiti da più Stato e mercato, un insieme di situazioni che potrebbero condurre a evoluzioni dure dei poteri pubblici.

LA SECONDA CONSIDERAZIONE: MORALE E ALTRUISMO

Le conclusioni su ipotetiche derive dello Stato conducono direttamente a una seconda considerazione: lo Stato è organizzato con leggi decise da uomini e da loro gestite. È quindi nella natura umana che è contenuta la potenzialità di sviluppare un Leviatano? Una risposta alla domanda non può prescindere dal considerare quanto i genetisti hanno concluso relativamente alla base biologica della moralità e dell'altruismo.

Morale

L'idea di una scienza naturale della moralità è nata a inizio Ottocento con il positivismo di Comte; fu ripresa da Spencer nello stesso secolo, poi da Lorenz alla metà del Novecento e, due decenni dopo, dalla sociobiologia di Wilson. La tesi di quest'ultimo sostiene che la

nostra storia filogenetica spiega le funzioni della mente che dipendono, almeno in parte, da meccanismi che informano i comportamenti umani. La mente si sarebbe, cioè, formata in competizione darwiniana e centinaia dei suoi caratteri hanno una base genetica che determina comportamenti condivisi nell'ambito delle diverse comunità umane; parte di questi meccanismi sono presenti anche in altri primati (Pinker, 2002). Secondo Wilson, la selezione naturale ha favorito le disposizioni al rispetto, all'amore, alla cooperazione e queste disposizioni, trasmesse geneticamente, favoriscono l'educazione morale (Accademia Lincei, 2003)³. La moralità, inoltre, non può prescindere dalla socialità, un carattere comune agli antropoidi: soltanto l'Orango è solitario (Foley, 1995). In altre parole, le interazioni sociali sono il cuore della natura umana pre-programmata e dipendente da una grammatica morale universale (Francis, 2015)⁴. Già tra il 1964 e il 1974 i biologi W. Hamilton, G. Williams, R. Trivers e J. Maynard Smith avevano allargato gli orizzonti della selezione naturale, fino a definire le basi evolutive del comportamento animale, uomo incluso. Le loro idee erano contrarie alla dottrina che aveva dominato per un secolo, e cioè che la cultura aveva separato il comportamento umano dalle sue radici evolutive (discusso in Wright, 1994). Secondo De Caro e Pievani (2007), il modello standard delle scienze sociali, noto come *Standard social science model*, ha avuto una ostinazione di fondo nel negare la natura anche biologica delle interazioni tra uomini. Per esempio, contro l'interpretazione del comportamento come il prodotto della storia tramandata nelle generazioni, Wilson cita 67 caratteristiche sociali e istituzionali che sono condivise da tutte le società studiate (Wilson 1978; 2012). Elementi primitivi del comportamento morale antecedono il Paleolitico e sono il fondamento etico delle religioni che giustificano e diffondono i codici morali. Da questo punto di vista la religione può avere avuto origini evolutive (Wilson, 1998): nella mente umana la predisposizione al credo religioso è un attore complesso e potente⁵.

Il determinismo biologico del comportamento individuale viene trascurato da chi ritiene che gli uomini sono capaci di innalzarsi sopra la loro natura biologica attraverso i codici sociali. I neuroni specchio suggeriscono, al contrario, che i codici sociali sono a sfondo chiaramente biologico (Iacoboni, 2008)⁶. Gould (1977) critica il determinismo biologico che permea la discussione di Wilson⁷. I biologi di sinistra come S. Rose, L. Kamin e R. Lewontin, nel libro *Il gene e la sua mente* (1984), ritennero che i sostenitori di forme di determinismo genetico, come Wilson, legittimassero lo *status quo* sociale basato sulla divisione in caste o su una condizione economica diversificata tra gli umani (Henderson, 2008). Al contrario, Wilson (1978) sostiene che i geni tengono la cultura al laccio perché il cervello è un prodotto dell'evoluzione. L'esperimento di Belyaev sulle volpi argentate dimostra definitivamente che il comportamento ha una sicura base genetica che può essere modificata con un periodo di intensa selezione (Hauser, 2006). La versione moderna

³ Gran parte della natura umana è stata codificata nei nostri geni nei lunghi periodi in cui la nostra specie ha vissuto a stretto contatto con il resto del mondo vivente (Wilson, 2006).

⁴ In tutte le diverse culture umane gli antropologi darwiniani descrivono strutture ricorrenti che riguardano la famiglia, l'amicizia, la politica, il corteggiamento, la morale. Essi credono che il disegno evolutivo degli esseri umani spieghi queste strutture comuni. Gli psicologi evolutivi sostengono che solo le differenze più radicali tra razze e popolazioni sono di natura culturale (Wright, 1994).

⁵ La predisposizione al credo religioso è un complesso e potente attore nella mente, parte non sradicabile della natura umana. È la consacrazione del gruppo e fa riferimento agli altari di ossa e ai riti funerari di Neanderthal. Sono state contate 100 mila religioni (Wilson, 1978).

⁶ I neuroni specchio rappresentano il cuore della capacità di condividere con altri le opinioni (Ramachandran, 2011).

⁷ Gould, Lewontin e Rose divennero, nei 25 anni che seguirono, i critici della genetica dello sviluppo, della sociobiologia, della psicologia evolutivista, riferendosi in particolare alle teorie di Wilson e Dawkins, quest'ultimo avendo proposto le stesse idee di Wilson ma focalizzate sul gene come unità di selezione (Pinker, 2002).

del determinismo genetico è presente nel libro di Dawkins (1989) che tratta del gene egoista⁸.

Altruismo

Il paradosso degli atti altruistici ha frequentemente contribuito a confondere gli evoluzionisti. Lo stesso Darwin sviluppò idee sull'evoluzione dell'altruismo, associandolo alla sopravvivenza differenziale di famiglie e tribù (ammetteva, cioè, magari con disappunto, l'esistere di una selezione naturale non basata sull'individuo). Oggi si introduce l'origine dell'altruismo⁹ discutendo di: *fitness* inclusiva che sostiene che al successo riproduttivo di un individuo devono essere aggiunti gli effetti sul successo riproduttivo dei suoi parenti (Trivers, 1985); di "*kin selection*" (Selezione per consanguineità) e di "*group selection*" (Selezione di gruppo), quest'ultima¹⁰ ancora poco provata e dall'accettazione discussa (Ghiselin, 2009). L'altruismo è un comportamento tipico dell'uomo (Ebstein e Israel, 2009). Secondo M. Ridley, le virtù che apprezziamo - come cooperazione, altruismo, generosità, simpatia, gentilezza - hanno a che fare con il benessere di altri (Ridley, 1996)¹¹. Lo riconosce addirittura anche Jorge Louis Borges quando scrive "*Ma è indiscutibile, per quanto misterioso, che la persona che conferisce un favore supera in qualche modo colui che lo riceve*" (*Il duello, Il manoscritto di Brodie*, Borges, 1974). L'altruismo è stato particolarmente studiato negli insetti eusociali¹².

Secondo W. Hamilton nelle specie eusociali è più vantaggioso rinunciare ai propri figli se una forma alternativa di riproduzione aumenta la frequenza di geni-alleli per l'altruismo (Cepelewicz, 2018). Nell'aplodiploidia delle api, il coefficiente di parentela r tra sorelle (api operaie diploidi) è pari a $3/4$ (1 del padre (aploide che trasmette sempre gli stessi cromosomi), più $1/2$ della regina, diviso 2). Il coefficiente r «regina-figlie» è uguale a $1/2$. Quindi, le femmine operaie sono geneticamente più simili alle sorelle che a propri ipotetici figli. Delegando la riproduzione alla regina, i geni-alleli per l'altruismo si diffondono percentualmente di più. Trivers dimostrò che l'aplodiploidia non favorisce

⁸ L'alternativa è il concetto di *Tabula rasa* (*The blank slate*) - alla nascita la mente non ha una struttura preordinata e può essere modificata a piacere dalla società, cioè la coscienza dell'uomo viene formata secondo le condizioni sociali in cui vive. Questa teoria è per prima attribuita al filosofo del XVII secolo John Locke (aveva precursori in Aristotele, Tommaso d'Acquino, Avicenna) (Henderson, 2008). Deriva dal concetto di "*nobile selvaggio*", e cioè che allo stato naturale i popoli sono altruisti e pacifici: come se i comportamenti negativi derivassero dalla civilizzazione (Pinker, 2002).

⁹ Il lavoro di William Hamilton "*The genetical evolution of social behaviour*" si rivelò il più importante contributo dopo quelli di Mendel e Darwin (Trivers, 1985). Si veda anche Hamilton (1972).

¹⁰ Nel libro del 2012 di Wilson "*The social conquest of earth*" si propone che, mentre la selezione naturale di singoli individui ha prodotto l'attitudine genetica all'egoismo, la selezione di gruppo ha favorito l'emergenza genetica dell'altruismo. Il libro è stato stroncato da Dawkins e da altri autori che reputano, invece, corretta la selezione di parentela e la teoria della *fitness* inclusiva come base genetica dell'altruismo. La ragione principale della stroncatura è la proposta della selezione di gruppo come uno dei maggiori fattori che hanno influenzato l'emergenza dell'eusocialità. Sostengono che Wilson con questa opera si è convertito alla selezione di gruppo. La *fitness* inclusiva proposta da Hamilton (si veda la nota 8) è una teoria accettata come vera. Propone che al successo riproduttivo di un individuo devono essere aggiunti gli effetti sul successo riproduttivo dei suoi parenti, effetti ridotti a seconda del grado di parentela (Trivers, 1985).

¹¹ Le nostre menti sono state costruite su geni egoisti coordinati anche nel generare socialità, fiducia e cooperazione. Nessuna specie si comporta così nel costruire una società integrata, se non nel caso degli individui imparentati geneticamente delle colonie di formiche. C'era moralità prima della chiesa, commercio prima dello stato, scambi prima della moneta, contatti sociali prima di Hobbes, aiuto sociale prima dei diritti dell'uomo, cultura prima di Babilonia, società prima della Grecia, interesse personale prima di Adam Smith e astio prima del capitalismo. Sono tutti comportamenti profondamente propri della natura umana fino dal tempo dei cacciatori-raccoglitori del Pleistocene (Ridley, 1996).

¹² Quindici su 2500 famiglie di insetti sono eusociali.

l'altruismo in base a r , ma la conclusione accettata rimane che l'altruismo ha una forte base genetica (Cepelwicz, 2018). L'eusocialità fu raggiunta dagli umani non come negli insetti guidati dall'altruismo ma con un processo complesso fatto di altruismo calibrato, cooperazione, competizione, dominio, reciprocità, defezione e inganno. Egoismo e altruismo negli uomini sono due impulsi co-presenti alla mente ma spesso in conflitto (Wilson 2012).

Selezione per consanguineità: la forma più significativa di altruismo

Riguarda l'altruismo dei genitori verso i figli. Wilson la definisce un caso particolare di *Selezione di gruppo* ma Dawkins lo nega e ritiene invece che sia una conseguenza della selezione genica: se un gene-allele favorisce una prole numerosa, favorisce l'aumento della sua percentuale nella popolazione, un caso quasi di egoismo genico. Le protezioni e le cure parentali sono prove che in natura la selezione via consanguineità funziona (Dawkins, 1989): una emozione fondamentale di tutti i mammiferi è il legame tra madre e prole (Harari, 2015).

L'altruismo emerge anche dai comportamenti della comunità scientifica ed umana ai tempi nei quali si consumò il caso Stalin-Lysenko-Vavilov (note da Pringle, 2008):

- Vavilov era teso a dedicare la vita a beneficio di altri.
- Robert Regel lo accettò con benevolenza nell'Ufficio di Botanica applicata (1911).
- William Bateson gli fu mentore e amico.
- Il fratello Sergei gli fu sempre vicino.
- Ivan Miciurin lo apprezzava (anche se i risultati di Miciurin venivano citati come prove a favore di Lysenko).
- Elena Barulina fu il suo amore segreto; lo sostenne anche nella disgrazia.
- Gorkij scrisse a Lenin, al tempo salvando la vita di Vavilov.
- Harry Harlan manifestò sempre il suo appoggio a Vavilov.
- Muller, lasciando la Russia, fu solidale con Vavilov nel negare il Lysenkoismo.
- Molti colleghi protestarono con Molotov per gli attacchi che distruggevano la vita dello scienziato.
- Una protesta ufficiale della Royal Society questionava duramente l'arresto di Vavilov.
- Una supplica di Dumitrij Prjanismikov raggiunse Beria.

PERCHÉ IL CASO VAVILOV APPASSIONA?

Riguarda una quasi-epopea: complessa, anche mitizzata, con profonde implicazioni politiche, costellata di persone e Istituzioni note a tutti, epopea che ciascun essere umano riconosce, con ovvie varianti, anche nello svolgersi della propria vita: è la presenza del bene e del male, della giustizia e dell'ingiustizia, coppie di opposti che si intrecciano nella quotidianità dell'esistenza. Harari (2015) offre, nel merito, un parere: «*Il valore condiviso da tutti gli uomini è massimizzare la felicità. Il dibattito etico concerne il modo per massimizzarla: senza religione è impossibile mantenere l'ordine sociale perché la religione serve a procurare giustificazioni etiche. Sia la scienza, sia la religione ricercano la verità: la religione si interessa all'ordine, la scienza al potere. La storia moderna è figlia di un patto tra la scienza e una particolare religione: l'umanesimo*». Il caso Stalin-Lysenko-Vavilov sarebbe, per Harari, figlio di un patto che coinvolse religione e scienza anomale, quando, invece, in parte deriva anche dal bene e dal male scritti nel nostro

DNA¹³. Per questo la condizione umana, come lo scorpione di Esopo, è condannata a un conflitto permanente tra egoismo e altruismo (Pinker, 2002).

BIBLIOGRAFIA

- Accademia dei Lincei, 2003. Giornata lincea in ricordo dell'opera e del pensiero di Jacques Monod. Atti dei convegni Lincei 185. Accademia dei Lincei, Roma.
- Blackburn S., 2011. Le grandi domande. Filosofia. Trad. A. Migliori. Edizioni Dedalo, Bari.
- Borges Jorge Luis, 1974. Obras completas. Emecè Editores, Buenos Aires. Tutte le opere, Trad. vari, 1984. Mondadori, Milano.
- Cepelewicz J., 2018. The elusive calculus of insect altruism and kin selection. Quanta Magazine, NY, 10.04.2018. Tradotto per Le scienze. L'elusivo calcolo dell'altruismo e la selezione parentale. Le Scienze, 21.04.2018.
- Dawkins R., 1989. The selfish gene. Oxford Univ. Press, NY. Trad. G. Corte, A. Serra, 1992. Il gene egoista. Mondadori, Milano.
- De Caro M., Pievani D., 2007. Prefazione. In Dupré J., 2001. Human nature and the limits of science. Oxford University Press. Trad. Tortorella B., 2007. Natura umana. Perché la scienza non basta. Laterza, Roma.
- De Waal F., 2009. The age of empathy. Crown Pub. Group, NY. Trad. M. Pappalardo, 2011. L'età dell'empatia. Garzanti, Milano.
- Ebstein R.P., Israel S., 2009. Molecular genetics of personality: how our genes can bring us to a better understanding of why we act the way we do. In Kim Yong-Kyu (ed.), 2009. Handbook of behavior genetics, pp 239-250. Springer, New York.
- Foley, R., 1995. Humans before humanity. Blackwell, Oxford. Trad. C. Serra, 1999. Gli umani prima dell'umanità. Editori Riuniti, Roma.
- Francis R. C., 2015. Domesticated evolution in a man-made World. Brilliance Audio, Grand Haven. Trad. F. Pè, 2016. Addomesticati. L'insolita evoluzione degli animali che vivono accanto all'uomo. Bollati Boringhieri, Torino.
- Ghiselin M.T., 2009. Darwin: a reader's guide. California Academy of Sciences, Allen press, Lawrence, USA.
- Gould S. J., 1977. Ever since Darwin. Norton & Co., NY. Trad. M. Paleologo, 1990. Questa idea della vita. Editori Riuniti, Roma.
- Hamilton W. D., 1972. Altruism and related phenomena, mainly in social insects. Ann. Rev. Ecol. Syst. 3: 193-232.
- Harari Y. N., 2011. From animals to Gods: a brief history of humankind. Kinneret, Dvir. Trad. G. Bernardi, 2018. Sapiens. Da animali a Dei. Breve storia dell'umanità. Bompiani, Milano.
- Harari Y. N., 2015. Homo deus. A brief history of tomorrow. Kinneret, Dvir. Trad. M. Piani, 2019. Homo deus. Breve storia del futuro. Bompiani, Milano.
- Hauser M. D., 2006. Moral minds. Trad. A. Pedferri, 2007. Menti morali. Le origini naturali del bene e del male. Il Saggiatore, Milano.
- Henderson M., 2008. 50 genetics ideas you really need to know. Quercus Pub., London. Trad. E. Bonifazi, 2010. 50 grandi idee di genetica. Dedalo Ed., Bari.
- Hobbes T., 1651. Leviathan. London. Cur. A. Pacchi. Trad. A. Lupoli, M. V. Predavai, A. Rebecchi, 2003. Leviatano o La materia, la forma e il potere di uno stato ecclesiastico e civile. Laterza, Roma-Bari
- Iacoboni M., 2008. Mirroring people. The new science of how we connect with others. Farra, Straus and Giroux, New York. Trad. G. Olivero, 2008. I neuroni specchio. Come capiamo ciò che fanno gli altri. Bollati Boringhieri, Torino.

¹³ La linea che taglia l'angelo dal diavolo passa attraverso il cuore di ciascun uomo. Ma chi vorrà distruggere la parte cattiva del proprio cuore? (A. Solzhenitsyn, in *Arcipelago Gulag*; citato da Wilson, 1978).

- Locke J., 1690, ed. 1947. An essay concerning human understanding. E. P. Dutton, New York.
- Lorenz K., 1978. Vergleichende Verhaltensforschung. Grundlagen der Ethologie. Springer Verlag, Wien. Trad. F. Scapini, 2011. L'Etologia. Bollati Boringhieri, 2011.
- Pacchi A., 2015. Introduzione. In Hobbes Thomas, 1651. Leviathan. London. Cur. A. Pacchi. Trad. A. Lupoli, M. V. Predavai, A. Rebecchi, 2003. Leviatano o La materia, la forma e il potere di uno stato ecclesiastico e civile. Laterza, Roma-Bari.
- Pinker S., 2002. The blank slate. The modern denial of human nature. Penguin books, New York.
- Pringle P., 2008. The murder of Nikolai Vavilov. The story of Stalin's persecution of one of the great scientists of the twentieth century. Trad. D. Scaffei. Il genio dei semi. 2023. Donzelli Editore, Roma.
- Ramachandran V.S., 2011. The Tell-tale brain. Heinemann, London.
- Ridley M., 1996. The origins of virtue. Penguin Books, NY.
- Rose S., Lewontin L. K., Kamin L., 1984. Not in our genes. Pantheon Books, New York. Trad. G. Bignami, M. Frontali, L. Terrenato, V. Giardini, E. Alleva, 1984. Il gene e la sua mente. Mondadori, Milano.
- Trivers R., 1985. Social evolution. The Benjamin/Cummins Publ. Comp., Menlo Park.
- Tuck R., 1989. Hobbes. Oxford Univ. Press, NY. Trad. R. Scognamiglio, 2001. Hobbes. Il Mulino, Bologna.
- Wilson E.O., 1978. On human nature. With a new preface, 2004. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Wilson O.E., 2006. The creation. An appeal to save life on earth. Norton & Co. NY. Trad. G. Barbiero, 2008. La creazione. Adelphi, Milano.
- Wilson E.O., 2012. The social conquest of earth. Liveright Pub. Co, NY. Trad. L. Trevisan, 2013. La conquista sociale della terra. Cortina Editore, Firenze.
- Wright R., 1994. The moral animal. Vintage Books, New York.

LO STALINISMO E LA SCIENZA

Luigi Mariani

Museo di Storia dell'Agricoltura e Università degli Studi di Brescia



Riassunto

L'intervento, fondato su fonti storiche e letterarie, si propone di offrire alcuni elementi utili a comprendere il peculiare contesto in cui si trovò ad operare la ricerca scientifica negli anni di Stalin, contesto che tanta parte ha avuto nella vicenda scientifica e umana di Nikolaj Vavilov, dalla sua ascesa nel mondo scientifico internazionale alla sua morte in carcere. Per tale scopo vengono descritti in modo sommario gli accadimenti storici dal 1917 (Rivoluzione d'ottobre) al 1964 (riabilitazione della genetica mendeliana in URSS) e vengono altresì trattati i caratteri salienti della scienza all'epoca di Stalin, dai rapporti fra scienza e ideologia al gigantismo, all'oscillazione fra internazionalizzazione e isolazionismo. Uno spazio significativo viene inoltre dato all'analisi del tentativo di una fazione del partito comunista italiano di esportare il lisenkoismo in Italia. Nella parte finale dello scritto sono proposte alcune riflessioni sull'utilità di questa storia in relazione al nostro presente.

Summary

Stalinism and Science

This analysis, based on historical and literary sources, aims to offer some elements useful to understand the peculiar context in which scientific research was carried out during the Stalin's years, a context that had a large part in the scientific and human story of Nikolaj Vavilov, from his rise in the international scientific context to his death in prison. For this purpose, the historical events from 1917 (October Revolution) to 1964 (the rehabilitation of Mendelian genetics in the USSR) are briefly described and the key characteristics of science during Stalin's era are summarily treated, from the relationship between science and the soviet ideology to gigantism and the oscillation between internationalization and isolationism. Significant attention also given to the analysis of the attempt to export Lysenkoism to Italy by a faction of the Italian Communist Party. In the final part of the paper some reflections are proposed on the usefulness of this story in relation to our present.

«Le sofferenze umane saranno ricordate nei secoli a venire? O le lacrime e la disperazione svaniranno come il fumo e la polvere, spazzati via dal vento della steppa?»

Vasilij Grossman - Stalingrado

«1. impiccare (in modo che la gente possa vederlo) non meno di 100 Kulaki ben conosciuti, ricchi e sanguisughe; 2. pubblicarne i nomi; 3. portar via tutto il grano che possiedono; 4. identificare gli ostaggi. Fate tutto questo in modo che per centinaia di miglia all'intorno la gente possa vedere, tremare, sapere e gridare. Telegrafate accusando ricevuta della presente e confermando che avete eseguito gli ordini. Vostro, Lenin» (dal telegramma dell'Agosto 1918 con disposizioni per i bolscevichi della città di Penza, nel bacino del Don, in occasione dell'insurrezione dei Kulaki - Citato da Glover, 2002).¹⁴

PREMESSA

L'intervento si propone di offrire alcuni elementi utili a comprendere il peculiare contesto in cui si trovò ad operare la ricerca scientifica negli anni di Stalin, contesto che tanta parte ha avuto nella vicenda scientifica e umana di Nikolaj Vavilov. Tale analisi può essere ad esempio utile per comprendere:

- il fatto che Vavilov abbia potuto realizzare i suoi ambiziosi progetti di sviluppo della genetica scientifica in URSS e le sue spedizioni intorno al mondo volte a corroborare la sua teoria dei centri genetici
- l'arresto di Vavilov e la tragica conclusione con la morte in carcere (forse la parte meno nota della biografia del grande scienziato)
- il confronto fra genetisti mendeliani e agrobiologi di Trofim Denisovič Lysenko (1898 - 1976), iniziato negli anni '20 e protrattosi fino al terribile epilogo del 1948, allorché la genetica mendeliana viene bandita dall'Unione Sovietica
- la riabilitazione *post-mortem* di Vavilov nel 1955 e il riaffermarsi della genetica mendeliana in URSS dagli anni '60 del XX secolo.

Un ruolo chiave per la ricostruzione storica del periodo in esame l'ha avuto il crollo dell'URSS (1991) e la conseguente apertura di archivi precedentemente non accessibili ai ricercatori. Si è trattato di un evento straordinario che ha dato luogo a un salto di qualità *ex abrupto* nella base di dati, con il passaggio da un livello di conoscenza oltremodo approssimativo e che si potrebbe paragonare a quello di uno stato europeo del XV secolo a quello tipico dei paesi sviluppati del XX secolo e che si caratterizza per grandi moli di documenti generati da burocrazie evolute e con elevati livelli di alfabetizzazione (Fitzpatrick, 2014). Alla fase delle "vacche magre" è così subentrata una fase spesso dominata dalla ridondanza nella documentazione, il che ha imposto nuove strategie di ricerca rispetto a quelle faticosamente definite in precedenza ed ha in vari casi portato gli storici a porre in discussione la bontà delle conclusioni precedentemente raggiunte.

¹⁴ Lenin fu un profondo conoscitore della Rivoluzione Francese e nelle sue scelte politiche (comunismo di guerra e NEP in primis) tenne in grande considerazione le vicende dei giacobini e la loro perdita del potere a seguito del colpo di stato del 9 Termidoro. Non è pertanto da escludere che le brutali repressioni nelle campagne russe siano state ispirate dalla brutale repressione della rivolta della Vandea da parte delle truppe repubblicane francesi e che trovino una sintesi negli ordini impartiti dal generale Turreau (Secher, 1989): *«Tutti i briganti che saranno trovati armi alla mano, o rei di averle prese, saranno passati a filo di baionetta. Si agirà allo stesso modo con le donne, le ragazze e i bambini [...]. Neppure le persone semplicemente sospette devono essere risparmiate. Tutti i villaggi, i borghi, le macchie e tutto quanto può essere bruciato sarà dato alle fiamme».*

LO STALINISMO ATTRAVERSO LE FONTI LETTERARIE

Personalmente attribuisco alle fonti letterarie un'importanza straordinaria, data l'elevata qualità e il verismo di molte di esse. È chiaro che tali fonti sono spesso portatrici di visioni aneddotiche, ma è altresì indubbio che esse assumono in molti casi quel carattere di corallità che consente di calarci nelle drammatiche atmosfere russe di quei tempi. Tali fonti dimostrano fra l'altro che quanto di terribile stava accadendo in Russia¹⁵ non era ignoto in occidente (il libro di André Gide è del 1937, l'edizione italiana del libro di Ayn Rand è del 1938 e quella inglese del libro di Arthur Kostler è del 1940).

Il testo di André Gide *“Retour de l'URSS”* (Ritorno dall'URSS) è il disilluso resoconto dal viaggio in URSS fatto da Gide nel 1936 su invito delle autorità sovietiche. Lì le illusioni che l'autore aveva a lungo coltivato crollano e invece dell'uomo nuovo trova solo vecchio totalitarismo. Al ritorno Gide scrive la sua testimonianza e il Partito Comunista francese (a partire da Louis Aragon) e le autorità sovietiche cercano prima d'impedirne la pubblicazione e poi di distogliere l'interesse dal problema. Gide però non ci sta e in *“Retouches à mon Retour de l'URSS”* (Postille al mio Ritorno dall'URSS, 1937) scrive una dura requisitoria contro lo stalinismo: *“Spero che il popolo dei lavoratori capisca che è ingannato dai comunisti, così come loro sono ingannati da Mosca”*.

Ayn Rand nel 1936 pubblica negli Stati Uniti d'America *“We the Living”* (Noi vivi) che con la bella traduzione di Giuseppina Ripamonti Perego viene pubblicata in Italia nel 1938. L'autrice, piomburghese fuggita dall'URSS e giunta negli Usa, scrive la biografia di Kira, studentessa espulsa dall'università di San Pietroburgo e uccisa nel tentativo di espatrio.

Ispirato al caso di Nikolaj Bukharin, alto dirigente del PCUS, è invece *“Darkness at noon”* (Buio a mezzogiorno, 1940) dello scrittore ungherese Arthur Kostler (1905-1983). Bukharin fu arrestato nel 1937 con l'accusa di aver cospirato per il rovesciamento dello stato sovietico e venne processato pubblicamente nel marzo 1938, come parte del Processo dei Ventuno, durante le Grandi Purghe volute da Stalin. Durante il processo, confessò come sua "colpa" quella di essersi avvicinato alle posizioni controrivoluzionarie, al fine di far trionfare le sue idee politiche. Nel corso del processo, Bucharin indicò Trotsky quale principale motore del movimento controrivoluzionario e si dichiarò pentito di quanto fatto, il che non gli evitò la condanna a morte, eseguita poi dall'NKVD¹⁶. Del romanzo di Kostler mi limito a citare il seguente brano, che evidenzia l'approccio fideistico che animava molti bolscevichi: *“Il partito non può mai sbagliare”* disse Rubasciov [alias Bukharin] *“Tu ed io possiamo commettere degli errori, ma non il Partito. Il Partito, compagno, è più di te, di me e di mille altri come te e come me. Il Partito è l'incarnazione dell'idea rivoluzionaria nella Storia. La Storia non conosce né scrupoli né esitazioni. Scorre, inerte e infallibile, verso la sua meta. Ad ogni curva lascia il fango che porta con sé e i cadaveri degli affogati. La Storia sa dove va. Non commette errori. Colui che non ha una fede assoluta nella Storia non è nelle file del Partito.”*

Nel 1949 il generale polacco Władysław Anders¹⁷ (Szkuta, 2021) pubblica le sue memorie di guerra, *“Bez ostatniego rozdziału”* che nello stesso anno sono tradotte in inglese con il

¹⁵ Le fonti storiche che assommano a 6 milioni le vittime delle sole carestie del 1931-33 e 1946-47 (Cinnella, 2016) mentre secondo Roy Medvedev (1988) il totale dei morti provocati dal regime stalinista andrebbe dai 17 ai 25 milioni.

¹⁶ Bucharin è stato riabilitato dallo stato sovietico sotto Michail Gorbačëv nel 1988

¹⁷ Il generale polacco Władysław Anders è noto per aver comandato il corpo di spedizione polacco che dopo aver dato un contributo determinante alla conquista di Monte Cassino risalì il versante adriatico liberando Bologna il 21 aprile 1945. Al corpo di spedizione polacco fu associato il Corpo Italiano di Liberazione, primo nucleo del nuovo esercito nazionale. Anders morì in esilio a Londra il 12 maggio 1970, nel 26° anniversario del primo assalto a Montecassino, e su sua richiesta fu sepolto nel cimitero di guerra polacco di Montecassino ove riposa con i suoi soldati.

titolo di “*An Army in Exile*” (Un’armata in esilio)¹⁸. Dalle memorie si apprende che Anders fu imprigionato alla Lubianka¹⁹ dopo avendo rifiutato di guidare un governo fantoccio che i russi intendevano insediare in Polonia dopo averla conquistata insieme ai nazisti con cui erano alleati in virtù del patto Ribbentrop - Molotov del 23 agosto 1939. La descrizione del carcere è più succinta di quella che sarà poi offerta da Aleksandr Solženicyn in Arcipelago Gulag ma ne conferma appieno i racconti.

Nel 1968 Aleksandr Solženicyn pubblica “*Rakovyi Korpus*” (Reparto C) in cui fra l’altro si parla di ricerca in campo oncologico accennando anche alle infiltrazioni del partito nella ricerca stessa. Nel 1973 lo stesso Solženicyn pubblica “*Arhipelag GULAG 1918-1956*” (Arcipelago Gulag), fonte essenziale per comprendere la natura violenta e repressiva del sistema carcerario sovietico e il suo corredo di vessazioni fisiche e psicologiche (interrogatori notturni, privazione del sonno, botte). Peraltro ricordo che fra i personaggi descritti da Solženicyn c’è il biologo Nikolaj Timofeev-Ressovsky (1900 - 1981), già collaboratore di Vavilov.

Nel 2008 Vasilij Grossman pubblica in occidente “*Žizn’i sud’ba*” (Vita e destino), la cui stesura originale è del 1959. In esso si narra fra le altre la vicenda del fisico Viktor Pavlovic Štrum, che non vuole sottomettere i fondamenti empirici della propria scienza all’ideologia del partito. Ciò porta i colleghi a isolarlo boicottandone le ricerche, fintanto che non gli arriverà una telefonata di Stalin, vero e proprio *deus ex machina* della vicenda. Occorre qui dire che per creare il personaggio di Štrum l’autore si ispirò al quasi omonimo Lev Štrum, fra i padri della fisica nucleare sovietica e che fu vittima delle purghe staliniane: accusato di trotskismo fu infatti fucilato nel 1936 ed i suoi studi furono rimossi dalle biblioteche del paese.

Un cenno meritano infine le suggestioni che provengono dal diario di Corrado Alvaro “*I maestri del diluvio. Viaggio nella Russia sovietica*” (1935), dai due libri di Orwell “*La fattoria degli animali*” (1945) e “*1984*” (1949) e dalle tre opere di Bulgakov “*Il maestro e Margherita*” (1966), “*Cuore di cane*” (1925) e “*Uova fatali*” (1925).

LA SCIENZA RUSSA IN EPOCA ZARISTA

Ai tempi degli Zar la scienza russa aveva stabilito forti legami con l’Europa ed era dunque vista come una variante della scienza europea, in virtù degli stretti contatti esistenti in primis con la Francia, l’Inghilterra e la Germania. In particolare, fu il modello tedesco quello che più decisamente ispirò la scienza russa, spingendola verso un sistema educativo fondato su Università di Stato e Istituzioni educative specializzate (rispettivamente 10 e 8 allo scoppio della Prima guerra mondiale). Università erano presenti ad esempio a Mosca, Kiev e Kazan e Istituzioni educative specializzate erano ad esempio l’Accademia medica militare, l’Accademia agricola Petrov e l’Istituto Minerario. Scienziati russi di fama internazionale erano ad esempio Mendeleev (chimica), Lobačevskij e Čebyšev (matematica) e Dokučaev (pedologia) e i Nobel per la medicina Pavlov (1904) e Mečnikov (1908). Tali sviluppi generarono nel contesto russo un grande rispetto per la scienza che in epoca zarista la protesse dalle interferenze dell’autorità religiosa e dei censori zaristi. La nobiltà russa sponsorizzava varie istituzioni scientifiche come l’Accademia delle scienze, l’Istituto di medicina sperimentale e la Società entomologica russa e fra gli sponsor privati si ricorda ad esempio il Trust russo dello zucchero, il quale finanziava

¹⁸ L’edizione italiana delle memorie di Anders (Memorie. 1936-1946. La storia del «Il corpo polacco») uscirà solo molti anni più tardi, nel 2015.

¹⁹ Il palazzo della Lubianka a Mosca è la sede dei servizi segreti sovietici (prima la Ceka e poi in sequenza GPU, NKVD, KGB fino all’odierno FSB), La sua fama sinistra è legata alle torture e ai crudeli interrogatori che si tennero al suo interno dal 1918 al 1956 e che videro il proprio culmine in epoca stalinista.

ricerche in botanica ed entomologia e sponsorizzava conferenze e congressi. Per comprendere le dimensioni nel complesso limitate della scienza in epoca zarista si consideri che nel 1914, alla vigilia della prima guerra mondiale, in Russia si contavano circa 4000 scienziati che lavoravano in 289 istituzioni scientifiche (Krementsov, 1997).

LA RIVOLUZIONE E IL COLPO DI STATO DEL 1917

A seguito della rivoluzione di febbraio 1917 (8-12 marzo secondo il calendario gregoriano), che depone lo Zar Nicola II e crea un governo provvisorio liberale, si assiste alla partecipazione del mondo scientifico al governo e a variate commissioni legate a progetti di riforma del sistema. Il 25 ottobre 1917 i bolscevichi prendono il potere con un colpo di stato a San Pietroburgo proclamando la repubblica socialista e a seguito di ciò la scienza viene nazionalizzata e posta a totale carico dello stato che ne diviene l'unico finanziatore. Ciò determina una decisiva differenza rispetto alla scienza occidentale, la quale vive anche di fondi privati (si pensi alla fondazione Rockefeller che finanzia il CIMMYT di Norman Borlaug). In Unione Sovietica pertanto stato e scienza sono in rapporto di simbiosi obbligatoria, con tutta una serie di conseguenze che inducono fra l'altro ad evitare la logica manichea degli scienziati vittime e del regime oppressore.



Figura 1 - L'incrociatore Aurora attraccata nel porto di San Pietroburgo. Un suo colpo di cannone dette il via alla rivoluzione d'ottobre. (https://it.wikipedia.org/wiki/Rivoluzione_russa).

Dal 1918 al 1921 i bolscevichi adottano il cosiddetto comunismo di guerra (nazionalizzazione dell'industria, requisizioni forzate in agricoltura, abolizione della moneta e distribuzione amministrativa di cibo e beni di consumo). A tale fase segue dal febbraio 1921 la NEP Nuova Politica Economica, voluta da Lenin per consolidare il proprio potere messo in discussione da rivolte contadine come quella di Tambov, nota come *antonovscina* (Sanguinetti, 1997). La NEP si traduce nella sospensione delle requisizioni nelle campagne, in incentivi alle aziende agrarie più produttive, in libertà di commercio

dei prodotti agricoli previo pagamento di una tassa in natura e nella reintroduzione della moneta²⁰.

Nel periodo sovietico la scienza russa risulta organizzata attorno a *patron*, figure apicali e carismatiche che ne curano lo sviluppo. Fra i *patron* si hanno ad esempio Vavilov per l'agronomia, Alexander Fersman (1883-1945) e Vladimir Obruchev (1863-1956) per la geologia e Abram Ioffe (1880-1960) per la fisica. Si deve altresì considerare che i bolscevichi sono portatori di una visione tecnocratica che vede nella scienza il fondamento della civiltà del futuro, il che si rivela attraente per molti scienziati russi che superano così l'iniziale ostilità. Negli anni 20 si assiste così al progressivo stabilirsi della simbiosi fra "scienza borghese" e bolscevichi, con questi ultimi che sono altresì impegnati a creare una "scienza comunista" con proprie istituzioni (Krementsov, 1997).

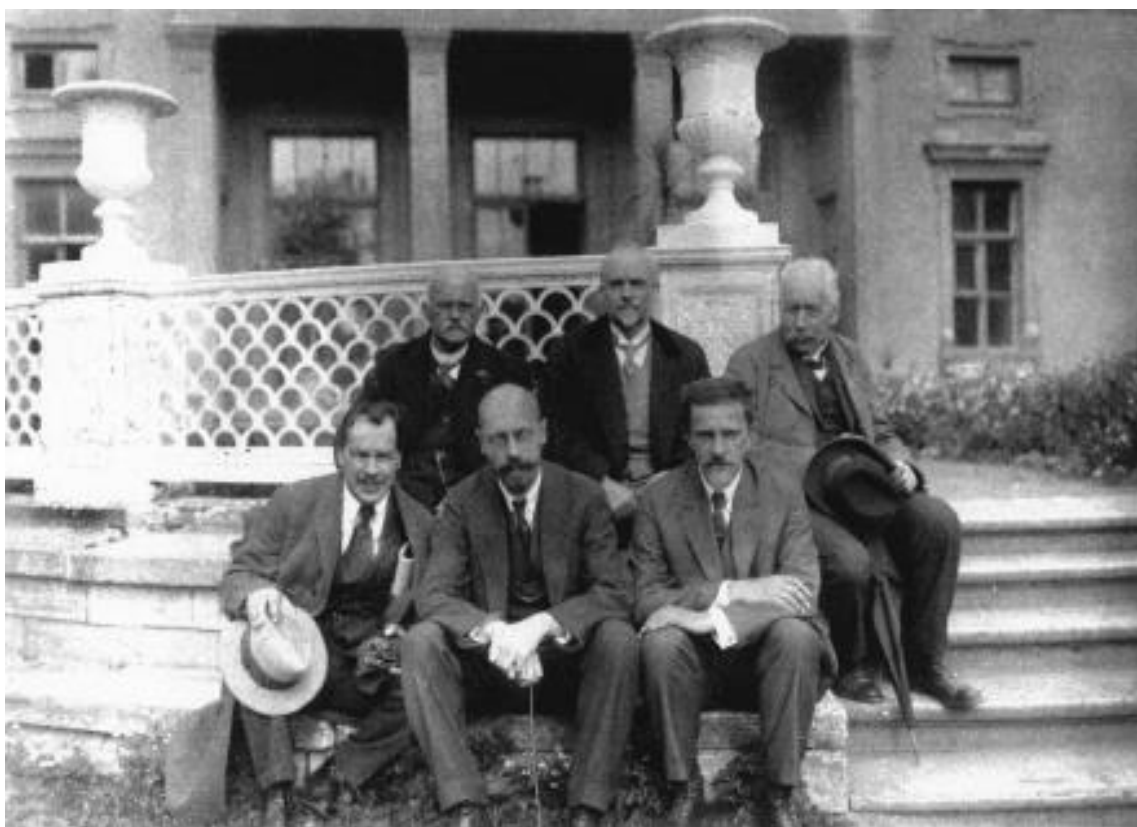


Figura 2 - Celebrazione dei 200 anni dell'Accademia delle Scienze avvenuta nel 1925 presso l'Istituto di Biologia dell'Università Statale di Leningrado sita a Peterhof, nei pressi di Leningrado. Da sinistra in prima fila N. I. Vavilov, V. A. Dogel, Yu. A. Filipchenko; Da sinistra in prima fila O. Vogt, H. Federley, W. Bateson (fonte: VIR Archives).

LA MORTE DI LENIN E L'AVVENTO DI STALIN

A seguito della morte di Lenin avvenuta il 21 gennaio 1924, il potere viene assunto da una leadership collettiva da cui emerge la figura di Iosif Vissarionovič Džugašvili, meglio noto con Iosif Stalin, il quale consolida il proprio potere e nel 1929 impone un cambio di fase

²⁰ Occorre considerare che la politica agraria bolscevica trae origine la dottrina sociale bolscevica, la quale immaginava il mondo contadino scisso in due classi antagonistiche: borghesia rurale capitalistica - i cosiddetti "kulaki" - e il proletariato rurale sfruttato. Tale dottrina supera il dibattito che aveva visto parte del movimento socialista russo, favorevole all'istaurarsi di un comunismo rurale fondato sugli schemi medioevali di proprietà comunitaria della terra da parte di comunità rurali (*obščina*) amministrata dall'assemblea di villaggio (*mir*).

drammatico: abolizione della NEP, industrializzazione rapida, abolizione di iniziativa privata e mercato, collettivizzazione dell'agricoltura, monopolio dello stato su risorse e produzione e espansione dell'apparato della polizia segreta (OGPU poi NKVD). In tale nuova temperie la gestione degli approvvigionamenti privilegia le esportazioni per ricavare valuta pregiata, il che porta alla grande carestia rurale del 1931-33 e a migrazioni in massa verso i centri industriali.

Nel 1936 l'arresto del gruppo Zinoviev-Kamenev segna l'inizio del grande terrore: in 2 anni circa 8 milioni di persone sono arrestate e 1 milione di queste giustiziate. Solo nel marzo 1939 il XVIII Congresso sancisce la fine del grande terrore e in quella sede Stalin annuncia che il socialismo è ormai edificato e dev'essere solo guidato. Da qui la riforma il Comitato Centrale che vede i dipartimenti specializzati organizzati in 2 grandi aree (Agitprop assegnata a Anderej Ždanov e Personale assegnato a Georgij Malenkov).

Il 23 agosto 1939 il patto Ribbentrop-Molotov sancisce l'alleanza Russia-Germania, dando il via alla Seconda guerra mondiale. 22 mesi dopo (22 giugno 1941) la Germania attacca la Russia dando avvio alla cosiddetta "grande guerra patriottica".

In campo scientifico in luogo del doppio sistema (borghese e comunista), in vigore fino al 1929, viene creato un nuovo sistema scientifico unitario, composto di migliaia di istituzioni e centinaia di migliaia di ricercatori. Si tratta di un sistema complesso, piramidale, centralizzato, rigido, burocratizzato e con forti raccordi con il partito comunista. La complessità del sistema genera non di rado contraddizioni non sempre facilmente spiegabili, come la crescita esplosiva di alcune branche di ricerca cui si accompagna l'abolizione di intere aree disciplinari cadute in disgrazia. A metà degli anni 30 il sistema scientifico sovietico viene poi ristrutturato liquidando i cosiddetti istituti paralleli; come conseguenza dal 1933 al 1939 le istituzioni scientifiche calano da 1908 a 1557.

Il partito comunista esercita funzioni di indirizzo e controllo sul sistema scientifico attraverso:

- figure apicali del partito con cui sono ammesse a dialogare solo le figure apicali della scienza (verticismo) (ad es. il contatto con il capo dell'Agitprop Anderej Ždanov (che è di San Pietroburgo) è essenziale per consentire ai genetisti mendeliani di organizzare la discussione pubblica del 1939 con gli agrobiologi di Lysenko).

- filosofi esegeti dell'ideologia marxista-leninista che ad esempio coordinano la discussione pubblica del 1939 fra genetisti e agrobiologi

- membri del partito inseriti nelle organizzazioni scientifiche e che rispondono in molti casi alla logica del "*bad scientist but good bolscevic*" (Krementsov, 1997).

Si noti che il sistema scientifico sovietico all'epoca di Stalin vive un equilibrio precario fra internazionalizzazione (fisiologica per la scienza, ma che in URSS si realizza anche per fini propagandistici) e isolazionismo. L'internazionalizzazione prevale nella prima metà degli anni '30, allorché in URSS si organizzano svariati congressi internazionali come quelli di scienze le suolo (1930), di idrologia (1932) di fisiologia (1935) e di geologia (1937). L'isolazionismo prevale invece nella seconda metà degli anni '30 e sfocerà a livello politico nell'alleanza con la Germania del 1939 (patto Ribbentrop - Molotov che recide i legami con la scienza inglese e statunitense). Se poi la guerra patriottica vede il temporaneo superamento dell'isolazionismo in campo scientifico, la guerra fredda vedrà la cortina di ferro calare anche sulla scienza.

Durante l'epoca di Stalin gli slogan imposti dal partito (darwinismo, antifascismo prima del patto con la Germania, richiamo all'ortodossia marxista-leninista, ecc.) permeano in modo sempre più rilevante gli articoli e il dibattito scientifico, andando fra l'altro a porre le basi di una vera e propria neolingua, per dirla con Orwell. Nello specifico in ambito scientifico:

- si utilizza una pletora di termini come “marxista”, “pratico”, “patriottico”, per dimostrare la fedeltà alla “linea del partito”
- si inventa l’espedito simbolico del “padre fondatore” (es: Mendeleev, Pavlov, Mičurin, Lobačevskij e Mečnikov), la cui immagine incarna la linea del partito in particolari discipline. Con i padri fondatori si scimmiettano i riferimenti a Marx, Engels, Lenin e Stalin, tipici delle riunioni di partito, per cui ogni critica ai padri fondatori viene immediatamente colta come un insulto all’autorità ideologica
- si sviluppano nuovi stili di scrittura scientifica con prefazioni e postfazioni decorative e/o “citazioni nomadi” inserite nei testi.
- si crea un nuovo genere di letteratura scientifica, i “documenti giubilari” che glorificavano il potere sovietico.

Negli anni ‘30 si afferma inoltre una nuova modalità di gestione delle dispute scientifiche tramite discussioni pubbliche e in tale contesto ricadono ad esempio i meeting del 19-26 dicembre 1936 e del 7-14 ottobre 1939 che vedono un serrato confronto fra genetisti mendeliani e agrobiologi. In tali sedi i due contendenti si accusano a vicenda di essere pseudoscienza, usando come armi molta neolingua e svariati schemi standard di analisi cari al partito. In particolare, si incorporano il lessico bolscevico, gli stili polemici e i rituali del partito utili a confermare la conformità ai desiderata del padrone ultimo (il Comitato Centrale). Nel 1939 viene istituito il premio Stalin per la ricerca scientifica che attesta la piena trasformazione della scienza russa in scienza stalinista.

Da evidenziare inoltre che in epoca stalinista la scienza sovietica assume sempre più i caratteri di *big science*, che avrà la sua piena fioritura con ricerche strategiche per scopi militari come quella legata allo sviluppo della bomba atomica o alla missilistica. La missilistica sarà peraltro la molla che in epoca post-stalinista spronerà gli storici occidentali allo studio della scienza sovietica, il che avrà luogo a seguito dello shock “post Sputnik” dei tardi anni ‘50, in cui l’occidente prenderà coscienza della propria arretratezza scientifica e tecnologica nella corsa allo spazio. La *big science* stalinista prevedeva fra l’altro le città della scienza (che in occidente hanno un analogo in laboratori militari come Los Alamos) e i “campi Sharashky” in cui gli scienziati imprigionati conducevano attività di ricerca e pubblicavano riviste scientifiche.



Figura 3 - Sequestro del grano nella regione di Odessa nel 1932.
(<https://www.kyivpost.com/post/4815>)



Figura 4 - Il mattino della nostra madrepatria di Fyodor Shurpin, 1948, Galleria di stato Tretyakov - Mosca. La scena sullo sfondo ci parla di meccanizzazione dell'agricoltura e di elettrificazione.



Figura 5 - Il fisico Sergey Ivanovich (1891-1951) fratello di Nikolai Vavilov e che dal luglio 1945 alla sua morte sarà Presidente dell'Accademia delle Scienze.

LA SCIENZA FRA GUERRA PATRIOTTICA E GUERRA FREDDA

La “grande guerra patriottica” segna il riavvicinamento fra scienza e partito, con importanti ruoli nel “fronte interno” assegnati a scienziati. Viene ad esempio creato un direttorio che vede fra l’altro la presenza del fratello di Vavilov, il fisico Sergej Ivanovič (1891-1951), il quale dal luglio 1945 alla sua morte sarà poi Presidente dell’Accademia delle Scienze. Lo stesso arresto di Vavilov da parte della polizia segreta (NKVD) di cui tratterà più in dettaglio la relazione di Osvaldo Failla, avviene mentre egli è impegnato in sopralluoghi per individuare le destinazioni ottimali a fini agricoli dei territori occupati in Polonia e in Finlandia.

Una data simbolica riferita all’inizio della guerra fredda è il 5 marzo 1946, allorché in un lungo discorso tenuto a Fulton nel Missouri (USA) Winston Churchill usò l’espressione “cortina di ferro” per indicare la divisione dell’Europa in aree di influenza. Sempre nel 1946, mentre ancora si festeggiava la vittoria sul nazifascismo, vaste aree dell’URSS (Ucraina e altre) furono colpite dalla terza grande carestia dopo quelle del 1921-22 e del 1931-33, il che testimonia il persistere di gravi e strutturali problemi nel sistema di approvvigionamento agricolo sovietico. Ciò nondimeno durante la sessione dell’Accademia Lenin di Scienze Agrarie (31 luglio e il 7 agosto 1948), le teorie di Lysenko sono dichiarate, grazie al diretto intervento di Stalin, dottrina ufficiale del PCUS. La guerra fredda si estende così anche al mondo scientifico, contrapponendo la scienza sovietica a quella borghese, denunciata come reazionaria, idealistica e meccanicistica. Se per l’Unione Sovietica la decisione chiude una lunghissima controversia iniziata alla fine degli anni venti, per i partiti comunisti dell’Europa occidentale la consacrazione del lysenkoismo segna invece l’inizio di una stagione di intensa e sofferta lacerazione culturale sul versante ideologico e scientifico.

Il 5 marzo 1953 muore Giuseppe Stalin e si scatena una lotta per la successione che vide prevalere Nikita Khrushchev, il quale avvia un processo di destalinizzazione culminato nel XX Congresso del PCUS (14-25 febbraio 1956), nel corso del quale viene presentato un rapporto segreto (fatto però pervenire in occidente) in cui si denunciano i crimini di Stalin. Sempre nel 1956 (4 novembre) le truppe sovietiche invadono l’Ungheria, evento questo che porterà molti ad aprire finalmente gli occhi sulla realtà totalitaria del regime sovietico.



Figura 5 - Lysenko con Khrushchev (<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/10/09/historia-leipaa-kansalle-tutkija-valekeksija-ja-stalin>)

Nel contesto sopra descritto, il 20 agosto 1955 il Collegio militare della Corte suprema dell'URSS annulla il verdetto della corte e assolve Nikolaj Vavilov per mancanza di *corpus delicti*. Lo scienziato viene così reintegrato post-mortem nell'elenco degli accademici dell'Accademia delle Scienze dell'Unione Sovietica. Nonostante ciò, il lisenkoismo continua ad occupare una posizione dominante nelle scienze agrarie e biologiche russe, godendo dell'appoggio delle autorità superiori (Medvedev, 1972) e sarà solo con la salita al potere di Leonid Brezhnev, avvenuta nel 1964, che il lisenkoismo entrerà in crisi per scomparire nel 1966 dalla scienza russa (Medvedev, 1972), cui lascerà un'eredità di arretratezza nel settore delle scienze biologiche e agronomiche.

LA FASCINAZIONE DEGLI INTELLETTUALI OCCIDENTALI PER LO STALINISMO

Tanti furono i fattori che impedirono all'occidente di leggere in modo tempestivo la terribile realtà dello stalinismo. Fra questi la fascinazione per il regime sovietico che coinvolse molti intellettuali e scienziati, non solo comunisti ma anche fascisti (Flores, 1985) e che si tradusse in:

- visite in Unione Sovietica con resoconti elogiativi (Rosselli, 2005)
- tentativo di tacitare, tacciandoli come provocatori, coloro (es. André Gide, Aleksandr Solženicyn, Arthur Kostler, George Orwell) che segnalavano l'assenza di diritti, l'insicurezza alimentare e il regime concentrazionario dei gulag (Rosselli, 2005)
- tentativo di esportare il lisenkoismo in occidente (Cassata, 2008).



Figura 6 - Emilio Sereni

(https://it.wikipedia.org/wiki/Emilio_Sereni)

Il tentativo di promuovere il lisenkoismo in Italia vide come protagonista Emilio Sereni (1907-1977), laureato in scienze agrarie a Portici e responsabile della Commissione cultura del Pci dal 1948 al 1951. Sereni partecipa nell'agosto 1948 al Congresso mondiale degli intellettuali per la pace tenutosi a Cracovia e lì conosce gli esiti della conferenza dell'Accademia Lenin di scienze agrarie del 1948 che aveva segnato il trionfo del lisenkoismo. A seguito di ciò, il 13 novembre 1948 Sereni organizza una conferenza a Bologna per promuovere anche in Italia il lisenkoismo e prende a modello l'articolo di Louis Aragon in cui Lysenko viene paragonato a Galileo. Sereni fonda la sua strategia su una campagna condotta dalla stampa di partito (Unità, Vie Nuove e Calendario del Popolo) e sul supporto di Luigi Longo. Inoltre, nel gennaio 1949 Sereni contatta la casa editrice Einaudi e le propone di pubblicare la traduzione degli atti della conferenza dell'Accademia

Lenin di Scienze Agrarie. La casa editrice si mostra però fredda e tramite Felice Balbo risponde a Sereni che sta confondendo la cultura con la politica. Inoltre i consulenti editoriali di Einaudi (Giolitti e Muscetta), esprimono parere contrario a pubblicare, ritenendo che il pensiero di Lysenko manchi di prove scientifiche.

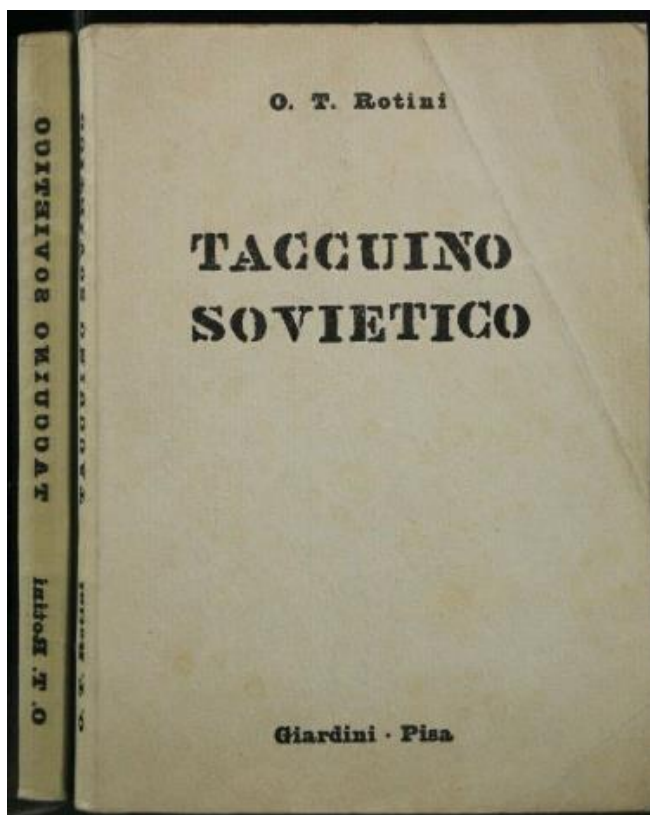


Figura 7 - A sinistra il frontespizio del libro di Orfeo Turno Rotini. A destra una foto presente nel libro: la delegazione degli agrobiologi italiani di fronte alla stazione della metropolitana di Mosca in Piazza della Rivoluzione.

Il 5 gennaio 1949 in un incontro avvenuto nell'abitazione di Sereni, i biologi interni al PCI si oppongono alla promozione del pensiero di Lysenko ed in particolare Emanuele Padoa si dichiara contrario all'ideologia di Lysenko mentre Massimo Aloisi e Giovanni Hausmann sostengono che per accettare Lysenko occorre prima avere delle prove scientifiche. Alcuni dettagli sull'incontro a casa di Sereni emergono dalla cronaca di Nello Ajello, il quale racconta che il microbiologo Luigi Silvestri fu molto duro nel condannare l'orientamento impresso da Lysenko alla genetica sovietica. Ricostruendo la discussione, Silvestri scrive che, di fronte ai dubbi affioranti anche in coloro che avevano definito Adriano Buzzati Traverso uno "scienziato da salotto" per aver apostrofato la teoria di Lysenko come "assurda verità", Emilio Sereni aderì fideisticamente all'ortodossia sovietica sostenendo "il carattere partitico della scienza" e riducendo il tutto a "questione di fedeltà all'URSS". La posizione critica di Silvestri comportò, poco dopo, la sua espulsione dal Pci, non per aver avversato Lysenko, scrive Ajello, "ma per indisciplina, avendo disobbedito al divieto di discutere l'argomento nelle sezioni del Pci". Gli altri scienziati che militavano nel PCI scelsero prevalentemente di non manifestare il proprio dissenso per motivi di fedeltà ideologica. "Non potevamo non roderci dentro", scrisse poi il patologo Massimo Aloisi, ricordando che i biologi Giuseppe Montalenti e Pietro Omodeo erano stati definiti "reazionari e lacché dell'imperialismo" per essersi opposti a Lysenko. In ogni caso nella direzione del PCI del luglio 1949 la posizione di Sereni risultò temporaneamente

perdente e venne criticata dallo stesso segretario Palmiro Togliatti. Per il tentativo di introdurre il lisenkoismo si trattò tuttavia di un arresto temporaneo poiché nel gennaio 1952, in seno alla Commissione culturale dell'Associazione Italia-URSS, si costituì una Commissione di agrobiologia con lo scopo di divulgare e applicare la dottrina micuriniana-lysenkiana all'agricoltura italiana. Membri della Commissione erano Carlo Jucci, direttore del Centro di studio per la genetica dell'Università di Pavia, Giovanni Hausmann, professore incaricato di Alpicoltura all'università di Torino e poi direttore della stazione sperimentale di praticoltura di Lodi, Alberto Pirovano, direttore dell'Istituto di frutticoltura e elettrogenetica di Roma, Felice Lanza, agronomo nella Stazione di chimica agraria di Roma²¹, Giovanni Sampietro, direttore della Stazione sperimentale di risicoltura di Vercelli, Raffaele Ciferri, direttore dell'Istituto di botanica dell'Università di Pavia e Orfeo Turno Rotini, direttore dell'Istituto di Chimica agraria e preside della Facoltà di agraria di Pisa. Il programma della Commissione di agrobiologia del PCI viene così riassunto: *“È nostro desiderio che lo scambio fra i due paesi sia tale da permettere a noi italiani di riprendere i risultati delle ricerche sovietiche alla luce di una metodologia chiaramente compresa e acquisita, onde sperimentare nel nostro clima e sul nostro suolo alcune di quelle pratiche agrobiologiche che tanto vantaggio hanno arrecato all'economia agricola dell'Urss. Dalla jarovizzazione all'ibridazione vegetativa (su piante arboree ed erbacee), dall'introduzione del «Mentore» in arboricoltura alla estivalizzazione della patata contro la degenerazione, dall'allevamento di ibridi in maniera da evitare la dissociazione mendeliana e favorire lo sviluppo di caratteri desiderati alla coltivazione del frumento ramificato e alle interessanti ricerche sulla biochimica dell'accrescimento e dello sviluppo, innumerevoli sono le possibilità di applicazione scientifica e pratica nel campo dell'agricoltura italiana sulla base dell'agrobiologia micuriniana-lysenkiana.”*

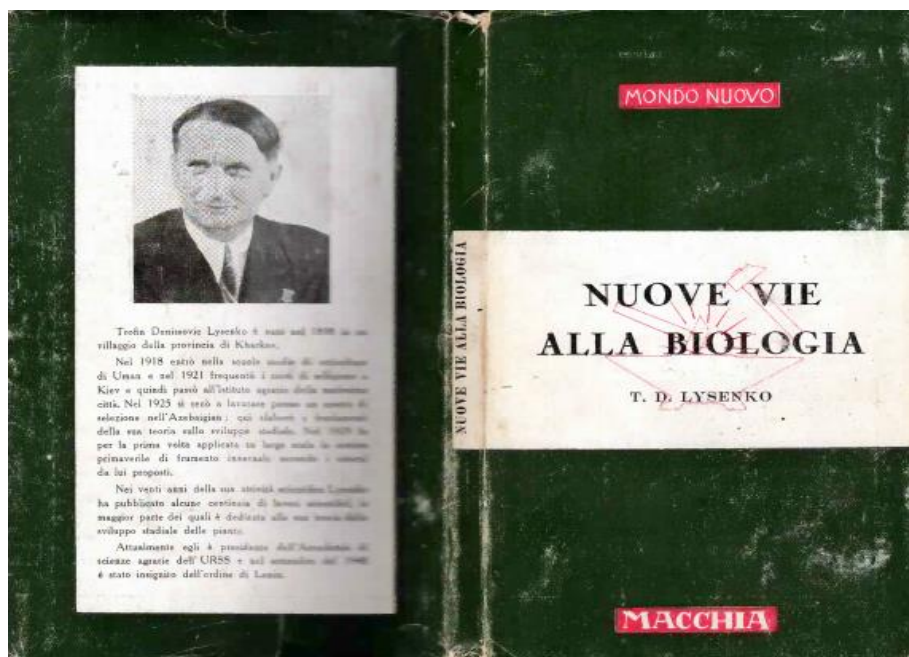


Figura 8 - Copertina di “Nuove vie alla biologia” che contiene gli interventi di apertura e chiusura di Lysenko alla conferenza dell'Accademia Lenin di scienze agrarie del 31 luglio - 7 agosto 1948, in cui la genetica mendeliana venne bandita dall'Unione Sovietica.

²¹ Lanza aveva tradotto in italiano dal francese il testo “Nuove vie alla biologia” in cui si riportano gli interventi di apertura e chiusura di Lysenko alla conferenza dell'Accademia Lenin di scienze agrarie del 31 luglio - 7 agosto 1948 (Lysenko, 1949).

Nel 1954 viene pubblicata la cronaca di un viaggio di studio in URSS, il cui autore è Orfeo Turno Rotini. Al viaggio partecipano gran parte dei membri della commissione di agrobiologia del PCI e nella cronaca non si nomina mai Vavilov mentre si tessono lodi sperticate di Ivan Vladimirovič Mičurin (1855 - 1935), di Lysenko, del sistema economico e agricolo sovietico e del nuovo direttore del centro di ricerca di Pietroburgo che era stato di Vavilov. Al testo di Rotini segue un articolo di Carlo Jucci su Genetica agraria (1954) che offre un resoconto più stringato rispetto a quello di Rotini sulla visita in Russia. Fatto curioso è che nello scritto di Jucci la visita all'istituto di Lysenko viene citata all'inizio senza essere poi descritta. Sul tentativo di promuovere il lysenkoismo in Italia è utile anche la testimonianza di Gaetano Forni, a quei tempi studente alla Facoltà di agraria di Milano (Forni, 2009), il quale riporta le posizioni dei principali docenti di quella facoltà.

RITORNO AL PRESENTE

La vicenda di Vavilov parla anche a noi, ricercatori di oggi, qui, in Italia? Vi sono ancora gli anticorpi per opporci alle pseudoscienze? In tema di pseudoscienze, ho a lungo riflettuto su tale tematica con riferimento all'agricoltura biodinamica, che va spesso a braccetto con quella biologica e che in alcune università viene oggi promossa e insegnata, pur essendo un caso lampante di pseudoscienza (come lo fu l'agrobiologia di Lysenko), in quanto fondata sull'indimostrata esistenza di "energie cosmiche". Il tentativo di opporsi a tale deriva che condussi con colleghi in parte presenti oggi fu tutt'altro che un successo, in quanto la politica si è rivelata promotrice di pseudoscienza. In tema di libertà di ricerca invito poi ognuno di noi a leggere le cose con riferimento al proprio settore di ricerca.

Una domanda cruciale è certamente relativa agli strumenti da adottare per evitare di ricadere in nuovi casi Lysenko. In tal senso ricordo che Adriano Buzzati Traverso, nella sua introduzione al libro di Daniil Medvedev (1972), poneva al centro della questione il rapporto fra potere politico e scienza e più specificamente la "big science", sviluppata in grandi laboratori controllati dai militari e produttrice di armi biologiche e atomiche. Buzzati Traverso osservava che *"l'antica purezza è sfuggita dalle mani dello scienziato"* e proponeva di opporsi alla big science promuovendo una *"scienza senza confini"* sottratta al segreto dei laboratori militari. Quelli di Buzzati Traverso sono certo ragionamenti figli della guerra fredda e di un mondo diviso due blocchi contrapposti, realtà che non è peraltro del tutto superata - si pensi al caso del laboratorio di Wuhan (Pielke, 2023). Tuttavia, penso che oggi la via maestra per evitare nuovi casi Lysenko consista nell'aderire all'immortale lezione di Galileo Galilei e alla sua idea di scienza fondata su un adeguato equilibrio fra strumenti osservativi (occhi sulla fronte) e interpretativi/predittivi (occhi nel cervello)²² e che è stata recentemente oggetto del libro *"La farfalla e la crisalide"* di Edoardo Boncinelli (2018).

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il dott. Giovanni Ferrari per la passione con cui ha ricercato e reperito documentazione utile a chiarire i diversi aspetti del lysenkoismo in Italia, i proff. Osvaldo Failla e Tommaso Maggiore per avermi supportato nella ricerca delle fonti e per la lettura critica della presentazione e il dott. Gabriele Fontana per la revisione finale del testo per gli atti.

²² Nella lettera a Pietro Dini del 21 maggio 1611, Galileo scrive che: *"i primi inventori trovarono et acquistarono le cognizioni più eccellenti delle cose naturali e divine con gli studii e contemplazioni fatte sopra questo gradissimo libro, che essa natura continuamente tiene aperto innanzi a quelli che hanno occhi nella fronte e nel cervello"*.

BIBLIOGRAFIA

- Alvaro C., 1985. I maestri del diluvio, Memoranda edizioni.
- Anders W., 2015. Memorie 1936-1946. La storia del «corpo polacco», Bacchilega Editore.
- Boncinelli E., 2018. La farfalla e la crisalide, Raffaello Cortina, 192 pp.
- Cappuccio E., 2022. Ideologie e pseudoscienze. Il Caso Lysenko, <https://www.einaudiblog.it/ideologie-e-pseudoscienze-il-caso-lysenko/>
- Cassata F., 2008. Le due scienze. Il «caso Lysenko» in Italia, Bollati Boringhieri, collana Nuova Cultura, 291 pp.
- Cassata F., 2012. The Italian Communist Party and the "Lysenko Affair" (1948-1955), *Journal of the History of Biology*, 45, pp. 469-498
- Cinnella E., 2016. Ucraina. Il genocidio dimenticato, 1932-1933 · Pisa, Della Porta, 302 pp
- Cinnella E., 2021. La Russia di Stalin, la formazione del regime totalitario, Della Porta editore, 746 pp.
- Fitzpatrick S., 2014. Impact of the Opening of Soviet Archives on Western Scholarship on Soviet Social History, *The Russian Review*, Vol. 74, No. 3 (JULY 2015), pp. 377-400
- Flores M., 1985. Presentazione, in I maestri del diluvio, di Corrado Alvaro, Memoranda edizioni, V-XVIII.
- Forni G., 2009. Gli agronomi e la sirena neolamarkiana nel quinquennio 1948-1953, in *Rivista di Storia dell'agricoltura*, anno XLIX - N. 1, giugno 2009, pp. 199-210 (disponibile in rete)
- Gide A., 1937. Retour de l'URSS, Gallimard, 125 pp.
- Glover J. 2002. Humanity, una storia morale del XX secolo, il saggiautore, 571 pp.
- Iams J., 1988. Soviet historian says Stalin reign caused 17 million deaths, UPI, <https://www.upi.com/Archives/1988/11/24/Soviet-historian-says-Stalin-reign-caused-17-million-deaths/4245596350800/>
- Jucci C., 1954. L'agrobiologia in Russia, in «Genetica Agraria», IV, 1-2, 1954, pp. 161-67
- Kostler A., 1940. Darkness at Noon, Random House, 304 pp.
- Krementsov N., 1997. Stalinist scienze, Princeton University Press, 371 pp.
- Loskutov I.J., 2020. Vavilov Institute (VIR): historical aspects of international cooperation for plant genetic resources, *Genet Resour Crop Evol* (2020) 67, pp. 2237-2253 <https://doi.org/10.1007/s10722-020-00979-4>
- Lysenko T. D., 1949. Nuove vie alla biologia, Macchia, Roma 1949 (traduzione dal francese di Felice Lanza)
- Mariani L., 2017. Le carestie nella storia, in Atti del convegno "Penurie, carestie e sicurezza alimentare", Mulsa e Società agraria di Lombardia (disponibile in rete al sito www.mulsa.it).
- Medvedev Z.A., 1972. L'ascesa e la caduta di T.D. Lysenko, a cura di Michael Lerner, introduzione di A. Buzzati Traverso, traduzione di A. Valori Piperno, 291 pp.
- Pielke R., 2023. The COVID-19 Origins Debate Opens Up, <https://rogerpielkejr.substack.com/p/the-covid-19-origins-debate-opens-up> Galileo Galilei (1564-1642)
- Rand A. 1938. Noi vivi, Baldini e Castoldi, 471 pp
- Rosselli A., 2005. Intellettuali progressisti e marxismo. http://www.storico.org/russia_comunista/intellettuali.html
- Rotini, Orfeo Turno, 1954. Taccuino sovietico, Giardini, Pisa, 333 pp.
- Sangunetti O., 1997. L'«Antonovscina», la rivolta anticomunista di Tambov nella Russia degli anni 1920, *Cristianità* n. 267-268 (1997), <https://alleanzacattolica.org/lantonovscina-la-rivolta-anticomunista-di-tambov-nella-russia-degli-anni-1920/>
- Secher R., 1989. Il genocidio vandeano. Il seme dell'odio, Effedieffe.

Szkuta M., 2021. General Wladyslaw Anders - A soldier, politician and patron of culture, <https://blogs.bl.uk/european/2020/05/general-w%C5%82adys%C5%82aw-anders-a-soldier-politician-and-patron-of-culture.html>

NIKOLAJ VAVILOV: BREVE BIOGRAFIA E OPERA SCIENTIFICA

Oswaldo Failla

Museo di Storia dell'Agricoltura e Università degli Studi di Milano



Riassunto

La comunicazione ricapitola i tratti essenziali della biografia di Nikolaj Vavilov, evidenziando il grande progetto scientifico, tanto pionieristico quanto ambizioso, che egli perseguiva, e che riuscì a intraprendere grazie alle straordinarie capacità organizzative e persuasive, che lo portarono ad assumere in Unione Sovietica le più elevate responsabilità nel campo della ricerca in agricoltura, divenendo al contempo un membro di riconosciuta autorevolezza della neonata comunità scientifica dei genetisti. La deriva culturale del regime stalinista, che rigettò la genetica a favore delle visioni pseudoscientifiche del lisenkoismo, travolse però Vavilov, che fu accusato di sabotaggio nei confronti della politica agraria dell'URSS e di spionaggio a favore del Regno Unito. Vavilov morì per denutrizione in carcere, dopo che la sentenza di condanna a morte fu tramutata in vent'anni di lavori forzati. Nella comunicazione vengono inoltre ricordati i fondamentali contributi scientifici in relazione allo sviluppo della teoria dei centri di domesticazione delle piante.

Summary

Nikolaj Vavilov short biography and scientific work

The presentation outlines the key aspects of Nikolai Vavilov's biography, emphasizing his pioneering and ambitious scientific endeavours. Vavilov's extraordinary organizational and persuasive skills enabled him to undertake a remarkable scientific project, propelling him to the highest positions in the agricultural research field of the Soviet Union. Simultaneously, he became a respected authority in the emerging scientific community of geneticists. However, the cultural shift of the Stalinist regime, which rejected genetics in favour of the pseudoscientific views of Lysenkoism, overwhelmed Vavilov. He was unjustly accused of sabotaging the USSR's agrarian policies and of spying for the United Kingdom. Tragically, he died of malnutrition in prison after his death sentence was commuted to twenty years of forced labour. The short paper also highlights His fundamental contributions to the development of the theory of plant domestication centres.

PREMESSA

La biografia e la visione scientifico di Nikolaj Vavilov, nonché le grandi imprese che egli promosse e realizzò, sono oggetto di un'ampia letteratura scientifica e divulgativa; ciò testimonia, non solo quanto le sue tragiche vicende abbiano scosso la comunità scientifica internazionale, ma anche quanto il suo innovativo contributo al progresso delle conoscenze, e la sua visione per lo sviluppo della genetica agraria e dei programmi di miglioramento genetico delle piante agrarie, siano ancora attuali.

Lo scopo di questo breve contributo non può quindi che essere un invito al lettore ad approfondire la conoscenza di Nikolaj Vavilov, anche attraverso la bibliografia citata, e a comprendere quanto l'attuale progresso del miglioramento genetico delle piante agrarie, e soprattutto le politiche di conservazione del relativo germoplasma, siano e saranno sempre debitrice delle opere e degli insegnamenti di colui che è unanimemente considerato uno dei fondatori della genetica agraria.

LA RECENTE BIBLIOGRAFIA SU VAVILOV

Tra le numerose pubblicazioni dedicate alla vita e alle opere di Vavilov ritengo che, nell'ambito della letteratura scientifica e biografica, quattro assumano una rilevanza particolare. Due di queste sono gli atti di riunioni scientifiche, promosse da prestigiose associazioni accademiche (Fig. 1) quali la Linnean Society di Londra congiuntamente all'Institute of Archaeology dell'University College of London (Hawkes e Harris, 1990) e l'American Society for Horticultural Science (Folta, 2015; Hummer, 2015; Hummer e Hancock, 2015; Janick, 2015). Le altre due sono ricchissime biografie (Fig. 2), una pubblicata nel 1999 dall'allora IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute), ora Bioversity International (Loskutov, 1999), l'altra pubblicata dal giornalista scientifico britannico Peter Pringle (2008), recentemente tradotta in italiano da Donzelli, seppure con un titolo che decisamente distorce quello originale (Pringle, 2023).

Quanto riporto in questa breve nota è stato prevalentemente attinto da queste fonti.

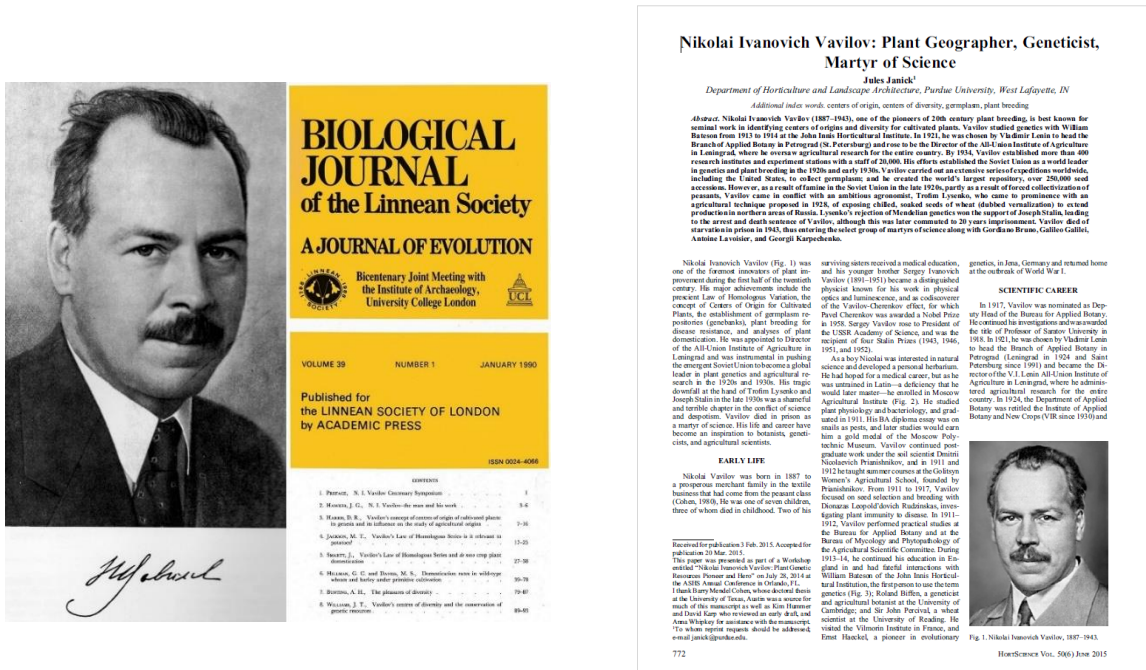


Figura 1 - Il frontespizio degli atti del seminario dedicato nel 1990 a Vavilov dalla Linnean Society di Londra congiuntamente all'Institute of Archaeology dell'University College of London (a

sinistra) e la prima pagina dell'articolo di J. Janik (2015) negli atti di un analogo seminario organizzato nel 2004 dall'American Society for Horticultural Science

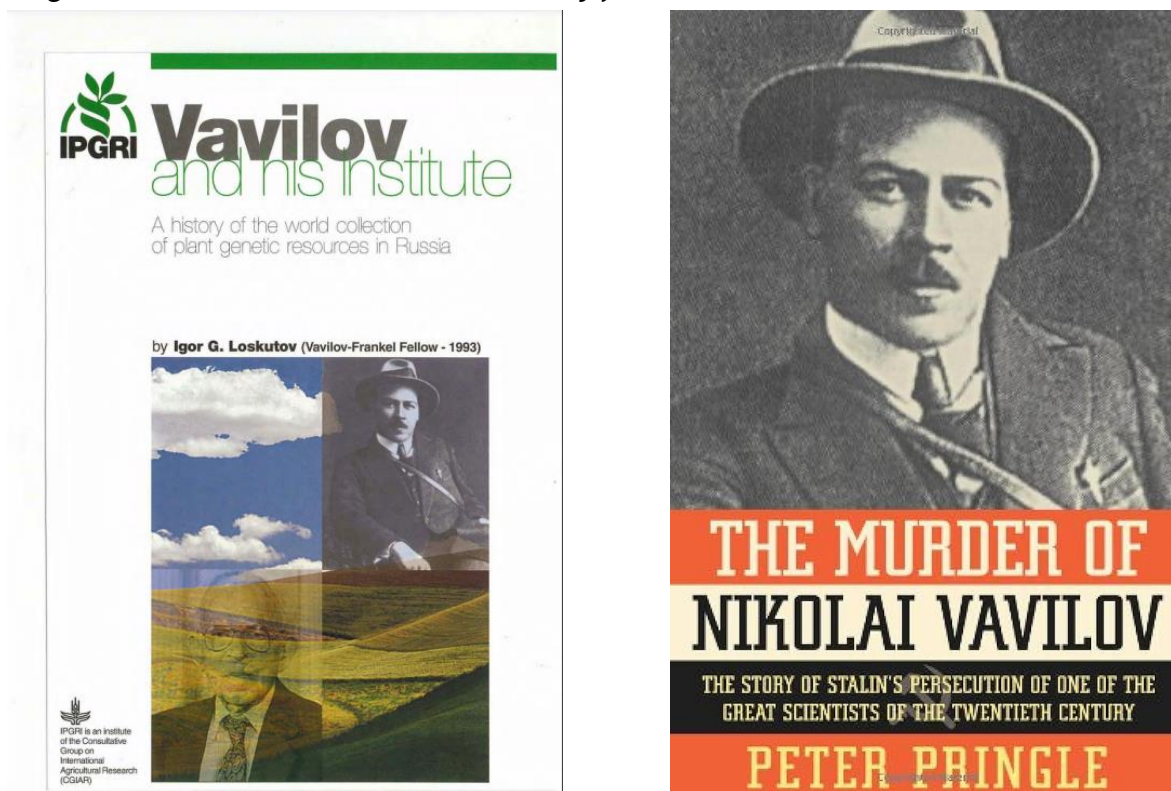


Figura 2 - Copertine delle biografie dedicate a Vavilov da I. Loskutov (1999) e da P. Pringle (2003)

GLI STUDI E LA CARRIERA ACCADEMICA

Nikolaj nasce a Mosca nel 1887 in una famiglia agiata. Il padre Ivan, arrivato a Mosca da un villaggio contadino, era riuscito a diventare un commerciante e imprenditore tessile, la madre Alexandra era figlia di un imprenditore, sempre nel campo dell'industria tessile. Assecondando il desiderio del padre, Nikolaj si diploma nel 1906 presso un istituto superiore commerciale ma decide poi di proseguire gli studi nel campo agrario. Nel 1911 si laurea presso la Facoltà di Agraria di Mosca (Petrovskaya Agricultural Institute). Durante gli studi si appassiona al tema dell'origine dell'agricoltura e alla neonata scienza genetica. Si adopera dunque per intraprendere una carriera accademica al fine di dedicarsi pienamente a queste tematiche. Poco dopo la laurea, riesce a farsi accogliere da Robert Regel (1867-1920), botanico russo di origine tedesca, presso l'Ufficio di Botanica applicata di San Pietroburgo, del quale Regel era direttore. L'anno successivo, 1912, inizia un lungo soggiorno di studi in Europa, dove frequenta in modo particolare la *John Innes horticultural institution* diretta da William Bateson (1861-1926), padre fondatore della genetica, con il quale stringe una grande amicizia. Nel soggiorno inglese frequenta tra le altre la biblioteca di Charles Darwin (1809-1892). Lo scoppio del Prima Guerra Mondiale lo costringe al rientro in Russia.

Nel 1917 diviene professore di Agronomia presso la Facoltà di Agraria di Saratov, dove intraprende subito anche attività sperimentali. Nel 1921 torna a San Pietroburgo con il ruolo di Direttore. Qui, all'inizio, tra le difficoltà connesse alla guerra civile in corso, inizia un percorso che lo porterà a trasformare il piccolo Ufficio di Botanica applicata in una delle più grandi istituzioni di ricerca e sperimentazione dedicate alla genetica e al miglioramento genetico delle piante mai esistite. Nel 1924 l'Ufficio divenne infatti il Dipartimento di Botanica Applicata e Nuove Colture che nel 1930, potenziandosi

ulteriormente, diverrà l'Istituto pansovietico delle Produzioni Vegetali, che Vavilov diresse fino al 1940. Nel 1967, l'istituto fu a lui dedicato con il nome di Istituto pansovietico delle Produzioni Vegetali N.I. Vavilov, ora Istituto per le Risorse Genetiche Vegetali N.I. Vavilov. Grazie alla notorietà scientifica, acquisita sia in patria che all'estero, nel 1929 viene nominato membro dell'Accademia delle Scienze dell'URSS e, sempre quell'anno, anche presidente della neo-fondata Accademia pansovietica Lenin delle scienze agrarie, carica che dovrà lasciare nel 1935. Sempre nel 1929 assume un altro ruolo impegnativo e di rilievo: quella di direttore di un altro ente di ricerca neo-costituito: l'Istituto di Genetica dell'Accademia delle Scienze dell'URSS. Carica dalla quale fu destituito nel 1940.

LE RACCOLTE DEL GERMOPLASMA E I PRIMI CONTRIBUTI SCIENTIFICI

Tra il 1916 e il 1940, Vavilov riesce a compiere un'opera immensa: organizza e realizza più di 100 missioni per la raccolta del germoplasma attraversando tutti i continenti (Fig. 3 e 4); queste missioni gli consentono di raccogliere più di 250.000 accessioni di oltre 500 specie di interesse agrario. Tra il 1924 e il 1934 organizza più di 400 tra istituti di ricerca e stazioni sperimentali nelle quali complessivamente operano più di 20.000 persone. L'obiettivo dei suoi sforzi era quello di compiere *“ricerca botanica sistematica, focalizzata sui bacini di formazione delle specie elementari, e sulle successive fasi di dispersione delle piante coltivate”*.

Major N.I.Vavilov's Expeditions	
1916	Expedition to Iran (Hamadan and Khorasan) and Pamir (Shungan, Rushan and Khorog).
1921	Acquaintance trip to Canada (Ontario) and USA (New York, Pennsylvania, Maryland, Virginia, North and South Carolina, Kentucky, Indiana, Illinois, Iowa, Wisconsin, Minnesota, North and South Dakota, Wyoming, Colorado, Arizona, California, Oregon, Maine).
1924	Expedition to Afghanistan (Herat, Afghan Turkestan, Gaimag, Bamian, Hindu Kush, Badakhshan, Kafirstan, Jalalabad, Kabul, Herat, Kandahar, Baquia, Helmand, Farakh, Sehistan), accompanied by D.D. Bukinich and V.N. Lebedev.
1925	Expedition to Khoesrm (Khiva, Novyi Urgench, Gurlen, Tashauz).
1926-1927	Expedition to Mediterranean countries (France, Syria, Palestine, Transjordan, Algeria, Morocco, Tunisia, Greece, Sicily, Sardinia, Cyprus and Crete, Italy, Spain, Portugal, and Egypt, where Gudzoni was explored by Vavilov's request) and to Abyssinia (Djibouti, Addis Ababa, banks of Nile, Tsana Lake), Eritrea (Massaua) and Yemen (Hodeida, Jidda, Hedjas).
1927	Exploration of mountainous regions in Wuerttemberg (Bavaria, Germany).
1929	Expedition to China (Xinjiang - Kashgar, Uch-Turfan, Aksu, Kucha, Urumchi, Kulja, Yarkand, Hotan) together with M.G. Popov, then alone to Chine (Taiwan), Japan (Honshu, Kyushu and Hokkaido) and Korea.
1930	Expedition to USA (Florida, Louisiana, Arizona, Texas, California), Mexico, Guatemala and Honduras.
1932-1933	Trip to Canada (Ontario, Manitoba, Saskatchewan, Alberta, British Columbia), USA (Washington, Colorado, Montana, Kansas, Idaho, Louisiana, Arkansas, Arizona, California, Nebraska, Nevada, New Mexico, North and South Dakotas, Oklahoma, Oregon, Texas, Utah); Expedition to Cuba, Mexico (Yucatan), Ecuador (Cordilleras), Peru (Lake Titicaca, Puno Mt., Cordilleras), Bolivia (Cordilleras), Chile (Panama River). Brazil (Rio de Janeiro, Amazon), Argentina, Uruguay, Trinidad and Porto Rico.
1921-1940	Systematic explorations of the European part of Russia and the whole regions of the Caucasus and the Middle Asia.

Figura 3 - Principali missioni di Vavilov per la raccolta del germoplasma delle piante agrarie e delle specie affini (Da Loskutov, 1999)

Nel 1920 formula la legge delle serie omologhe nella variabilità intraspecifica che nel 1922 pubblica sul *Journal of Genetics*²³. La teoria, che ebbe grande eco, sia nazionale che internazionale, considera la specie, che Vavilov definisce pragmaticamente linneiana, come un sistema polimorfo, al cui interno si manifesta una grande variabilità, che segue appunto la legge delle serie omologhe: specie affini manifestano per numerosi caratteri il medesimo spettro di variabilità. Tale spettro di variabilità deve essere caratterizzato al fine di caratterizzare l'intera specie.

Nel 1926 pubblica, in russo e in inglese, il suo primo contributo volto ad individuare i centri di domesticazione delle piante agrarie dal titolo "Studies on the Origin of Cultivated Plants"²⁴, nel quale, sulla base delle conoscenze acquisite fino ad allora, individua cinque centri di domesticazione.

Questi contributi scientifici, unitamente alla grande rete di conoscenze che aveva sviluppato durante i suoi primi viaggi, accrescono la sua reputazione nel mondo scientifico nazionale e internazionale.

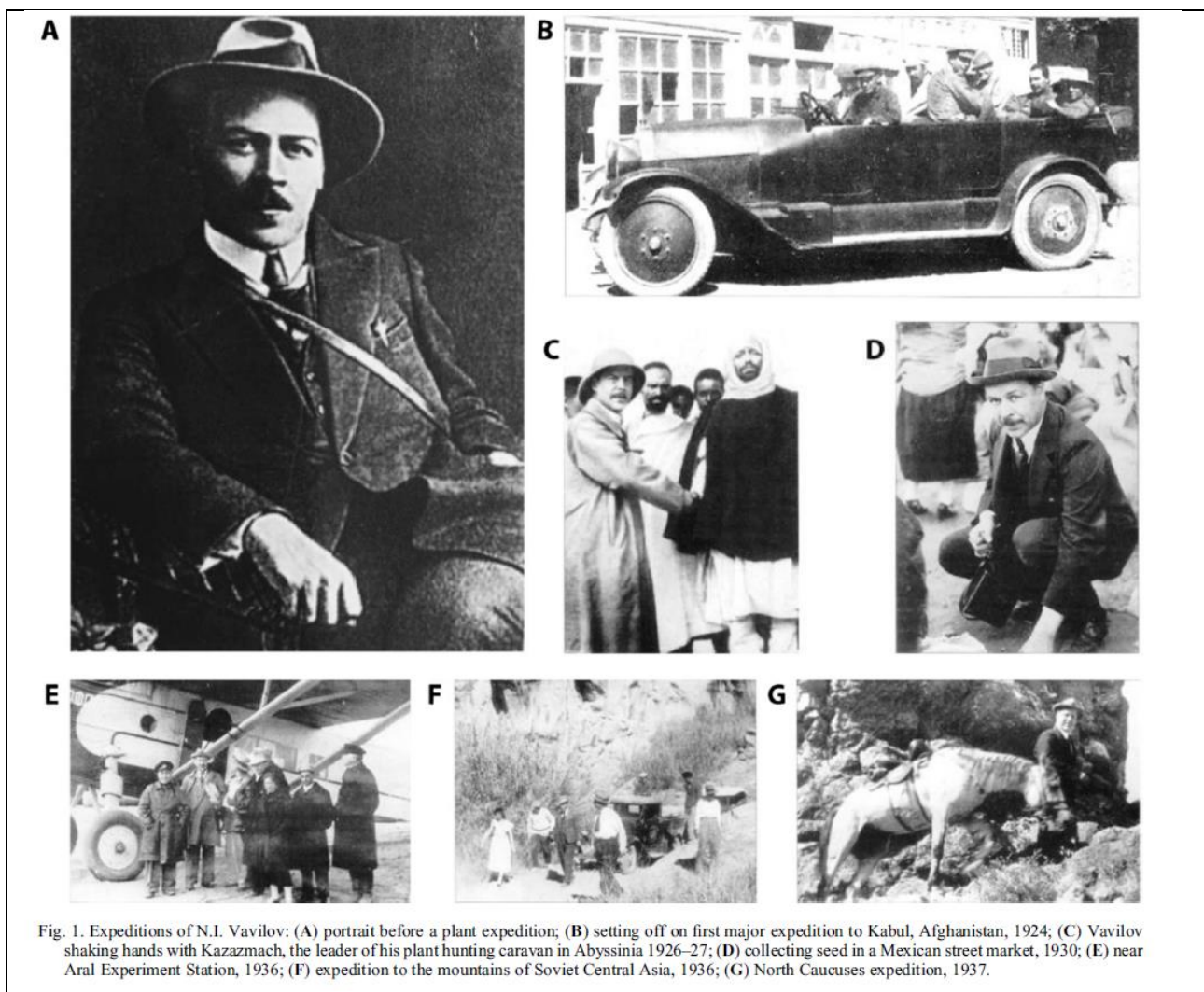


Figura 4 - Immagini delle missioni di Vavilov (Hummer e Hancock, 2015)

²³ Vavilov N. 1922 The law of homologous series in variation» *J. Genetics*, XII:47-89

²⁴ Vavilov N. 1926 *Studies on the Origin of Cultivated Plants*. Bulletin, 1. Leningrad: Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding.

LA SITUAZIONE INIZIA A CAMBIARE

Tra le prime avvisaglie del cambiamento culturale in corso in URSS, con l'instaurazione del regime stalinista, e delle conseguenze che questo avrebbe avuto sulla ricerca genetica, la vita accademica e le vicende personali dei genetisti, non deve essere trascurato lo spazio dato dalla Pravda, a partire dal 1927, alle attività di autopromozione dello pseudo-scienziato Trofim Lysenko (1904-1976).

Il cosiddetto "Affare Lysenko", e le tragiche conseguenze, non solo sulla vita di Vavilov, ma più in generale sullo sviluppo della società e della cultura sovietica, nonché le conseguenze che questo ebbe in Europa occidentale, oltre che nella bibliografia citata all'inizio di questo contributo, sono in parte anche trattate nei contributi di Luigi Mariani e di David Maghradze in questo volume.

La determinazione politica del regime stalinista di individuare in Vavilov, e nella scienza genetica, i capri espiatori del fallimento della politica e dell'economica agraria dell'impero, è dimostrata dall'apertura del Fascicolo per la sicurezza dello stato n. 006854 volto a raccogliere, anche attraverso spie assoldate tra i collaboratori di Vavilov, prove delle sue attività di cospirazione contro lo stato, al fine di sabotarne la politica agraria e di spionaggio a favore del Regno Unito.



Figura 5 - Vavilov e la delegazione russa al Second International Congress on the History on Science and Technology (Mayer, 2004)

Ciononostante, Vavilov viene autorizzato a partecipare in qualità di delegato ufficiale al Second International Congress on the History on Science and Technology, tenutosi a Londra, a cavallo di giugno e luglio del 1931 (Fig. 5). Nella relazione che presenta c'è un passaggio di grande significato per comprendere il suo grande progetto di ricerca e che ora appare come un testamento morale:

Attraverso la conoscenza del passato, studiando gli elementi dai quali si è sviluppata l'agricoltura, raccogliendo le piante coltivate e gli animali domestici negli antichi centri di origine dell'agricoltura, noi cerchiamo di dominare i processi storici. Noi vogliamo capire come modificare le piante coltivate e gli animali domestici secondo le attuali esigenze.

LA SITUAZIONE PRECIPITA

Nel 1932 avvengono i primi arresti tra i colleghi di Vavilov; ciò mentre la sua reputazione internazionale ha un importante riconoscimento: viene infatti nominato Vice Presidente del 6° Congresso Internazionale di Genetica svoltosi a Ithaca (New York, USA). In patria invece viene mortificato con l'annullamento, nel 1936, delle celebrazioni del 10° anniversario del suo Istituto, quando i preparativi erano già quasi ultimati. Sempre nel 1936 viene cancellato il 7° Congresso Internazionale di Genetica a Mosca, che sarebbe stato da lui presieduto. Il Congresso si terrà poi a Edimburgo nel 1939, dove, come segno di solidarietà della comunità scientifica internazionale, Vavilov, che non potrà partecipare, viene eletto Presidente onorario del Congresso stesso.

In quegli anni, che vedono l'affermarsi progressivo in URSS del lisenkoismo, il dibattito tra i genetisti e gli agrobiologi, seguaci della dottrina pseudo-scientifica sviluppata da Lysenko anche sulla base delle teorie di Ivan Mičurin (1855-1935), viene formalizzato in una serie di pubblici confronti, l'ultimo dei quali si svolge il 5 maggio del 1939. Un mese dopo (6 giugno) la stampa di regime dichiara la Genetica una pseudoscienza. A quel punto Vavilov comprende che la sua ultima possibilità è quella di convincere Stalin della infondatezza di tale scelta. Il 20 novembre del 1939 Stalin riceve Vavilov e, dopo averlo fatto aspettare parecchie ore in sala di attesa, lo liquida bruscamente e senza ascoltare le sue istanze.

L'ARRESTO, LA CONDANNA, LA MORTE

Il 6 agosto del 1940 Vavilov viene arrestato durante una missione di raccolta di germoplasma in Ucraina. In carcere a Mosca subisce almeno 400 interrogatori notturni in meno di un anno. Lo scopo è quello di raccogliere una piena confessione dei reati di sabotaggio e di spionaggio. Scopo che non viene raggiunto, almeno per quanto riguarda lo spionaggio. Nel giugno del 1941, dopo un processo sommario, viene condannato a morte per sabotaggio dell'agricoltura sovietica e per spionaggio a favore del Regno Unito. Vavilov chiede la grazia con la motivazione che il paese ha ancora bisogno di lui per liberarsi dalla fame. A luglio la pena viene commutata in 20 anni di lavori forzati. Ciò peraltro non permise a Vavilov di sfuggire alla morte che sopraggiunse il 25 gennaio 1943, nel carcere di Saratov, a causa di una polmonite non curata, che un organismo denutrito non avrebbe potuto fronteggiare.

In seguito alle azioni promosse soprattutto dalla seconda moglie Elena Barulina (1895-1957), Vavilov fu riabilitato dal punto di vista processuale con l'annullamento della sentenza per inconsistenza delle prove. La riabilitazione scientifica di Vavilov e della genetica fu un processo più lento.

I CONTRIBUTI SCIENTIFICI

Vavilov sarà sempre ricordato per avere sviluppato la teoria dei centri di origine, ovvero di domesticazione, delle piante coltivate. Oltre ad avere sviluppato la teoria, ha dedicato l'intera vita per la loro individuazione, coinvolgendo numerosissimi ricercatori in questo ambizioso progetto. La definizione dei centri di origine non era per Vavilov solo una necessità conoscitiva, ma era la via per individuare l'intera variabilità genetica di una specie agraria: variabilità genetica essenziale per impostare il miglioramento genetico della specie per dare risposta alle mutate esigenze dell'umanità.

Vavilov partiva dallo studio dell'opera di Alphonse De Candolle (1806-1893) "Origine des Plantes Cultivées" (prima edizione 1883) e da quella di Charles Darwin (1809-1882) "The Variation in Animals and Plants under Domestication" (prima edizione 1868). Pur riconoscendo il grande merito dei due autori nell'aver affrontato il tema della

domesticazione, riteneva di poter andare oltre il loro contributo. Secondo Vavilov, lo studio eco-geografico della distribuzione delle specie agrarie, e della relativa variabilità intraspecifica, nonché distribuzione delle specie selvatiche affini alle specie domestiche, rappresentava la metodologia più efficace per individuare, al contempo, i centri di origine e la totalità della variabilità intraspecifica di una specie agraria.

Un'area poteva essere considerata un centro di origine qualora manifestasse i seguenti quattro requisiti:

- massima variabilità della specie;
- presenza di specie domestiche affini;
- presenza di specie selvatiche affini;
- elevato numero di forme parassitarie.

Nel 1926 Vavilov pubblicò in russo e in inglese “Studies on the Origin of Cultivated Plants” sul Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding edito dalla sua istituzione. Oltre a presentare la sua teoria dal punto di vista metodologico, individuava, sulla base dei dati allora disponibili, cinque centri di domesticazione. Negli anni successivi, continuò ad aggiornare il quadro, giungendo nel 1935 a definirne otto (Fig. 6).

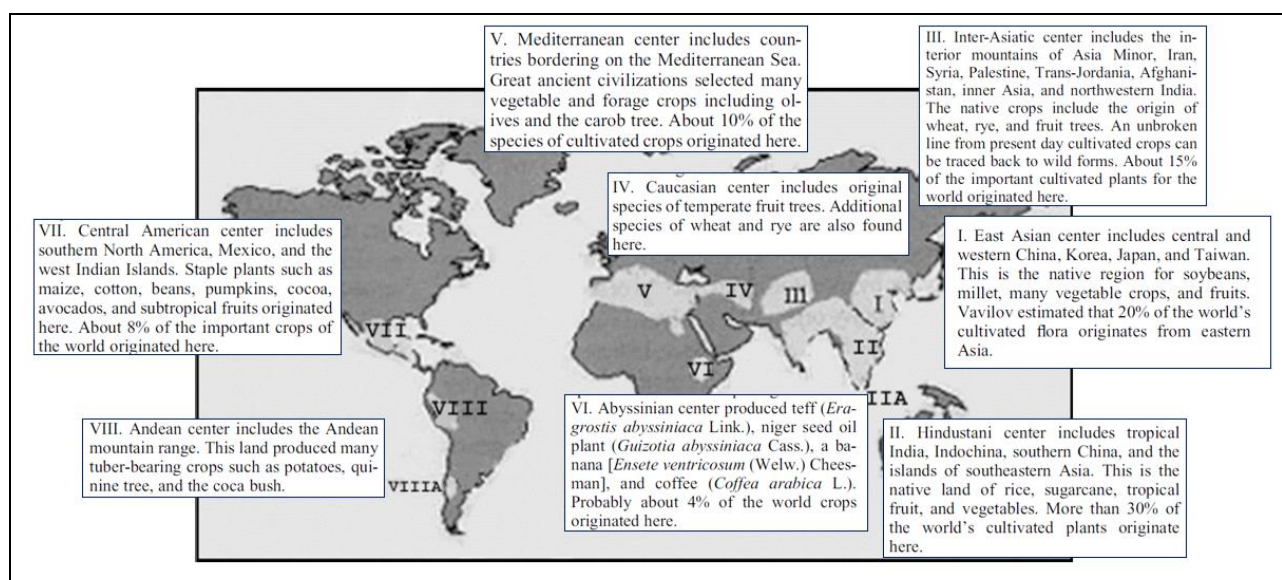


Figura 7 - La localizzazione degli otto centri di origine delle piante coltivate nell'ultima versione elaborata da Vavilov nel 1935 (modificato da Hummer e Hancock, 2015)

Lo studio della variabilità intraspecifica aveva indotto a Vavilov ad individuare quella che definì la “legge delle serie omologhe nelle variazioni”, secondo la quale, specie affini dispiegano per molti caratteri le medesime variazioni fenotipiche. La pubblicazione della “legge” nel 1920 sul Journal of Genetics (The law of homologous series in variation» J. Genetics, XII:47-89) diede a Vavilov grande notorietà, sia nel suo paese che internazionalmente. Il tentativo di Vavilov di dimostrare l'universalità della “sua legge” lo spinse ancora di più alla ricerca di tutta la variabilità in seno alle specie agrarie.

Nella pubblicazione del 1920 Vavilov affermava anche la sua definizione di “specie linneiana come sistema polimorfo di forme morfo-fisiologiche correlate all'areale di origine e soggette alla «Legge delle serie omologhe», base metodologica per classificare la variabilità intraspecifica e per impostare il breeding”.

Si tratta di una definizione pragmatica e al contempo innovativa e operativa nel descrivere l'unità tassonomica fondamentale nella classificazione delle piante. Vavilov infatti nel suo saggio del 1926 "rimproverava" a De Candolle di non avere considerato la variabilità intraspecifica nei suoi studi sulla origine delle piante coltivate e a Darwin di avere considerato la variabilità solo nella prospettiva dell'evoluzione biologica e non come caratteristica fondante ciascuna specie.

Non si può trascurare il contributo che Vavilov ha dato alla comprensione dei meccanismi ecologici alla base del processo di domesticazione, magistralmente sintetizzati nel capitolo VI del suo saggio del 1926 sull'origine delle piante coltivate, intitolato "Il principio ecologico nell'origine delle piante coltivate", che si conclude la seguente affermazione:

È assolutamente chiaro che l'uomo ha preso ciò che gli veniva incontro. Per molte piante, secondarie come primarie, il processo dell'entrata in coltura si è svolto in gran parte senza che l'agricoltore vi mettesse mano.

UN BREVE RITRATTO DELL'UOMO

Leggendo le biografie dedicate a Vavilov, nonché i suoi scritti scientifici ed epistolari, emerge una personalità eccezionale per carattere e resistenza fisica. Una delle sue esortazioni preferite, con la quale spronava sé stesso e i collaboratori, era: "la vita è breve, dobbiamo sbrigarci"; esortazione che lo portava a lavorare dalla mattina presto alla sera tardi. Tra i "descrittori" della sua personalità ho provato ad elencare i seguenti: *patriota*, l'amor di patria gli consentì di agire sempre per il bene del suo paese nonostante i mutamenti politici che non poteva condividere; *colto*, le sue conoscenze spaziavano dalle scienze agrarie, la genetica, la botanica e la biologia evolutiva fino alle scienze della terra e all'archeologia; *poliglotta*, conosceva e parlava non solo le lingue europee ma aveva voluto imparare anche molte lingue centro asiatiche per potere comunicare direttamente con le popolazioni locali durante le sue missioni; *generoso*, sono molte le testimonianze della sua disponibilità verso il prossimo, anche nei confronti di Trofim Lysenko che fu da lui inizialmente sostenuto nella carriera accademica e incoraggiato nelle sue ricerche, anche quando la situazione era molto compromessa; *socievole*, instaurava rapporti amichevoli con tutti coloro che incontrava, senza distinzione di ceto sociale; *ottimista*, non si mai fatto demoralizzare dagli eventi: anche in carcere lavorava per il futuro, scrivendo memorie scientifiche; *persuasivo*, le sue capacità di persuasione gli consentirono di trovare ingenti finanziamenti per le sue imprese, le autorizzazioni delle autorità locali oltre che di motivare i collaboratori in imprese ambiziose; *severo*, i suoi rari rimproveri nei confronti dei collaboratori poco produttivi erano molto temuti; *intransigente*, il suo amore per la scienza non gli consentì di scendere ad alcun compromesso politico.

Chiudo questa breve memoria su Nikolaj Vavilov con due immagini che lo ritraggono: la drammatica foto segnaletica del 1942, icona della sua tragedia, dove appare stanco e tumefatto, in seguito alla mancanza di sonno e alle sevizie ricevute in carcere (Fig. 8), e una foto di gruppo, scattata durante una missione esplorativa in Turkmenistan nel 1936, dove appare sereno, soddisfatto e sorridente, durante una colazione al sacco, in compagnia di collaboratori e portatori, altrettanto sorridenti (Fig. 9). È con questa seconda immagine che desidero ricordarlo.



Figura 8 - Foto segnaletica di Nikolaj Vavilov (Mosca, 1942)



Figura 9 - Nikolaj Vavilov durante una missione di raccolta di germoplasma (Turkmenistan, 1936)

BIBLIOGRAFIA

- Hummer, K. E., & Hancock, J. F. (2015). Vavilovian centers of plant diversity: Implications and impacts. *HortScience*, 50(6), 780-783. <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.6.780>
- Janick, J. (2015). Nikolai Ivanovich Vavilov: Plant geographer, geneticist, martyr of science. *HortScience*, 50(6), 772-776. <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.6.772>
- Folta, K. M. (2015). Molecular-genetic Extensions of Vavilov's Predictions. *HortScience horts*, 50(6), 777-779. <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.6.777>
- Hummer, K. E. (2015). In the Footsteps of Vavilov: Plant Diversity Then and Now. *HortScience horts*, 50(6), 784-788. Retrieved Oct 29, 2023, from <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.6.784>
- Loskutov I.G. (1999), Vavilov and his Institute: a history of the world collection of plants genetic resources in Russia, Roma, IPGRI
- Mayer, A. K. (2004). Setting up a discipline, II: British history of science and “the end of ideology”, 1931-1948. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 35(1), 41-72.
- Pringle P., 2008 The murder of Nikolai Vavilov - The Story of Stalin's Persecution of One of the Great Scientists of the Twentieth Century. Simon & Schuster
- Pringle P., 2023 Il genio dei semi. Nikolaj Vavilov, pioniere della biodiversità. Donzelli.
- Hawkes J. G., Harris D. R. (1990)1. Preface: N. I. Vavilov Centenary Symposium, *Biological Journal of the Linnean Society*, Volume 39, Issue 1, January 1990, Page 1, <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1990.tb01606.x>

NIKOLAI VAVILOV: THE SCIENTIST WHO WANTED TO FEED THE WHOLE WORLD AND DIED OF HUNGER

*David Maghradze and Maia Kikvadze
Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia*



Summary

In this paper, the stages of life and research activity of Nikolai Ivanovich Vavilov – the famous Soviet-period scientist, and the organizer of a many scientific directions - are provided. His life history is discussed in the context of the global social changes that had shaken the Soviet Union in the first half of the XX century. N.I. Vavilov has a significant position among other scientists in many fields of biological and agronomic disciplines, who discovered and collected an unexpectedly broad diversity of species, accessions, and varieties of cultivated plants and their wild relatives. The collected resources were successfully utilized for the Soviet economy. He developed the theory of the Centres of Domestication of Cultivated Plants and the Law of Variability, recognized worldwide, and published many scientific articles and books. But because of the slander of his opponents, he was arrested and died in prison in 1943. The rehabilitation took place in 1955 - the scientist was completely acquitted. The paper considers the many-sided Vavilov's activity, in which he took a personal part.

Riassunto

Nikolaj Vavilov: lo scienziato che voleva nutrire il mondo intero e morì di fame

In questo contributo vengono descritte le fasi della vita e dell'attività di ricerca di Nikolaj Ivanovich Vavilov, il famoso scienziato del periodo sovietico, organizzatore di numerose iniziative scientifiche. La storia della sua vita viene discussa nel contesto dei cambiamenti sociali globali che avevano scosso l'Unione Sovietica nella prima metà del XX secolo. N.I. Vavilov occupa una posizione significativa tra gli altri scienziati in molti campi delle discipline biologiche e agronomiche, poiché ha scoperto e raccolto una biodiversità inaspettatamente ampia di specie, forme e varietà di piante coltivate e dei loro parenti selvatici. Le risorse genetiche raccolte furono utilizzate con successo per l'economia sovietica. Vavilov sviluppò la teoria dei Centri di Domesticazione delle Piante Coltivate e leggi della Variabilità, riconosciute in tutto il mondo, inoltre ha pubblicato numerosi articoli e libri scientifici. Ma a causa della calunnia dei suoi avversari, fu arrestato e morì in prigione nel 1943. La riabilitazione ebbe luogo nel 1955: lo scienziato fu completamente assolto. L'articolo prende in considerazione la poliedrica attività di Vavilov, alla quale egli prese parte personalmente.

I really believe deeply in science, the purpose and life is in it. And I don't feel sorry for giving my life for even the smallest thing in science...

N. Vavilov

BIOGRAPHICAL NOTES

The Academician Nikolai Ivanovich Vavilov was an evolutionary biologist, breeder and geneticist, botanist and plant breeder, and geographer. The main goal of Vavilov's works was to increase the productivity of cultivated plants and in this way to reduce the threat of food shortages. N. Vavilov developed a theory about the initial breeding material for the selection, the law of homological series in hereditary variability, the theory of centers of origin and morphogenesis of cultivated plants, and the concept of a species as a system of genotypes.



Figure 1 - N. Vavilov in the orangery of the Institute of Genetics of the USSR. 1939

The years of education

1906: N. Vavilov graduates from high school and enters the Petrovske Academy of Agricultural Sciences

1910: He presents his graduation thesis on snails

In 1911: He is assigned to conduct classes with students of the Higher Golitsyn Agricultural Courses. He introduces the elements of genetics for the first time during his lectures and makes the classes so interesting that he captivates young people.

1911: He works at the Bureau of Applied Botany and at the Bureau of Mycology and Phytopathology

In 1912, the director of the Golitsyn courses D.N. Pryanishnikov invites N. Vavilov to give a speech at a wide audience. Not without emotion, N. Vavilov delivers a speech entitled

“Genetics and its relation to agrochemistry,” which was published as a separate brochure afterword. In this speech he convincingly shows the practical importance of the genetics. Without genetics, breeding and selection were still imperfect; hybridization and artificial selection were applied largely blindly, without justification by the laws of heredity and variability.

In 1913, he is sent abroad in the business trip to get acquainted with the latest achievements of world science. First of all, N. Vavilov went to London to the well-known English geneticist W. Bateson. In the “Mecca and Medina of the genetic world,” as he later called the Bateson Institute, a spirit of intense intellectual exploration reigned (Loskutov, 1999, Korlyakov, 2012).



Figure 2 - N. Vavilov. 1918. Plants immunity to infectious diseases. Works Petrovsky Agric. Acad. 1-4. 240 pp.

The beginning of the carrier

The scientist's first expedition was organized in the Caucasus, after finishing the second year of the University. Nikolai Vavilov brought from this trip about 160 herbarium sheets with the plant samples (Korlyakov, 2012).

In 1913, an expedition to Persia (Iran).

In the mid-1920s, the scientist visited the Khiva oasis of Uzbekistan with an expedition.

In 1926-27 he organized research in Algeria, Ethiopia, Morocco, Syria, and Palestine. Nikolai Vavilov studied the flora of Greece, and the south of France, and traveled to Spain and Portugal. The walking routes of Vavilov and his group amounted to 2 thousand kilometers, and the collected material consisted of thousands of samples.

In 1924, the professor visited Nuristan, a province of Afghanistan, close to Europeans at that time. The expeditions to the Mediterranean basin, Africa and India incredibly enriched the seed collection. In the late 1920s and early 1930s, the scientists visited Japan, China and South America. After the expeditions, his second most important work on the centers of origin of cultivated plants was published, for which he was awarded the Vladimir Lenin Prize.

In total, the scientist visited 50 countries around the World.

N. Vavilov has worked in laboratories in Great Britain, France, and Germany.



Figure 3 - Delegation of Soviet geneticists at the V International Genetics Congress. Berlin, 1927. Left to right: S. S. Chetverikov, A. S. Serebrovskiy, G. D. Karpechenko, N. I. Vavilov

Vavilov's expeditions

In order to study the plant resources of the planet, Nikolai Vavilov organized scientific expeditions, in which he himself took part. In the 1920-1930s. He conducted about 180 scientific expeditions on the territory of the Soviet Union (officially the Union of Soviet Socialist Republics, USSR) and more than 50 to foreign countries (Goncharov, 2012)

During the expeditions with the participation of Vavilov, geographic centers (cradles) of origin of cultivated plants (known as "Vavilov centers") were defined, and new species of wild and cultivated potatoes resistant to diseases were discovered.



Figure 4 - N. Vavilov in expeditions in Abyssinia, March, 1927

The seeds collected during expeditions subsequently became the basis for many high-yielding varieties and hybrids in crop production. Vavilov collected thousands of plants in 64 countries (Smith, 2021). More than 60 thousand rare specimens of plants were brought to the USSR, included in the unique collection of food crops of the VIR (Institute of Plant Industry), preserved by the institute's staff even during the siege of Leningrad (Recent name Sankt-Petersburg) (Loskutov, 1999; Korlyakov, 2012).

The seed collection of N. Vavilov

The seed collection of N. Vavilov still preserved, is available in Sankt -Petersburg, in the facility, now called the Vavilov Institute of Plant Industry. Today the Institute houses an estimated 325,250 collections stored in metal containers in large shelving units (Smith, 2021).



Figure 5 - The seed collection of N. Vavilov's Institute of VIR

(credit: http://ic.pics.livejournal.com/cheslavkon/15146441/919462/919462_900.jpg)

Vavilov personality

“Time is short, and there is much to do. One must hurry” - these words, often repeated by N. Vavilov, can serve as the motto of his entire life, permeated with tireless creative fire and enthusiasm. According to the testimony of his closest employees who communicated with Nikolai Ivanovich for a long time, he had an absolutely phenomenal capacity for work. His working day, scheduled, as he put it, by “half an hour,” usually lasted 16-18 hours a day (Loskutov, 1999).

The incredible pace of Nikolai Ivanovich's work captivated his employees, but usually, they could not withstand such stress. For him, this was the norm of life! And despite this pace of life, Nikolai Ivanovich managed to follow not only scientific, but also cultural news and was a friendly person, always ready to help with advice or support.

He was legendary for his energy, sleeping only four or five hours each night. He possessed a prodigious memory. He could recite long passages of Pushkin from memory. On top of everything else, he was a polyglot. He learned 15 languages; he spoke Russian, English, German, Latin, French, Spanish, Farsi, and Turkic (Smith, 2021).



Figure 6 - N. Vavilov together with his colleagues, Saratov, 1920

CONTRIBUTION TO SCIENCE

On Vavilov's initiative, a network of experimental breeding stations was created on the territory of the Soviet Union (USSR) for research in various soil and climatic conditions. Under his leadership and with the participation of VIR, a unique collection of cultivated plants was created. The institute stores varietal samples of wheat, rye, barley, rice and other crops obtained by domestic breeders.

Among his works are "Centers of the Origin of Cultivated Plants" (1926), "Selection as a Science" (1934), "The Doctrine of Plant Immunity to Infectious Diseases" (1935), "The Doctrine of the Origin of Cultivated Plants after Darwin" (1940), etc. (Korlyakov, 2012)

N. Vavilov was the editor of "Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding" (1921-1940), and the first three editions of the "Guide to Approbation of Agricultural Crops" (1928-1933).

Thanks to N.I. Vavilov in Russia in the early 20s of the 20th century there was a flourishing of practical and theoretical biology. Unfortunately, it later became a victim of ideological struggle and was practically banned.

The real opportunity to supply the country with new promising plant varieties and solve the problem of providing the population with food has been pushed into the distant future (Korlyakov, 2012).

The main achievements of N. Vavilov

By 1940, the assortment of plant samples collected by Vavilov and his colleagues was the largest in the World and consisted of 250 thousand items, of which 36 thousand were wheat, 10 thousand were corn, 23 thousand were fodder plants, etc. On this basis, many varieties of agricultural crops have been bred and continue to be created also now (Korlyakov, 2012).

The idea of creating a gene bank of the planet's vegetation in Russia became the main idea of his life, as well as the task of eliminating hunger and solving the food problem in general.

An agronomist by education also turned into a major geographer-traveler and popularizer of his scientific ideas.



Николай Вавилов
и Уильям Бэтсон.
Москва. 1925 г.



Figure 7 - left - N. I. Vavilov and W. Bateson. Moscow. 1925

Figure 8 - right - N. Vavilov in the exhibition dedicated to 100-year anniversary of N. Pzhevalskii in the Geographic Society of the Soviet Union. 1939

The organizational activities of N.I. Vavilov is also of great importance for Soviet genetics. He created a department of genetics at the Institute of Plant Industry (VIR) (Loskutov, 1999). In 1930, he headed the country's first academic institution on genetics - a laboratory, which three years later became the Institute of Genetics of the USSR Academy of Sciences. In this institution, N.I. Vavilov brought together young talented researchers, representatives of the Leningrad School of genetics. Well-known foreign scientists were also invited here to work (among them, the future Nobel Prize laureate from the USA G. Möller).

In 1934, the Institute of Genetics was moved to Moscow, but N.I. Vavilov continued to direct it until 1940. Nowadays, the Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences, like the All-Russian Institute of Plant Industry (VIR), is named after his name (Loskutov, 1999).

Box - N. Vavilov, a leader biologist of the Soviet Union

- Director of the Institute of Plant Industry (1930-1940)
- President of the Academy of the Agricultural Sciences (1929-1935)
- Director of the Institute of Genetics of the Academy of Sciences (1930-1940)
- President of the Geographical Society of the Soviet Union (1931-1940)
- Academician of the Academy of Science of the Soviet Union (1922 and 1929)
- Honorable President of the Congress of Genetics
- N. Vavilov was elected as a member of the English Royal Society and the Scottish Academy of Sciences.
- His scientific achievements were recognized with gold medals and awards from academies of many foreign countries.
- He was elected as President and Vice-president of many international scientific congresses.

Н.И. Вавилов – лидер биологии в СССР



Figure 9 - N. Vavilov, the leader of the Soviet Union's biology

THE NEW COUNTRY OF THE SOVIET UNION AND THE SCIENCE

Initially, the Soviet government tried to win over all categories of the population, including scientists. On November 9, 1917, the All-Russian Central Executive Committee discussed and approved the Decree of the Council of People's Commissars of the Russian Federation on the State Commission for Public Education, which provided for the creation of a Scientific Department. The norms and values of the scientific community were changing: science was increasingly subject to party-state control, and many branches of knowledge were being ideologized and politicized. According to the Soviet government, science should ensure "socialist construction and implement communist party's plans."

In the 20s the policy of the new government towards the figures of pre-revolutionary Russia is changing dramatically; they are being "squeezed out" in all branches of science in most of the country's largest universities. At the same time, a course was taken to create a qualitatively new (Soviet) intelligentsia.

Since 1924, an active process of formation of new scientific societies has been going on in the USSR in the light of the official ideology - Marxism. Thus, at the Communist Academy in Moscow, societies of materialists, materialist doctors, militant-materialist-dialectics, Marxist statisticians, Marxists-governors, etc. were organized. Natural science issues also occupied a significant place in the Institute of the Red Professorship, where in 1924 a natural department arose, which then became an independent Institute of the Red Professorship of Philosophy and Natural Science, along with three other institutes.

On April 20, 1926, the Council of People's Commissars of the USSR adopted a resolution "On the formation of a Commission to promote the work of the USSR Academy of Sciences." The system of the USSR Academy of Sciences has established 37 scientific and scientific-auxiliary institutions. The Communist Academy was expanding and was ready to replace the Academy of Sciences. Under it, two more scientific societies were created - Marxist historians and Marxist statisticians, as well as its own publishing house. These societies conduct active propaganda in the country.

Marxist-Leninist phraseology is a decisive argument in discussions among scientists. The scientific 'intelligentsia', who remained in the country due to a number of circumstances, adapting to the totalitarian system, faced a choice - to remain outside the profession and be independent, or to submit to the authorities and receive a decent payment for their work. This was a difficult choice, which was made easier for some scientists by the fact

that state leaders primarily demanded ideological and political support, rather than real practical results of scientific activity.

In Soviet Russia, pressure on the creative ‘intelligentsia’ is increasing. The campaign to “squeeze” pre-revolutionary professors is going on in all branches of science and in almost most of the country’s largest universities. At the meeting of Org. Bureau of the Central Committee of the All-Union Communist Party of Bolsheviks on December 10, 1928, E. Yaroslavsky accused the scientist A.G. Doyarenko of being religious, having caught him singing in church. Signals about the anti-Soviet professors of Timiryazev Academy also came from some students, ideological communists.

The “Cultural Revolution”, which began in the USSR in 1929, changed the relationship between authorities and scientists. Until this time, officials had not interfered in biological discussions, using the competition of scientists to pursue their policies. The first large wave of scientific discussions, colored in political tones, was observed in 1929-1932. Botany under socialism is no longer the science of plants, but the science of how plants, the entire plant world, can be remade and rebuilt in the interests of socialism to create a near-classless society. Any scientific theory must be assessed, first of all, as a possible way to revolutionize plants and animals for our agriculture.

In March, several meetings of the Society of Marxist Biologists took place in Moscow. In addition, the Central Party’s magazine ‘Bolshevik’ published an article by E. Kolman, in which he argued that in the USSR, saboteurs were operating in biology, disrupting the construction of socialism. The author condemned first of all geneticists for eugenic “mistakes”, then zoologists and botanists for opposing the creation of giant state farms, as well as ichthyologists for belittling the productive capacity of ponds and rivers, etc. (after emigrating, Kolman admits that he was mistaken, but you cannot bring back repressed scientists).

Opponents of classical genetics focused their attention on N.I. Vavilov and his works. The first denunciation against N.I Vavilov dates back to this time in the OGPU (United State Political Administration under the Council of People's Commissars of the USSR, Former name of KGB).

The question of the arrest of N.I. Vavilov rose already in the early 30s. OGPU employees, under state orders, fabricate the first testimony against him from several repressed biologists. N. Vavilov was accused of sabotage and counter-revolutionary activities.



Figure 10 - Seed gene bank with the photo of N. Vavilov

Vavilov was well suited for the role of the head of a conspiracy of counterrevolutionaries and saboteurs due to his social origin (the son of a merchant), frequent trips abroad (spy),

active speeches in defense of repressed colleagues (an obvious enemy) and due to a number of other reasons.

But the repressions of the 30s N. Vavilov was not affected, since the authority of the scientist, as a recognized leader of agricultural science in the country and the world, was still very high (Reznik, 2017).

NIKOLAI VAVILOV - VICTIM OF REPRESSION

In the mid-1930s Nikolai Vavilov became involved in discussions on problems of genetics and breeding. The Soviet agronomist and biologist Trofim Lysenko and a number of other representatives of 'Agrobiology' denied the laws of heredity. Lysenko and his supporters promised a rapid restoration of agriculture through the "education" of plants; this approach found support among the country's leaders. The authorities demanded practical methods for increasing yields, assigning a secondary role to the scientific component (Popovskii, 1990, Korlyakov, 2012).

In 1935, the work of the Academy of Agricultural Science of the Soviet Union under the leadership of N. Vavilov was recognized as unsatisfactory, and he was relieved of his post as the President of the Academy. Subsequently, the authorities canceled the International Genetic Congress, which was planned to be held in Moscow in 1937. None of the Soviet geneticists (including N. Vavilov) received permission to participate in the VII International Congress in London and Edinburgh (1939).

On June 14, 1939, in the central Soviet press, genetics was called contradictory to Marxist dialectics and declared a pseudoscience, and N. Vavilov and his followers were called "saboteurs in science".

Why did Stalin crush Soviet agricultural science, handing over the great scientist Nikolai Vavilov and other pioneers of domestic genetics to the cynical opportunistic demagogue Trofim Lysenko? The immediate cause of the defeat was the desire of the "best friend of the Soviet collective farmers" to find scapegoats to cover up his own failures: Stalin's catastrophic collectivization led to mass famine in the USSR in the early 1930s (Popovskii, 1990).

The case against N. Vavilov was opened back in 1920. It is believed that materials against N. Vavilov began to be deliberately fabricated in 1931 precisely on the basis of publications in the press and denunciations.

N. Vavilov became one of the last victims of the campaign to suppress classical genetics in the Soviet Union - the so-called Lysenkoism, named after Trofim Lysenko. He was a scientific opponent of Vavilov, and his loud promises were fully in line with the spirit of the times, be it winter cultivation of peas, vernalization ('yarovization'), or the creation of new varieties of grain in 2.5 years (Popovskii, 1990). In the beginning of 30th N. Vavilov supported the young agronomist Trofim Lysenko on vernalization of the winter cereals. In 1934 N. Vavilov provided a recommendation of Lysenko to be elected as a deputy-member of the Academy of Agricultural Sciences (Korlyakov, 2012). Lysenko promised to the Soviet leaders to increase rapidly the yield of cereal crops. In 1935 in the Congress of the Collective farms he announced about presence of saboteurs in science.

Lysenkoism - followers to Lysenko's theory (from: Zakharov-Gezekhus, 2004)

The polemics between scientists dealing with problems of theoretical biology and genetics and the followers of Lysenko's doctrines, known as "the Soviet creative Darwinism" or "Michurin's teachings" (in fact, I. V. Michurin, who died in 1935, had very little to do with it) sparked in the mid-1930s. One of the main theses of Lysenko's teachings was the denial of genes and chromosomes as units and instruments of heredity. On the opposite, he

considered heredity to be intrinsic to any particle of the living matter. The second thesis consisted in the inheriting of acquired traits. Yet another cornerstone was vegetative hybridization: Lysenko stated that grafting changed the plant's heredity and the resulting "vegetative hybrids" were no different from regular hybrids. Thus, Lysenko's teachings were, in essence, a compilation of ideas that existed in biology in the 19th century (Zakharov, 2000).

By the time Lysenko became a member of VASKHNIL (ВАСХНИЛ, a Russian acronym for the V. L. Lenin All-Soviet Agricultural Academy), Lysenko's followers were speaking of genetics ("mendelism-morganism") as a metaphysical, idealistic capitalist science. The attempts of prominent scientists to appeal to facts proved fruitless: "lysenkoists" referred to their own achievements in agriculture and drifted toward ideological and political accusations. The final discussion ended with a "disclosure": "We will not speak with morganists; we will continue disclosing them as representatives of a harmful and ideologically foreign school, introduced from the alien abroad, scientifically false in its essence." (VASKHNIL session stenographic report, 1948).

Not only ideas were repressed, but their carriers, too. In 1940, Academician N. I. Vavilov and his closest colleagues were arrested. Vavilov was sentenced to execution; the sentence was later changed to a 20-year imprisonment.

In 1948, relying on Stalin's personal support, Lysenko organized the so-called August Session of VASKHNIL, "On the state of affairs in the biological science," which resulted in the dismissal of the majority of geneticists and other biologists sharing their views. Teaching genetics was canceled, textbooks were seized from libraries and destroyed. By mid 1950s, there were no genetics and geneticists in the USSR to be salvaged; after the August Session, there was nothing to be saved; one could only speak of the revival of genetics in the country (Zakharov, 2000).

Repression in the science

A.S. Bondarenko was originated from a worker-peasant family, who graduated from the Institute of Red Professors in 1930. He, being the vice president of the Agricultural Academy of Science, writes denunciation about N.I. Vavilov. The same complaints were made as to the Academy of Sciences: ignoring the tasks of socialist construction, lack of preparation of the proletarian scientific specialist. Data on the Vavilov Institute is given - "the contamination of scientific staff: 59 nobles, former large landowners, 25 hereditary honorary citizens, 5 sons of merchants and manufacturers and 12 children of priests are working at the institute... The director of the institute, Academician Vavilov, who is busy with a number of other works, spends most of his time outside the institute and practically does not manage the institute organizationally."

At this time, a large-scale "purge" of students of "non-proletarian" origin began, "unable to become real red specialists of the newly reconstructed state" (Reznik, 2017)

Attitudes towards genetics changed radically in the 1930s, and it became the object of critical attacks. 1933 became a turning point in the fate of the Institute for Plant Industry (VIR). A "cleaning" is taking place within its walls. Many leading specialists of the institute were arrested on charges of belonging to the fictitious Labor Peasant Party (TKP): professors Pisarev, Talanov, Kuleshov, Maksimov, etc. Nikolai Vavilov's employees were arrested. The energy field of his like-minded people, which has always been around the scientist, disappears. Probably not only around him...

By 1939, many breeders, geneticists, and agronomists were arrested, and their place was taken by the Lysenkoites (followers to Lysenko). The most experienced employees of Academy of Agricultural Sciences (VASKhNIL) and breeding stations became victims of mass

repressions. Vavilov's friends and associates died as enemies of the people - academician N.P. Gorbunov, one of the founders of VASKhNIL and VIR, president of VASKhNIL A.I. Muralov, vice-presidents N.M. Tulaikov, G.K. Meister and many other figures (Zakharov, 2000).

Nikolai Vavilov - Victim of repression and arrest

The impetus for repression was a memo by Isaac Present, Lysenko's closest associate, written in 1939. In it, in particular, it was reported that "Vavilov and the Vavilovites have finally 'lost their belts', and one cannot conclude that they will try to use the International Genetic Congress to strengthen their positions and situation". In his statement, the Present frightened that "the possibility of a kind of political demonstration "in defense of science" against its "oppression" in the Soviet country cannot be ruled out." (Vavilov, 2008)

As historian Yakov Rokityansky pointed out, Present's letter, initiated by Lysenko, closed the way for Vavilov and his colleagues to the Edinburgh Congress, where the presidency remained unoccupied (Zakharov, 2000; Reznik, 2017).

Vavilov's investigative file contains documents that reveal the nature of the scenario for the arrest. On July 18, 1940, the People's Commissar of Agriculture of the USSR Ivan Benediktov signed an order for Vavilov's business trip to Western Ukraine to collect cultivated plants. Immediately after the academician's departure from Leningrad, on July 22, the People's Commissar of Internal Affairs of the USSR, Lavrentiy Beria, sent a letter to the Chairman of the Council of People's Commissars, Vyacheslav Molotov, with a request to issue a sanction for the arrest of the scientist. Joseph Stalin's signature is not on the file.

N. Vavilov was arrested on August 6, 1940, after complex preparations that included a business trip to Western Ukraine, which was ceded to the USSR under the Molotov-Ribbentrop Pact. The arrest took place in the field, with virtually no witnesses. All this indicated that a complex secret scenario had been developed for Vavilov's arrest. Only ordinary people in the 1930s were arrested during night visits to their apartments. Famous people, as well as generals and marshals, were arrested according to individually developed scenarios in order to create an element of surprise, prevent publicity and the possibility of resistance - states historian Medvedev (Loskutov, 1999).

Nikolai Vavilov - a prisoner

The arrest of Academician Vavilov was not advertised so much because of his worldwide fame, but because of his popularity within the country. Thousands of scientists, agronomists, and experimental station workers personally knew Vavilov, experienced the charm of his personality, were charged with his energy, and were guided by his ideas. The transformation of Academician Vavilov into an enemy of the people sowed confusion in the heads and souls, paralyzed the work of the entire scientific branch, and dealt a new blow to the practice of agriculture. The lesser evil was to keep people in the dark longer, not to explain anything: let them be perplexed and gradually get used to it.

The NKVD machine practically killed, but the gun was pointed by a person who seemed to be from another department. The person is purely civil, respectable, and internationally known. Academician and winner of numerous Stalin Prizes Trofim Denisovich Lysenko (1898-1976) is mentioned many times on the pages of investigative file No. 1500 (Popovskii, 1990).

The investigative file No. 1500 for the prisoner of Nikolai Vavilov

The investigation into Vavilov's multi-volume "Case No. 1500" lasted 11 months. During this time, he was called in for interrogation about 400 times, the total interrogation time was 1,700 hours. During the investigative work, torture was regularly used against Vavilov. The whole case, as historians later proved, turned out to be completely falsified, all the documents involved in the case were fabricated.

On July 9, the scientist was sentenced to death via shot.

In connection with the evacuation that began after the war, Vavilov was transported to Saratov, where from October 29, 1941 he was kept in prison No. 1.

Nikolai Vavilov sent L. Beria several petitions for pardon, where he indicated that "the accusation is based on fables, false facts and slander".

As a result, the death sentence was replaced by 20 years in the camps.

In the Saratov prison, Vavilov did not receive enough food. N.I., who died of exhaustion in a Saratov prison on January 26, 1943 (Loskutov, 1999).

Vavilov was buried at the Resurrection Cemetery in Saratov. The exact burial place has not been finally established, and the monument to N.I. Vavilov was erected not on his grave, but near the entrance to the cemetery.

The authorities obviously sincerely did not understand the significance of Nikolai Vavilov's work. His manuscripts and field materials were mercilessly destroyed.

Based on only one act of seizure, Lieutenant GB Koshelev decided to "Destroy as having no value:

1. Draft materials of N. I. VAVILOV on foreign trips to Abyssinia, the USA, England, Japan and other countries. There are 92 folders in total.
2. Notebooks and notepads with various notes - 90 pieces ..."

In total, this inventory contains 26 items.

The archive, library and belongings of the scientist remaining in the apartment were sent to a landfill.

Rehabilitation

On August 20, 1955, the Military Collegium of the Supreme Court of the USSR overturned the court verdict and dismissed the case against Nikolai Vavilov for lack of corpus delicti (Korlyakov, 2012). The scientist was completely acquitted and reinstated in the list of academicians of the Academy of Sciences of the Soviet Union.

Memory

By the decision of the Presidium of the USSR Academy of Sciences on July 8, 1966, a commission was created at the Department of General Biology to preserve and develop the scientific heritage of Academician N. I. Vavilov.

A prize (1965) and a gold medal (1968) named after N.I. Vavilov were established, which were awarded for the best scientific works and discoveries in the field of botany, genetics, breeding, and ecology.

Since 1997, the Russian Academy of Science awarded the gold medal named after N. I. Vavilov (for outstanding work in the field of genetics, breeding, and plant growing).

Memorial museum rooms have been established at Vavilov University, the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, and the Institute of General Genetics, all named after Nikolai Vavilov.

Monuments and memorial plaques were installed in Saratov, Moscow, etc.

Since 1982, the international scientific and practical conference “Vavilov Readings” has been held in Saratov, dedicated to the scientist’s birthday.

The year 1987, when the 100th anniversary of the scientist’s birth was celebrated, was declared by UNESCO as the “Year of Vavilov.”

A village in the Derbent region of Dagestan, streets in Saratov, Togliatti, Krasnodar, Chernovtsy (Ukraine), a number of plants, an asteroid (2862 Vavilov, was discovered in 1977), a crater on the far side of the Moon, etc. are named after him.

Today, named after N.I. Vavilov named also 19 taxa of cultivated plants and their wild relatives, a glacier in the Pamirs, a small Planet, higher educational institutions, research institutes of the Russian Academy of Sciences and the Russian Academy of Agricultural Sciences, streets of a number of cities in Russia and the CIS countries, a ship and an airbus.



Figure 11 - Post mark of the USSR (1977) dedicated to N. Vavilov’s 90th years of anniversary

BIBLIOGRAPHY

- Goncharov N.P. (2012) N.I. Vavilov’s expeditions. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. Vol. 16 issue 3: 560-578 (in Russian)
- Korlyakov K.N. (2012). 125-year anniversary of the famous Russian scientist Nikolay Ivanovich Vavilov. Bulletin of the Perm Research Center, 3-4: 115-127 (in Russian)
- Loskutov I.G. (1999). Vavilov and his Institute: a history of the world collection of plants genetic resources in Russia, Roma, IPGRI
- Popovskii M. (1990). The case of Academician Vavilov. Moscow. Publishin house “Kniga”. (in Russian)
- Reznik C.E. (2017). This short life. Nikolay Vavilov and his time. Moscow. Publisher “Zakharov”. 1056 (in Russian)
- Smith, James P. Jr. (2022). "Nikolai Ivanovich Vavilov". Botanical Studies. 102.
https://digitalcommons.humboldt.edu/botany_jps/102
- Vavilov Yu. N. (2008). Long search. Book about brothers - Nikolay and Sergey Vavilov. 2nd edd. Moscow. Published by FIAN. 370p. (in Russian)
- Vavilov YU.N., Glazko V.I. (2012). Guilty of death (the chronicle of the life of Nikolay Ivanovich Vavilov). History of the Timiriazev Academy of Sciences, 4: 5-27 (in Russian)
- Zakharov I. A. (2000). Nikolai Ivanovich Vavilov and the pages of the history of Soviet genetics. Moscow. Russian Academy of Sciences, 128p. (in Russian)

LA DOMESTICAZIONE DELLE PIANTE: UNA QUESTIONE DI CARATTERI²⁵

Piero Morandini^{*§}, Massimo Galbiati^{**§}, Alessandro Vitale^{**§}, Giacomo Chierichetti[§],
Alberto Dall'i[§], Alcide Bertani^{**§}

**Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli studi di Milano.*

***Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria (IBBA) - CNR, Milano*

§Associazione Agri-Cultura



Riassunto

I principali caratteri che contribuiscono alla sindrome da domesticazione vengono descritti con alcuni esempi e qualche dettaglio sulla loro base genetica. I principali caratteri sono: la perdita della dispersione del seme, la riduzione nella dormienza del seme e una riduzione nel contenuto di sostanze tossiche, soprattutto metaboliti secondari, nelle parti consumate come alimenti. Diverse delle mutazioni alla base dei caratteri sono sostituzioni di una o poche basi del DNA. Ciascuno di questi caratteri è di per sé altamente deleterio per la sopravvivenza nell'ambiente selvatico e, a maggior ragione, lo è la loro combinazione in un singolo individuo. Queste osservazioni implicano che le colture non sono solamente un prodotto della selezione umana, ma che sono fortemente indebolite se paragonate ai loro progenitori selvatici e che richiedono una costante cura da parte degli esseri umani per sopravvivere. Esaminando la base genetica dei caratteri, è innegabile che la modificazione genetica sia intrinseca all'agricoltura e che tutte le piante coltivate debbano essere considerate organismi geneticamente modificati nel senso vero ed originale di questa espressione, non in senso legale. Infine, è altrettanto chiaro che il processo con cui si introduce una modificazione genetica non dica proprio niente sulla sicurezza del prodotto, ragion per cui sarebbe tempo di abbandonare l'attuale quadro normativo basato sul processo e sostituirlo con uno che si focalizza sui caratteri introdotti per riuscire a raccogliere pienamente i benefici sanitari e ambientali delle biotecnologie agrarie.

²⁵ Questo scritto è dedicato alla memoria di Carlo Soave (1941-2019), uno dei fondatori e per tanti anni ispiratore di Agri-Cultura, una associazione il cui scopo è "approfondire, documentare, divulgare le molteplici relazioni tra l'uomo e la natura, con particolare attenzione al settore agricolo, anche considerando tutte le attività ad esso correlate e sviluppatasi nel corso dei millenni".

Summary

The domestication of plants: a matter of traits

The main traits contributing to the domestication syndrome are described with some examples and a few details on their genetic basis. The main traits are: loss of seed dispersal, reduction in seed dormancy and a reduction in toxic substances, especially secondary metabolites, particularly in those parts that are used as food. Several of the mutations responsible for the traits are substitutions of a single or just a few bases in the DNA. Each of these traits on its own is highly detrimental to survival in the wild, the more so their combination in a single individual. These observations imply that crops not only are a product of human selection, but that they are strongly weakened compared to their wild progenitors and require constant human care for survival. Looking at the genetic basis of the traits, it is undeniable that genetic modification is intrinsic to agriculture and that all crops have to be recognized as genetically modified organisms in the true and original meaning of such an expression, not in the legal sense. Lastly, it is also evident that the process by which a genetic modification is introduced tells us nothing about the safety of the product; therefore, it is time to abandon the present, process-based, legal framework and substitute it with a trait-based one, to fully reap the environmental and health benefits of agricultural biotechnology.

INTRODUZIONE

Il concetto di domesticazione è semplice, se spiegato con parole adeguate anche un bambino della scuola materna riesce a capire le principali differenze (caratteri trasmissibili) che distinguono le piante coltivate rispetto a quelle selvatiche e soprattutto a cogliere nella sua essenza quali siano le conseguenze di queste differenze. La cosa stupefacente è piuttosto che molti adulti facciano fatica a riconoscere le implicazioni di tali differenze e quindi a tirare le stesse conclusioni. In questo scritto si farà riferimento essenzialmente alle piante, ma considerazioni analoghe valgono anche per gli animali domestici.

Quali sono dunque le caratteristiche tipiche delle piante domesticate? Occorre tener presente che i caratteri non sono condivisi da tutte le specie, ma dipendono fortemente dal tipo di selezione a cui sono state sottoposte. Una volta descritti i tre principali caratteri tipici dei domestici e la loro base genetica, trarremo alcune conclusioni che sono rilevanti per il dibattito in corso sull'applicazione dell'ingegneria genetica, soprattutto delle cosiddette NBT, all'agricoltura.

IL PRIMO CARATTERE: DISPERSIONE DEL SEME

Il principale carattere tipico delle piante selezionate a causa dei loro semi ricchi di nutrienti (o comunque per qualche carattere interessante dei semi), è proprio la perdita della dispersione spontanea dei semi (in inglese: loss of seed shattering o loss of seed dispersal); detto altrimenti, i semi, una volta arrivati a maturità, rimangono attaccati alla pianta (Fig. 1). Ritroviamo questo carattere in tutti i cereali²⁶ e leguminose coltivate e in diverse altre colture, come ad esempio gli pseudocereali (quinoa, amaranto e grano saraceno), la colza e il girasole. Al contrario, le corrispondenti piante selvatiche progenitrici dei coltivati o comunque le specie il più possibile affini, disperdono i semi quando sono maturi. Se la selezione è fatta per altre caratteristiche della pianta, come per esempio nei cereali coltivati per la fibra (es. canapa) o per il contenuto di zucchero (es. la canna da zucchero), questo carattere non è presente.

Il carattere della mancata dispersione del seme compare spontaneamente perché è essenzialmente dovuto a una perdita di funzione: infatti, la formazione dello strato di

²⁶ Preferiamo non addentrarci in dettagli sulle differenze tra le cariossidi dei cereali (che sono considerate frutti) e i semi delle altre piante, non essendo rilevante ai fini della discussione.

abscissione a livello del pedicello o del rachide dipende dall'attivazione della morte cellulare programmata in particolari punti di specifici tessuti e in momenti ben determinati dello sviluppo. Una mutazione che blocchi questo processo si traduce nella mancata formazione dello strato di abscissione e quindi in un tessuto che rimane integro. La frequenza delle mutazioni che conferiscono questo carattere è però bassa perché sono pochi i geni coinvolti o sono piccoli i tratti di DNA che specificano la tessuto-specificità e la tempistica dell'attivazione.



Figura 1 - Spighette mature di *avena selvatica* (sinistra) e *coltivata* (destra). Nella *selvatica*, i semi (cariossidi) sono già state rilasciati e sono rimaste solo le glume, mentre nella *coltivata* sono presenti tre cariossidi (evidenziate con frecce) ancora protette da lemma e palea.

In riso sono stati identificati varie decine di geni/QTL che influenzano la dispersione, pochi principali con un grande effetto e molti con piccoli effetti. Circa una decina di geni sono stati identificati e clonati, diversi dei quali sono indicati con SH o SHAT che è l'abbreviazione del termine shattering (dall'inglese 'to shatter', andare in frantumi), proprio perché controllano la frammentazione della spiga in numerose spighette. Nel caso del gene SH1 del riso, la mutazione identificata che previene la dispersione è una conversione di una citosina (C) in una adenina (A); la mutazione di una singola base altera un elemento regolatore del promotore a notevole distanza dalla zona trascritta e impedisce l'attivazione del gene nel pedicello (Konishi et al., 2006). Una mutazione praticamente identica (stessa posizione nella stessa sequenza regolatrice nel gene RPL) si è verificata in Brassica rapa per bloccare l'apertura delle valve nel frutto e ridurre la dispersione del seme (Arnaud et al., 2011).

Quando compaiono spontaneamente, questi caratteri vengono prontamente spazzati via dalla selezione naturale, perché estremamente deleteri per la sopravvivenza in ambiente selvatico. Possono essere mantenuti solo se l'uomo si fa carico della dispersione del seme. In alcune colture (es. colza) o varietà, il carattere non è completo e una parte dei semi viene ancora dispersa, ma questo non è sufficiente a garantire la sopravvivenza a lungo termine.

IL SECONDO CARATTERE: DORMIENZA DEL SEME

Il secondo carattere tipico delle colture selezionate per i semi, è la ridotta dormienza del seme (Fig. 2). In generali i semi hanno bisogno di certe condizioni (un certo livello di umidità, una temperatura compresa in un certo intervallo e altri fattori come intensità e tipo di luce e disponibilità di ossigeno) perché l'embrione inizi a crescere e svilupparsi. I

semi delle piante selvatiche, una volta raggiunta la maturità fisiologica, quando cioè siano completamente sviluppati e secchi, se messi nel terreno in condizioni favorevoli (di temperatura, umidità, luce, etc.) non germinano però subito a causa di due diversi fattori: il primo è l'accumulo dentro al seme dell'ormone vegetale acido abscissico, che è un inibitore della germinazione, e il secondo è la presenza di tegumenti (Fig. 3), cioè degli strati di tessuto di origine materna, esterni a embrione ed endosperma, che oppongono resistenza alla fuoriuscita della radichetta e quindi alla crescita dell'embrione. A motivo di questi due fattori, i semi delle piante selvatiche spesso rimangono vitali ma dormienti nel terreno per mesi e talvolta per diversi anni.



Figura 2. Frammento di spiga di frumento trovata in campo con alcuni semi già germinati

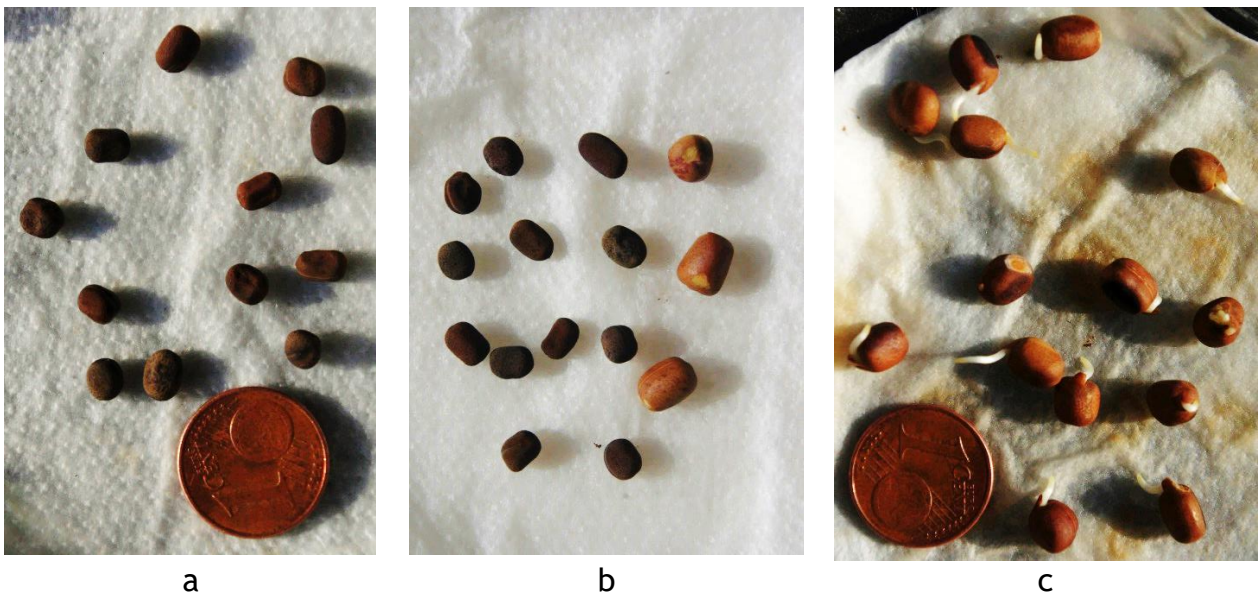


Figura 3. Dormienza dipendente dai tegumenti nei semi di *Lathyrus silvestris*. (a) Semi maturi su carta imbibita che non riescono a idratarsi; (b) dopo parziale abrasione di piccole aree (indicate con frecce), tre semi riescono a idratarsi e si rigonfiano; (c) nel giro di un paio di giorni, i semi abrasati e reidratati riescono a germinare.

Una prima funzione della dormienza è sicuramente quella di permettere al seme di superare la stagione sfavorevole: nei climi continentali, con estati calde e relativamente secche, molte piante selvatiche annuali (es. avena) maturano e disperdono i semi già intorno a Giugno-Luglio, cioè all'inizio dell'estate; se i semi appena dispersi trovassero condizioni favorevoli, ma non avessero dormienza, finirebbero per germinare proprio prima di un periodo prevalentemente molto caldo e secco; in tali condizioni, molti germinelli non riuscirebbero a superare l'estate, ed è quindi probabile che la dormienza in questi casi faciliti la sopravvivenza delle specie distribuendo la germinazione su tempi più lunghi. Un ragionamento analogo si potrebbe fare per regioni dove il clima fosse particolarmente rigido durante l'inverno: anche in questo caso, ritardare la germinazione a dopo la stagione sfavorevole aumenta le probabilità di sopravvivenza. Questa caratteristica di dormienza è di fatto molto ridotta nei domesticati, che non corrono questo tipo di rischi, non dovendo superare autonomamente alcuna stagione sfavorevole. Innanzitutto il seme dei domesticati non viene disperso, ma raccolto e immagazzinato secco e in ogni caso viene riseminato nella stagione favorevole. Una volta nel terreno è poi desiderabile che germi nel giro di pochi giorni, perché una germinazione tardiva ed erratica implicherebbe una crescita e una maturazione non sincrona della coltura, e quindi una ridotta produttività.

Per questo motivo, le colture presentano di solito una germinazione veloce, proprio perché questo è uno dei criteri con cui sono state selezionate per centinaia di anni se non millenni: le prime piante che emergono dal seme sono quelle che più facilmente andranno a completare il ciclo vitale, formeranno semi che verranno raccolti, mentre gli individui che rimangono dormienti per settimane o mesi, finiscono per crescere stentatamente essendo circondate da piante alte che sottraggono luce e nutrienti. La selezione durante la domesticazione è stata insomma per varianti con una dormienza ridotta, ma non abolita, perché un minimo di dormienza è necessaria durante la maturazione del seme. Quando infatti la dormienza venga completamente abolita, l'embrione germina nelle fasi finali di maturazione e inizia a crescere quando il seme è ancora sulla pianta madre: i mutanti in cui la dormienza è totalmente abolita sono detti vivipari e il carattere è estremamente deleterio, non potendo il seme essere immagazzinato da secco. I mutanti vivipari devono quindi essere costantemente riseminati non appena l'embrione inizia a crescere oppure, se la mutazione è recessiva, possono essere mantenuti come individui eterozigoti con un fenotipo normale, che segregano $\frac{1}{4}$ di individui omozigoti ad ogni generazione. Il carattere nei domesticati richiede quindi una perdita solo parziale di funzione, che implica una maggiore rarità nella comparsa di mutazioni adeguate.

CONSEGUENZE DELLA COMBINAZIONE DEI DUE CARATTERI

Immaginiamo adesso di combinare le due mutazioni tipiche della domesticazione (perdita della dispersione del seme e ridotta dormienza del seme) in un unico individuo, cereale o leguminosa che sia, e chiediamoci quale sia l'effetto sulla capacità della specie di sopravvivere in ambiente selvatico. La riflessione di un momento ci porta a concludere che tali individui sono estremamente inadatti a sopravvivere quando abbandonati alla selezione naturale: la non dispersione del seme infatti rende difficile che il seme raggiunga il terreno e venga interrato ad una profondità adeguata. Anche quando la spiga/pannocchia o il baccello cadessero a terra e venissero sotterrati per azione di un animale, la presenza ravvicinata di molti semi implica che, non appena le condizioni lo permettano, si verifichi la germinazione pronta e sincrona dei semi. Il risultato è quindi una forte competizione per le risorse (acqua, luce, nutrienti) tra plantule molto vicine e quindi una crescita stentata. Il fatto poi che i semi germinino prontamente comporta il dover subito fronteggiare una stagione poco favorevole (estate o inverno a seconda della

specie e delle zone climatiche). Questi concetti sono resi evidenti con alcune immagini (Fig. 4): una spiga di mais interrata dalla mietitrebbia durante il raccolto mostra parte dei semi già germinati a fine ottobre (Fig. 4a). Se le condizioni sono adatte, le piante possono crescere per diversi giorni (Fig. 4b) raggiungendo anche dimensioni notevoli (Fig.4c), ma per l'alta densità e le basse temperature non saranno mai capaci di arrivare a fiorire e ancora meno a far maturare il seme; alcune foglie sono state infatti già rovinate dai primi freddi e nel giro di pochi giorni le piante soccomberanno totalmente al freddo (Fig.4d) senza contribuire alla prossima generazione e si estingueranno. Tutti i semi che non sono riusciti a germinare per le condizioni, perché ad esempio sono rimasti fuori terra, diventano facile preda degli animali o soccombono a funghi e batteri (Fig. 4e).



Figura 4. Effetto della sindrome da domesticazione sul mais. (a) Spiga rimasta per terra con parte dei semi appena germinati a fine ottobre; (b) plantule volontarie di pochi giorni che emergono intorno a una spiga interrata; (c) gruppo di piante in forte competizione con le foglie parzialmente danneggiate dal freddo; (d) gruppi di piante uccise dal freddo intenso a dicembre; (e) spiga in cui la maggior parte dei semi sono stati predati o sono ammuffiti.

In sintesi, la domesticazione adatta le piante a vivere in un ambiente specifico, il campo coltivato, e solo in quello; si tratta di un ambiente fortemente antropizzato, da cui difficilmente riescono ad uscire. Detto altrimenti, la selezione umana e la selezione naturale spingono le piante in direzioni diverse e opposte, così che le colture e i selvatici si trovano agli antipodi dello spettro delle possibili configurazioni genetiche. Il passaggio dai selvatici alle colture è quindi in genere lento e possibile solo per accumulo graduale di mutazioni altrimenti deleterie. Anche il passaggio opposto, cioè la reversione di una specie coltivata a specie selvatica, è un passaggio raro ma non impossibile, soprattutto in considerazione del fatto che la diversità genetica delle colture è fortemente ridotta e quindi il materiale su cui la selezione può lavorare è piuttosto limitato.

Questo implica che le colture difficilmente sopravvivono quando abbandonate a sé stesse. Se oggi si decidesse, per una obnubilazione generalizzata, di non esercitare più l'agricoltura, ma di fare affidamento solo sulle piante che la natura spontaneamente ci offre, la maggior parte delle colture erbacee scomparirebbe nel giro di uno o pochi anni, avendo esse dei tassi di sopravvivenza, in assenza dell'intervento umano, nell'ordine di 10^{-3} - 10^{-5} ad ogni generazione. Per la maggior parte delle piante arboree è chiaro che l'estinzione richiederebbe tempi più lunghi, nell'ordine di qualche decennio. In entrambi i casi è possibile che solo rari individui riescano a sopravvivere e stabilire popolazioni ferali (semi-selvatiche) in seguito al verificarsi di mutazioni che reintroducano i caratteri tipici dei selvatici.

IL TERZO CARATTERE: METABOLITI SECONDARI

Un terzo tipo di carattere riscontrato frequentemente nei domesticati è il cambiamento nel contenuto di metaboliti secondari. In questa classe di modificazioni rientrano tutti i casi di riduzione di pesticidi naturali che conferiscono un carattere molto interessante per gli esseri umani, rendendo più commestibili gli organi sotto selezione (semi, frutti, tuberi, foglie ecc.).

Le piante contengono molte sostanze tossiche, allergeniche o antinutrizionali (Morandini, 2010). Ad esempio, una importante classe di pesticidi naturali è quella dei glucosidi cianogenici (Bolarinwa et al., 2016; Speijers, 1993). Si tratta di circa un centinaio di composti con struttura simile, derivanti da aminoacidi, che si riscontrano in oltre 2500 specie di piante, parte delle quali sono coltivate. Esempi di colture che accumulano tali composti sono diverse Rosaceae (mandorla, pesca, albicocca, mela ...), Poaceae (sorgo, bambù), Euforbiaceae (manioca), Leguminosae (cece e fagiolo di Lima), e altre specie ancora, sia tra le monocotiledoni (taro) e le dicotiledoni (lino).

In seguito all'attacco di erbivori, tali composti vanno incontro a idrolisi ad opera di glucosidasi specifiche presenti negli stessi tessuti vegetali o negli animali, e si riarrangiano, generando da una parte sostanze amare e cianuro dall'altra. Il cianuro è un veleno molto generale che blocca la respirazione a livello cellulare (si lega allo ione ferrico dell'eme della Citocromo C ossidasi e impedisce il trasferimento degli elettroni) e altri processi. Il fatto che le glucosidasi e i glucosidi siano compresenti negli stessi tessuti, ma in compartimenti separati, e che in seguito a rottura dei tessuti si produca cianuro, suggerisce che questi metaboliti abbiano come funzione primaria la difesa contro gli erbivori. La dose letale di cianuro nell'uomo è intorno a 0,5-3,5 mg/kg di peso corporeo. Questo significa che pochi semi di mandorla amara (il cui contenuto di HCN si aggira intorno a 1-2 mg/g) possono essere letali per un bambino ed infatti sono noti casi di intossicazione acuta e morte in seguito a consumo di semi di albicocca. L'effetto tossico dei glucosidi cianogenici si è reso ancora una volta evidente nell'estate del 2022 con la morte di oltre 50 vacche nel cuneese dopo che erano state fatte pascolare su piante di

sorgo stressato dalla siccità. È noto che in tali condizioni il sorgo coltivato ne accumula alte quantità nelle foglie.

Per diverse specie coltivate c'è stata una notevole riduzione nel contenuto di glucosidi cianogenici, ma si è verificata principalmente nelle parti consumate, ad esempio nei semi della mandorla, nei semi del fagiolo di Lima e nei tuberi della cassava. Nelle parti che non sono sotto selezione, perché non vengono consumate (per es. i semi di molte rosaceae come melo, pruno e pesco oppure le foglie e la corteccia del mandorlo), il livello può rimanere alto anche nelle specie coltivate. Un esempio particolarmente interessante è la cassava (Lebot, 2019), di cui esistono sia varietà amare (con un contenuto molto significativo di glucosidi cianogenici) che dolci. Le varietà amare sono comuni nelle zone in cui vengono usati particolari procedimenti per degradare i glucosidi ed eliminare il cianuro da essi rilasciato, rendendole così commestibili, mentre le dolci sono diffuse in zone dove vengono consumate dopo cottura senza questi procedimenti. Un altro esempio potrebbe essere l'alto contenuto di durrina nelle foglie del sorgo coltivato, addirittura superiore al sorgo selvatico, mentre i semi ne sono praticamente scevri, ma non essendoci (a nostra conoscenza) dati sul contenuto nei semi dei progenitori, non è possibile al momento trarre una conclusione certa. Comunque è stato già isolato un mutante di sorgo (Gruss et al., 2022) in cui è abolita la sintesi di durrina nelle foglie, così da ottenere cultivar e ibridi da foraggio che non siano pericolosi per il bestiame. Non sorprendentemente, gli animali sembrano preferire le piante senza glucosidi cianogenici (Gruss e Tuinstra, 2023). Questo tipo di manipolazioni possono quindi essere considerate come una forma di domesticazione avanzata, più precisa nei metodi e cosciente nelle intenzioni, ma ultimamente con gli stessi fini del miglioramento genetico classico.

Un altro esempio di riduzione di metaboliti tossici durante la domesticazione si è verificata nel lupino: le specie selvatiche accumulano fino all'8% di alcaloidi chinolizidinici nei semi, mentre le specie coltivate hanno in genere un contenuto inferiore allo 0,2%. In questo modo viene ridotta la tossicità e il sapore amaro, rendendo così i semi non solo sicuri dal punto di vista alimentare, ma anche appetibili (Gresta et al., 2017).

Dal punto di vista genetico, nel caso della mandorla, la mutazione che diminuisce drasticamente il contenuto di amigdalina del seme, rendendolo dolce (e quindi commestibile), è stata identificata come una semplice sostituzione di una C con una T, che trasforma l'aminoacido Leucina in posizione 346 della proteina bHLH2 in Fenilalanina. La proteina bHLH2 è coinvolta nell'attivazione dei geni della via metabolica dell'amigdalina e la mutazione in questione abolisce la sua funzionalità. Anche in questo caso, come per il carattere di non dispersione del riso (SH1), basta quindi il cambiamento di una singola base del DNA sull'intero genoma (circa 300-400 milioni di basi, a seconda della specie e della varietà) per ottenere un carattere interessante e favorevole per l'essere umano. Va sottolineato che se una specie presenta glucosidi cianogenici in qualche tessuto o organo (es. foglie o seme), questo significa che la via metabolica è presente a livello del genoma e potrebbe quindi essere riattivata per mutazione nelle parti commestibili. Per esempio, il mesocarpo della pesca (la parte carnosa del frutto che viene consumata come alimento) contiene amigdalina in quantità da 100 a 1000 volte inferiori rispetto al seme, ma comunque rilevabili (Lee et al., 2017). Per mutazione spontanea o più semplicemente in seguito a procedimenti di mutagenesi casuale o di incrocio e selezione usati tipicamente nel miglioramento genetico, è possibile che la funzionalità della via venga ripristinata e che una parte normalmente edibile diventi tossica. Si tratterebbe, almeno dal punto di vista dell'uomo, di un peggioramento e infatti questo tipo di caratteri è controllato dai breeder e i corrispondenti individui eliminati.

Il terzo tipo di modificazioni appena esemplificato (alterazioni nel metabolismo secondario), è un fenomeno del tutto generale nei domesticati e probabilmente è il tipo

di carattere più frequente riscontrabile in essi, anche se riguarda classi molto diverse di composti (alcaloidi, terpeni, glucosinolati, glucosidi cianogenici, composti fenolici...), così che non basterebbero molti libri per descriverli tutti.

EFFETTI DEL TERZO CARATTERE

Il beneficio per l'uomo di identificare varianti genetiche con ridotto contenuto di sostanze con azione pesticida (cioè tossiche almeno verso qualche classe di organismi) nelle parti che vengono consumate è talmente evidente che non occorre soffermarsi: quelle parti diventano più commestibili non solo per gli esseri umani, ma anche per molti altri organismi. Alcuni esempi erano noti da lungo tempo, come il cotone senza ghiandole, che sono il luogo dove si accumulano terpenoidi tossici come il gossipolo. Tale cotone venne definito "incoltivabile" per la sua estrema tendenza a essere divorato dagli insetti parassiti (Rathore et al., 2020).

A conferma del ruolo di molti metaboliti secondari come sostanze tossiche e deterrenti per i parassiti, soprattutto gli erbivori, sono stati fatti molti esperimenti di genetica che hanno permesso di modularne il contenuto in modo preciso, ad esempio eliminando del tutto una via metabolica oppure trasferendola a specie che ne erano prive. La risposta di tali esperimenti è chiara ed incontrovertibile: quando si riduce il contenuto di metaboliti tossici, la pianta diventa più facile preda degli erbivori (sorgo, Arabidopsis e tabacco ad esempio con ridotti glucosidi cianogenici, glucosinolati alifatici e nicotina, rispettivamente), che causano un danno maggiore (Beekwilder et al., 2008; Steppuhn et al., 2004; Gruss et al. 2022); altri esempi sono facilmente identificabili in letteratura (es. Kariyat et al., 2019). Quando invece si ingegnerizza la sintesi di un metabolita tossico non normalmente presente in quella specie, ad esempio trasferendo la via della durrina dal sorgo all'Arabidopsis, si rende la pianta più resistente a specifici parassiti (Tattersall et al., 2001). Molti altri esempi sono disponibili (Shlichta et al., 2018; Gopalakrishnakone et al., 2020).

Oltre ai metaboliti secondari, numerose altre sostanze vengono accumulate per difendere le piante dagli erbivori, sia di natura proteica, come gli inibitori di proteasi e amilasi o le lectine, sia di tipo non proteico, come l'acido fitico o i tannini (Gopalakrishnakone et al., 2020). Diverse sostanze non sono direttamente tossiche, ma interferiscono con la nutrizione degli animali che si cibano delle piante. È evidente che anche una riduzione nel contenuto dei fattori antinutrizionali, al pari di quella dei pesticidi, rende la pianta più facile preda di erbivori e parassiti, quando presenti, e quindi non fa altro che esacerbare l'effetto indebolente dei primi due caratteri tipici della domesticazione sopra descritti.

Con le parole di commento di Amanda Tromans sul lavoro di Steppuhn sulla nicotina (Tromans, 2004), "la conclusione ineludibile è che metaboliti secondari come la nicotina, sebbene non siano essenziali per la crescita in condizioni normali e per la riproduzione, tuttavia danno un contributo significativo all'ecologia". Visto dalla parte delle colture, qualsiasi riduzione in tali metaboliti è altamente probabile che renda la pianta più debole in presenza di parassiti (per es. insetti e/o microbi). Il corollario molto interessante che ne discende è quindi il seguente: se la domesticazione tende a ridurre il contenuto di pesticidi naturali, almeno in alcune parti, allora le piante coltivate sono per questo motivo più deboli rispetto alle controparti selvatiche. Ma se sono più deboli, se sono più facile preda di erbivori e di microrganismi, allora occorre difenderle di più, cioè proteggerle. Possiamo discutere su quale sia la modalità più efficace per proteggerle, quella che ci consente di ridurre i rischi sanitari e ambientali, per esempio usando agrofarmaci oppure i metodi più basati sulla biologia e l'interazione con altre specie (lotta biologica), ma sicuramente non sarebbe sensato pretendere di tornare indietro introducendo tout court

i geni per la biosintesi di pesticidi naturali, come il cianuro, o rafforzandone la sintesi e l'accumulo, se già presenti. Avremmo sicuramente piante più resistenti ma che diventano tossiche anche per l'uomo e gli animali, almeno oltre una certa dose. Risulta invece ben più sensato introdurre dentro alle piante pesticidi molto specifici a base proteica, come le tossine Bt, prodotte dal batterio *Bacillus thuringensis*, che risultano relativamente innocui per l'uomo e che sono facilmente biodegradabili. Un approccio alternativo e intelligente è quello di indagare nel dettaglio la biologia del parassita e di cercare di modificare la pianta per ridurre la crescita o il danno. Un bellissimo esempio in tal senso è l'utilizzo dei mutanti omeotici fiorali per confondere i tripidi e ridurre il loro tasso di riproduzione e quindi il danno (Kater et al., 2003). Un altro approccio intelligente è ridurre il contenuto di pesticidi naturali in modo selettivo e limitatamente alle parti che interessano. Un bell'esempio in tal senso è il cotone con la riduzione specifica nel seme del contenuto di gossipolo (Rathore et al., 2020), un carattere che è stato possibile ottenere con la tecnica degli RNA interferenti. Raggiungere lo stesso risultato attraverso mutazione spontanea o mutagenesi casuale sarebbe stato estremamente difficile e costoso, se non impossibile.

Una classe analoga, ma opposta, di mutazioni, riguarda le colture particolarmente ricche di nutrienti – che per questo sono molto appetibili per l'essere umano e per molti animali – come vitamine o loro precursori (carotenoidi, vitamina C ecc.), zuccheri e loro polimeri (amido, fruttani), proteine e grassi. Quanto questi caratteri siano stati fatti oggetto di selezione diretta durante la domesticazione non è chiaro, ma poiché molte di queste sostanze hanno valore nutritivo, è probabile che vi sia stata selezione positiva e che questi caratteri abbiano un effetto sulla capacità di sopravvivenza della specie per due motivi: innanzitutto, esiste un compromesso (trade-off) nell'uso dei fotosintati per la sintesi di composti di riserva e per la crescita o la difesa; se la pianta “investe” più risorse (fotosintati e nutrienti) nella biosintesi di vitamine, proteine, olii e carboidrati, ne avrà necessariamente meno a disposizione per la crescita e per la difesa. In secondo luogo, le colture più ricche di nutrienti sono automaticamente preferite non solo dall'uomo, ma anche da molti animali (es. insetti e mammiferi), microbi e altri parassiti, quindi sono più facile preda e devono essere difese più strenuamente.

Riguardo le sostanze colorate (carotenoidi, antociani), è probabile che la diversità di colore in molte colture – nel mais e nel cavolfiore, per fare solo due esempi – sia stata ricercata per motivi estetici, ma abbia avuto ricadute positive sulle popolazioni che se ne cibavano, favorendo così la propagazione delle colture.

ALTRI CARATTERI

Le piante coltivate possono mostrare modifiche in molti altri caratteri, che ci limitiamo ad elencare, che riguardano soprattutto la struttura della pianta (altezza, accostamento, dominanza apicale, portamento), le risposte all'ambiente (necessità di un periodo di freddo per la germinazione e la transizione fiorale, dipendenza del tempo di fioritura dal fotoperiodo) e la riproduzione (sterilità, grado di determinazione dei meristemi, dimensione di fiori, semi, frutti o di altre parti, e sincronia nella maturazione). Molti di questi caratteri sono stati selezionati migliaia di anni fa, altri sono acquisizioni più recenti (es. nanismo) e alcuni sono frutti recentissimi dell'applicazione delle moderne biotecnologie (Pigna e Morandini, 2017). È importante sottolineare che il ‘genome editing’ permette di raggiungere la domesticazione di piante ancora selvatiche in pochi mesi, come testimoniato da diversi esempi pubblicati negli ultimi anni (Curtin et al., 2022).

PERCHÉ SINDROME?

L'insieme dei caratteri della domesticazione è collettivamente chiamato "sindrome da domesticazione", perché il risultato della domesticazione è una forma di "malattia complessa" che colpisce la pianta e la rende meno competitiva, ma le cui molteplici facce sono in qualche modo "frutto di un'unica entità morbosa". Ogni nuovo carattere selezionato nelle colture si traduce quasi sempre in un nuovo handicap, spesso grave, che deve essere compensato dalle cure umane e che richiede nuove soluzioni: per esempio, la riduzione della taglia, tipica della rivoluzione verde, rende la pianta meno capace di vincere la competizione per la luce con le altre piante e quindi richiede un maggior controllo delle erbacce. Un altro carattere evidente in questo senso è la selezione di specie o varietà partenocarpiche (che formano frutti apireni, cioè senza semi) o comunque incapaci di riproduzione sessuale, come banane, uva, ananas e clementine. Una pianta sterile richiede forme di propagazione vegetativa (talee, polloni, innesti...etc.), senza le quali l'individuo si estinguerebbe in poco tempo. Solo l'intervento dell'uomo facilita la propagazione e il mantenimento di tali varietà. Analogamente, molte colture sono generate per ibridazione tra specie di ploidia diversa. L'ibrido cresce, ma non riesce a formare semi fertili a causa dell'appaiamento diseguale dei cromosomi alla meiosi. Solo il raddoppio del numero di cromosomi e quindi della ploidia permette di recuperare la fertilità, come avvenuto per le diverse specie di triticale sviluppate negli ultimi 100 anni.

SONO GENETICAMENTE MODIFICATE?

Una conclusione solida a cui possiamo giungere sulla base degli esempi e della discussione fin qui fatta, è che le piante coltivate non esisterebbero se l'uomo non le avesse selezionate e propagate. Non solo, ma possiamo spingerci oltre e arrivare a una importante seconda conclusione: la domesticazione implica delle modifiche genetiche e quindi le piante coltivate sono geneticamente modificate nel senso vero dell'espressione dal punto di vista della lingua italiana, non nel senso della definizione legale (che viene applicata principalmente agli organismi modificati con l'ingegneria genetica), ampiamente adottata dal mondo dei mezzi di comunicazione e purtroppo anche dalla comunità scientifica, forse proprio come conseguenza della sua popolarità presso il pubblico generale. Le piante coltivate sono geneticamente modificate perché hanno subito modifiche genetiche spesso semplici e limitate dal punto di vista della sequenza, ma cruciali a modificarne il comportamento rispetto all'ambiente e la possibilità di sopravvivenza. Sostenere che solo gli OGM siano geneticamente modificati e non innanzitutto le piante coltivate in quanto tali, è una truffa linguistica a cui la comunità scientifica ha cominciato ad opporsi - ma forse troppo tardi - e una presa in giro. Ristabilire l'esattezza dei termini sarebbe il primo modo per riportare serietà nel dibattito e, se fosse possibile, anche nella legislazione.

SONO NATURALI?

Se la domesticazione è solitamente così invalidante, sorge spontanea la domanda se una pianta coltivata possa essere considerata ancora una pianta naturale. Prendendo per buona la definizione di naturale come qualcosa che avviene anche in assenza dell'intervento umano, allora siamo costretti a rispondere di no. Le piante coltivate non possono più essere considerate come naturali. Le piante coltivate non esisterebbero se l'uomo non le avesse selezionate e continuato a preservarle e propagarle per tutto il tempo attraverso l'agricoltura e più recentemente attraverso le banche di germoplasma. Risulta allora evidente che cercare di convincere i consumatori, attraverso la pubblicità, che le piante o i loro prodotti sono 100% naturali è un'operazione falsa di puro marketing.

La riflessione su cosa sia naturale e cosa non lo sia deve essere fatta sia in ambito politico che sociale, perché si ripercuote anche sull'agricoltura e la sua regolamentazione. Non pretendiamo certo di farla in questa sede e in poche righe, ma la riflessione richiede innanzitutto che la persona desiderosa di discuterne abbia nella propria mente una definizione chiara di natura. Sarebbe opportuno che su questa base si ricominciasse a riflettere se l'uomo faccia parte della natura, se esista una specialità dell'uomo e, nel caso la si riconosca, su cosa si fondi.

RIFLESSIONE SUL METODO

È certamente realistico immaginare che si possano verificare mutazioni in una coltura che facciano revertire la sequenza alla condizione iniziale, cioè a un carattere selvatico. O ancora che si verifichino mutazioni aggiuntive (soppressori extragenici) capaci di compensare l'effetto di mutazioni tipiche della domesticazione e quindi che si recuperi di nuovo il carattere iniziale, seppure con una combinazione allelica differente. Ne consegue che una mutazione non è desiderabile solo per il fatto che sia spontanea e naturale. In modo analogo una mutazione creata con il genome editing o per cisgenesi può risultare rischiosa: è più che fattibile ad esempio esprimere la versione selvatica del gene bHLH del mandorlo nei semi di un mandorlo coltivato portando così all'accumulo di glucosidi cianogenici. Non è quindi il metodo che ci garantisce l'innocuità o la salubrità del prodotto, ma solo l'esame delle modificazioni introdotte in ciascun caso specifico. E quanto più circoscritta e precisa è la modificazione introdotta, tanto più facile sarà prevedibile l'effetto. È quindi insensato normare a livello parossistico le tecnologie più precise e predicibili come la transgenesi ed il genome editing, rispetto alle tecnologie più imprecise, come la mutagenesi casuale, che introducono magari migliaia o milioni di mutazioni per individuo. Ciò che conta è il risultato (il carattere ottenuto). E se il risultato fosse uguale, perché una via sarebbe pericolosa (es. la transgenesi) e l'altra innocua (la mutagenesi casuale)?

CONCLUSIONI

La domesticazione permette di aumentare grandemente la produttività delle piante, ma le indebolisce rendendole dipendenti dalla cura umana. È indiscutibile che la domesticazione sia storicamente passata attraverso la modificazione genetica di pochi ma cruciali caratteri e non c'è discussione che nel passato siano stati usati molti metodi per introdurre mutazioni, cioè modificare geneticamente le colture.

Se la mutazione di un nucleotide su 300 milioni cambia drasticamente la riproduzione o la tossicità di una coltura, è possibile pretendere che l'ibridazione tra frumento e segale e il raddoppio dei geni sia scevra da rischi? Non invociamo qui l'estensione alla mutagenesi casuale o mirata delle norme (eccessive e costose) che sono state applicate alla transgenesi negli ultimi 20 anni, ma l'adozione di normative che concentrano l'attenzione sui caratteri effettivi introdotti nella pianta, ben consci che abbiamo alle spalle una grande conoscenza sui pericoli connessi con le piante e sulle loro cause, cioè le sostanze connesse a tali pericoli (tossine, allergeni e fattori antinutrizionali). In sintesi, è ora di passare da una normativa tutta concentrata sul processo usato per creare una nuova varietà a una normativa che si concentri sui caratteri e sui rischi noti delle colture, che sono peraltro pochi se paragonati alle piante selvatiche.

Perché quindi tutta l'opposizione insensata verso le biotecnologie applicate in agricoltura che abbiamo sperimentato negli ultimi 3 decenni? Su questo fenomeno i posteri emetteranno forse una sentenza su quale sia stata l'origine e la motivazione di tanta opposizione, ma fin da oggi possiamo, in modo analogico, applicare a tale opposizione un giudizio espresso sugli anni di piombo da Saverio Allevato e Pio Cerocchi: "Un desiderio

vero, quando non fa i conti con la realtà, ma imbocca la strada dell'utopia irrazionale, diventa menzogna, e non può che condurre alla follia omicida e all'autodistruzione”.

BIBLIOGRAFIA

- Allevato S. e P. Cerocchi (2009) “La P38 e la mela”, ed. ITACA, p.173
- Arnaud N, Lawrenson T, Østergaard L, Sablowski R. (2011) The same regulatory point mutation changed seed-dispersal structures in evolution and domestication *Curr Biol.* 21:1215-9.
- Beekwilder J, van Leeuwen W, van Dam NM, Bertossi M, Grandi V, Mizzi L, Soloviev M, Szabados L, Molthoff JW, Schipper B, Verbocht H, de Vos RC, Morandini P, Aarts MG, Bovy A. (2008) The Impact of the Absence of Aliphatic Glucosinolates on Insect Herbivory in Arabidopsis. *PLoS One.* 3: e2068.
- Bolarinwa IF, Oke MO, Olaniyan SA, Ajala AS. 2016. A Review of Cyanogenic Glycosides in Edible Plants. *Toxicology - New Aspects to This Scientific Conundrum.* InTech; 2016. <http://dx.doi.org/10.5772/64886>
- Curtin S, Qi Y, Peres LEP, Fernie AR, Zsögön A. (2022) Pathways to de novo domestication of crop wild relatives. *Plant Physiol.* 188:1746-1756.
- Gresta F., Wink, M., Prins, U., Abberton, M., Capraro, J., Scarafoni, A., Hill, G. (2017). Lupins in European agriculture. In: Murphy-Bokern, D., Stoddard, F. and Watson, C. (Eds.). *Legumes in cropping systems.* CABI.
- Gruss SM, Ghaste M, Widhalm JR, Tuinstra MR. (2022) Seedling growth and fall armyworm feeding preference influenced by dhurrin production in sorghum. *Theor Appl Genet.* 135:1037-1047.
- Gruss SM, Tuinstra, MR (2023) Preference of dhurrin-free sorghum by ewes. *Purdue University Research Repository.* [doi:10.4231/A2WW-EF74](https://doi.org/10.4231/A2WW-EF74)
- Kariyat RR, Gaffoor I, Sattar S, Dixon CW, Frock N, Moen J, De Moraes CM, Mescher MC, Thompson GA, Chopra S. (2019) Sorghum 3-Deoxyanthocyanidin Flavonoids Confer Resistance against Corn Leaf Aphid. *J Chem Ecol.* 45:502-514.
- Kater MM, Franken J, Inggamer H, Gretenkort M, van Tunen AJ, Mollema C, Angenent GC. (2003) The use of floral homeotic mutants as a novel way to obtain durable resistance to insect pests. *Plant Biotechnol J.* 1:123-7.
- Konishi S, Izawa T, Lin SY, Ebana K, Fukuta Y, Sasaki T, Yano M. (2006) An SNP caused loss of seed shattering during rice domestication. *Science* 312:1392-1396.
- Lebot V. (2019) Cassava: origin and history 3-11, ch.1 in “Tropical Root and Tuber Crops”, 2nd Edition. <https://www.thoughtco.com/cassava-manioc-domestication-170321>
- Lee SH, Oh A, Shin SH, Kim HN, Kang WW, Chung SK. (2017) Amygdalin Contents in Peaches at Different Fruit Development Stages. *Prev Nutr Food Sci.* 22(3):237-240. doi: 10.3746/pnf.2017.22.3.237.
- Morandini P. (2010) Inactivation of allergens and toxins. (2010) *New Biotechnol.* 27:482-493.
- Gopalakrishnakone P., Carlini CR, Ligabue-Braun R, editors (2020) *Plant Toxins.* Springer Dordrecht.
- Pigna G., Morandini P. (2017) Domestication of new species, in “More Food: Road to Survival” DOI: 10.2174/97816810846711170101
- Rathore, K. S., Pandeya, D., Campbell, L. M., Wedegaertner, T. C., Puckhaber, L., Stipanovic, R. D., et al. (2020). Ultra-low gossypol cottonseed: selective gene silencing opens up a vast resource of plant-based protein to improve human nutrition. *Crit. Rev. Plant Sci.* 39 (1), 1-29.
- Shlichta JG, Cuny MAC, Hernandez-Cumplido J, Traine J, Benrey B (2018) Contrasting consequences of plant domestication for the chemical defenses of leaves and seeds in lima bean plants. *Basic Appl Ecol.* 31:10-20.
- Speijers G. (1993) Cyanogenic glycosides. *Food Additive Series No. 30.* Geneva: JECFA. <https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v30je18.htm>

- Steppuhn A, Gase K, Krock B, Halitschke R, Baldwin IT. (2004) Nicotine's defensive function in nature. *PLoS Biol.* 2:E217. doi: 10.1371/journal.pbio.0020217.
- Tattersall DB, Bak S, Jones PR, Olsen CE, Nielsen JK, Hansen ML, Høj PB, Møller BL. (2001) Resistance to an herbivore through engineered cyanogenic glucoside synthesis. *Science.* 293:1826-8.
- Tromans A. (2004) The benefits of nicotine. *Nature* 430, 980. <https://doi.org/10.1038/430980a>.

COOPERAZIONE IN EUROPA PER LA CONSERVAZIONE DEL GERMOPLASMA VEGETALE

Lorenzo Maggioni

ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources), c/o Alliance of Bioversity International and CIAT, Roma



Riassunto

La cooperazione in Europa per la conservazione e l'utilizzo delle risorse genetiche vegetali può essere considerata un'attività che affonda le sue radici nelle intuizioni e nell'esempio offerto da N.I. Vavilov in Unione Sovietica nella prima metà del novecento. In questo articolo si riassumono i passaggi principali attraverso i quali si è sviluppata la consapevolezza a livello mondiale dell'importanza delle risorse genetiche e della loro conservazione di fronte al rischio di una loro erosione. Si ripercorrono brevemente anche l'evoluzione e le conseguenze del cambio di paradigma per cui le risorse genetiche sono passate dal riconoscimento di essere 'patrimonio dell'umanità', fino a divenire oggetto di sovranità nazionale. Un cosiddetto 'Sistema Globale' di conservazione si è costituito negli anni, composto da vari elementi, qui descritti, prodotti da iniziative varie ed eterogenee. L'origine e lo sviluppo del programma di cooperazione europeo ECPGR durante oltre quarant'anni vengono delineati con cenni sulle sue principali iniziative e strumenti, in particolare il tentativo in parte riuscito di costituire un sistema integrato europeo delle banche del germoplasma (AEGIS) ed una Collezione Europea. In conclusione vengono presentate alcune prospettive per rafforzare la futura cooperazione europea.

Summary

Cooperation in Europe for the conservation of plant germplasms

Cooperation in Europe for the conservation and use of plant genetic resources can be considered the heritage of N.I Vavilov's work and vision in the Soviet Union of the first half of the 1900s. This article summarizes the main steps leading to the development of a global awareness about the importance of genetic resources and their conservation in the face of the risk of genetic erosion. The changing perspective of the genetic resources concept is also outlined, moving from 'heritage of humankind' to 'subject of national sovereignty'. The consequences of this change of paradigm are mentioned. A so-called Global System of conservation has taken shape over the years, composed of several elements, here described, resulting from various and heterogeneous initiatives. The origin and development of the ECPGR programme during its over forty years of

existence are described by speaking briefly of its main tools and initiatives, specifically the partly accomplished intention to create a European Genebank Integrated System (AEGIS) with its European Collection. In conclusion, possible perspectives for future strengthened cooperation in Europe are presented.

DIVERSITÀ GENETICA: UNA RISORSA DA PRESERVARE

La raccolta e il trasporto di piante utili per introdurre nuove colture da paesi lontani è una pratica molto antica, esercitata fin dal tempo dei Sumeri e degli Egizi ed esplosa in modo imponente a seguito dei viaggi esplorativi e coloniali a partire dal XV secolo (Plucknett et al. 1987). La consapevolezza dell'importanza della diversità genetica di ciascuna specie coltivata diviene principalmente evidente all'inizio del XX secolo, dopo la riscoperta della genetica mendeliana. In particolare, il lavoro pionieristico di N.I Vavilov è dedicato durante gli anni '20 e '30 del novecento a raccogliere sistematicamente in Unione Sovietica e in oltre 50 paesi d'Asia, America, Nord Africa ed Europa, tutta la variabilità genetica di piante di interesse economico da studiare e introdurre in incroci ed esperimenti. Per la prima volta si riconosce l'importanza non solo di tutte le forme locali adattate a vari climi ed ambienti, ma anche dei loro parenti selvatici. Ci si rese conto che sotto la pressione selettiva delle svariate condizioni colturali o climatiche, si potevano selezionare caratteri genetici utili da trasferire a varietà moderne per contrastare molteplici avversità biotiche ed abiotiche e in definitiva migliorare le produzioni agricole. Allo scoppio della seconda guerra mondiale l'Istituto Pansovietico di Coltivazione delle Piante, diretto da Vavilov a Pietrogrado (in seguito Leningrado) e oggi intitolato a suo nome a San Pietroburgo (VIR - Istituto Panrusso N.I. Vavilov per le Risorse Genetiche Vegetali), operava con una rete nazionale di almeno 40 stazioni di miglioramento genetico (Loskutov 1999). La collezione di semi costituita a Leningrado conteneva circa 250 000 campioni raccolti da più di 50 paesi (Plucknett et al. 1987). Nello stesso periodo anche il collega e amico di Vavilov, lo statunitense Harry Harlan, organizzava spedizioni di raccolta di semi e fu autore negli anni '30 di un articolo in seguito divenuto famoso (Fig. 1), che lanciò i primi allarmi per la incipiente scomparsa di varietà tradizionali, in corso di sostituzione da parte di varietà migliorate (Harlan e Martini 1936).

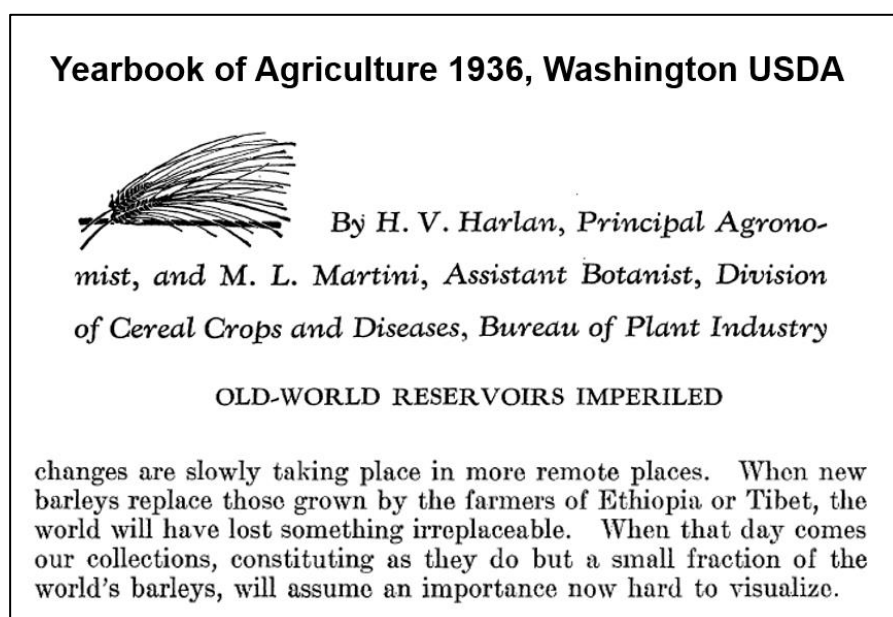


Figura 1 - L'intestazione e un brano dell'articolo di Harlan e Martini (1936) che denuncia il forte rischio di perdita delle risorse genetiche delle piante agrarie

Fra le prime attività di raccolta sistematica di germoplasma e costituzione di collezioni permanenti, le più significative ebbero luogo in Nord America con le collezioni coordinate dalla Rockefeller Foundation negli anni '40 e '50 e l'istituzione del National Seed Storage Laboratory a Fort Collins, Colorado nel 1958. In Europa, oltre che in Russia, attività di raccolta e conservazione iniziarono in Germania negli anni '40 (Scarascia Mugnozza e Perrino 2002). Fu solo alla fine degli anni '60, quando il fenomeno dell'impiego di varietà ad alta resa divenne imponente durante il periodo della cosiddetta 'Rivoluzione Verde', che si cominciò a intraprendere un'azione a livello globale per scongiurare la perdita di diversità genetica ed i rischi conseguenti per la sicurezza alimentare nel mondo.

L'IMPEGNO INTERNAZIONALE

Sotto la spinta della FAO (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura), l'attenzione a questo problema venne enfatizzata con l'organizzazione di alcuni convegni tecnici internazionali nel 1961, 1968 e 1973 dedicati all'esplorazione, collezione, conservazione, documentazione e valutazione delle risorse genetiche vegetali (Pistorius, 1997). La conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano a Stoccolma nel 1972 si concluse con una dichiarazione che invitava a una collaborazione internazionale per la conservazione del germoplasma (United Nations 1973). Negli anni '70, la raccolta di germoplasma venne intensificata a livello globale, in particolare con la costituzione presso la FAO dell'International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), con il compito di promuovere e coordinare uno sforzo internazionale per raccogliere e conservare il germoplasma vegetale necessario per la futura ricerca e produzione. Questo stesso istituto divenne in seguito indipendente come International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), formando uno dei Centri Internazionali per la Ricerca in Agricoltura, parte del network CGIAR (Consultative Group Consultative Group on International Agricultural Research). Nello stesso periodo i numerosi centri dello stesso CGIAR costituivano banche internazionali del germoplasma, localizzate per lo più nei cosiddetti centri di diversità di Vavilov, specializzandosi nella conservazione e nello sviluppo delle colture corrispondenti ai centri di origine, ad esempio il CIMMYT in Messico per il mais ed il frumento, IRRI nelle Filippine per il riso, ICARDA, originamente in Siria per cereali e legumi, CIP in Perù sulla patata, ecc.

IL RUOLO DELL'EUROPA

In ambito europeo, EUCARPIA (Associazione Europea per la Ricerca e il Miglioramento Genetico) costituì nel 1968 un 'Genebank Committee' che propose di formare un network di quattro banche con responsabilità sub-regionale in Europa, focalizzate sulle principali zone agroclimatiche. Delle principali banche europee fondate in quel periodo ad Izmir, Turchia (1964), Bari, Italia (1969), Braunschweig, Germania occidentale (1970) e Lund, Svezia (1979), solo la svedese Nordic Gene Bank (oggi NordGen con sede ad Alnarp, Svezia), ha sviluppato con successo un ruolo sub-regionale, assumendo la responsabilità per la conservazione di materiale ed informazioni relative alle colture di interesse per l'agricoltura dei cinque paesi nordici (Kjellqvist and Blixt 1991). Sotto l'egida di EUCARPIA, FAO e UNDP (Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite), alla fine degli anni '70 si creano le condizioni per la costituzione di un programma di collaborazione in Europa, per stimolare un impegno non solo informale fra ricercatori e breeder, ma istituendo un'azione a livello nazionale e governativo. Infatti l'esistenza di vaste collezioni nazionali (due terzi delle collezioni mondiali erano depositate in Europa) non adeguatamente mantenute ed utilizzate, nell'assenza di una collaborazione organica specialmente ai due lati della 'Cortina di Ferro', richiamava l'opportunità di cooperare per una documentazione sistematica delle collezioni e un'ampia accessibilità alle stesse, nell'ambito di un sistema

di conservazione razionale ed efficiente. Si diede quindi avvio nel 1980 ad ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources), un network europeo finanziato e governato dai paesi aderenti, con obiettivi riferiti alle risorse genetiche vegetali europee, per renderne possibile lo scambio gratuito, compresi i dati corrispondenti, a beneficio dei breeders europei, per stimolare raccolta e conservazione di materiali non ancora in collezione, renderli disponibili ai paesi in via di sviluppo e coordinarne la valutazione da parte di programmi nazionali e sub-regionali o da istituti di ricerca in Europa e ridurre la duplicazione degli sforzi (FAO 1980).

IL QUADRO LEGISLATIVO E REGOLATORIO INTERNAZIONALE

L'impegno internazionale per la collaborazione su un tema di interesse pubblico (la conservazione delle risorse genetiche) che richiede una gestione globale per essere affrontato efficacemente, si è consolidato come Risoluzione 8/83 della Conferenza FAO del 1983 con un accordo detto 'International Undertaking', che evocava la creazione di un "Sistema Globale per la conservazione" (FAO 1983). Secondo i principi dell'International Undertaking e fino all'entrata in vigore della Convenzione sulla Biodiversità (CBD) nel 1993 (United Nations 1992), le risorse genetiche vegetali erano considerate un patrimonio comune dell'umanità e venivano scambiate liberamente. Con la CBD si genera invece un forte cambiamento di paradigma, in quanto la pressione degli stati nazionali durante i negoziati fece ribadire il concetto dei diritti sovrani degli stati sulle proprie risorse biologiche, come pure l'importanza di una condivisione equa dei benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche.

L'applicazione della CBD agli scambi di materiale genetico di interesse per l'agricoltura e l'alimentazione introduceva il rischio che qualunque scambio di germoplasma dipendesse da accordi bilaterali fra contraenti. Questo approccio contrastava con un interesse più generale di facilitare questi scambi fra tutti i paesi reciprocamente dipendenti dalle risorse genetiche, essenziali per un progresso collettivo legato alla sicurezza alimentare globale.

Il riconoscimento che un regime di questo tipo mal si applicava alle risorse genetiche vegetali di interesse alimentare ed agricolo portò all'approvazione di un 'Trattato Internazionale sulle Risorse Genetiche Vegetali per l'Agricoltura e l'Alimentazione (RGVAA)', alla fine di un negoziato durato sette anni dal 1995 al 2001, sotto la guida della Commissione FAO RGVAA, ed entrato in vigore nel 2004 (FAO 2002). Il rischio del consolidamento di un sistema basato su accordi bilaterali venne in parte scongiurato con la creazione, come parte del Trattato, di un Sistema Multilaterale, di cui venivano a far parte i materiali genetici sotto il controllo delle parti contraenti e di dominio pubblico. Questi divenivano oggetto di scambi regolati attraverso un Accordo Standard (SMTA o Standard Material Transfer Agreement), identico per ciascuna transazione, e capace di garantire un'equa condivisione dei benefici', in linea con i principi della CBD. Fra i limiti di questo Trattato vi è la composizione di una lista (detta Annex I del Trattato) che comprende nel Sistema Multilaterale solo un gruppo parziale di specie di interesse alimentare e agricolo. Le specie rimanenti, come risultato essenzialmente di un braccio di ferro negoziale fra paesi cosiddetti del Nord e del Sud del mondo, rimangono scambiabili attraverso accordi bilaterali di tipo CBD, a meno di deroghe volontarie da parte dei paesi contraenti. Una riforma del Trattato, tentata più volte per correggerne alcuni dei suoi limiti, come ad esempio per estendere la lista Annex I a tutte le specie agrarie, si è ultimamente arenato di fronte alla richiesta contrapposta da parte dei 'paesi del Sud' di estendere la condivisione dei benefici non solo allo scambio dei materiali, ma anche all'uso dell'informazione genetica derivata dagli stessi, indipendentemente dal fatto che questi ultimi vengano fisicamente acquisiti o meno.

IL SISTEMA GLOBALE PER LA CONSERVAZIONE E L'USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE GENETICHE VEGETALI PER L'AGRICOLTURA E L'ALIMENTAZIONE

In parallelo con il quadro di riferimento legislativo internazionale attualmente in vigore (essenzialmente CBD e Trattato FAO), in ambito FAO si è venuto definendo negli anni, a partire dalle raccomandazioni dell' 'International Undertaking', un cosiddetto 'Sistema Globale', che si articola attraverso vari elementi o componenti in continua evoluzione e variamente interconnessi fra loro, intesi a complementare e sostenere sforzi nazionali rivolti complessivamente a garantire la conservazione, l'accesso e l'utilizzo delle RGVA (Hodgkin et al. 2013; Engels ed Ebert 2021). I due Segretariati della Commissione FAO RGVA e del Trattato Internazionale FAO, svolgono un ruolo catalitico e idealmente complementare nel promuovere e organizzare il Sistema Globale. La Commissione FAO RGVA²⁷ è un organo politico intergovernativo permanente dedicato a promuovere il consenso internazionale e costituisce un forum negoziale sui temi della diversità biologica legata ad alimentazione e agricoltura. Il Piano Globale di Azione per la conservazione e l'utilizzo delle RGVA (Global Plan of Action - GPA), stilato sotto il coordinamento della Commissione FAO e giunto alla seconda edizione, è un documento programmatico adottato dai paesi aderenti alla FAO, definisce priorità condivise per ispirare l'azione dei paesi e dei network internazionali in tema di conservazione ex situ, in situ, uso sostenibile e rafforzamento delle risorse umane ed istituzionali (FAO 2012). Il GPA auspica il funzionamento di un Sistema Globale basato su principi di efficienza, razionalità e trasparenza. Un componente essenziale del Sistema Globale, già previsto dall'International Undertaking, consisteva nella Rete internazionale delle collezioni ex situ gestite da centri nazionali, regionali o internazionali. I paesi erano invitati a concludere accordi con la FAO per includere le loro collezioni in questo network, ispirato a principi di scambio libero e gratuito dei materiali genetici. Un accordo in questo senso fu effettivamente concluso dai centri CGIAR, che nel 1994 dichiararono la disponibilità delle loro collezioni per la ricerca e il breeding attraverso un accordo fiduciario con la FAO. Secondo termini simili, IBPGR aveva costruito un Registro di Collezioni base, per cui paesi e istituzioni si assumevano la responsabilità di conservare i materiali nel lungo periodo e di ridistribuirli in nome di una comunità globale (Hanson et al. 1984). Queste iniziative confluirono nel Sistema Multilaterale del Trattato FAO dopo il cambiamento del quadro legislativo per le RGVA (passate da essere patrimonio dell'umanità a soggetto di sovranità nazionale). Le collezioni del CGIAR e di altri centri internazionali sono state inserite formalmente nel Sistema Multilaterale, mentre i paesi aderenti al Trattato si sono impegnati a inserire nel Sistema Multilaterale le accessioni del gruppo Annex I che si trovano sotto il controllo governativo e nel dominio pubblico, e possono inoltre volontariamente aggiungere anche altre specie 'fuori lista'. Fra gli strumenti informativi del Sistema Globale vi è WIEWS (Global Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture), un Sistema informativo globale gestito dal Segretariato della Commissione FAO, che mantiene fra l'altro elenchi di rappresentanti nazionali, codici FAO degli istituti e una banca dati di circa 5.8 milioni di accessioni conservate presso 850 banche del germoplasma in 115 paesi e 17 centri internazionali (<https://www.fao.org/wiews/>). Il Global Information System for PGRFA (GLIS) è un altro Sistema informativo, gestito dal Segretariato del Trattato FAO, che costituisce un punto di ingresso a tutti i tipi di informazione e conoscenza relativi a conservazione, gestione e utilizzo di RGVA²⁸. Una banca dati importante per conoscere i dettagli e fare richiesta di ciascuna accessione conservata da una vasta parte delle banche del germoplasma

²⁷ <https://www.fao.org/cgrfa/en>

²⁸ <https://glis.fao.org/glis/>

mondiale è la piattaforma Genesys²⁹. Quest'ultima viene gestita dal Crop Trust, una organizzazione internazionale non-profit dedicata alla conservazione della diversità agricola per un utilizzo globale, permanente, per il beneficio di chiunque. Il Crop Trust è stato fondato nel 2004 con il compito di sostenere il Sistema Globale per mezzo di un Fondo di dotazione (Endowment Fund) che assicura sostegno finanziario alle più importanti banche di germoplasma nel mondo, in particolare le banche del CGIAR e della Comunità del Pacifico. Insieme al governo della Norvegia e al Centro Nordico per le Risorse Genetiche (NordGen), il Crop Trust contribuisce inoltre ai costi operativi della Svalbard Global Seed Vault, il deposito artico che conserva copie di sicurezza delle accessioni conservate nelle banche di tutti i paesi. Nel Sistema Globale, oltre al Crop Trust vi è un altro meccanismo finanziario, il Benefit Sharing Fund, che è il meccanismo operativo istituito nell'ambito del Trattato Internazionale FAO per ricevere, utilizzare e condividere i benefici monetari derivanti dal Sistema Multilaterale. Questo fondo, che riceve soprattutto contributi volontari da vari paesi, svolge un ruolo catalitico nella cooperazione internazionale per le RGVA³⁰.

ECPGR E IL PANORAMA EUROPEO

Tornando alla situazione europea, ECPGR si è sviluppato nel corso di oltre 40 anni e il suo scopo, gli obiettivi, la struttura e i meccanismi operativi si sono evoluti nel tempo (Fig. 2). Esso continua a offrire uno strumento vivace di collaborazione sulle RGVA. La struttura attuale del programma è composta da un Comitato Direttivo (Steering Committee), corpo direzionale e sovrano del programma, formato dai Coordinatori Nazionali di ciascuno dei circa 35 paesi aderenti, coadiuvato da un Comitato Esecutivo (Executive Committee), più agile e ristretto, e da un Segretariato, ospitato a Roma fin dal 1982 da IBPGR e dalle sue trasformazioni (IPGRI-International Plant Genetic Resources Institute, Bioversity International, ed infine Alliance of Bioversity International and CIAT).

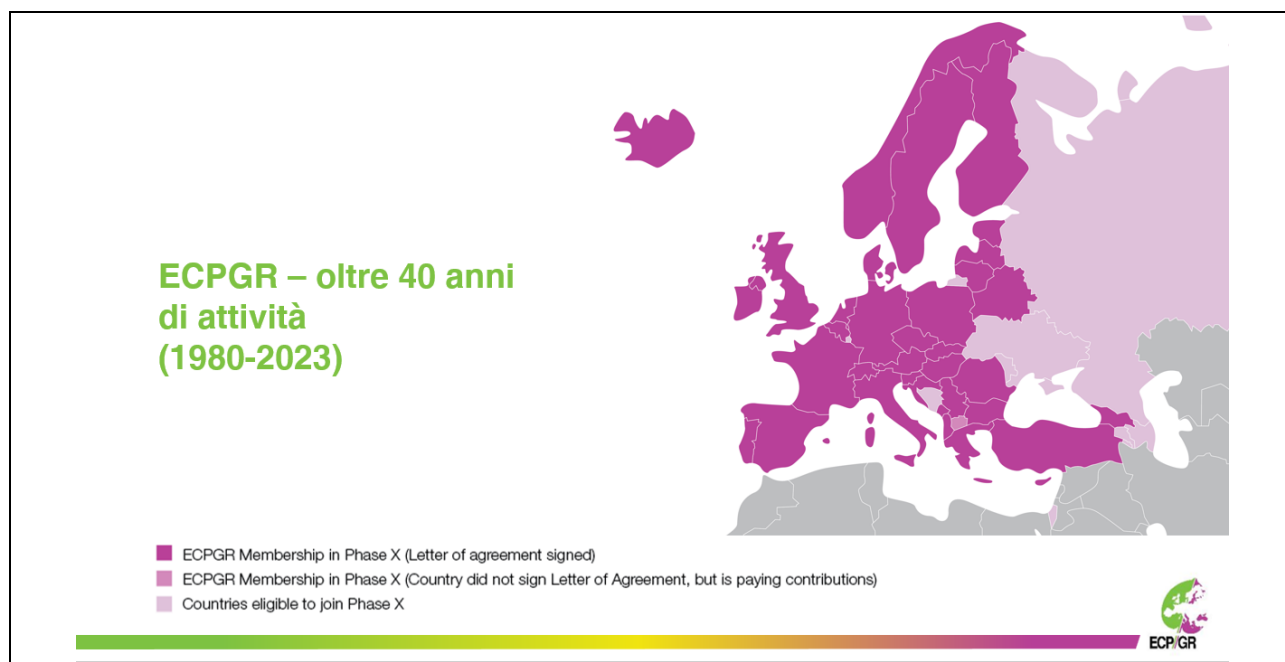


Figura 2 - Mappa dei paesi che aderiscono a ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources)

²⁹ <https://www.genesys-pgr.org/>

³⁰ <https://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/benefit-sharing-fund>

Il Segretariato di ECPGR coordina il programma e dà seguito alle decisioni del Comitato Direttivo, in particolare per mezzo di 24 Gruppi di Lavoro (Working Groups - WG) dedicati a colture agrarie o tematiche specifiche (Fig. 3). Recentemente si è costituita anche una rete dei gestori delle banche del germoplasma (Genebank Managers Network), ora in fase pilota, intesa a rafforzare la gestione delle banche grazie a scambi di conoscenze, cooperazione e sostegno reciproco. L'attività dei Gruppi di Lavoro si svolge attraverso incontri atti a stimolare scambio di conoscenze e informazioni, e per organizzare attività collaborative nell'ambito di progetti finanziati dalla Commissione Europea o da altre fonti. Altre iniziative sono diventate nel tempo caratterizzanti dell'attività di ECPGR, come EURISCO, EVA, la rivista Genetic Resources e soprattutto AEGIS, trattato più diffusamente come tema principale di questo intervento.

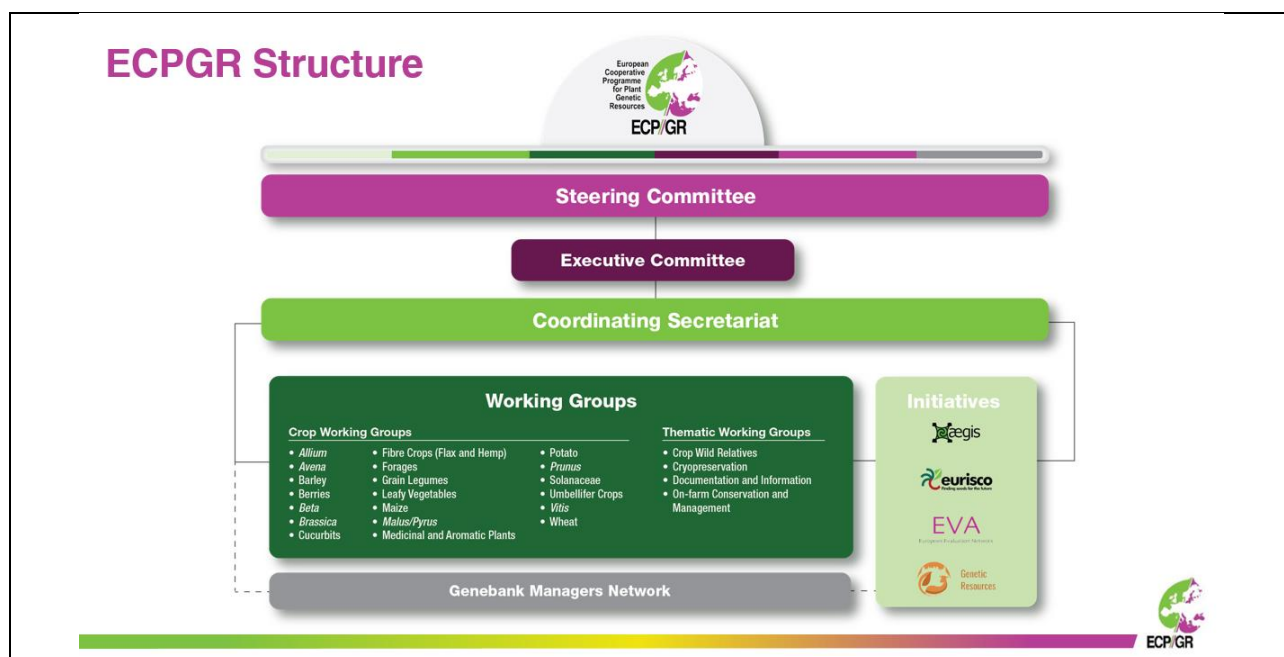


Figura 3 - Struttura organizzativa dell'ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources)

EURISCO (European Search Catalogue for Plant Genetic Resources - Catalogo Europeo delle Risorse Genetiche Vegetali³¹) è il Sistema informativo che convoglia in un sistema centralizzato tutti i dati relativi alle accessioni conservate ex situ nelle banche europee, grazie a una rete di punti focali che raccolgono e trasmettono tutti i dati pertinenti agli inventari nazionali. EURISCO a sua volta trasmette i dati europei a Genesys, costituendone il maggiore fornitore di dati. È in fase di realizzazione, grazie a un finanziamento del governo tedesco, anche una componente in situ di EURISCO, intesa a radunare, sempre tramite un unico punto focale per ogni paese, anche i dati relativi alle popolazioni più importanti di parenti selvatici di specie agrarie (Crop Wild Relatives). Lo scopo di fondo è di offrire una possibilità a ricercatori e breeders di richiedere campioni di popolazioni selvatiche ai rispettivi gestori nazionali. EURISCO è un catalogo che viene gestito e sviluppato nell'Istituto Leibniz per la Genetica Vegetale e la Ricerca sulle Piante Agrarie (IPK) presso Gatersleben, Germania, a nome e sotto la guida del network ECPGR.

³¹ <http://www.eurisco.ecpgr.org>

EVA (European Evaluation Network - Rete Europea di Valutazione³²) è una iniziativa di ECPGR sviluppata con successo a partire dal 2019, grazie a un finanziamento del Ministero Federale Tedesco per l'Agricoltura e l'Alimentazione, per promuovere partenariati pubblico-privato fra banche del germoplasma, istituti di ricerca e ditte sementiere. I consorzi organizzati nell'ambito di EVA decidono di valutare materiali conservati nelle banche del germoplasma, moltiplicati e cresciuti in parcelle sperimentali ripetute in un gran numero di ambienti distribuiti in tutta Europa. Una genotipizzazione parallela degli stessi materiali consente di analizzare i dati alla ricerca di tratti genetici utili, generalmente con attenzione posta sulla resistenza o tolleranza a stress biotici e abiotici. I risultati delle valutazioni, mantenuti sotto embargo per tre anni per offrire un incentivo alle ditte private, confluiscono in seguito nel dominio pubblico, venendo pubblicati in rete su EURISCO.

La rivista Genetic Resources³³ è un'altra recente realizzazione, resa possibile inizialmente grazie al progetto Horizon GenRes Bridge finanziato dalla Unione Europea. Si tratta di una rivista scientifica gestita dal Segretariato ECPGR, in cui gli articoli sono pubblicati e letti gratuitamente (open access), sono valutati da esperti (peer review) e divulgano ricerche, informazioni, protocolli, linee guida e opinioni su temi relativi alle risorse genetiche vegetali o animali, servendo una fascia di interesse non necessariamente di alto impatto scientifico, ma ugualmente utile a divulgare con qualità e rigore lavori importanti che faticerebbero a trovare spazio in riviste di punta.

L'iniziativa AEGIS (A European Genebank Integrated System - Sistema Integrato delle Banche Europee del Germoplasma) nasce dalla constatazione della frammentazione dell'azione di conservazione delle risorse genetiche in Europa, perché largamente basata su programmi nazionali, e suddivisa in oltre 400 collezioni sparse fra una quarantina di paesi. Nel loro insieme, circa 2 milioni di accessioni vengono censite dal catalogo EURISCO e si tratta di circa un terzo del numero globale conservato nel mondo (FAO 2023). Sollecitazioni a muoversi verso una integrazione degli sforzi di conservazione in Europa vengono ripetute da più di 40 anni (FAO 1980; Hardon et al. 1992; Gass e Begemann 1999; Hardon 1999; Frison et al. 2003). Considerando che la diversità genetica della maggior parte delle specie non si ferma ai confini delle nazioni, e che i programmi di miglioramento genetico si avvantaggiano dell'utilizzo dell'intero patrimonio genetico di ciascuna specie, l'aspirazione ad una collaborazione più stretta è sempre sembrata un obiettivo logico condiviso e riconosciuto, almeno a parole. Di fatto, solamente i paesi nordici Danimarca, Finlandia, Islanda, Norvegia e Svezia hanno istituito una banca del germoplasma in comune, recentemente rinnovata e dotata di un nuovo edificio ad Alnarp in Svezia. Questa banca detiene la responsabilità di conservare il germoplasma di interesse per l'agricoltura nordica, a nome di tutti e cinque i paesi. Un ruolo simile non si è mai realizzato in altre banche europee, nonostante alcuni buoni esempi di collaborazione sub-regionale. Ad esempio la Collezione di Patata Olandese e Tedesca (Dutch German Potato Collection) venne stabilita nel 1974, estendendosi nel 1984 ad altre colture gestibili con una divisione del lavoro fra istituti per fare il miglior uso dell'esperienza disponibile e dei rispettivi interessi dei due paesi (Bommer 1991). Un altro esempio coinvolge le banche olandese (CGN, Paesi Bassi), ed inglese (Warwick HRI, Regno Unito), che hanno stabilito un accordo per dividersi i compiti della conservazione di carota e lattuga, ciascuno assumendo la responsabilità per una delle due specie anche a nome dell'altro istituto. Per le colture del genere Allium, una duplicazione informale di alcune accessioni si è realizzata fra Repubblica Ceca, Germania, Polonia, Spagna e NordGen. Nel complesso, il panorama della

³² <https://www.ecpgr.cgiar.org/eva>

³³ <https://www.genresj.org/index.php/grj>

conservazione delle RGVAAs rimane molto eterogeneo, essendo cresciuto in modo spontaneo, senza pianificazione o coordinamento, coinvolgendo centinaia di istituti, migliaia di persone e costi elevati, in assenza di un obiettivo stabilito di servire una comunità, con criteri di utilizzo razionale delle risorse. Rimangono forti perplessità sull'efficienza e il funzionamento di questo sistema preso nel suo complesso, manca un monitoraggio della sua funzionalità, della qualità dei materiali conservati e la trasparenza delle operazioni è molto limitata, il che conduce a una scarsa fiducia reciproca. Sebbene sia certo che molto germoplasma di valore sia conservato in modo appropriato, è anche chiaro che molti meccanismi operativi sono lungi dall'essere ottimali nelle banche genetiche viste nel loro complesso, da una prospettiva regionale europea. Per esempio, molti materiali sono duplicati in parecchie collezioni, mentre altri importanti materiali sono completamente assenti in tutte le banche (Van Treuren et al. 2012), l'accesso ai materiali conservati è a volte ristretto ad amici e colleghi e distribuito secondo criteri arbitrari e variabili. Soprattutto, la qualità delle metodologie di conservazione può essere scadente in certi casi (van Hintum et al. 2022).

Il cambio di paradigma indotto dalla CBD, ponendo le risorse genetiche fermamente sotto la sovranità nazionale, ha aggiunto ulteriori ostacoli alla collaborazione. Infatti alcuni paesi hanno introdotto nuove regole o restrizioni più rigide, rendendo lo scambio di materiali oltre confine più complicato, quando non impossibile, con ovvie conseguenze per l'efficacia di una collaborazione fra banche.

Il concetto di AEGIS venne formulato nel 2004 e un documento strategico (Policy Guide) venne approvato dal Comitato Direttivo di ECPGR nel 2009 (ECPGR 2009). L'obiettivo di AEGIS è quello di creare un sistema integrato europeo di banche del germoplasma, dedicato a conservare le accessioni geneticamente uniche ed importanti per l'Europa e renderle disponibili per il miglioramento genetico e la ricerca. Questo materiale deve essere conservato in condizioni che ne assicurino l'integrità genetica e la vitalità nel lungo periodo. Si prevedeva che il meccanismo di integrazione potesse realizzarsi grazie a tre componenti principali: 1) il Memorandum of Understanding, un documento ufficiale attraverso cui le autorità governative prendono l'impegno di conservare nel lungo periodo, presso istituzioni definite, le accessioni che vengono a far parte della Collezione Europea, secondo protocolli comuni. Inoltre, duplicati di sicurezza devono essere depositati possibilmente in un altro paese e vi è l'impegno di uniformarsi a un sistema di qualità comune che prevede trasparenza e monitoraggio indipendente, e di distribuire i materiali della collezione secondo i termini del Trattato Internazionale, indipendentemente se si tratti di specie dell'elenco Annex I o meno; 2) la Collezione Europea, che risulta essere una collezione decentralizzata, di cui fanno parte le accessioni designate dai Coordinatori Nazionali, scelte secondo criteri che privilegiano materiali unici, originari del paese in cui vengono conservati; 3) il Sistema di Qualità (AQUAS), che si articola in una serie di protocolli di metodologie di conservazione specifiche che fanno capo agli standard FAO (2013), ed una serie di principi di trasparenza e monitoraggio che si possono riassumere nel motto: <Riferisci quello che fai/ Fai quello che dici di fare/Permetti a un organo indipendente di verificare che tu stai facendo quello che dici di fare/Correggi o migliora quello che dici di fare>. Nelle intenzioni dei promotori, AEGIS dovrebbe garantire un impegno formale alla conservazione da parte dei paesi membri ed un miglioramento crescente delle metodologie di conservazione, ed offrire la disponibilità dei materiali per gli utilizzatori, secondo termini prestabiliti, conosciuti e non arbitrari o variabili da luogo a luogo, da situazione a situazione. A seguito dell'entrata in vigore di AEGIS nel 2009, la situazione al settembre 2023 vede 35 paesi aderenti, che hanno designato 70,427 accessioni come parte della Collezione Europea, mantenute in 26 istituti (Tab. 1). A circa 15 anni dall'inizio di AEGIS si può dire che è stato possibile istituire una struttura

riconosciuta dai governi europei e corrispondente formalmente all'idea iniziale, che apparentemente continua ad essere ritenuta valida. Tuttavia, nella pratica, la Collezione Europea rimane di dimensioni limitate, con solo cinque paesi che hanno offerto l'86% delle accessioni. Inoltre, in parte in conseguenza della crescita limitata della collezione, il sistema di monitoraggio non si è avviato a pieno regime, sebbene siano iniziati degli esperimenti pilota di visite reciproche dei curatori delle banche, che si concludono con rapporti, osservazioni e consigli. È probabile che la riluttanza ad includere materiale nella Collezione Europea sia dovuto alla cautela di istituzioni e paesi di fronte alla difficoltà, dovuta alle scarse risorse a disposizione, a rispettare gli obblighi derivanti dal Memorandum, cioè garantire una conservazione adeguata e una distribuzione dei materiali. Inoltre sembra che i decisori politici non siano stati in grado di apprezzare pienamente i benefici di AEGIS, che permette di garantire il pieno rispetto degli accordi internazionali per tutte le accessioni della Collezione Europea, oltre ad offrire un meccanismo per utilizzare al meglio le risorse disponibili, evitando ridondanze e innalzando la qualità delle operazioni, anche rafforzando la posizione della regione europea nei consessi internazionali, offrendo un esempio di efficienza ed impegno.

Tabella 1 - Panoramica delle accessioni che fanno parte di AEGIS (Collezione Europea) al settembre 2023.

Numero totale di accessioni AEGIS (Collezione Europea)	70,427	
Numero di paesi che hanno designato accessioni AEGIS	21	Germania: 37,220 acc.; Italia: 10,919 acc.; Olanda: 5,840 acc.; Svizzera: 5,611 acc.; Paesi Nordici: 4,785 acc.; altri 16 paesi: 6,503 acc.
Numero di istituti che conservano accessioni AEGIS	26	
Numero di generi in AEGIS	395	<i>Hordeum</i> 15,667 acc.; <i>Triticum</i> 11,265 acc.; <i>Brassica</i> 3,725 acc.; <i>Lolium</i> 2,733 acc.; <i>Pisum</i> 2,341 acc.; <i>Festuca</i> 2,255 acc.; <i>Solanum</i> 2,075 acc.; <i>Dactylis</i> 1983 acc.; <i>Avena</i> 1,951 acc.; <i>Trifolium</i> 1,788 acc.; altri 385 generi: 24,614 acc.

È comunque chiaro che un programma di conservazione integrato a livello regionale non riesce a decollare pienamente in assenza di un quadro legislativo adeguato accompagnato da un fondo comune. Infatti gli sforzi di coordinamento e ideazione di una struttura non sono sufficienti a creare quella energia (finanziaria) di attivazione che sarebbe necessaria, mentre parrebbe evidente che un fondo comune dedicato alla conservazione a livello regionale sarebbe più efficiente e probabilmente meno costoso di quanto venga speso dalla somma degli stati per tenere in piedi meccanismi e strutture nel complesso inefficienti.

Negli anni 2019-2021, un progetto Horizon finanziato dalla Commissione Europea (GenRes Bridge), ha riunito partner dei tre settori di conservazione delle risorse genetiche vegetali, animali e forestali, per realizzare una 'Strategia Europea per le Risorse Genetiche' (GenRes Bridge 2021). Questo documento, insieme a tre strategie specifiche sulle risorse animali, vegetali e forestali (ECPGR 2021; ERFP 2021; EUFORGEN 2021) offre una visione per un'azione collaborativa, esortando ad un cambio di passo per un maggiore impegno comunitario. La strategia definisce una serie di obiettivi per il 2030, con l'ambizione di una adozione della strategia stessa da parte della Commissione Europea e creazione di una linea di spesa corrispondente. Mentre questo scenario rimane improbabile, i documenti strategici prodotti restano uno stimolo per orientare futuri progetti o iniziative

a tutti i livelli. Una di queste in corso di svolgimento è un'azione anch'essa finanziata da un progetto Horizon (Pro-GRACE, 2023-2025³⁴), preparatoria per la costituzione di una infrastruttura europea di ricerca dedicata alle risorse genetiche vegetali. Anche questo progetto rafforzerà i legami fra tutti i soggetti coinvolti nel settore, affinerà le strategie per delineare l'ipotesi di una infrastruttura che trovi il supporto dei governi nazionali e il sostegno finanziario dell'Unione Europea, in modo da poter garantire un giorno una adeguata conservazione delle risorse genetiche, la loro sistematica caratterizzazione da tutti i punti di vista, fenotipico, genotipico e metabolomico, con pubblicazione di tutti i dati corrispondenti, e costituisca una rete di tutti i servizi scientifici atti a estrarre conoscenze e permettere l'utilizzazione più completa della variabilità contenuta nei nostri materiali genetici, una delle risorse strategiche più efficaci ed eco-compatibili per affrontare la sfida del cambiamento climatico e garantire sicurezza e qualità alimentare.

BIBLIOGRAFIA

- Bommer, DFR. 1991. The historical development of international collaboration in plant genetic resources. In: van Hintum ThJL, Frese L, Perret PM, editors. Crop Networks: Searching for New Concepts for Collaborative Genetic Resources Management. Papers of the EUCARPIA/IBPGR symposium held in Wageningen, The Netherlands, 3-6 December 1990. International Crop Network series No. 4. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy. pp. 3-12.
- ECPGR. 2009. A Strategic Framework for the Implementation of a European Genebank Integrated System (AEGIS). A Policy Guide. European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources Rome, Italy.
https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/bioersity/publications/pdfs/Strategic_Framework_-_Policy_Guide_120109_with_covers.pdf
- ECPGR. 2021. Plant Genetic Resources Strategy for Europe. European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
<https://www.ecpgr.cgiar.org/resources/ecpgr-publications/publication/plant-genetic-resources-strategy-for-europe-2021>
- Engels JMM, Ebert AW. 2021. A Critical Review of the Current Global Ex Situ Conservation System for Plant Agrobiodiversity. I. History of the Development of the Global System in the Context of the Political/Legal Framework and Its Major Conservation Components. *Plants* 10: 1557. <https://doi.org/10.3390/plants10081557>
- ERFP. 2021. Animal Genetic Resources Strategy for Europe. European Regional Focal Point. https://www.animalgeneticresources.net/wp-content/uploads/2022/03/Final_AnGR-Strategy-_022022.pdf
- EUFORGEN. 2021. Forest Genetic Resources Strategy for Europe. European Forest Institute. <https://www.euforgen.org/publications/publication/forest-genetic-resources-strategy-for-europe/>
- EURISCO. 2015. European Plant Genetic Resources Search Catalogue. <http://eurisco.ecpgr.org>
- FAO. 1980. FAO/UNDP Governments consultation on the European Cooperative Programme for the Conservation and Exchange of Genetic Resources for Plant Breeding, Geneva, 17-19 December 1979. RER-75/035 Meeting Report. United Nations Development Programme/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/templates/ecpgr.org/upload/HISTORICAL_DOCUMENTS/1979_FAO_UNDP_Government_consultation_on_ECPGR_Geneva_1979.pdf
- FAO. 1983. Report of the Conference of FAO. Twenty-second session, Rome, 5-23 November 1983. <https://www.fao.org/3/x5563E/x5563E00.htm>

³⁴ <https://www.grace-ri.eu/pro-grace>

- FAO. 2002. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <https://www.fao.org/plant-treaty/en/>
- FAO. 2012. Second Global Plan of Action for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <https://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/seeds-pgr/gpa/en/>
- FAO. 2013. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <https://www.fao.org/3/i3704e/i3704e.pdf>
- FAO. 2023. World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (WIEWS). [url:www.fao.org/wiews](http://www.fao.org/wiews)
- Frison E, Mitteau M, Sharrock S, Visser B. 2003. Sharing responsibilities. In: Engels JMM, Visser L, editors. A guide to effective management of germplasm collections. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italy. pp. 107-121
- Gass T, Begemann F. 1999. International efforts to sustain ex situ collections: options for a closer cooperation in Europe. In: Gass T, Frese L, Begemann F, Lipman E, compilers. Implementation of the Global Plan of Action in Europe - Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Proceedings of the European Symposium, 30 June-3 July 1998, Braunschweig, Germany. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp. 109-115.
- GenRes Bridge Project Consortium, ECPGR, ERFP and EUFORGEN. 2021. Genetic Resources Strategy for Europe. European Forest Institute. <http://www.genresbridge.eu/genetic-resources-strategy-for-europe/downloadable-version/>
- Hanson J, Williams JT, Freund R. 1984. Institutes conserving crop germplasm: the IBPGR global network of genebanks. IBPGR Secretariat, Rome, Italy.
- Hardon J, Perret P, Vellvé R. 1992. Common framework for an integrated EC programme on the conservation of plant genetic resources. GRAIN, Barcelona, Spain.
- Hardon J. 1999. Plant genetic resources conservation in Europe: a retrospective. In: Gass T, Frese L, Begemann F, Lipman E, compilers. Implementation of the Global Plan of Action in Europe - Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Proceedings of the European Symposium, 30 June-3 July 1998, Braunschweig, Germany. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp. 3-7.
- Harlan HV, Martini ML. 1936. Problems and results in barley breeding. In: Yearbook of Agriculture, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., pp. 303-346.
- Hintum Tv, Engels JMM, Maggioni L. 2021. AEGIS, The virtual European genebank: why it is such a good idea, why it is not working and how it could be improved. *Plants* 10: 2165. <https://doi.org/10.3390/plants10102165>
- Hodgkin T, Demers N, Frison E. 2013. The evolving Global System of conservation and use of plant genetic resources for food and agriculture. What is it and where does the Treaty fit in? In: Halewood M, Lopez Noriega I, Louafi S, editors. Crop genetic resources as a global commons. Challenges in international law and governance. Bioversity International. Routledge.
- Kjellqvist E, Blixt S. 1991. Regional gene banks: cooperative programmes. *Biological Journal of the Linnean Society* 43:51-59.
- Loskutov I. 1999. Vavilov and his institute. A history of the world collection of plant genetic in Russia. International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy.
- Pistorius R. 1997. Scientists, plants and politics - A history of the plant genetic resources movement. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Plucknett DL, Smith NJH, Williams T, Anishetty NM. 1987. Gene Banks and the World's Food. Princeton University Press, New Jersey.
- Scarascia Mugnozza GT, Perrino P. 2002. The history of ex situ conservation and use of plant genetic resources. In: Engels JMM, Ramanatha Rao V, Brown AHD, Jackson MT, editors.

Managing Plant Genetic Diversity. International Plant Genetic Resources Institute, CABI Publishing, UK and USA.

Treuren Rv, Coquin P, Lohwasser U. 2012. Genetic resources collections of leafy vegetables (lettuce, spinach, chicory, artichoke, asparagus, lamb's lettuce, rhubarb and rocket salad): composition and gaps. *Genet. Resour. Crop Evol.* 59: 981-997. <https://doi.org/10.1007/s10722-011-9738-x>

United Nations. 1973. Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972. A/CONF.48/Rev.1. United Nations, New York.
<https://digitallibrary.un.org/record/523249>

United Nations. 1992. Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/convention/text>

SULLE ORME DI VAVILOV: LA RICERCA DELLE RESISTENZE ALLE MALATTIE FUNGINE DELLA VITE NEL CAUCASO

Silvia Laura Toffolatti e Gabriella De Lorenzis
Università degli Studi di Milano



Riassunto

Tra le sfide principali della viticoltura attuale, vi è l'aumento della sostenibilità nella difesa contro le malattie fungine, come peronospora e oidio. La coltivazione di vitigni resistenti emerge come strategia chiave per una migliore razionalizzazione degli interventi fitoiatrici. Tradizionalmente, la ricerca di fonti di resistenza per il miglioramento genetico si è concentrata sulle specie di viti americane ed asiatiche. La scoperta di un'elevata variabilità genetica nel germoplasma della Georgia (Sud del Caucaso), ha aperto nuove interessanti prospettive sulla ricerca di tratti di resistenza in *Vitis vinifera*. La valutazione di una collezione di 94 accessioni di *V. vinifera* georgiana ha consentito di individuare una varietà, denominata Mgaloblishvili, con un'elevata resistenza alla peronospora. Tale varietà è stata caratterizzata per il meccanismo di resistenza, che si è rivelato diverso da quello delle viti americane. L'analisi genetica del germoplasma caucasico ha, inoltre, portato all'identificazione di nuovi *loci* di resistenza, aprendo nuove prospettive nel miglioramento genetico per la resistenza non solo alla peronospora ma anche all'oidio. Grazie alla ricerca sull'interazione ospite patogeno si stanno attualmente valutando nuovi approcci, tra cui lo sviluppo di mezzi biotecnologici in grado di ridurre la suscettibilità della vite e di fungicidi naturali per la protezione dalla peronospora. I risultati ottenuti sono un esempio concreto dell'importanza della conservazione della biodiversità della vite per la scoperta di mezzi innovativi per la protezione dalle malattie fungine.

Summary

In the footsteps of Vavilov: research for resistance to fungal diseases of grapevine in the Caucasus

One of the primary challenges in contemporary viticulture lies in enhancing the sustainability of defense against fungal diseases such as downy and powdery mildews. The cultivation of resistant grapevines stands out as a pivotal strategy for a more efficiently managing treatments with fungicides. Historically, the investigation for resistance sources has predominantly centered around American and Asian grapevine species. However, the discovery of significant genetic variability within Georgian (South Caucasus) germplasm has opened captivating new avenues for exploring resistance traits in *Vitis vinifera*. The evaluation of a collection comprising 94 Georgian *V. vinifera* accessions has resulted in the identification of a variety, named Mgaloblishvili,

displaying notable resistance to downy mildew. Intriguingly, the Mgaloblishvili resistance mechanism exhibits distinctions from that observed in American vines. The genetic analysis of Caucasian germplasm has additionally led to the identification of novel resistance loci, presenting fresh perspectives for genetic improvement against not only downy mildew but also powdery mildew. Ongoing research is currently evaluating innovative approaches, including the development of biotechnological methods to block grapevine susceptibility and the exploration of natural fungicides for protection against downy mildew. The results obtained serve as a tangible example of the critical role grapevine biodiversity conservation plays in discovering inventive disease control means.

LE SFIDE NELLA DIFESA DELLA VITE DALLE MALATTIE FUNGINE

La vite (*Vitis vinifera*) è una delle specie vegetali di interesse agricolo più ampiamente coltivate ed apprezzate per la qualità dei suoi frutti e per i vini ottenuti da essi. Considerando l'elevato impatto socio-economico del settore vitivinicolo in tutto il mondo, negli ultimi anni c'è stato un aumento degli studi volti a migliorare la sostenibilità della produzione. In questo senso, molta attenzione è rivolta alla riduzione dell'impiego di fungicidi, che rappresenta uno degli obiettivi della programmazione europea, declinata attraverso la strategia *Farm to fork* dello *European Green Deal*³⁵ (). La vite, infatti, è suscettibile a diversi patogeni fungini o con caratteristiche simili a quelle dei funghi veri e propri, come gli oomiceti. Gli oomiceti condividono tratti in comune con alghe brune e diatomee, come il flagello tipico degli organismi appartenenti al regno degli Straminipili e differiscono dai funghi poiché sono diploidi, hanno pareti cellulari composte principalmente da cellulosa e β -glucani invece che da chitina, formano ife aseptate e si riproducono tramite oospore (Lévesque, 2011; McCarthy and Fitzpatrick, 2017). Tuttavia, da un punto di vista pratico, gli oomiceti possono essere ancora considerati funghi poiché possiedono una modalità di accrescimento ifale polarizzata, si nutrono per assorbimento e si riproducono mediante la differenziazione di spore (Money, 1998).



Figura 1 - Sintomi di peronospora (a), oidio (b), muffa grigia (c) e marciume nero (d) su vite.

Tra le malattie fungine a maggiore impatto per quanto riguarda l'impiego di fungicidi si trovano la peronospora (Fig. 1a), causata dall'oomicete *Plasmopara viticola*, l'oidio (Fig. 1b), causato dall'ascomicete *Erysiphe necator* e la muffa grigia (Fig. 1c), causata

³⁵ https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

dall'ascomicete *Botrytis cinerea*. Per la gestione ordinaria di queste malattie, si applicano almeno una dozzina di trattamenti con fungicidi per stagione. Non vanno poi dimenticate malattie che vengono attualmente controllate con fungicidi antiperonosporici ed antioidici e che in futuro, alla luce dei cambiamenti nella gestione delle malattie e del clima, potrebbero rappresentare motivo di rilevanti perdite di produzione. Tra queste si segnala il Black rot o marciume nero (Fig. 1d), causato dall'ascomicete *Phyllosticta ampellicida*.

La coltivazione di vitigni resistenti è una delle strategie che si potrebbero adottare per una migliore gestione delle malattie in campo. Per quanto concerne peronospora e oidio, le fonti di resistenza si trovano principalmente nelle specie di vite americane, con le quali gli agenti causali della malattia si sono coevoluti (Merdinoglu et al., 2018). *P. viticola* e *E. necator*, infatti, sono patogeni originari del nord America introdotti nella seconda metà del XIX secolo in Europa a seguito degli intensi scambi di materiale vitato. Diverse specie di vite americane furono infatti importate in Europa per essere impiegate come portainnesti per *V. vinifera* e contrastare gli effetti distruttivi della fillossera, causata da *Daktulosphaira vitifoliae*, sulla vite eurasiatica (Gessler et al., 2011). La ricerca di strumenti adatti per la gestione delle malattie divenne rapidamente una priorità per i viticoltori. La scoperta dell'efficacia del rame e dello zolfo nel controllo delle malattie da una parte rappresentò un punto di svolta, poiché preservò la vite e la viticoltura dagli effetti distruttivi dei due patogeni ma portò anche ad un ridotto interesse da parte degli agricoltori nei confronti della coltivazione di varietà resistenti. Fortunatamente, grazie agli sforzi fatti per introgradire i geni di resistenza da altre specie di *Vitis*, quali *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis berlandieri* e *Vitis labrusca* in *V. vinifera* nell'ambito di programmi di miglioramento genetico, possiamo attualmente disporre di cultivar resistenti nei confronti di uno o di entrambi i patogeni (Zini et al., 2019). Secondo quanto riportato sul sito *Vitis International Variety Catalogue* (VIVC³⁶), fino ad ora sono state identificate 35 regioni genomiche, o QTL (Quantitative Trait Loci), associate alla resistenza alla peronospora (*loci Rpv*) e 15 regioni (*loci Ren* o *Run*) correlate alla resistenza all'oidio. Considerando l'elenco delle varietà resistenti pubblicato sul sito VIVC, si può tuttavia notare che il novero di QTL impiegati nel miglioramento genetico è limitato a *Rpv3*, *Rpv10* e *Rpv12* per la peronospora e a *Run3* e *Run9* per l'oidio (Tabella 1).

Preservare la resistenza delle piante nei confronti dei patogeni è un fattore chiave per la gestione delle malattie, specialmente per quanto riguarda la vite, che deve rimanere produttiva per anni. Alcuni patogeni sono caratterizzati da un'elevata variabilità genetica e, di conseguenza, da un elevato potenziale evolutivo che conferisce loro la capacità di superare il meccanismo di resistenza delle piante (McDonald and Linde, 2002). La popolazione europea di *P. viticola* è caratterizzata da una limitata variabilità genetica per via della recente introduzione dall'America ma il verificarsi di cicli di riproduzione sessuata in vigneto sta progressivamente contribuendo all'aumento della variabilità e dell'adattabilità del patogeno (Maddalena et al., 2020). Studi con marcatori molecolari SSR hanno infatti evidenziato la presenza di due sottopopolazioni suddivise secondo l'asse est-ovest in Europa e in particolare in Italia, che sembrerebbe il luogo di origine di questa divisione (Fontaine et al., 2021; Maddalena et al., 2020). Il potenziale evolutivo di *P. viticola* è stato confermato dalla capacità di superare la resistenza che caratterizza alcune varietà come Bianca, che possiede il QTL di resistenza *Rpv3* (Delmotte et al., 2014; Toffolatti et al., 2012). Per questo motivo, da una parte è fondamentale introgradire più *loci* di resistenza nelle varietà per ridurre la probabilità di selezionare ceppi del patogeno in grado di superare la resistenza e, dall'altra, vanno adottate strategie di difesa che

³⁶ <https://www.vivc.de/index.php?r=site%2Findex>

prevedano anche il controllo del patogeno, per ridurre la pressione di selezione della pianta nei confronti dei ceppi in grado di superare la resistenza. Questo ci pone di fronte a nuove sfide, che prevedono la ricerca di nuovi geni di resistenza e di nuovi approcci per il contenimento delle infezioni da parte del patogeno.

LA BIODIVERSITÀ DELLE VARIETÀ DI *V. VINIFERA* CAUCASICHE COME FONTE DI RESISTENZA

Fino a pochi anni fa non si era considerata la possibilità che le varietà di *V. vinifera* potessero essere caratterizzate da tratti di resistenza nei confronti dell'agente della peronospora. La scoperta che il germoplasma di *V. vinifera* proveniente dalla Georgia (Sud del Caucaso) possedeva una notevole diversità genetica rispetto a quello delle varietà di vite principalmente coltivate (Imazio et al., 2013) ha aperto nuove prospettive in tal senso. Seguendo l'ipotesi che questa elevata variabilità genetica potesse contenere in sé anche potenziali fonti di resistenza contro patogeni importanti, sono stati condotti diversi studi per valutare i livelli di resistenza delle varietà georgiane nei confronti di *P. viticola*. Il primo di questi ha rivelato la presenza di 20 varietà con buoni livelli di resistenza nei confronti della peronospora all'interno di una collezione di 61 varietà autoctone georgiane (Bitsadze et al., 2015). A questo studio ne è immediatamente seguito un secondo, nel quale sono state esaminate complessivamente 93 accessioni di vite coltivate provenienti dalla Georgia, genotipizzate con SSR e SNP, nel corso di 3 anni (Toffolatti et al., 2016). Attraverso rilievi della malattia in pieno campo ed inoculazioni sperimentali in laboratorio è stato possibile identificare un piccolo gruppo di varietà, tra cui Kamuri Shavi, Mgaloblishvili e Ubakluri, caratterizzato da una ridotta intensità della malattia.

Tabella 1 - Loci (QTL) associati alla resistenza nei confronti degli agenti di peronospora (*Plasmopara viticola*) e oidio (*Erysiphe necator*) e numero di varietà presenti nel catalogo VIVC (*Vitis International Variety Catalogue*) negli elenchi "Genetic resources monitoring" e "Resistance loci/varieties". Data di accesso: 7/11/2023.

QTL*	Specie di vite	Patogeno	N varietà
<i>Rpv1, Rpv2</i>	<i>Muscadinia rotundifolia</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	
<i>Rpv3, Rpv 19, Rpv28</i>	<i>Vitis rupestris</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	52 (<i>Rpv3</i>)
<i>Rpv4, Rpv7, Rpv11, Rpv 17, Rpv18, Rpv20, Rpv21</i>	Specie americane non specificate	<i>Plasmopara viticola</i>	
<i>Rpv5, Rpv6, Rpv9, Rpv13</i>	<i>Vitis riparia</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	
<i>Rpv27</i>	<i>Vitis aestivalis</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	
<i>Rpv8, Rpv10, Rpv12, Rpv22-Rpv26</i>	<i>Vitis amurensis</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	10 (<i>Rpv10</i>), 1 (<i>Rpv12</i>)
<i>Rpv15, Rpv16</i>	<i>Vitis piasezkii</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	
<i>Rpv29, Rpv30, Rpv31</i>	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Plasmopara viticola</i>	
<i>Ren1</i>	<i>Vitis vinifera</i> cv Kishmish vatkana	<i>Erysiphe necator</i>	
<i>Ren2</i>	ILLINOIS 547-1 (derivato da incrocio di <i>Vitis rupestris</i>)	<i>Erysiphe necator</i>	
<i>Ren3, Ren9</i>	<i>Vitis vinifera</i> cv Regent	<i>Erysiphe necator</i>	34 (<i>Ren3</i>), 34 (<i>Ren9</i>)
<i>Ren4</i>	<i>V. romanetti</i>	<i>Erysiphe necator</i>	
<i>Ren5, Ren10, Run1, Run2.1</i>	<i>Muscadinia rotundifolia</i>	<i>Erysiphe necator</i>	
<i>Ren6, Ren7</i>	<i>Vitis piasezkii</i>	<i>Erysiphe necator</i>	
<i>Ren8</i>	Sconosciuta	<i>Erysiphe necator</i>	
<i>Sen1</i>	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Erysiphe necator</i>	

LA RESISTENZA ALLA PERONOSPORA IN *V. VINIFERA*

Tra le accessioni georgiane esaminate, Mgaloblishvili ha dimostrato un'elevata e costante resistenza nei confronti di *P. viticola*. Pertanto, su questa varietà sono stati svolti studi più approfonditi, volti a caratterizzarne il meccanismo di resistenza. Analisi di microscopia confocale, nelle quali è stato valutato il processo di colonizzazione di *P. viticola* in accessioni dal diverso profilo di suscettibilità, hanno consentito di osservare una netta differenza tra Mgaloblishvili (*V. vinifera* resistente), Pinot nero (*V. vinifera* suscettibile) e Bianca (ibrido interspecifico resistente). In Mgaloblishvili, non si è assistito alla risposta ipersensibile, causata dalla morte cellulare programmata nel punto di infezione da parte del patogeno tipica delle accessioni di derivazione americana, ma a un incapsulamento delle ife in una matrice presumibilmente di callosio a partire dal terzo giorno dall'inoculazione (Toffolatti et al., 2018). Ciò ha portato alla morte delle strutture vegetative e ad una inferiore produzione di spore rispetto a quanto osservato in Pinot nero. Grazie alla trascrittomico, è stato possibile risalire ai geni coinvolti nella risposta di Mgaloblishvili a *P. viticola* (Toffolatti et al., 2020, 2018). Il meccanismo di resistenza di Mgaloblishvili si basa su un incremento nell'espressione di geni che codificano per recettori per il riconoscimento dei patogeni (recettori PAMP - Pathogen Associated Molecular Patterns e un recettore NB-LRR, denominato Lr10, specifico per il riconoscimento di effettori fungini) e dei danni alla parete cellulare (recettori DAMP - Damage-Associated Molecular Patterns); trasduzione del segnale mediata dall'etilene; rafforzamento delle pareti cellulari; e sintesi di terpeni e flavonoidi con azione antimicrobica.

Parallelamente, sulle accessioni caucasiche di *V. vinifera* è stata eseguita anche un'analisi GWA (Genome Wide Association) volta ad identificare i *loci* associati alla resistenza nella specie (Sargolzaei et al., 2020). A tale scopo, 132 genotipi (84 costituiti da una popolazione ottenuta mediante autoimpollinazione di Mgaloblishvili, e 48 afferenti alla collezione di germoplasma georgiano) sono stati caratterizzati per la suscettibilità nei confronti di *P. viticola* e genotipizzati con il chip array Vitis18kSNP. Grazie all'analisi GWA sono stati identificati tre nuovi *loci* altamente significativi sui cromosomi 14 (*Rpv29*), 3 (*Rpv30*) e 16 (*Rpv31*) associati a un ridotto livello di infezione e sporulazione da parte di *P. viticola*. Questi *loci*, localizzati in regioni del genoma di vite non precedentemente associate alla resistenza nei confronti di *P. viticola*, sono stati considerati nuovi *loci* di resistenza specifici di *V. vinifera*. I *loci* *Rpv29*, *Rpv30* e *Rpv31* sembrano essere associati a geni di difesa delle piante contro stress biotici, come geni coinvolti nel riconoscimento del patogeno e nella trasduzione del segnale, geni coinvolti nella formazione della parete secondaria, nel trasporto di acidi grassi e lipidi e nell'idrolisi di legami estere, ammidici e carbammati. Uno studio approfondito sul contenuto genico di questi *loci* è attualmente in corso, grazie al sequenziamento del genoma di Mgaloblishvili.

I GENI DELLA VITE LEGATI ALLA SUSCETTIBILITÀ AI PATOGENI

La scoperta di geni coinvolti nella resistenza in *V. vinifera* ha consentito di identificare anche alcuni geni di suscettibilità nella specie. I geni di suscettibilità sono essenziali per l'interazione pianta-patogeno e la loro interruzione porta alla resistenza, come nel caso del gene *mlo*, il cui silenziamento è coinvolto nella resistenza a *E. necator* (Pessina et al., 2016). I geni di suscettibilità sono stati identificati tramite la comparazione del trascrittoma di foglie di Mgaloblishvili e Pinot nero inoculate con *P. viticola*, ipotizzando che i geni di suscettibilità dovessero essere maggiormente espressi in Pinot nero e non modulati in Mgaloblishvili. Il primo gene candidato correlato alla suscettibilità a *P. viticola* in *V. vinifera* codifica per una proteina contenente un dominio LOB (LBD) (Toffolatti et al., 2020), precedentemente associata alla suscettibilità di *Arabidopsis thaliana* nei confronti

di *Fusarium oxysporum* (Thatcher et al., 2012). La rimodulazione del metabolismo rappresenta una caratteristica comune nelle interazioni tra piante e patogeni: la pianta, da un lato, ha bisogno di sintetizzare metaboliti associati alla difesa, mentre il patogeno necessita di acquisire nutrienti (C e N) dal suo ospite. In particolare, l'espressione dei geni coinvolti nel metabolismo dell'azoto è comunemente influenzata dall'infezione da parte dei patogeni (Fagard et al., 2014). Approfondimenti su geni coinvolti nella nutrizione azotata hanno portato alla scoperta di nuovi potenziali geni di suscettibilità nei confronti di *P. viticola* nella cultivar Pinot nero che sono, al momento attuale, oggetto di indagine (Marcianò et al., 2023).

V. VINIFERA COME FONTE DI NUOVI MEZZI DI CONTROLLO NEI CONFRONTI DELLA PERONOSPORA

Il ritrovamento di geni di resistenza e suscettibilità in *V. vinifera* non solo apre nuovi interessanti scenari nel miglioramento genetico per la resistenza della vite alla peronospora, ma ci offre spunti per la messa a punto di nuovi mezzi per protezione della vite da peronospora. Da un lato, infatti, si può sfruttare il meccanismo di resistenza di Mgaloblishvili per sviluppare nuovi fungicidi, dall'altro si può interferire con i geni di suscettibilità delle varietà suscettibili per renderle resistenti. Per quanto riguarda i geni di resistenza, l'espressione in Mgaloblishvili di geni coinvolti nella sintesi di sostanze terpeniche in seguito all'inoculazione con *P. viticola*, ha portato a condurre uno studio approfondito di analisi del volatiloma della varietà per individuare eventuali sostanze volatili coinvolte nella risposta di resistenza nei confronti del patogeno (Ricciardi et al., 2021). Lo studio ha evidenziato la presenza di quattro sostanze terpeniche, valencene, ocimene, farnesolo e nerolidolo, in grado di ridurre la gravità della peronospora in saggi di laboratorio. Queste molecole, se ulteriormente sviluppate, potrebbero costituire la base per lo sviluppo di fungicidi di origine naturale.

I geni di suscettibilità, se silenziati, ostacolano il processo di infezione da parte del patogeno. Un approccio adottato per la protezione delle piante dalle avversità si basa sul silenziamento genico mediato da RNA (RNA interference). L'RNAi è un processo molecolare che avviene naturalmente all'interno di numerosi organismi e determina il silenziamento di geni specifici. L'RNAi può essere indotto impiegando frammenti di RNA a doppio filamento (dsRNA) esogeni in grado, una volta trasformati in RNA a singolo filamento, di legarsi all'RNA messaggero (mRNA) complementare del gene target e impedire temporaneamente la sintesi di una specifica proteina. Il vantaggio del dsRNA è che può essere applicato in modalità spray sulle piante. Un primo tentativo di silenziare il gene di suscettibilità codificante per la proteina contenente un dominio LOB (LBD) identificata in precedenza ha prodotto risultati davvero incoraggianti. Infatti, nei campioni fogliari trattati con il dsRNA, disegnato in modo da silenziare il gene LBD, ha portato al silenziamento del gene a cinque giorni dal trattamento e ad una significativa riduzione della gravità della malattia rispetto al controllo non trattato nella varietà suscettibile Pinot nero. In questo momento, nel corso del progetto Grape4vine - Recycling grape wastes to protect grapevines from fungal pathogens (<https://grape4vine.unimi.it/>) finanziato da Fondazione Cariplo nell'ambito bando denominato "Circular Economy - Promoting research for a sustainable future - 2022", si stanno producendo molecole di dsRNA in grado di indurre il fenomeno dell'RNAi su diversi geni di suscettibilità di *V. vinifera* nei confronti della peronospora e su geni di *B. cinerea* importanti per la crescita e l'infezione per il controllo della muffa grigia, cercando di ridurre i costi di sintesi del dsRNA che al momento impediscono l'eventuale applicazione di questa tecnologia in pieno campo.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

I risultati ottenuti in questi anni hanno permesso di sfruttare il meccanismo di resistenza/suscettibilità della pianta in molteplici modi, non solo per l'ottenimento di varietà resistenti ma anche per lo sviluppo di fungicidi biotecnologici innovativi, caratterizzati da un'elevata specificità nei confronti del patogeno bersaglio e quindi meno pericolosi per organismi non bersaglio o fungicidi di origine naturale da impiegare non solo nella difesa integrata ma anche in quella biologica. Va infatti sottolineato che il novero di fungicidi disponibili in quest'ultimo regime di difesa è talmente ridotto da essere essenzialmente limitato al rame, con tutte le problematiche tossicologiche legate al suo impiego. La difesa integrata, basata sull'impiego coordinato e razionale di tutti i mezzi di protezione a disposizione, è sicuramente la via da seguire per ottenere un controllo ottimale e sostenibile delle malattie.

Ulteriori indagini sono in corso per caratterizzare il profilo di resistenza delle accessioni caucasiche presenti nella collezione del Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali dell'Università degli Studi di Milano nei confronti dell'agente dell'oidio. Nel corso del progetto europeo INNOVINE (<https://cordis.europa.eu/project/id/311775>), inoltre, sono state caratterizzate 910 accessioni per la resistenza all'oidio e 1187 accessioni per la resistenza alla peronospora, provenienti dall'Europa e dal Caucaso e sono state riscontrate ben 26 accessioni contemporaneamente resistenti ad entrambi i patogeni. Questo interessantissimo dato ci incoraggia a proseguire le indagini volte a caratterizzare i meccanismi di resistenza e suscettibilità della vite, non solo caucasica.

Vogliamo infine sottolineare come la scoperta di nuove fonti di resistenza sia stata possibile grazie agli sforzi profusi nella conservazione della biodiversità della vite. In tal senso, auspichiamo che i risultati ottenuti nel percorso di valutazione della resistenza della *V. vinifera* possano contribuire a promuovere ulteriori investimenti nella conservazione e caratterizzazione del germoplasma.

RINGRAZIAMENTI

Le autrici desiderano ringraziare Osvaldo Failla e David Maghradze per il coinvolgimento nel progetto di valutazione del materiale georgiano; Giuliana Maddalena, Valentina Ricciardi, Demetrio Marciànò, Elena Marone Fassolo, Piero A. Bianco, Paola Casati, Alessandro Passera, Fabio Quaglinò e Matteo Brilli per il supporto nelle analisi; Giovambattista Simone di Lorenzo, Stefania Prati e Andrea Giupponi per la gestione delle collezioni. Questo lavoro è dedicato alla memoria della prof.ssa Annamaria Vercesi, che ha svolto con grande entusiasmo e competenza il processo di caratterizzazione fenologica per la resistenza.

BIBLIOGRAFIA

- Bitsadze, N., Aznarashvili, M., Vercesi, A., Chipashvili, R., Failla, O., Maghradze, D., 2015. Screening of Georgian grapevine germplasm for susceptibility to downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Vitis - J. Grapevine Res.* 54, 193-196. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1032.25>
- Delmotte, F., Mestre, P., Schneider, C., Kassemeyer, H.H., Kozma, P., Richart-Cervera, S., Rouxel, M., Delière, L., 2014. Rapid and multiregional adaptation to host partial resistance in a plant pathogenic oomycete: Evidence from European populations of *Plasmopara viticola*, the causal agent of grapevine downy mildew. *Infect. Genet. Evol.* 27, 500-508. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2013.10.017>
- Fagard, M., Launay, A., Clement, G., Courtial, J., Dellagi, A., Farjad, M., Krapp, A., Soulie, M.-C., Masclaux-Daubresse, C., 2014. Nitrogen metabolism meets phytopathology. *J. Exp. Bot.* 65, 5643-5656.

- Fontaine, M.C., Labbé, F., Dussert, Y., Delière, L., Richart-cervera, S., Giraud, T., Delmotte, F., 2021. Europe as a bridgehead in the worldwide invasion history of grapevine downy mildew , *Plasmopara viticola*. *Curr. Biol.* 31, 2155-2166. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.03.009>
- Gessler, C., Pertot, I., Perazzolli, M., 2011. *Plasmopara viticola*: A review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathol. Mediterr.* 50, 3-44. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-9360
- Imazio, S., Maghradze, D., de Lorenzis, G., Bacilieri, R., Laucou, V., This, P., Scienza, A., Failla, O., 2013. From the cradle of grapevine domestication: Molecular overview and description of Georgian grapevine (*Vitis vinifera* L.) germplasm. *Tree Genet. Genomes* 9, 641-658. <https://doi.org/10.1007/S11295-013-0597-9>
- Lévesque, C., 2011. Fifty years of oomycetes-from consolidation to evolutionary and genomic exploration. *Fungal Divers.* 50, 35-46. <https://doi.org/10.1007/s13225-011-0128-7>
- Maddalena, G., Delmotte, F., Bianco, P.A.P.A., De Lorenzis, G., Toffolatti, S.L., 2020. Genetic structure of Italian population of the grapevine downy mildew agent, *Plasmopara viticola*. *Ann. Appl. Biol.* 176, 257-267. <https://doi.org/10.1111/aab.12567>
- Marcianò, D., Ricciardi, V., Maddalena, G., Massafra, A., Fassolo, E.M., Masiero, S., Bianco, P.A., Failla, O., De Lorenzis, G., Toffolatti, S.L., 2023. Influence of Nitrogen on Grapevine Susceptibility to Downy Mildew. *Plants* 12, 263. <https://doi.org/10.3390/plants12020263>
- Mccarthy, C.G.P., Fitzpatrick, D.A., 2017. Phylogenomic Reconstruction of the Oomycete Phylogeny Derived from 37 Genomes. *mSphere* 2, e00095-17.
- McDonald, B.A., Linde, C., 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40, 349-379. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.120501.101443>
- Merdinoglu, D., Schneider, C., Prado, E., Wiedemann-Merdinoglu, S., Mestre, P., 2018. Breeding for durable resistance to downy and powdery mildew in grapevine. *Oeno One* 52, 203-209. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.3.2116>
- Money, N.P., 1998. Why oomycetes have not stopped being fungi. *Mycol. Res.* 102, 767-768. <https://doi.org/10.1017/S095375629700556X>
- Pessina, S., Lenzi, L., Perazzolli, M., Campa, M., Dalla Costa, L., Urso, S., Valè, G., Salamini, F., Velasco, R., Malnoy, M., 2016. Knockdown of MLO genes reduces susceptibility to powdery mildew in grapevine. *Hortic. Res.* 3. <https://doi.org/10.1038/hortres.2016.16>
- Ricciardi, V., Marcianò, D., Sargolzaei, M., Maddalena, G., Maghradze, D., Tirelli, A., Casati, P., Bianco, P.A., Failla, O., Fracassetti, D., Toffolatti, S.L., De Lorenzis, G., 2021. From plant resistance response to the discovery of antimicrobial compounds: The role of volatile organic compounds (VOCs) in grapevine downy mildew infection. *Plant Physiol. Biochem.* 160, 294-305. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.01.035>
- Sargolzaei, M., Maddalena, G., Bitsadze, N., Maghradze, D., Bianco, P.A., Failla, O., Toffolatti, S.L., De Lorenzis, G., 2020. *Rpv29*, *Rpv30* and *Rpv31*: Three Novel Genomic Loci Associated With Resistance to *Plasmopara viticola* in *Vitis vinifera*. *Front. Plant Sci.* 11, 562432. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.562432>
- Thatcher, L.F., Powell, J.J., Aitken, E.A.B., Kazan, K., Manners, J.M., 2012. The lateral organ boundaries domain transcription factor LBD20 functions in Fusarium wilt susceptibility and jasmonate signaling in Arabidopsis. *Plant Physiol.* 160, 407-418. <https://doi.org/10.1104/pp.112.199067>
- Toffolatti, S., Maddalena, G., Salomoni, Maghradze, Bianco, P.A.P., Failla, O., Salomoni, D., Maghradze, D., Bianco, P.A.P., Failla, O., 2016. Evidence of resistance to the downy mildew agent *Plasmopara viticola* in the Georgian *Vitis vinifera* germplasm. *Vitis* 55, 121-128. <https://doi.org/10.5073/vitis.2016.55.121-128>
- Toffolatti, S.L., De Lorenzis, G., Brillì, M., Moser, M., Shariati, V., Tavakol, E., Maddalena, G., Passera, A., Casati, P., Pindo, M., Cestaro, A., Maghradze, D., Failla, O., Bianco, P.A., Quaglino, F., 2020. Novel Aspects on The Interaction Between Grapevine and *Plasmopara*

- viticola*: Dual-RNA-Seq Analysis Highlights Gene Expression Dynamics in The Pathogen and The Plant During The Battle For Infection. *Genes*. 11, 261. <https://doi.org/10.3390/genes11030261>
- Toffolatti, S.L., De Lorenzis, G., Costa, A., Maddalena, G., Passera, A., Bonza, M.C., Pindo, M., Stefani, E., Cestaro, A., Casati, P., Failla, O., Bianco, P.A., Maghradze, D., Quaglino, F., 2018. Unique resistance traits against downy mildew from the center of origin of grapevine (*Vitis vinifera*). *Sci. Rep.* 8, 12523. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30413-w>
- Toffolatti, S.L., Venturini, G., Maffi, D., Vercesi, A., 2012. Phenotypic and histochemical traits of the interaction between *Plasmopara viticola* and resistant or susceptible grapevine varieties. *BMC Plant Biol.* 12, 124. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-124>
- Zini, E., Dolzani, C., Stefanini, M., Gratl, V., Bettinelli, P., Nicolini, D., Betta, G., Dorigatti, C., Velasco, R., Letschka, T., Vezzulli, S., 2019. R-Loci Arrangement Versus Downy and Powdery Mildew Resistance Level: A *Vitis* Hybrid Survey. *Int. J. Mol. Sci.* 20, 3526. <https://doi.org/10.3390/ijms20143526>



ACCADEMIA DEI GEORGOFILI
Sezione Nord-Ovest



ASSOCIAZIONE MILANESE LAUREATI IN
SCIENZE AGRARIE E IN SCIENZE FORESTALI



ORDINE
DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
DI MILANO



Province di Milano, Lodi, Monza e Brianza, Pavia

Ministero della Giustizia

La pubblicazione riporta gli atti del seminario su «Nikolaj Vavilov, la storia e l’eredità» che si è svolto in occasione della Giornata mondiale dell’alimentazione 2023.

Il 26 gennaio 1943 Nikolaj Vavilov moriva per denutrizione e mancanza di cure nel carcere sovietico di Saratov, dove era detenuto per alto tradimento. A ottant’anni dalla tragica fine di uno dei padri fondatori della genetica agraria, noto soprattutto per lo sviluppo della teoria dei centri di domesticazione delle piante agrarie, il Museo di Storia dell’Agricoltura, insieme alla Società Agraria di Lombardia e alla Fondazione Morando Bolognini, e con il patrocinio dell’Accademia di Georgofili (sezione del Nord Ovest) e dell’Associazione milanese laureati in Scienze Agrarie e Forestali, ha organizzato un seminario per ricordarne le vita, le opere e il pensiero scientifico e, al contempo, per evidenziare come i suoi contributi scientifici siano ancora attuali e pieni di prospettive.



Con il contributo di:

