

Comprende versione

ebook



Patologia vegetale

G. Vannacci

P. A. Bianco

G. Bonanomi

A. Brunelli

P. Gonthier

M. Lorito

G. Polizzi

V. Rossi

S. Sarrocco

M. Scortichini



Accedi ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

un libro che **non pesa**
e si **adatta** alle dimensioni
del **tuo lettore!**



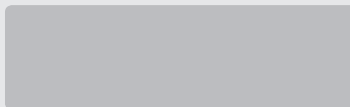
COLLEGATI AL SITO
EDISESUNIVERSITA.IT

ACCEDI AL
MATERIALE DIDATTICO

SEGUI LE
ISTRUZIONI

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edisesuniversita.it** e accedere ai contenuti digitali.

Scopri il tuo **codice personale** grattando delicatamente la superficie



Il volume NON può essere venduto, né restituito, se il codice personale risulta visibile.
L'**accesso ai contenuti digitali** sarà consentito **per 18 mesi**.

Per attivare i **servizi riservati**, collegati al sito **edisesuniversita.it** e segui queste semplici istruzioni

Se sei registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- inserisci email e password
- inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina
- inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

Se non sei già registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- registrati al sito o autenticali tramite facebook
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edisesuniversita.it** e segui la procedura già descritta per *utenti registrati*



I contenuti digitali sono accessibili dalla propria **area riservata** secondo la procedura indicata nel frontespizio.

Dalla sezione **materiali e servizi** della tua area riservata potrai accedere all'**Ebook**, ovvero la versione digitale del testo in formato epub, standard dinamico che organizza il flusso di testo in base al dispositivo sul quale viene visualizzato. Fruibile mediante l'applicazione gratuita BookShelf, consente una visualizzazione ottimale su lettori e-reader, tablet, smartphone, iphone, desktop, Android, Apple e Kindle Fire.

L'accesso ai contenuti digitali sarà consentito per **18 mesi**.

Patologia vegetale

G. Vannacci (Coordinatore) - P.A. Bianco -
G. Bonanomi - A. Brunelli - P. Gonthier - M. Lorito -
G. Polizzi - V. Rossi - S. Sarrocco - M. Scortichini

PATOLOGIA VEGETALE

G. Vannacci (Coordinatore) - P.A. Bianco - G. Bonanomi - A. Brunelli - P. Gonthier - M. Lorito -
G. Polizzi - V. Rossi - S. Sarrocco - M. Scortichini

Copyright © 2021, EdiSES Edizioni S.r.l. – Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2025 2024 2023 2022 2021

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata

A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume o di parte di esso con qualsiasi mezzo.

L'Editore

L'Editore ha effettuato quanto in suo potere per richiedere il permesso di riproduzione del materiale di cui non è titolare del copyright e resta comunque a disposizione di tutti gli eventuali aventi diritto.

Fotocomposizione:

Fotocomposizione TPM S.a.s. – Città di Castello (PG)

Stampato presso:

Tipolitografia Petruzzini S.r.l. – Via Venturelli, 7/B – 06012 Città di Castello (PG)

per conto della

EdiSES Edizioni S.r.l. – Piazza Dante Alighieri, 89 – Napoli

www.edisesuniversita.it **assistenza.edises.it**

ISBN 978-88-3623-0419

I curatori, l'editore e tutti coloro in qualche modo coinvolti nella preparazione o pubblicazione di quest'opera hanno posto il massimo impegno per garantire che le informazioni ivi contenute siano corrette, compatibilmente con le conoscenze disponibili al momento della stampa; essi, tuttavia, non possono essere ritenuti responsabili dei risultati dell'utilizzo di tali informazioni e restano a disposizione per integrare la citazione delle fonti, qualora incompleta o imprecisa.

Realizzare un libro è un'operazione complessa e, nonostante la cura e l'attenzione poste dagli autori e da tutti gli addetti coinvolti nella lavorazione dei testi, l'esperienza ci insegna che è praticamente impossibile pubblicare un volume privo di imprecisioni. Saremo grati ai lettori che vorranno inviarci le loro segnalazioni e/o suggerimenti migliorativi sulla piattaforma assistenza.edises.it

AUTORI

PIERO ATTILIO BIANCO

Università degli Studi di Milano

GIULIANO BONANOMI

Università degli Studi di Napoli Federico II

AGOSTINO BRUNELLI

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

PAOLO GONTHIER

Università degli Studi di Torino

MATTEO LORITO

Università degli Studi di Napoli Federico II

GIANCARLO POLIZZI

Università degli Studi di Catania

VITTORIO ROSSI

Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

SABRINA SARROCCO

Università di Pisa

MARCO SCORTICHINI

CREA - Centro di ricerca per l'Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Roma

GIOVANNI VANNACCI

Università di Pisa

Coordinamento a cura di:

GIOVANNI VANNACCI

Autori delle Schede

VIRGILIO BALMAS

Università degli Studi di Sassari

PAOLA BATTILANI

Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

ASSUNTA BERTACCINI

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

ANGELA BOARI

CNR Bari

IV Autori

DONATO BOSCIA

CNR Bari

TITO CAFFI

Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

PAOLA CASATI

Università degli Studi di Milano

VITTORIA CATARA

Università degli Studi di Catania

PAOLO CORTESI

Università degli Studi di Milano

SALVATORE DAVINO

Università degli Studi di Palermo

RITA MILVIA DE MICCOLIS ANGELINI

Università degli Studi di Bari Aldo Moro

CRESCENZA DONGIOVANNI

Centro di Ricerca, Sperimentazione e Formazione in Agricoltura “Basile Caramia”

PAOLO ERMACORA

Università degli Studi di Udine

DONATO GERIN

Università degli Studi di Bari Aldo Moro

MARWA MOUMNI

Università Politecnica delle Marche

LAURA MUGNAI

Università degli Studi di Firenze

SERGIO MUROLO

Università Politecnica delle Marche

STEFANO PANNO

Università degli Studi di Palermo

STEFANIA POLLASTRO

Università degli Studi di Bari Aldo Moro

GIANFRANCO ROMANAZZI

Università Politecnica delle Marche

CATERINA ROTOLO

Università degli Studi di Bari Aldo Moro

ALESSANDRO VITALE

Università degli Studi di Catania

MAURIZIO VURRO

CNR Bari

Prefazione

“La nostra salute dipende dalla loro salute, la nostra vita dipende dalla loro vita”. Sono queste alcune delle parole con le quali l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO) ha proclamato il 2020 Anno Internazionale per la protezione delle piante.

Le piante costituiscono l'80% del cibo che mangiamo e producono il 98% dell'ossigeno che respiriamo. Tuttavia, sono sotto costante e crescente minaccia da parte di parassiti e malattie e, ogni anno, fino al 40% delle colture alimentari globali viene distrutto a causa degli organismi nocivi, con perdite annue nel commercio agricolo per oltre 220 miliardi di dollari.

La difesa delle colture agrarie e del territorio di uno Stato è stata un'esigenza sentita sin dai tempi remoti, come ci segnalano osservazioni sulla sofferenza delle piante a partire da Egizi e Babilonesi in poi.

Risalgono al XIV-XV secolo le prime normative fitosanitarie, come quelle in Germania sui cereali (ergotismo), la quarantena per le navi introdotta dalla Repubblica di Venezia o le misure adottate dai Medici a Firenze nel '500 contro le cavallette o contro la mosca dell'olivo, per la quale rendevano obbligatorio il calendario di raccolta.

Alla fine dell'800, in seguito all'introduzione dall'America della peronospora della patata, dell'oidio, della peronospora e della fillossera della vite, matura la consapevolezza dell'utilità di condividere l'intervento di lotta ai parassiti vegetali. Alcuni paesi europei si riuniscono a Losanna nel 1877, per creare un'azione comune di protezione fitosanitaria, gettando così le basi per la firma della *Convenzione di Berna*, del 1889 che, introducendo le prime norme per il controllo del commercio delle piante, segna il primo passo per una legislazione fitosanitaria internazionale.

Con la trasformazione dell'azienda a ciclo chiuso in struttura produttiva sempre più legata a fattori della produzione esterni all'azienda stessa e con la commercializzazione dei prodotti vegetali in mercati globalizzati, la tradizionale strategia di difesa delle produzioni si trasforma in una gestione della protezione delle piante che deve organizzarsi in sistema per poter coprire tutte le fasi della filiera produttiva. Sempre con maggior frequenza, le aziende agricole devono organizzare la difesa delle loro produzioni contro organismi nocivi che non erano presenti sul territorio e che, una volta introdotti ed insediati, sono divenuti il problema costante sulla base del quale organizzare la propria produzione.

Il sistema economico mondiale, nel corso dei decenni, è sempre più oggetto di rapidi e intensi mutamenti nei processi e nei prodotti. Il definitivo consolidamento sul mercato mondiale di aree produttive emergenti, la rapidità dei trasporti, l'abbattimento delle barriere doganali, il turismo internazionale e il decentramento produttivo, hanno comportato

un forte incremento negli spostamenti di persone e merci a livello internazionale. Gli intensi rapporti economici che hanno portato alla globalizzazione dei mercati hanno incrementato in modo esponenziale il rischio di importare in nuovi territori organismi nocivi estranei, precedentemente confinati dall'isolamento geografico dei continenti o dalle barriere naturali.

I cambiamenti climatici, inoltre, stanno alterando gli ecosistemi, riducendo la biodiversità e creando le condizioni in cui i parassiti possono prosperare sempre più facilmente. Organismi già presenti sul territorio ampliano il loro areale di distribuzione e a volte modificano il ventaglio di ospiti e la loro capacità di danno. Si insediano nuovi organismi che una volta non trovavano habitat adatti.

L'aver immediata notizia dell'introduzione di un nuovo organismo nocivo significa intervenire su un focolaio poco esteso geograficamente che ancora non ha manifestato i danni; focolaio in cui l'organismo nocivo non si è ancora diffuso a pieno tra i possibili ospiti ed in cui, talvolta, si riesce addirittura ad evitare la diffusione di lunga distanza connessa con le attività di commercializzazione e di vivaismo. Per questi aspetti assume un ruolo rilevante l'integrazione delle strategie di difesa dagli organismi nocivi presenti sul nostro territorio, con sistemi di allerta rapida che ci mettano al riparo dalle introduzioni di specie aliene.

I prodotti fitosanitari (PF) rappresentano oggi un importante mezzo di produzione per la difesa delle produzioni agricole dagli organismi nocivi e la produzione di derrate caratterizzate da elevata qualità, che deve fare i conti con una accresciuta domanda di salubrità dei prodotti e di difesa dell'ambiente avanzata da porzioni sempre più ampie di cittadini. La storia recente ci insegna, infatti, che l'utilizzo di questi prodotti, per le loro caratteristiche intrinseche, deve comunque essere fatto con la massima attenzione onde evitare effetti indesiderati per la salute dell'uomo e dell'ambiente.

Dalla necessità di questa cautela, derivano le normative della Comunità Europea che definiscono un quadro normativo articolato e complesso che ha portato alla predisposizione del Piano di Azione Nazionale sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (PAN). Inoltre, negli ultimi tempi, l'azione dell'Unione europea è stata indirizzata verso una generale riduzione della chimica in agricoltura, prevista dalla strategia *"Farm to Fork Strategy – for a fair, healthy and environmentally - friendly food system"*, che implica sviluppare nuove strategie di difesa che vedano l'integrazione di tutte le conoscenze a disposizione e che porteranno ad una profonda trasformazione anche delle tecniche culturali, che sfruttino le moderne tecnologie a disposizione.

Nello scenario che si sta sviluppando, appare evidente il ruolo che acquisiscono le conoscenze scientifiche e tecniche sugli organismi nocivi e sui metodi di difesa, nonché il loro rapido e costante aggiornamento. In questo contesto, si inquadrano le potenzialità rappresentate dall'uso dei biostimolanti e degli agenti di controllo biologico, per le future strategie di lotta. Oggi più che mai si comprende il ruolo strategico che assumono la formazione, l'aggiornamento permanente e lo scambio di dati tra tutti gli attori coinvolti nella difesa delle piante, che devono assolvere al duplice scopo, sia di permettere l'elaborazione delle strategie di difesa aziendali calibrando le esigenze sulla base di dati di riferimento aggiornati sia di soddisfare le necessità di aggiornamento circa i nuovi organismi nocivi e le nuove conoscenze tecniche di settore.

L'antica dicotomia tra la difesa aziendale delle produzioni e gli interventi di quarantena vegetale, oggi, perde rilevanza e i suoi contorni diventano sempre più sfumati e la gestione della difesa fitosanitaria deve essere attuata sia a livello aziendale che territoriale, coinvolgendo tutti gli attori coinvolti nella protezione delle piante. Il caso della *Xylella fastidiosa*, della cimice asiatica o delle oltre 20 emergenze attualmente in atto nel nostro territorio, con una ricaduta importante in termini di danni diretti ed indiretti, confermano la necessità di un intervento integrato in grado di dare una risposta di sistema che garantisca l'intervento su tutta la filiera produttiva, dalla programmazione delle produzioni agricole alla commercializzazione e distribuzione dei prodotti vegetali.

Il complesso quadro che si è succintamente delineato fa capire come sia necessario sviluppare un costante interscambio di informazioni per poter definire, a qualsiasi livello, le misure di difesa delle piante più idonee. La raccolta delle informazioni non può più essere limitata alla singola azienda ma coinvolge tutti gli attori presenti sul territorio; le stesse informazioni hanno carattere di aggiornamento scientifico permanente sulla biologia/ezologia degli organismi nocivi interessati. Completano il quadro i dati derivanti dal territorio in termini di andamenti climatici, di evoluzione della presenza degli organismi nocivi, di evoluzione delle tecnologie e dei metodi di controllo dei patogeni.

Diviene sempre più chiaro che il costante aggiornamento scientifico in merito ai cicli biologici dei singoli patogeni, alla loro interrelazione con l'ambiente di riferimento, alle metodologie di lotta, nonché i dati sui flussi commerciali, sia dei mezzi di produzione che delle produzioni agricole, sono le armi che abbiamo a disposizione per migliorare le nostre capacità di intervento e di difesa sia per la singola azienda sia per il sistema collettivo di protezione delle piante.

È in questo complesso contesto, in forte mutazione, caratterizzato da una parte dalla diminuzione dei tradizionali mezzi di difesa delle piante e dall'altra dalla ricerca costante di disciplinari di produzione che introducano e incentivino l'utilizzo di tecniche alternative, che vede la luce questa esperienza editoriale che potrà contribuire alla formazione di una nuova cultura della protezione delle piante e di condivisione delle conoscenze.

Roma, marzo 2021

Bruno Caio Faraglia

Direttore del Servizio fitosanitario centrale
Ministero delle politiche agricole alimentari forestali e del turismo

Introduzione

Scrivendo Cesare Beccaria “È meglio prevenire i delitti che punirli” e, poche pagine dopo, aggiungeva “Finalmente il più sicuro, ma più difficil mezzo di prevenire i delitti si è di perfezionare l’educazione ...” (Beccaria C. 1781, Dei delitti e delle pene, Venezia: Rinaldo Benvenuti). Ovviamente Beccaria scriveva di “...principi morali, e politici regolatori degli uomini.”, ma credo si possa forzare il significato di delitto fino ad includere tutto ciò che danneggia la salute, dell’uomo, degli animali, delle piante e dell’ambiente, in quella che, già da tempo, viene intesa come Salute globale (*One Health*). L’educazione, in tutto questo, ha un ruolo fondamentale e, con questo in mente, abbiamo deciso di dare alle stampe questo volume a supporto di tutti coloro, *in primis* gli studenti, che si apprestano ad affrontare lo studio delle malattie delle piante e della loro difesa.

I diversi Autori che hanno contribuito alla stesura di questo libro hanno competenze diverse coincidenti con i capitoli in cui il libro stesso è stato suddiviso. Ciascun capitolo ha, infatti, un Autore di riferimento, facilmente individuabile sulla base delle esperienze scientifiche maturate da ciascuno, ma abbiamo deciso, di comune accordo, di non attribuire i capitoli a singoli Autori, in quanto la rilettura collegiale dell’intero testo ha portato ad integrazioni e modifiche di varie parti, cosicché l’intera opera può considerarsi un’opera collegiale. Particolare cura è stata riservata all’iconografia, gran parte dei disegni e delle fotografie sono originali, avendo ritenuto che le immagini siano, spesso, più esplicative di giri di parole e contribuiscano a meglio comprendere e memorizzare quanto descritto.

Un discorso a parte merita l’ultimo capitolo. Alla stesura delle schede sono stati chiamati a contribuire Patologi vegetali che, attualmente o in un passato più o meno recente, hanno avuto modo di lavorare sulle malattie che descrivono, in modo da garantire la completezza dell’informazione anche nell’estrema sintesi richiesta da una scheda. Le schede non vogliono rappresentare una summa delle malattie più importanti per l’Italia, ma solamente una serie di esempi che il docente potrà utilizzare per meglio illustrare i concetti espressi nella parte generale. Gli Autori del volume sono sinceramente grati agli estensori delle schede che, con i loro contributi, hanno arricchito e reso più fruibile il testo.

Un sincero ringraziamento anche al Museo Galileo di Firenze, per aver cortesemente fornito alcune immagini a corredo del Cap.1 ed un mio personale ringraziamento all’Accademia dei Georgofili per avermi aiutato nella ricerca di alcune immagini.

Infine, ma non per importanza, la decisione di pubblicare questo volume, in presenza di altri eccellenti contributi sullo stesso tema, è stata anche presa in virtù del fatto che la casa Editrice rilascia una versione dello stesso sotto forma di e-book. Il periodo che stiamo

vivendo, con la pandemia di Covid in corso, ha reso evidente come l'utilizzo di mezzi informatici come supporto della didattica sia, oramai, non più differibile. Il formato e-book è utile per lo studente, ad esempio ingombra di meno, aiuta gli ipovedenti e, tramite una connessione al web del reader, permette di fare immediate ricerche in rete su specifici termini o argomenti.

Credo sia necessario, in questa introduzione, fare un po' di chiarezza circa i nomi dei funghi, visti gli importanti cambiamenti avvenuti in anni recenti. Molti di questi organismi sono pleomorfici, hanno, cioè, più forme riproduttive. Agli inizi del '900, Saccardo introdusse l'uso di dare nomi diversi alla forma sessuale e a quella asessuale che, nel 1979, furono definite con i nomi di teleomorfo e anamorfo (olomorfo indicava l'intero organismo, con tutte le sue forme), termini tuttora ampiamente impiegati. A complicare la situazione, alcuni funghi hanno forme di riproduzione asessuata diverse, ed anche a queste furono assegnati nomi differenti (sinanamorfi). In occasione del Congresso Internazionale di Botanica del 2011 a Melbourne è stato modificato il "Codice di nomenclatura per le alghe, funghi e piante" adottando il principio "*One fungus, one name*". A seguito di ciò, a partire dal 1° gennaio 2013, un organismo fungino può avere un solo nome, ma il problema si è spostato su quale sia il nome da adottare. Il processo è ancora in corso e molti casi rimangono dubbi. Diversi gruppi di lavoro e commissioni di istituzioni internazionali pubblicano o alimentano banche dati con liste di nomi da conservare. Un principio informatore è quello di mantenere (ma non è obbligatorio) i nomi che sono entrati già da tempo nell'uso comune e la gran parte dei patogeni fungini rientra in questa categoria. Un punto di riferimento per scegliere il nome giusto per un fungo è il sito *Index fungorum* (<http://www.indexfungorum.org/>), a cui anche noi abbiamo fatto riferimento in questo volume.

Batteri e virus non hanno vissuto modifiche nella loro nomenclatura così vistose come i funghi. In ogni caso, alcuni siti cui fare riferimento sono: <https://gtadb.ecogenomic.org/> e <http://genome.ppws.vt.edu/cgi-bin/MLST/home.pl> per quanto riguarda i batteri e <https://talk.ictvonline.org/> per i virus.

Di grande utilità può risultare anche il sito del *Tree of Life Web Project* (<http://tolweb.org/tree/>) che raccoglie informazioni sulla biodiversità e filogenesi degli organismi viventi che popolano il nostro piccolo e fragile pianeta.

In Italia, le Società scientifiche e le organizzazioni che raccolgono la grande maggioranza dei Patologi vegetali e di coloro che si occupano della difesa delle piante sono la Società Italiana di Patologia Vegetale (SIPaV, <https://www.sipav.org/>), che, tra l'altro, pubblica la rivista internazionale *Journal of Plant Pathology*, e l'Associazione Italiana per la Protezione delle Piante (AIPP, <http://www.aipp.it/it/home/1>); funzione di raccordo tra i vari operatori che operano nell'ambito della difesa delle piante è svolta anche dalle Giornate Fitopatologiche (GF, <http://www.giornatefitopatologiche.it/it/home/1>). Nei loro siti i lettori interessati alla Patologia vegetale troveranno notizie interessanti.

Anche la rete web, inclusi i social networks, è una fonte apparentemente inesauribile di notizie o informazioni di interesse; è sufficiente digitare qualche parola chiave relativa alla Patologia vegetale o alla difesa delle piante e si troveranno siti, gruppi, post, immagini (possibilmente) utili. Alcuni social networks specificatamente dedicati alla ricerca (a solo titolo di esempio: <https://www.researchgate.net/> - <https://www.academia.edu/> -

mendeley.com/) sono affidabili e sono ampiamente utilizzati dalla comunità scientifica. La ricerca di informazioni in rete, tuttavia, presenta qualche rischio e grande attenzione deve essere posta su chi pubblica il materiale. Informazioni volutamente, o semplicemente per ignoranza, false se ne trovano molte, per cui non tutto è attendibile. Tuttavia, con un po' di esperienza e di buon senso si riesce, per rimanere in campo agrario, a separare il grano dal loglio.

Pisa, marzo 2021

Giovanni Vannacci

Già Ordinario di Patologia vegetale
Università di Pisa

INDICE GENERALE

Capitolo 1

Introduzione e aspetti generali 1

1.1	Definizione e inquadramento della disciplina	2
1.2	Cenni di storia della Patologia vegetale e dell'importanza delle malattie delle piante	2
Box 1.1	I postulati di Koch	5
1.3	Conseguenze economiche, sociali e ambientali delle malattie delle piante	6
Box 1.2	Emergenze fitosanitarie	6
1.4	Concetto di malattia delle piante	8
1.5	Malattie delle piante coltivate e spontanee	9
1.6	Parassiti e patogeni	9
Box 1.3	Metafora della suocera di Horsfall e Dimond	11

Capitolo 2

Le cause delle malattie 13

2.1	Funghi	14
2.1.1	Introduzione	14
2.1.2	Elementi di sistematica	15
2.1.3	Strutture vegetative	17
Box 2.1	I lieviti	19
2.1.4	Strutture riproduttive	26
2.1.5	Le spore	33
2.1.6	Nutrizione e metabolismo	39
2.1.7	Effetto dei fattori ambientali su crescita e riproduzione dei funghi	42
2.1.8	Genetica e genomica	44
2.2	Batteri	48
2.2.1	Introduzione	48
2.2.2	Elementi di sistematica	49
Box 2.2	<i>Xylella fastidiosa</i>	50
2.2.3	La cellula batterica	53
2.2.4	La riproduzione nei batteri	56
2.2.5	La nutrizione nei batteri	58
2.2.6	Il <i>quorum sensing</i>	59
2.2.7	I batteriofagi	59

2.2.8	I <i>Liberibacter</i> (batteri floematici esigenti)	60
2.2.9	I fitoplasmi	61
2.3	Virus e viroidi delle piante	65
2.3.1	Introduzione	65
2.3.2	Caratteristiche dei virus	65
2.3.3	Nomenclatura e classificazione	69
2.3.4	Il processo di infezione	71
2.3.5	Sintomatologia	76
2.3.6	Trasmissione del virus	76
2.3.7	I viroidi	84
2.4	Altri fattori agenti di malattia o danneggiamento	85
2.4.1	Fattori patogeni di origine meteorica o climatica	85
Box 2.3	Il meccanismo del gelo	87
2.4.2	Fattori patogeni di origine edafica	90
2.4.3	Fattori patogeni di origine tossicologica	98
2.4.4	Principali danneggiamenti da cause non parassitarie	103

Capitolo 3

Tipi di malattie e sintomatologia 105

3.1	Classificazione delle malattie	106
3.2	Sintomi	106
3.2.1	Sintomi visibili a occhio nudo e alterazioni anatomiche	107
3.3	Segni	108
3.4	Glossario dei sintomi	109

Capitolo 4

Diagnosi delle malattie 135

4.1	Principi di diagnostica su base sintomatologica	136
4.1.1	Osservazione dei sintomi e anamnesi	136
4.1.2	Valutazione delle informazioni acquisite	140
4.1.3	Scelta del metodo di analisi,	

	interpretazione dei risultati e formulazione del referto	141
4.2	Principi di diagnostica su base analitica	141
4.2.1	Isolamento del patogeno su terreni artificiali	141
4.2.2	Impiego di indicatori biologici	142
4.2.3	Microscopia ottica ed elettronica	142
4.2.4	Sierologia	143
4.2.5	Metodi molecolari	145

Capitolo 5 **Interazioni pianta-patogeno** **153**

5.1	Come i patogeni attaccano le piante	155
5.1.1	Enzimi	156
5.1.2	Tossine	157
5.1.3	Alterazione del metabolismo ormonale	158
5.2	Come le piante si difendono dall'attacco dei patogeni	159
5.2.1	Barriere di difesa costitutive	160
5.2.2	Sistemi di difesa inducibili	162
5.2.3	Resistenza sistemica acquisita (SAR) e indotta (ISR)	167
5.2.4	Sistema di trasduzione del segnale per l'attivazione della risposta di difesa	170
5.3	Genetica dell'interazione pianta-patogeno	170
5.3.1	Interazione compatibile e incompatibile	171
5.3.2	Geni di resistenza e geni di avirulenza	172
5.3.3	Coevoluzione tra pianta e patogeno: il modello a "zig-zag"	173
5.3.4	Le interazioni pianta-patogeno nell'era post-genomica	175

Capitolo 6 **Epidemiologia** **177**

6.1	Eventi che caratterizzano le epidemie	178
6.1.1	Sopravvivenza dei patogeni	179
6.1.2	Produzione dell'inoculo	180

6.1.3	Mezzi di diffusione dell'inoculo	181
6.1.4	Ciclo d'infezione	186
6.2	Progressione delle epidemie nel tempo	191
6.2.1	Incidenza e gravità della malattia	192
6.2.2	Curve di progressione della malattia	194
6.2.3	Rappresentazione matematica delle epidemie	195
6.2.4	Confronto fra epidemie	196
6.3	Propagazione delle epidemie nello spazio	197
6.3.1	Rappresentazione matematica dei gradienti di malattia	198
6.4	Fattori che influenzano lo sviluppo delle epidemie	198
6.4.1	Ruolo del patogeno	198
6.4.2	Ruolo della pianta ospite	199
6.4.3	Ruolo dell'ambiente	200
6.5	Modelli epidemiologici	205
6.5.1	Modelli empirici	205
6.5.2	Modelli meccanicistici	206
6.5.3	Impiego dei modelli nella difesa delle colture	207

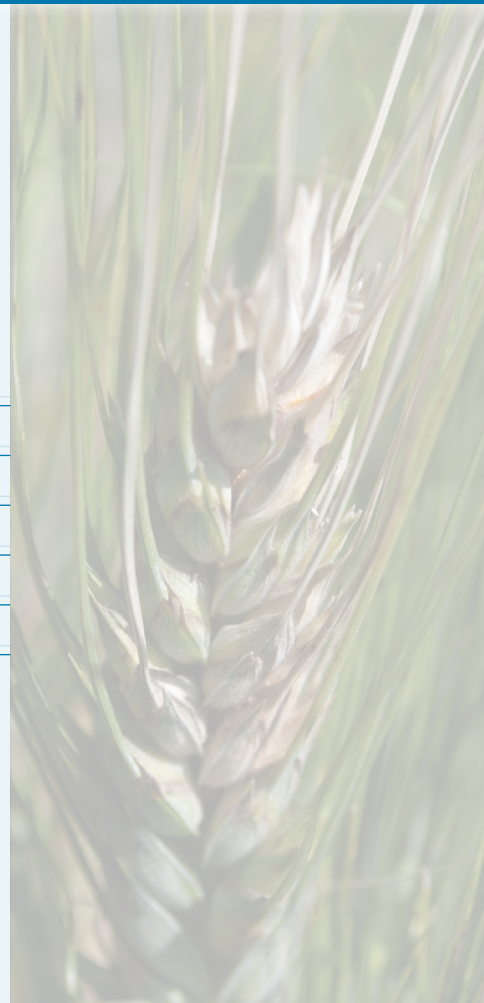
Capitolo 7 **La difesa delle piante dalle malattie** **209**

7.1	Strategie di intervento	210
7.1.1	Prevenzione delle infezioni (profilassi)	210
Box 7.1	Quarantena e normative fitosanitarie	212
7.1.2	Cura (terapia) delle infezioni	214
7.2	Mezzi e metodi di difesa	215
7.2.1	Mezzi e metodi agronomici	215
7.2.2	Mezzi e metodi fisici	217
7.2.3	Mezzi e metodi genetici	222
7.2.4	Mezzi e metodi chimici	224
7.2.5	Mezzi e metodi biologici	254
7.3	Modalità d'impiego dei fungicidi e battericidi	259
7.3.1	Applicazione sulla pianta	259
7.3.2	Applicazione al seme (e altri materiali di propagazione)	262
7.3.3	Applicazione al terreno (e nei substrati di coltivazione)	263

Capitolo 8

ESEMPI DI MALATTIE

- ▲ 8.1 Malattie causate da oomiceti (*Chromista*)
- ▲ 8.2 Malattie causate da funghi (*Mycota*)
- ▲ 8.3 Malattie o alterazioni complesse causate da funghi
- ▲ 8.4 Malattie da batteri e fitoplasmi
- ▲ 8.5 Malattie da virus
- ▲ 8.6 Fanerogame parassite



8.1 Malattie causate da oomiceti (*Chromista*)

8.1.1 Peronospora della vite

di Tito Caffi, Laura Mugnai e Vittorio Rossi

Agente causale

La peronospora, causata dall'oomicete *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt) Berl. et de Toni (*Oomycetes*, *Peronosporales*, *Peronosporaceae*), è una delle più gravi malattie della vite. Recentemente gli *Oomycota*, considerati pseudofunghi, sono stati riclassificati e spostati dal regno dei *Mycota* a quello dei *Chromista*, a sottolineare l'affinità di questi organismi con l'acqua.

Diffusione

Plasmopara viticola è originaria del Nord America ed è arrivata in Europa alla fine del XIX secolo, probabilmente con i portinnesti di vite americana che in quegli anni sbarcavano nel Vecchio Continente per rimediare ai danni provocati dalla fillossera. Nel 1878 è stata segnalata la prima infezione in Francia da Planchon, che dieci anni prima aveva anche segnalato la comparsa della fillossera. Già dopo pochi anni, il fungo si era diffuso in tutta Europa e in alcuni Paesi dell'Asia e della costa mediterranea dell'Africa. Per la prima vera, devastante infezione peronosporica si è dovuto attendere circa 20 anni quando, nel 1900, la malattia ha causato la perdita del 70% del raccolto. Da allora questo parassita è stato il più grave flagello delle aree viticole europee, dove trova condizioni ottimali di sviluppo. La peronospora, infatti, è favorita dai climi temperati e da condizioni di elevata piovosità primaverile.

Sintomi e segni

Plasmopara viticola aggredisce tutti gli organi verdi della pianta, purché provvisti di stomi ben formati, essenziali per la penetrazione attiva del patogeno, causando una notevole varietà di sintomi. Nei primi stadi di sviluppo dell'ospite le in-

fezioni peronosporiche causano sintomi molto caratteristici specialmente sulle foglie, dove si formano aree decolorate, traslucide, tondeggianti (note come "macchie d'olio") che assumono presto una colorazione giallastra e infine disseccano a partire dal centro della macchia (FIGURA 8.1.1.1). Nella pagina inferiore, in corrispondenza della macchia d'olio, emergono dagli stomi le strutture riproduttive del patogeno, gli sporangiofori, che si presentano, a occhio nudo, come una muffetta bianco-grigiastra (Figura 8.1.1.1). I giovani grappolini, se colpiti ancora in fase erbacea, assumono una caratteristica conformazione a "S" con evidente allessamento dei tessuti (FIGURA 8.1.1.2). I grappoli sono sensibili agli attacchi peronosporici anche dopo l'allegagione, sia sul rachide che sulle bacche (Figura 8.1.1.2). Nelle fasi fenologiche più avanzate la vite acquisisce una certa resistenza alle infezioni di peronospora: i tessuti fogliari si ispessiscono e, grazie alla resistenza ontogenetica, appaiono i sintomi cosiddetti a mosaico, mentre le bacche perdono la funzionalità stomatica che impedisce sia l'infezione che l'evazione; in queste fasi i grappoli presentano i sintomi della peronospora larvata (FIGURA 8.1.1.3)

Ciclo della malattia

Il fungo che causa la malattia è un patogeno obbligato, in quanto compie l'intero ciclo biologico sulla vite e solo sulla vite. Il ciclo annuale (FIGURA 8.1.1.4) passa attraverso diverse fasi partendo da una fase di conservazione durante la stagione invernale, quando le condizioni ambientali sono sfavorevoli e la vegetazione ospite è assente; per superare questo periodo *Plasmopara viticola* si avvale di strutture specializzate altamente resistenti alle condizioni ambientali sfavorevoli, le oospore, che svernano nei residui fogliari sul terreno. Durante l'inverno le oospore subiscono un processo di maturazione, dap-

prima morfologico, con la differenziazione delle strutture cellulari, e poi fisiologico. Prima di tutto le oospore subiscono una serie di modificazioni che le rendono idonee allo svernamento, con pareti ispessite e un grosso vacuolo con zuccheri di riserva. Successivamente le oospore devono superare uno stato fisiologico di quiescenza, detto latenza, che impedisce loro di germinare quando l'ospite vegetale non è ancora germogliato. La fuoriuscita dalla latenza avviene in modo scalare nel tempo, e pertanto nel corso della stagione vi sono “famiglie” di oospore che via via sono in grado di germinare e avviare nuove infezioni primarie. Le oospore, inoltre, mantengono la loro capacità germinativa non solo nel corso della stagione successiva a quella in cui si sono formate (e quindi possono causare più infezioni primarie durante l'annata), ma anche fino ad almeno cinque anni dalla loro formazione.

Superata la fase di latenza, e quindi conclusa la fase di conservazione, le piogge sono in grado di innescare il processo di germinazione delle oospore, che si conclude con l'emissione di un macrosporangio: il tempo necessario a completare la germinazione delle oospore dipende dalla temperatura (minima di 10 °C e ottimale di 20 °C) e dall'umidità delle foglie della lettiera. Il macrosporangio, a sua volta, germina liberando le zoospore, che raggiungono gli organi recettivi della vegetazione grazie agli schizzi di pioggia (anche 0,2 mm sono sufficienti allo scopo) e causano le prime infezioni stagionali. Queste infezioni sono denominate infezioni primarie e l'insieme dei propaguli che ne sono responsabili costituisce l'inoculo primario. Ogni infezione passa, a sua volta, attraverso diverse fasi, che iniziano con la germinazione delle zoospore e si

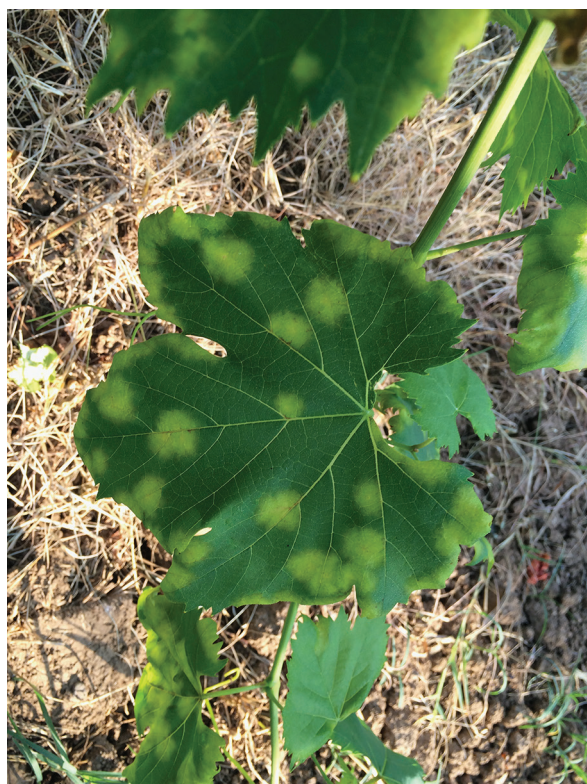


FIGURA 8.1.1.1 Tipici sintomi a “macchia d’olio” di peronospora della vite causati da *Plasmopara viticola* sulla pagina superiore della foglia (a sinistra). In corrispondenza delle macchie clorotiche, tondeggianti e non ben definite, è possibile apprezzare, sulla pagina inferiore della foglia (a destra), i tipici segni del patogeno rappresentati da un feltro biancastro costituito dagli organi di riproduzione agamica (sporangiofori e sporangi) dell’oomicete.

concludono con la produzione di nuove spore (sporangi). Questi sporangi costituiscono l' inoculo secondario, in quanto possono causare nuove infezioni (infezioni secondarie). In presenza di pioggia, di rugiada o anche solo di umidità saturante, gli sporangi si distaccano dalle sedi di evasione e raggiungono nuovi organi della pianta, dove possono sopravvivere anche una settimana, se l'umidità relativa è alta e la temperatura è fresca, in attesa di una successiva bagnatura per liberare le zoospore. Le infezioni secondarie, a differenza delle primarie, possono pertanto prendere avvio anche in assenza di pioggia, con bagnature della vegetazione causate dalla deposizione di rugiada. I cicli d'infezione secondari si sovrappongono a quelli primari e si susseguono nel corso della stagione, fino a che permangono tessuti vegetali recettivi e condizioni ambientali favorevoli.

Quando i tessuti vegetali invecchiano e le condizioni ambientali divengono via via più sfavorevoli, *P. viticola* si predispone alla conservazione, attraverso la differenziazione delle oospore nei

tessuti infetti, e in particolare nelle foglie, che presentano i sintomi a mosaico.

Diagnosi

L'identificazione di questa malattia, vista la tipicità e la particolarità della sua sintomatologia, avviene prevalentemente e normalmente per diagnosi visiva dei sintomi. Inoltre, sempre su base sintomatologica, è possibile distinguere gli attacchi di peronospora larvata (acini avvizziti, violacei o rosso scuro, con stomi degenerati e, dunque, senza sporulazione) da quelli causati da *Phyllosticta ampellicida bidwellii*, sinonimo *Guignardia bidwellii*, (agente del marciume nero) anche in assenza di picnidi (i quali, quando presenti, rendono facilmente riconoscibili gli attacchi di marciume nero).

Di particolare importanza, vista l'aggressività del patogeno e il rischio di gravi perdite produttive per la mancata precoce individuazione delle epidemie in atto, è l'utilizzo di modelli previsionali o sistemi di supporto alle decisioni che pos-

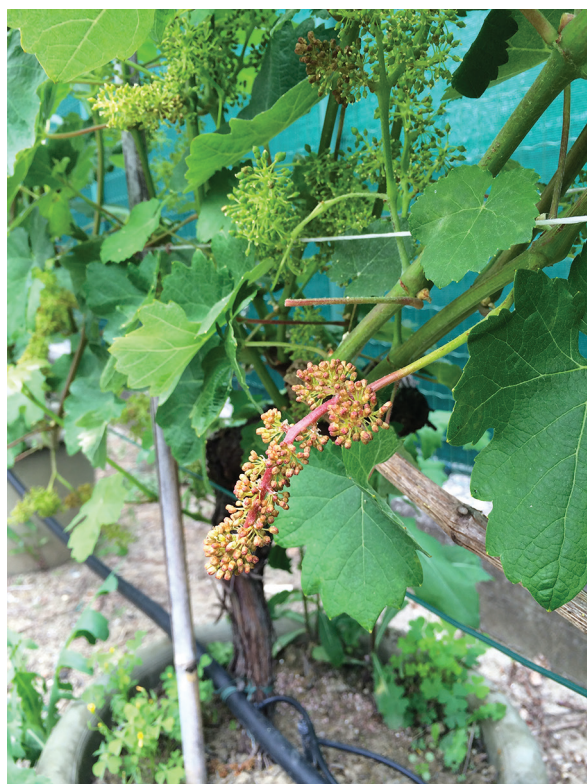


FIGURA 8.1.1.2 Sintomi e segni causati da *Plasmopara viticola* su grappolo in fase di pre-fioritura (a sinistra) e dopo l'allegagione (a destra). Fintanto che gli stomi sulle bacche sono funzionanti, l'infezione è possibile, così come è possibile osservare la sporulazione biancastra rappresentata dai rami sporangiofori che fuoriescono dagli stomi al termine del periodo di latenza.



FIGURA 8.1.1.3 Sintomi causati da *Plasmopara viticola* su foglia (a sinistra) e su grappolo (a destra) in una fase avanzata della stagione. Queste sintomatologie, molto caratteristiche, sono dovute alla resistenza ontogenica acquisita dai tessuti dell'ospite a maturità e prendono il nome di peronospora a mosaico e larvata, rispettivamente.

sano indicare le fasi di maggior rischio e permettere tempestivi ed efficaci interventi di difesa.

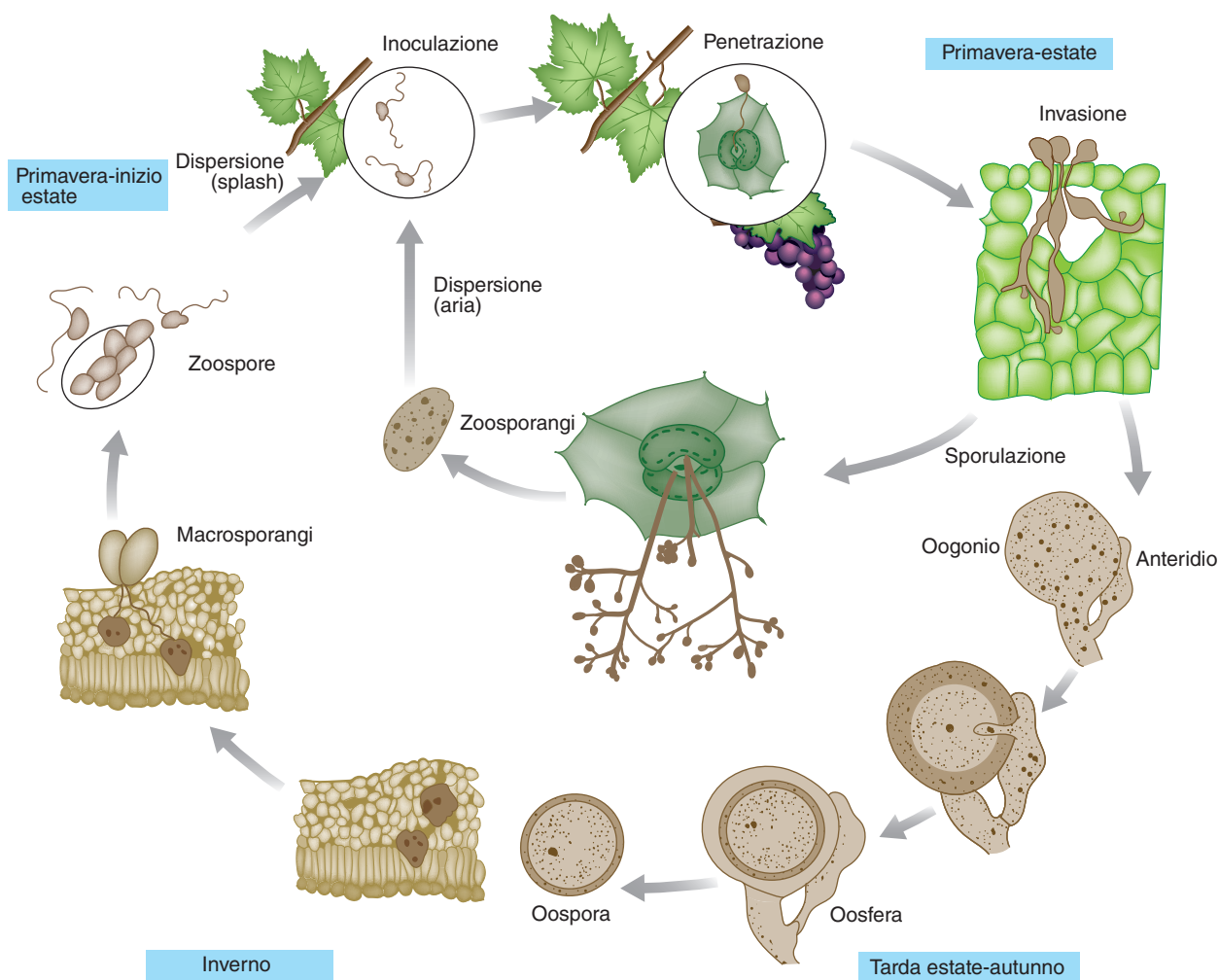
Difesa

La difesa della vite dalla peronospora è una delle sfide che i viticoltori di molte zone viticole italiane devono sicuramente affrontare in ogni stagione. Questa, a oggi, non può prescindere dall'impiego di fungicidi. È di fondamentale importanza iniziare la difesa precocemente eseguendo trattamenti preventivi volti a contenere le infezioni primarie. Nel caso della peronospora è fondamentale (anche per una opportuna gestione delle strategie anti-resistenza) ricorrere ai trattamenti curativi solo in caso di estrema necessità e, comunque, mai come approccio sistematico alla difesa.

In viticoltura biologica il principale mezzo di lotta è rappresentato dai prodotti a base di rame, principio attivo multi-sito e ad ampio spettro d'azione. Tuttavia, le limitazioni sempre più pres-

santi all'uso del rame in agricoltura stanno favorendo gli studi e la ricerca di sostanze alternative, di minor impatto ambientale anche se di minore efficacia diretta, come, per esempio, acidi glucuronici, oligosaccaridi, zuccheri riducenti o altre sostanze di origine naturale in grado di indurre nella pianta una risposta di difesa.

Per la difesa in agricoltura integrata (a titolo esemplificativo) gli antiperonosporici sono molto numerosi e comprendono prodotti di copertura quali gli "storici" ditiocarbammati e folpet o la moderna zoxamide e prodotti penetranti con traslocazione locale (es. cymoxanil, dimethomorph e altre amidi di acidi carbossilici) o sistemica (es. fosetyl-al e altri fosfonati o fenilamidi come metalaxyl-M). Sono, inoltre, disponibili diversi inibitori specifici della respirazione mitocondriale (es. strobilurine e altri), più meno mobili nei tessuti, dotati di buona affinità con le cere e, quindi, di una elevata resistenza al dilavamento e capacità di protezione del grappolo.

FIGURA 8.1.1.4 Ciclo biologico di *Plasmopara viticola*.

8.1.2 Peronospora della cipolla

di Sergio Murolo e Gianfranco Romanazzi

Agente causale

Peronospora destructor (Berk.) Casp. ex Berk (*Oomycetes*, *Peronosporales*, *Peronosporaceae*) è un *Oomycota* parassita obbligato, appartenente al Regno *Chromista*. Come per altri membri della stessa classe, si riproduce sessualmente attraverso la differenziazione di oospore, organi di resistenza che permettono al patogeno di superare periodi avversi. Inoltre, produce, all'e-

stremità di sporangiofori, degli sporangii limoniformi, che rappresentano i propaguli derivanti dalla riproduzione asessuale, germinano per tubo germinativo (non producono zoospore) e sono in grado di diffondere rapidamente l'infezione da foglia a foglia e su piante limitrofe. *P. destructor* è segnalata su cipolla, ma anche su diverse specie appartenenti al genere *Allium* (scalogno, aglio, porro). In condizioni particolarmente favorevoli, caratterizzate da elevata

Patologia vegetale

Accedi ai contenuti digitali > Espandi le tue risorse > con un libro che **non pesa** e si **adatta** alle dimensioni del tuo **lettore**



All'interno del volume il **codice personale** e le istruzioni per accedere ai contenuti digitali.
L'accesso alle risorse digitali è **gratuito** ma limitato a **18 mesi dalla attivazione del servizio**.

