

RESILIENT – Buone pratiche per la salvaguardia e la coltivazione di varietà locali lombarde tradizionali di patata e mais in aree interne – è un progetto cofinanziato dall'operazione 1.2.01 "Progetti dimostrativi e azioni di informazione" del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia. Il progetto è stato avviato nel giugno del 2020 e concluso nel dicembre 2022, coinvolgendo diversi enti quali l'Università degli Studi di Pavia con il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DSTA – capofila del progetto), l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano – sede di Piacenza, il CREA-CI di Bologna, il Servizio Innovazione Didattica e Comunicazione Digitale (IDCD) dell'Università di Pavia e la Comunità Montana della Valchiavenna, in collaborazione con Aziende Agricole locali della Valchiavenna e dell'Oltrepò Pavese. Il progetto ha avuto come obiettivo quello di arricchire le conoscenze degli agricoltori circa la diversità e la coltivazione di varietà locali di mais da polenta e patate, tradizionali. Per questo motivo sono state svolte diverse attività informative e dimostrative, i cui risultati sono consultabili sul sito [resilient.unipv.it](http://resilient.unipv.it)



UNIVERSITÀ  
DI PAVIA

Dipartimento di  
Scienze della Terra  
e dell'Ambiente



INNOVAZIONE DIDATTICA  
COMUNICAZIONE DIGITALE



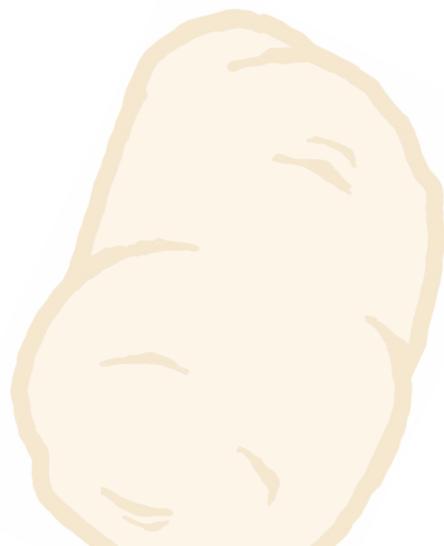
Consiglio per la ricerca in agricoltura  
e l'analisi dell'economia agraria



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore



Comunità Montana  
della Valchiavenna



9 791280 054579



RESILIENT - Manuale di buone pratiche per la coltivazione di varietà locali di patata



MANUALE DI BUONE PRATICHE

# PER LA COLTIVAZIONE DI VARIETÀ LOCALI DI PATATA

e tecniche di controllo  
e prevenzione dalle virosi dei tuberi



Bruno Parisi  
Emanuele Vegini  
Anna Taglienti  
Daniela Pacifico

  
**RESILIENT**

BUONE PRATICHE PER LA SALVAGUARDIA E LA COLTIVAZIONE  
DI VARIETÀ LOCALI LOMBARDE TRADIZIONALI DI PATATA E MAIS IN AREE INTERNE



PSR  
2014 2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERRADICI



Regione  
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

# MANUALE DI BUONE PRATICHE PER LA COLTIVAZIONE DI VARIETÀ LOCALI DI PATATA

e tecniche di controllo e prevenzione  
dalle virosi dei tuberi

*Bruno Parisi<sup>1</sup>, Emanuele Vegini<sup>2</sup>, Anna Taglienti<sup>3</sup> e Daniela Pacifico<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Centro per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria – Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali - Sede di Bologna

<sup>2</sup> Agrotecnico Laureato, libero professionista - via Sandro Pertini 15, Bereguardo (PV) 27021

<sup>3</sup> Centro per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria – Centro di Ricerca Difesa e Certificazione - Sede di Roma



BUONE PRATICHE PER LA SALVAGUARDIA E LA COLTIVAZIONE  
DI VARIETÀ LOCALI LOMBARDE TRADIZIONALI DI PATATA E MAIS IN AREE INTERNE

Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020

**Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale:  
l'Europa investe nelle zone rurali**

Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento del FEASR  
Responsabile dell'informazione: Università degli Studi di Pavia  
Autorità di Gestione del Programma: Regione Lombardia



**PSR**  
2014 2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTE RADICI



**Regione  
Lombardia**

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Citazione consigliata per la presente pubblicazione

Parisi B., Vegini E., Taglienti A., Pacifico D. (2022). Manuale di buone pratiche per la coltivazione di varietà locali di patata e tecniche di controllo e prevenzione dalle virosi dei tuberi. Progetto RESILIENT, PSR Regione Lombardia – Univers Srls, Pavia, 90 p.

Daniela Pacifico  
ISBN: 9791280054579

Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto “Buone pratiche per la salvaguardia e la coltivazione di varietà locali lombarde tradizionali di patata e mais in aree interne (RESILIENT)”, cofinanziato dall'operazione 1.2.01 “Progetti dimostrativi e azioni di informazione” del Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020 della Regione Lombardia.

Responsabile del progetto l'Università degli Studi di Pavia – Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DSTA - referente prof. Graziano Rossi), realizzato con la collaborazione di Università Cattolica del Sacro Cuore – Centro di Ricerca BioDNA, CREA – Centro di Ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali, Servizio Innovazione Didattica e Comunicazione Digitale (IDCD) dell'Università di Pavia, Comunità Montana della Valchiavenna.

*Univers Edizioni*  
[www.editorepavia.it](http://www.editorepavia.it)

*Stampa*  
Univers Srls - Pavia

© 2022 Univers Srls  
Tutti i diritti riservati

---



<b>Introduzione</b>	5
<i>Vegini E.</i>	
<b>Salvaguardia e coltivazione in azienda di varietà locali di patata e il progetto RESILIENT</b>	7
<i>Vegini E., Parisi B., Pacifico D.</i>	
<b>PARTE PRIMA</b>	
<b>Storia della coltivazione della patata</b>	
La coltivazione della patata: da pianta spontanea americana ad una delle principali fonti di sostentamento dell'occidente	11
<i>Pacifico D.</i>	
<b>PARTE SECONDA</b>	
<b>Conservazione delle varietà locali</b>	
L'Anagrafe Nazionale della Biodiversità (L.N. 194/2015) e scenari futuri nella conservazione delle varietà	15
Il CREA - Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, sede di Bologna e politiche per la conservazione della biodiversità di patate	19
<i>Pacifico D., Parisi B.</i>	
<b>PARTE TERZA</b>	
<b>La coltivazione della patata</b>	
Tecniche di coltivazione di varietà locali di patata	23
<i>Parisi B.</i>	
Lo stoccaggio post-raccolta dei tuberi	31
<i>Parisi B., Vegini E.</i>	

---

## PARTE QUARTA

### Le scelte tecniche che incidono sulla produttività

Le virosi delle patate <i>Parisi B.</i>	37
Principali virus delle patate <i>Parisi B.</i>	41
Strategie per contenere la diffusione delle virosi nei tuberi: un percorso di 5 azioni <i>Parisi B.</i>	45
Il re-impiego del seme aziendale: cosa c'è da sapere <i>Parisi B.</i>	55
Tecniche di risanamento in vitro su patata <i>Taglienti A.</i>	57

## PARTE QUINTA

### Esperienze dal progetto RESILIENT

I campi dimostrativi nell'Appennino pavese e nella Valchiavenna <i>Vegini E., Parisi B., Pacifico D.</i>	63
La coltivazione di tubero-seme sano <i>Parisi B., Vegini E., Taglienti A., Pacifico D.</i>	65
Analisi nematologiche del terreno <i>Parisi B., Vegini E.</i>	75
Il recupero e rilancio di antiche varietà di patata lombarde <i>Parisi B., Vegini E., Taglienti A., Pacifico D.</i>	77

<b>Bibliografia di riferimento</b>	83
------------------------------------	----

<b>Sitografia</b>	89
-------------------	----

<b>Ringraziamenti</b>	89
-----------------------	----

---

# INTRODUZIONE



*Emanuele Vegini*

In Italia la coltivazione della patata interessa tutta la penisola; la sua diffusione su tutto il territorio nazionale è possibile grazie alle condizioni climatiche favorevoli alle esigenze vegetative della coltura, che richiede temperature comprese tra 10°C e 30°C per svolgere al meglio il suo ciclo vegetativo. Nel 2016, la produzione in Lombardia si è attestata sulle 19.183 tonnellate, con una superficie coltivata di 729 ettari (Petrolani & Rama-Franco, 2017). Il 6° Censimento dell'Agricoltura registra in Lombardia un incremento significativo della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) media aziendale rispetto a quello nazionale: in zone di montagna la crescita si attesta intorno al +8,1%, contro il +30,9% nella pianura lombarda, registrando quindi un *trend* controcorrente rispetto alla crescente richiesta di prodotti agricoli montani. Le piccole e medie aziende in particolare, hanno visto una riduzione della superficie, mentre le grandi realtà con 50 e più ettari sono aumentate in superficie e in numero (Onofri *et al.*, 2013).

La montagna ha risentito fortemente nel corso dei decenni dell'abbandono del territorio. Oggi, la sua tutela non può prescindere da quella di una delle maggiori eccellenze alimentari che l'agricoltura d'altura tradizionalmente ci offre, ossia la patata, annoverata a pieno titolo come prodotto tipico di montagna. La pataticoltura di montagna, grazie al particolare assetto pedoclimatico del territorio, permette di evitare, ovvero di utilizzare in minima misura rispetto le coltivazioni di pianura, l'uso di composti chimici a vantaggio delle richieste del consumatore sempre più vicino al mondo del biologico, dell'alta qualità e della salvaguardia del territorio.

Inoltre, la diffusione di moderne varietà, più produttive rispetto a quelle locali e più resistenti a malattie e parassiti, ha avuto un forte impatto su queste ultime coltivazioni, che nel giro degli ultimi decenni hanno subito un forte declino espresso in perdita di varietà locali. Dal 1900 a oggi, infatti, circa il

75% della diversità genetica delle piante coltivate è andata irrimediabilmente persa con gravi conseguenze sulla biodiversità; questo è quanto emerge dal rapporto sullo “Stato della sicurezza alimentare e della nutrizione del mondo - 2022” pubblicato dall’Organizzazione delle Nazioni Unite per l’alimentazione e l’agricoltura (FAO). Tale fenomeno riguarda tutte le specie coltivate, inclusa la patata, dove la presenza oggi di varietà locali è resa possibile solo grazie all’azione di agricoltori che, seguendo la tradizione tramandatagli dai loro avi, sono divenuti custodi non solo dell’agrobiodiversità locale, ma anche della storia e della tradizione del mondo rurale. Attualmente le varietà di nicchia e più in generale la pataticoltura di montagna non trovano un adeguato riscontro economico per diversi motivi: l’aleatorietà delle rese, nonché il ridotto ricorso ad *input* energetici (concimi e fitofarmaci di sintesi) tipici della pataticoltura di pianura, la frammentarietà aziendale, le difficoltà morfologico-ambientali, le carenze infrastrutturali e il progressivo abbandono dei terreni e delle attività produttive, sono solo alcuni dei motivi che incidono negativamente sulla coltivazione di questo tubero in aree montane. Per contrastare questo fenomeno occorrono strategie di integrazione atte a incentivare non solo la pataticoltura di montagna, ma anche tutti gli altri prodotti locali tipici che questi territori hanno da offrire; per raggiungere questo obiettivo occorrono politiche mirate e sensibili a queste problematiche, alla quale affiancare progetti intercalati sul territorio con azioni dimostrative e informative che trovano nelle diverse realtà territoriali (Comunità Montane, Aziende Agricole, Consorzi, etc.) e specialisti del settore (agronomi, agrotecnici, periti agrari, etc.) i principali destinatari.

A tale scopo è stato realizzato il presente documento informativo dedicato agli agricoltori e ai tecnici del settore, che illustra metodi agronomici fondamentali per la coltivazione in azienda di varietà locali di patata in grado di mantenere nel tempo le caratteristiche varietali dei tuberi, garantendo rese produttive ottimali in grado di soddisfare la crescente richiesta di prodotti tipici legati al territorio.

# SALVAGUARDIA E COLTIVAZIONE IN AZIENDA DI VARIETÀ LOCALI DI PATATA E IL PROGETTO RESILIENT



*Emanuele Vegini, Bruno Parisi, Daniela Pacifico*

Nel 2019 è stato avviato il progetto “Buone pratiche per la salvaguardia e la coltivazione di varietà locali lombarde tradizionali di patata e mais in aree interne (RESILIENT)”, con durata biennale, cofinanziato dall’operazione 1.2.01 “Progetti dimostrativi e azioni di informazione” del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Lombardia. Il progetto è stato poi prorogato e si è concluso nel dicembre 2022.

Esso vede coinvolti diversi enti di ricerca quali l’Università degli Studi di Pavia con il Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente (DSTA – capofila del progetto, referente prof. Graziano Rossi), il CREA-CI di Bologna e l’Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, insieme al Servizio di Innovazione Didattica e Comunicazione Digitale (IDCD) dell’Università di Pavia, la Comunità Montana della Valchiavenna e la collaborazione di Aziende Agricole locali (Azienda Agricola Terre Villane di Romagnese – PV; Consorzio Forestale di Prata Campportaccio – SO; Azienda Agricole Barelli di Samolaco – SO); il progetto si poneva come obiettivo quello di arricchire le conoscenze presso gli agricoltori riguardo la diversità e la coltivazione di varietà locali di mais da polenta e patate locali, tradizionali.

Per quanto riguarda le patate, ad oggi le conoscenze sulle varietà presenti sul territorio lombardo sono ancora piuttosto frammentarie: Rossi *et al.* nel 2019 hanno dato un significativo contributo nella catalogazione dei principali ecotipi presenti sul territorio lombardo, ma ancora ve ne sono che attendono di essere descritti. L’opera di ricerca prosegue e grazie al progetto RESILIENT, le nuove informazioni acquisite sono state condivise con l’intero settore agricolo (Vegini *et al.*, 2022).

In merito alle coltivazioni di varietà locali di patata, una caratteristica fon-

damentale che devono possedere è sicuramente una buona resa produttiva; diversamente se l'investimento risulta esser maggiore del guadagno, ragionando in termini imprenditoriali, la coltivazione diverrebbe svantaggiosa e dunque abbandonata, con il rischio di perdere così varietà locali di tuberi. La principale causa di perdita di produttività nelle coltivazioni di patata risiede nell'infezione virale all'interno dei tuberi, in grado di compromettere un adeguato sviluppo delle piante con negative ripercussioni sulla resa ad ettaro. La virosi delle patate rappresenta dunque una delle principali criticità nella conservazione e produzione di varietà locali. Questi virus vengono trasmessi alle piante per mezzo di vettori, gli afidi, che attraverso le punture delle foglie per suggere linfa, trasmettono i virus alla pianta; più essa rimane esposta a questi insetti fitomizi, maggiore sarà la carica virale nel tempo. Le virosi delle patate possono però essere prevenute, o quantomeno ostacolate, mediante l'adozione di particolari accorgimenti colturali come, ad esempio, l'utilizzo di tunnel con reti anti-afidi che impediscono agli insetti di raggiungere fisicamente le piante e di infettarle. Con il progetto RESILIENT queste informazioni vengono condivise con agricoltori e tecnici del settore, attraverso il presente manuale, la trasmissione di appositi *webinar* e visite aziendali condotte presso Aziende Agricole dove sono stati realizzati campi dimostrativi.

Per quest'ultimo aspetto, sono state condotte tra il 2021 e il 2022 coltivazioni a scopo dimostrativo in due aree interne della Regione Lombardia quali l'Appennino pavese e la Valchiavenna, dove i tuberi sono stati allevati con differenti tecniche di protezione dai voli afidici, come l'impiego di tunnel anti-afidi e coperture con tessuto-non-tessuto. A queste metodologie è stata poi affiancata la coltivazione in campo aperto senza alcuna forma di protezione attiva, allo scopo di dimostrare come l'adozione di queste particolari tecniche agronomiche possa rivelarsi efficace nel limitare l'incremento di carica virale nei tuberi, garantendo così rese produttive economicamente vantaggiose per i produttori e favorendo la conservazione *on farm* delle varietà locali. Tutto questo è stato possibile grazie al coinvolgimento dell'Università di Pavia, del CREA-CI di Bologna e alla collaborazione di due aziende agricole locali: l'Az. Agr. Terre Villane di Romagnese (PV) e l'Az. Agr. Barelli di Samolaco (SO), dove sono state prese in considerazione tre diverse varietà locali di patata, quali la 'Rossa dell'Oltrepò Pavese' tipica dell'areale della Val Tidone-Oltrepò Pavese, e la 'Rossa' e la 'Bianca di Campodolcino' tipiche dell'areale della Valle Spluga (SO).

Le virosi, oltre che ad essere prevenute, possono essere eliminate dalla pianta tramite tecniche di risanamento che però non sempre sono possibili. Il successo dipende infatti sia dal genotipo che dal tipo di virosi. Ad esempio, il viroide del tubero fusiforme della patata (*Potato spindle tuber viroid*, PSTVd) risulta tra i più difficili da debellare. Per questo motivo i tuberi dei tre ecotipi impiegati nel progetto, dopo esser stati reperiti sul territorio e sottoposti ad analisi virologiche che hanno confermato la presenza di diversi virus al loro interno, sono stati sottoposti a risanamento presso i laboratori del CREA dove, mediante apposite tecniche, queste infezioni sono state eradicare. Nella primavera del 2022 i tuberi delle patate 'Bianca di Campodolcino' e 'Rossa di Campodolcino' sono stati risanati completamente dai virus e dunque restituiti alla comunità locale sotto forma di piantine radicate in vivaio, successivamente trapiantate nella località di Fraciscio in Campodolcino (SO), all'interno di appositi tunnel anti-afidi. Questo rappresenta il primo passo per il rilancio sul territorio di queste antiche varietà, andando a favorire la creazione di una microfiliera in grado di coinvolgere i produttori locali, alla quale saranno consegnati tuberi-semi sani con i quali avviare nuove coltivazioni. Lo stesso procedimento è attualmente in corso anche per la patata 'Rossa dell'Oltrepò Pavese', dove il processo di risanamento è risultato più lungo. Una volta risanata, anche questa varietà verrà restituita alla comunità locale dell'Oltrepò pavese.

Tutto il materiale informativo prodotto nell'ambito del progetto RESILIENT è liberamente consultabile sul sito internet [resilient.unipv.it](http://resilient.unipv.it) dove è possibile trovare:

- le registrazioni degli 8 *webinar* informativi realizzati tra il 2021 e 2022;
- le registrazioni dei convegni di avvio e chiusura del progetto;
- le registrazioni di 2 laboratori riguardanti tecniche di *marketing* digitale, fondamentali per la visibilità *on-line* delle Aziende Agricole;
- 10 video tutorial riguardanti tecniche specialistiche per la coltivazione e conservazione *on farm* di varietà locali di patata e mais;
- un breve documentario di presentazione del progetto e della Banca del Germoplasma Vegetale dell'Università di Pavia;
- le interviste fatte al Presidente della Comunità Montana della Valchiavenna e al Consorzio Forestale di Prata Camportaccio;
- due pubblicazioni informative sulle varietà locali rispettivamente di patata e di mais in aree interne della Lombardia;

- due manuali di buone pratiche, in cui sono descritte tecniche specialistiche per la coltivazione e conservazione in azienda di varietà locali di mais e di patate, nonché il loro allevamento in condizioni di salubrità (es. virosi delle patate);
- *book* fotografici delle 6 visite svolte presso le tre Aziende Agricole che hanno collaborato al progetto e i tre enti di ricerca partner del progetto.



**Figura 1.** Campi dimostrativi per la coltivazione di patate del progetto RESILIENT a Madesimo, Valchiavenna (SO). Foto di Emanuele Vegini.

PARTE PRIMA  
**STORIA DELLA COLTIVAZIONE  
DELLA PATATA**



**La coltivazione della patata: da pianta spontanea americana ad una delle principali fonti di sostentamento dell'occidente**

*Daniela Pacifico*

Da 8.000 anni la popolazione indigena (*Quechua*) nell'area collocata tra il Perù e la Bolivia coltiva, consuma e conserva la più vasta biodiversità mondiale di patata. Quando nel 17° secolo la “*papa*” sbarca in Europa viene rinominata patata. Dopo un iniziale scetticismo da parte del consumatore europeo, che colloca la sua produzione solo a fini botanici (non viene considerata come coltura edule), si diffonde largamente collocandosi idealmente nelle aree montane dove ancora oggi rappresenta senza dubbio una risorsa di fondamentale importanza. La diffusione alimentare della patata è lenta e condizionata dalla diffidenza per ciò che cresce sottoterra; si arriva perfino a sostenere che il suo consumo provochi la lebbra e che la patata è cibo flatulento (*Encyclopédie*, 1765). I numerosi casi di intossicazione probabilmente dovuti ad un'errata conservazione, contribuirono a considerarla velenosa; inconsapevolmente per la popolazione europea di allora, l'esposizione prolungata del tubero al sole favoriva l'accumulo di glicoalcaloidi utili per la difesa contro insetti e funghi, ma che ad elevate concentrazioni divenivano tossici per l'uomo.

Dopo il suo arrivo in Europa tra il 1560 e il 1564, ci son voluti alcuni secoli perché la patata venisse apprezzata per quello che è: un cibo buono, poco costoso, estremamente nutriente e facile da coltivare. A seguito delle numerose carestie e grazie all'intervento di Antoine Auguste Parmentier, la Francia si convinse che la patata avrebbe evitato future carestie come valida sostituta del frumento tenero. Nonostante il suo veloce arrivo in Italia (nel 1565 fu donata a Papa Pio IV dal re di Spagna Filippo II), bisognerà invece aspettare la seconda metà dell'Ottocento perché venga introdotta

stabilmente nel sistema agricolo italiano a scopo alimentare, entrando così a far parte della cucina tradizionale contadina come sostituto del frumento tenero e della castagna per la produzione di pane, tortelli e gnocchi. Da allora la patata ha fatto molta strada. Mentre in Italia, fa fatica a decollare, nella seconda metà del Settecento intere nazioni come la Germania e l'Irlanda iniziano a cibarsi quasi esclusivamente di patata, tanto che tra il 1845 e il 1849 la Grande Carestia Irlandese provoca un milione di morti e altrettanti emigrati (figura 2) a causa della peronospora della patata (*Phytophthora infestans*), un fungo patogeno, che decimò i raccolti di patata, lasciando così senza sostentamento la popolazione.

Nel resto del mondo la patata si diffonde già nel Seicento: per primi sono gli olandesi che la esportano in Giappone e in Indonesia; si diffonde quindi in Nordamerica, Australia e Africa.

La patata oggi è la terza specie agraria nel mondo, dopo frumento e riso. La maggior produzione mondiale si concentra in Asia, responsabile di quasi il 50% dell'intera produzione mondiale (FAOSTAT, 2019-2020). Il trend si sta spostando sempre più dal prodotto fresco al prodotto trasformato (detto "patata da industria", come *chips* e *french fries*): questo settore è in forte crescita in tutta Europa da oltre due decenni. Le esportazioni totali (comprese quelle tra i paesi membri dell'UE stessa), sono state di 6.472 miliardi di euro nel 2019, con un aumento del 95% rispetto al 2009 (EUPPA-European Potato Processors Association).

La patata rientra dunque a pieno titolo in quel gruppo di piante rinominate a livello mondiale *staple foods*, ossia "cibi di prima necessità". Nessuna altra coltura agraria produce così tanta energia per ettaro coltivato come la patata, che inoltre cresce più velocemente dei cereali e la parte edibile è l'85% dell'intera pianta contro il 50% dei cereali (Hussain, 2016). Da sempre considerata un cibo povero, la patata ha in realtà un'elevata valenza nutrizionale, anche se la sua composizione biochimica è fortemente influenzata sia dalla varietà che dall'ambiente di coltivazione (Pacífico, 2013).

Grazie al suo immenso potenziale la FAO, l'Organizzazione delle Nazioni Unite per il cibo e l'agricoltura, nel 2008, durante l'Anno Internazionale del-

la Patata, ha dichiarato questo tubero come cibo del futuro e una garanzia contro la fame, non solo per il suo valore nutrizionale e la facilità con cui è possibile propagarlo, ma anche perché sfruttando al minimo la terra e le risorse idriche, è da considerarsi una coltura a basso impatto ambientale (FAO, 2009). Oggi, in tempi di crisi, la patata vive una seconda giovinezza per la sua elevata qualità e variabilità nelle preparazioni gastronomiche a costi molto contenuti; Jacques Diouf, Direttore Generale della FAO dal 1994 al 2011, in occasione dell'Anno internazionale della patata (2008), dichiarò che *"La patata è in prima linea nella guerra contro fame e povertà"*.



**Figura 2.** Memoriale della Grande Carestia Irlandese a Dublino. Fonte: Adobe Stock #419019634





## **L'Anagrafe Nazionale della Biodiversità (L.N. 194/2015) e scenari futuri nella conservazione delle varietà**

In Italia un traguardo importante nella conservazione dell'agrobiodiversità si è decisamente raggiunto con la recente emanazione della Legge nazionale del 1 dicembre 2015 n. 194 "Disposizioni per la tutela e la valorizzazione della biodiversità di interesse agricolo e alimentare", che ha inteso organizzare un sistema nazionale, mutuando quanto già fatto con le leggi regionali in materia e raccogliendone la positiva esperienza (cfr. Toscana, Emilia-Romagna, Marche, etc.). Il tema della valorizzazione e tutela della biodiversità agricola e alimentare può quindi avere nuovi sviluppi con l'applicazione della L. 194/2015, che prevede in particolare un'Anagrafe Nazionale, in cui anche le Regioni che non si sono fino ad ora dotate di Repertori (tra cui Lombardia, Piemonte, etc.), possono ora iscrivere le proprie risorse genetiche (vegetali, animali e microbiche) a rischio di estinzione; le risorse genetiche locali invece già iscritte nei Repertori regionali sono entrate di diritto nell'Anagrafe Nazionale. Una recente trattazione sull'argomento è riportata da Ronchi e Brugna (2022), a cui si rimanda per una disamina più ampia.

Il sistema nazionale di tutela e di valorizzazione della biodiversità di interesse agricolo e alimentare contiene due importanti strumenti, che si collocano nel Portale nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare, quali:

- l'Anagrafe Nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare;
- la Rete Nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare.

Il coordinamento delle azioni svolte a livello nazionale e regionale è assolto dal Comitato permanente per la biodiversità di interesse agricolo e

alimentare. La legge ha istituito anche il Fondo Nazionale da destinare al sostegno di azioni di valorizzazione e tutela. Ad oggi, sono stati emanati tre Decreti applicativi della legge 194/2015, che prevedono il coinvolgimento delle Regioni in diverse fasi.

L'Anagrafe Nazionale è uno strumento informatico che raccoglie attraverso modalità codificate e informatizzate, le schede descrittive delle risorse genetiche (RG) locali di origine vegetale, animale o microbica, di interesse alimentare ed agrario, soggette a rischio di estinzione (la RG rischia di scomparire) o di erosione genetica (la RG rischia di perdere le sue caratteristiche peculiari a causa di incroci con le varietà commerciali). Le modalità di iscrizione all'Anagrafe sono regolate dal DM 1862 del 18 gennaio 2018, che comprende anche le schede per la descrizione della risorsa genetica. L'iscrizione è richiesta da soggetti interessati a vario titolo, pubblici e privati, singoli o in forma associata, in genere detentori della RG di cui chiedono l'iscrizione.

La domanda di iscrizione di una risorsa genetica deve essere presentata alla Regione di competenza in cui la risorsa ha sviluppato le caratteristiche che le sono proprie. La Regione di competenza riceve la domanda di iscrizione di una RG locale, corredata da un dossier tecnico scientifico a supporto della richiesta, che viene valutata secondo le indicazioni contenute nel D.M. 1862/2018. L'istruttoria regionale è volta a valutare il possesso da parte della RG dei requisiti per l'iscrizione (distinguibilità, stabilità, omogeneità, rischio di estinzione o erosione, locale, etc.); non è pertanto richiesta a tal fine un'approfondita analisi genetica, che in genere comporta alti costi e tempi lunghi. Tuttavia, ove possibile, essa può essere risolutiva nel distinguere tali varietà da altre *landrace* simili o da ulteriori di tipo commerciale; nei progetti che la Regione Lombardia finanzia con le misure del PSR (es. Misura 10), ciò è spesso possibile in collaborazione con qualificati enti di ricerca. La descrizione mediante le schede UPOV (o meglio quelle riportate nelle Linee Guida) è strettamente necessaria, utile poi per realizzare una massa critica di informazioni tecniche da impiegare per compilare i vari campi previsti dall'Anagrafe stessa (MIPAAF, 2013). I criteri di valutazione devono essere conformi alle "Linee Guida nazionali per la conservazione *in situ* (*on farm*) ed *ex situ* (in centri di conservazione), della biodiversità vegetale, animale e microbica di interesse agrario"

del Piano nazionale sulla biodiversità di interesse agricolo. Al termine dell'istruttoria la Regione invia al Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (già MIPAAF, ora MASAF) il proprio parere in merito alla richiesta di iscrizione della varietà.

La Rete Nazionale invece svolge ogni attività diretta a preservare le risorse genetiche di interesse alimentare ed agrario locali dal rischio di estinzione o di erosione genetica attraverso la conservazione *in situ*, ossia nell'ambito di aziende agricole, o *ex situ* in centri di conservazione, nonché a incentivarne la reintroduzione in coltivazione, allevamento o altre forme di valorizzazione (comma 2, articolo 4 della legge del 1 dicembre 2015, n. 194). È composta da Agricoltori e Allevatori custodi (AAC), dai Centri di Conservazione *ex situ* e dalle banche del germoplasma (CCES/BG).

Il DM 24 Ottobre 2018 n. 10400 regola le modalità tecniche di attuazione e funzionamento della Rete Nazionale. L'iscrizione alla Rete Nazionale come agricoltore o allevatore custode è demandata al MASAF, con parere vincolante della Regione a cui è presentata l'istanza di riconoscimento. Per procedere all'espressione del parere la Regione valuta la domanda in base a quanto stabilito dall'allegato 2 punto 6 del DM 10400/2018 "Modalità di riconoscimento degli AAC da parte delle Regioni e Province Autonome di Trento e di Bolzano". Le Regioni e Province Autonome comunicano al Ministero le eventuali rinunce, sostituzioni o subentri nel ruolo di Agricoltore custode, Allevatore custode, Centri di conservazione *ex situ* e/o Banche del germoplasma (CCES/BG) e indicano, in caso di rinuncia senza sostituzione di un soggetto, altri soggetti che subentrino a quello che ha rinunciato, al fine di evitare il rischio di perdita della risorsa genetica.

Ai sensi del DM 10400/2018 l'iscrizione alla Rete Nazionale consente la circolazione, senza scopo di lucro e nell'ambito locale della risorsa genetica, di una modica quantità di materiale di riproduzione o moltiplicazione per il recupero, mantenimento e riproduzione di varietà e razze locali a rischio di estinzione o di erosione genetica iscritte all'Anagrafe Nazionale e alla loro conservazione durevole, nel rispetto della normativa sanitaria e fitosanitaria vigente.

Regione Lombardia favorisce e sostiene il mantenimento del germoplasma di queste varietà in Istituti di ricerca, ai fini della loro rimessa in coltura con

il coinvolgimento delle aziende agricole, applicando varie forme di incentivo e sostegno, in particolare a progetti di conservazione col programma regionale della ricerca e la misura 10.2.01 del Programma di Sviluppo Rurale.

L'iscrizione delle varietà locali tradizionali nel Registro Nazionale o all'Anagrafe Nazionale consente il riconoscimento di una varietà come tale e fa sì che quel genotipo non vada perduto, permette la distribuzione del seme, la rimessa in coltivazione e ne favorisce la valorizzazione come prodotto alimentare locale, territoriale, eventualmente da iscrivere anche nell'elenco dei PAT, prodotti Agro-Alimentari Tradizionali. Tutto ciò, almeno in teoria, dovrebbe favorire la conservazione della varietà, in quanto tornata di interesse per la produzione e la sua commercializzazione.

## Il CREA - Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, sede di Bologna e politiche per la conservazione della biodiversità di patate

Daniela Pacifico, Bruno Parisi

Il termine biodiversità indica la diversità di tutte le forme di vita esistenti sul nostro pianeta. La perdita della biodiversità negli ultimi 50 anni ha portato alla scomparsa dal pianeta di circa 300.000 varietà vegetali (Gaudio, 2022). L'impegno del CREA è quello di preservare la diversità genetica vegetale in ambito agricolo, altrimenti detta agrobiodiversità, tramite la tutela delle banche di germoplasma e il recupero e la valorizzazione di varietà dimenticate. L'agrobiodiversità è infatti una fonte insostituibile di geni "nascosti" che la scienza può sfruttare per affrontare le sfide del futuro come quella del cambiamento climatico e rappresenta pertanto un asset strategico per l'agricoltura resiliente, ossia in grado di adattarsi anche alle aree cosiddette marginali come quelle interne, cioè montane. Il germoplasma selvatico di patata ha storicamente rappresentato una fonte estremamente utile per il miglioramento genetico. Un esempio fu l'introggressione della tolleranza ai danni provocati dalla tignola (*Potato Tuber Moth; Phthorimaea operculella* Zeller) dalla specie diploide *Solanum berthaultii* alle varietà coltivate di *S. tuberosum* (Casarini & Ranalli, 1996). Ad oggi si conoscono (Spooner *et al.*, 2014) 107 specie selvatiche di patata (*wild relatives*) e 4 specie coltivate, quali:

- *Solanum tuberosum* 'Andigenum group', *S. tuberosum* 'Chilotanum group'
- *Solanum ajanhuiri*
- *Solanum juzepczukii*
- *Solanum curtilobum*

Il CREA, nel suo Centro di Ricerca di Cerealicoltura e Colture Industriali, costituito da 8 sedi distribuite su tutto il territorio italiano, custodisce 17.000 accessioni, appartenenti ad oltre 70 specie cerealicole e industriali, tra cui la patata. La sede di Bologna dispone di un laboratorio dedicato alle colture *in vitro* e di un'azienda sperimentale per il mantenimento in purezza delle patate in condizioni di isolamento (tunnel anti-afidi).

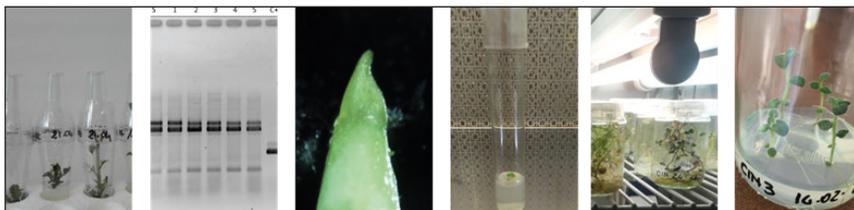
Negli anni '80 sono state perfezionate diverse tecniche di moltiplicazione

*in vitro*, ossia in ambiente confinato. La micropropagazione delle plantule *in vitro* ha diversi vantaggi per la conservazione del germoplasma di patata, tra cui il mantenimento dello stato di sanità del materiale in moltiplicazione. Da diversi decenni, il CREA custodisce e arricchisce le proprie collezioni *in vitro* con varietà tradizionali, ecotipi locali, selezioni clonali e selvatiche, anche se non sempre è stata possibile una caratterizzazione fenotipica completa della pianta. Attualmente detiene una collezione *in vitro* di 83 genotipi di patata (figura 3). Ogni genotipo è conservato quadruplicato in due celle climatiche con temperatura e fotoperiodo controllati. Negli anni la collezione di patate ha fornito la base per l'ottenimento di nuovi materiali e varietà iscritte al Registro Nazionale delle Varietà, connotate dalle principali caratteristiche utili per la pataticoltura italiana: precocità, maggior accumulo di carotenoidi (luteina), dormienza prolungata, bassa tendenza all'addolcimento, adattabilità alla trasformazione industriale, tolleranza a tignola ed elateridi. La sede di Bologna ha iscritto al Registro Nazionale delle Varietà una decina di varietà di patata negli ultimi 20 anni.

Recentemente, l'attività del CREA di Bologna si è focalizzata sul recupero di ecotipi dall'area tipica di coltivazione. Spesso coltivati in alta quota, gli ecotipi italiani di patata rappresentano infatti non solo un importante *pool* genetico da preservare dall'erosione tipica degli ultimi decenni, ma anche un'opportunità economica da non perdere per le comunità di montagna. Negli ultimi trent'anni, la costituzione e diffusione di moderne varietà ha infatti determinato l'abbandono di molti ecotipi di patata. Alcuni di essi sono ancora oggi coltivati localmente nelle diverse regioni italiane, tra cui la 'patata di Campodolcino' (Lombardia), 'la Formazza' (Piemonte), la 'Roti Oigje' (Veneto) e la 'Crispa di Gavoi' (Sardegna). Poiché spesso vengono moltiplicati senza effettuare ripetute operazioni di epurazioni di piante virusate, la maggioranza di questi ecotipi presenta però un decadimento virale con possibili infezioni multiple che si manifestano con ridotta vigoria delle piante e loro scarsa produttività. Il CREA di Bologna recupera i tuberi di ecotipi di patata dall'area di coltivazione tipica e grazie alla collaborazione del CREA-Difesa e Certificazione di Roma, effettua test sierologici e molecolari per la determinazione di fitovirus (PVY, PVX, PLRV). Il risanamento da fitovirus per gli ecotipi moltiplicati per decenni *on farm* è un passaggio quasi obbligatorio dovuto al mancato utilizzo di tubero-seme sano e certificato. Quest'ultimo, infatti, rappresenta una delle più importanti

buone pratiche agricole per migliorare le rese di tuberi ad ettaro. Qualora gli ecotipi risultassero infetti da virus è necessario avviare un processo di risanamento che consiste innanzitutto nell'espianto, inserimento e mantenimento di vitro-piante in collezione: le stesse vengono sottoposte a trattamenti di coltura di meristema e se necessario chemoterapia con ribavirina, rigenerazione e controlli diagnostici e trattamenti ripetuti fino al completo risanamento, ottenuto il quale, dopo la rigenerazione della pianta, il suo acclimatamento in ombraio e la tuberizzazione, è possibile la produzione di materiale sano. È importante tenere conto che poiché l'attività di risanamento può avere tempi molto variabili e dipendenti dalla quantità e specie virali rilevati dall'indagine sierologica, la messa in campo di tubero sano è strettamente vincolata alla durata dell'attività di risanamento che può durare da pochi mesi a più anni.

Per alcuni anni, il Centro di Ricerca di Cerealicoltura e Colture Industriali, in collaborazione con OP Campania Patate, ha contribuito al reperimento, risanamento e moltiplicazione in sanità di tubero-seme della *cultivar* tradizionale campana 'Riccione di Napoli' che, iscritta nel 2012 al Registro Nazionale delle Varietà da Conservazione, divenne il primo ecotipo italiano di patata a transitare in questo specifico Registro, avente lo scopo di normare la reintroduzione nelle zone di origine di germoplasma vegetale locale.



**Figura 3.** In ordine: vitropiante di patata conservate in tubi sterili monouso, gel di agarosio che evidenzia la positività del saggio molecolare alle fitovirosi, apice meristemático di un germoglio di patata, vasi di vetro per la micropropagazione in celle climatiche. Foto di Daniela Pacifico e Anna Taglienti.





## Tecniche di coltivazione di varietà locali di patata

*Bruno Parisi*

### Avvicendamento

Nella rotazione agraria la patata è una coltura da rinnovo; non deve ritornare sullo stesso terreno possibilmente prima di 2-3 anni e si consiglia l'avvicendamento con altre colture sarchiate, anche orticole (meglio non siano altre solanacee), o con cereali autunno-vernini. In genere, rotazioni di 5-6 anni, rispetto a quelle di 3 anni, influiscono sulle rese (+15-20%) con benefici effetti anche sulla qualità merceologica dei tuberi (pezzatura più omogenea). Un ritorno frequente della patata nello stesso appezzamento comporta un aumento della pressione di fitopatie telluriche (rizottoniosi, dattrosi, nematodi), accentuato anche dai residui colturali lasciati in campo. I cereali autunno-vernini sono un'ottima precessione colturale per la patata, poiché liberano presto il terreno permettendone un'ottimale lavorazione entro fine estate. In successione a prati avvicendati la patata trova buone disponibilità di sostanza organica e terreno ben strutturato, ma è più elevato il pericolo di danni da insetti terricoli, specialmente elateridi.

### Lavorazioni del terreno

La patata richiede i lavori preparatori classici delle colture da rinnovo, con terreni ben affinati, preceduti da un'aratura di media profondità (45-50 cm): questa è oltremodo necessaria nei terreni di medio-impasto con problemi di compattamento in quanto l'apparato radicale della patata ha scarsa capacità di penetrazione e gli stoloni non riuscirebbero ad approfondirsi adeguatamente. L'epoca di aratura varia a seconda della natura del suolo: i terreni di medio-impasto e soprattutto quelli argillosi, vanno arati per tempo nel periodo estivo. Una valida alternativa all'aratura profonda è la ripuntatura profonda (50-60 cm), seguita da una aratura più superficiale (30 cm). Dopo l'aratura vanno ancora eseguite una o più lavorazioni superficiali, avendo sempre cura di non compromettere la sofficità

del suolo altrimenti le radici non si svilupperanno adeguatamente in profondità nei terreni fortemente compattati, con gravi problemi di crescita per scarsità di ossigeno nel suolo nonché sofferenza da stress idrico (appassimento fogliare) durante l'estate. L'ultima lavorazione pre-impianto è rappresentata dalla preparazione dei "solchi di semina": è opportuno che tale lavorazione venga eseguita in autunno o inizio inverno, in modo che gli agenti atmosferici invernali (gelo) perfezionino l'amminutamento della superficie su cui verranno impiantati i tuberi-seme. Tutto ciò, quando non si opti per l'utilizzo di piantatrici automatiche operanti su terreno ancora pianeggiante, le quali provvedono, in un unico passaggio, ad aprire i solchi, a depositare i tuberi-seme e a ricoprire gli stessi immediatamente.

## Fertilizzazione

- **Concimazione chimica:** essa deve basarsi, innanzitutto, sul fabbisogno fisiologico di nutrienti sapendo che per produrre una tonnellata di tuberi sono necessari: 4 kg di azoto, 1,5 kg di anidride fosforica e 6 kg di ossido di potassio. La disponibilità di azoto (a volte anche di fosforo) del terreno spesso non è sufficiente a provvedere al fabbisogno della coltura, ed è necessaria la concimazione utilizzando fertilizzanti binari NP.
- **Azoto:** l'azoto è l'elemento che maggiormente influenza la resa produttiva della patata, stante il suo ruolo nel determinare lo sviluppo del fogliame e la sua efficienza fotosintetica, fattori che presiedono all'accumulo di amido nei tuberi. La disponibilità di azoto nitrico nel terreno non è facile da definire per via analitica e altrettanto complesso da stimare per vari motivi (ritmo dei processi di mineralizzazione e nitrificazione, lisciviazione, denitrificazione). Questo rende difficile avere modelli affidabili sulla dotazione di azoto del terreno nel corso del tempo e di conseguenza quantificare esattamente gli apporti necessari per la coltura. Si ritiene, sulla base di varie esperienze agronomiche, che il fabbisogno di azoto per una produzione di 30 t/ha di tuberi, si aggiri su 120-130 kg/ha da frazionare in 2 interventi (70% alla semina, 30% alla rincalzatura).
- **Fosforo e potassio:** la patata ha esigenze alte di fosforo e ancor più alte di potassio. Il fosforo è fattore di precocità e favorisce lo sviluppo radicale; la sua carenza, specialmente nelle prime fasi di sviluppo della pianta, provoca un vistoso raccorciamento della lunghezza degli internodi fogliari con piante che si presentano di taglia compatta con una forte riduzione di emissione di stoloni. La patata è pianta potassofila ed il potassio è

l'elemento maggiormente assorbito con un ruolo importante nella sintesi glucidica nelle foglie e favorisce la traslocazione dell'amido nei tuberi. L'analisi del contenuto di fosforo e del potassio assimilabili presenti nel terreno consente di giudicarne il livello di disponibilità. In un terreno normalmente dotato si apporta una concimazione di mantenimento equivalente alle asportazioni; in un terreno povero si applica una concimazione di arricchimento, in terreno molto ricco le dosi possono essere ridotte. Le concimazioni di fosforo e potassio che più comunemente si fanno alla patata sono le seguenti: 100-120 kg/ha di  $P_2O_5$  e 200-250 kg/ha di  $K_2O$ .

- **Concimazione organica:** la sostanza organica classica, di cui hanno da sempre beneficiato i terreni agricoli, è il letame. La sua importanza è fondamentale per la strutturazione fisica, agendo favorevolmente sulla struttura del terreno e sulla sua capacità di ritenzione idrica. Specialmente nelle annate secche, la patata potrebbe avvantaggiarsi maggiormente delle letamazioni pre-aratura (fino a 60-70 t/ha-anno) che della somministrazione di concimi minerali.

### **Epoca di semina, preparazione dei tuberi-seme e cure colturali principali**

L'epoca normale di piantamento della patata è quando è passato il periodo dei geli tardivi e la temperatura del terreno ha raggiunto gli 8-10°C necessari per la germogliazione: condizioni che si riscontrano in marzo-aprile nelle regioni settentrionali, più tardi nelle zone di montagna. I tuberi da utilizzare per la piantagione possono presentare dimensioni assai varie. Nel caso di tuberi più grossi, questi vengono frazionati in due o più parti. Quando si rende necessaria l'operazione del taglio, questa può essere fatta a mano o meccanicamente: la prima consente un lavoro più accurato assicurando che ogni frazione di tubero abbia un numero di "occhi" per quanto possibile simile. Il taglio è consigliabile venga fatto alcuni giorni prima del piantamento per dar modo alle superficie di taglio di suberificarsi, evitando l'insorgere di marciumi (figura 4). In genere, sia con l'utilizzo di tuberi di diametro 35-45 mm (da usare interi) che con tuberi più grossi e tagliati, occorrono attorno alle 1,5-2,5 tonnellate di tuberi-seme per ettaro e tali quantità possono superare le 3 tonnellate nel caso di utilizzo di tuberi di calibro 45-55 mm interi.



**Figura 4.** Tuberi-seme tagliati in attesa di semina. Attendere un'adeguata suberizzazione della superficie di taglio è molto importante al fine di evitare l'insorgere di marciumi. Foto di Bruno Parisi.

### **Pre-germogliamento**

Si tratta di una vecchia pratica che conserva ancora una grande valenza agronomica poiché consente di anticipare l'emergenza delle piante dal terreno abbreviando di 10-15 giorni il ciclo vegetativo. Il sistema più usuale è quello di disporre i tuberi-seme, in non più di due strati, in cassette accatastabili, in ambiente con luce naturale alla temperatura tra 12 e 16°C (figura 5) e dopo tre-quattro settimane si palesano già germogli lunghi 10-12 mm e i tuberi-seme sono pronti per essere piantati, operazione da fare con molta cura per evitare la rottura dei germogli.



**Figura 5.** Tuberi-seme posti a pre-germogliare in cassetta di legno. Tale tecnica, nonostante molto datata, conserva ancora una grande importanza agronomica in quanto consente di anticipare la conclusione del ciclo colturale. Foto di Bruno Parisi.

### **Modalità di semina e densità di piantamento**

Le patate si piantano a file distanti 0,70-0,90 m in fondo a solchi che consentano di porre i tuberi-seme alla profondità di 10-15 cm. Per avere una densità ottimale di 5 piante per m<sup>2</sup> con file distanti 0,8 m i tuberi-seme vanno posti a 0,25 m l'uno dall'altro sulla fila. Le fittezze di piantamento più usuali variano da 4 a 6 piante per m<sup>2</sup>: fittezze minori si adottano nel caso di tuberi-seme grossi che producono molti steli e viceversa. La semina è fatta con macchine pianta-tuberi che aprono il solco, depongono i tuberi alla distanza prefissata e richiudono il solco pareggiando il terreno. Le macchine pianta-tuberi possono essere semiautomatiche o automatiche: le prime, tipicamente usate nei terreni pre-assolcati prima della semina, richiedono che l'organo distributore sia alimentato da un operatore.

### **Rincalzatura**

Con la rincalzatura si addossa terreno dell'interfila alla fila di piante di patata in modo da favorire l'emissione di stoloni dalla parte interrata degli

steli (figura 6). La rincalzatura si effettua 2-3 settimane dopo l'emergenza delle piante dal terreno, con germogli allo stadio di 2-3 foglie. Per realizzare una buona rincalzatura è necessario che il terreno sia stato ben preparato e abbia conservato un'adeguata sofficità e può essere eseguita con appositi rincalzatori (a doppio vomere, a dischi, etc.).



**Figura 6.** Coltivazione di patata appena sottoposta a rincalzatura. La cura di tale operazione agronomica è di importanza notevole ai fini della produttività. Foto di Bruno Parisi.

### **Il controllo delle malerbe**

La coltura di patata può essere infestata da diverse specie botaniche di malerbe dicotiledoni a nascita invernale (crucifere, poligonacee) e primaverile-estiva (amaranto, cencio molle, erba morella, farinello). L'epoca di impiego dei principi attivi va dal periodo di pre-semina fino a quella fondamentale di pre-emergenza, ed eventualmente al trattamento di post-emergenza qualora la presenza di infestanti lo richieda. Il ricorso al diserbo chimico va attuato sempre secondo le prescrizioni tecniche e le limita-

zioni contenute nei disciplinari di produzione integrata in vigore a livello regionale. In particolare, per una buona realizzazione tecnica di diserbo chimico della patata, riveste fondamentale importanza l'azzeramento delle malerbe in pre-semina con sostanze attive ad azione antigerminello (*napropamide*) o ad assorbimento fogliare (*glyphosate*). La successiva applicazione di erbicidi pre-emergenza dopo l'ultima rincalzatura della coltura si esegue con miscele varie di più principi attivi (*aclonifen, clomazone, diflufenican, flufenacet, metobromuron, metribuzin, pendimetanil, prosulfocarb*), scelti sulla base di una accurata conoscenza della composizione della flora infestante il sito di coltivazione e quindi delle infestazioni di malerbe attese. L'applicazione degli erbicidi pre-emergenza dopo l'ultima rincalzatura con terreno fresco risulta determinante per la loro attivazione in assenza di pioggia. Applicazioni tardive eseguite poco prima dell'emergenza dei germogli espongono maggiormente la coltura a rischi di fitotossicità (*aclonifen*). Nel caso il diserbo di pre-emergenza non sia stato effettuato per impossibilità di accesso in campo (periodo piovoso) oppure abbia mal controllato l'emergenza di infestanti, si interviene su plantule di malerbe poco sviluppate con *rimsulfuron* o *metribuzin*, il primo dei quali risulta più attivo, oltre che verso le graminacee, verso le varie famiglie a foglia larga. *Metribuzin* rimane fondamentale per le applicazioni estintive da effettuarsi con malerbe allo stato cotiledonare e va utilizzato con precauzione sulle varietà di patata locali poiché spesso non si conosce la loro sensibilità a questa sostanza attiva e queste dopo l'intervento di diserbo chimico possono mostrare pesanti ingiallimenti con transitorie interruzioni della crescita: in caso di presenza di infestazioni miste può essere integrato in miscela a graminicidi specifici (*ciclossidim, propaquizafop, clethodim, quizalofop*). Per i produttori biologici il controllo delle malerbe infestanti è più ostico e nonostante l'applicazione di specifiche tecniche agronomiche (false semine) e lavorazioni ripetute con attrezzature dedicate (sarchiatrici interfilari, a dita, etc.), spesso risulta indispensabile l'intervento di scerbatura manuale.

## Irrigazione

La patata ha esigenze idriche piuttosto alte in quanto si sviluppa durante un periodo dell'anno (primavera-estate) in cui le precipitazioni sono ridotte; a ciò si unisce il fatto che il suo apparato radicale è poco profondo e questo aumenta la propensione della coltura allo stress idrico. È anche

noto che gli stress idrici aumentano l'incidenza di scabbia comune sui tuberi. Le fasi fenologiche di stolonizzazione e di tuberizzazione sono le più critiche: in caso di periodi caldi e siccitosi la pianta differenzierà pochi tuberi se non viene soddisfatto il suo fabbisogno idrico. Una coltura con un ridotto numero di tuberi in questa fase, anche se razionalmente irrigata in seguito, non potrà più raggiungere rese adeguate: si possono avere decrementi produttivi anche del 40-60%, sino ad arrivare a situazioni estreme dell'80%. In zone di montagna, per motivi orografici, l'irrigazione della patata è molto difficile da praticare. Non rari però sono i pataticoltori che riescono ad utilizzare metodi di irrigazione a media/bassa pressione di esercizio, quali:

- per aspersione (*minisprinklers*)
- localizzata in superficie (manichette e ali gocciolanti)

Quando si devono irrigare piccole superfici spesso si pratica l'irrigazione a scorrimento (infiltrazione da solchi laterali).

## Lo stoccaggio post-raccolta dei tuberi

*Bruno Parisi, Emanuele Vegini*

Lo stoccaggio delle patate rappresenta l'ultimo passaggio della catena di produzione e riveste un ruolo chiave sul mantenimento della qualità dei tuberi: si pensi infatti che la maggior parte dei danni causati alle patate viene provocato in fase di trasporto e stoccaggio. Lo stoccaggio rappresenta dunque un passaggio fondamentale a cui prestare le dovute attenzioni.

La conservazione dei tuberi ha come obiettivo quello di minimizzare il deterioramento del prodotto, mantenendone inalterate le caratteristiche organolettico-sensoriali. Il periodo di conservazione è molto variabile e dipende da diversi fattori quali il tipo di varietà e le condizioni dell'ambiente: esso può raggiungere gli 8-9 mesi e oltre in condizioni ottimali, mentre si può ridurre a poche settimane quando le patate vengono conservate a temperatura ambiente.

Le condizioni essenziali da rispettare, oltre a osservare i giusti tempi di raccolta con tuberi scavati a completa maturazione e in buone condizioni igienico-sanitarie, sono il mantenimento dell'oscurità, un'adeguata ventilazione e il controllo della temperatura, quest'ultima variabile a seconda dell'uso a cui sono destinate le patate (ad esempio 2-4°C per le patate da seme, 5-6°C per quelle da consumo, 8-10°C per quelle ad uso industriale).

Siccome il solo frigestoccaggio a bassa temperatura non è sufficiente ad evitare il germogliamento dei tuberi, per garantire una loro durata prolungata si ricorre all'uso di antigermoglianti che vengono introdotti in forma gassosa negli ambienti di conservazione. In Italia, ad oggi, sono autorizzate solo due sostanze attive ad azione antigermogliante, ossia l'etilene e l'olio di menta: entrambe sono anche utilizzabili in agricoltura biologica in quanto inserite nell'allegato II del Reg. n. 889/2008 (così come modificato dal Reg. n. 2019/2164).

Temperatura e umidità relativa sono due parametri cruciali anche per il controllo delle malattie fungine che possono colpire i tuberi di patata

durante la conservazione post-raccolta. Un aspetto molto importante da considerare per il mantenimento della temperatura è l'isolamento termico del magazzino, in grado di incidere notevolmente sul piano economico, evitando spese e consumi di energia eccessivi. Inoltre, un adeguato sistema di ventilazione aiuta notevolmente la distribuzione omogenea della temperatura ambientale, favorendo anch'esso un minor spreco di energia e denaro; spesso lo scambio con aria esterna fresca e asciutta, può rappresentare una buona soluzione tecnica soprattutto in zone di altura dove spesso l'aria esterna è più fredda di quella all'interno delle strutture di stoccaggio.

Lo stoccaggio può essere effettuato essenzialmente raccogliendo le patate in due diverse modalità: (1) alla rinfusa mediante l'accatastamento dei tuberi in pile/cumuli, oppure (2) ponendoli in casse, ovvero in contenitori di legno/plastica (*bins*) di dimensioni variabili da 6 a 12 quintali. In Italia è la seconda modalità quella prevalentemente utilizzata. Ciascuno dei due metodi ha i suoi vantaggi e svantaggi: lo stoccaggio alla rinfusa richiede spazi minori, ma con un maggior rischio di danni provocati dalla pressione esercitata dal peso delle patate (figura 7) e dall'innalzamento della temperatura che può provocare la germinazione dei tuberi (soprattutto al centro profondo del cumulo); per questo motivo in questa tipologia di stoccaggio si consiglia di non superare i 4 metri di altezza per le patate destinate all'uso alimentare e i 3 metri per quelle da seme. Diversamente l'accatastamento in cassoni permette di raggiungere altezze superiori impilando i contenitori (figura 8), necessitando però di superfici maggiori in quanto occorrono spazi perimetrali sufficientemente larghi per permettere il ricircolo dell'aria.



**Figura 7.** Danni da schiacciamento provocati dalla pressione esercitata dal peso dei tuberi quando stoccati in *bins* da 1.200 kg. Foto di Bruno Parisi.



**Figura 8.** *Bins* di legno impilati in cella di frigestoccaggio. Foto di Bruno Parisi.

Il ricircolo dell'aria è un aspetto fondamentale in quanto, come visto, aiuta al mantenimento della temperatura. Una buona ventilazione inoltre permette:

- il ripristino di adeguati livelli di ossigeno evitando l'insorgere di gravi fisiopatie interne dei tuberi (cuore nero);
- una buona asciugatura dei tuberi che consente una rapida cicatrizzazione delle ferite e danneggiamenti (spellature) derivanti dalla raccolta meccanica, evitando che su di esse si insedino marciumi secchi (*Fusarium* – figura 9);
- di evitare la formazione di condensa sui tuberi, situazione questa particolarmente favorevole alla diffusione della scabbia argentea (*Helminthosporium solani*) che può provocare gravi danni estetici ai tuberi (riduzione della lavabilità).

Fondamentale per un buon frigestoccaggio è il mantenimento di adeguati livelli di umidità relativa che dovrebbero oscillare tra 90-92%: il tubero è un organo vivo che ha un suo metabolismo respiratorio anche a basse temperature ed essendo costituito principalmente da acqua, tende a perderla in condizioni di bassa umidità e un'eccessiva disidratazione può comportare notevoli perdite sia economiche per calo di peso e di qualità merceologica del prodotto (raggrinzimento).

Vanno infine ricordati anche i parassiti in grado di attaccare le patate stoccate, causando anche ingenti danni. Tra questi il più importante è la tignola della patata (*Phthorimaea operculella*), i cui attacchi possono portare a perdite molto onerose: le larve di questo lepidottero gelechide scavano gallerie al di sotto della buccia aprendo la strada ad agenti patogeni secondari come i marciumi da batteri pectolitici che provocano la decomposizione dei tuberi.



**Figura 9.** Tuberi in frigoconservazione con presenza di marciume secco da *Fusarium*. Foto di Bruno Parisi.





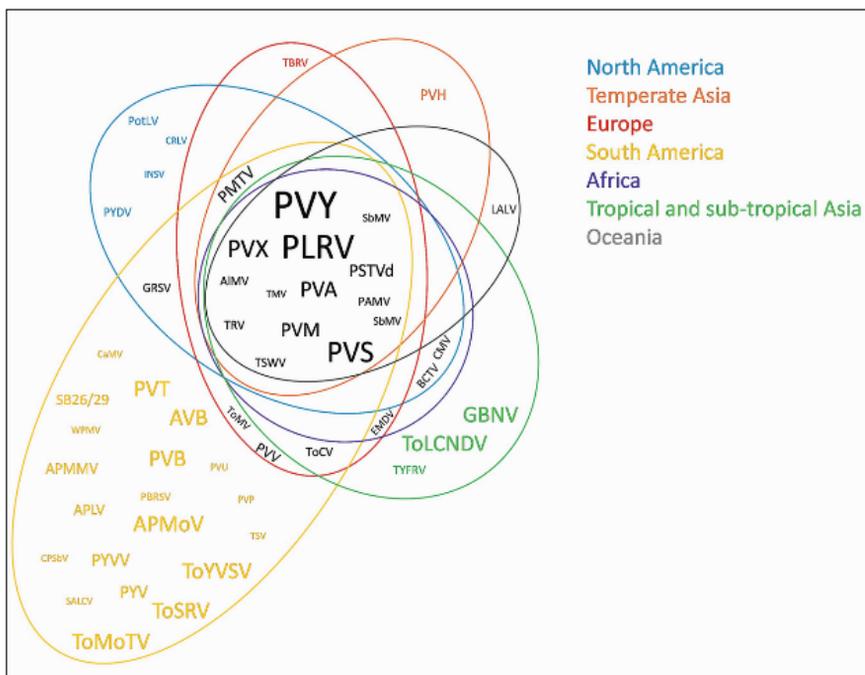
## Le virosi delle patate

*Bruno Parisi*

A livello planetario, sono noti più di 50 fitovirus che infettano la coltura della patata (figura 10): essi causano generalmente riduzione, anche molto pronunciata del vigore di vegetazione (sviluppo stentato), distorsioni e bollosità delle foglie (*leaf rolling*), giallumi fogliari (*mosaic*) e necrosi fogliari nervali e vascolari di singoli fusti o anche dell'intera pianta. L'infezione virale delle piante può avere pesanti risvolti economici per il pataticoltore poiché le rese produttive ad ettaro si abbassano molto fino a rendere economicamente svantaggiosa la stessa coltivazione.

In termini di importanza di diffusione, i fitovirus PVY e PVS sono quelli più frequenti in Italia; altri fitovirus meno frequenti, ma comunque noti per essere associati al decadimento virale del tubero-seme di patata nel nostro Paese sono PLRV, PVX e PVA.

Sono inoltre noti effetti sinergici determinati dalla co-presenza in pianta dei fitovirus: con combinazioni virali come PVY+PLRV, PVY+PVX e PVX+PVA si arriva a riduzioni di resa anche superiori all'80%.



**Figura 10.** Diagramma VENN che illustra la presenza geografica dei virus della patata più comuni in tutto il mondo. La loro importanza/incidenza relativa a livello globale o regionale nel caso in cui siano geograficamente limitati, è definita dalla dimensione dell'acronimo del virus. Fonte: Kreuze *et al.*, 2020.

I tuberi-seme infetti rappresentano il principale e permanente elemento di diffusione delle virosi soprattutto quando, per indisponibilità di materiale da semina sano o a bassa carica virale (problematica che riguarda quasi sempre le varietà locali), vengono utilizzati quelli derivanti da coltivazioni precedenti (uso-seme aziendale): le piante che si originano da questi tuberi-seme infetti, oltre ad essere serbatoio di diffusione delle virosi nelle coltivazioni limitrofe (prevalentemente a mezzo di afidi vettori), generano pochi tuberi e di calibro molto ridotto, cosa che ovviamente ha pesanti risvolti negativi sulla redditività economica della coltura.

La trasmissione diretta di 4 dei fitovirus più importanti in Italia (PVY, PLRV, PVS e PVA) alle piante di patata avviene a mezzo afidi, insetti vettori dei virus molto pericolosi ed efficienti, le cui specie principalmente coinvolte sono *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis fabae*, *A. gossypii*, *Aulacorthum solani*,

*Brachycaudus helichrysi*, *Brevicoryne brassicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Phorodon humuli* e *Sitobion avenae*. Le modalità di trasmissione note sono:

- **non persistente:** il virus viene trasmesso dall'afide (anche in meno di 30 secondi) alla pianta sana mediante le punture di "assaggio" (*stylet punctures*), effettuate dal fitomizo nella fase di scelta della pianta ospite sulla quale svolgerà poi la sua attività trofica. Questo accade in quanto l'afide, anche quando non virulifero, arrivato sulla coltivazione di patata con presenza di piante virosate (perché originatasi da tuberi infetti), effettua svariate punture fogliari di suzione con il suo stiletto boccale che si imbratta di particelle virali le quali vengono traslocate poi da piante virosate a piante sane. L'infettività dello stiletto può durare anche oltre 10 ore ed il processo di acquisizione-inoculazione può essere ripetuto indefinitamente dallo stesso insetto. Tra i virus della patata, quelli più importanti con questa modalità di trasmissione sono il PVY (inclusi i suoi ceppi più temuti quali PVY<sup>N</sup> e PVY<sup>NTN</sup>), PVS e PVA.
- **persistente:** il virus viene acquisito dall'afide nel giro di un'ora circa, poi deve intercorrere un periodo di latenza dell'ordine di giorni od anche di settimane prima che l'afide possa trasmettere l'agente virale a piante sane. La persistenza del virus all'interno dell'afide può durare anche per la sua intera vita, con possibilità di replicarsi nelle sue cellule (virus propagativi) oppure solo accumulandosi (virus circolativi). Tra il virus della patata quello più importante con questa modalità di trasmissione è il PLRV.

Dal punto di vista eco-epidemiologico, per entrambe le modalità di trasmissione, l'afide acquisisce di volta in volta nell'ambiente in cui si sposta, l'agente virale da trasmettere da piante infette sia di patata che di malerbe infestanti, tra le quali alcune delle specie note per fungere da serbatoio e fonte infettiva primaria quali: *Amaranthus spp.*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Datura stramonium*, *Erigeron canadensis*, *Solanum dulcamara*, *S. nigrum*, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum officinale* (Boukhris-Bouhachem *et al.*, 2017; Kaliciak & Siller, 2009; Szabo *et al.*, 2020).



## Principali virus delle patate

Bruno Parisi

### Virus del mosaico nervale (PVY)

È la virosi più grave e diffusa della patata: può avere pesanti ripercussioni sia dirette (scarsa produttività della coltura) che indirette (difficoltà ad ottenere tubero-seme di qualità). La sua trasmissione avviene per mezzo di vettori (afidi) e all'uso ripetuto di tubero-seme infetto: la sintomatologia della malattia può variare in funzione della varietà colpita e del ceppo virale che ha prodotto l'infezione. I sintomi più frequenti consistono in una maculatura e rugosità dei lembi fogliari, mentre le nervature manifestano fenomeni necrotici (più visibili nella pagina fogliare inferiore), che talvolta arrivano al picciolo ed allo stelo.

Del virus sono noti ceppi normalmente classificati in tre gruppi con virulenza differente:  $Y^0$  (i ceppi più comuni, ma relativamente meno dannosi),  $Y^N$  (agenti di necrosi nervali sul tabacco) e  $Y^C$  (i più dannosi, causa di forti processi necrotici sullo stelo e sulla buccia dei tuberi). In Italia sembra poco diffuso il ceppo  $Y^C$ , diffuso invece nel Nord Europa. Altro ceppo con gravissime sintomatologie sui tuberi è PVY<sup>NTN</sup>, che in Italia fu segnalato per la prima volta nel 1997. Sulle varietà di patata sensibili (ad esempio 'Desiree'), nonostante le piante in campo mostrino prevalentemente sintomi lievi di mosaico fogliare (figura 11), i tuberi alla raccolta presentano gravi alterazioni della buccia con presenza di aree necrotiche circolari che non ne consentono la commercializzazione perché di aspetto merceologico inadeguato. La malattia è nota come *Potato Tuber Necrotic Ringspot Disease*: l'aspetto esteriore del tubero è compromesso anche se il difetto non interessa la zona sotto la buccia.

L'infezione di PVY è trasmessa da afidi in maniera non persistente e *Myzus persicae* è di gran lunga la specie più efficiente (tabella 1): i brevissimi periodi intercorrenti tra l'acquisizione del virus da parte dell'afide e l'infezione trasmessa alla nuova pianta sana, sono tali da annullare ogni beneficio dei trattamenti aficidi. Per contenere i gravissimi danni sui tuberi derivanti da piante PVY<sup>NTN</sup> è importante seminare tubero-seme a bassa presenza di PVY<sup>N</sup>.



**Figura 11.** A sinistra: necrosi circolari sui tuberi determinate da infezioni di virus PVY<sup>NTN</sup>. A destra: sintomi fogliari di infezione da PVY (virus del mosaico nervale). Foto di Bruno Parisi.

Specie	Formanti colonie su piante di patata <sup>1</sup>	PVY-REF <sup>2</sup>				
		AFBI <sup>3</sup>	Van Harten <sup>4</sup>	Sigvald <sup>5</sup>	Cerato et al. <sup>6</sup>	Valori medi
<i>Myzus persicae</i>	X	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	===	0.70	0.05	0.70	-	0.48
<i>Aphis gossypii</i>	X	-	-	-	0.16	0.16
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	X	0.20	0.10	-	0.11	0.14
<i>Aphis fabae</i>	X	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
<i>Sitobion avenae</i>	===	0.01	-	0.01	0.01	0.01

**Tabella 1.** Efficienza di trasmissione di PVY su patata ad opera di alcune specie di afidi diffuse in Italia.

<sup>1</sup>Le specie formanti colonie hanno un ruolo anche nella diffusione di virus a trasmissione persistente (ad esempio PLRV).

<sup>2</sup>L'efficienza di trasmissione di specie afidiche è utilizzata per calcolare il rischio potenziale ed è espresso come *Relative Efficiency Factor* (REF); alla specie *Myzus persicae* (la più efficiente) è nominalmente assegnato REF=1.

<sup>3</sup>[www.afbini.gov.uk](http://www.afbini.gov.uk)

<sup>4</sup>Van Harten (1983).

<sup>5</sup>Sigvald (1984).

<sup>6</sup>Cerato et al. (1994).

### Virus dell'accartocciamento fogliare (PLRV)

È un virus specifico della patata: in natura il PLRV infetta solo questa specie agraria. Da un punto di vista sintomatologico si distinguono un accartocciamento fogliare primario ed uno secondario: nel primo caso, il virus è trasmesso da afidi e si manifesta con un caratteristico ripiegamento delle foglie verso l'alto (chiusura fogliare "a doccia"), che in seguito assumono una consistenza spessa ed una colorazione rossastra; nel secondo caso, il virus è trasmesso precocemente attraverso tuberi già infetti e si manifesta con uno sviluppo stentato dei germogli (*stunting*) e l'accartocciamento fogliare (*rolling*) delle foglie basali (figura 12). La malattia impedisce la traslocazione floematica dei carboidrati (saccarosio) dalle foglie ai tuberi, per formazione di tappi di callosio ed insorgenza di fenomeni necrotici nei vasi floematici.

Il virus viene trasmesso da numerosi afidi (*Myzus persicae* prevalentemente, ma anche altre specie formanti colonie su piante di patata), in maniera persistente. Dato il tempo notevole che intercorre tra l'acquisizione del virus dalla pianta infetta e la successiva inoculazione dello stesso nella pianta sana, i trattamenti aficidi sulla coltura possono risultare assai utili per evitare la diffusione in campo.



**Figura 12.** Sintomatologia tipica (accartocciamento fogliare) di PLRV. Foto di Bruno Parisi.

### Virus dei mosaici leggeri (PVS, PVX, PVA)

Sono virus rinvenibili, oltre che su patata, anche su altre Solanacee sia spontanee che coltivate, nonché su svariate malerbe infestanti.

Sulle piante di patata, di solito, si rinvengono sintomi molto lievi (*mild mosaic*), che diventano più gravi nel caso di infezioni miste. Ad esempio, l'infezione di PVX+PVY provoca un'alterazione nota come *Mosaico rugoso* caratterizzata da mosaicature apicali, nanismo e rugosità della lamina (figura 13); invece, l'infezione di PVX+PVA provoca bollosità internervali. Per PVS la trasmissione può essere a mezzo di afidi vettori oppure per contatto con piante infette, per PVA è solo a mezzo di afidi vettori, mentre per PVX è meccanica, causata da contatto con piante malate o residui infetti rimasti nel suolo.

La difesa contro questi virus è rappresentata dall'utilizzo di tubero-seme sano: per PVX e PVS è altamente sconsigliato ricorrere alla semina di tuberi aziendali (uso-seme) tagliati perché ne deriva poi una diffusione altissima in campo.



**Figura 13.** Sintomatologia tipica (mosaico fogliare leggero) di PVX. Foto di Bruno Parisi.

# Strategie per contenere la diffusione delle virosi nei tuberi: un percorso di 5 azioni

Bruno Parisi

## Azione 1 – La qualità del seme impiegato

- fondamentale conoscere il livello di infezione virale presente nel seme. Impossibile recuperare produttività utilizzando seme con elevati livelli di virosi;
- evitare, perché insensato, di seminare seme virosato;
- se si vuole ottenere “seme aziendale” di sufficiente qualità, si dovrebbe partire dall'utilizzo di seme certificato categoria Base (classe E max - figura 14);
- isolamento spaziale della coltivazione da:
  - altri appezzamenti coltivati a patata;
  - appezzamenti che hanno avuto coltivazione di patata l'anno precedente, per via della presenza di ricacci (*groundkeepers/volunteers* - figura 15);
  - da luoghi dove sono presenti cumuli (*dumps*) di tuberi di scarto con ricacci (figura 16).

## Alcuni suggerimenti operativi:

- evitare situazioni operative miste (produzione da consumo + produzione da seme);
- seminare in autunno strisce perimetrali di un cereale a paglia (frumento, orzo, avena, farro, triticale) lungo i bordi dell'appezzamento su cui si semineranno patate in primavera; gli afidi alati durante il loro volo si fermeranno sulla striscia di cereali «rinettando» il loro apparato boccale pungente-succhiatore;
- collocare tra le file di patata della paglia di cereale. Questa pratica ha tre risvolti positivi, quali:
  - disturbo per gli afidi (minor contrasto ottico del terreno pacciamato sui voli afidici);
  - effetto *mulching* sulle malerbe infestanti (pataticoltura biologica);
  - abbassamento della temperatura del suolo in estate con mantenimento della sua umidità;

- *intercropping* (coltura consociata o promiscua) seminando avena forestiera (*Avena strigosa*) subito dopo la rincalzatura delle patate. Dopo l'emergenza l'avena viene lasciata crescere fino alla comparsa dei primi boccioli fiorali delle patate, quindi eliminata con sostanze attive a specifica azione avenicida (*ciclossidim, clethodim, propaquizafop, quizalofop, rimsulfuron*).



**Figura 14.** Cartellini ufficiali di lotti di tuberi-seme certificati di categoria Base (classe E): origine Olanda (cultivar 'Desiree', virosi 1% max) e Danimarca (cultivar 'Kennebec', virosi 2% max). Foto di Bruno Parisi.



**Figura 15.** Ricacci di patata da coltivazioni precedenti: si è accertato che 300-400 ricacci/ettaro equivalgono ad un aumento dell'1% del livello di virosi nei tuberi dei nuovi lotti. Foto di Bruno Parisi.



**Figura 16.** Cumuli di tuberi di scarto abbandonati. I ricacci sono un'elevata sorgente di inoculo virale per gli afidi. Foto di Bruno Parisi.

## Azione 2 – Epurazioni manuali indispensabili

La rimozione manuale delle piante virosate, nota come epurazione (*roguing*) dagli appezzamenti destinati a produrre tubero-seme (ed anche da consumo, se è intenzione utilizzarne come uso-seme aziendale) è indispensabile.

Di seguito alcuni dettagli operativi:

- almeno 2-3 ispezioni di campo vanno fatte (da 50% piante emerse a fine fioritura);
- per l'operatore di campo (epuratore/*roguer*) è importante avere l'occhio allenato (*expertise visiva*) perché alcune virosi (PVS, PVX, PVA) presentano solo sintomi lievi (*latent viruses*);
- effettuare epurazioni non con piena intensità luminosa (meglio entro le ore 10:00, per riprendere poi dopo le 18:00) perché i sintomi lievi si vedono meglio (figura 17);
- in campo le infezioni virali primarie sono determinate da afidi (*aphid-borne*) quelle secondarie da eventuali tuberi infetti (*seed-borne*): i sintomi su piante originate da tuberi-seme infetti sono più facili da individuare.



**Figura 17.** Operazione di epurazione in pieno campo delle piante con sintomi da infezioni virali. Fonte: [https://twitter.com/mathers\\_of/status/1421334812498055171/photo/2](https://twitter.com/mathers_of/status/1421334812498055171/photo/2)

### Azione 3 – Conoscere l'interazione varietà/virus

È importante che il pataticoltore sia a conoscenza del livello di resistenza della varietà che vuole utilizzare ai virus.

La sensibilità varietale alle infezioni virali (*virus propensity*) è un'informazione disponibile in rete (<https://varieties.ahdb.org.uk> - figura 18) oltre che spesso indicata nelle schede di descrizione varietale realizzate dalle ditte che si occupano della commercializzazione del seme certificato.

Per le varietà molto sensibili, occorre adottare misure di protezione supplementive quali:

- copertura precoce (alla rincalzatura e comunque prima dell'emergenza della coltura), con agrotessile (TNT) in pieno campo (figura 19);
- copertura precoce con tunnel anti-afidi da allestire prima della rincalzatura, ovvero dell'emergenza della coltura (figura 20);
- semine in altura oltre i 1.300 m di quota, dove i voli afidici sono assenti (figura 21).

The screenshot shows the AHDB Potato Variety Database search interface. The header includes the AHDB logo and 'POTATO VARIETY DATABASE' with navigation links for Home, Search, and Varieties. The main section is titled 'ADVANCED SEARCH' and contains a search form. The search criteria are set to 'Resistance to Potato Virus Y' with a dropdown menu. The 'State' column shows checkboxes for values 1 through 9, with 8 and 9 selected. Below the search form, the 'RESULTS' section displays a grid of potato varieties: Alouette, Amany, Betty, Clairette, Constance, Golden Beauty, Lady Amarilla, Lady Valora, Nitza, Orwell, Sunita, and Triplo.

Character	State
Resistance to Potato Virus Y	<input type="checkbox"/> 1
	<input type="checkbox"/> 2
	<input type="checkbox"/> 3
	<input type="checkbox"/> 4
	<input type="checkbox"/> 5
	<input type="checkbox"/> 6
	<input type="checkbox"/> 7
	<input checked="" type="checkbox"/> 8
	<input checked="" type="checkbox"/> 9

RESULTS				
Alouette	Amany	Betty	Clairette	Constance
Golden Beauty	Lady Amarilla	Lady Valora	Nitza	Orwell
Sunita	Triplo			

**Figura 18.** Screenshot di ricerca effettuata su database AHDB per elevata resistenza a PVY. Fonte: <https://ahdb.org.uk/>



**Figura 19.** Protezione delle piante di patata con agrotessile, detto anche tessuto-non-tessuto (TNT) presso i campi dimostrativi del progetto RESILIENT a Madesimo (Valle Spluga – SO). Foto di Bruno Parisi.



**Figura 20.** Protezione delle piante di patata con tunnel coperto con rete anti-afidi presso i campi dimostrativi del progetto RESILIENT a Fraciscio, frazione di Campodolcino (Val San Giacomo – SO). Foto di Bruno Parisi.



**Figura 21.** Preparazione del terreno di semina. Madesimo (SO), in Valle Spluga, per la sua altitudine (oltre 1.200 m.s.l.m.) e la scarsità di coltivazioni di patata da consumo, è un sito molto interessante per la produzione di tuberi di patata da utilizzare come seme. Foto di Stefano Barelli.

#### **Azione 4 – Monitorare la presenza di afidi**

Il monitoraggio afidico è un fattore-chiave per poter conoscere il momento preciso di arrivo di questi fitomizi sulla coltura, con il potenziale carico virale e connesso rischio di diffusione delle virosi.

In assenza di bollettini regionali che diano informazioni sulla presenza di voli afidici, sarebbe opportuno adottare i seguenti accorgimenti:

- installare bacinelle-trappola gialle note anche come trappole *Moericke* o *water yellow pan traps* (figura 22) riempite d'acqua prima dell'emergenza della coltura, nella misura di 4 bacinelle ad ettaro e controllarle almeno una volta a settimana;
- ispezionare regolarmente la coltivazione per individuare precocemente eventuali colonie di afidi sulle piante di patata, sulle colture e malerbe infestanti limitrofe.



**Figura 22.** Bacinella-trappola per il monitoraggio afidico nelle coltivazioni di patata da seme. Il rinvenimento di forme alate di afidi nelle bacinelle è avviso di volo afidico in corso e dà il via alla difesa attiva mediante trattamenti aficidi. Fonte: <https://www.fera.co.uk/crop-health/insect-monitoring>

### **Azione 5 – Fitoprotezione contro gli afidi**

Alla presenza delle prime catture di afidi alati nelle bacinelle-trappola gialle inizia un programma di interventi fitosanitari fogliari con l'utilizzo di sostanze attive specifiche (tabella 2) avendo cura di:

- alternare sostanze attive a diverso meccanismo di azione (MoA, *Mode of Action*), secondo classificazione IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) allo scopo di evitare l'insorgenza della comparsa di popolazioni resistenti;
- rispettare le prescrizioni contenute nei diversi Disciplinari di Produzione Integrata regionali in fatto di limitazioni nel numero annuo di trattamenti con la stessa sostanza attiva.

MECCANISMO DI AZIONE (MoA)	IRAC Codice classificazione Sottogruppo chimico	SITO DI AZIONE PRIMARIO	SOSTANZA ATTIVA
NEUROTOS-SICO	1A Carbammati	Inibitori dell'acetilcolinesterasi (AChE)	<i>pirimicarb</i>
	3A Piretroidi Piretrine	Modulatori del canale del sodio	<i>cipermetrina, deltametrina, esfenvalerate, tau-fluvalinate, lambda-cialotrina, piretro</i>
	4A Neonicotinoidi	Acetilcolina mimetici, agonisti del recettore nicotinico dell'acetilcolina (nAChR)	<i>acetamiprid*</i>
	4C Sulfoximine		<i>sulfoxaflor*</i>
	4C Butenolidi		<i>flupyradifurone*</i>
SCONOSCIUTO	UN	sito di azione non conosciuto o incerto	<u><i>azadiractina</i></u>
	UNE		<u><i>sali di potassio degli acidi grassi</i></u>
	UNM		<u><i>olio minerale</i></u>

**Tabella 2.** Sostanze attive, ad azione aficida, autorizzate all'uso su patata in Italia (al 31/10/2022). \*= azione sistemica; in carattere sottolineato, consentito in agricoltura biologica.

Gli aficidi ad azione sistemica sono molto validi nel limitare la diffusione delle virosi a trasmissione persistente (PLRV), soprattutto quando ci si trova in presenza di piante di patata che presentano colonie di afidi. Gli aficidi ad azione di contatto/ingestione/translaminare (carbammati, piretroidi), pur avendo un buon effetto abbattente (*knockdown activity*), non possono proteggere dalla diffusione di virosi a trasmissione non persistente (PVY, PVS, PVA).

Alcuni promettenti metodi di controllo indiretto della diffusione di virosi a trasmissione non persistente sono:

- uso di *bentonite/caolino/zeolite/talco*. La pellicola biancastra che si crea sulle foglie svolge azione di contrasto sia per l'azione riflettente che disorienta il fitomizo, sia per il contrasto alla perforazione della cuticola con gli stiletti boccali;
- pacciamatura dell'interfila con paglia di frumento (*straw mulching*), nella quantità di 4-5 t/ha;
- uso di *olio bianco*. L'olio minerale ha un'azione diretta agendo essenzialmente per asfissia coprendo il corpo degli afidi con una sottile pellicola che impedisce la respirazione per occlusione degli spiracoli tracheali, causandone la morte.

Il meccanismo d'azione nel contrasto della diffusione delle virosi in campo non è completamente noto, ma si propende per una sua «azione rinflettante» degli stiletti boccali, riducendo acquisizione/ritenzione delle particelle virali.

Alcune informazioni utili al pataticoltore:

- abbinare regolarmente olio bianco specifici per uso su parti verdi (elevato contenuto paraffinico) alla dose di 0,3 l/ha nei trattamenti aficidi con piretroidi, in un'ottica di gestione della resistenza;
- in trattamenti non in miscela, non superare 1-1,5 l/ha;
- nel periodo di intensa crescita fogliare bisogna garantire una copertura elevata, effettuando 1 trattamento ogni 5 giorni. Dopo il primo intervento di epurazione e fino a fine fioritura, effettuare 1 trattamento a settimana;
- non applicare con temperature superiori a 32-34°C e su piante stresse.

## Il re-impiego del seme aziendale: cosa c'è da sapere

Bruno Parisi

Il riconoscimento del diritto del Costitutore (*royalty*) è condizione indispensabile per continuare il lavoro di miglioramento varietale/vegetale privato e pubblico, per garantire all'agricoltore varietà più produttive, migliori come resistenza e adattabilità e superiori dal punto di vista qualitativo. L'evasione del pagamento della *royalty* si ripercuote negativamente sul futuro dell'agricoltore stesso che non potrà più disporre di varietà migliorate e competitive.

Come previsto dalla Convenzione UPOV 1991 per le varietà iscritte in un Registro esiste un'eccezione all'esclusiva riconosciuta al Costitutore, nota come "*privilegio dell'agricoltore*", che consiste nella possibilità concessa all'imprenditore agricolo di riutilizzare liberamente il seme aziendale (di una varietà protetta in ambito UE) senza richiedere alcuna autorizzazione al Costitutore della varietà protetta. Per le varietà protette solo in Italia (privativa UIBM), la regola non trova applicazione.

Per le varietà vegetali protette a livello comunitario da "privativa per ritrovati vegetali" CPVO (in tabella 3 alcuni esempi), la regola del "*privilegio dell'agricoltore*" trova applicazione in base all'art. 14 del Regolamento CE 2100/94, a cui è stata data attuazione con il Regolamento CE 1768/95: si applica soltanto in riferimento alle 21 specie elencate nel richiamato art. 14. Per le specie non incluse nella lista il "*privilegio dell'agricoltore*" non si applica e il re-impiego del seme aziendale è vietato (ad esempio la soia).

Per la patata, l'agricoltore che abbia una produzione aziendale inferiore a 185 tonnellate è considerato "*piccolo agricoltore*" e in quanto tale, non è tenuto al pagamento di alcuna *royalty* al Costitutore. Al contrario, l'agricoltore che abbia una produzione aziendale pari o superiore a 185 tonnellate di patate è considerato "*grande agricoltore*" ed è tenuto a corrispondere al Costitutore, al suo avente diritto o ad un suo rappresentante, la cosiddetta "*equa remunerazione*" il cui ammontare può essere stabilito contrattualmente tra le Parti (coltivatore e Costitutore) ovvero, in assenza di accordo, di solito corrisponde al 50% della *royalty* comunemente applicata nella zona in cui risiede l'attività dell'agricoltore e relativa sempre alla varietà protetta.

L'equa remunerazione deve essere corrisposta dall'agricoltore al Costitutore entro il 30 giugno successivo alla campagna di semina. Oltre tale data il "*privilegio dell'agricoltore*" non è più applicabile e l'agricoltore che ha impiegato seme aziendale senza alcuna autorizzazione del Costitutore e senza aver corrisposto un'equa remunerazione, diviene contraffattore e può essere citato in giudizio per il risarcimento di tutti i danni arrecati dalla violazione della privativa vegetale.

<b>Varietà di patata senza privativa CPVO</b>	<b>Varietà di patata con privativa CPVO</b>
'Agria'	'Cicero'
'Desiree' (buccia rossa)	'Jelly'
'Majestic'	'Malou'
'Kennebec'	'Mozart' (buccia rossa)
'Monalisa'	'Sylvana'
'Spunta'	'Sifra'
'Liseta'	'Daifla'

**Tabella 3.** Alcune varietà di patata diffuse in zone di montagna italiane per le quali l'uso-seme aziendale prevede, se si superano determinati limiti, il pagamento delle *royalties* al Costitutore, in quanto protette da privativa comunitaria CPVO.

## Tecniche di risanamento *in vitro* su patata

Anna Taglienti

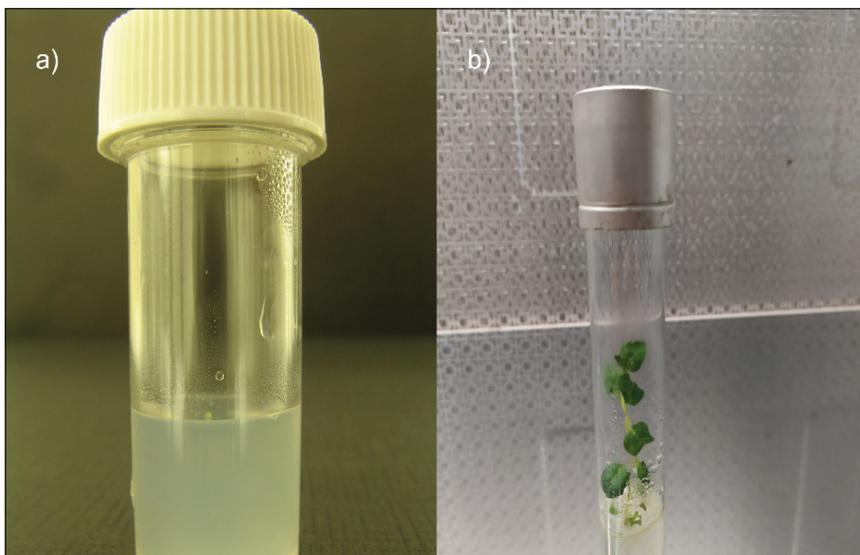
La patata è la prima specie vegetale alimentare cui sono state applicate tecniche di risanamento *in vitro* da virus. L'utilizzo di tubero-seme sanitarmente controllato è la principale strategia di controllo delle virosi in patata. Per i genotipi di cui non si dispone di individui sani da cui produrre materiale di propagazione per l'impianto, le tecniche *in vitro* sono largamente utilizzate per il risanamento da virosi. Tutte le principali tecniche di risanamento *in vitro* sono state applicate in patata, con alterni risultati a seconda della tecnica, del genotipo e del virus coinvolti: coltura di meristema, termoterapia, chemoterapia, crioterapia ed elettroterapia sono quelle attualmente impiegate. La termoterapia è in letteratura la tecnica che emerge come la più importante e affidabile (Wang *et al.*, 2018), mentre la coltura di meristema è quella più applicata nella routine di larga scala. La crioterapia e l'elettroterapia sono tecniche meno diffuse, la prima innovativa, la seconda molto più antica; dalla pur non vasta letteratura in merito (Wang *et al.*, 2006; Lozoya-Saldana *et al.*, 1996), appaiono come valide alternative nel risanamento da alcuni virus. L'attività di risanamento si svolge principalmente nell'ambito del finanziamento per il mantenimento e la valorizzazione degli ecotipi di patata italiani (Programma RGV FAO, Responsabile scheda patata: dott.ssa Daniela Pacifico) presso il CREA- Centro di Ricerca Cerealcoltura e Colture Industriali. Di seguito vengono descritte le tecniche di risanamento sopra citate.

### Coltura di meristema

La coltura di meristema, consistente nell'allevamento di una piccola porzione di tessuto (0,1-0,5 mm) espuntato dalla zona meristemica (figura 23a) ed è una tecnica ampiamente utilizzata su molte specie vegetali per l'eliminazione di virus. Il meristema è costituito da cellule totipotenti, quindi in opportune condizioni è in grado di rigenerare l'intera pianta virus-esente (figura 23b). Il successo della tecnica dipende dalle dimensioni dell'espunto, dal genotipo e dalla specie virale. L'espunto del meristema è un'operazione estremamente complessa che necessita di personale specializzato impiegato per lungo tempo; inoltre possono verificarsi variazioni somaclonali,

per cui lo *stock* di plantule ottenute non risulta *true-to-type* (uguali alle originali) rispetto a quello iniziale. La coltura di meristema si è mostrata efficace per il risanamento da *Potato virus X* (PVX) e *Potato leaf roll virus* (PLRV) su diversi genotipi (ad esempio sulle varietà locali coinvolte nel progetto RESILIENT, quali la 'Bianca di Campodolcino', la 'Rossa di Campodolcino' e la 'Rossa dell'Oltrepò Pavese'), con tassi di rigenerazione intorno all'80% e risanamento intorno al 60%.

Per innalzare il tasso di risanamento, o per risanare da virus che sono noti per invadere il meristema (ad esempio *Potato virus S*, PVS), la coltura di meristema viene abbinata ad altre tecniche come la chemoterapia e la termoterapia.



**Figura 23.** a) Espianto di meristema allevato su mezzo di coltura di rigenerazione; b) plantula rigenerata da meristema virus-esente. Foto di Anna Taglienti.

### Chemoterapia

La chemoterapia consiste nell'allevamento *in vitro* di plantule in mezzo di coltura arricchito con una molecola ad azione antivirale. Come indicato da Mohamed *et al.* (2021), la molecola più utilizzata ed efficace, in genera-

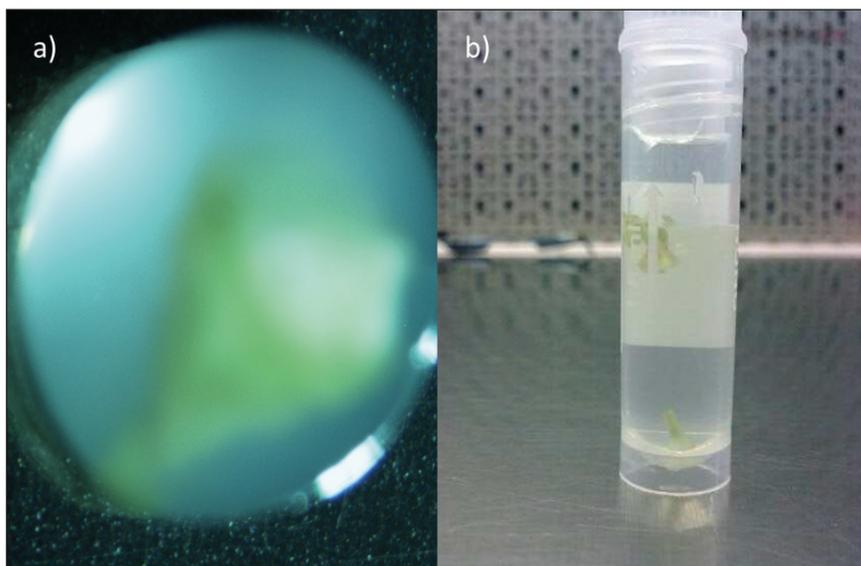
le e su patata, è la ribavirina. Questa molecola è un analogo guanosinico sintetico ad ampio spettro antivirale: gli analoghi nucleosidi portano basi azotate modificate, ed espletano la loro azione antivirale convertendosi in metaboliti nucleotidici, che vengono incorporati nell'RNA virale causando la difettività. Tale molecola presenta anche caratteristiche di fitotossicità, per cui la concentrazione nel mezzo di coltura e i tempi di subcoltura devono essere ottimizzati in modo da bilanciare le opposte esigenze di sopravvivenza e risanamento della pianta. Un ottimo esempio di efficacia della chemoterapia con ribavirina si è avuto sul genotipo locale 'Patan r' filette' raccolto nel comune di Postiglione, nel territorio dei Monti Alburni in provincia di Salerno, inizialmente infetto da PVS, PVY e PLRV: la sola coltura di meristema si è dimostrata al 100% efficace nel risanamento da PVY e PLRV, mentre tutte le plantule rigenerate erano ancora infette da PVS. Si è proceduto quindi a coltivare segmenti uninodali delle plantule infette da PVS su mezzo di coltura a cui era stata addizionata ribavirina a una concentrazione di 20 mg/L; dopo una subcoltura durata 4 mesi e l'espianto di meristemi dalle plantule in chemoterapia, si è osservata l'eliminazione di PVS sul 100% delle piante ottenute. Altri agenti chemoterapici alternativi alla ribavirina, utilizzati in patata e riportati in letteratura sono 2-tiouracile, aciclovir, 5-azacidina, citarabina, 5-bromouracile e zidovudina (Gong *et al.*, 2019).

### Termoterapia

L'esposizione a temperature di 37-38°C è una tecnica utilizzata per il risanamento da virus poiché la termosensibilità dei virioni è generalmente superiore a quella delle cellule vegetali. Il successo del procedimento varia sia con il tasso di sopravvivenza delle piante esposte al calore, che con il tasso di risanamento che è fortemente genotipo-dipendente e dunque legato anche alle caratteristiche della varietà. La tecnica viene spesso abbinata ad altre (coltura di meristema, chemoterapia) per ottenere un tasso di risanamento maggiore, abbassare la concentrazione di chemoterapico necessaria o eliminare più virus contemporaneamente. Il trattamento a caldo può essere effettuato sia su piante *in vitro* che *in vivo*; nel caso di piante *in vivo*, il fitotrone (strumento utilizzato per la termoterapia) è generalmente portato a un'umidità relativa elevata (circa 75%) perché le piante possano sopportare il calore per il più lungo periodo possibile e comunque finché non vengono prodotti nuovi germogli.

## Crioterapia

La crioterapia consiste nell'immersione di espianti meristematici (di dimensione più grande rispetto a quelli utilizzati per la coltura di meristema) in azoto liquido a una temperatura di  $-96^{\circ}\text{C}$ . In queste condizioni il risanamento è possibile grazie alla maggiore sopravvivenza delle cellule localizzate sulla parte apicale della cupola meristemica rispetto a quelle localizzate sulla parte basale o quelle più distali, situate nei primordi fogliari. Le cellule meristematiche apicali sono inoltre caratterizzate generalmente dall'assenza o bassissima concentrazione virale e pertanto il trattamento crioterapico risulta in una selezione di cellule sane nel tessuto esposto. Queste ultime, opportunamente scongelate e riavviate a coltura, possono dare luogo alla rigenerazione dell'intera pianta virus-esente. Perché il trattamento non sia letale per tutte le cellule del tessuto esposto, gli *step* di raffreddamento e riscaldamento devono essere effettuati con l'escursione termica più veloce possibile, in modo da non dar luogo all'accrescimento di cristalli di ghiaccio che causerebbe la rottura delle cellule. Inoltre, per proteggere ulteriormente i tessuti prima dell'immersione in azoto liquido, gli espianti vengono trattati in modo da rimuovere la maggior parte dell'acqua intracellulare congelabile tramite processi di incapsulazione, vitrificazione o disidratazione (figura 24). La tecnica presenta vantaggi sia rispetto alla coltura di meristema (maggiore facilità di espianto) che alla termoterapia (maggiore rapidità), seppur oggi è meno utilizzata in quanto di recente introduzione. La crioterapia, inoltre, può essere utilizzata anche per la conservazione di germoplasma di pregio con risorse di spazi e costi estremamente ridotte (Niino & Arizaga, 2019).



**Figura 24.** a) meristemo incapsulato, b) meristemi in soluzione di vitrificazione prima dell'esposizione ad azoto liquido. Foto di Anna Taglienti.

### Elettroterapia

L'elettroterapia è una tecnica di risanamento meno utilizzata su larga scala rispetto a quelle precedentemente descritte; infatti, pur essendo impiegata da molti decenni, non ha mai trovato una validazione e un'adeguata evoluzione tecnologica, restando confinata all'applicazione ad alcune specie, con procedure estremamente antiquate e ancora in fase di sperimentazione in laboratorio. Si basa sull'esposizione di tessuti vegetali infetti alla corrente elettrica, che è in grado di degradare le nucleoproteine virali rendendo il virus inattivo. Come tutte le precedenti, anche questa tecnica sconta una grossa variabilità di risultati in dipendenza dalla varietà trattata e dal tipo di virus. Altri fattori che influenzano il tasso di risanamento sono l'intensità e la durata della corrente elettrica applicata (rispettivamente nell'ordine delle decine di milliampere e delle decine di minuti) e il tipo di tessuto utilizzato: gli apici vengono generalmente risanati tramite elettroterapia più facilmente rispetto ai segmenti nodali e ai germogli. Inoltre, secondo esperimenti riportati in letteratura (Singh & Kaur, 2016), l'elettroterapia è l'unica tecnica in grado di eliminare il viroide *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd).





## **I campi dimostrativi nell'Appenino pavese e nella Valchiavenna**

*Emanuele Vegini, Bruno Parisi, Daniela Pacifico*

Come ampiamente discusso, uno degli aspetti più rilevanti nella coltivazione di varietà locali di patata, riguarda l'impiego di tuberi-seme sani, cioè a basso livello di infezioni virali, che possono incidere significativamente sulla resa produttiva e dunque avere un impatto economico anche considerevole per le aziende agricole. Una delle principali cause di perdita di produttività nelle patate è rappresentata dalla presenza di virus che si accumulano all'interno dei tuberi. Questo aspetto è particolarmente importante nella produzione di tubero-seme, ossia di patate da destinare a nuove coltivazioni: l'impiego di tuberi-seme malati porterà a basse rese produttive sin dal primo anno di coltivazione, mentre l'utilizzo di tuberi-seme con livello ridotto di virosi garantirà rese produttive maggiori ed economicamente vantaggiose per l'agricoltore. Come illustrato nei capitoli precedenti, esistono diverse tecniche di protezione delle piante dai voli afidici, vettori di virus. Nell'ambito del progetto RESILIENT, tra il 2021 e il 2022, sono stati realizzati appositi campi dimostrativi in cui sono state messe a confronto diverse tecniche di difesa attiva dai voli afidici, quali:

- utilizzo di tunnel anti-afidi;
- copertura delle coltivazioni con agrotessile o tessuto-non-tessuto (TNT).

Tale azione dimostrativa ha avuto lo scopo è stato quello di dimostrare l'importanza dell'utilizzo di tuberi-seme a basso livello di infezione virale e la verifica dimostrativa della possibilità di realizzare localmente la produzione autoctona di tubero-seme di varietà locali tradizionali, con lo specifico obiettivo di valorizzare economicamente i territori di montagna dove, notoriamente, la coltura della patata è sicuramente quella che consente di ottenere margini di redditività superiori rispetto le altre colture (es. cereali a paglia, mais, legumi).

I campi dimostrativi sono stati realizzati in due diverse aree interne della Regione Lombardia, coinvolgendo due aziende agricole del territorio: l'Az. Agr. Terre Villane di Romagnese (PV) nell'Appennino pavese a circa 800 metri di altitudine e l'Az. Agr. Barelli di Samolaco (SO) in Valchiavenna, con i campi a circa 1.550 metri di quota, nel comune di Madesimo (SO).

## La coltivazione di tubero-seme sano

Bruno Parisi, Emanuele Vegini, Anna Taglienti, Daniela Pacifico

In entrambe le aziende agricole coinvolte nel progetto RESILIENT sono state allevate due varietà di patata rappresentative della pataticoltura italiana nelle zone di montagna: 'Desiree' e 'Kennebec'. Per le coltivazioni è stato utilizzato tubero-seme certificato di categoria Base (classe E), reperito sul mercato e di provenienza olandese per 'Desiree' e danese per 'Kennebec'. Per le dimostrazioni in campo non sono state utilizzate varietà locali di patata in quanto risultate tutte virosate (dunque sottoposte a risanamento), mentre per questa fase erano necessari tuberi-seme con bassa carica virale iniziale. Nelle due aziende agricole sono state poste a confronto le seguenti tecniche agronomiche:

- semina in pieno campo senza alcuna protezione (*tester*);
- semina in pieno campo e copertura delle piante emerse con tunnel anti-afidi (figura 25);
- semina in pieno campo e copertura delle piante emerse con tessuto-non-tessuto (TNT – figura 26).



**Figura 25.** Coltivazione 2021 presso il campo dimostrativo di Madesimo (SO) dell'Azienda Agricola Barelli. Nella foto è possibile vedere il tunnel anti-afidi e l'impiego di tessuto-non-tessuto. Foto di Emanuele Vegini.



**Figura 26.** Coltivazione 2021 presso il campo dimostrativo di Romagnese (PV) dell'Azienda Agricola Terre Villane in cui è possibile vedere la coltivazione con tessuto-non-tessuto e sullo sfondo il tunnel anti-afidi. Foto di Emanuele Vegini.

A conclusione delle coltivazioni 2021, in ambedue le località, sono stati prelevati lotti da 100 tuberi per ciascuna tesi/tecnica applicata. I lotti di tuberi sono stati successivamente trasferiti presso il CREA-Centro di ricerca Difesa e Certificazione, con sede a Roma, per verificarne il livello di infezione virale (figura 27).



**Figura 27.** CREA-Centro di ricerca Difesa e Certificazione, sede di Roma – Panoramica dei tuberi-seme in fase di germogliamento per la valutazione della loro carica virale. Foto di Bruno Parisi.

Considerando la loro incidenza preponderante in Italia, l'indagine è stata focalizzata su 3 fitovirus (Tabelle 4 e 5), quali:

- *potato virus Y* (PVY)
- *potato virus S* (PVS)
- *potato leaf roll virus* (PLRV)

Per le coltivazioni nell'areale Val Tidone-Oltrepò pavese (Romagnese), le analisi virologiche hanno dato i seguenti risultati:

VARIETA'	TESI	TECNICA UTILIZZATA	INFEZIONE VIRALE (%)		
			PVY	PVS	PLRV
'Desiree'	1	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	16,7 n.s.	0	0
'Desiree'	2	Pieno campo con TNT	11,7 n.s.	0	0
'Desiree'	3	Pieno campo con TNT e rimozione precoce	16,7 n.s.	0	0
'Desiree'	4	Tunnel anti-afidi	8,3 n.s.	0	0
'Kennebec'	1	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	88,3	11,7	0
'Kennebec'	2	Pieno campo con TNT	26,7	0	0

**Tabella 4.** Romagnese (PV), 2021. Incidenza percentuale di 3 fitovirus su tubero-seme alla raccolta. TNT: tessuto-non-tessuto.

Dai dati raccolti è stato possibile trarre le seguenti prime considerazioni:

- la zona è ad elevato rischio di voli afidici e appare inadatta a mantenere bassi livelli di virosi nei tuberi. I voli afidici sono presenti e in zona la patata da consumo è coltivata spesso con tuberi risultanti da coltivazione precedente (uso-seme aziendale), con le implicazioni del caso in termini di diffusione delle virosi;
- le coperture con tunnel anti-afidi e tessuto-non-tessuto danno risultati solo se le piante emergono sotto tali coperture; coprire dopo la loro emergenza fa fallire entrambe le strategie;
- il risanamento della varietà 'Rossa dell'Oltrepò Pavese' ed eventuale successiva reintroduzione in coltivazione nella sua zona tipica deve tener conto che il decadimento virale (accumulo di virus all'interno dei tuberi), senza protezione con coperture/schermo anti-afidi, è pressoché scontato;
- l'eventuale implementazione di una microfiliera locale del tubero-seme

deve per forza passare da accorgimenti tecnici imprescindibili (utilizzo di tunnel anti-afidi, TNT).

In merito alle analisi virologiche condotte sui campioni di patata coltivati nel 2021 in Valle Spluga (Madesimo), sono stati ottenuti i seguenti risultati:

VARIETA'	TESI	TECNICA UTILIZZATA	INFEZIONE VIRALE (%)		
			PVY	PVS	PLRV
'Desiree'	1	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	0	0	0
'Desiree'	2	Pieno campo con TNT	0	0	0
'Desiree'	3	Tunnel anti-afidi	0	0	0
'Kennebec'	1	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	10	0	0
'Kennebec'	2	Pieno campo con TNT	1,7	0	0
'Kennebec'	3	Tunnel anti-afidi	1,7	0	0

**Tabella 5.** Madesimo (SO), 2021. Incidenza percentuale di 3 fitovirus su tubero-seme alla raccolta. TNT: tessuto-non-tessuto.

Da questi risultati è stato possibile trarre le seguenti prime considerazioni:

- la zona appare adatta a mantenere bassi livelli di virosi nei tuberi, anche considerando la bassa/sporadica presenza di coltivazioni di patata da consumo in zona;
- tunnel anti-afidi e il tessuto-non-tessuto danno risultati positivi in quanto il livello di virosi iniziale non è aumentato rispetto al valore certificato dal cartellino (1% 'Desiree'-NL; 2% 'Kennebec'-DK);
- le moltiplicazioni in pieno campo senza protezione, nel tempo sicuramente conducono a decadimento virale (accumulo di virus nei tuberi), ma più lentamente rispetto alla Val Tidone-Oltrepò Pavese;
- l'eventuale implementazione di una microfiliera locale che prevede la produzione di tubero-seme, sarebbe il caso tenga comunque conto delle possibilità di protezione attiva delle piante offerta da tunnel anti-afidi e TNT.

Anche per il 2022 sono stati allestiti due campi dimostrativi nelle stesse due aziende agricole, localizzati sempre nelle medesime località dell'anno precedente. In entrambi i campi sono stati seminati i tuberi-seme raccolti

a Romagnese l'anno precedente con le diverse tecniche di coltivazione e dunque con diversa carica virale iniziale, allo scopo di dimostrare l'importanza nell'utilizzo di tubero-seme sano. Tutte le coltivazioni sono state condotte in pieno campo senza alcuna protezione attiva dai voli afidici, simulando una situazione "tipica" di produzione di patate in montagna. Nelle tabelle 6 e 7 vengono riportati i diversi lotti di tubero-seme seminati, con le diverse cariche virali di partenza e le rispettive rese produttive e valore economico stimate al momento del raccolto 2022.

VARIETA'	TECNICA UTILIZZATA NEL 2021	INFEZIONE VIRALE INIZIALE (PVY+PVS+PLRV) (%)	Resa totale 2022 (t/ha) <sup>o</sup>	Resa commerciale (t/ha) <sup>*</sup>	PLV (€/ha) <sup>^</sup>
'Desiree'	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	16,7	12,6	10,2	13.770
'Desiree'	Pieno campo con TNT	11,7	12,8	10,3	13.905
'Desiree'	Tunnel anti-afidi	8,3	15,0	12,3	16.605
'Kennebec'	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	100,0	8,1	6,6	8.910
'Kennebec'	Pieno campo con TNT	26,7	9,4	7,9	10.665

**Tabella 6.** Romagnese (PV), 2022. Confronto produttivo e relativa PLV (Produzione Lorda Vendibile per ettaro) fra lotti di tubero-seme a diversa carica virale iniziale.

Legenda:

<sup>o</sup> media di 3 repliche riferite ad altrettante aree di raccolta di 11,25 m<sup>2</sup>. Data di raccolta: 5/8/2022;

<sup>\*</sup> tuberi con calibro >35 mm, al netto dello scarto (inverdito, forato, marcio, assolato, rosure);

<sup>^</sup> valore ottenuto moltiplicando resa commerciale x prezzo medio di vendita, riferito a patate coltivate in zone di montagna (1,35 €/kg), escludendo qualsiasi ritenuta di tuberi per re-impiego aziendale.

Dalle coltivazioni nell'areale Val Tidone-Oltrepò pavese (Romagnese – figura 28) è stato possibile dimostrare che:

- l'annata di coltivazione si è dimostrata climaticamente molto difficile, con l'intero periodo estivo in siccità perdurante, assai avaro di precipita-

- zioni e con temperature massime sopra le medie pluriennali. Nonostante ciò, le rese ad ettaro si sono mantenute a livelli discreti, ma solo per i lotti dove è stato utilizzato tubero-seme con minor carica virale iniziale;
- per entrambe le varietà, i campi coltivati con tubero-seme a minor carica virale iniziale hanno dato rese ad ettaro superiori ('Desiree' +40%, 'Kennebec' +20%);
  - dal punto di vista prettamente economico, si nota come al diminuire della carica virale iniziale nel tubero-seme seminato, corrisponda un aumento, anche considerevole, del guadagno ad ettaro: ciò si palesa chiaramente per 'Desiree' con un incremento del guadagno di circa 2.800 €/ha (+20,6%) e 'Kennebec' con un aumento di circa 1.700 €/ha (+19,7%).



**Figura 28.** Romagnese (PV) – Operazioni di raccolta (sinistra) e campionamento (destra) presso Az. Agr. Terre Villane. Foto di Gabriele Mori.

VARIETA'	TECNICA UTILIZZATA NEL 2021	INFEZIONE VIRALE INIZIALE (PVY+PVV+PLRV) (%)	Resa totale 2022 (t/ha) <sup>o</sup>	Resa commerciale (t/ha) <sup>*</sup>	PLV (€/ha) <sup>^</sup>
'Desiree'	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	16,7	30,4	24,9	33.615
'Desiree'	Pieno campo con TNT	11,7	31,3	25,6	34.560
'Desiree'	Tunnel anti-afidi	8,3	42,8	35,4	47.790
'Kennebec'	Pieno campo non coperto ( <i>tester</i> )	100,0	34,4	28,8	38.880
'Kennebec'	Pieno campo con TNT	26,7	40,1	33,6	45.360

**Tabella 7.** Madesimo (SO), 2022. Confronto produttivo e relativa PLV (Produzione Lorda Vendibile per ettaro) fra lotti di tubero-seme a diversa carica virale iniziale.

Legenda:

<sup>o</sup> media di 3 repliche riferite ad altrettante aree di raccolta di 11,25 m<sup>2</sup>. Data di raccolta: 5/8/2022;

<sup>\*</sup> tuberi con calibro >35 mm, al netto dello scarto (inverdito, forato, marcio, assolato, rosure);

<sup>^</sup> valore ottenuto moltiplicando resa commerciale x prezzo medio di vendita, riferito a patate coltivate in zone di montagna (1,35 €/kg), escludendo qualsiasi ritenuta di tuberi per re-impiego aziendale.

Dalle coltivazioni nell'areale Valle Spluga (Madesimo – figura 29) è stato possibile dimostrare che:

- come per le coltivazioni in Appennino pavese, l'annata di coltivazione si è dimostrata climaticamente molto difficile; tuttavia, sia il clima fresco determinato dall'altitudine della località di coltivazione, che sporadiche precipitazioni in agosto/settembre, hanno consentito di raggiungere rese medie ottime per un areale di montagna ed il prodotto raccolto presentava ottima qualità merceologica. Rispetto all'areale Val Tidone-Oltrepò Pavese, 'Desiree' ha avuto una resa di 2,5 volte superiore, mentre per 'Kennebec' è stata il quadruplo;
- per entrambe le varietà, le rese ad ettaro sono state superiori quando derivate dai lotti di tubero-seme con minor carica virale iniziale: per 'Desiree' circa il 42% di prodotto in più, mentre per 'Kennebec' circa il 17%;

- dal punto di vista economico, come per l'areale Pavese, si nota come al diminuire della carica virale iniziale del tubero-seme coltivato, corrisponda un aumento del guadagno ad ettaro; ad esempio, al lotto di 'Desiree' proveniente da tuberi-seme con carica virale iniziale dell'8,3%, corrisponde un incremento di guadagno di circa 14.000 €/ha (+42,2% rispetto ai tuberi con carica virale iniziale maggiore), mentre a 'Kennebec' corrisponde un aumento di quasi a 6.500 €/ha (+16,7%).



**Figura 29.** Madesimo (SO) – Operazioni di raccolta (sinistra) e campionamento (destra) presso Az. Agr. Barelli. Foto di Bruno Parisi.

Dall'intera attività dimostrativa svolta, è possibile avanzare le seguenti conclusioni:

- la Val Tidone, o almeno la parte che ricade attorno a Romagnese, non è idonea all'attività di moltiplicazione di tuberi-seme in quanto la zona è ad elevato rischio di voli afidici ed appare inadatta a mantenere nel tempo bassi livelli di virosi nei tuberi. Andrebbero verificate posizioni di maggiore altimetria (>1.200 m s.l.m.), come ad esempio il Monte Penice;
- la Valle Spluga (Campodolcino, Madesimo - SO) si è dimostrata idonea all'attività di moltiplicazione di tuberi-seme in quanto la zona è a basso rischio di voli afidici ed appare adatta a mantenere bassi i livelli di virosi nei tuberi;
- in entrambi i due areali, l'utilizzo di tubero-seme a bassa carica virale si riflette positivamente sulla resa produttiva ad ettaro con considerevoli incrementi;

- in entrambi i due areali l'utilizzo di tubero-seme a bassa carica virale si riflette positivamente sulla Produzione Lorda Vendibile ad ettaro (PLV) e il maggior guadagno copre ampiamente i costi superiori derivanti dall'acquisto di tubero-seme certificato.



## Analisi nematologiche del terreno

Bruno Parisi, Emanuele Vegini

La verifica della presenza di nematodi cisticoli nei terreni destinati alla coltivazione di patate è un aspetto fondamentale che deve esser preso in considerazione dalle aziende agricole, anche in riferimento al quadro normativo vigente (Regolamento UE 2022/1192).

Nel 2021 è stato realizzato dal Servizio Fitosanitario Regionale della Lombardia (referenti dott. Paolo Culatti per la Provincia di Sondrio e dott. Paolo Bergamo per quella di Pavia) un campionamento dei terreni negli appezzamenti delle due aziende agricole dove sono stati allestiti i campi dimostrativi, al fine di verificare la presenza di nematodi cisticoli della patata (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*). Tale indagine si è resa necessaria in quanto l'eventuale presenza di nematodi cisticoli poteva avere un impatto sulle attività previste nel 2022, in quanto la raccolta e successiva ri-semina di tuberi infestati da questi nematodi è soggetta a specifiche prescrizioni fitosanitarie normate dal Regolamento di esecuzione UE 2022/1192. Le analisi nematologiche dei campioni di terreno sono state effettuate presso il Servizio Fitosanitario Regionale della Lombardia a Vertemate con Minoprio (CO). Il campione di terreno dell'azienda agricola ubicata a Romagnese (PV) è risultato esente dalla presenza di nematodi cisticoli, mentre quello di Madesimo (SO) è risultato infestato da nematodi cisticoli afferenti alla specie *Globodera rostochiensis*. Come prescritto dalla normativa, il Servizio Fitosanitario Regionale della Lombardia ha notificato all'azienda agricola con terreni infestati l'obbligo di non utilizzare i tuberi raccolti nel 2021 per le semine del 2022 in quanto sarebbero stati veicolo di diffusione del parassita. Per questo motivo, l'attività dimostrativa 2022 è stata realizzata utilizzando per entrambe le aziende agricole i soli tuberi-seme prodotti a Romagnese (PV) durante il 2021.

Allo stesso modo sono state condotte indagini anche sulla presenza del fungo parassita *Synchytrium endobioticum*, patogeno della "rogna nera" delle patate, la cui presenza era segnalata in passato per la Valchiavenna, i cui risultati però hanno dato esito negativo.



## Il recupero e rilancio di antiche varietà di patata lombarde

*Bruno Parisi, Emanuele Vegini, Anna Taglienti, Daniela Pacifico*

Oltre alle dimostrazioni precedentemente descritte, sono state condotte attività relative al recupero e rilancio produttivo delle seguenti varietà locali:

- Patata 'Rossa dell'Oltrepò Pavese' (PV);
- Patata 'Bianca di Campodolcino' (nota come 'Bianca di Starleggia', Valchiavenna – SO);
- Patata 'Rossa di Campodolcino' (nota come 'Rossa di Starleggia', Valchiavenna – SO).

Dopo il recupero dall'areale d'origine, al termine della dormienza fisiologica dei tuberi, i germogli sono stati campionati, sterilizzati e utilizzati per la rigenerazione delle vitropiante. Sulle tre varietà sono stati così effettuati test sierologici, confermati poi con metodi molecolari, per la rilevazione di 4 fitovirus (PVX, PVS, PVY e PLRV) e un viroide (PSTVd), scelti tra quelli principalmente impattanti sulla pataticoltura italiana dal punto di vista economico, in quanto causa di importanti abbassamenti delle rese produttive.

Dalle analisi il viroide non è stato mai rilevato in nessuna varietà: questo risultato è stato di importanza strategica, poiché l'eliminazione del viroide in vitro è una procedura non standardizzata, con scarse probabilità di successo, fortemente correlate al genotipo e ad altre variabili non sempre controllabili. Dalle analisi sui 4 fitovirus la varietà 'Rossa dell'Oltrepò Pavese' è risultata infetta da PLRV, la 'Rossa di Campodolcino' da PVY, mentre la 'Bianca di Campodolcino' è risultata esente da tutti i virus testati, ma si sono osservate sulle diverse piante varie combinazioni di infezioni singole, doppie e triple. Dopo la fase di diagnosi, i materiali sono stati sottoposti a risanamento mediante diverse procedure in funzione della tipologia di infezione.

Al 2022 le due varietà della Valle Spluga sono state completamente risanate dai virus, mentre quella della Val Tidone risulta ancora in risanamento (procedura la cui durata è molto variabile sia in funzione della varietà che del tipo di infezione da eradicare). Per la 'Rossa' e la 'Bianca di Campodolcino' si è dunque potuto procedere alla coltivazione di giovani piante destinate alla produzione di minituberi.

Con le vitropiante delle due varietà 'Rossa di Campodolcino' e 'Bianca di Campodolcino' derivate da mericlioni virus-esenti, è stata avviata tra marzo e ottobre 2022 la moltiplicazione e coltivazione di giovani piante, presso un'azienda vivaistica del cesenate (figura 30). Dopo una prima fase di moltiplicazione in vitro presso i loro laboratori (dicembre 2021-febbraio 2022), si è passati alla produzione di:

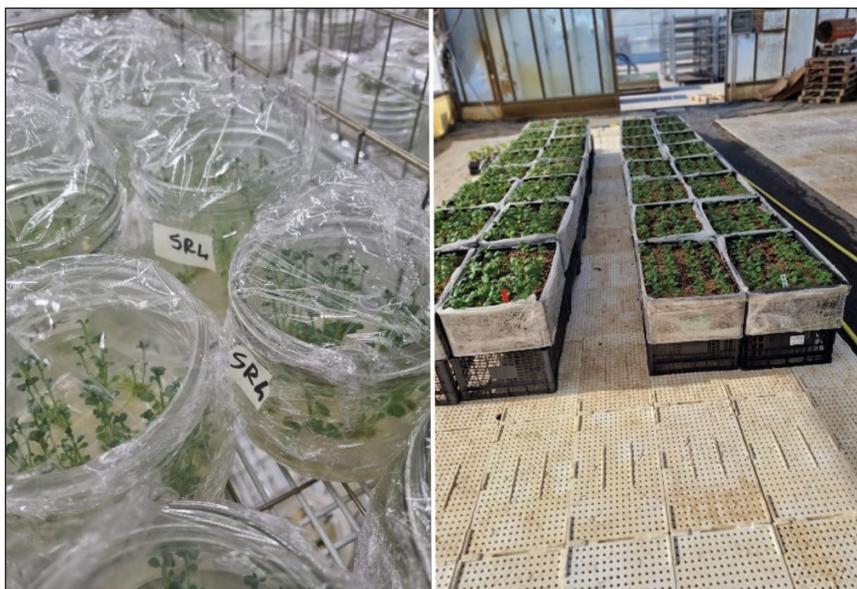
- piantine radicate in cubetti di torba e successivo trasferimento in contenitori da 40 litri riempiti con substrato di coltivazione vivaistica per piante ortive, allocati in serra con protezione anti-afidi, per la produzione di minituberi, raccolti ad ottobre 2022 e consegnati alla Comunità Montana della Valchiavenna (figura 31) per semine nella primavera 2023 in Valle Spluga;
- piantine radicate in cubetti di torba, consegnate alla Comunità Montana della Valchiavenna (figura 32), per il loro trapianto diretto avvenuto a Fraciscio (comune di Campodolcino) nel giugno 2022, sotto tunnel anti-afidi (figure 33 e 34), per la produzione di tuberi-seme raccolti poi nel periodo autunnale 2022, da impiegare poi nelle semine da eseguire nella primavera 2023 in Valle Spluga.

La produzione in vivaio ha consentito di ottenere oltre 2.000 minituberi della sola 'Rossa di Campodolcino' (figura 35) e circa 300 di 'Bianca di Campodolcino': per entrambe sono stati rilevati calibri nel *range* 5-35 mm.

Con le piantine radicate in cubetto (figura 36) è stata avviata la coltivazione di piante da tubero-seme virus-esente dall'azienda agricola Barelli nella frazione di Fraciscio (Campodolcino): ciò ha portato alla produzione di 110 Kg di tubero-seme di patata 'Bianca di Campodolcino' e 84 Kg della 'Rossa', con calibri nel *range* 15-50 mm per entrambe le varietà. Questi tuberi saranno seminati nella primavera 2023 in terreni della Valle Spluga (oltre 1.500 metri di quota), indenni da infestazioni di nematodi cisticoli e coperti con

tessuto-non-tessuto applicato prima dell'emergenza delle piante. Quest'operazione rappresenta l'avvio di una nuova filiera produttiva di varietà locali di patata nel territorio della Comunità Montana della Valchiavenna. Grazie all'uso di tuberi-seme a bassa carica virale, le rese produttive e il profitto economico si presume verranno notevolmente incrementati, favorendo così la coltivazione di queste varietà in più aziende agricole della Valle Spluga e Val San Giacomo; questo permetterà sia un'ulteriore valorizzazione del territorio e dei suoi prodotti, sia la conservazione *on farm* dell'agrobiodiversità locale.

Come è stato dimostrato dal progetto RESILIENT, la riuscita di quest'operazione è strettamente vincolata al mantenimento nel tempo di elevati valori di qualità fitosanitaria dei tuberi, ottenibile mediante l'applicazione delle buone pratiche agronomiche di coltivazione a livello aziendale, validate in campo nel biennio di attività e presentate in questo manuale.



**Figura 30.** Allevamento *in vitro* (a sinistra) e in contenitori (a destra) di vitropiante di patata per la produzione di minituberi, presso una struttura vivaistica del cesenate. Foto di Bruno Parisi.



**Figura 31.** Presentazione dei risultati dell'attività di produzione di minituberi delle varietà 'Bianca' e 'Rossa di Campodolcino'. Partendo da sinistra: Davide Trussoni, Presidente della Comunità Montana della Valchiavenna - Bruno Parisi, specialista di patate del CREA-CI di Bologna - Michele Rossi, Vicepresidente della Comunità Montana della Valchiavenna. Foto di Renato Dolci.



**Figura 32.** Consegna delle giovani piante di patata 'Rossa di Campodolcino' e 'Bianca di Campodolcino' risanate dal CREA-CI di Bologna alla Comunità Montana della Valchiavenna avvenuta nel giugno 2022. Foto di Renato Dolci.



**Figura 33.** Piantine di patata 'Rossa di Campodolcino' e 'Bianca di Campodolcino' risanate dal CREA-CI di Bologna e trapiantate nel giugno 2022 all'interno di tunnel anti-afidi a Fraciscio, frazione di Campodolcino (SO). Foto di Stefano Barelli.



**Figura 34.** Coltivazione 2022 delle giovani piante di patata 'Rossa di Campodolcino' e 'Bianca di Campodolcino' all'interno dei due tunnel anti-afidi, presso la località Fraciscio, nel comune di Campodolcino (SO). Foto di Renato Dolci.



**Figura 35.** Minituberi di 'Rossa di Campodolcino' appena raccolti in vivaio da vitropiante acclimate e poi coltivate in contenitori riempiti con terriccio di coltivazione. Foto di Bruno Parisi.



**Figura 36.** Piantine di patata radicate in cubetto di torba pronte al trapianto (giugno 2022) in tunnel anti-afidi siti a Fraciscio, frazione di Campodolcino (SO). Foto di Bruno Parisi.

## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Basky Z. (2002). *The relationship between aphid dynamics and two prominent potato viruses (PVY and PLRV) in seed potatoes in Hungary*. Crop Protection: 21, 823-827.

Boukhris-Bouhachem S., Ben Fekih I., Rouzé-Jouan J., Souissi R., Hullé M. (2017). *Impact of aphids and host weeds interaction on the dissemination of potato virus Y<sup>n</sup> strains*. Tunisian Journal of Plant Protection: 12, 41-48.

Brunt A.A., Lawson R.H. (2001). *The main viruses infecting potato crops*. In: Loebenstein G., Berger P.H., Brunt A.A., Lawson R.H. (ed.), *Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes*. Kluwer, The Netherlands, 65-134.

Casarini B., Ranalli P. (1996). *La coltura della patata*. Edagricole.

Cerato C., Rongai D., Borgatti S., Tamba M.L. (1994). *Studio delle popolazioni afidiche e delle virosi su colture di patata da seme*. L'Informatore Agrario: 48, 67-72.

Crosslin J.M., Karasev A.V. (2017). *Strain specific resistance to Potato virus Y (PVY) in potato and its effect on the relative abundance of PVY strains in commercial potato fields*. Plant Disease: 101, 20-28.

Dupuis B., Bragard C., Carnegie S., Kerr J., Glais L., Singh M., Nolte P., Rolt J.L., Demeulemeester K., Lacomme C. (2017). *Potato virus Y: control, management and seed certification programmes*. In: Lacomme C., Glais L., Bellstedt D.U., Dupuis B., Karasev A.V., Jacquot E. (eds). *Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management*. Springer, Switzerland, pp. 177-206.

Dupuis B., Cadby J., Goy G., Tallant M., Derron J., Schwaerzel R., Steinger T. (2017). *Control of potato virus Y (PVY) in seed potatoes by oil spraying, straw mulching and intercropping*. Plant Pathology: 66(6): 960-969.

FAO (2009). *New Light on a hidden treasure*. ISBN / ISSN 9789251061428.

Funke C.N., Nikolaeva O.V., Green K.J., Tran L.T., Chikh-Ali M., Quintero-Ferrer A., Cating R.A., Frost K.E., Hamm P.B., Olsen N., Pavek M.J., Gray S.M., Gaudio C. (2022). *Biodiversità: un capitale naturale da preservare*. Creafuturo Speciale "Il Mondo intorno a noi. Alla scoperta della biodiversità agricola": 1-8.

Glais L., Bellstedt D.U., Lacomme C. (2017). *Diversity, characterisation and classification of PVY*. In: Lacomme C., Glais L., Bellstedt D.U., Dupuis B., Karasev A.V., Jacquot E. (eds). *Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management*. Springer, Switzerland, pp. 43-76.

Hussain T. (2016). *Potatoes: Ensuring Food for the future*. Adv Plants Agric Res 3 (6): 00117.

Gong H., Igiraneza C., Dusengemungu L. (2019). *Major in vitro techniques for potato virus elimination and post eradication detection methods. A Review*. American Journal of Potato Research: 96, 379–389. <https://doi.org/10.1007/s12230-019-09720-z>

Hussain T. (2016). *Potatoes: Ensuring Food for the future*. Adv Plants Agric Res: 3(6), 00117.

Kaliciak A., Syller J. (2009). *New hosts of potato virus Y (PVY) among common wild plants in Europe*. European Journal of Plant Pathology: 124, 707-713.

Karasev A.V., Gray S.M. (2013). *Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato*. Annual Review of Phytopathology: 51, 571-586.

Kehoe M.A., Jones R.A.C. (2016). *Improving Potato virus Y strain nomenclature: lessons from comparing isolates obtained over a 73-year period*. Plant Pathology: 65, 322-333.

Kirchner S.M., Hiltunen L.H., Santala J., Doring T., Ketola J., Kankaala A., Virtanen E., Valkonen J.P.T. (2014). *Comparison of straw mulch, insecticides, mineral oil, and birch extract for control of transmission of potato virus Y in seed potato crops*. Potato Research: 57, 59-75.

Kreuze J.F., Souza-Dias J.A.C., Jeevalatha A., Figueira A.R., Valkonen J.P.T., Jones R.A.C. (2020). *Viral diseases in potato*. In: Campos H., Ortiz O., eds, *The potato crop its agricultural, nutritional and social contribution to humankind*. Springer, Switzerland, pp. 389-430.

Lozoya-Saldana H., Abelló J.F., García de la R.G. (1996). *Electrotherapy and shoot tip culture eliminate potato virus X in potatoes*. *American Potato Journal*: 73, 149–154. <https://doi.org/10.1007/BF02853073>

MIPAAF (2013). *Linee guida per la conservazione e la caratterizzazione della biodiversità vegetale di interesse per l'agricoltura*. Piano Nazionale sulla Biodiversità di interesse Agricolo, Roma, INEA.

Mohamed N.R., Yasser M.S., Hammad A.K. (2021). *Chemotherapy of Potato Virus Y Infecting Potato Plants Using Antiviral Drugs*. *International Journal of Virology*: 17, 8-19. doi: 10.3923/ijv.2021.8.19

Niino T., Arizaga M.V. (2015). *Cryopreservation for preservation of potato genetic resources*. *Breed Sci.*: 65(1), 41-52. doi: 10.1270/jsbbs.65.41

Onofri C., Pacifico D., Mello Grand M., Ghimenti C., Parisi B., Mandolino G. (2013). *Strumenti di genomica funzionale per la tipizzazione dell'origine di coltivazioni della patata*. *Minerva Biotec* 2012; 24 (suppl. 1 al N° 1): pp. 11-23. In: *Linee guida per la conservazione e la caratterizzazione della biodiversità vegetale, animale e microbica di interesse per l'agricoltura – Piano Nazionale sulla Biodiversità di Interesse Agricolo (INEA), MIPAAF, Roma*.

Pacifico D., Casciani L., Ritota M., Mandolino G., Onofri C., Moschella C., Parisi B., Cafiero C., Valentini M. (2013). *NMR-Based Metabolomics for Organic Farming Traceability of Early Potatoes*. *J. Agric. Food Chem.*: 61, 11201–11211 <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf402961m>

Pacifico D., Lasorella M.V., Parisi B. (2018). *Patate di montagna: una risorsa da tutelare- aspetti nutraceutici delle patate di alta quota*. *L'Informatore Agrario*: 42, 54-573.

Parisi B. (2011). *Patata comune*. In: *La Patata*. Collana Editoriale Coltura & Cultura, pp. 424-463.

Parisi B. (2013). *La patata*. Karpos Magazine: 10, 125-140.

Petrolani R., Rama-Franco D. (2017). *Il sistema agroalimentare in Lombardia: rapporto 2017*. Angeli Editore.

Ranalli P., Parisi B. (2017). *La patata. Coltivazione, scelta delle cultivar e post-raccolta*. Edagricole, Bologna, pp. 209.

Ronchi L., Brugna E. (2019). *Le norme per la tutela e la valorizzazione della biodiversità agricola e alimentare*. In: Rossi G. et al. (ed.). *Le varietà agronomiche lombarde tradizionali a rischio di estinzione o di erosione genetica. Ortive e cerealicole: uno sguardo d'insieme*. Regione Lombardia, progetto Relive PSR: pp. 159-165.

Rossi G., Guzzon F., Canella M., Tazzari E.R., Cauzzi P., Bodino S., Ardenghi N.M.G. (2019). *Le varietà agronomiche lombarde tradizionali a rischio di estinzione o di erosione genetica. Ortive e cerealicole: uno sguardo d'insieme*. Pavia University Press, Pavia.

Sigvald R. (1984). *The relative efficiency of some aphid species as vectors of potato virus Y<sup>0</sup> (PVY<sup>0</sup>)*. Potato Research: 27, 285-290.

Singh B., Kaur A. (2016). *In vitro production of PLRV and PSTVd-free plants of potato using electrotherapy*. J. Crop Sci. Biotechnol.: 19, 285–294 (2016). <https://doi.org/10.1007/s12892-016-0028-1>

Spooner D.M., Ghislain M., Simon R., Jansky S.H., Gavrilenko T. (2014). *Systematics, Diversity, Genetics, and Evolution of Wild and Cultivated Potatoes*. The Botanical Review: 80, 283-383.

Szabo A.K., Varallyay E., Demian E., Hegyi A., Galbacs Z.N., Kiss J., Balint J., Loxdale H.D., Balog A. (2020). *Local aphid species infestation on invasive weeds affects virus infection of nearest crops under different management systems – A preliminary study*. Frontier in Plant Science: 11, 684.

UNITED NATIONS (2014). *UNECE Standard S-1 concerning the marketing and commercial quality control of seed potatoes*. Guide to Seed Potato Diseases, Pests and Defects (ECE/TRADE/416), New York, pp. 108.

Valkonen J.P.T., Gebhardt C., Zimnoch-Guzowska E., Watanabe K.N. (2017). *Resistance to Potato virus Y in potato*. In: Lacomme C., Glais L., Bellstedt D.U., Dupuis B., Karasev A.V., Jacquot E. (eds). *Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management*. Springer, Switzerland, pp. 207-241.

Van Harten A. (1983). *The relation between aphid flights and the spread of potato virus YN (PVY) in the Netherlands*. Potato Research: 26, 1-15.

Vegini E., Parisi B., Ferrari F., Pacifico D. (2022). *Patate tradizionali locali in Regione Lombardia*. Progetto RESILIENT, PSR Regione Lombardia, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente (DSTA) dell'Università degli Studi di Pavia.

Vicchi V. (1997). *PVY<sup>NTN</sup> virus responsabile di maculature anulari necrotiche del tubero di patata*. L'Informatore Agrario: 38, 89-90.

Vucetic A., Jovicic I., Petrovic O. (2013). *The pressure of Aphids (Aphididae, Hemiptera), vectors of potato viruses*. Archives of Biological Sciences: 65(2), 659-666.

Wang M.R., Cui Z.H., Li J.W. (2018). *In vitro thermotherapy-based methods for plant virus eradication*. Plant Methods: 14, 87. <https://doi.org/10.1186/s13007-018-0355-y>

Wang Q., Liu Y., Xie Y. (2006). *Cryotherapy of Potato Shoot Tips for Efficient Elimination of Potato Leafroll Virus (PLRV) and Potato Virus Y (PVY)*. Potato Res.: 49, 119–129. <https://doi.org/10.1007/s11540-006-9011-4>

Xu Y., Gray S.M. (2020). *Aphids and their transmitted potato viruses: a continuous challenges in potato crops*. Journal of Integrative Agriculture: 19(2), 367-375.



## SITOGRAFIA

Agri-Food and Biosciences Institute

<https://www.afbini.gov.uk>

AlimentiNUTrizione

<https://www.alimentinutrizione.it/tabelle-nutrizionali/006500>

EUPPA – European Potato Processors' Association

[https://euppa.eu/\\_library/\\_files/20190304-EUPPA\\_Trade\\_Factsheet\\_final.pdf](https://euppa.eu/_library/_files/20190304-EUPPA_Trade_Factsheet_final.pdf)

FAO – Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

Potato Variety Database – Agriculture and Horticulture Development

<https://varieties.ahdb.org.uk>

Progetto RESILIENT

<https://resilient.unipv.it>

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori sono grati a tutti coloro che hanno contribuito a vario titolo alla realizzazione del progetto RESILIENT. In particolare, si ricordano:

Davide Trussoni, Renato Dolci, Pietro Melgara, Andrea Copes, Maria Chiaravalli, Chiara Paggi (Comunità Montana della Valchiavenna); Enrica Guanella e tutta l'Amministrazione Comunale di Campodolcino; Stefano Barelli (agricoltore custode in Valchiavenna); Andrea e Gabriele Mori (agricoltori custodi in Oltrepò Pavese); Paolo Culatti e Paolo Bergamo (Servizio Fitosanitario Regionale della Lombardia); Lorenza Tam (Legambiente Valchiavenna); Antonio Scaramellini (Giardino Alpino Valcava di Madesimo, SO); Associazione Fondiaria di Fraciscio per la disponibilità dei terreni; Associazione Patata di Starleggia di Chiavenna; Elena Rita Tazzari, Marco Scalora, Gloria Rozzarin, Micol Orenco (Università di Pavia – DSTA); Claudio Santagostini, Luca Galliano, Daniela Boggiani, Elena Caldirola (Università di Pavia-IDCD).



Univers Edizioni stampa su carta prodotta a partire da boschi gestiti in maniera responsabile.  
Un impegno per la sostenibilità ambientale.

Finito di stampare nel mese di dicembre 2022