



Università degli Studi della Basilicata, *Dipartimento di Scienze*

Il contributo del miglioramento varietale: le resistenze genetiche contro le principali patologie delle coltivazioni orticole

Prof. Aniello CRESCENZI

Titolare delle Cattedre di Difesa integrata e Biotecnologie fitopatologiche



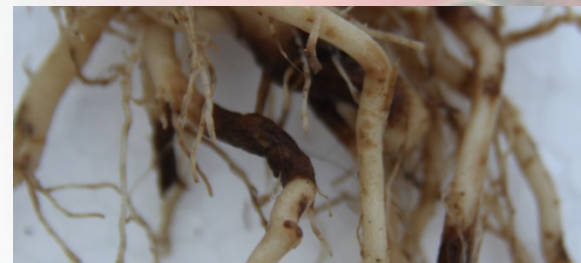
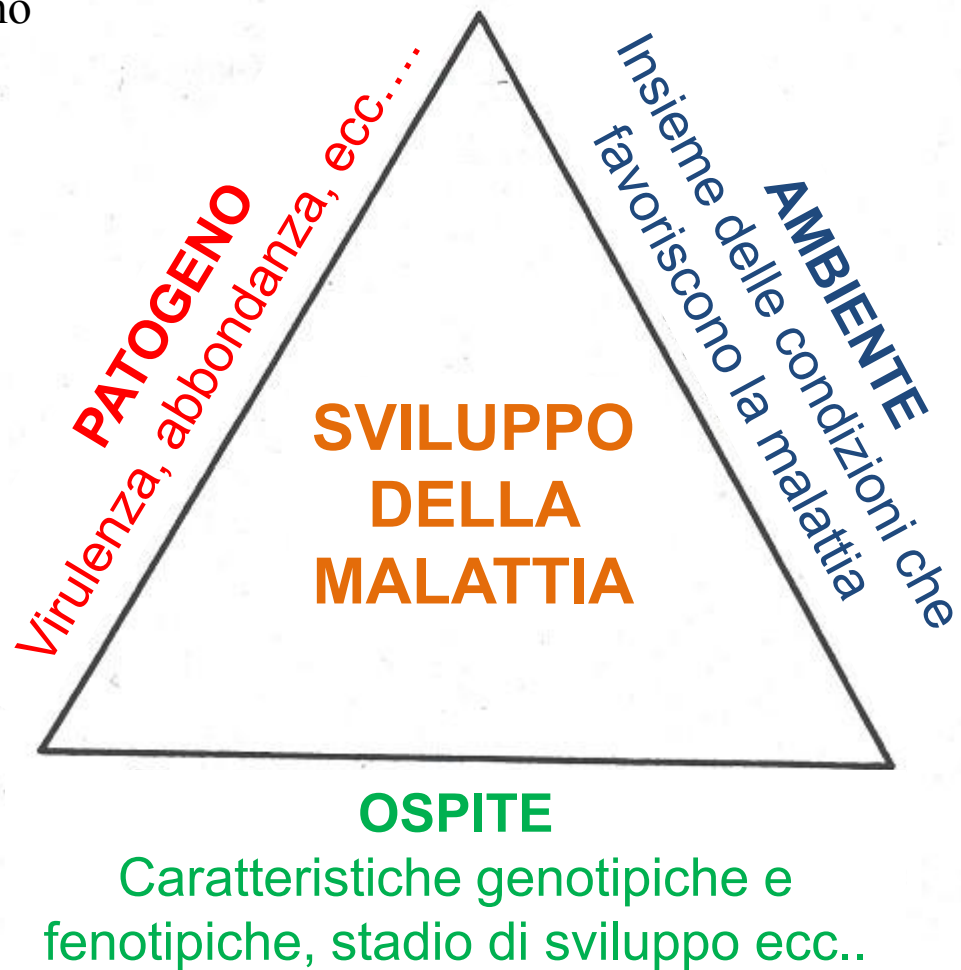
CONVEGNO

«L'INNOVAZIONE E LA TRACCIABILITÀ PER UNA ORTICOLTURA SOSTENIBILE E DI QUALITÀ»

Mercoledì 24 settembre 2014

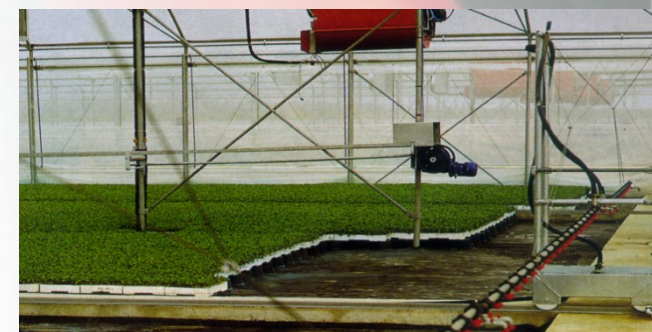
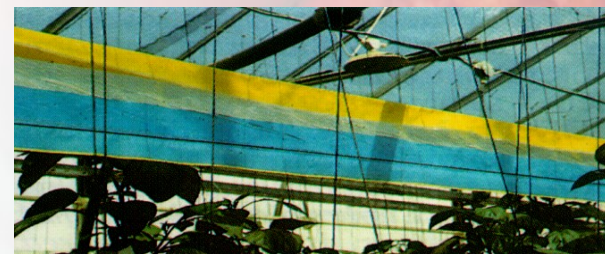
Fattori che determinano la malattia

La relazione pianta/patogeno è un processo dinamico, modulato dal tempo e che può essere in parte controllato dall'uomo



Principali metodi di difesa delle piante

- **Interventi legislativi** (quarantena, lotta obbligatoria, certificazione fitosanitaria, ecc.)
- **Interventi agronomici** (lavorazioni, potature, rotazioni colturali, epoca di semina, metodi di coltivazione, ecc....)
- **Interventi meccanici** (estirpazione e distruzione piante malate, isolamento delle colture con reti anti-insetto, tunnel, serre con doppie porte, spazzolatura dei semi, ecc....)
- **Sistemi fisici** (solarizzazione, uso del calore per disinfestare semi e bulbi, uso di trappole adesive colorate, ozono terapia, ecc....)
- **Sistemi biologici** (utilizzo di organismi antagonisti, competitori, parassiti e predatori nei confronti dei patogeni)
- **Interventi chimici** (uso di agrofarmaci naturali o di sintesi)
- **USO DI PIANTE RESISTENTI**

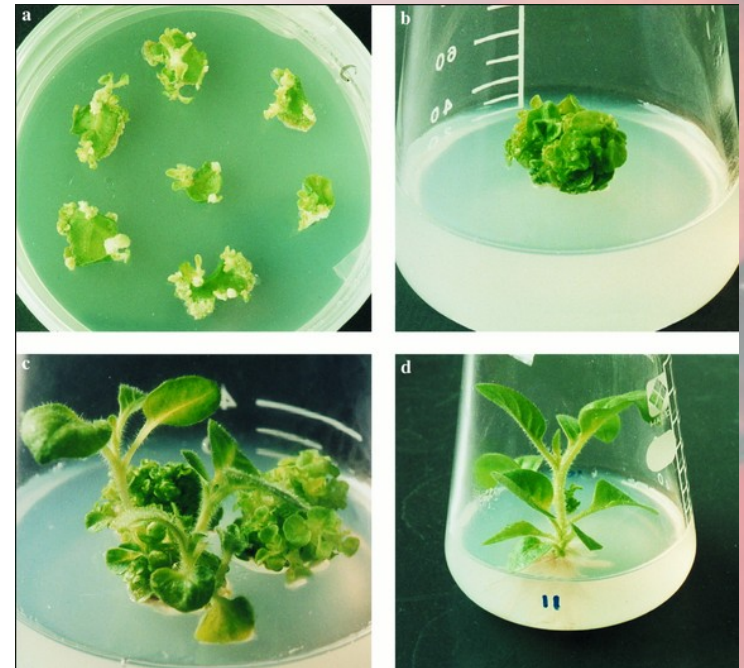


Uso di piante resistenti

La resistenza è la capacità delle piante di evitare, sopportare o contrastare il processo infettivo provocato da un agente patogeno

La resistenza può essere ottenuta mediante:

- induzione con sostanze naturali o di sintesi, oppure utilizzo di ceppi ipovirulenti del patogeno
- processo di miglioramento genetico classico o non convenzionale (piante transgeniche)



Definizioni (secondo ISF)

Suscettibilità: incapacità di una varietà vegetale di limitare la crescita e lo sviluppo di un determinato parassita o patogeno

Tolleranza: la capacità di una varietà vegetale di sopportare stress abiotico senza conseguenze serie sulla crescita, sull'aspetto e sull'abbondanza di raccolto. Le compagnie sementiere continueranno ad usare "tolleranza" per lo stress abiotico.

Resistenza: capacità di una varietà vegetale di limitare la crescita e lo sviluppo di un determinato parassita o patogeno e/o il danno che provoca, rispetto a varietà suscettibili poste nelle medesime condizioni ambientali e di pressione infettiva del parassita o del patogeno. Le varietà resistenti possono, tuttavia, mostrare alcuni sintomi della malattia o di danno in presenza di una forte pressione da parte di parassiti o patogeni.

Immunità: il non essere soggetto ad attacco o infezione da parte di uno specifico parassita o agente patogeno.

La resistenza indotta

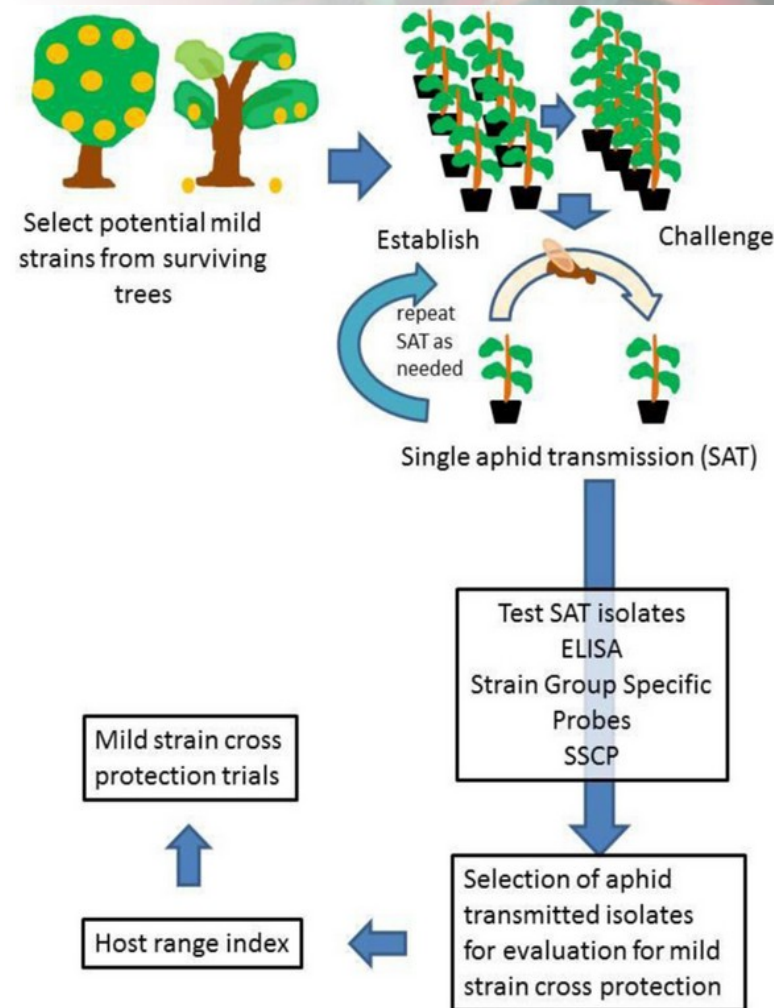
Resistenza Sistemica Acquisita (Systemic Acquired Resistance, SAR)

- Questo tipo di resistenza si esprime nei confronti di un ampio spettro di organismi patogeni (è aspecifica)
- Tra molecole chimiche: *acido salicilico*, *acido jasmonico*, *etilene*, *acibenzolar -S-methyl*
- Il tempo necessario alla pianta per mettere in atto meccanismi di resistenza dipendono dalla specie vegetale e dalla sostanza o microrganismo induttore (da secondi a settimane)
- Talvolta questa resistenza è transitoria (viene meno quando si sospendono i trattamenti con le sostanze che la inducono), altre volte perdura per diverse settimane
- Il livello di resistenza espresso dalla pianta dipende dallo stadio di sviluppo della pianta e varia da pianta a pianta
- Non essendo geneticamente determinata, si realizza solo nella pianta trattata
- E' di tipo esclusivamente preventivo



La resistenza indotta

- **Cross protection**: consiste nell'infettare la pianta con **ceppi non virulenti** di un patogeno: viroidi, virus (ToMV, RNA-Sat CMV), batteri o funghi ed è altamente specifica per una determinata specie di patogeno
- I limiti della cross protection sono: disporre di ceppi ipovirulenti stabili, possibilità che il ceppo ipovirulento sia virulento per altre specie, rilascio nell'ambiente dell'agente patogeno ipovirulento, con possibilità di riconversione, necessità di infettare sistemicamente le piante prima dell'impianto, tecnica non applicabile per i patogeni da quarantena e/o a lotta obbligatoria.
- Un altro caso di resistenza sistemica è stata ottenuta attraverso la colonizzazione della rizosfera di piante di pomodoro da parte di **rizobatteri** o di *Trichoderma spp.*, applicati al suolo. Tale applicazione conferiva resistenza sia a livello dello stelo che delle foglie nei confronti di svariati agenti patogeni.



Il miglioramento genetico classico delle piante coltivate

- Il miglioramento genetico classico sfrutta la variabilità genetica presente in natura all'interno di ogni specie per indirizzarne l'evoluzione nella direzione gradita dall'uomo.
- Uno degli aspetti fondamentali del miglioramento genetico è l'individuazione e trasferimento nella specie desiderata di geni di resistenza agli stress di natura biotica ed abiotica.
- I principali tipi di resistenza sono quella **orizzontale o poligenica**, e quella **verticale o monogenica**.
- Si realizza attraverso l'individuazione, la selezione e il trasferimento, nella pianta d'interesse del/dei geni che conferiscono resistenza a un determinato patogeno della pianta coltivata.

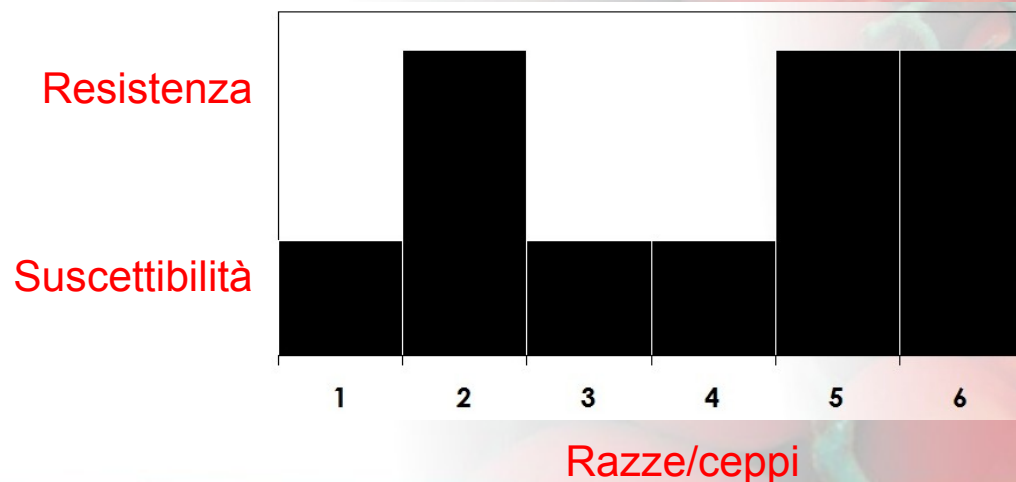


Resistenza verticale

- Controllata da uno o pochi geni dominanti (monogenica o oligogenica), trasferibili da un genotipo all'altro
- La presenza del gene di resistenza può essere facilmente individuata all'interno di una popolazione di piante malate (stessa varietà o specie)
- Non è facilmente influenzabile da fattori ambientali
- La tenuta della resistenza dipende dalla variabilità genetica del patogeno
- Comporta un continuo monitoraggio della popolazione del patogeno
- Esercita sul parassita una pressione di selezione che può determinare la comparsa di nuove razze o ceppi
- Si può assistere al ritorno di vecchi genotipi del patogeno contro i quali possono essere efficientemente impiegate varietà ormai dismesse.

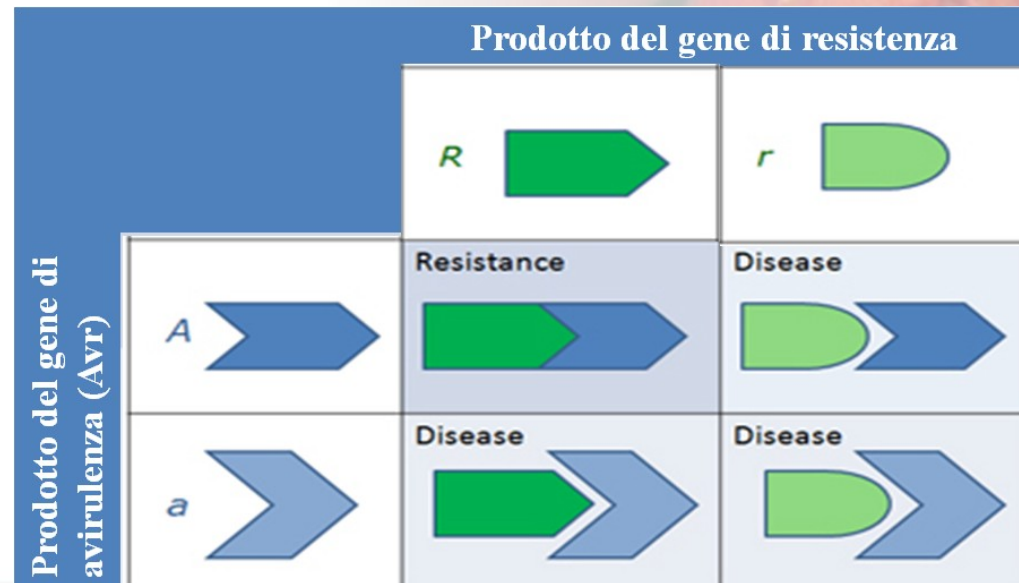


Resistenza verticale verso le razze/ceppi 2, 5 e 6



Resistenza verticale

- I genotipi che recano questo tipo di resistenza sono altamente resistenti
- Essendo monogenica o oligogenica viene trasmessa alla progenie in modo Mendeliano semplice
- Il confronto tra genotipi suscettibili e resistenti può indirizzare all'identificazione del gene responsabile o almeno alla regione cromosomica in cui tale gene risiede.
- Il riconoscimento del patogeno da parte dell'ospite attiva immediatamente una cascata di meccanismi di difesa che termina macroscopicamente con l'ipersensibilità e biochimicamente con la sintesi di fitoalessine
- I geni coinvolti interferiscono con l'insediamento del patogeno nei tessuti dell'ospite



Resistenza orizzontale

- E' di natura **poligenica** (molti geni, ciascuno con effetto ridotto o parziale) o **quantitativa**
- E' **stabile** contro tutte o la maggior parte delle razze del patogeno (non è razza specifica)
- Ha **minore efficacia** (di quella verticale), il livello di efficacia dipende dalle condizioni ambientali e dalla quantità di inoculo del patogeno
- E' caratterizzata da assenza di reazioni differenziali tra genotipi dell'ospite e genotipi del parassita
- Non determina nell'ospite una risposta ipersensibile, ma una serie di effetti che limitano la gravità dei sintomi



Es. di resistenza poligenica in Melone

Classificazione di razze di *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* sulla base di patogenicità su cultivar ospiti differenziali di *Cucumis melo*



Genotipo	Razza 0	Razza 1	Razza 2	Razza 1.2
	S	S	S	S
Fom-1	R	S	R	S
Fom-2	R	R	S	S
Fom-3	R	S	R	S
Poligenica recessiva	r	r	r	r
Fom-1, Fom-2, Poligenica recessiva	R	R	R	r

S= suscettibile; R= Resistente;; r= parzialmente resistente

Resistenza orizzontale

Vantaggi

- Generalmente più durevole della resistenza verticale
- Può controllare un'ampia gamma di razze dello stesso patogeno, in quanto sono coinvolti diversi loci



Svantaggi

- E' meno efficace della resistenza verticale
- E' difficile da trasferire da un genotipo all'altro
- E' difficile individuare i singoli geni coinvolti

Impiego di piante resistenti

Vantaggi:

- Economici (non sono necessari altri trattamenti contro quel patogeno)
- Salvaguardia dell'ambiente
- Salubrità degli alimenti prodotti
- Assenza della malattia o forte riduzione dei sintomi

Svantaggi:

- Costi elevati nella costituzione di nuove varietà
- Difficoltà nel reperire geni di resistenza per alcuni patogeni o per i ceppi evoluti
- Alcuni geni di resistenza possono essere ereditati insieme ad altri che determinano caratteristiche del prodotto non gradite i consumatori
- Selezione di ceppi di patogeno dotati di maggiore virulenza che si può esplicare anche attraverso la possibilità della trasmissione via seme laddove prima non si verificava (es. ceppi virulenti di ToMV, TMV, CMV)
- Possibilità di superamento della resistenza (se verticale)

Quando scegliere una varietà resistente

- Il patogeno e/o il suo eventuale vettore sono presenti nell'areale di coltivazione della varietà o ibrido di interesse
- Le condizioni ambientali in cui andrà impiantata la coltura sono favorevoli allo sviluppo del patogeno
- Le condizioni ambientali in cui andrà impiantata la coltura sono utili al mantenimento dell'efficacia della resistenza
- Vi è concomitanza dello sviluppo del patogeno con stadi fenologici in cui la pianta è più suscettibile (es. scelta di resistenze a nematodi in estate per il pomodoro)
- Assenza di altri parassiti in grado di rompere la resistenza presente all'interno di una varietà
- Una scelta razionale è conseguente ad un attento monitoraggio del territorio



**E' opportuno utilizzare, in un areale in cui vi è stata
rottura della resistenza, varietà dotate della resistenza
che è stata superata**

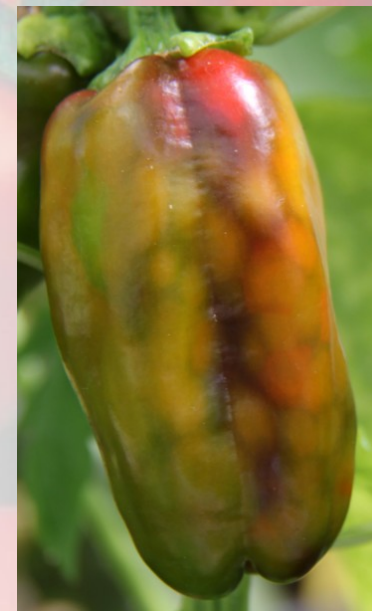
?



Fattori che determinano il superamento della resistenza da parte di un parassita

La comparsa e la diffusione di un particolare isolato di patogeno resistance-breaking in pieno campo dipende da diversi fattori, tra cui:

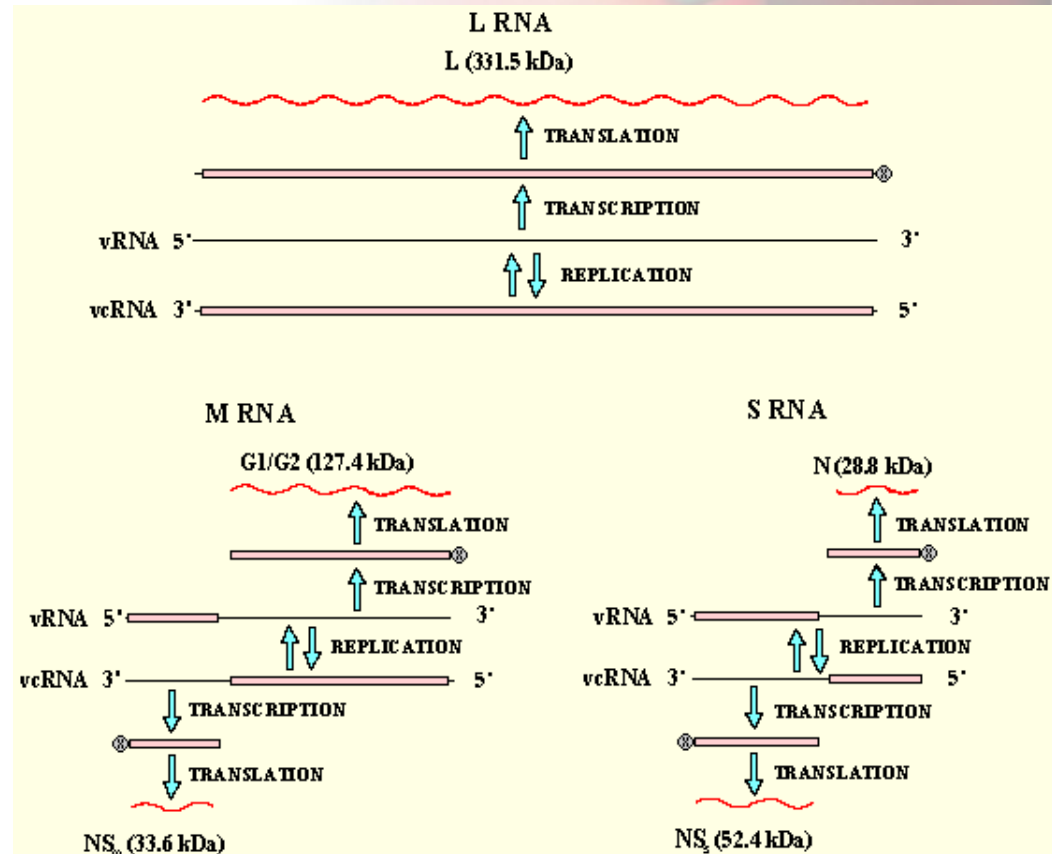
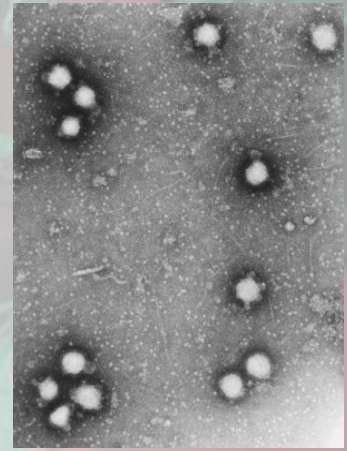
- Plasticità genetica del patogeno
- Gamma d'ospiti
- Condizioni ambientali
- Gestione della coltura
- Pressione dell'inoculo
- Preferenze del vettore
- Differenze di *fitness* degli isolati *resistance breaking (RB)* rispetto a quelli che non sono in grado di superare la resistenza



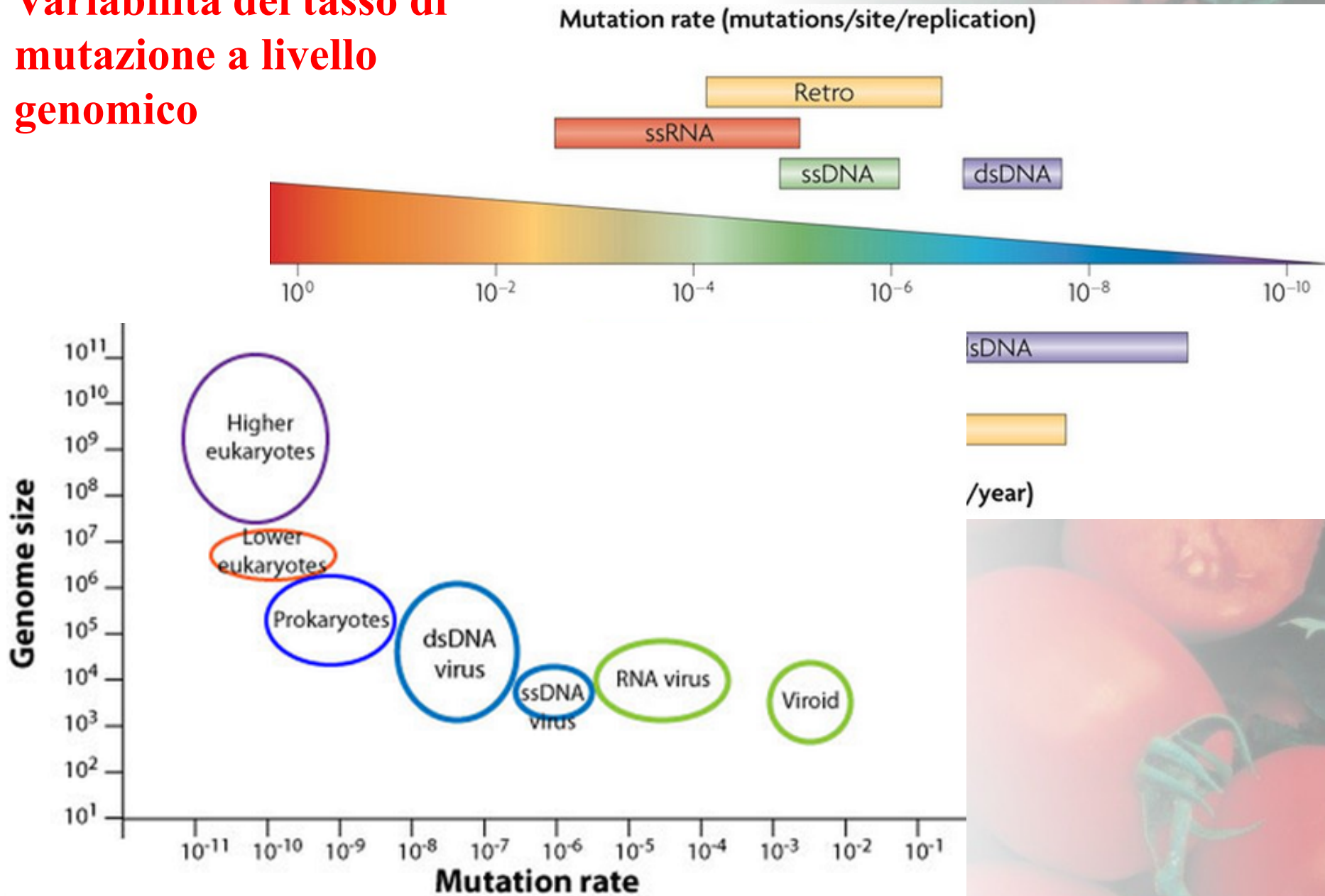
Come si determina il superamento di una resistenza da parte di un patogeno

Lo studio delle resistenze ai patogeni è stato particolarmente approfondito a proposito dei virus vegetali, perché:

- I virus vegetali hanno genomi più piccoli (rispetto agli altri patogeni), quindi anche meno geni e prodotti genici
- Migliaia di genomi di virus vegetali sono ormai interamente sequenziati
- Disponibilità di trascritti infettivi full-length per studi di genetica inversa
- I genomi dei virus vegetali sono ricchi di informazioni
- La maggior parte dei virus vegetali si moltiplica velocemente e produce molte varianti geniche



Variabilità del tasso di mutazione a livello genomico



Quali sono i principali meccanismi di superamento della resistenza da parte di un parassita

Vi sono fondamentalmente 4 tipi di variazioni nei genomi dei virus vegetali che possono portare alla comparsa di nuovi isolati *resistance – breaking*:

- **Mutazione** (soprattutto nei virus a RNA, a causa dell'alto tasso di errore da parte della RNA polimerasi RNA dipendente, priva di attività di correzione di bozze)
- **Ricombinazione** (tra i virus ssDNA, ad es. *Geminiviridae*, sia di tipo intraspecifico che interspecifico, facilitata dall'abilità di due o più ceppi o specie di *Begomovirus* di co-infettare la stessa pianta)
- **Pseudo-ricombinazione** (riassortimento di segmenti del genoma, nei virus a genoma multipartito, tra ceppi strettamente correlati)
- Acquisizione di **segmenti extra-genomici** (segmenti genomici, virus satelliti, acidi nucleici satelliti)



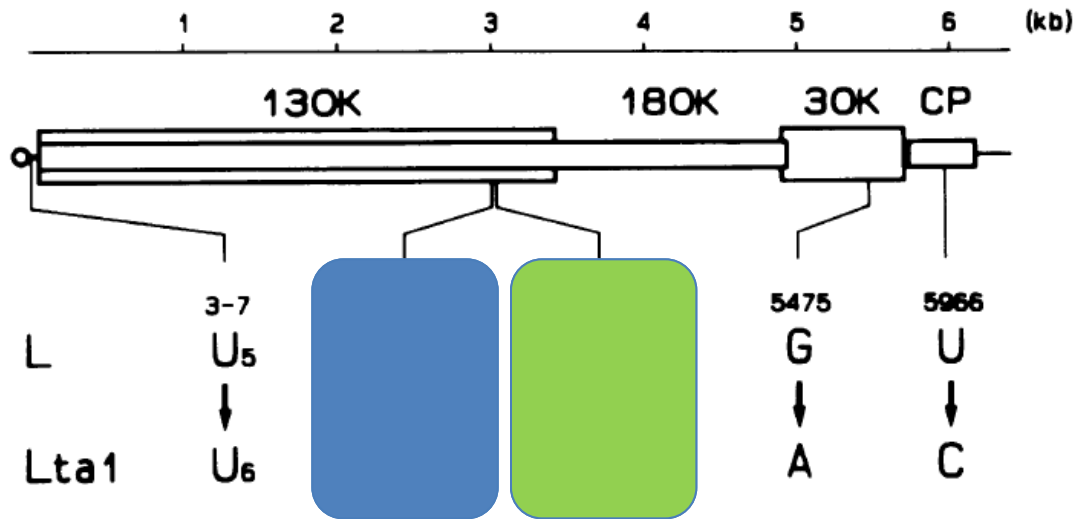
Es.: mutazione missenso
(sostituzione di un aa in un altro, qui una transizione da AT a GC cambia il codone per lisina ad acido glutammico)

Esempi di superamento delle resistenze in alcune specie coltivate

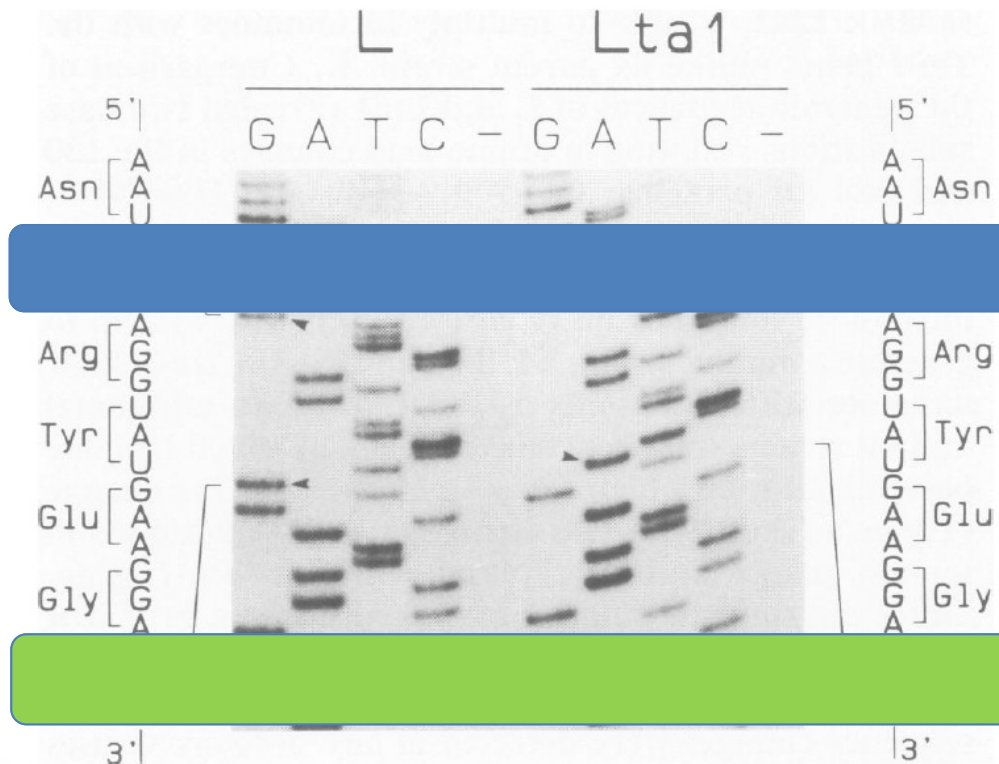
- La maggior parte delle resistenze ai virus nelle piante sono conferite da un gene singolo, generalmente dominante e comunemente si esprime tramite una risposta ipersensibile che confina il virus in un gruppo di cellule intorno il sito di infezione iniziale.
- Per la maggior parte di questi geni di resistenza sono noti isolati che hanno rotto la resistenza:

Plant	Gene	Virus ^a	Viral avirulence factor	Resistance-breaking change(s)	Reference
Tobacco	<i>N'</i>	ToMV	Coat protein	F148 → S (or other changes)	Saito et al., 1987; Knorr & Dawson, 1988
	<i>N</i>	TMV	Polymerase (helicase domain)	Several needed	Padgett et al., 1997
	<i>va</i>	TVMV	Genome-linked protein (VPg)	S1928PQQRN → CSQQKS	Nicolas et al., 1997
Tomato	<i>Tm-1</i>	ToMV	Polymerase	G979 → Q and H984 → Y	Meshi et al., 1988
	<i>Tm-2</i>	ToMV	Movement protein	Q133 → K and C68 → F	Meshi et al., 1989
	<i>Tm-2</i> ²	ToMV	Movement protein	S238 → R and K244 → Q	Weber et al., 1993
Potato	<i>Nb</i>	PVX	25K movement protein	I6 → S or T	Malacuit et al., 1999
	<i>Nx</i>	PVX	Coat protein	Q78 → P (+ V62 → I)	Santa Cruz & Baulcombe, 1993
	<i>Rx1</i>	PVX	Coat protein	T121 → K and K127 → R	Bendahmane et al., 1995
	<i>Ry</i>	PVY	NIa protease	None known	Mestre et al., 2000
Pea	<i>sbm-1</i>	PSBMV	Genome-linked protein (VPg)	Not available	Keller et al., 1998
	<i>sbm-2</i>	PSBMV	P3 protein	Not available	Johansen et al., 2001
<i>Brassica napus</i>	<i>TuRB01</i>	TuMV	Cylindrical inclusion protein	N1686 → D or H1857 → R	Jenner et al., 2000

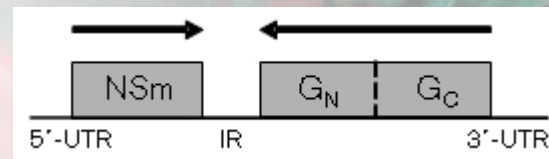
^a Acronyms are: PSBMV = pea seed-borne mosaic potyvirus, PVX = potato X potexvirus, PVY = potato Y potyvirus, TMV = tobacco mosaic tobamovirus, ToMV = tomato mosaic tobamovirus, TuMV = turnip mosaic potyvirus, TVMV = tobacco vein mottling potyvirus



Due sostituzioni di base concomitanti nel gene della replicasi di **Tobacco mosaic virus** conferiscono l'abilità di superare gli effetti del gene di resistenza **TM-1** in Pomodoro (The EMBO Journal 7 (6): 1575 - 1581, 1988)



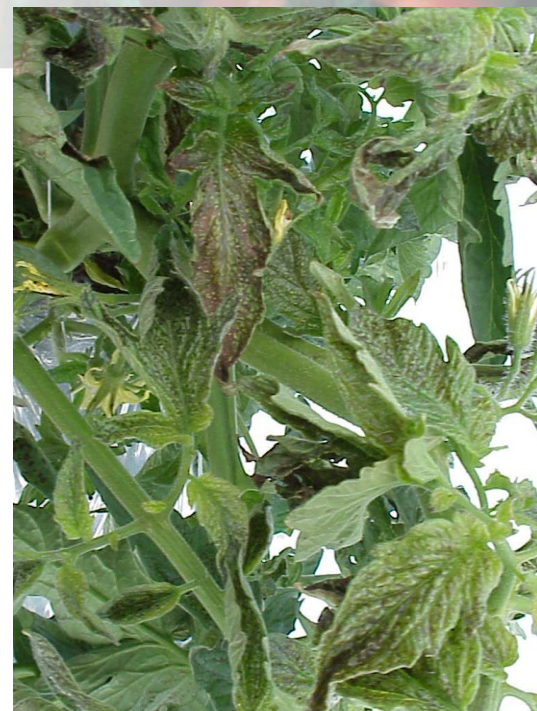
La resistenza in **Pomodoro** conferita dal gene **Sw-5** può essere superata da 2 sostituzioni aminoacidiche, C118Y (selezione positiva) e T120N nella proteina di movimento NSm di **TSWV** (J Gen Virol 2011. 92, 210–215)



AB190818	DLFVGNGKQNASKV	RKQYMMISRIVIWCPTIPNPTGKLVVALVDPNMPSEKQVILKGQGTIADPICFVFLNWSIPKMNNTPENCCQLHL
AB010996	N.	T.
AY744481	N.	T.
AY744482	N.	T.
AY744483	T.N.	T.
AY744484	T.N.	T.
AY744485	N.	T.
AY744486	N.	T.
AY744487	N.	I.
AY744488	N.	I.
AY744489	N.	I.
AY744490	N.	I.
AY744491	N.	I.
AY744492	N.	I.....T.....I.
AY744493	N.	T.....I.
AY870389	N.	P.....I.
AY870390	I.....N.	I.
AY956380	N.	I.
Br01	N.	I.....G.....T.
AF208497	N.	T.
Ab1NL2	N.	S.....T.....I.
Cr1NL2	N.	T.
DalNL2	N.	S.....T.
Gr1NL2	N.	V.....T.....I.
LL-N0.5	N.	T.
Mon1NL2	N.	T.....I.
ZO	N.	T.
AF208498	N.	T.
Ag1TL3	N.	T.
D-191	F.....N.	T.
Ber1TL3	N.	T.
Llo2TL3	N.	T.....T.
Oller1TL3	N.	T.....P.
Pujol1TL3	N.	T.
SalalTL3	N.	F.....T.
VilTL3	N.	T.....I.
Gr4TL1	N.	T.....I.
Gr5TL1	N.	H.....T.....I.
Gr9TL1	N.	T.....I.
Rib1TL1	N.	T.....I.

SNI

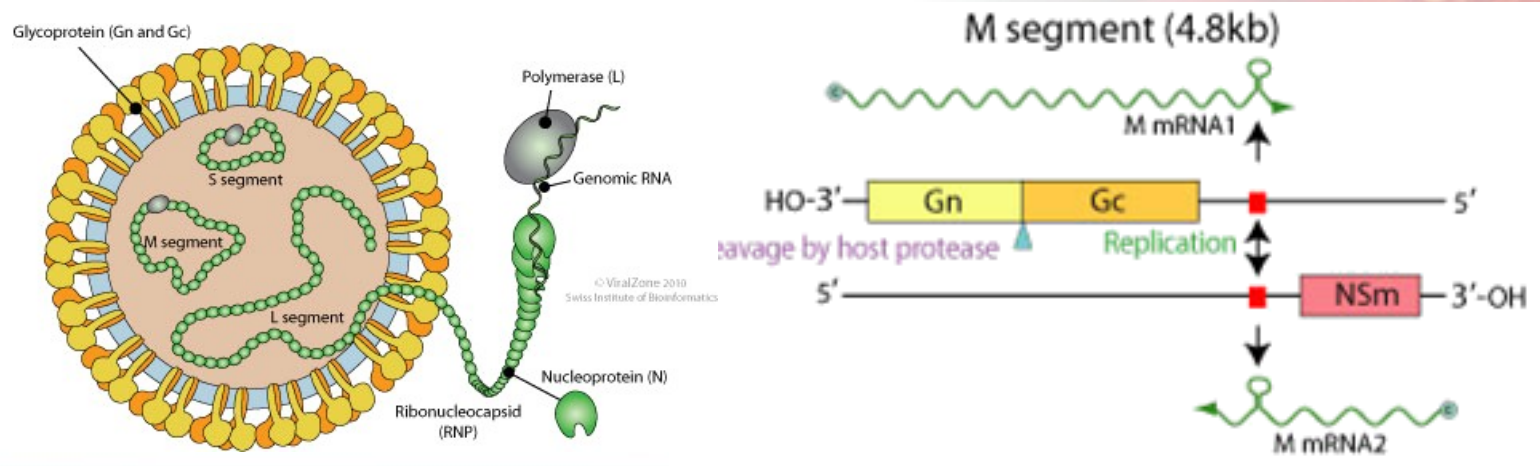
SRB



SNI: Sw-5 non-infecting; SRB: Sw-5 resistance-breaking

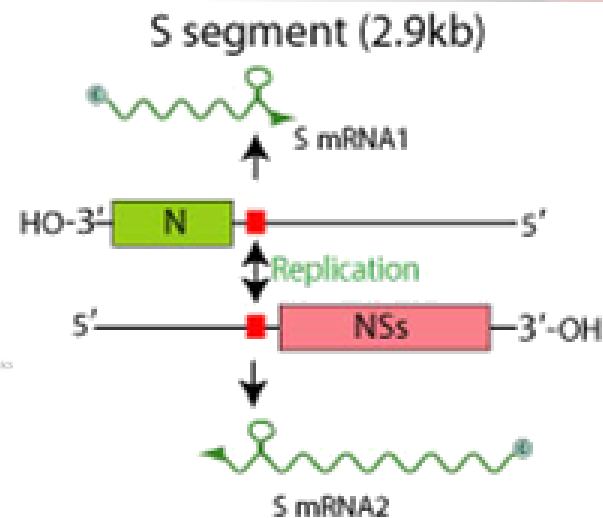
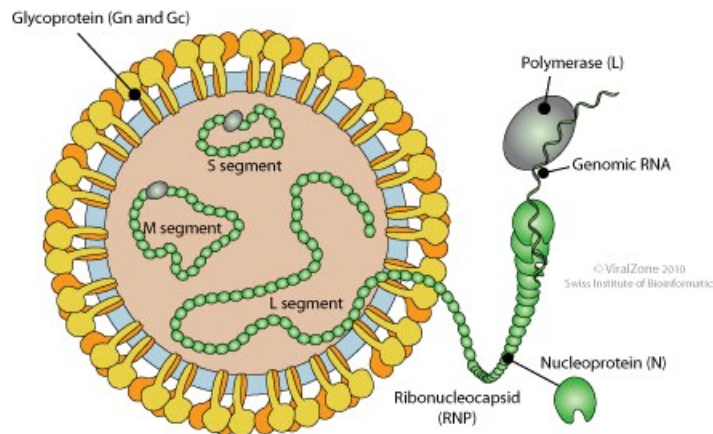
La resistenza in **Pomodoro** conferita dal gene **Sw-5**

- I determinanti genici implicati nella rottura di resistenza Sw-5 in Pomodoro sono localizzati nell'RNA-M, a livello della proteina di movimento NSm, coinvolta nel movimento cellula-cellula, nella sintomatologia, nella determinazione della gamma d'ospite e nell'interazione con la proteina N di TSWV, oltre che con proteine ed RNA della pianta
- La resistenza a TSWV in Pomodoro è efficace anche nei confronti di *Tomato Chlorotic Spot Virus* (TCSV) e *Groundnut Ringspot Virus* (GRSV)
- Sono stati rinvenuti diversi isolati di TSWV in grado di rompere la resistenza sia sperimentalmente che in pieno campo in Australia, in Sud Africa, nelle Hawaii, in Spagna ed in Italia



La resistenza in **Peperone** conferita dal gene **Tsw**

- I determinanti genici implicati nella rottura di resistenza Tsw in Peperone sono localizzati nell'RNA-S, a livello del gene dominante Tsw, che deriva dalle accessioni di *C. chinense* 'PI152225' e 'PI159236'
- La resistenza a TSWV in Peperone è efficace solo nei confronti di isolati di TSWV
- Questo tipo di resistenza, che determina reazione ipersensibile, interferisce con il movimento a lunga distanza di TSWV nella pianta
- Sono stati rinvenuti diversi isolati di TSWV in grado di rompere la resistenza Tsw, sia sperimentalmente che in pieno campo, in Brasile, USA, Italia, Spagna ed Australia
- Gli isolati di TSWV in grado di superare la resistenza Sw-5 in Pomodoro non riescono a superare la resistenza Tsw in Peperone, e viceversa
- Tali isolati sono altamente specifici



European Seed Association (ESA)

Le resistenze riportate dalle ditte sementiere nelle diverse varietà di vegetali si basano su test condotti con isolati ben caratterizzati di un determinato patogeno in condizioni ambientali controllate.

Queste resistenze possono essere efficaci nei confronti di tutti o solo di alcuni biotipi, patotipi, razze o ceppi di un determinato patogeno

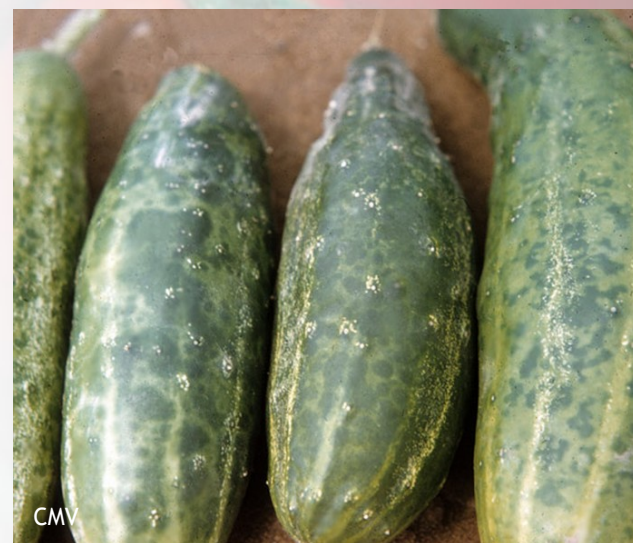
Tuttavia, **i patogeni sono in continua evoluzione** e formano nuovi biotipi, patotipi, razze o ceppi, che possono provocare danni a piante che non verrebbero infettate dalla forma originale del patogeno

Il working group dell'ESA sull'armonizzazione della terminologia delle resistenze si occupa di aggiornare costantemente le informazioni disponibili sulle diverse razze dei patogeni nelle diverse varietà commerciali, oltre al relativo livello di resistenza

Tali informazioni sono disponibili per le seguenti categorie: *Brassicacee*, *Cucurbitacee* e *Solanacee*

Cetriolo

Scientific name pathogen ISF	Abbreviation	Races/ Strains	Level	Reference variety
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	PsI		IR	Poinsett 76
<i>Cladosporium cucumerinum</i>	Ccu		HR	Marketmore 76
<i>Colletotrichum orbiculare</i> (ex <i>C. lagenarium</i>)	Co	1, 2, 3	IR	Poinsett 76
<i>Corynespora cassiicola</i>	Cca		IR/HR	IR: Bahia HR: Edona, Corona, Ventura
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i>	Foc	1	IR	PI 390264
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i>	Foc	2	IR	MSU 8518
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i>	Foc	3	IR	Chipper
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Pcu		IR	IR: Poinsett 76
<i>Podosphaera xanthii</i> (ex. <i>Sphaerotheca fuliginea</i>)	Px		IR/HR	IR: Flamengo, Marketmore 76 HR: Cordoba
Beet pseudo yellowing virus	BPYV		IR	Carrascus
Cucumber Green Mild Mottle Virus	CGMMV		HR	Bonbon (Rijk Zwaan)
Cucumber mosaic virus	CMV		IR/HR	IR: Gardon, Marketmore 76 HR: Hokus, Naf
Cucumber vein yellowing virus	CVYV		IR/HR	IR: Tornac HR: Fenix
Cucurbit yellow stunting disorder virus	CYSDV		IR	Atalaya
Papaya ringspot virus (ex WMV-I)	PRSV		IR	Conquistador
Watermelon mosaic virus (ex WMV-II)	WMV		IR	Conquistador
Zucchini yellow mosaic virus	ZYMV		IR	Dina





Pst

Xcv

For

BER

Pyrenochaeta lycopersici

POMODORO

Scientific name pathogen ISF	Abbreviation	Races/ Strains	Level	Reference variety
Tomato marchitez virus / Tomato Apex Necrosis	ToMarV / ToANV		HR	Matias (Mon), Charleston (SG)
Tomato torrado virus	ToTV		HR	Matias (Mon), Charleston (SG)
Tomato mosaic virus	ToMV	0	HR	Moperou 161 (INRA)
Tomato mosaic virus	ToMV	1	HR	Moperou 161 (INRA)
Tomato mosaic virus	ToMV	2	HR	Momor (INRA)
Tomato spotted wilt virus	TSWV		HR	Mospomor (INRA)
Tomato yellow leaf curl virus	TYLCV		IR	
Alternaria alternata f.sp. lycopersici	Aal		HR	Florida 47
Fulvia fulva (ex Cladosporium fulvum)	Ff	A	HR	Vagabond (OP)
Fulvia fulva (ex Cladosporium fulvum)	Ff	B	HR	Stirling Castle (OP)
Fulvia fulva (ex Cladosporium fulvum)	Ff	C	HR	V121 (OP)
Fulvia fulva (ex Cladosporium fulvum)	Ff	D	HR	Purdue 135 (OP)
Fulvia fulva (ex Cladosporium fulvum)	Ff	E	HR	Ontario7818
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	Fol	0 (US1)	HR	Marporum (INRA)
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	Fol	1 (US2)	HR	Motelle (INRA), Walter (OP)
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	Fol	2 (US3)	HR	Murdoch (Rijk Zwaan)
Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici	For		HR	Momor (INRA)
Leveillula taurica (anamorph: Oidiopsis sicula)	Lt		HR / IR	IR: Laurica (OP)
Oidium neolycopersici (ex O. lycopersicum)	On		IR	
Phytophthora infestans	Pi		IR	Heline (INRA), Celzus (Mon)
Pyrenochaeta lycopersici	Pl		HR / IR	HR: Moboglan (INRA), Pyrella (INRA) - IR: Celzus (Mon)
Stemphylium solani	Ss		HR	Motelle (INRA)
Stemphyllium botryosum f.sp. lycopersici	Sbl		HR	Motelle (INRA)
Stemphylium lycopersici (ex Stemphylium floridanum)	Sl		HR	Motelle (INRA)
Verticillium dahliae	Vd	0 (US1)	HR	Marmande VR, Monalbo (INRA)
Verticillium albo-atrum	Va	0 (US1)	HR	Motelle (INRA)
Pseudomonas syringae pv. tomato	Pst		HR	Ontario 7710 (OP)
Ralstonia solanacearum	Rs		HR / IR	HR: Shin Cheong Gang IR: Caraibo (Clause)
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria	Xcv		IR	Ohio 9816
Meloidogyne arenaria	Ma		IR	Anahu
Meloidogyne incognita	Mi		IR	Anahu
Meloidogyne javanica	Mj		IR	Anahu
Silvering	Si		T	
Blosson End Rot	BER		T	
Blotching	Bl		T	
Cracking	Cr		T	

PEPERONE

Scientific name pathogen ISF	Abbreviation	Races/Strains	Level	Reference variety
Cucumber mosaic virus	CMV		IR/HR	IR: Vania (INRA) - HR: Wonder Hot (OP)
Pepper mottle virus	PepMoV		HR	W4 (OP)
Pepper yellow mosaic virus	PepYMV		HR	PVR-7 (OP)
Potato Y virus	PVY	0	HR	Yolo Y (OP)
Potato Y virus	PVY	1	HR	Florida VR2 (OP)
Potato Y virus	PVY	1.2	HR	W4 (OP)
Tobacco etch virus	TEV		HR	Del Ray Bell (OP)
Tobamovirus (ToMV, TMV, PMMoV)	Tm:0	P0	HR	Yellow Wonder (OP)
Tobamovirus (ToMV, TMV, TMGMV, PMMoV, PaMMV)	Tm:0,1	P0, P1	HR	Florida VR2 (OP)
Tobamovirus (ToMV, TMV, TMGMV, PMMoV, PaMMV)	Tm:0-2	P0,P 1, P1.2	HR	PI152225 (OP)
Tobamovirus (ToMV, TMV, TMGMV, PMMoV, PaMMV)	Tm:0-3	P0, P1, P1.2, P1.2.3	HR	Tom4 (INRA)
Tomato spotted wilt virus	TSWV		IR	
Ralstonia solanacearum	Rs		IR	TM888
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		0	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW10R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		1	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-30R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		2	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-10R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		3	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-20R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		4	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-30R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		5	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-10R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		6	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-12346
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		7	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-20R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		8	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-20R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		9	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-30R
Xanthomonas campestris pv. vesicatoria Xcv		10	IR/HR	IR: PS 09979325 - HR: ECW-12346
Leveillula taurica (anamorph: Oidiopsis sicula)	Lt		IR	HV-12 (OP)
Phytophthora capsici	Pc		IR	Phyo636 (INRA), PM217 (INRA)
Meloidogyne arenaria	Ma		IR	
Meloidogyne incognita	Mi		IR	
Meloidogyne javanica	Mj		IR	
Cracking	Cr		T	
Stip	St		T	



Portinnesti di Solanacea per Pomodoro

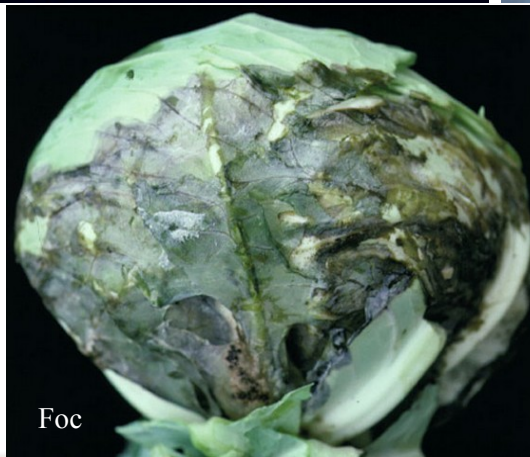
Scientific name pathogen ISF	Abbreviation	Races/ Strains	Level	Reference variety (proposal)
Tomato mosaic virus	ToMV	0	HR	Groundforce
Tomato mosaic virus	ToMV	1	HR	Groundforce
Tomato mosaic virus	ToMV	2	HR	Groundforce
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	Fol	0 (US1)	HR	Maxifort
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	Fol	1 (US2)	HR	Maxifort
Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici	Fol	2 (US3)	HR	Multifort
Fusarium oxysporum f.sp. radicle-lycopersici	For		HR	Groundforce
Pyrenochaeta lycopersici	Pl		HR / IR	HR: Maxifort IR: Unifort
Verticillium dahliae	Vd	0 (US1)	HR	Big Power
Verticillium albo-atrum	Va	0 (US1)	HR	Big Power
Ralstonia solanacearum	Rs		HR/IR	HR: Shin Cheong Gang IR: Groundforce
Meloidogyne arenaria	Ma		IR	Emperador
Meloidogyne incognita	Mi		IR	Emperador
Meloidogyne javanica	Mj		IR	Emperador



Fol

Brassica spp

Scientific name pathogen ISF	Abbreviation	Races/Strains	Level	Reference variety
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Xcc		IR	Tenacity
<i>Albugo candida</i>	Ac		HR	Surveyor F1 (Broccoli)
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>conglutinans</i>	Foc	race 1	HR	Quisor
<i>Mycosphaerella brassicicola</i>	Mb		IR	Darwin
<i>Peronospora parasitica</i>	Pp		HR	Everest (Broccoli)
<i>Plasmodiophora brassicae</i>	Pb		HR	Kilaton (cabbage), Clapton (cauliflower)



Conclusioni

- L'uso di piante geneticamente migliorate per il controllo delle malattie è la prima linea di difesa da utilizzare in una strategia di difesa integrata delle coltivazioni.
- La salvaguardia delle resistenze già in uso è una necessità per tutto il sistema agro-industriale.
- La ricerca di nuovi geni di resistenza e lo sviluppo di nuove tecnologie di trasferimento nelle varietà coltivate è uno degli obiettivi che la ricerca pubblica e privata deve porsi per i prossimi decenni.



Conclusioni

- A circa 80 anni dall'inizio della rivoluzione verde in agricoltura il processo di innovazione che ha portato un incremento significativo quali/quantitativo delle produzioni agricole continua ad avere un forte impulso, grazie al costante approccio innovativo legato alla produzione di nuove varietà/ibridi sempre più rispondenti alle esigenze produttive, dei consumatori, dell'ambiente e recentemente di cura e prevenzione di malattie dell'uomo (cibi funzionali o alicamenti).
- Le giuste sinergie tra le istituzioni pubbliche e private (industrie sementiere, servizio fitosanitario, organizzazioni dei produttori, tecnici e operatori della filiera) devono contribuire alla salvaguardia e alla valorizzazione delle risorse attualmente disponibili



Grazie per l'attenzione

