

ANNO XLVII · NUMERO 41 · PRIMAVERA 2026

# L'Assaggiatore

PERIODICO ONAV PER LA CULTURA

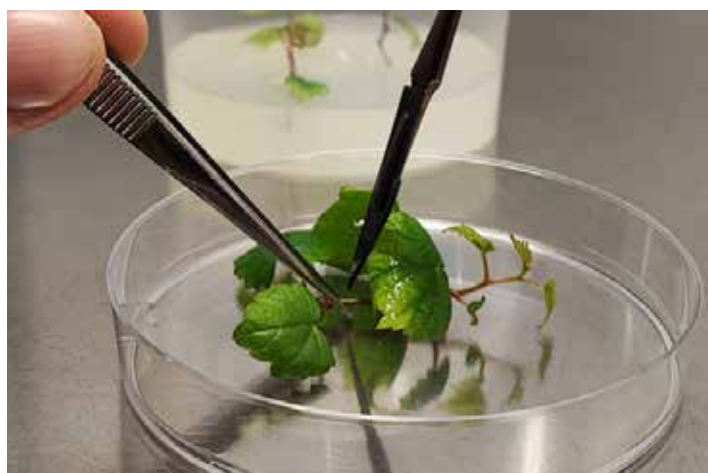
E LA DIDATTICA DEL VINO

## LA VITE DEL FUTURO

ROBERTO  
GIACOBBO

VERTICALE  
BAROLO  
PARUSSO

CHAMPAGNE  
JACQUESSON



pagina 8

**Cover story**  
**LA VITE  
DEL FUTURO**

*Introduzione*  
*di Alessandro Brizi*



pagina 16

**LE TEA  
PER IL FUTURO  
DELLA VITE**

*a cura di Flavia Rendina*



pagina 42

**Primo piano**

La "resistenza" del vino italiano,  
temi caldi del 58° Vinitaly  
*di Alessandro Brizi*



pagina 52

**WIP - Wine Important Person**

Roberto Giacobbo  
*di Alessandro Brizi*



**pagina 60**

**La verticale**

Barolo Bussia Parusso  
di *Flavia Rendina*

**pagina 72**

**La cantina**

Tenuta Gottardi,  
eccellenze di montagna  
di *Letizia Po Rendina*

**pagina 78**

**La cantina**

Cà du ferrà  
viaggio nella "Liguritudine"  
di *Alberto Chiarenza*

**pagina 86**

**La cantina**

Cantina Monteverro,  
la nuova frontiera di Capalbio  
di *Alessandro Brizi*

**pagina 94**

**Lo Champagne**

Jacquesson,  
unicità naturale  
di *Flavia Rendina*

**pagina 108**

**L'enologo**

Emanuele Reolon  
di *Flavia Rendina*

**RUBRICHE**

**pagina 4**

**L'editoriale**

Il grande risultato  
del nostro primo  
Election day  
di *Vito Intini*

**pagina 5**

**L'editoriale**

I vini tradizionali  
di *Daniele Cernilli*

**pagina 102**

**Vite di donne**

Giada Codecasa  
di *Teresa Bordin*  
e *Flavia Rendina*

**pagina 116**

**Il Sommelier**

Vito De Feudis  
di *Salvio Parisi*

**pagina 118**

**Mondo Vino**

Notizie dalle aziende  
di *Flavia Rendina*

**pagina 124**

**Il Ristorante**

La casa degli spiriti  
di *Flavia Rendina*

**pagina 122**

**Non solo vino**

**pagina 126**

**Le aste del vino**

Peck, grandi vini  
e cibi  
di *Giuseppe De Lucia*

**pagina 129**

**Assaggi di libri**





# LA VITE DEL FUTURO

introduzione di Alessandro Brizi

A due anni dalla Cover story del numero 34 dedicata alla genetica della vite e a dieci da quella dedicata a clima e cisgenetica, L'Assaggiatore torna ad affrontare il tema del futuro della vite. Dalle forbici molecolari di CRISPR alla resistenza a peronospora e oidio fino alla siccità, la ricerca prova a dare alla viticoltura strumenti nuovi per restare sé stessa

Nel numero 2 del nuovo corso de *L'Assaggiatore*, all'interno di una Cover Story dal titolo già allora inequivocabile, *Il clima che cambia il vino*, avevamo affrontato un tema che, nel giornalismo italiano del settore, suonava ancora come materia per laboratori più che per cantine: la **cisgenetica della vite**, il miglioramento genetico mirato, la possibilità di costruire una viticoltura del futuro capace di difendersi da malattie, stress climatici e riduzione delle risorse.

Era il **2016** e la gran parte della comunicazione enoica italiana si muoveva ancora fra l'ascesa dei vini naturali, il ritorno dei vitigni autoctoni, la fortuna dei rosati, l'enoturismo esperienziale e l'uso, non sempre "sorvegliato" e appropriato, di parole come minerale, verticale o identitario. Noi, invece, avevamo scelto di guardare altrove; non per amore della provocazione, ma perché il vino, quando lo si osserva seriamente e scientificamente, non è mai soltanto racconto di ciò che è stato ma anche faticoso esercizio di previsione. Sull'argomento eravamo tornati nel **2024**, a seguito delle modifiche del regolamento (UE) 2017/625 (COM (2023)0411 – C9-0238/2023 – 2023/0226(COD)) in materia di Piante ottenute mediante alcune nuove tecniche genomiche, nonché alimenti e mangimi da esse derivati, con la cover story *Genetica della vite*, attraverso cui raccontavamo gli ultimi risvolti del miglioramento genetico della vite per la resistenza all'oidio con il metodo CRISPR-Cas9 e l'attesa di vedere finalmente le prime piante in campo.

Oggi quel futuro è arrivato. Il progetto si chiama **TEA4IT**, acronimo di Tecnologie di Evoluzione Assistita per le filiere agroalimentari italiane, è coordinato dal CREA e finanziato dal MASAF, con un investimento complessivo di 10 milioni di euro. Il programma coinvolge dieci strutture di ricerca fra università, enti pubblici e privati, con l'obiettivo di ottenere colture più resistenti alle malattie e di maggiore qualità attraverso le TEA, definite nel linguaggio europeo e internazionale New Genomic Techniques, NGT. Fra le prime sperimentazioni in campo figurano anche viti resistenti a peronospora e oidio.

Dentro questo orizzonte si muovono le voci che animano il nostro servizio di copertina: la dott.ssa **Concetta Licciardello**, ricercatrice del CREA OFA di Acireale e coordinatrice

nazionale del progetto TEA4IT; il dott. **Luca Nerva**, ricercatore del CREA-VE; la dott.ssa **Irene Perrone**, ricercatrice del CNR di Torino; la prof.ssa **Sara Zenoni**, docente di Genetica agraria all'Università di Verona; il dott. **Umberto Salvagnin**, ricercatore presso la Fondazione Edmund Mach di San Michele all'Adige. La materia, che nelle pagine successive sarà sviluppata con ampiezza tecnica e chiarezza divulgativa, verrà, invece, qui collocata dentro una storia più lunga e dall'approccio olistico, perché la vite non è mai stata una pianta immobile.

Prima ancora di diventare vitigno, parcella, clone, portinnesto, denominazione, paesaggio e simbolo, la vite fu una **liana selvatica**, un frutto distrattamente raccolto, ma anche un seme disperso e poi una pianta protetta, quindi selezionata, replicata e addomesticata. I ritrovamenti studiati da **Patrick McGovern** e pubblicati su PNAS hanno individuato in Georgia, nel Caucaso meridionale, evidenze chimiche di vino in contenitori neolitici databili intorno al 6.000 a.C., grazie alla presenza di acido tartarico, marcatore particolarmente significativo per la vite e per il vino. Questa prima geografia del vino non va intesa come una scena fissa, con un solo luogo originario e una sola direzione di diffusione.

La genetica della vite racconta oggi una storia di vivace mobilità, stratificazioni successive e un policentrismo ontologico. Gli studi sulle popolazioni di *Vitis vinifera* e sulle vecchie vigne balcaniche, comprese quelle montenegrine, mostrano come l'area euroasiatica sia stata attraversata da processi complessi di selezione, incrocio, conservazione e generazione di diversità. In principio, dunque, non vi fu la purezza ma **sete**, necessità e osservazione. Era il tempo dei grappoli raccolti lungo le rive dei fiumi, fra le boscaglie e sui versanti rocciosi; era il tempo dei semi dispersi dagli animali e dall'uomo stesso, con le piante favorite a riprodursi, quasi per "magia" proprio vicino agli accampamenti, in quegli orti primitivi ricchi dei frutti più apprezzati e degni di protezione. La **domesticazione**, anche nella vite, non fu un gesto unico ma un costante e prolungato processo di familiarità con la vita vegetale. L'uomo non inventò la vite ma imparò a riconoscerla e poi a "trattenerla". Il vino, nato forse come accidente e diventato presto tecnica, diede a quella pianta una ra-

gione ulteriore per restare accanto ai Sapiens. In questo senso, la **modernità** del *genome editing* non è una frattura con la storia, ma l'ultimo capitolo di una relazione originaria. Certo, cambia la scala, giacché là dove nel Neolitico si selezionava con il tempo, con il gusto, con la sopravvivenza e con l'errore, oggi la biologia molecolare osserva il genoma, individua funzioni, silenzia geni e modifica bersagli precisi. Ma il principio profondo resta quello dell'adattamento: consentire alla pianta di vivere meglio dentro un ambiente che muta.

**CRISPR-Cas9**, la tecnologia che nel nostro articolo del 2016 avevamo introdotto quasi come una promessa di laboratorio, è diventata, nel frattempo, uno degli strumenti più noti della biologia contemporanea. Nel 2020 **Emmanuelle Charpentier** e **Jennifer A. Doudna** hanno ricevuto il Premio Nobel per

la Chimica per lo sviluppo di questo metodo di *genome editing*, definito dalla Fondazione Nobel come una sorta di forbice genetica capace di modificare con elevata precisione il DNA di animali, piante e microrganismi. Semplificando, e chiedendo venia ai genetisti per l'immagine inevitabilmente riduttiva, CRISPR-Cas9 permette di guidare un enzima verso una specifica sequenza del DNA, tagliarla e affidare alla cellula il processo di riparazione, così da inattivare, modificare o correggere una funzione genetica. Il punto decisivo, per la vite e per la viticoltura, è che tali interventi possono essere orientati su caratteri già presenti o possibili dentro la specie, accelerando processi che in natura richiederebbero tempi lunghi, incerti e spesso incompatibili con l'urgenza agricola contemporanea. Ed è proprio su questo punto che il discorso si fa concreto perché





peronospora e oidio non sono fantasmi teorici, ma due grandi e storici avversari della viticoltura europea. Combatterli significa oggi impiegare trattamenti, mezzi tecnici, energia, lavoro, passaggi in campo, rame, zolfo e una quota non trascurabile di pressione ambientale. Una vite capace di ridurre la propria suscettibilità a queste patologie non rappresenta soltanto una curiosità scientifica, ma una possibile **svolta agronomica, economica ed ecologica**.

In Italia, la sperimentazione ha già varcato la soglia del campo. Il gruppo coordinato dalla docente di Genetica agraria del Dipartimento di Biotecnologie dell'**Università di Verona**, Sara Zenoni, ha lavorato su viti di Chardonnay ottenute mediante tecniche di evoluzione assistita per ridurre la suscettibilità alla peronospora (piante che, lo ri-

cordiamo, sono state in parte vandalizzate lo scorso febbraio, poco dopo essere state piantate nel campo sperimentale di San Floriano in Valpolicella).

Sottoprogetto di TEA4IT è poi TEA4IT-Fund, che integra attività di biologia molecolare, genomica funzionale, bioinformatica, fisiologia vegetale e tecnologie innovative di *genome editing*. Fra le attività sono citati l'utilizzo di Cas12a come proteina alternativa per l'*editing* in vite e prove di base *editing* con Cas9 modificata in protoplasti di vite.

Questo passaggio merita un minimo di approfondimento. Le TEA non sono una bacchetta magica e non sostituiscono né l'agronomia, né la competenza del vignaiolo, tantomeno la lettura del luogo e lo spirito di un eventuale *terroir*. In poche parole, non salvano, da sole, un suolo maltrattato, o una



gestione inefficiente dell'acqua, men che meno una viticoltura priva di biodiversità o una filiera economicamente fragile. Possono però diventare un potente strumento dentro una strategia più ampia fatta di minori input, più resistenza, maggiore capacità di adattamento, cura delle varietà tradizionali, riduzione della dipendenza da soluzioni esterne e valorizzazione della ricerca pubblica.

**Concetta Licciardello** lo ha espresso con chiarezza negli Stati Generali della ricerca sulle TEA, ricordando che in Italia la ricerca è ormai una realtà operativa e che TEA4IT coinvolge colture strategiche come vite, agrumi, riso, frumento, melanzana e pomodoro, con l'obiettivo di sviluppare varietà più performanti, resistenti e di qualità superiore. La **questione culturale**, tuttavia, resta aperta, per il semplice motivo che il vino è, nella sto-

ria e nei fatti, il prodotto agricolo più simbolico che abbiamo, più del grano, dell'olio extravergine o della frutta, perché porta con sé rito, ebbrezza, paesaggio, identità, commercio, religione, poesia e, perché no, sospetto. Ogni intervento sulla vite, dunque, produce un'eco più ampia e inimmaginabile rispetto ad altre colture. Toccare il genoma della vite significa, per molti, toccare una memoria e non l'efficienza di una pianta. Ma è proprio qui che occorre distinguere fra paura e giudizio, fra prudenza e immobilismo.

La **tradizione**, se letta storicamente, non è mai una pura conservazione ma selezione continua; la tradizione è l'evoluzione di una serie di scelte fra ciò che resta e ciò che scompare. La tradizione è tutto: potatura, innesto, propagazione, incrocio, adattamento, cura, osservazione, tecniche e gesti.

È la lunga strada che ha portato la *Vitis vinifera sylvestris* a diventare *Vitis vinifera sativa*, la vite selvatica a trasformarsi in pianta coltivata, il frutto a farsi vino e questo a divenire civiltà. Pensare che questa storia possa fermarsi proprio ora, mentre il clima cambia, le malattie incalzano, i consumi calano e la sostenibilità pretende coerenza, sarebbe una “elegante” forma di miopia.

La domanda vera, allora, non è se la scienza debba entrare nella vite (vi è entrata da tempo, attraverso selezione clonale, portinnesti, vivaismo, diagnostica, mappatura genetica, microbiologia, viticoltura di precisione), ma come deve entrarci, con quali regole, con quale trasparenza, con quali controlli, con quale tutela della biodiversità, con quale rapporto fra ricerca pubblica, privata, proprietà intellettuale, imprese e agricoltori.

Nel 2016 il professor **Attilio Scienza** ci aveva consegnato due citazioni che oggi tornano più attuali di allora: *sapere aude*, il coraggio kantiano di servirsi della propria intelligenza, e *mehr Licht*, più luce, la richiesta attribuita a Goethe come ultimo appello alla conoscenza. Non erano fregi linguistici colti, ma indicazioni di metodo, con la ricerca che deve chiarire, non sedurre, convincere e mai imporre ma mostrare, al contempo limiti e possibilità.

Il servizio che segue nasce dall'esigenza di non celebrare ingenuamente la tecnica, non demonizzarla per riflesso pavloviano, non trasformare il *genome editing* in una nuova parola magica da usare nei convegni, ma comprenderne natura, applicazioni, rischi, prospettive e implicazioni per la vite italiana. Il **futuro del vino** non si giocherà soltanto nel calice, né solamente sui mercati, ma anche in quella zona invisibile dove la pianta decide come rispondere al mondo. Ed è proprio su tale concetto che la storia torna su sé stessa: ottomila anni fa l'uomo scelse la vite perché placava la sete, nutriva il rito e prometteva continuità. Oggi, la scienza prova ad aiutarla a resistere, non per costruire una vite senza passato, ma per consentire alla vite del passato di avere ancora un futuro.

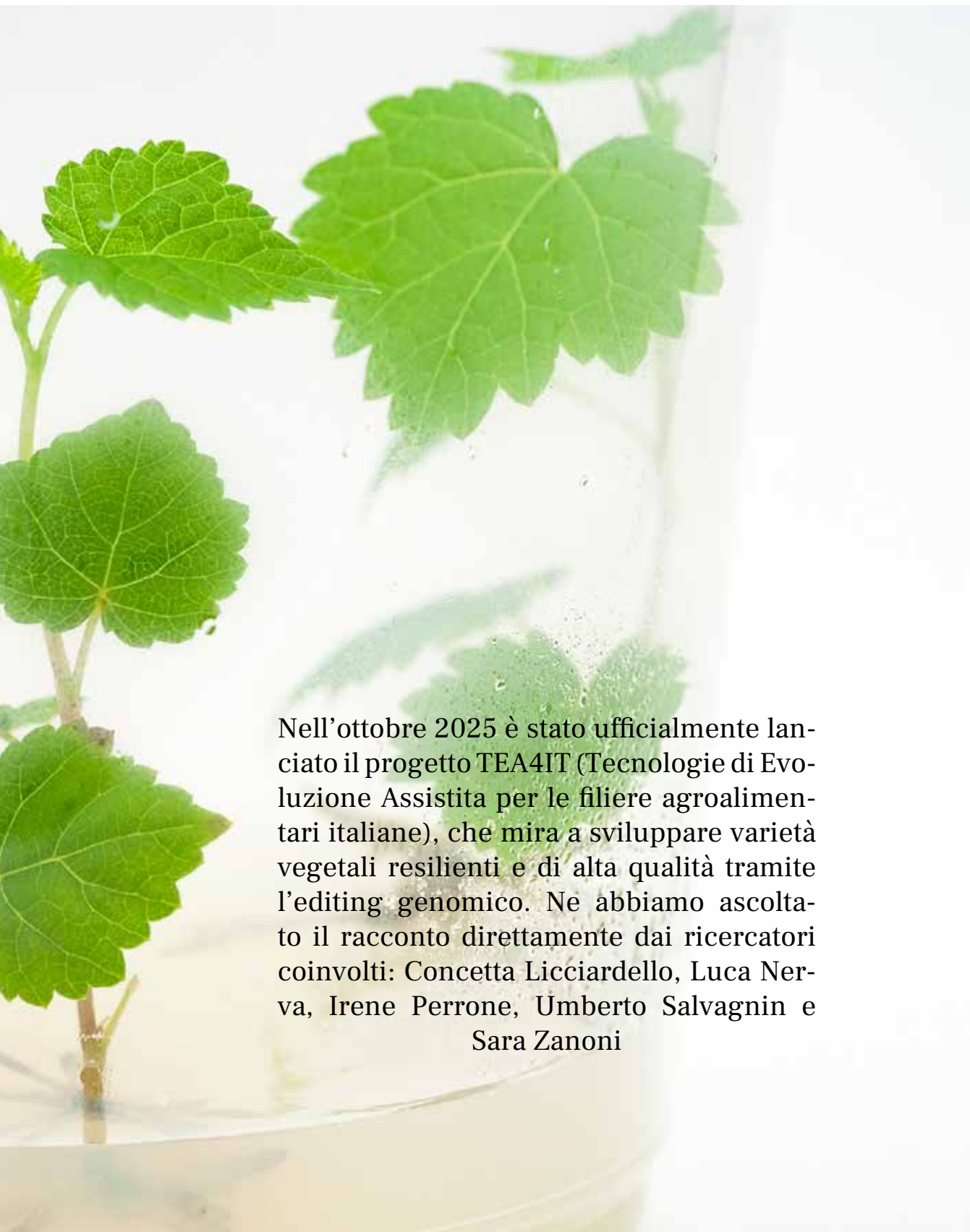






# LE TEA PER IL FUTURO DELLA VITE

a cura di Flavia Rendina



Nell'ottobre 2025 è stato ufficialmente lanciato il progetto TEA4IT (Tecnologie di Evoluzione Assistita per le filiere agroalimentari italiane), che mira a sviluppare varietà vegetali resilienti e di alta qualità tramite l'editing genomico. Ne abbiamo ascoltato il racconto direttamente dai ricercatori coinvolti: Concetta Licciardello, Luca Nerva, Irene Perrone, Umberto Salvagnin e Sara Zanoni

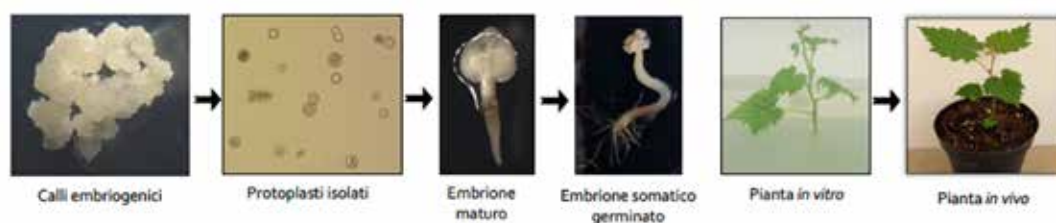
Tutta la viticoltura europea sopravvive, oggi, grazie a un costante intervento difensivo. L'alleato più prezioso del viticoltore è uno scudo chimico, rappresentato dai fungicidi, indispensabili soprattutto contro l'**oidio**, causato del fungo *Erysiphe necator*, e la **peronospora**, il cui agente è *Plasmopara viticola*. Il primo si presentò in Francia a metà dell'800 e in breve tempo si è diffuso in tutta l'Europa, attaccando foglie, giovani tralci e acini, ricoprendoli con una polvere bianca di natura fungina, fino a causarne la rottura. I primi esiti positivi per il trattamento della malattia furono ottenuti nel 1853 mediante l'uso dello zolfo e ancora oggi la difesa chimica è realizzata con l'impiego di zolfo, in polvere finissima, applicato con particolari diffusori, ma si può anche ricorrere a dei trattamenti liquidi con prodotti organici e sistemici. Anche la **peronospora**, omicete arrivato accidentalmente dal Nord America alla fine dell'Ottocento, ha trovato nel nostro continente un bersaglio ideale nella *Vitis vinifera*, la quale, non essendosi evoluta con questo patogeno, risulta suscettibile ai suoi attacchi. Quando le condizioni meteorologiche sono favorevoli (piogge primaverili, alta umidità e temperature miti), l'infezione di peronospora può esplodere, bruciando l'apparato fogliare e avvizzendo i grappoli prima ancora che gli acini prendano forma. La disastrosa annata italiana del 2023, con perdite che hanno superato il 70% in diverse regioni del Centro-Sud a causa delle piogge anomale, ce lo ha ricordato: senza l'uso del tradizionale rame o delle molecole di sintesi, produrre uva in stagioni umide non sarebbe possibile. Oggi, infatti, un vigneto in Italia richiede in media tra gli 8 e i 15 trattamenti antifungini all'anno, che arrivano a 20 in annate sfavorevoli. La pressione fungina, tuttavia, non rappresenta l'unica sfida: a causa del cambiamen-

to climatico le ondate di calore e condizioni di **siccità** si stanno trasformando da eventi anomali a costanti di cui tenere conto. La soluzione più banale, però, l'irrigazione, non è sempre possibile a causa di vincoli normativi, ambientali e infrastrutturali.

Priorità della ricerca è diventata, così, ottenere varietà più resistenti a patogeni e più resilienti agli stress ambientali, preservandone il patrimonio genetico e le caratteristiche qualitative e organolettiche, espressione dei diversi territori in cui tali varietà vengono coltivate.

In questo contesto, le **Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA)**, in particolare l'approccio del *genome editing*, rappresentano una soluzione concreta per la produzione di varietà più resilienti con preservata identità genetica. Non si tratta di organismi transgenici: con le TEA non viene inserito DNA esogeno, ma si corregge la sequenza del DNA della pianta per migliorarne le caratteristiche, attraverso mutazioni precise e mirate, usando cioè un approccio complementare rispetto all'incrocio per la creazione di vitigni resistenti (PIWI). Le mutazioni introdotte usando le TEA sono indistinguibili da quelle che potrebbero avvenire spontaneamente in natura, con il vantaggio, però, che non sono casuali, potendo noi scegliere quando e su quale gene bersaglio farle avvenire.

In particolare, il meccanismo con cui vengono prodotte è quello della **tecnologia CRISPR/Cas** (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR-associated*), che funziona un po' come una forbice molecolare che può essere guidata a tagliare un punto preciso del DNA della vite, grazie a una molecola di RNA (detta RNA guida) che fa parte dell'intero macchinario e che indica il punto preciso in cui tagliare, grazie alla capacità dell'RNA di appaiarsi al DNA in base alla sua complementarità di sequenza.



Il processo della tecnologia CRISPR/Cas (© UNIVR)



*Infiorescenza*



*Trasformazione agrobatterio*



*Antere e ovari*



*Sviluppo Callo embriogenico (© F. Mach)*



*Trasformazione del callo embriogenico di Chardonnay con agrobatterio*



*Callo embriogenico trasformato con rigenerazione di embrioni (©CREA-VE)*



Sviluppo delle piante su gelatina (©CREA-VE)

La sfida scientifica era introdurre questo macchinario senza lasciare alcuna traccia indesiderata dentro la pianta. Negli ultimi anni è stato messo a punto un protocollo che consente di inserire direttamente il macchinario CRISPR/Cas sotto forma di ribonucleoproteina, senza l'inserimento di alcuna forma di DNA dall'esterno: in questo modo si crea una finestra temporale in cui può avvenire la mutazione desiderata prima che il macchinario venga degradato.

Tutto il processo parte dalla creazione di un tessuto sintetico chiamato **callo embriogenico**, prodotto in coltura in vitro sotto opportuna stimolazione ormonale di tessuti prelevati da infiorescenze immature di vite. Quest'ultime hanno subito un processo di de-differenziamento, perdendo la propria identità e acquisendo la capacità di rigenerare attraverso la formazione di un embrione. Da questo tessuto, infatti, è possibile isolare delle singole cellule prive della parete cellulare, chiamate **protoplasti**, in cui è più facile introdurre il macchinario CRISPR/Cas. Questi tessuti sono l'equivalente delle cellule staminali in medicina e da essi è possibile rigenerare un'intera pianta, che avrà il resto

del DNA uguale a quello della varietà da cui è stata prelevata l'infiorescenza, per cui c'è conservazione del genotipo e delle caratteristiche varietali. Inoltre, poiché una volta avvenuta la mutazione il complesso viene degradato senza lasciare alcuna traccia, le piante finali non sono considerate OGM. Il **processo**, tuttavia, è molto lungo e complesso e richiede attrezzature e competenze specifiche. Il primo passaggio prevede la ricostruzione della parete cellulare senza la quale le cellule non sono in grado di dividersi e proliferare. Generalmente dopo alcune settimane le cellule iniziano a dividersi e a formare strutture organizzate. Dopo circa due mesi è possibile osservare le prime fasi embrionali fino alla completa formazione dell'embrione a circa 100 giorni dalla messa in coltivazione. La rigenerazione dell'intera pianta, infine, più richiede fino a 12-15 mesi. La pianta ottenuta viene poi sequenziata al fine di confermare l'avvenuta mutazione nel gene di interesse ed escludere mutazioni indesiderate in altri geni che possano alterarne le caratteristiche fisiologiche. Durante il processo di saldatura operato dalla cellula dove il DNA viene tagliato, in-



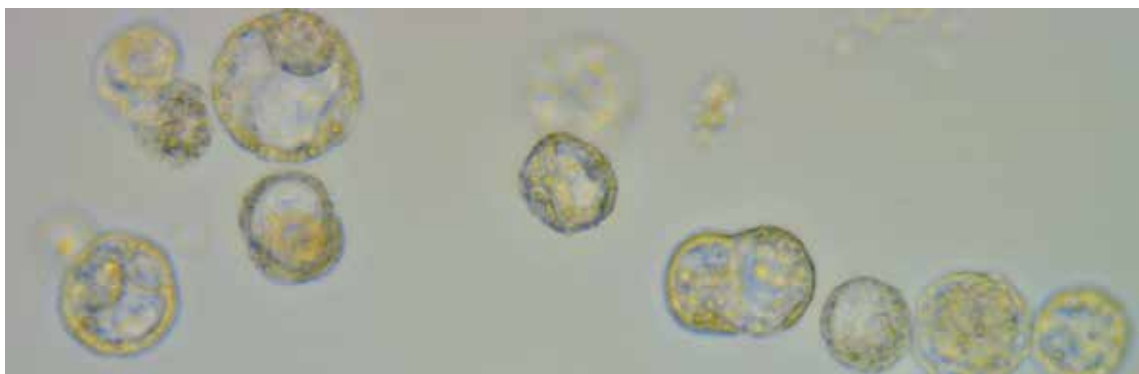
Sviluppo delle piante su jiffy di torba (©CREA-VE)

fatti, non è escluso che possa generarsi qualche imperfezione, detta mutazione. Al fine di ottenere viti più resistenti ai patogeni, l'approccio utilizzato prevede di disattivare, tramite *genome editing*, **geni di suscettibilità** (di molti dei quali è ormai nota la sequenza e in parte il loro meccanismo d'azione, come di peronospora e oidio), la cui attività viene sfruttata dal patogeno per svolgere il suo processo infettivo.

Uno dei passaggi più complessi e strategici, tuttavia, è stato rendere queste tecnologie effettivamente applicabili alla vite. La vite è, infatti, una **specie notoriamente recalcitrante** sia alla trasformazione genetica sia ai processi di rigenerazione. Nonostante i progressi continui fatti dai vari gruppi di ricerca che si occupano di questi temi, la produzione di callo embrionico e la rigenerazione delle piante sono dipendenti dalla varietà. Alcuni genotipi sono, infatti, particolarmente recalcitranti a rigenerare da protoplasti e richiedono accorgimenti e modifiche al protocollo. Motivo per cui si stanno sperimentando anche nuove metodiche di *editing*, volte a superare i limiti delle tecniche attuali, basate esclusivamente su trasformazione e rigenerazione in vitro.

Inoltre, l'attenzione è sempre più focalizzata sull'individuazione di nuovi target sui quali focalizzare futuri approcci TEA.

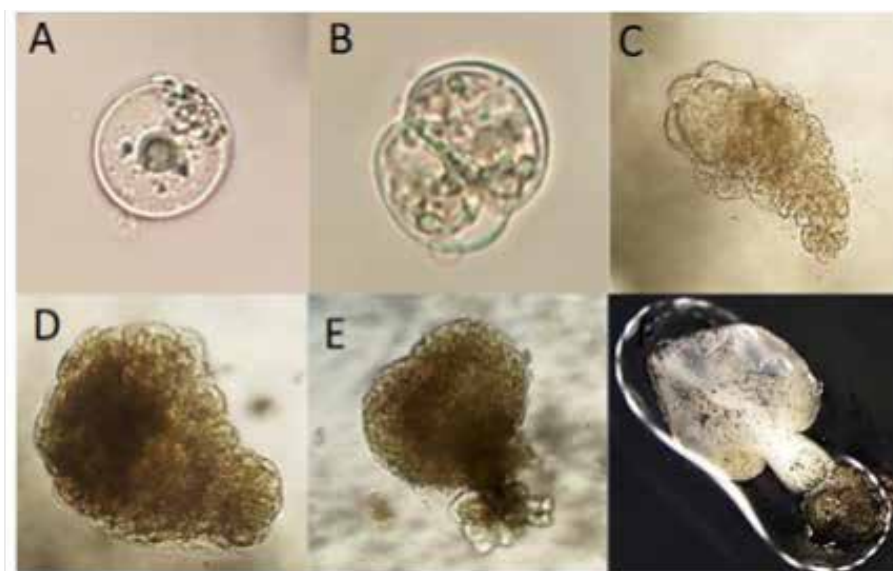
Oggi, tuttavia, lo step indispensabile per il completamento della ricerca è portare queste viti dal laboratorio al **vigneto sperimentale**. Un passo cruciale, sia per la ricerca di base che per quella applicata. Il governo ha espresso fiducia nei confronti dei ricercatori italiani, già nel 2023 con la conversione in legge del decreto Siccità (legge n. 68/2023), che ha avviato e autorizzato la sperimentazione in campo di piante fino al 2024, poi estesa al 2025 con il decreto Agricoltura (legge n.63/2024) e al 2026, con l'ultima legge di Bilancio. Il CREA, attraverso le sue aziende sperimentali distribuite in tutto il territorio nazionale, contribuisce a creare la prima rete in Italia impegnata nella sperimentazione in campo delle piante TEA, in prima linea tra le attività di TEA4IT. Solo così si potrà decretare se le viti TEA possono essere un'opportunità concreta per il futuro di una viticoltura realmente sostenibile. Una viticoltura che sappia resistere ai patogeni, riducendo la chimica, e alla siccità, limitando l'uso della risorsa idrica.



Protoplasti isolati da callo embriogenico di Nebbiolo (©CNR-IPSP di Torino)



Zoom all'interno delle gocce di mezzo nutritivo: embrione rigenerato da protoplasto editato (©CNR-IPSP di Torino)



In circa tre mesi dall'isolamento dei protoplasti, i primi embrioni somatici cominciano ad apparire. In questo lasso di tempo, i protoplasti hanno rigenerato la parete, eseguito la prima divisione cellulare (A) e le divisioni successive (B) che hanno portato alla formazione di micro e macro colonie (C); da esse, l'embrione si è sviluppato dapprima allo stadio globulare (D), a cuore (E), a torpedine e, infine, cotiledonare (F) (© UNIVR)

# I PROTAGONISTI DEL PROGETTO TEA4IT: CONCETTA LICCIARDELLO CREA

Concetta Licciardello, biologa del CREA, introduce il progetto TEA4IT, di cui è coordinatrice

Il CREA è oggi tra i protagonisti in Italia nello sviluppo delle nuove biotecnologie applicate all'agricoltura. In particolare, è impegnato nell'utilizzo delle New Genomic Techniques (NGT), che nel nostro Paese sono state ribattezzate **Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA)**. Si tratta di strumenti innovativi che consentono di migliorare le piante in modo mirato, contribuendo a rendere l'agricoltura più sostenibile ed efficiente. **TEA4IT** arriva dopo il progetto **BIOTECH**, primo grande programma nazionale dedicato al miglioramento genetico vegetale innovativo, che ha avuto l'obiettivo di costruire un *know-how* nazionale d'eccellenza sulle biotecnologie agrarie e sviluppare varietà resistenti e di qualità. Si tratta di

un'iniziativa da 10 milioni di euro promossa dal **Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste**, che ha individuato nel CREA il punto di riferimento nazionale per le biotecnologie agrarie. L'obiettivo è ambizioso: portare le piante TEA dal laboratorio al campo, favorendo al tempo stesso lo sviluppo di nuove conoscenze e tecnologie.



«Le TEA comprendono tecniche avanzate come il *genome editing* e la *cisgenesis*, che permettono di intervenire su specifici caratteri delle piante senza alterarne l'identità genetica complessiva. In questo modo – spiega la dottoressa **Concetta Licciardello**, biologa e ricercatrice del CREA – è possibile ottenere varietà più resistenti alle malattie, meglio adattate

ai cambiamenti climatici e con qualità migliorate, mantenendo però un forte legame con le tradizioni e i territori di origine».

Il progetto adotta un approccio ampio e collaborativo: il CREA ha infatti coinvolto università ed enti di ricerca pubblici e privati per lavorare su colture simbolo del *made in Italy*, come cereali, ortaggi e alberi da frutto. L'intero percorso è coperto, dalla fase di laboratorio fino alla sperimentazione in campo, passaggio fondamentale per verificare concretamente l'efficacia delle innovazioni introdotte. «Prima di arrivare in campo, le piante vengono sottoposte a rigorosi controlli per garantirne la conformità alla categoria NGT-1, cioè comparabili a quelle ottenute con metodi tradizionali o naturali. Il CREA ha voluto mettere al centro della sperimentazione in campo le proprie aziende distribuite in tutto il territorio nazionale».

Una parte rilevante del progetto è dedicata alla ricerca di base, indispensabile per comprendere meglio i meccanismi genetici e molecolari che regolano caratteri complessi come resa, qualità e tolleranza agli stress. «L'**identificazione di geni** è il primo elemento su cui si sa ancora troppo poco e senza il quale l'applicazione delle TEA sarebbe del tutto inutile». Un altro aspetto rilevante riguarda migliorare la conoscenza sulla recalcitranza di alcune specie e varietà di pregio e l'attitudine di altre a generare una nuova pianta a partire da poche cellule che sono state sottoposte al miglioramento controllato. «Tra gli strumenti utilizzati, un ruolo importante è svolto dai protoplasti, cellule vegetali prive di parete cellulare che facilitano l'introduzione degli strumenti di editing, come CRISPR-Cas. Questo approccio consente di evitare l'inserimento stabile di DNA estraneo».

Tuttavia, non tutte le specie vegetali sono in grado di rigenerare facilmente una pianta completa a partire da queste cellule: è questo uno dei principali ostacoli su cui la ricerca sta lavorando, investendo in innovazione tecnologica per la produzione di piante prive di DNA estraneo, versatili, da adattare anche alle **specie recalcitranti**. «Accanto alle sfide tecniche, esistono anche questioni legate alla proprietà intellettuale, come i brevetti su alcune tecnologie

chiave, tra cui la Cas; TEA4IT si occupa quindi di identificarne di nuove, da testare su diverse colture svincolandosi da quelle attualmente coperte da brevetto». Ma questo non è l'unico ambito in cui la proprietà intellettuale merita attenzione. «TEA4IT si propone di individuare soluzioni alternative e di chiarire gli aspetti legati all'utilizzo e alla diffusione delle innovazioni biotecnologiche, favorendone un'applicazione più ampia».

Uno dei sotto progetti di TEA4IT, denominato **TEA4IT-Tree**, è dedicato alle colture arboree – tra cui vite, agrumi, melo, kiwi e pioppo. In questi sistemi, le TEA rappresentano non solo uno strumento per rispondere alle esigenze del mercato e alle nuove sfide imposte dai cambiamenti climatici e dai sistemi produttivi in evoluzione, ma anche una concreta opportunità di innovazione e crescita. Le colture arboree, infatti, presentano criticità specifiche legate alla loro biologia e al ciclo di sviluppo, che rendono spesso difficile l'applicazione di tecnologie già consolidate in altre specie, generalmente più gestibili in alcune fasi chiave del miglioramento genetico innovativo.

Nel settore vitivinicolo, il CREA – Viticoltura ed Enologia, è affiancato dall'Università di Verona, dal CNR – Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante e dalla Fondazione Edmund Mach. Ciascuna istituzione si avvale delle proprie competenze e si preoccupa di raggiungere ciascuno i propri obiettivi avendo come **comune denominatore** la produzione di varietà di vite migliorate per resistenza e qualità, contribuendo a costruire una viticoltura capace di innovarsi senza perdere il proprio patrimonio varietale e identitario

**Bio:** Concetta Licciardello è biologa e ricercatrice del CREA OFA di Acireale, dove si occupa di genetica, genomica e biotecnologie applicate agli agrumi. Il suo obiettivo è studiare e promuovere un impiego delle biotecnologie sempre più versatile, dinamico e rigoroso, estendendone l'accessibilità e l'applicabilità a un numero crescente di colture.

# LUCA NERVA CREA-VE DI CONEGLIANO

Dal CREA-VE di Conegliano nuove metodiche di editing e la prima rete europea per la valutazione in campo di piante TEA

Negli ultimi dieci anni, il CREA-Viticultura ed Enologia (CREA-VE) di Conegliano ha concentrato una parte rilevante delle proprie attività sull'applicazione delle Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA), con particolare riferimento al *genome editing* e agli approcci cisgenici. Progetti che abbiamo ampiamente raccontato nella coverstory del numero 34 della rivista L'Assaggiatore. In questo arco temporale, il lavoro del CREA si è progressivamente evoluto da una fase iniziale di sviluppo e adattamento delle metodologie a una fase più avanzata, orientata alla generazione di materiali vegetali e alla loro caratterizzazione. «Uno dei passaggi più complessi e strategici è stato rendere queste tecnologie effettivamente applicabili alla vite, una specie notoriamente recalcitrante sia alla trasformazione genetica sia ai processi di rigenerazione» spiega **Luca Nerva**,

ricercatore del CREA-VE di Conegliano (TV). «Il CREA ha lavorato in modo sistematico sull'ottimizzazione dei sistemi CRISPR/Cas9, mettendo a punto protocolli affidabili di trasformazione, coltura in vitro e selezione, necessari per ottenere linee editate in modo riproducibile». Questo lavoro, spesso poco visibile, rappresenta in realtà il fondamento tecnico su cui si basa qualsiasi applicazione concreta delle TEA nelle specie legnose. «In parallelo, il CREA ha sviluppato e testato approcci basati sulla cisgenesi e su strategie finalizzate alla rimozione delle sequenze esogene, con l'obiettivo di ottenere piante che conservino integralmente il *background* genetico delle varietà di partenza». In questo contesto, particolare attenzione è stata dedicata allo sviluppo di sistemi in grado di generare linee editate prive di transgene, un aspetto cruciale



sia dal punto di vista scientifico sia in prospettiva regolatoria. L'attività del CREA si è quindi strutturata come un percorso coerente che integra biologia molecolare, coltura in vitro e miglioramento genetico, con l'obiettivo di rendere le TEA strumenti realmente utilizzabili per la vite. «Oggi, il risultato di questo lavoro è rappresentato da una piattaforma tecnologica consolidata, che consente interventi mirati sul genoma mantenendo l'identità varietale» spiega il ricercatore. In questo scenario, *genome editing* e cisgenesi non rappresentano più soltanto un'opzione teorica, ma una componente concreta della ricerca viticola. «Il contributo del CREA ha permesso di costruire le basi per una nuova fase, in cui queste tecnologie possono essere applicate in modo sempre più mirato per rispondere alle esigenze di sostenibilità e resilienza del settore».

Nella fase più recente, il CREA ha orientato le proprie attività verso l'identificazione e la validazione di target genetici funzionali, ponendo particolare attenzione a elementi non coperti da brevetti o vincoli di proprietà intellettuale.

«Questa scelta strategica non è solo di natura scientifica, ma anche applicativa: lavorare su target **“freedom-to-operate”** consente di sviluppare materiali potenzialmente trasferibili al sistema produttivo senza limitazioni legali, accelerando i tempi di adozione delle nuove tecnologie in maniera più lineare». L'approccio seguito dal CREA si basa su una combinazione di analisi genomiche, studi di espressione e caratterizzazione fisiologica, finalizzate all'identificazione di geni chiave coinvolti nei meccanismi di risposta agli stress. In questo contesto, particolare rilevanza è stata data ai geni di suscettibilità e ai regolatori delle risposte di difesa, la cui modulazione consente di intervenire non introducendo nuove funzioni, ma rimodulando quelle già presenti nel genoma della vite.

Accanto agli stress biotici, il CREA ha progressivamente esteso il suo raggio d'azione anche agli **stress abiotici**, con un focus crescente su geni coinvolti nella risposta a condizioni di carenza idrica e adattamento fisiologico. «In questi casi, l'obiettivo è intervenire su *pathway* complessi che rego-



Piantina di Pinot nero su terreno sintetico gelatinoso (©CREA-VE)

lano l'efficienza d'uso dell'acqua, la risposta stomatica e i meccanismi di tolleranza allo stress, mantenendo al contempo le caratteristiche qualitative delle varietà di interesse». Parallelamente all'identificazione dei target, uno degli avanzamenti più rilevanti riguarda lo sviluppo di piattaforme sperimentali basate su calli embriogenici. «Il CREA ha lavorato intensamente per ottenere e stabilizzare linee embriogeniche di varietà di grande rilevanza per la viticoltura nazionale, tra cui Sangiovese, Primitivo, Pinot nero, Tocai, Merlot, Montepulciano e molte altre. La disponibilità di questi materiali rappresenta un passaggio fondamentale: in vite, infatti, il callo embriogenico è il punto di accesso per qualsiasi intervento di *genome editing* e il suo ottenimento è fortemente variabile nelle diverse varietà».

L'ottimizzazione dei protocolli di induzione, mantenimento e rigenerazione ha quindi richiesto un lavoro significativo, spesso specifico per ciascuna varietà. Questo ha portato alla costruzione di una vera e propria piattaforma varietale, che consente oggi al CREA di applicare le NGT direttamente su genotipi di interesse enologico, superando uno dei principali limiti storici della ricerca in questo ambito, ovvero il disallineamento tra materiali sperimentali e varietà coltivate. Con il progetto TEA4IT, il CREA si colloca in una fase di ulteriore evoluzione, in cui le TEA non sono più soltanto strumenti da ottimizzare o applicare, ma diventano il fulcro di una strategia integrata di innovazione genetica per la viticoltura italiana. «L'obiettivo non è semplicemente generare nuove linee editate, ma costruire un sistema capace di accelerare, rendere più efficiente e ampliare le modalità con cui queste tecnologie possono essere utilizzate». Uno dei principali ambiti di sviluppo riguarda l'introduzione di **nuove metodiche** di *editing*, volte a superare i limiti delle tecniche attuali basate esclusivamente su trasformazione e rigenerazione in vitro. «In questo contesto, il CREA sta esplorando approcci alternativi come il virus-induced *genome editing* (VIGE), che consente di veicolare i sistemi di editing direttamente nei tessuti vegetali, riducendo la necessità di passare attraverso callo e rigenerazione. Parallelamente, vengono considerati approcci basati sul *transgrafting*

e sull'utilizzo di elementi mobili, con l'obiettivo di indurre modifiche genetiche senza integrazione stabile di DNA esogeno».

Accanto a queste strategie, un ulteriore sviluppo riguarda l'**editing ex vitro**, ovvero l'applicazione delle NGT direttamente su materiali vegetali già differenziati o in condizioni meno controllate rispetto alla coltura in vitro. «Questo tipo di approccio, se validato, rappresenterebbe un cambio di paradigma, permettendo di ridurre drasticamente i tempi e i costi di produzione delle piante editate, rendendo le tecnologie più accessibili anche su larga scala».

Il progetto TEA4IT si fonda però anche su un elemento già costruito negli anni precedenti: la **disponibilità** di calli embriogenici di varietà di interesse. «Il CREA intende sfruttare questa piattaforma per sviluppare *pipeline* di *editing* varietale, intervenendo direttamente su cultivar come Sangiovese, Primitivo, Pinot Nero, Merlot, Montepulciano e altre, incluse alcune selezioni di portinnesti. Questo consente di lavorare non su modelli sperimentali, ma su materiali geneticamente rilevanti per il sistema produttivo, mantenendo intatto il valore enologico e territoriale delle varietà». In questa prospettiva, il CREA mira a combinare più livelli di innovazione: identificazione di target genetici, sviluppo di metodologie avanzate e applicazione diretta su varietà di riferimento. «L'obiettivo è costruire una *pipeline* completa, dalla selezione del gene alla pianta editata pronta per la valutazione agronomica e fisiologica».

Un aspetto centrale di TEA4IT è, inoltre, l'integrazione tra innovazione scientifica e **sostenibilità** del sistema viticolo. «Le modifiche genetiche non sono pensate come interventi isolati, ma come strumenti per ridurre l'uso di input chimici, migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse e aumentare la resilienza delle piante in condizioni di stress multiplo. In questo senso, le NGT diventano parte di una strategia più ampia che include anche la gestione agronomica e l'interazione con il microbioma».

Infine, TEA4IT rappresenta anche un passaggio decisivo in termini di posizionamento scientifico e tecnologico. «Il CREA non si limita a seguire lo sviluppo delle TEA, ma contribuisce a definirne le traiettorie future,

lavorando su approcci che anticipano le esigenze del settore e del contesto regolatorio». Il Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia si inserisce in questo scenario con un ulteriore elemento distintivo: la costruzione, all'interno del sistema CREA, della **prima rete europea** di aziende sperimentali predisposte per la valutazione in campo di piante ottenute mediante TEA. «Questa infrastruttura, distribuita lungo l'intero territorio nazionale, dal nord al sud Italia, consentirà di validare i materiali sviluppati in condizioni reali e in una ampia gamma di agroecosistemi e contesti pedoclimatici, rafforzando il passaggio dalla fase sperimentale alla verifica applicativa».

In questo scenario, TEA4IT non è soltanto un progetto di ricerca, ma un'infrastruttura di innovazione che mira a portare le Tecnologie di Evoluzione Assistita dalla dimensione sperimentale a quella applicativa. Il contributo del CREA si configura, quindi, come un elemento chiave per costruire una viticoltura capace di coniugare identità varietale, sostenibilità e avanzamento tecnologico.

**Bio:** Luca Nerva è biologo e ricercatore del CREA-VE Research di Conegliano (TV). Si occupa di interazione pianta-microrganismi e dell'applicazione delle Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA) per migliorare la sostenibilità della viticoltura. Ha contribuito allo sviluppo della prima collezione di endofiti della vite e studia l'ecologia virale associata ai tessuti vegetali e al sistema vigneto. La sua attività di ricerca si concentra inoltre sull'identificazione di geni coinvolti nelle interazioni tra vite e microrganismi, sia benefici sia patogeni, con l'obiettivo di sviluppare strategie innovative per una viticoltura più sostenibile.



Protoplasto di vite (*Vitis vinifera*) (©CREA-VE)

# SARA ZENONI UNIVERSITÀ DI VERONA

Produzione di varietà di vite più tolleranti alla peronospora e all'oidio tramite Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA)

Nel laboratorio di Genetica Agraria dell'Università di Verona, in collaborazione con lo *spin off* EdiVite, lavorano da diversi anni per produrre prototipi di varietà di interesse locale e internazionale, migliorati tramite *genome editing* per caratteri di resistenza ai patogeni. «Il sistema che abbiamo messo a punto – spiega **Sara Zenoni**, professore associato in Genetica Agraria presso il Dipartimento di Biotecnologie dell'**Università di Verona** – è quello di disattivare, tramite *genome editing*, geni di suscettibilità, la cui attività viene sfruttata dal patogeno per svolgere il suo processo infettivo. Grazie all'insorgenza di mutazione spontanee che hanno portato alla disattivazione di geni di suscettibilità, con conseguente aumento della resistenza in diverse specie vegetali, oggi conoscia-

mo la sequenza di molti di essi e in parte del loro meccanismo d'azione». I geni di suscettibilità a peronospora di vite più noti sono DMR6.1 e DMR6.2, mentre geni della famiglia degli MLO sono coinvolti nella suscettibilità all'oidio. «Tramite editing genomico e successiva rigenerazione dei protoplasti, abbiamo ottenuto viti di Chardonnay TEA editate nel gene DMR6.1, che hanno mostrato una

significativa riduzione della peronospora in test condotti in condizioni controllate». Per queste piante, a settembre del 2024 l'Università di Verona ha ottenuto l'autorizzazione alla messa in campo per fini sperimentali e a fine settembre, presso il campo sperimentale allocato in Valpolicella del Dipartimento di Biotecnologie, è stato allestito il primo campo sperimentale a livello europeo di



viti TEA costituito da 5 piante di Chardonnay editate e 5 piante controllo. «La sperimentazione in campo è una parte fondamentale per questi studi in quanto solamente nelle condizioni di crescita in ambiente naturale è possibile valutare la resistenza delle piante e l'eventuale effetto della mutazione sullo sviluppo vegetativo e produttivo».

Oltre all'ottimizzazione dei protocolli per l'applicazione dell'*editing* genomico e di rigenerazione da protoplasti ottenuti da diverse varietà di vite, l'Università si sta occupando dell'identificazione di geni coinvolti nella regolazione del processo di maturazione dell'acino. «Il laboratorio di Genetica Agraria da molti anni si occupa di definire i meccanismi molecolari che sottendono alla maturazione dell'acino, di come l'ambiente possa influenzare l'espressione di geni coinvolti e di identificare i principali attori di questo processo». Il cambiamento climatico sta modificando le fasi fenologiche della maturazione della vite, portando a un significativo anticipo dell'accumulo degli zuccheri nell'acino. «Questo comporta un disaccoppiamen-

to tra il corretto rapporto zuccheri-acidità e l'accumulo di composti aromatici, con conseguente perdita di qualità delle uve alla raccolta. I geni regolatori che saranno identificati dai nostri studi potranno rappresentare futuri geni bersaglio per il *genome editing* finalizzato alla produzione di viti con una fenologia adattata alle condizioni climatiche sfavorevoli».

Nell'ambito del progetto CREA TEA4IT, l'Università di Verona si focalizza sulla produzione e caratterizzazione di piante di vite editate tramite approccio DNA-free basato sulla trasfezione di protoplasti isolati con ribonucleoproteine (RNPs) Cas9-RNA guida. L'obiettivo è produrre prototipi di vite più resistenti alle principali malattie (oidio e peronospora) e migliorati nella composizione aromatica delle uve. Le varietà di interesse sono rappresentate da varietà di viti da vino locali, come Glera, Garganega, Corvina, Aglianico e da varietà nazionali ed internazionali, come Chardonnay, Merlot e Cabernet sauvignon. L'attività prevede anche la produzione della varietà di **uva da tavola** Thompson *seedless* più resistente all'oidio.



Piante in campo

«Oltre ai geni DMR6.1, DMR6.2, MLO17 e MLO3, coinvolti nella suscettibilità a peronospora e oidio, è stato editato anche il gene OMT3, responsabile della sintesi delle metossipirazine, coinvolte nella composizione aromatica dei vini ottenuti da Cabernet sauvignon e Merlot. Per tutte queste varietà è stato ottimizzato il protocollo di rigenerazione di protoplasti editati e le piante prodotte sono risultate più tolleranti alle malattie da test condotti in condizioni controllate».

**Bio:** Sara Zenoni è professore associato in Genetica Agraria presso il Dipartimento di Biotecnologie dell'Università di Verona. L'attività di ricerca si concentra sullo studio e definizione dei meccanismi molecolari che sottendono allo sviluppo e maturazione dell'acino di vite e alle risposte della pianta alle diverse condizioni di crescita. Da anni ha sviluppato, in collaborazione con lo spin off EdiVite, di cui è CSO e socia fondatrice, protocolli per l'applicazione delle Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA) in vite con l'obiettivo è di produrre prototipi di vite più tolleranti a patologie fungine e con implementate caratteristiche organolettiche.



Sopra, serra dove sono tenute le piante. Sotto, il fitotrone

## La vite del futuro

# IRENE PERRONE CNR-IPSP DI TORINO

Ottenimento di piante di Nebbiolo e Barbera con migliorata tolleranza a stress biotici mediante Tecnologie di Evoluzione Assistita e caratterizzazione funzionale di nuovi geni target

All'Istituto per la Protezione Sostenibile delle piante del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Torino (CNR-IPSP), nell'ambito del gruppo di Genomica Funzionale ed Ecofisiologia che coordina la piattaforma di miglioramento genetico della vite **IMPROVIT**, vengono portate avanti diverse strategie che sfruttano approcci di biotecnologie sostenibili. Ognuna prende avvio dalla produzione di callo embriogenico, ottenuto a partire dalla coltura in vitro da migliaia di espian-ti floreali immaturi di diverse varietà di vite, così come di genotipi portinnesto, raccolti ogni anno in vigneto. «Obiettivo della nostra ricerca è quello di rendere la vite più tollerante alle malattie fungine, che condannano la viticoltura a un uso massiccio di fungicidi, e allo stress idrico, nel tentativo di

rendere possibili strategie più sostenibili di gestione delle risorse idriche» spiega **Irene Perrone**, Primo Ricercatore presso il CNR-IPSP di Torino. «A tale scopo, impieghiamo il callo embriogenico come base di partenza per l'applicazione di approcci TEA, quali editing genomico e cisgenesi. Quest'ultima tecnologia permette l'introduzione in pianta di geni provenienti dalla stessa specie o

da specie interfertili per ottenere caratteri utili quali la resistenza a determinate malattie».

Il CNR sta sfruttando il **proprio campo collezione**, sito a Grinzane-Cavour, per individuare, fra le 500 varietà di vite presenti, in gran parte vitigni minori e rari, tratti di resistenza utili da trasferire nella vite coltivata più suscettibile alle malattie. In particolare, nell'ambito del progetto TEA4IT,

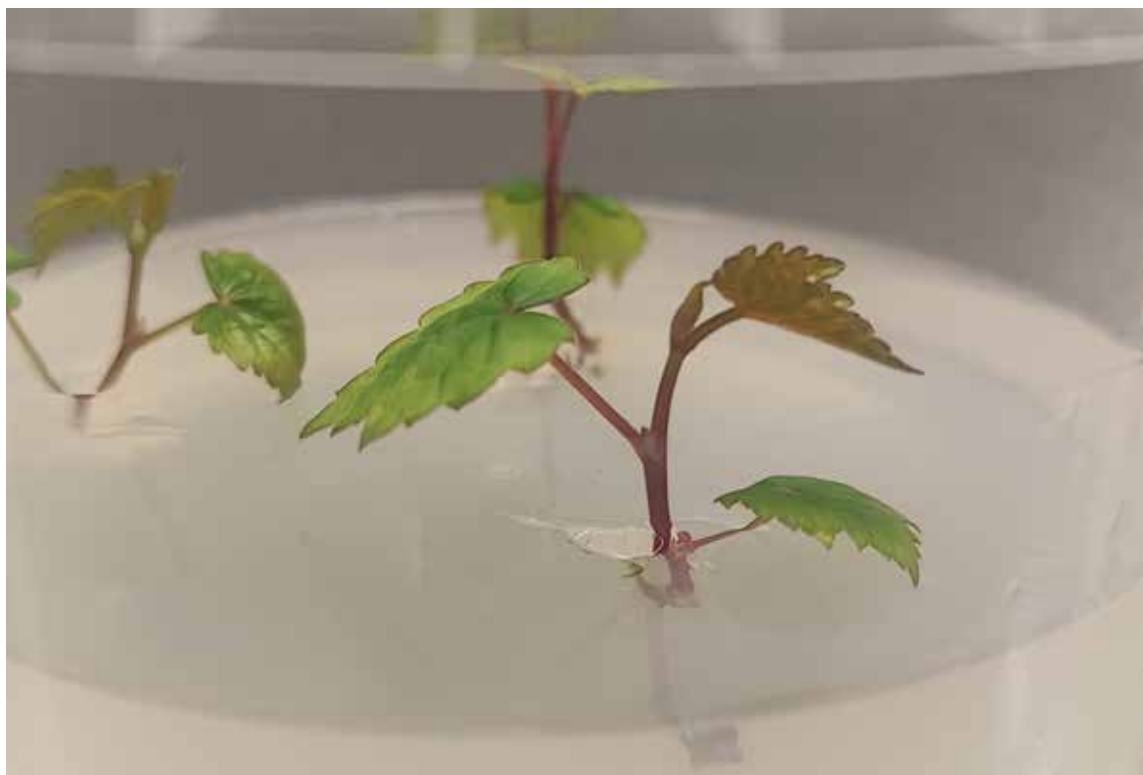


la dottoressa Perrone, insieme ai colleghi dott.ssa **Chiara Pagliarani** e dott. **Giorgio Gambino**, si sta dedicando al miglioramento genetico di **Nebbiolo** e **Barbera**, le due più importanti varietà di vite del Piemonte. «Lavoriamo mediante *editing* genomico ottenuto da trasfezione e rigenerazione da protoplasto (approccio DNA-free, ossia senza inserzione di DNA estraneo, che porta all'ottenimento di piante NGT-1). Il lavoro è particolarmente impegnativo – sottolinea la Dottoressa – poiché si tratta di due genotipi recalcitranti alla rigenerazione in vitro. Tuttavia, sfruttando un protocollo recentemente messo a punto, che prevede un diverso metodo per il trasporto dei reagenti di *editing* all'interno del protoplasto, siamo riusciti a superare almeno in parte la recalcitranza e a ottenere linee editate di Nebbiolo per un microRNA denominato miR482».

I **microRNA** sono piccole molecole di RNA che regolano negativamente l'espressione di specifici geni. In particolare, è stato osservato che il miR482, estremamente conservato in diverse specie e avente come bersaglio geni di difesa delle piante, se represso via *editing* genomico, aumenta la tolleranza alle infezioni da batteri e patogeni fungini in specie qua-

li cotone e pomodoro. Anche in vite questo ruolo sembra confermato, poiché il Nebbiolo editato per miR482 ha mostrato, nelle prove condotte al CNR-IPSP in ambiente controllato, una migliore tolleranza sia all'infezione da oidio che a quella da peronospora. «Resta ora da accertare l'acquisita tolleranza a questi patogeni anche in condizioni di campo, comportamento che sarà presto possibile determinare grazie al progetto TEA4IT, in cui è previsto appunto il trasferimento di queste linee in campo sperimentale ai fini di un'accurata fenotipizzazione».

Un'altra priorità del gruppo del CNR-IPSP all'interno del progetto TEA4IT è quella di continuare a lavorare su **geni target** che, come nel caso del miR482, possano indurre una tolleranza ad ampio spettro verso le malattie, piuttosto che una resistenza patogeno-specifica. «A tale scopo, le nostre attività prevedono l'ottenimento di viti editate per geni quali il Nonexpressor of Pathogenesis-Related 3 (VvNPR3), la cui funzione reprime regolatori chiave delle risposte di difesa delle piante, e per Feronia, un recettore coinvolto nella risposta a stress biotici e abiotici e nel reclutamento di microrganismi benefici del suolo» spiega Perrone.



Piantine di vite micropropagate in vitro



*Embrioni rigenerati da protoplasti editati, sviluppati all'interno delle gocce di mezzo nutritivo*

Infine, relativamente agli obiettivi del progetto più strettamente legati ad aspetti di ricerca di base, il CNR-IPSP metterà a frutto le competenze di genomica funzionale per aumentare le conoscenze su potenziali **nuovi target** da utilizzare in futuri approcci TEA. «In particolare, lavoreremo sulla caratterizzazione e validazione funzionale di geni da un lato strettamente coinvolti nell'accumulo di metaboliti secondari legati alla qualità del frutto nelle cultivar di vite a bacca rossa (come gli antociani), e dall'altro associati alla regolazione delle risposte fisiologiche di diversi genotipi di vite a stress abiotici, come la carenza idrica». Nel secondo caso, le attività sperimentali si concentreranno sulla modifica di geni biosintetici per i microRNA (geni miR), essendo la modulazione di questi geni un ottimo metodo per approfondire la regolazione di caratteri complessi, quali le risposte delle piante arboree a stress ambientali.

**Bio:** Irene Perrone è Primo Ricercatore presso il CNR-IPSP di Torino. La sua attività scientifica riguarda lo sviluppo e l'applicazione di approcci innovativi di miglioramento genetico della vite, quali Tecnologie di Evoluzione Assistita e ottenimento di somacloni con accresciuta tolleranza a stress biotici e abiotici. Si occupa inoltre di genomica funzionale e dello studio dei meccanismi molecolari alla base della recalcitranza genotipo-dipendente nei processi di rigenerazione in vitro.

# UMBERTO SALVAGNIN FONDAZIONE EDMUND MACH

Creazione di piante di Teroldego tolleranti alla peronospora o allo stress idrico tramite le Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA)

Alla **Fondazione Edmund Mach**, nell'Unità di Fisiologia e Miglioramento Genetico della Vite guidato dalla dott.ssa Silvia Vezzulli, si lavora per aiutare la transizione verso una viticoltura più resiliente e sostenibile. Il protocollo è già stato applicato a varietà di uva sia da vino che da tavola, internazionali e locali. In particolare, per il progetto TEA4IT, la Fondazione Edmund Mach, che ha sede a San Michele all'Adige (TN), si è concentrata proprio su un vitigno identitario del Trentino, il **Teroldego**, antica varietà a bacca rossa, protagonista della Piana Rotaliana, che Cesare Battisti definì «il più bel giardino vitato d'Europa». Un'altra sfida importante per la ricerca ha riguardato l'identificazione delle sequenze da prendere di mira, cioè quali geni rendere bersaglio del processo di

mutazione, che molto frequentemente ha l'effetto di inattivarli (si parla di mutazione "knockout"). «L'inattivazione di questi geni, infatti, deve avere un effetto tangibile che porta al significativo miglioramento del carattere agronomico considerato (ad esempio, la resistenza a patogeni) – spiega **Umberto Salvagnin**, ricercatore della Fondazione Edmund Mach – Il problema è che, nonostante

i balzi in avanti della tecnologia, la comunità scientifica è a conoscenza di una ridotta schiera di geni aventi un ruolo chiave per contrastare patologie o esacerbate condizioni ambientali».

Una linea di ricerca su cui stanno lavorando alla Fondazione Mach, e che vede impegnata in prima linea la dott.ssa **Lisa Giacomelli**, ha l'obiettivo di conferire tolleranza alla peronospora at-





Germinazione in vitro (©Fondazione Mach)

traverso l'inattivazione dei **geni DMR6** (da Downy Mildew Resistant 6), implicati nella degradazione dell'acido salicilico. «Questa molecola per le piante è un ormone, il cui scopo è controllare la risposta immunitaria, soprattutto contro i patogeni biotrofici (funghi e batteri che attaccano i tessuti vivi della pianta, come la peronospora)» spiega Salvagnin. «Quando il patogeno attacca un tessuto, la pianta sintetizza **acido salicilico**, che a sua volta innesca sia una risposta locale, che coinvolge il sito di attacco, sia una risposta sistemica, che protegge l'intero organismo contro attacchi futuri e distanti dal sito di prima infezione». Mutazioni che causano lo spegnimento (*knockout*) dei geni DMR6 hanno conferito resistenza a vari patogeni in piante come pomodoro, banana, riso, basilico e pompelmo, e mutazioni naturali nei geni DMR6 sono state correlate a fenotipi di tolleranza alla peronospora in vite. «*Vitis vinifera*, infatti, ha due geni DMR6, e alcuni anni fa con un approccio transgenico in uva da tavola (nelle varietà Crimson seedless e Sugraone) abbiamo prodotto mutazioni

che li spengono singolarmente o in coppia. I singoli mutanti non si sono rivelati più resistenti alla peronospora, mentre il doppio mutante ha mostrato livelli di acido salicilico più elevati e maggiore resistenza alla malattia».

Data la difficoltà a tradurre questi risultati in termini di protezione in vigneto e l'impossibilità di mettere OGM in campo, sono stati creati mutanti analoghi (cioè in uno o entrambi i geni DMR6) in Teroldego, usando la tecnologia del protoplasto ed eseguendo a posteriori tutti i controlli di sequenziamento necessari per assicurarsi che le piante prodotte appartenessero alla categoria NGT-1, come definita dalla nuova normativa europea in fase finale di approvazione. «E presto queste piante andranno a far parte di un vigneto sperimentale all'interno del progetto TEA4IT» afferma il Ricercatore.

In ultimo, la Fondazione Mach è attiva anche nella ricerca sul fronte della resilienza della vite allo **stress idrico**. In particolare, la dott.ssa **Lorenza Dalla Costa** studia da diversi anni alcuni geni appartenenti alla

famiglia degli *epidermal patterning factors* EPF, implicati nella formazione degli stomi. «Gli stomi sono microscopici pori situati sull'epidermide delle piante, nella vite concentrati prevalentemente sulla pagina inferiore delle foglie, formati da due cellule specializzate, dette cellule guardia, che aprendosi e chiudendosi regolano l'ampiezza del poro in risposta a precisi stimoli ambientali, come luce, umidità e temperatura. La loro importanza è vitale, perché permettono lo scambio gassoso: sono il punto d'ingresso dell'anidride carbonica necessaria per compiere la fotosintesi e il punto di uscita del vapore acqueo, nel processo di traspirazione fogliare». Inattivando il gene EPFL9-2 è stato possibile produrre varietà con ridotta densità stomatica, che presentano una maggior efficienza nell'uso dell'acqua e una minor traspirazione, mantenendo inalterato il tasso di fotosintesi. «Queste piante si sono dimostrate più adatte a regimi di forte limitazione idrica mostrando un tasso di mortalità significativamente inferiore rispetto alle piante convenzionali». Studiare le piante in campo aperto permetterà di comprendere meglio le dinamiche della resistenza mediata da alti livelli di acido salicilico e il funzionamento della chioma a bassa densità stomatica in un contesto meno artificiale della serra.

**Bio:** Umberto Salvagnin è un ricercatore italiano specializzato in biotecnologie vegetali, da anni attivo nel settore della trasformazione genetica, della genomica funzionale e delle colture in vitro vegetali. La sua ricerca è focalizzata sull'implementazione delle Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA) e del genome editing per sviluppare varietà di vite tolleranti a patologie fungine e resilienti ai cambiamenti climatici.



Piante di Teroldego in serra

## La vite del futuro

# PROGETTO GLERA 2.0

Il CREA-VE di Susegana e l'Università di Padova insieme per costruire il Glera del futuro, per una nuova era del Prosecco

di Mauro Pigozzo

Quando la dottoressa **Loredana Moffa** apre l'incubatore, che mantiene costante la temperatura a 26 °C, un calore leggero le sfiora il viso e le mani, solitamente ferme nel rigore del laboratorio, tradiscono un impercettibile tremolio di emozione. Estrae una pila di piastre di Petri, contenenti tessuti di vite coltivati in vitro. All'interno tra calli dal colore variabile dal giallo al bruno, si distinguono minuscoli puntini bianchi. «Eccoli, sono i primi embrioni somatici del Glera del futuro, sono apparsi a gennaio di quest'anno», sussurra, quasi a non voler disturbare quella rivoluzione silenziosa che ha richiesto anni di lavoro, precisione e una pazienza quasi monastica iniziata nel 2022.

In queste colture cellulari, coltivate in vitro dai fiori della vite, è racchiusa la rivoluzione del Prosecco. Il viaggio comincia a Susegana, nel Trevigiano, presso il **Centro di Ricerca per la Viticoltura e l'Enologia del CREA**, ente vigilato dal Masaf, un luogo dove la scienza sta riscrivendo il destino del vitigno più celebre d'Italia attraverso il **progetto Glera 2.0**.

Qui opera un team di ricercatori giovanissimi che sta utilizzando il metodo CRISPR-Cas9, una tecnologia che ha rivoluzionato la biologia molecolare a livello globale e che rappresenta uno degli strumenti chiave alla base delle Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA). Le TEA agiscono come una chirurgia di estrema precisione, una sorta di "correttore di bozze" molecolare che interviene sull'alfabeto della pianta stessa.

Ce lo spiega **Luca Nerva**, ricercatore responsabile del progetto, mentre osserva le piantine protette dal vetro. «Lavoriamo con le Tecnologie di Evoluzione Assistita che permettono di operare modifiche mirate nel DNA utilizzando una sorta di "forbice molecolare" guidata da un frammento di RNA che le indica esattamente dove tagliare». Non si tratta di OGM tradizionali, dove si inserisce DNA estraneo alla specie; qui si corregge l'alfabeto della pianta stessa, accelerando un processo di mutazione che in natura potrebbe richiedere secoli o millenni.

Il lavoro è frutto di una sinergia perfetta tra il CREA di Susegana, dove si opera sulla “carne viva” delle cellule, e l'**Università degli Studi di Padova** (DAFNAE e CIRVE), dove il professor **Alessandro Vannozzi** e il suo team analizzano i circa 500 milioni di coppie di nucleotidi che compongono il genoma del Glera.

Ad Agripolis, nel Padovano, si lavora con strumenti all'avanguardia per analizzare le lettere che compongono l'alfabeto della vita. Se a Susegana si mette in pratica la chirurgia genetica, a Padova si scrive la mappa: una scansione estremamente accurata, definita da telomero a telomero (T2T), che permette di individuare la “pagina” giusta del DNA dove risiedono i geni responsabili della sensibilità alle malattie, dello stress idrico o di altri caratteri agronomici di interesse.

Il professor Vannozzi, parlando del contributo dell'ateneo patavino, sottolinea: «Per intervenire in modo efficace è necessario anche capire quali geni modificare e quale sia la loro funzione biologica. Proprio per questo, accanto alla costruzione del genoma di riferimento, stiamo conducendo studi funzionali per chiarire il ruolo di alcuni geni candidati, dando priorità a quelli coinvolti nella tolleranza agli stress ambientali e nella qualità delle uve, aspetti sempre più critici in uno scenario di cambiamento climatico». Per combattere l'**Oidio**, o mal bianco, si interviene sui geni MLO (*Mildew locus O*), che il patogeno sfrutta per riconoscere la pianta come suo ospite. È come se la malattia vedesse una porta aperta: tagliando il gene che costruisce quella porta, l'Oidio resta fuori perché non trova più il “match” proteico necessario per attaccare la foglia. Vannozzi



Embrione somatico germinato di Glera

aggiunge un dettaglio fondamentale per il profilo sensoriale: «Uno dei nostri obiettivi è anche quello di migliorare la qualità della Glera, l'acidità ad esempio è un fattore da tenere in alta considerazione».

Il processo per arrivare a quel puntino bianco è febbrile e segue i ritmi della natura. In primavera, tra aprile e maggio, in una finestra temporale di soli quindici giorni, i ricercatori raccolgono migliaia di fiori immaturi quando le antere sono allo stadio di tetrade. Questi fiori vengono sterilizzati e, in ambiente asettico, le antere e gli ovari vengono estratti uno a uno e trasferiti su terreni di coltura specifici. Servono circa novemila fiori per sperare di ottenere, dopo un anno, pochi embrioni preziosi.

Il **Glera** è, infatti, un vitigno "capriccioso" e recalcitrante rispetto a varietà internazionali come lo Chardonnay o il Merlot: se per questi ultimi bastano tremila fiori per ottenere risultati abbondanti, con l'uva da cui nasce il Prosecco la difficoltà è massima, arrivando a richiedere fino al triplo degli espianti.

Una volta ottenuto il callo embriogenico, si utilizza un alleato insospettabile: il batterio *Agrobacterium tumefaciens*, opportunamente "disarmato" del suo potere patogeno e modificato per trasferire all'interno della pianta il macchinario molecolare per l'*editing*. Insieme alla proteina Cas e all'RNA guida, viene inserito un marcatore di resistenza a un antibiotico per identificare quali piante hanno ricevuto correttamente il DNA.

Qui avviene il passaggio che permette di risolvere l'*impasse* normativa con l'Europa: i ricercatori hanno aggiunto un'informazione genetica che induce la pianta, quando esposta a un calore di 42 °C per poche ore, ad auto-eliminare quel pezzo di DNA estraneo che la renderebbe OGM. Il risultato è un organismo non transgenico, identico all'originale ma con una precisa modifica puntiforme.

L'investimento del **Consorzio del Prosecco DOC** è importante: 250 mila euro nel 2025, inseriti in un budget complessivo di circa un milione di euro fino al 2029. Segno che le aziende del comparto credono in futuro dove la genetica possa recitare una parte importante. **Giancarlo Guidolin**, presidente del Consorzio, commenta guardando al futuro del settore: «L'adozione di tecniche

avanzate di miglioramento genetico ci potrebbe consentire di affrontare le sfide future della viticoltura senza compromettere la tradizione e la qualità che caratterizzano il nostro prodotto».

L'obiettivo è una **sostenibilità reale**, riducendo drasticamente l'uso di agrofarmaci e fertilizzanti senza creare nuovi ibridi come i PIWI, ma mantenendo il vero Glera, con il suo profilo organolettico intatto. Luca Nerva ribadisce con convinzione: «Speriamo che questo sia il futuro del Prosecco. Un futuro con trattamenti ridotti al minimo, con viti in grado di reagire alle malattie e capaci di resistere agli stress idrici».

Tuttavia, il successo scientifico deve ora fare i conti con la burocrazia. L'Italia opera in deroga rispetto alle normative europee, in attesa che il Parlamento Europeo completi il percorso di distinzione tra TEA e OGM tradizionali. L'Italia possiede un vantaggio competitivo enorme, avendo già piante di Chardonnay, Sangiovese, Pinot nero e Glera pronte per la sperimentazione in campo. Operando in deroga, il CREA è pronto a portare le prime viti in campo già a settembre di quest'anno.

Il futuro della viticoltura non può prescindere da questo approccio che mira a preservare la biodiversità storica selezionata in millenni. Come evidenzia Nerva: «Il potenziale di questa tecnologia è esattamente questo: il poter lavorare sui singoli genotipi e sui singoli cloni. Un aspetto estremamente interessante nell'ottica della conservazione della biodiversità».

Dalla piantina in vitro alla sperimentazione in campo il tempo stimato è di circa tre anni, un battito di ciglia rispetto ai 15-30 anni richiesti dal *breeding* convenzionale. Quegli embrioni somatici che tanto emozionano Loredana non sono solo delle cellule in crescita; sono la risposta concreta di un territorio a un mondo che cambia, il matrimonio tra la millenaria sapienza contadina veneta e la chirurgia molecolare più avanzata.

Dentro i laboratori di Susegana, le prime foglioline di **Glera 2.0** iniziano a spuntare sotto la luce controllata, confermando che il Prosecco del futuro è già nato, pronto a difendere la sua storia con uno scudo invisibile forgiato dalla scienza.



*Glera (© Consorzio Prosecco DOC)*



&gt; 3 giugno 2026 alle ore 0:00

# DNA IN BOLLA

## Dentro l'incubatore a 26°C

### Il Prosecco si difende da solo mantenendo la sua storia

Nel Trevigiano, la Glera 2.0: una vite ottenuta in un centro di ricerca con le nuove tecnologie. Molto resistente, riduce la chimica in vigna

di **Mauro Pigozzo**

# Q

Quando la dottoressa Loredana Moffa apre l'incubatore, un calore costante a 26 gradi le sfiora il viso. Le mani, solitamente ferme, tradiscono un leggero tremolio. Estrae una pila di piastre di Petri, quei dischi di vetro che sono il palcoscenico della vita microscopica, e indica con un sorriso dei puntini bianchi immersi in un tessuto giallo-marrone. «Eccoli», sussurra, «sono i primi embrioni della Glera del futuro. Sono nati a gennaio di quest'anno».

In questi frammenti cellulari, coltivati in vitro dai fiori della vite, è racchiusa la rivoluzione del Prosecco. Siamo al Centro di Ricerca di Viticoltura ed Enologia del Crea di Susegana, nel Trevigiano, dove un team di cinque giovanissimi ricercatori sta riscrivendo il destino del vitigno più celebre d'Italia.

Il progetto si chiama "Glera 2.0" e l'obiettivo è ambizioso: creare una pianta capace di difendersi da sola, riducendo drasticamente l'uso della chimica in vigna senza alterarne l'anima. La tecnologia che permette questo salto nel futuro è la Crispr-Cas9, la scoperta che ha rivoluzionato la biologia molecolare mondiale e che qui alimenta le cosiddette Tecnologie di evoluzione assistita (Tea). Non stiamo parlando di Ogm tradizionali, dove si inserisce Dna estraneo alla specie; le Tea agiscono come una chirurgia di estrema precisione. Immaginate una forbice molecolare guidata da un frammento di Rna: questo "navigatore" indica alla forbice il punto esatto del Dna da tagliare per correggere o disattivare un gene specifico.

È bene ribadire: queste non sono neppure varietà Piwi (ibridi resistenti, uve diverse rispetto all'originale che si stanno studiando e proponendo da anni), ma vera Glera, con modifiche puntiformi che in natura potrebbero apparire casualmente in millenni e che gli scienziati accelerano deliberatamente in pochi mesi.



&gt; 3 giugno 2026 alle ore 0:00

## La scienza che cura

Il lavoro è una sinergia perfetta tra il Crea e l'Università degli Studi di Padova (Dipartimento Dafnae e Cirve). Se a Susegana si opera sulla “carne viva” delle cellule, nei laboratori di Agripolis a Legnaro, nel Padovano, il professor Alessandro Vannozzi e il suo team (Damiano Riommi e Aurélien Devillars) studiano l'alfabeto della vita: 500 milioni di coppie di nucleotidi. Grazie a una mappa del Dna della Glera sequenziata da telomero a telomero (T2T), **gli studiosi possono individuare la “pagina”**

### esatta del genoma dove risiedono i geni responsabili della sensibilità alle malattie o dello stress idrico.

A proposito, entro il prossimo anno il loro obiettivo è ancora più ambizioso: vogliono sequenziare definitivamente l'intero patrimonio genetico della Glera, il lavoro è quello di incrociare diverse banche dati prima di riuscire a leggere l'intero “libro di istruzioni” da cui nasce il Prosecco. Ma cosa accade esattamente in quel frammento di codice genetico, quello sul quale intervengono gli scienziati? «Per combattere la malattia dell'Oidio, ad esempio», spiega Vannozzi, «si interviene sui geni che il patogeno usa per riconoscere la pianta come suo ospite. È come se la malattia vedesse una porta aperta: tagliando il gene che costruisce quella porta, l'Oidio resta fuori».

## Magia biotecnologica

Principi analoghi vengono applicati per la Peronospora (altra malattia) e per ottimizzare l'uso dell'acqua, fattore critico in un'epoca di siccità crescente. Ma l'obiettivo ultimo è valorizzare le caratteristiche organolettiche del vino, dal bouquet dei profumi all'acidità. Questa “magia”

biotecnologica inizia con un ritorno alle origini: la raccolta dei fiori in aprile. In una finestra temporale di soli quindici giorni si selezionano novemila fiori, si estraggono le antere (la parte maschile) e si portano in laboratorio. Qui, dove lavorano gli studiosi ai piedi delle colline Unesco, ci sono strumenti che nessuno immaginerebbe collegati al vino: microscopi, camere di crescita e celle climatiche che permettono alle piante Tea di svilupparsi. Simone Tosoratti, giovane ricercatore, armeggia con microscopio e un pc dove si leggono lunghissime file di A, C, G, T (le basi che compongono il Dna, nella vite ci sono 30 mila geni).

**Da tanta tecnologia, nasce qualcosa di simile alla magia. Attraverso l'uso di fitoregolatori, le cellule vengono “de-differenziate”,** ossia vengono fatte regredire alla loro fase iniziale, fino a far nascere quel puntino bianco, l'embrione, che poi si svilupperà in fiori, foglie o uva. È un processo delicato, poiché la Glera è un vitigno capriccioso: se per il Merlot o lo Chardonnay bastano tremila fiori per ottenere risultati abbondanti, con l'uva del Prosecco la pazienza è la dote principale. L'accelerazione del progetto è stata possibile grazie alle aziende del Consorzio del Prosecco Doc, che hanno compreso la portata strategica della sfida. L'investimento è importante: 250 mila euro nel 2025, inseriti in un budget complessivo di circa un milione di euro fino al 2029, diviso tra il centro trevigiano e quello padovano. «L'adozione di tecniche avanzate ci consente di affrontare le sfide future senza compromettere la tradizione e la qualità», commenta **Giancarlo Guidolin, presidente del Consorzio.**

## Esigenze normative

Tuttavia, il successo scientifico deve ora fare i conti con la burocrazia prima di poter portare in campo que-



> 3 giugno 2026 alle ore 0:00

sti nuovi nati. L'Italia sta operando in deroga rispetto alle attuali normative comunitarie, e l'attenzione è tutta rivolta al voto del Parlamento Europeo sulla liberalizzazione delle Tea. L'obiettivo è equipararle normativamente alle piante ottenute tramite incroci classici, distinguendole nettamente dagli Ogm. «Siamo sicuri che questo sia il futuro del Prosecco», dice **Luca Nerva, ricercatore responsabile del progetto, che con Walter Chitarra sta lavorando al Crea**. «Sarà un futuro con trattamenti ridotti al minimo e viti capaci di reagire da sole». Quando le piantine saranno abbastanza

grandi, basterà analizzare una singola foglia per avere la conferma: se la Glera sarà ancora lei, identica nel gusto e nel profumo, ma con uno scudo invisibile forgiato dalla scienza, la rivoluzione sarà compiuta. Dai primi risultati alla commercializzazione in massa delle barbatelle il tempo sarà breve, si stimano tre anni. E tutto questo da un puntino, quel puntino bianco che tanto emoziona Loredana e che contiene la risposta di un intero territorio a un mondo che cambia.

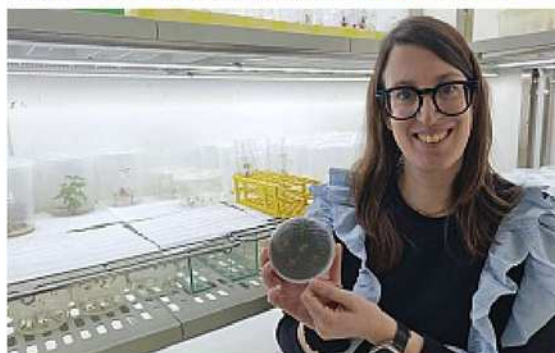
© RIPRODUZIONE RISERVATA



*Le tecniche avanzate  
possono consentire  
di affrontare  
le sfide future  
senza compromettere  
la tradizione  
e la qualità*



> 3 giugno 2026 alle ore 0:00



Da sinistra in senso orario, Luca Nerva, coordinatore di Glera 2.0; Walter Chitarra, direttore del Centro di Ricerca per la viticoltura e l'enologia nel vigneto-biblioteca; Loredana Moffa, responsabile delle attività, mostra i primi embrioni della Glera; infiorescenza della vite