

CENTRO RICERCA E INNOVAZIONE

REPORT

2017/2018

AGRICOLTURA
ALIMENTAZIONE
AMBIENTE



FONDAZIONE
EDMUND
MACH
CENTRO RICERCA
e INNOVAZIONE

CENTRO RICERCA E INNOVAZIONE

REPORT

2017/2018

AGRICOLTURA
ALIMENTAZIONE
AMBIENTE



FONDAZIONE
EDMUND
MACH

CENTRO RICERCA
e INNOVAZIONE

COMITATO DI REDAZIONE

Claudio Donati, Emanuele Eccel, Damiano Gianelle, Heidi C. Hauffe, Floriana Marin, Claudio Moser,
Lisa Rizzetto, Annapaola Rizzoli, Valentina Tagliapietra

CURATORI

Michela Angeli, Cristina Castellani, Emanuele Eccel, Anna Eriksson, Floriana Marin

REVISIONE TESTI IN LINGUA INGLESE

Anna Eriksson, Heidi C. Hauffe

GRAFICA COPERTINA

Cristina Castellani

PROGETTO GRAFICO ED EDITORIALE

IDESIA - www.idesia.it

ISSN 2282 - 1341

© 2019, Fondazione Edmund Mach

Via Edmund Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (Trento)

www.fmach.it

INDICE

Presentazione	5
145 anni di storia tra tradizione e innovazione	7
Il Centro Ricerca e Innovazione	8
STRUTTURA	9
Dipartimento Agroecosistemi Sostenibili e Biorisorse (DASB)	10
Dipartimento Biodiversità ed Ecologia Molecolare (DBEM)	11
Dipartimento Genomica e Biologia Piante da Frutto (DGBPF)	12
Dipartimento Qualità Alimentare e Nutrizione (DQAN)	13
Unità Biologia Computazionale (UBC)	14
La Scuola di Ricerca della Fondazione Mach	15
Il Centro C3A	16
Centro EUREGIO sull'alimentazione	17
 ■ AGRICOLTURA	 19
Riscaldamento superficiale in melo: nuovi approcci molecolari ne rivelano i meccanismi d'azione	20
I primi frutti del breeding: nuove varietà di melo e vite con caratteristiche migliorative	21
Il controllo genico dell'aroma validato nel sistema modello "microvine"	22
Scambio di segnali tra vite e botrite: una storia di conoscenza, indifferenza e scontro	23
Dall'uva per la messa al piano di MAS: stato dell'arte del programma di miglioramento genetico assistito per le resistenze a stress biotici	24
Sequenziamento del genoma della peronospora (<i>Plasmopara viticola</i>)	25
La qualità del frutto: obiettivo primario nel breeding di mirtillo e lampone	26
Ricerca applicata e nuove tecnologie per il monitoraggio e controllo di insetti alieni invasivi	27
IN EVIDENZA	28
 ■ ALIMENTAZIONE	 33
Fabbriche di cellule colorate: dall'ingegneria all'applicazione come coloranti	34
CABALA_Diet & Health: Progetto Europeo JPI-HDHL per studiare i profili degli acidi biliari come biomarcatori di salute che collegano dieta, microbiota intestinale e metabolismo	35
I fattori che influenzano le preferenze alimentari degli italiani: il progetto Italian Taste	36
TrentinCLA: un progetto per rivalutare gli effetti benefici della pratica tradizionale dell'alpeggio sul latte	37
Verso un'enologia di precisione	38
Nuovi vitigni tolleranti alle malattie: caratterizzazione della composizione chimica del vino	40
Autenticità dei prodotti nutraceutici	41
Studio della composizione chimica e delle popolazioni microbiologiche che caratterizzano i tradizionali bagni di erba di Garniga Terme	42
IN EVIDENZA	43
 ■ AMBIENTE	 47
Le tempeste di polvere portano intere comunità microbiche sahariane sulle Alpi	48
Tracciabilità geografica di <i>Picea abies</i> in Trentino	49
Zanzare e rischio sanitario	50
BEARFENCE - Un sistema di dissuasione per ridurre orsi confidenti e promuovere la coesistenza tra uomo e orso	51
Il permafrost alpino, fonte di acqua e biodiversità per il futuro degli ecosistemi acquatici d'alta quota	52
Meccanismi di generazione di isoprene in piante a rapida crescita	53

Approcci innovativi per lo studio della biodiversità e la valutazione della qualità dei corpi d'acqua nella regione alpina: il progetto Interreg Eco-AlpsWater	54
IN EVIDENZA	56
■ DIREZIONE	58
Reti e nuove iniziative congiunte di ricerca	58
International Joint Center for Apple Research	59
CLIMATE KIC ed EUSALP	59
Cartoline dei temporali: un pezzo di storia della meteorologia trentina	59
Progetto E-STaR: comunicazione scientifica ai cittadini	59
■ L'ATTIVITÀ IN SINTESI	61
Autofinanziamento e pubblicazioni con fattore d'impatto	62
Il personale	63
Collaborazioni	64
Principali eventi organizzati dal CRI	65
Crediti fotografici	67

PRESENTAZIONE

La sostenibilità nelle sue varie declinazioni - economica, ambientale, sociale - è la stella polare che guida non solo la ricerca ma anche la formazione, la sperimentazione e il trasferimento tecnologico della Fondazione Edmund Mach. Sostenibilità a tutto tondo, quindi.

È vero però che questa parola, “sostenibilità”, oggi è così abusata da aver perso il suo significato originario, ovvero quello di condizione per uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri. La sua applicazione concreta dipende dunque dal contesto in cui si opera. Del resto, il concetto e la misura stessa della sostenibilità assume per l'uso delle risorse e la produzione di cibo una valenza particolarmente delicata, tanto più quando ci si riferisce ad aree montane come il Trentino. Le risorse naturali alla base dei nostri bisogni fondamentali sono infatti finite. Se le dobbiamo consumare dobbiamo anche consentire la loro rigenerazione. Che poi è il compimento stesso della sostenibilità.

Rigenerazione o rinnovabilità richiamano quindi il concetto di circolarità e di innovazione (ri-innovare): nel CRI troviamo in effetti la massima espressione dello stretto legame fra ricerca, innovazione e sostenibilità.

Basta sfogliare questo report del nostro Centro di Ricerca e Innovazione per rendersi conto della direzione che abbiamo imboccato. Pagina dopo pagina emerge il lavoro fatto dai nostri ricercatori negli ambiti delle principali colture locali, melo e vite, e di quelle “complementari”, come i piccoli frutti e la noce, così come nei settori dell'alimentazione e della salute, con progetti innovativi fortemente legati al territorio, anche grazie alle tecnologie di tracciabilità. Il settore ambiente ci riporta poi alle specie selvatiche e allo studio sulla biodiversità, riferimento diretto al concetto di “One Health”, ripreso poi anche in tutte le reti e iniziative di ricerca congiunte alle quali partecipiamo, dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare alla Climate KIC.

La nostra ricerca continua a correre su diversi binari: mantiene un'elevata produttività scientifica, come ci ha riconosciuto Anvur 2017, punta ad incrementare la capacità di vincita di progetti competitivi esterni, fornisce attività di service al mondo produttivo agroalimentare e ambientale, e, *dulcis in fundo*, valorizza le scoperte.

Da ultimo vorrei segnalare un elemento ulteriormente distintivo, quello che lega ricerca, innovazione e sostenibilità con la didattica, sempre a beneficio del nostro territorio. Nella scorsa edizione di questo report avevo infatti accennato all'attivazione del Centro Agricoltura, Alimenti, Ambiente (C3A) congiunto con l'Università di Trento. Era il 2017, ed eravamo solo all'inizio del percorso. Da allora abbiamo fatto diversi passi avanti nella realizzazione di un'unica filiera formativa, dalla scuola superiore al dottorato di ricerca: anche questo un percorso unico in tutti i sensi.



Andrea Segré
Presidente

Fondazione Edmund Mach



145 anni di storia fra tradizione e innovazione

Nel 2019 la Fondazione Edmund Mach celebra un'importante ricorrenza: i 145 anni di fondazione. Un traguardo che si celebrerà in autunno con una cerimonia istituzionale e con una giornata di "porte aperte" rivolta alla cittadinanza. Il solco tracciato da Edmund Mach con la sua brillante intuizione di integrare la didattica alla ricerca ed alle attività in campo per favorire efficacemente lo sviluppo dell'agricoltura locale, è stato portato avanti fino ai nostri giorni e dovrà rappresentare, sempre, l'elemento illuminante del cammino di questo ente. Con un *modus operandi* che rappresenta al tempo stesso una sfida e un punto di forza: da una parte, l'attenzione al territorio, e dall'altra, l'agire in una dimensione internazionale, dove il confronto con altre realtà di ricerca stimola e mantiene alto il livello di performance.

La compenetrazione e la sinergia fra le tre "anime": formazione, ricerca, trasferimento tecnologico, rendono questo ente un *unicum* a livello nazionale e internazionale. Una ricerca scientifica all'avanguardia, con numerosi progetti, accordi di collaborazione, siglati con altri centri di ricerca nei cinque continenti, e laboratori di alto livello: tutto questo è alla base di programmi integrati che, avvalendosi di tecnologie all'avanguardia, permettono di fornire soluzioni innovative e prodotti competitivi a beneficio del sistema di produzione e di consumo locale, ma anche internazionale.

Accanto al Centro Ricerca e Innovazione, è doveroso ricordare la presenza di una formazione di alto livello, al passo con i tempi, ben integrata con il mondo lavorativo, come testimoniato dai numerosi riconoscimenti nazionali e internazionali. Parimenti, la Fondazione si avvale di un trasferimento tecnologico che fornisce un contributo importante al sistema agroforestale trentino, attraverso ricerca applicata, sperimentazione, consulenza e servizi, che consente anche la diffusione capillare delle informazioni tecniche al mondo agricolo.



Sergio Menapace
Direttore Generale
Fondazione Edmund Mach

Il Centro Ricerca e Innovazione



Annapaola Rizzoli
Dirigente
Centro Ricerca e Innovazione
Fondazione Edmund Mach

La Fondazione Edmund Mach, quale ente di ricerca regionale, realizza e promuove la propria attività di ricerca principalmente attraverso il Centro Ricerca e Innovazione (CRI) che attualmente vanta una chiara fama scientifica a livello nazionale e internazionale nei settori agro-alimentare e ambientale come peraltro confermato dai recenti risultati ottenuti dalla valutazione della produttività scientifica ad opera dell'Agenzia Nazionale di Valutazione della Ricerca (VQR).

I tre macro-settori tematici su cui si polarizza l'attività del CRI – agricoltura, alimentazione e ambiente- risultano particolarmente strategici in un momento in cui i grandi cambiamenti socio-economici e ambientali in atto pongono delle sfide crescenti a territori di piccole dimensioni, come quello del Trentino, che necessitano di caratterizzare in maniera unica e promuovere nuove identità indispensabili per sostenere, in maniera durevole, la propria bioeconomia. Risulta pertanto essenziale identificare e promuovere modelli di sviluppo socio-economici anticipatori e resilienti che valorizzino maggiormente le produzioni locali, la qualità della vita e del territorio alpino nel suo complesso. Una interazione virtuosa tra continua generazione di nuova conoscenza, ottenibile solo attraverso la ricerca scientifica, innovazione e trasferimento della conoscenza sul territorio nonché gestione delle risorse che possa rappresentarsi in una forma di "circolarità", temperando la sostenibilità dei sistemi produttivi e soprattutto la tutela della salute e del benessere umano e animale sino alla conservazione dei paesaggi tradizionali. Il CRI viene considerato in questa prospettiva il primo *"OneHealth Centre"* italiano, promuovendo attività di ricerca a carattere interdisciplinare, accomunate dal motto *"#trentinoterradellasalute"*.

Una sfida con grandi prospettive che deve però confrontarsi con l'attuale situazione economica, che ha visto una riduzione delle risorse dedicate alla ricerca. Una maggiore competizione nell'ottenimento dei fondi richiede allora una aumentata attenzione non solo alle tematiche di ricerca di frontiera ma anche alle esigenze che emergono dalla cittadinanza e dai settori produttivi ed un parziale cambio di paradigma anche nell'approccio adottato dal personale di ricerca del CRI. Richiede inoltre la capacità di fare sistema con gli altri attori del territorio da cui l'attivazione di numerosi progetti che vanno dalla costituzione di nuove sinergie nel settore dell'alta formazione e ricerca con gli attori dello STAR (Sistema Trentino dell'Alta formazione e Ricerca), come nel caso del Centro Agricoltura, Alimenti ed Ambiente con l'Università di Trento (C3A), o di EPILAB con la Fondazione Bruno Kessler a quella internazionale, con la costituzione di nuovi network di eccellenza sul territorio della Euroregione Alpina (Euregio ed Eusalp) sino alle partnership in progetti a carattere globale.

Il Report mette in evidenza i risultati più importanti ottenuti nel biennio 2017-2018 concentrandosi su un numero limitato di articoli di approfondimento su tematiche di interesse generale ed alcune interessanti novità (le sezioni *"In evidenza"*), lasciando poi al lettore più interessato la possibilità di poter approfondire attraverso il nostro sito web maggiori contenuti e dettagli. Il mio auspicio è che oltre ai risultati scientifici raggiunti, questo rapporto riesca nella sfida di comunicare al lettore anche la passione e l'entusiasmo che la comunità del CRI esprime quotidianamente nei propri laboratori e campi sperimentali e che rappresenta la vera ricchezza di questa struttura, unica a livello nazionale.

STRUTTURA

Il Centro Ricerca e Innovazione (CRI) nasce nel 2008 dall'unione del Centro di Ecologia Alpina e del Centro Sperimentale di San Michele all'Adige per sviluppare, all'interno della Fondazione Mach, attività di ricerca scientifica nei principali ambiti di interesse bioeconomico del Trentino: Agricoltura, Alimentazione e Ambiente. Attualmente il Centro si articola in quattro Dipartimenti, strutturati in Unità di Ricerca, inclusa una Unità trasversale di Biologia Computazionale. Le principali tematiche di ricerca riguardano la genomica e la biologia delle piante da frutto, la qualità alimentare e nutrizionale, la biodiversità e l'ecologia molecolare, la gestione sostenibile dei sistemi agrari e forestali, l'analisi statistica, modellistica e la gestione di big data. Le tematiche di ricerca vengono individuate al fine di sviluppare ricerche di frontiera, indispensabili per mantenere un'alta qualificazione scientifica e ottenere finanziamenti a livello internazionale, ma che siano in linea con gli interessi del territorio e della popolazione a livello locale.

Il CRI ospita ricercatori e studenti di dottorato provenienti da tutto il mondo e collabora con le più importanti istituzioni scientifiche internazionali. Vanta laboratori con strumentazioni all'avanguardia, 200 mq di serre e 30 ettari di terreno coltivato.

Forte di queste caratteristiche il CRI si pone come un riferimento indispensabile nella produzione di conoscenza nei settori di riferimento, nella promozione di innovazione e di concrete ricadute economiche per il territorio. Requisiti, questi, indispensabili per incentivare lo sviluppo di un'economia sempre più basata sulla conoscenza e per sostenere una crescita duratura e di qualità.



Dipartimento Agroecosistemi Sostenibili e Biorisorse (DASB)

.....
Coordinatore

Damiano Gianelle

Per poter progettare e sviluppare sistemi che al tempo stesso sostengano il benessere umano e la conservazione del capitale naturale per le generazioni future è necessario conoscere le complesse relazioni ed i meccanismi d'interazione dell'ecosistema, saperne valutare le risposte ed essere quindi in grado di adottare le pratiche più sostenibili. La sfida del Dipartimento è quella di integrare tecnologie innovative basate su processi a basso impatto alle esigenze di qualità e produttività richieste

dalla società moderna. Gli approcci più innovativi della chimica, della fisiologia e della biologia molecolare consentiranno l'accurata pianificazione delle risorse agrarie e naturali e l'utilizzo di biorisorse per gestire gli impatti provocati negli ecosistemi dall'attività antropica. La comprensione dei meccanismi che stanno alla base degli equilibri ecosistemici è infatti rilevante sia per la protezione degli ecosistemi naturali che per un utilizzo sostenibile delle colture agrarie.

Unità ecologia forestale e cicli biogeochimici

.....

Studia le interazioni tra vegetazione, suolo e clima al fine di valutare l'effetto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi e individuare modalità di gestione delle risorse in grado di mitigarli. A tal fine l'Unità di ricerca sviluppa diverse tipologie di modelli biogeochimici e approcci innovativi applicati alle misure sia ecosistemiche che a scala regionale (Lidar, iperspettrale, fluorescenza, eddy covariance, phenocam).

Unità entomologia agraria

.....

L'Unità è impegnata nella comprensione dei meccanismi di percezione e degli stimoli sensoriali nella comunicazione degli insetti. Lo scopo è quello di comprendere come gli insetti (e altri invertebrati dannosi e/o utili per l'agricoltura) comunicano tra di loro e interagiscono con la pianta e con microrganismi per mettere a punto sistemi di controllo integrato a base di semiochimici e vibrazioni (come confusione sessuale, mass trapping, monitoraggio ecc) a basso impatto ambientale.

Unità idrobiologia

.....

Svolge ricerche sulla biodiversità e sull'evoluzione a lungo termine delle caratteristiche ecologiche e della qualità dei corpi d'acqua lacustri e fluviali della regione alpina e perialpina. Si occupa, in particolare, degli effetti indotti dai cambiamenti climatici, eutrofizzazione e alterazione dei regimi idrologici e termici sugli ecosistemi e comunità acquatiche. A questo scopo, affianca le tecniche di limnologia tradizionali ad un approccio multidisciplinare basato su metabolomica, biologia molecolare e NGS, isotopi stabili, dati sensoriali ad alta frequenza e, per gli studi a livello di bacino, ad un approccio eco-idraulico.

Unità patologia vegetale e microbiologia applicata

.....

La mission dell'Unità è favorire la riduzione degli input chimici (prodotti fitosanitari o fertilizzanti), sviluppando principi attivi a basso rischio basati sui metaboliti naturali prodotti dai microrganismi, sui microrganismi stessi (biofungicidi, biostimolanti e/o biofertilizzanti) e sulle molecole antifungine prodotte dalle piante. In collaborazione con l'industria questi prodotti innovativi sono messi a punto e testati al fine di verificare l'assenza di effetti collaterali per uomo ed ambiente.

Dipartimento Biodiversità ed Ecologia Molecolare (DBEM)

Un elevato livello di biodiversità, definita come numero di specie o come variabilità genetica totale entro popolazioni e comunità, è cruciale per il mantenimento del funzionamento degli ecosistemi, della loro resilienza rispetto al cambiamento globale, e della loro resistenza alla colonizzazione di specie aliene e di parassiti. Al fine di mantenerla nel tempo e valorizzarla, il Dipartimento si occupa di misurare la biodiversità a tutti i livelli (genetico, di specie e di ecosistemi), di capire le basi genetiche dei processi di adattamento, speciazione ed estinzione. Viene, inoltre, studiato

l'impatto dei cambiamenti della biodiversità sul funzionamento degli ecosistemi naturali, sulla presenza delle specie autoctone, sulla salute umana e veterinaria. La combinazione dei più aggiornati strumenti molecolari (es. *molecular screening*, genomica, metagenomica, trascrittomica) con analisi ecologiche, statistiche e modellistiche di tipo spaziale e temporale permette di formulare ipotesi sugli scenari futuri, suggerendo come migliorare le pratiche gestionali degli ambienti naturali per mantenerne la diversità genetica e di specie, e così anche il benessere umano.

.....

Coordinatore
Heidi C. Haufler

Unità ecogenomica

.....

La mission dell'unità di Ecogenomica è la caratterizzazione e lo studio della biodiversità vegetale naturale, con particolare riferimento a quella del Trentino e dell'ambiente alpino. L'uso della tassonomia integrata della filogenesi e dell'ecologia molecolare e della fisiologia consentono di elucidare i principali meccanismi alla base della generazione e del mantenimento della biodiversità vegetale naturale e di stimare come la flora alpina potrebbe evolvere e adattarsi nel medio-lungo periodo a stress ambientali e cambiamento globale.

Unità ecologia applicata

.....

La mission dell'unità è di generare conoscenza sugli effetti conseguenti ai cambiamenti globali ed alla perdita di biodiversità sulle specie alpine e sulle relative interazioni eco-sistemiche nonché sul rischio di diffusione di malattie pericolose per la salute animale e umana. L'approccio utilizzato è fortemente interdisciplinare combinando studi di epidemiologia molecolare, ecologia del movimento animale, ecologia spaziale, geostatistica, modellistica matematica e statistica, e analisi di big data tramite l'utilizzo di piattaforme informatiche innovative.

Unità genetica di conservazione

.....

Ha il proprio focus di ricerca nei modelli di biodiversità genetica nelle popolazioni animali e nel loro microbiota, dagli anfibi (bioindicatori della salute degli ecosistemi) ai grandi carnivori (specie ad ombrello), al fine di offrire un supporto scientifico alle misure gestionali adottate a protezione delle risorse naturali e valutare come la distribuzione della variabilità genetica si modifichi nel tempo e nello spazio in relazione a fattori ambientali e attività umane. L'obiettivo di lungo termine è di stimare come la distribuzione della variabilità genetica sia cambiata nello spazio e nel tempo, in relazione a variazioni nelle condizioni ambientali e all'impatto antropico, con ricadute sulla tutela della biodiversità animale e forestale, sui settori venatorio ed alieutico, sul turismo e sulla produzione animale (zootecnia). La nostra ricerca svolta ha riconosciuto impatti locali e globali sulla conservazione degli animali, sulla pesca sportiva e sulla gestione del gioco, sul turismo e sull'allevamento del bestiame.

Dipartimento Genomica e Biologia Piante da Frutto (DGBPF)

.....
Coordinatore
Claudio Moser

Il Dipartimento coniuga le conoscenze avanzate sui genomi e sulla genetica delle specie di interesse per l'agricoltura trentina con le valutazioni agronomiche mettendo a disposizione le proprie competenze ai comparti produttivi e fornendo prodotti quali nuove varietà, strumenti molecolari, innovazioni tecnologiche o gestionali all'agricoltura. La pluriennale esperienza nel miglioramento genetico, nella biologia e nella gestione della pianta accompagnate alle conoscenze acquisite sulla struttura e sul contenu-

to dei genomi mirano alla identificazione dei geni chiave di caratteristiche fenotipiche importanti dal punto di vista fisiologico e agronomico. Il germoplasma esistente nelle nostre collezioni (vite 2.300 accessioni, melo 1.660 accessioni, fragola e lampone circa 200 accessioni, oltre a mirtillo e ciliegio in quantitativi minori) rappresenta la base di partenza per studi avanzati di associazione genotipo/fenotipo e identificazione dei loci responsabili dei maggiori tratti di interesse per il miglioramento genetico.

Unità biologia e fisiologia vegetale

.....

Studia la funzione dei geni presenti nei genomi di vite, melo e fragola e la loro regolazione epigenetica per comprendere come la loro espressione influenzi la biologia e la fisiologia di queste piante da frutto. L'obiettivo finale è quello di fornire "geni per la resistenza" e "geni per la qualità" da utilizzare nel miglioramento genetico di vite e *Rosaceae* tramite "breeding" assistito e tecniche biotecnologiche, nonché nuova conoscenza biologica per assistere le pratiche agronomiche.

Unità genetica e miglioramento genetico dei fruttiferi

.....

Si occupa della comprensione delle basi genetiche e biologiche che sottendono i caratteri più interessanti del melo e di altri frutti della famiglia botanica delle *Rosaceae*, come fragola e lampone nonché mirtillo e mora. Le informazioni dedotte dalla conoscenza dei genomi sono funzionali alla produzione di nuove varietà ed alla loro coltivazione, dalla gestione della pianta alla conservazione della frutta. L'Unità svolge inoltre i programmi di miglioramento genetico melo e piccoli frutti della Fondazione attraverso incrocio, selezione e valutazione dei sementali prodotti. Gli obiettivi principali del breeding sono la qualità, la conservazione dei frutti e la resistenza alle maggiori patologie nel caso del melo, la qualità e conservabilità del frutto, l'architettura della pianta e l'adattabilità all'ambiente nel caso dei piccoli frutti.

Unità genetica e miglioramento genetico della vite

.....

L'Unità è impegnata nello sviluppo di basi scientifiche e novità varietali per la viticoltura sostenibile in un contesto di mutamenti climatici. Attraverso l'analisi di popolazioni segreganti, collezioni di germoplasma e varianti somatiche, indaga il controllo genetico della resistenza alle principali malattie della vite quali peronospora, oidio e marciume nero. In parallelo vengono svolte le attività di incrocio, selezione e valutazione agro-enologica di sementali in serra e campo mirate all'ottenimento di nuovi vitigni resistenti ai patogeni con buona qualità dell'uva, sfruttando l'informazione dei marcatori molecolari.

Unità genomica e biologia avanzata

Accanto all'impiego delle tradizionali tecniche di trasformazione genetica per diverse cultivar di melo e vite a scopi di ricerca, l'unità è fortemente impegnata nello sviluppo ed applicazione delle moderne "new plant breeding technologies" (cisgenesi e *genome editing*). In collaborazione con le altre Unità, svolge studi di genomica funzionale su vite e melo finalizzati ad incrementare la difesa dalle malattie e migliorare la qualità del frutto. L'unità ha inoltre le competenze e la strumentazione per il sequenziamento di interi genomi, studi del trascrittoma, analisi di espressione genica e metagenomica attraverso le più avanzate piattaforme tecnologiche di Next Generation Sequencing (Illumina, 454, Lifetechnologies).

Dipartimento Qualità Alimentare e Nutrizione (DQAN)

Il Dipartimento svolge attività di ricerca ed innovazione finalizzate alla valorizzazione sensoriale, tecnologica e nutrizionale dei prodotti agroalimentari per migliorarne la qualità e tracciarne l'origine rispondendo alle esigenze del consumatore. In particolare, qui si studia l'insieme dei metaboliti (metaboloma) di piante di interesse agrario, al fine di sostenere la produzione di piante con un impatto positivo sulla qualità della vita e sulla salute umana. Sono inoltre condotte ricerche nel campo della biochimica della vite e della chimica enologica, finalizzate alla valorizzazione della filiera e viene fornito un supporto scientifico specialistico ai programmi nazionali e comunitari di tracciabilità dei prodotti agroalimentari finalizzati

alla valorizzazione e alla tutela delle produzioni ad origine protetta. Il Dipartimento porta l'attenzione sull'interazione alimento-consumatore attraverso l'applicazione delle principali tecniche sensoriali e strumentali. Esso è anche specializzato nella microbiologia intestinale, nutrizione umana e nutrigenomica, con strutture dedicate per fermentazioni, modelli in-vitro di cellule umane e modelli di microbiota intestinale. Questi diversi obiettivi sperimentali puntano ad un unico razionale che è alla base della nostra ricerca: il concetto di "one-health", un'unica salute, che unisce la salute dell'ambiente, delle aziende agricole e delle coltivazioni, della qualità degli alimenti e la nutrizione e la salute umana.

.....
Coordinatore
Kieran Tuohy

Unità metabolomica

.....
L'Unità, attraverso analisi di *fingerprinting* ed analisi mirate, sviluppa nuove metodologie di studio e conoscenze sui composti nutrizionalmente e sensorialmente rilevanti, finalizzati a migliorare la comprensione dell'impatto della dieta sulla salute umana e la produzione di alimenti a maggiore valore aggiunto. Si persegue lo studio dei meccanismi molecolari che sono alla base della biosintesi dei composti secondari nelle piante, e la valorizzazione dei prodotti della filiera vitienologica, al fine di migliorare la loro qualità rispondendo alle esigenze dei produttori e consumatori, creando valore aggiunto.

Unità nutrizione e nutrigenomica

.....
La mission della Unità NN è quella di misurare come i cibi e la alimentazione modulino la salute dell'ospite e proteggano da malattie croniche attraverso interazioni con il microbiota intestinale. Il gruppo di ricerca NN ha un interesse speciale nei cibi fermentati (per es. prodotti caseari), cibi integrali vegetali, le

La Scuola di Ricerca della Fondazione Mach

Il programma di alta formazione Ricerca *FEM International Doctoral Program Initiative* lanciato dal Centro Ricerca e Innovazione – One Health Centre conta 46 studenti di dottorato provenienti da diverse parti del mondo (Pakistan, India, Cina, Libano, Germania, Tunisia, Montenegro, Ungheria, Spagna, Romania, Francia, Slovenia, Gran Bretagna, Francia) iscritti presso Università presenti in Italia e all'estero. Le ricerche degli studenti si focalizzano su diversi temi, attinenti alle aree di interesse della Fondazione Mach, Agricoltura, Ambiente e Alimentazione, dallo studio sulla nutrizione e la qualità alimentare come ad esempio lo studio sui prodotti a basso contenuto di lattosio, o sull'impatto dei polifenoli alimentari sulla salute umana, alle ricerche relative all'ambiente e a supporto di un'agricoltura sempre più sostenibile.

La scuola internazionale di dottorato di ricerca è nata nel 2012 dalla fusione tra la rete di collaborazione Genomics and Molecular Physiology of Fruit (GMPPF) e le attività di formazione di altri settori strategici della Fondazione, imponendosi fin da subito come una tra le iniziative più innovative promosse dal Centro Ricerca e Innovazione negli ultimi anni. Il CRI ha attivato circa 180 borse di studio creando una solida rete di collaborazione internazionale con istituti pre-

stigiosi del mondo accademico e del settore privato. Proprio verso questo ultimo settore nel corso degli ultimi mesi si è concentrato lo sforzo della Fondazione che coglie l'opportunità di dare una diretta ricaduta nell'economia delle attività di ricerca e sperimentali. L'ottenimento di finanziamenti comunitari per una dozzina di borse industriali sono il chiaro esempio della validità dell'approccio FEM. La partecipazione delle aziende al co-finanziamento delle borse di studio e la disponibilità degli enti esterni ad ospitare il dottorando presso i loro laboratori favoriscono la mobilità e lo scambio fra il settore pubblico e il settore privato. Le esperienze di formazione presso gli enti partner in Italia e all'estero contribuiscono all'arricchimento del portafoglio di competenze e dotano il dottorando di un biglietto da visita competitivo per accedere alle opportunità di lavoro in Italia e nel mondo. Il successo del programma di dottorato è confermato dalla percentuale di occupazione dei dottorandi; l'80% dei borsisti ha trovato impiego presso enti prestigiosi, quali CNR IBIMET, Aarhus University (Danimarca), University of Reading (Gran Bretagna), Provincia Autonoma di Trento – Agenzia provinciale per la tutela dell'ambiente (APPA), (UNESCO-IHE, (Delft, Paesi Bassi), Technische Universitaet Braunschweig (Ger-



mania) PlantEdit (Irlanda), ETH, Zurich - Department of Biology, Institute of Biochemistry (Svizzera).

I nuovi percorsi di dottorato, già con quelli avviati nel corso del 2018, saranno valorizzati nel contesto delle altre iniziative intraprese da FEM in

questi ultimi anni (vedi il C3A ed Euregio presentati qui di seguito). Queste, in particolare, rafforzeranno l'architettura organizzativa (con la creazione di ulteriori Scuole specifiche) e le opportunità di mobilità nello spazio europeo.

Il Centro C3A

Il C3A è stato istituito con una Convenzione quadro tra Università degli Studi di Trento e la Fondazione Edmund Mach ed è diventato pienamente operativo dal 2017. Il modello su cui si basa il C3A rappresenta un'importante innovazione. Le due istituzioni, pur mantenendo la propria individualità ed indipendenza, mettono a fattor comune parte delle risorse per raggiungere un obiettivo condiviso: aumentare la massa critica, migliorare l'efficienza nell'utilizzo delle risorse e avviare importanti sinergismi tra i settori di ricerca e didattica delle due istituzioni. La novità di questo modello operativo confermano il Trentino come luogo ideale per un laboratorio di idee, di soluzioni innovative e di dinamicità con una forte vocazione internazionale. Gli ambiti della ricerca e della formazione sono quelli

dell'agricoltura di pregio e intelligente, puntando sulla produzione alimenti di qualità, mirando nel contempo alla riduzione dell'impatto ambientale e all'uso sostenibile delle risorse.

Il C3A ha già attivato il corso di laurea triennale in Viticoltura ed enologia che prevede l'opportunità di ottenere il doppio titolo con l'Università di Geisenheim in Germania e il corso di laurea magistrale in Meteorologia ambientale, attivato in collaborazione con il Dipartimento di Fisica e il Dipartimento di Ingegneria civile, ambientale e meccanica dell'Università di Trento, che porta al doppio titolo con l'Università di Innsbruck in Austria. Sono in corso di attivazione il corso di laurea magistrale in Agri-food innovation management e il corso di dottorato in Agrifood and environmental sciences.





Centro EUREGIO sull'alimentazione

Dal 2018 la Fondazione Edmund Mach ospita il centro di competenze targato Euregio costituito nell'ambito del progetto internazionale "Environment, Food & Health" al fine di affrontare le sfide socio-economiche relative all'invecchiamento della popolazione e al sovrappeso.

Un'assistenza sanitaria pubblica eccellente, uno stile di vita relativamente sano rispetto al contesto nazionale ed europeo, un contesto ambientale di valore, la presenza di qualificati enti di ricerca e, non ultimo, una diffusa produzione di alimenti che proteggono contro le malattie legate ad obesità e vecchiaia sono infatti elementi comuni ai tre territori dell'Euregio Trentino, Alto Adige e Tirolo.

Il progetto "Environment, Food & Health" portato avanti dalla Fondazione Mach in collaborazione con le Università di Trento, Bolzano, Innsbruck e Hall, le Aziende provinciali per i servizi sanitari di Trento e Bolzano,

l'Eurac e il Centro di sperimentazione Laimburg, parte da questa consapevolezza per promuovere ricerca di alto livello finalizzata a comprendere come la dieta e gli stili di vita agiscano sul rischio di malattie metaboliche (in particolare sull'obesità) e a valorizzare contestualmente i prodotti locali ad elevata funzionalità nutrizionale, anche attraverso iniziative di educazione alimentare.







AGRICOLTURA



Riscaldamento superficiale in mela: nuovi approcci molecolari ne rivelano i meccanismi d'azione

.....
NICOLA BUSATTO
BRIAN FARNETI
FRANCO BIASOLI
URSKA VRHOVSEK
FABRIZIO COSTA

I miglioramenti delle strategie di conservazione della mela hanno permesso di allungare la vita dei frutti durante il periodo di post-raccolta limitando l'insorgenza di fisiopatie che possono compromettere la qualità del frutto determinata durante la maturazione in pianta. La comprensione dettagliata dei meccanismi molecolari che regolano il processo di maturazione del frutto rappresenta l'elemento chiave nel controllo dello sviluppo di tali alterazioni metaboliche indotte dalla frigoconservazione. Tra queste una delle più diffuse è il riscaldamento superficiale, un disordine che interessa numerose varietà di mela (Granny Smith, Pink Lady, Red Delicious etc) dopo alcuni mesi di conservazione. Le mele interessate da questa fisiopatia sviluppano un imbrunimento della buccia con conseguente deprezzamento del frutto. Per anni i prodotti derivanti dall'autossidazione dell' α -farnesene, il sesquiterpene più abbondantemente prodotto in mela, sono stati considerati la causa eziologica dell'insorgenza del riscaldamento superficiale. Recenti studi condotti all'interno del gruppo di "Genetica e Miglioramento Genetico dei Fruttiferi" (Dipartimento di Genomica e Biologia delle Piante da Frutto) in collaborazione con i gruppi di "Metabolomica" e di "Qualità Sensoriale" (Dipartimento di Qualità Alimentare e Nutrizione) hanno permesso di ridisegnare il quadro generale che descrive le regolazioni

fisiologiche implicate nello sviluppo di questa fisiopatia, dimostrando come il riscaldamento superficiale debba essere considerato come un tipico danno da freddo, di cui l'ossidazione dell' α -farnesene rappresenta un effetto collaterale e non un agente causale. L'attività di ricerca, che ha fatto uso di un approccio integrato basato su tecniche di trascrittomica e metabolomica, ha inoltre permesso di chiarire le basi dei meccanismi di resistenza allo sviluppo del riscaldamento superficiale indotte dall'applicazione di 1-metilciclopropene, un analogo dell'etilene, largamente utilizzato nel rallentamento della maturazione nei frutti climaterici. Il trattamento con questa molecola induce una riprogrammazione a livello trascrittomico dei tessuti normalmente interessati dal riscaldamento superficiale, stimolando l'espressione di geni noti per il loro coinvolgimento in processi di resistenza al freddo e porta al contempo l'accumulo di sorbitolo, un poliolo con effetti crioprotettivi, che tutela la buccia del frutto dagli effetti negativi causati dalle basse temperature utilizzate durante il periodo di conservazione. Infine, la combinazione di questi dati con quelli derivanti da analisi genetiche permetterà di individuare dei marcatori molecolari, utili nello sviluppo di nuove varietà più tolleranti ai danni da freddo ottenute tramite Marker Assisted Breeding (MAS).





I primi frutti del breeding: nuove varietà di melo e vite con caratteristiche migliorative

Il miglioramento genetico delle piante arboree richiede tempi molto lunghi, 15-20 anni, ma viene ripagato dall'ottenimento di nuove varietà con caratteristiche migliorate e innovative rispetto a quelle già conosciute. È un'attività che richiede impegno, capacità, tempo e ampi spazi. Consiste nell'incrocio di una varietà (madre) con un'altra varietà (padre) con caratteristiche specifiche, possibilmente complementari e nella successiva selezione dei figli nati dai semi ottenuti nei frutti della varietà madre. Nell'anno 2003 venne effettuato l'incrocio fra la varietà di melo Cripps Pink e la varietà Caudle Carousel. Fra le 560 piante nate dall'incrocio, 5 anni più tardi (dopo la fase giovanile improduttiva delle piantine nate da seme), solo una superò la prima selezione. La nuova varietà, denominata FEM

16, presenta caratteristiche d'interesse per una prossima sperimentazione allargata e per la richiesta di protezione vegetale a livello europeo.

Il frutto, che matura intorno a metà ottobre, ha pezzatura medio grossa, colore di fondo verde chiaro - giallo e sovraccolore con striatura rosso su sfondo aranciato rosso intenso, con alta percentuale di frutti a colorazione totalmente rossa. La polpa è soda, croccante, succosa e il gusto equilibrato o leggermente acidulo, lievemente aromatico. Queste qualità rimangono inalterate anche in lunga conservazione senza necessità di trattamenti in post-raccolta. *Shelf life* elevata, conservabilità superiore ai 12 mesi in atmosfera controllata e aspetto accattivante del frutto sono le caratteristiche che contraddistinguono FEM 16 e la

PIERLUIGI MAGNAGO
TIZIANO TOMASI
MARCO STEFANINI

fanno ritenere una accessione potenzialmente di grande interesse.

In maniera analoga sono stati necessari 16 anni di attività all'unità di Miglioramento Genetico della vite per licenziare le varietà di vite lasma Eco 1, 2, 3 e 4. Queste varietà, innovative per la bassa suscettibilità ai marciumi causati da botrite e per l'elevata qualità delle uve, sono state registrate nel 2014 al Registro nazionale delle varietà di uva da vino e da un paio d'anni rientrano nella lista varietale di alcune province italiane (fra cui Trento e Verona) e sono commercialmente disponibili presso il Consorzio Innovazione Vite (CIVIT). Le varietà a bacca rossa lasma

Eco 1 e lasma Eco 2 (entrambe Incrocio Teroldego x Lagrein) presentano un elevato contenuto in antociani e polifenoli totali ed un ottimo rapporto zuccheri-acidi. Danno vini con buona corposità e consistenza e con un buon contenuto in tannini e aromi a gradevole nota floreale-fruttata.

Le varietà a bacca bianca lasma Eco 3 (Incrocio Moscato Ottonel x Malvasia di Candia) e lasma Eco 4 (Incrocio Moscato Ottonel x Malvasia di Candia) si caratterizzano per il loro diverso e complesso contenuto aromatico che si riscontra anche nei vini prodotti da queste uve. Non finisce qui: altre varietà sia di melo che di vite sono in arrivo.

Il controllo genico dell'aroma validato nel sistema modello "microvine"

.....
LAURA COSTANTINI
LORENZA DALLA COSTA
FRANCESCO EMANUELLI
MASSIMILIANO TRENTI
PAULA MORENO-SANZ
SILVIA LORENZI
MADDALENA SORDO
SERGIO MOSER
MANUELA COLLIER
ALESSANDRO CESTARO
MARCO MORETTO
ROBERTO LARCHER
MICKAEL MALNOY
MARIA STELLA GRANDO

I terpeni sono i principali composti responsabili dell'aroma dell'uva e del vino. In particolare, i monoterpeni conferiscono note floreali e agrumate alle varietà "Moscato" e, in misura minore, ad altre varietà aromatiche che non rientrano tra i Moscati, quali Riesling e Gewürztraminer.

Sfruttando le competenze specifiche di diversi gruppi di ricerca della FEM, abbiamo effettuato la prima caratterizzazione funzionale in vite del gene VvDXS1. Studi precedenti hanno associato un aumento nella biosintesi dei monoterpeni con una mutazione puntiforme presente in una variante allelica del gene VvDXS1 che comporta l'acquisizione di nuove funzioni a livello proteico. Abbiamo, inoltre, identificato nuovi geni candidati per i tasselli mancanti nel metabolismo e nella regolazione dei monoterpeni. Per la caratterizzazione di VvDXS1 abbiamo adottato un approccio di ingegneria metabolica esprimendo i due diversi alleli (moscato e neutro) nel sistema modello "microvine", che permette di avere produzione di frutti in tempi ridotti grazie al suo ciclo di sviluppo abbreviato ed alla fioritura continua. Le *microvine* trasformate hanno mostrato cambiamenti nell'espressione

di numerosi geni legati ai terpeni a vari stadi di sviluppo ed un accumulo significativamente maggiore di monoterpeni negli acini maturi rispetto alle piante controllo. Tale effetto è stato attribuito in primo luogo ad un aumento dell'attività catalitica dell'enzima VvDXS1 codificato dall'allele moscato mutato.

Parallelamente, l'analisi del genotipo al *locus* VvDXS1 e della concentrazione di terpeni in una collezione di germoplasma di circa 90 varietà di vite ha confermato che la sequenza di VvDXS1 consente di predire con elevata precisione il contenuto di monoterpeni; esso influenza anche i livelli di sesquiterpeni, il che rappresenta una nuova scoperta.

Allo scopo di identificare altri geni candidati per reazioni specifiche nel metabolismo dei monoterpeni e per la sua regolazione, abbiamo integrato il contenuto di terpeni liberi e legati del Moscato Bianco con dati di espressione a livello genomico applicando approcci di correlazione e raggruppamento. Abbiamo individuato vari geni che potrebbero avere un ruolo nella sintesi dello scheletro dei monoterpeni, nelle trasformazioni secondarie, nel trasporto e nel controllo a livello trascrizionale. In gran parte, tali geni



non sono mai stati riportati in precedenza e meritano attenzione per una possibile applicazione in viticoltura. Ad esempio, l'aroma dell'uva e del vino potrebbe essere intensificato limitando le reazioni che determinano la perdita di composti aromatici chiave (attraverso la selezione di genotipi con scarsa attività di glicosilazione ed ossidazione dei monoterpeni). In conclusione, i nostri risultati contri-

buiscono ad una maggior comprensione dell'origine dell'aroma dell'uva, che è essenziale per intraprendere programmi di miglioramento genetico e per gestire colture di alta qualità in un contesto climatico in evoluzione. In particolare, VvDXS1 è un bersaglio efficace per accrescere il flusso metabolico nella via di biosintesi dei monoterpeni ed aumentare i livelli di composti aromatici nell'acino d'uva.

Scambio di segnali tra vite e botrite: una storia di conoscenza, indifferenza e scontro

Botritis cinerea è un patogeno affascinante in quanto può vivere sia come necrotrofo sia come saprofita o endofita. Questo fungo crea danni ingenti a molte colture da frutto, tra cui la vite. Nella maggior parte dei casi infetta precocemente il frutto, per poi rimanere quiescente ed infine danneggia i frutti alla maturazione. Nel-

la vite, l'infezione da parte di Botrite viene di solito innescata in fioritura da conidi presenti nell'aria, segue un'infezione quiescente, mentre a piena maturità la quiescenza termina e il fungo emerge causando marciume dei grappoli. Durante l'infezione quiescente il patogeno fungino convive per molto tempo nel tessuto ospite

.....
ZERAYE MEHARI HAILE
GIULIA MALACARNE
STEFANIA PILATI
PAOLO SONEGO
KRISTOF ARTHUR ENGELEN
URSKA VRHOVSEK
CLAUDIO MOSER

in maniera asintomatica.

Il dialogo molecolare tra *B. cinerea* e le infiorescenze e bacche di vite, dalla fioritura fino alla maturità, non è del tutto chiarito, sebbene la sua comprensione sia rilevante per implementare una corretta gestione di difesa.

Abbiamo condotto uno studio approfondito di quest'interazione integrando diversi livelli di informazione: il profilo di espressione genica, l'analisi metabolica e la microscopia, sia del patogeno che dell'ospite. L'obiettivo era quello di comprendere meglio il dialogo vicendevole tra Botrite e vite durante l'interazione, nelle fasi iniziale, quiescente e di manifestazione dei sintomi a maturità, allo scopo di sviluppare nuove strategie di controllo del fungo.

A questo scopo, fiori aperti ottenuti da talee fruttificanti della varietà Pinot Nero sono stati infettati con un ceppo fluorescente di *B. cinerea* ed i campioni raccolti a 24 e 96 ore dopo l'inoculazione (odi), a 4 settimane dopo l'inoculazione (sdi) e a 12 sdi sono stati analizzati. I risultati hanno mostrato che durante la penetrazione dell'epidermide dei fiori già a 24 odi Botrite induce i geni che codificano per fattori di virulenza. Essa è quindi

pronta per invadere l'ospite. D'altra parte, i fiori di vite reagiscono rapidamente all'invasione attivando geni di difesa ai patogeni, alla sintesi di stilbenoidi e specie reattive dell'ossigeno e al rinforzo della parete cellulare. A 96 odi la reazione trascrizionale è apparsa notevolmente diminuita sia nell'ospite che nel patogeno, come prevedibile durante la quiescenza. Abbiamo poi visto che le bacche infettate continuano il loro programma di sviluppo senza alcun sintomo visibile, sebbene l'interazione tra il fungo e le bacche verdi sia testimoniato da una certa attività trascrizionale. A 12 sdi, la Botrite si manifesta sui frutti e questo è accompagnato dall'espressione di quasi tutti i geni di virulenza e molti geni di crescita. In risposta a questo, le bacche mature attivano diverse risposte di difesa, anche se in modo inefficace.

Da questo studio è evidente che l'interazione iniziale (conoscenza) del fiore di vite con Botrite provoca la quiescenza del fungo (indifferenza), ma in seguito, quando la bacca è matura, le nuove condizioni fanno scoppiare il conflitto e favoriscono la diffusione del fungo nel tessuto (scontro).

Dall'uva per la messa al piano di MAS: stato dell'arte del programma di miglioramento genetico assistito per le resistenze a stress biotici

SILVIA VEZZULLI

PAOLA BETTINELLI

DANIELA NICOLINI

LUCA ZULINI

MARCO STEFANINI

"Vinum debet esse naturale ex genimine vitis et non corruptum". Il vino eucaristico deve essere realizzato con uva pura che non deve essere contaminata in alcun modo. È così che nasceva il vino nel monastero degli agostiniani, ed è così che il miglioramento genetico della vite messo in atto nel corso dei decenni presso l'Istituto Agrario di San Michele all'Adige è stato orientato a rendere la coltivazione dell'uva sempre più sostenibile. Le varietà introdotte da E. Mach in Trentino e le nuove varietà realizzate da R. Rigotti sposavano già questo principio, an-

che se l'obiettivo principale dall'inizio del XX secolo era quello di ricercare caratteristiche qualitative migliorative. L'attività specifica di breeding per le resistenze a stress biotici ha avuto inizio nel 2010 presso l'ormai divenuta Fondazione Edmund Mach (FEM) e si è sviluppata su due linee.

La prima linea si è basata sull'ottenimento di materiali resistenti da varietà di *Vitis vinifera* storiche del Trentino - quali Teroldego, Marzemino, Nosiola - utilizzando come donatori di resistenza gli ibridi (*Vitis* spp. × *V. vinifera*) Merzling, Bianca e Kulneany

già acquisiti da FEM. Dal punto di vista della resistenza a peronospora e oidio e delle caratteristiche organolettiche e sensoriali, cinque genotipi sono risultati interessanti; in particolare, i vitigni a bacca rossa hanno presentato livelli di antociani diglucosidi paragonabili ai livelli della *V. vinifera*. Di queste selezioni è in corso la raccolta dati per l'iscrizione al Registro Nazionale delle Varietà di Vite.

La seconda linea di ricerca si è fondata sul reperimento e caratterizzazione sia genotipica che fenotipica di materiali acquisiti da altri programmi di breeding, sia europei che extra-europei, e di materiale selvatico. I genotipi più interessanti vengono impiegati come linee parentali nel processo di introgressione e di piramidazione di loci (regioni genomiche) di interesse: l'obiettivo finale è quello di ottenere

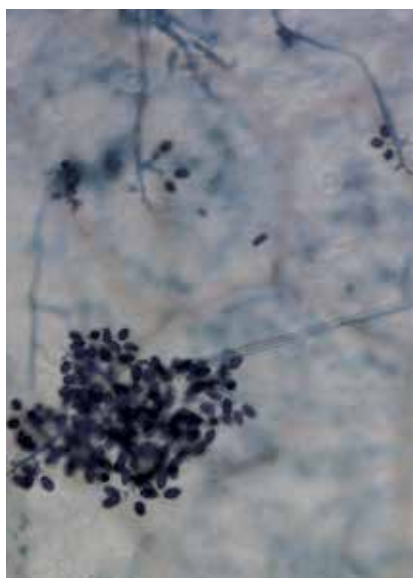
una resistenza durevole su foglia e in particolare su grappolo. Una volta pianificati e ottenuti gli incroci, la valutazione delle progenie avviene ogni anno seguendo un processo di *Marker-Assisted Selection (MAS)*. Dapprima avviene la selezione fenotipica (test in serra) in base al tipo di malattia e al numero di loci attesi per la medesima malattia. Successivamente si procede con lo screening molecolare in base ai loci specifici attesi nei parentali. Cinque sono i loci *Run/Ren* (Resistenza a *Ucinula/Erisiphe necator*) associati alla resistenza all'oidio presenti nel programma FEM; riguardo ai loci associati alla resistenza alla peronospora, quattro *Rpv* (Resistenza a *Plasmopara viticola*) sono ben rappresentati nel piano di incroci. Ad oggi il 26% delle selezioni è piramidato per quattro loci di resistenza.

Sequenziamento del genoma della peronospora (*Plasmopara viticola*)

La vite può essere colpita da moltissimi patogeni in tutti gli stadi della crescita; per assicurare una buona produzione e per ridurre la diffusione delle infezioni, vengono usati grandi quantità di prodotti agrochimici. I trattamenti contro l'oidio e la peronospora (oomicete *Plasmopara viticola*) rappresentano quasi i due terzi di tutti i fungicidi chimici usati in Europa con conseguenze negative per l'ambiente. A livello mondiale, tutta la comunità vitivinicola sta chiedendo insistentemente di trovare delle soluzioni alternative al massiccio utilizzo dei fungicidi per combattere tali malattie, in particolare la peronospora. Per incrementare il livello di conoscenza riguardo alle infezioni causate dagli oomiceti, abbiamo usato un sofisticato approccio "multi-omico", che prevedeva: il sequenziamento del genoma di un ceppo di peronospora isolato in Trentino, lo studio della regolazione genica sia trascrizionale che post-trascrizionale, la caratterizzazione delle vie metaboliche.

Questi studi hanno portato a tre im-

portanti risultati. Il primo dimostra che la *Plasmopara viticola* e alcune specie di *Phytophthora*, come *P. infestans*, che colpiscono la patata e il pomodoro, sono geneticamente imparentate. Il secondo è che *Plasmopara viticola* introduce all'interno della cellula vegetale, attraverso strutture chiamate austori, un effettore che induce una ri-



.....
MATTEO BRILLI
ELISA ASQUINI
PIERLUIGI BIANCHEDI
MIRKO MOSER
MICHELE PERAZZOLLI
AZEDDINE SI-AMMOUR

sposta resistente nella specie selvatica *Vitis riparia*, ma non nelle viti coltivate. Questo meccanismo di difesa è chiamato "interazione gene per gene", suggerendo che l'effettore di *P. viticola* interagisca con il gene di resistenza della vite portando ad una risposta di ipersensibilità. Questo risultato permette di spiegare perché tutte le varietà ad oggi coltivate di *Vitis vinifera* sono suscettibili, mentre le specie selvatiche sono resistenti. Il terzo e più interessante risultato è stata l'identificazione di un scambio bi-direzionale di piccoli RNA attraverso gli austori. La pianta e il patogeno silenziano reciprocamente i rispettivi RNA messaggeri usando

questi piccoli RNA. È la prima volta che viene dimostrato un mutuo scambio di acidi nucleici tra regni diversi durante l'interazione tra il patogeno della vite e il suo ospite. Non è da escludere che questa regolazione genica mediata dai piccoli RNA sia ancora in fase di evoluzione poiché il patosistema *P. viticola* / *P. vinifera* è comparso appena 135 anni fa. Non è facile predire il vincitore di questa lotta tra *P. viticola* e *V. Vinifera*, ma il nostro studio pone le fondamenta per lavori futuri volti a sviluppare alternative al pesante uso di trattamenti chimici. Questo lavoro è stato pubblicato sulla rivista scientifica *Scientific Report*, 8:757 (2018).

La qualità del frutto: obiettivo primario nel breeding di mirtillo e lampone

.....
BRIAN FARNETI
FRANCESCO EMANUELLI
PAULA PONCETTA
MATTEO AJELLI
MARCELLA GRISENTI
PAOLO MARTINATTI
LARA GIONGO

Il consumo di piccoli frutti in Europa continua a crescere in maniera imponente e tra i piccoli frutti ad ammalianre maggiormente i consumatori sono mirtillo e lampone, sia per le loro indiscusse proprietà nutraceutiche che per la loro qualità organolettica. Il valore economico del mirtillo, infatti, nel 2017 ha raggiunto quello della fragola, nonostante il volume di produzione sia la metà.

La Fondazione Mach, presso la Sede Periferica di Pergine Valsugana (Trento), da un quindicennio sviluppa attivamente ricerca su piccoli frutti, interagendo con il mondo produttivo locale ed internazionale. In particolare, negli ultimi nove anni l'attività di miglioramento genetico di lampone e mirtillo è stata diretta dall'Unità di Genetica e miglioramento genetico dei fruttiferi. I due programmi di breeding sono basati su piani ad alta efficienza, sviluppati in coltura fuori suolo e che si avvalgono di importanti collaborazioni per i trial dei materiali in areali con differenti condizioni pedoclimatiche, sia italiani che europei.

L'obiettivo primario di entrambi i programmi è di aumentare la qualità del frutto percepita dal consumatore,

non tralasciando comunque un'elevata produttività e conservabilità del prodotto. A tal fine risulta cruciale lo sviluppo di marcatori molecolari e biochimici per aumentare l'efficienza di selezione di frutti di alta qualità nonché di piante più idonee alla coltivazione in specifici areali. Il primo obiettivo della ricerca applicata in questa direzione è rappresentato dallo sviluppo di nuove metodologie di analisi per una determinazione oggettiva della qualità del frutto incentrate, in particolare, su analisi della texture e dell'aroma. Di grande supporto a tal fine è stata la collaborazione tecnologica con il gruppo di Qualità Sensoriale di FEM. La fenotipizzazione di texture e aroma si è rivelata tutt'altro che facile e immediata e, soprattutto, ha richiesto lo sviluppo di diverse metodologie ad hoc per questi frutti, dal momento che lampone, mirtillo e fragola hanno caratteristiche anatomiche e biochimiche ben distinte. Per questo è stato necessario capire in maniera più dettagliata gli elementi fisiologici, biochimici e genetici che controllano questi aspetti qualitativi, valutando le risposte dei diversi genotipi in areali climaticamente molto differenti tra loro o in condizioni

di allevamento e gestione delle piante altrettanto diversi ed in fasi diverse di maturazione e post-raccolta. Infine, è stato fondamentale esplorare la variabilità genetica esistente nel materiale di germoplasma e negli incroci selezionati. Parallelamente, in

collaborazione con il gruppo di Biologia Computazionale di FEM, è stata avviata un'attività di ricerca finalizzata all'individuazione dei determinanti genetici per i tratti agronomici e qualitativi di maggior interesse nei piani di miglioramento.



Ricerca applicata e nuove tecnologie per il monitoraggio e controllo di insetti alieni invasivi

Gli insetti alieni invasivi (IAI) sono organismi introdotti intenzionalmente o accidentalmente dall'uomo in ambienti diversi da quelli di origine. Gli IAI possono causare seri danni non solo alla biodiversità, ma anche alla società con forti impatti economici specialmente nel settore delle colture agrarie e forestali, nonché arrecare rischi alla salute umana.

In caso di invasione è necessario attivare una serie di azioni tra cui il monitoraggio precoce, lo studio della biologia dell'insetto e la definizione di strategie di controllo. Un lavoro complesso che richiede un approccio multidisciplinare e la cooperazione tra ricercatori, tecnici, agricoltori, industria e cittadini. Un esempio di coinvolgimento dei cittadini in attività di monitoraggio è la nostra app per smartphone "BugMap", che ha permesso lo studio approfondito della presenza e della diffusione della cimice asiatica, *Halyomorpha halys*, in Trentino.

Per quanto riguarda la gestione post-invasione, la strategia di riferimento è la lotta integrata (IPM) con cui si facilitano i meccanismi naturali di regolazione e si promuovono metodi di lotta sostenibili. A questo scopo gli studi genetici ed evolutivi in corso in FEM forniscono supporto alla ricerca applicata: innovative tecniche di "orologio molecolare" svolgono ad esempio un ruolo chiave nel definire modelli di previsione sia per gli insetti che per eventuali patogeni veicolati, mentre la genomica comparata permette di individuare i geni chiave da studiare per migliorare i sistemi di cattura e inter-

ferenza. Si stanno inoltre sviluppando nuove tecnologie in stretta collaborazione con industrie e produttori come la "confusione sessuale vibrazionale" contro le cicaline della vite. Presso FEM si trova, infatti, uno dei principali laboratori di biotremologia al mondo in cui si studia il comportamento riproduttivo di molte specie di interesse agrario, tra cui anche la cimice asiatica, contro cui sono allo studio sistemi di trappola più efficaci basati sull'uso sinergico di feromoni di aggregazione e di segnali vibrazionali. Fondamentale in IPM è anche il ricorso alla lotta biologica, ad esempio attraverso rilasci aumentativi del parassitoide autoctono *Trichopria drosophilae* per il controllo di *Drosophila suzukii*, il moscerino asiatico dei piccoli frutti, o la tecnica del Maschio Sterile (SIT), che prevede la sterilizzazione degli individui maschi mediante irraggiamento con raggi gamma. I maschi sterili rilasciati nell'ambiente in grandi quantità riducono le popolazioni di IAI. Gli studi pilota sulla fattibilità di queste biotecniche nei confronti di *D. suzukii* ed *H. halys* sono attualmente in corso in FEM.



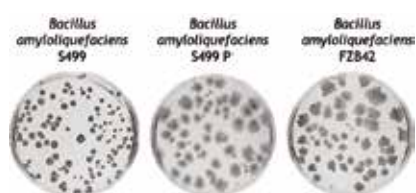
.....
GIANFRANCO ANFORA
OMAR ROTA STABELLI
VALERIO MAZZONI



Identificazione di biomarcatori per la risposta di difesa alla *Plasmopara viticola* in un vitigno resistente

.....
GIULIA CHITARRINI, URSKA VRHOVSEK

Viti con resistenza alla peronospora sono una strategia promettente per il controllo della malattia. L'interazione Vite-*Plasmopara viticola* determina un cambiamento precoce nel metabolismo primario della pianta seguito da una modulazione del metabolismo secondario. L'approccio metabolomico con identificazione dei marcatori ha ampliato la conoscenza della perturbazione in seguito all'infezione del patogeno.



Come la presenza di un plasmide determina le differenze tra due ceppi di *Bacillus* benefici per le piante

.....
GIULIA MOLINATTO, PAOLO SONEGO, MARCO MORETTO, ILARIA PERTOT, GERARDO PUOPOLO

Due ceppi di *Bacillus amyloliquefaciens* (FZB42 e S499), usati come agenti di biocontrollo, si differenziano per la produzione di surfattina, coinvolta nell'induzione di resistenza in pomodoro contro funghi patogeni. Il confronto tra i loro genomi e la successiva creazione di un mutante hanno provato che tale differenza è legata alla presenza nel genoma di S499 di un plasmide coinvolto nella biosintesi di surfattina.



Xylella fastidiosa: anche sulla vite prevenire è meglio che curare

.....
PAOLO BALDI, NICOLA LA PORTA

Questo patogeno può colpire, oltre all'olivo, anche la vite e molte altre colture. Un recente studio FEM, pubblicato su *Frontiers in Plant Science*, raccoglie lo stato dell'arte sulle più avanzate biotecnologie molecolari che permettono di monitorare efficacemente la diffusione del batterio, particolarmente su piante asintomatiche, con lo scopo di fornire un potente strumento per perseguire adeguate azioni di vigilanza territoriale (<http://hdl.handle.net/10449/42695>).

Alla ricerca di un metodo per la tracciabilità delle piante “edite”

LORENZA DALLA COSTA, STEFANO PIAZZA, ALESSANDRO CESTARO, MASSIMO PINDO, MICKAEL MALNOY, CLAUDIO MOSER

La Corte di Giustizia Europea ha stabilito che gli organismi ottenuti mediante “genome editing” sono OGM e devono essere tracciabili. I ricercatori FEM stanno mettendo a punto un metodo basato su tecnologie di sequenziamento avanzate per rilevare in vite e melo “editati” la presenza di un marcatore molecolare che provi l’avvenuto intervento di Agrobatterio nel processo di produzione della pianta.



Valorizzazione e rilancio di una coltura locale: la noce del Bleggio

ERICA A. DI PIERRO, PIETRO FRANCESCHI, FEDERICA CAMIN, VALENTINO POLETTI, MICKAEL MALNOY, FLAVIA GASPERI, ROBERTO LARCHER, URSKA VRHOVSEK, LUCA BIANCO, MICHELA TROGGIO

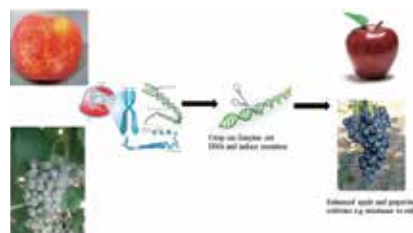
In Trentino, il Bleggio, con la varietà autoctona “Bleggiana”, è da sempre vocato alla coltivazione del noce. Il nuovo progetto NoBle mira a valorizzare e caratterizzare “a tutto tondo” le varietà locali dal punto di vista genetico, isotopico/minerale e metabolico, includendo infine un’indagine sul gradimento. Verranno testate tecniche di micropropagazione per una produzione più efficiente di piantine.



Applicazione delle nuove tecnologie di breeding in vite e melo

MICKAEL MALNOY, STEFANO PIAZZA, VALENTINO POLETTI, LORENZA DALLA COSTA, GIORGIO SORDATO, LISA GIACOMELLI, CLAUDIO MOSER

La disponibilità di informazioni genetiche e di nuove tecniche di breeding avrà un forte impatto sulle biotecnologie delle piante da frutto, consentendo l’introduzione di cambiamenti genetici mirati con un’accuratezza senza precedenti. Sono attualmente in fase di sviluppo diverse strategie di “editing” con CRISPR/Cas9 e cis-genesi per aumentare la resistenza alle malattie delle varietà commerciali di melo e vite, le due principali colture del Trentino.

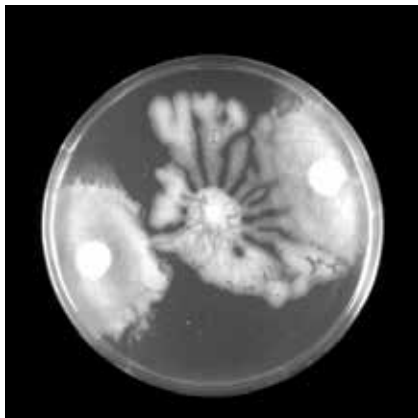


Il sequenziamento di terza generazione per la caratterizzazione di ceppi di fitoplasmi

MIRKO MOSER, ALESSANDRO CESTARO, DIEGO MICHELETTI, CLAUDIO DONATI

L’ultima frontiera del sequenziamento del DNA è rappresentata da dispositivi portatili delle dimensioni di una penna usb come il sequenziatore MinION di Oxford Nanopore. Con questa tecnologia, un gruppo di ricercatori del Centro Ricerca e Innovazione di FEM sequenzierà, per la prima volta, i ceppi di fitoplasmi causa di diverse patologie vegetali sul territorio trentino.





Come ti sconfiggo il nemico: analisi trascrittomiche dell'interazione tra un agente di biocontrollo e il suo patogeno vegetale bersaglio

SELENA TOMADA, PAOLO SONEGO, MARCO MORETTO, ILARIA PERTOT, MICHELE PERAZZOLLI, GERARDO PUOPOLO

L'analisi RNA-Seq ha elucidato la strategia messa in atto dall'agente di biocontrollo *Lysobacter capsici* AZ78 nel controllo del patogeno *Phytophthora infestans*, agente causale della peronospora della patata e del pomodoro. Essa consiste nel colonizzare il micelio di *P. infestans* e rilasciare un antibiotico che induce apoptosi. Il patogeno va incontro a morte cellulare ed è, quindi, progressivamente fagocitato da AZ78 mediante l'azione di enzimi litici.



Diversità genetica e profilo metabolico di *Salvia officinalis*

STEFAN MARTENS, LUISA PALMIERI

La diversità genetica e metabolica di 7 diverse popolazioni di *S. officinalis* è stata determinata utilizzando marcatori molecolari, e tecniche analitiche innovative. Due chemiotipi sono stati individuati in base alla composizione in oli essenziali. La definizione di sei cluster per i composti fenolici e la diversità genetica stimata potranno essere utilizzati in futuri programmi di breeding per ottenere varietà di pregio.



Ruolo dell'acido abscissico nella regolazione dei geni della maturazione dell'uva

STEFANIA PILATI, MARCO MORETTO, PAOLO SONEGO, GRAZIANO GUELLA, CLAUDIO MOSER

Il trattamento di bacche verdi con acido abscissico (ABA) a bassissima concentrazione per 20 ore ha indotto la modulazione di circa 1350 geni della maturazione, dimostrando il suo ruolo prioritario nell'avvio di tale processo. Sono stati identificati geni regolati direttamente dall'ABA, che verranno studiati in relazione ad altri tratti di interesse agronomico, quali la risposta a stress idrico.



Le relazioni tra i sistemi dei geni strutturali e dei regolatori trascrizionali modulano la composizione delle bacche di uva esposte al deficit idrico

STEFANIA SAVOI, FULVIO MATTIVI

Un'analisi dettagliata di trascritti e metaboliti primari e secondari, in condizioni di stress idrico durante la maturazione dell'acino d'uva, ha rivelato una regolazione coordinata di vie metaboliche chiave determinata dal segnale molecolare dell'acido abscissico con l'attivazione di diversi fattori di trascrizione. I risultati sono stati pubblicati su *Frontiers in Plant Science*, 8 (2017).

Uso di piante di vite con emissione alterata di cairomoni per il controllo della tignoletta della vite

.....
UMBERTO SALVAGNIN, MICKAEL MALNOY, STEFAN MARTENS, SILVIA CARLIN,
URSKA VRHOVSEK, GIANFRANCO ANFORA

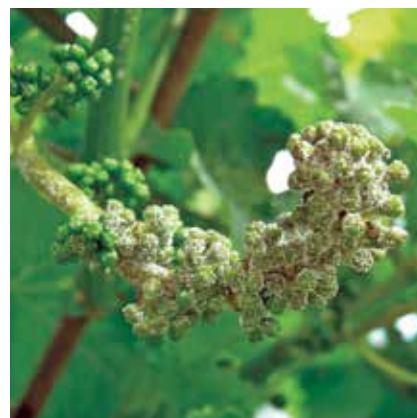
La tignoletta della vite (*L. botrana*) usa composti volatili per localizzare le piante ospiti. Abbiamo creato linee di vite transgeniche con una emissione alterata di (E)- β -cariofillene e (E)- β -farnesene; abbiamo poi testato come ciò influenza il comportamento di *L. botrana*, scoprendo che le piante con le modifiche più elevate sono meno attrattive delle naturali in condizioni controllate.



Meccanismi di difesa sociale della vite mediati da composti volatili

.....
MICHELE PERAZZOLLI, VALENTINA LAZAZZARA, ILARIA PERTOT

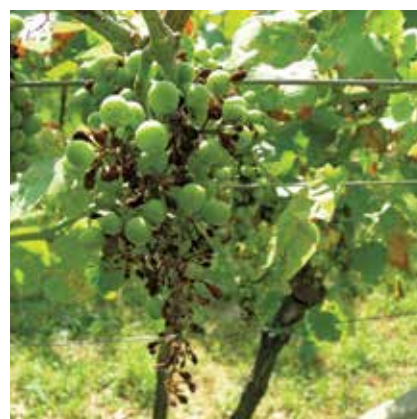
I composti volatili sono coinvolti nei sistemi di comunicazione delle piante. In una ricerca su tali sistemi sono stati identificati i composti volatili prodotti da genotipi di vite resistenti alla peronospora e quattro di essi sono risultati attivi nel ridurre i sintomi della malattia in genotipi suscettibili. Questi composti sono responsabili di un sistema comunicazione sociale per la difesa contro le malattie.



Come difendere le piante modificando il microbioma indigeno

.....
MICHELE PERAZZOLLI, ANDREA NESLER, MARTINA CAPPELLETTI, CARMELA SICHER,
OSCAR GIOVANNINI, GERARDO PUOPOLO, ILARIA PERTOT

Le comunità microbiche presenti sulle piante possono svolgere azioni benefiche per il loro ospite. Nelle ricerche sul microbioma della vite è stato sviluppato un metodo per nutrire le comunità microbiche indigene che contribuiscono alla difesa della pianta. Questo approccio di manipolazione del microbioma permette di stimolare le comunità microbiche benefiche per proteggere le piante dalle malattie.







ALIMENTAZIONE



Fabbriche di cellule colorate: dall'ingegneria all'applicazione come coloranti

STEFAN MARTENS
SASCHA HEIN
LUISA PALMIERI

Le antocianine sono ampiamente distribuite in pigmenti solubili in acqua e responsabili del colore rosso, porpora o blu nei frutti e fiori. I loro effetti benefici hanno incentivato il loro uso come coloranti naturali nei cibi ma anche nelle industrie cosmetiche e come integratori alimentari. Tuttavia, la loro limitata disponibilità commerciale e la loro variabilità naturale hanno spinto la ricerca a trovare fonti alternative di questi coloranti. Inoltre, le quantità di antocianine prodotti nelle piante e la complessità dei metodi di estrazione da queste non ne soddisfa la richiesta sul mercato. La grande produzione in piante di metaboliti secondari, incluse le antocianine, si può ottenere attraverso l'ingegneria genetica di geni coinvolti nella regolazione e nella biosintesi

degli enzimi. In queste linee cellulari modificate l'efficienza e la stabilità della produzione sono superiori rispetto alle colture cellulari tradizionali. Nell'ambito del progetto ERA-IB "ANTHOplus" è stato dimostrato che è possibile avere una produzione su alta scala. In aggiunta a ciò, la trasferibilità di questa strategia di produzione su altre piante, come *Arabidopsis thaliana*, ha dimostrato le sue potenzialità di essere utilizzata per produrre una vasta gamma di antocianine di diversi colori. Quindi, le colture cellulari da pianta rappresentano un sistema alternativo, plastico nei confronti delle diverse metodiche di sperimentazione e sostenibile se confrontato alle piattaforme tradizionali (produzione in piante trasformate, colture batteriche, sintesi chimica) (Appelha-

gen et al., 2018, Metabolic Engineering 48). Contemporaneamente alle colture cellulari, alcuni microorganismi, quali il lievito per la panificazione (*Saccharomyces cerevisiae*), hanno dimostrato di poter produrre un certo numero di polifenoli delle piante, incluse le antocianine. In questo caso, il lievito è stato ingegnerizzato per produrre la pelargonidina ed il suo glucoside, la quale si conosce essere prodotta in fragola a partire dal glucosio. A tal fine, geni per la biosintesi delle antocianine, derivanti da *Arabidopsis thaliana* e *Gerbera hybrida*, sono stati introdotti in ceppi di lievito che erano stati precedentemente in-

gegnerizzati per produrre niargenina, un precursore delle antocianine. Non appena cresciuti in un terreno colturale sintetico, la pelargonidina ed il suo glucoside sono stati identificati, anche se a bassa concentrazione. Per aumentarne la concentrazione, i geni sono stati integrati stabilmente nel genoma (Lewison et al., 2018, Microbial Cell Factories 17).

In conclusione, questi due sistemi gettano le basi per incrementare la produttività di alcune antocianine in biofabbriche, a monte e a valle del processo, dimostrando un alto potenziale dell'utilizzo in campo industriale e medico.

CABALA_Diet & Health: Progetto Europeo JPI-HDHL per studiare i profili degli acidi biliari come biomarcatori di salute che collegano dieta, microbiota intestinale e metabolismo

Gli acidi biliari (BA), regolano l'infiammazione, il metabolismo lipidico, glicemico, energetico e xenobiotico. Il microbiota intestinale modula la circolazione enteroepatica di BA e i BA secondari prodotti da microorganismi sembrano essere degli agonisti dei recettori più potenti degli stessi BA primari, fornendo un collegamento meccanicistico tra la struttura / funzione del microbioma e la regolazione della fisiologia dell'ospite. Studi su animali dimostrano che le fibre alimentari e i polifenoli possono legare BA, e modificarne l'assorbimento e/o l'escrezione e che l'esercizio fisico può influenzare il metabolismo dei BA. Similmente, alcuni batteri probiotici che possiedono idrolasi dei sali biliari (BSH) modulano i profili di acidi biliari circolanti (CBA) e influenzano l'assorbimento di colesterolo. Tuttavia, i dati in umano che confermano la modulazione dietetica dei profili CBA e la successiva regolazione dell'omeostasi fisiologica rimangono elusivi.

CABALA_Diet&Health mira a stabilire i profili BA circolanti quali biomarcatori di salute, che, modulati dalla dieta e dall'esercizio fisico, riflettono un cambiamento nella salute metabolica. Questo progetto studia se la modulazione dei profili BA mediante la dieta indichi un cambiamento dello stato di salute. Utilizzando campioni della coorte sviluppata da ROCAV ("Risk Of Cardiovascular diseases and abdominal aortic Aneurism in Varese" - Università degli Studi dell'Insubria) e di studi randomizzati e controllati esistenti, nel progetto si correlano i profili CBA con l'aderenza alla dieta mediterranea, l'assunzione di cibi ricchi di fibre/polifenoli e i parametri di salute metabolica (BMI, insulinemia/glicemia e omeostasi lipidica). In un apposito studio a breve termine si misura la capacità di probiotici, prebiotici e polifenoli di modulare i profili CBA post-prandiali e in uno studio di intervento dietetico e sullo stile di vita a lungo termine e su larga scala stu-

.....
KIERAN M. TUOHY
FRANCESCA FAVA
PIETRO FRANCESCHI
SAMANTHA RICCADONNA
LISA RIZZETTO
MATTHIAS SCHOLZ
MARYNKA ULASZEWSKA
URSKA VHROVSEK

diamo come i cibi ricchi di polifenoli e l'esercizio fisico promuovano la salute metabolica in soggetti predisposti, attraverso la modulazione della segnalazione dei BA. Infine, i profili BA e il metabotipo si possono collegare con i profili dei microbiomi e il potenziale di biotrasformazione dei BA, stabilendo le basi molecolari della regolazione dell'omeostasi immunitaria e meta-

bolica dei BA, misurando il potenziale di attivazione dei relativi recettori del metabotipo di BA. Il progetto CABA-LA_Diet&Health elucida le interazioni dieta: microbiota intestinale: CBA e determina il rischio di malattia metabolica fornendo sia un biomarcatore validato di salute, sia una base molecolare unificante per l'efficacia di probiotici, prebiotici e polifenoli.

I fattori che influenzano le preferenze alimentari degli italiani: il progetto Italian Taste

ISABELLA ENDRIZZI
EUGENIO APREA
LEONARDO MENGHI
EMANUELA BETTA
JESSICA ZAMBANINI
FLAVIA GASPERI

Il progetto Italian Taste ha coinvolto le principali università e centri di ricerca italiani, tra i quali FEM, e ha visto la partecipazione di oltre tremila individui in 3 anni, dei quali sono state raccolte informazioni riguardanti preferenze alimentari, sensibilità ai gusti, tratti socio-culturali, psicologici e della personalità oltre ad informazioni genetiche.

I risultati di questo studio hanno rilevanza internazionale visto che per la prima volta è stato possibile creare un'ampia banca dati, completa sia dal punto di vista della multidiscipli-

narietà delle informazioni raccolte che della rappresentatività campionaria. Ciò permetterà di studiare il nesso tra sensibilità, gradimento e scelte alimentari degli italiani e comprendere i meccanismi alla base dello sviluppo delle preferenze che incidono fortemente sulle nostre abitudini alimentari e quindi sulla salute.

Il laboratorio sensoriale della FEM è stato uno dei partner principali del progetto: ha contribuito all'ideazione del progetto con la responsabilità della messa a punto dei prodotti da testare e dell'analisi dei dati e ha inoltre for-



nito i dati raccolti nel laboratorio FEM relativi a 256 consumatori trentini. I primi lavori pubblicati illustrano il disegno sperimentale complessivo dello studio (Monteleone et al., Food Qual Pref, 59, 2017) e le potenzialità di indagare le risposte dei consumatori italiani in relazione alle diverse variabili raccolte: come gli indici fisiologici della sensibilità ai gusti, p.es. il numero di papille gustative e la sensibilità all'amaro, variano in funzione dell'età e del genere (Dinnella et al., Chem Sens, 20, 2018) e siano indicatori di diversi livelli di percezione nei prodotti reali; o come la neofobia alimentare, un tratto della personalità che misura la riluttanza ad assaggiare e mangiare cibi mai provati prima differenzi le risposte a sensazioni critiche, come amaro e astringente (Laureati et al., Food Qual Pref, 66, 2018). Oppure

ancora come alcuni tratti della personalità sono associati ad una diversa preferenza e sensibilità per i cibi piccanti (Spinelli et al., Food Qual Pref, 68, 2018). I ricercatori FEM hanno inoltre esplorato l'associazione tra il gradimento e la percezione sensoriale nei quattro prodotti assaggiati: succo di pera, budino al cioccolato, crema di fagioli e succo di pomodoro, ognuno dei quali proposto in 4 varianti relative e a 4 livelli di intensità per la sensazione target (acido, dolce, salato e piccante). I dati indicano come le risposte ai prodotti varino in funzione di genere, età e regione di residenza e come sia anche possibile individuare dei segmenti di consumatori che mostrano direzioni di preferenza differenti in funzione dell'intensità della sensazione target percepita (Endrizzi et al., Eurosense 2018).

TrentinCLA: un progetto per rivalutare gli effetti benefici della pratica tradizionale dell'alpeggio sul latte

Tra metà giugno e metà settembre, le bovine da latte possono avere la possibilità di andare in alpeggio in malga, dove possono pascolare liberamente e nutrirsi nei ricchi pascoli alpini con centinaia di diverse specie di erba che non sono invece presenti a valle. Lo scopo del progetto TrentinCLA, voluto e finanziato dalla FEM e realizzato con il contributo di Fondazione Caritro, era di valutare l'influenza dell'alimentazione delle bovine in alpeggio sul microbiota di rumine, latte e formaggio e comprendere come i batteri possano aumentare il livello degli acidi linoleici coniugati (CLA) nel latte. Per questo progetto, 12 bovine allevate in stalla sono state divise in due gruppi: il primo gruppo è stato trasferito da luglio a settembre 2017 a Malga Juribello, il secondo è rimasto nella stalla a valle. Per 5 mesi consecutivi, prima, durante e dopo l'alpeggio, sono stati prelevati campioni di latte e rumine per un

totale di 120 campioni, e sono state prodotte in laboratorio 60 formaggelle dai latti individuali.

Ne è emerso un quadro dell'ecologia microbica del latte fortemente e positivamente influenzato dall'alpeggio. Si è visto che, durante l'alpeggio, il latte era caratterizzato per circa il 40% da batteri lattici desiderati per le loro buone proprietà tecnologiche casearie e per più del 25% da specie batteriche, come i bifidobatteri, comunemente usate come probiotiche in virtù delle loro interessanti proprietà salutistiche, tra cui la capacità di produrre CLA. Quando le bovine venivano invece stabulate a valle, la flora microbica del latte cambiava significativamente ed era costituita principalmente da *Enterococcus faecalis*, specie batterica che può veicolare resistenze agli antibiotici, mentre la carica dei batteri lattici veniva dimezzata. Le specie con attività salutistiche da dominanti veni-

ELENA FRANCIOSI
ILARIA CARAFA



vano ritrovate in tracce nel latte di valle mentre emergeva la presenza di un 10% di un'altra popolazione microbica indesiderata: lo *Staphylococcus aureus*, uno degli agenti causanti mastite.

Da questi dati si può capire che la pratica tradizionale dell'alpeggio permette agli animali un'alta biodiversità alimentare con erba di qualità e di conseguenza la produzione di un latte d'eccellenza non solo per il miglioramento del valore nutrizionale della frazione lipidica ma anche per l'elevata biodiversità microbica, che può

essere trasferita al formaggio spontaneamente. Quindi questa pratica va preservata come garanzia del mantenimento del paesaggio, di una buona qualità di vita degli animali, ma anche di un latte di qualità migliore dal punto di vista chimico e microbiologico. L'alpeggio in alta montagna è indubbiamente una pratica faticosa che non lascia spazio a improvvisazioni ma, se sapientemente condotta e controllata, può portare alla produzione di un latte di indubbia qualità che andrebbe incentivata e valorizzata.

Verso un'enologia di precisione

.....
PANAGIOTIS ARAPITSAS
FULVIO MATTIVI

L'aggiunta di anidride solforosa ai mosti e ai vini è pratica comune e indispensabile per tutti gli enologi, principalmente per proteggere i vini dall'ossigeno e dai microorganismi durante tutte le fasi della produzione ed affinamento. Allo stesso tempo, a. solforosa e solfiti sono allergenici e

per questo motivo il loro uso è controllato da limiti legali, riportato in etichetta, ed una loro limitazione è desiderabile. Tuttavia, le raccomandazioni per le minime dosi di SO₂ necessarie ad assicurare una corretta conservazione sono largamente basate sulle conoscenze empiriche.



Con lo scopo di generare nuova conoscenza indirizzata verso l'uso mirato della SO_2 in enologia e basata su studi precedenti dello stesso gruppo di ricerca su nuovi SO_2 -binders, è stato sviluppato un metodo analitico in grado di monitorare 32 metaboliti. Successivamente, il metodo è stato usato per analizzare 195 vini commerciali dalle annate 1986-2016.

Innanzitutto, lo studio ha dimostrato che l'impatto dell'anidride solforosa sulla qualità dei vini è molto più profondo di quello che si pensava fino ad oggi. Essa infatti reagisce con numerosi composti dei vini, con un impatto sulla qualità.

Nei vini rossi, si produce una lenta reazione di solfonazione dei tannini, dai quali dipende il corpo, la struttura e la sensazione di astringenza o/e morbidezza dei vini rossi. La concentrazione dei prodotti di questa reazione aumenta con l'invecchiamento e potrebbe aiutarci a capire uno dei meccanismi attraverso cui importanti vini rossi con il tempo migliorano

loro qualità. Infatti, è stato scoperto che i prodotti di questa reazione sono componenti importanti di vari famosi vini rossi italiani e internazionali invecchiati.

Diversamente, nel caso dei vini bianchi e spumanti la reazione di solfonazione coinvolge diversi metaboliti indolici derivati dall'amminoacido triptofano. Questa reazione è particolarmente veloce, un'evidenza che sembra essere direttamente correlata con i fenomeni che causano il veloce e precoce invecchiamento, in particolare dei vini bianchi.

I risultati dello studio possono avere impatto su aspetti che riguardano i diversi fondamenti della chimica enologica. Infatti, la scoperta e la comprensione di importanti nuove reazioni chimiche indotte dalla presenza dell'anidride solforosa può finalmente dare una spiegazione della significativa, anche se parziale, scomparsa di questo additivo nel vino, e spiegare alcune modifiche della qualità dei vini.



Nuovi vitigni tolleranti alle malattie: caratterizzazione della composizione chimica del vino

.....
SILVIA RUOCCO
DANIELE PERENZONI
ANDREA ANGELI
MARCO STEFANINI
FULVIO MATTIVI
URSKA VRHOVSEK

Il continuo utilizzo di pesticidi in viticoltura e la crescente consapevolezza delle loro conseguenze negative sull'ambiente e sulla salute umana sono un tema molto dibattuto, che ha portato negli ultimi anni alla ricerca di strategie alternative per controllare i principali patogeni della vite. In questo contesto, le nuove varietà di viti tolleranti alle malattie, che combinano la resistenza agli agenti patogeni delle varietà americane e la qualità del vino delle varietà tradizionali di *Vitis vinifera*, hanno il potenziale di ridurre significativamente l'impiego di fungicidi e di conseguire un importante risparmio energetico ed economico. Tuttavia, se da un lato queste nuove varietà rappresentano uno degli strumenti più promettenti per una viticoltura sostenibile, dall'altro con-

tinuano a soffrire di opinioni negative legate alla scarsa qualità del vino prodotto dalle prime varietà ibride sviluppate all'inizio del XX secolo. Per promuovere la coltivazione e impiego dei nuovi vitigni tolleranti alle malattie per la produzione di vino di alta qualità, è necessario ottenere maggiori informazioni, identificando gli aspetti caratterizzanti la loro composizione e misurandone i loro tratti positivi e negativi. Finora in letteratura non sono stati riportati esaustivi studi comparativi sul profilo metabolico del vino prodotto da queste nuove varietà coltivate in regioni climaticamente differenti e in annate diverse. A tale scopo, la composizione chimica del vino ottenuto da un'ampia selezione delle più promettenti varietà tolleranti alle malattie, coltivate in

Italia e Germania in tre diverse annate, è stata studiata e confrontata con quella di un gruppo di varietà *V. vinifera* di riferimento di elevata qualità. Un totale di 92 vini sperimentali prodotti in condizioni standardizzate sono stati analizzati mediante approccio orientato alla metabolomica al fine di investigare le principali classi di composti volatili e non volatili responsabili delle caratteristiche organolettiche del vino. Questo studio fornisce un'ampia descrizione del profilo chimico dei vini ottenuti da varietà tolleranti alle malattie evidenziando che, ad ecce-

zione dei composti antocianici, i vini prodotti dalle nuove varietà hanno una composizione generale simile a quella dei vini ottenuti da varietà *V. vinifera* di riferimento, possedendo quindi tutti i requisiti per la produzione di vini di alta qualità. Le informazioni acquisite potranno essere utilizzate per ulteriori programmi di breeding, ma anche per suggerire il più appropriato protocollo di vinificazione, consentendo un ulteriore miglioramento della qualità del vino e la valorizzazione delle caratteristiche di ciascuna varietà.

Autenticità dei prodotti nutraceutici

I prodotti nutraceutici sono derivati alimentari ai quali si attribuiscono uno o più benefici medici o sanitari, inclusa la prevenzione e il trattamento delle malattie. I prodotti nutraceutici hanno normalmente un valore aggiunto e per questo sono soggetti ad adulterazione con analoghi più economici. Recentemente in studi condotti presso FEM, l'analisi dei rapporti tra isotopi stabili si è dimostrata efficace nel determinare l'autenticità di alcuni di questi prodotti.

Ad esempio, il riso rosso fermentato è un integratore alimentare ottenuto dal riso, fermentato con *Monascus purpureus*. Contiene Monacolina K che è una statina ipocolesterolemizzante usata per prevenire le malattie cardiovascolari. L'omologa statina biosintetica di prescrizione, la lovastatina, non è chimicamente distinguibile dalla monacolina K. Poiché il riso rosso fermentato ha un costo di produzione molto elevato, si sospetta che possa essere addizionato fraudolentemente di lovastatina. Sono stati considerati 18 campioni di polvere di riso rosso fermentato, acquistati dai principali produttori, e 18 campioni di lovastatina sintetica. La monacolina K, una volta isolata e la lovastatina sono state sottoposte all'analisi dei rapporti isotopici. Grazie ai diversi ci-

cli fotosintetici delle matrici utilizzate per la loro sintesi, la monacolina K e la lovastatina hanno valori diversi di $\delta^{13}\text{C}$ ($-29,6\text{‰} \pm 0,6$ e $-16,7\text{‰} \pm 2,6$, rispettivamente). Definendo un valore di soglia $\delta^{13}\text{C}$ di $-28,3\text{‰}$ per la monacolina K, è possibile identificare l'aggiunta di lovastatina da un minimo del 10%.

Un altro esempio è l'olio di serenoa, che è l'olio più costoso del mercato farmaceutico e alimentare. A causa del costo elevato e della scarsa produzione, sono state sviluppate miscele mirate di acidi grassi animali che imitano il suo profilo fitochimico e non vengono rilevate dai metodi analitici classici. Sono stati presi in considerazione 20 campioni di estratto autentico di olio di serenoa, acquistati dai principali produttori, con diversi anni di raccolta e tecniche di estrazio-



FEDERICA CAMIN
LUANA BONTEMPO
MATTEO PERINI

ne. 12 campioni di lipidi da diversi tipi di carne (manzo, agnello e pollo) e 4 diversi acidi grassi puri (acido caprilico, caprico, laurico e miristico) sono stati considerati come possibili adulteranti. L'olio di serenoa risulta caratterizzato da valori tipici di $\delta^{18}\text{O}$ (tra 27,2 ‰ e 40,7 ‰), significativamente più alti di quelli riportati in letteratura per l'olio vegetale e di quelli degli

acidi grassi animali (da 12,2 ‰ e 18,9 ‰). Analizzando il $\delta^{18}\text{O}$ dei campioni del commercio, è quindi possibile capire se si tratti di olio di serenoa autentico o addizionato fraudolentemente con acidi grassi animali.

Riferimenti pubblicati: Perini et al., Food Chemistry 274(2019), 26-34 - Perini et al., Talanta 174 (2017), 228-233.

Studio della composizione chimica e delle popolazioni microbiologiche che caratterizzano i tradizionali bagni di erba di Garniga Terme

.....
LUCA NARDUZZI
ELENA FRANCIOSI
ANTONELLA PARADISO
SILVIA CARLIN
KIERAN M. TUOHY
FULVIO MATTIVI

L'importanza dei bagni di erba per la cura e il benessere delle persone, nel rispetto della natura e della tradizione, sono un simbolo della cultura trentina. La fondazione Mach, in collaborazione con la società Trento Facility, ha messo a disposizione le sue strutture e le sue conoscenze per studiare il processo fermentativo dei bagni di erba, un tratta-

mento efficace nell'alleviare i sintomi di numerose malattie di origine reumatica, tuttora poco compreso. Queste ricerche hanno visto la collaborazione anche del prof. Franco Pedrotti e del dr. Alberto Beretta. I ricercatori della fondazione hanno riprodotto nelle vasche originali di Garniga Terme i bagni di erba, studiandone la variazione della com-



posizione chimica e microbiologica nell'arco di un intero ciclo di trattamenti. Gli studi hanno evidenziato criticità, soprattutto nella spontaneità fermentativa; se non ben controllata e impostata nelle condizioni ottimali, può portare al mancato sviluppo di calore, alla rapida proliferazione di muffe ed un conseguente profilo aromatico sgradevole. Utilizzando la spettrometria di massa accoppiata alla gas cromatografia bidimensionale si è ottenuto un profilo aromatico dei bagni di erba, utilizzabile per diagnosticare la qualità del processo fermentativo. Inoltre, questa tecnica ha evidenziato la presenza di composti in grado di coadiuvare l'effetto del calore nella riduzione dei sintomi delle malattie reumatiche, quali il salicilato di metile, un analgesico già utilizzato per curare dolori alle articolazioni; mentolo e timolo, mio-rilassanti naturali; gamma-butilirro-lattone, un blando anestetico; il Tujone ed alcuni suoi derivati, che riducono la percezione del dolore.

Gli studi microbiologici hanno evidenziato la presenza di due attori microbici principali: batteri del genere *Erwinia* che sfruttano gli zuccheri liberi rilasciati dalle erbe per avviare un rapido processo fermentativo raggiungendo i 55-65 °C, ma anche muffe del genere *Aspergillus*, che, al contrario, danneggiano l'integrità e la salubrità dei bagni di erba, determinando un cambio di profilo aromatico ed un peggioramento delle condizioni generali. Attraverso la conoscenza del processo, i ricercatori della fondazione hanno messo a punto una serie di migliorie in grado di assicurarne la qualità e la stabilità e limitare la proliferazione di muffe. I risultati sono stati valutati attraverso un test del consumatore coinvolgendo più di cento persone, il quale ha confermato la bontà dei risultati. Queste nuove metodiche permettono di incrementare l'efficienza e la gradevolezza dei bagni di erba e di effettuare studi più approfonditi sulla loro reale efficacia sui pazienti.

IN EVIDENZA

Due mele al giorno tolgono il medico di turno!

.....
ATHANASIOS KOUTSOS, SAMANTHA RICCADONNA, MARIA M. ULASZEWSKA,
PIETRO FRANCESCHI, DANIELE PERENZONI, FULVIO MATTIVI, KIERAN M. TUOHY

In collaborazione con l'Università di Reading, abbiamo osservato che il consumo quotidiano di 2 mele (Renetta Canada) per 8 settimane riduce il rischio cardiovascolare in soggetti ipercolesterolemici diminuendo i livelli di colesterolo e migliorando la funzione vascolare, attività legate ai metaboliti microbici intestinali circolanti nel sangue. I risultati sono in pubblicazione; una descrizione dello studio può essere trovata su "Clinical Trials" (NCT01988389).





Gli estratti di *Hypericum hircinum* subsp. *majus* esercitano attività antimicotica contro un gruppo di ceppi clinici sensibili e resistenti ai farmaci

NOEMI TOCCI, DANIELE PERENZONI, FRANCESCA FAVA, TOBIAS WEIL, FULVIO MATTIVI

Le infezioni fungine sono in costante aumento e l'urgente necessità di nuovi farmaci sta rinnovando l'interesse nella ricerca di prodotti naturali. Lo studio dimostra che l'*Hypericum hircinum* subsp. *majus* è una fonte di principi antifungini. Le proprietà antimicotiche del suo infuso acquoso su un ampio spettro di isolati clinici gettano le basi per ulteriori indagini mirate a sviluppare nuove terapie antifungine.



Nutrimetabolomica: un approccio integrativo negli studi di nutrizione umana

MARIA M. ULASZEWSKA, PIETRO FRANCESCHI, MAR GARCIA-ALOY, FULVIO MATTIVI, SAMANTHA RICCADONNA

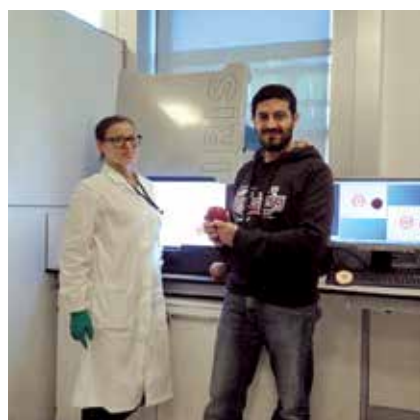
Con il contributo dei ricercatori FEM, un progetto JPI-HDHL (Joint Programming Initiative "A Healthy Diet for a Healthy Life") nell'ambito della Food Biomarker Alliance, ha descritto le metodologie più avanzate in ambito di metabolomica nutrizionale, contribuendo all'armonizzazione di questo campo di ricerca. Anche se non esauriente, presenta una guida pragmatica, fornendo utili suggerimenti lungo il flusso di lavoro analitico.



Cucina colorata - patate rosse e blu

STEFAN MARTENS, LUISA PALMIERI, PANAGIOTIS ARAPITSAS

La caratterizzazione di cultivar di patata rossa e viola con cromatografia liquida/spettrofotometria di massa ha individuato gruppi che differiscono per il loro profilo in antocianine, di cui 21 correlate con una specifica colorazione del tessuto. Le cultivar caratterizzate rappresentano una valida fonte per l'analisi del background genetico e della regolazione delle modificazioni delle catene laterali delle antocianine.



Uso dell'occhio elettronico per la classificazione di mele Gala e Fuji in funzione della striatura della buccia

EUGENIO APREA, JESSICA ZAMBANINI, FLAVIA GASPERI

La colorazione striata in mele Fuji e Gala è un fattore chiave per l'accettabilità del consumatore e il valore commerciale. In Alto Adige essa incide sul prezzo pagato ai produttori. Usando un occhio elettronico è stato sviluppato un metodo automatico per classificare le mele in classi di qualità definite da esperti. Il metodo, oggettivo e automatizzabile, permette una classificazione precisa simile a quella degli esperti.

Una dieta con basso contenuto di carboidrati fermentabili per pazienti con sindrome da intestino irritabile

FRANCESCA FAVA, ELENA FRANCIOSI, MATTHIAS SCHOLZ, KIERAN M. TUOHY

Una dieta "Low FODMAP" (ovvero a basso contenuto di carboidrati fermentabili) allevia i sintomi della sindrome da intestino irritabile (IBS). In uno studio randomizzato condotto al King's College di Londra (controllato da placebo) si è visto come la somministrazione di un probiotico multi-ceppo ripristini il numero di specie di *Bifidobacterium* intestinali in pazienti con IBS trattati con dieta Low FODMAP.



Tracciabilità geografica del miele italiano

LUANA BONTEMPO, FEDERICA CAMIN

Secondo la normativa UE, il paese di origine e l'origine botanica del miele devono essere dichiarati in etichetta. Tuttavia le analisi ufficiali non sono efficaci per verificare queste informazioni. In FEM sono stati testati a questo scopo la determinazione di rapporti isotopici stabili e la composizione elementare. Tale approccio è risultato efficace e può essere utilizzato a supporto dei metodi ufficiali.



Tracciabilità geografica dei piccoli frutti trentini

FEDERICA CAMIN, LUANA BONTEMPO, LARA GIONGO, MATTEO PERINI

Per la prima volta sono stati determinati i rapporti isotopici di piccoli frutti. Il metodo è stato applicato a frutti prodotti in Trentino, Romania e Polonia. Frutti diversi hanno mostrato intervalli tipici per uno o più parametri e quindi possono essere utilizzati per verificare l'autenticità della composizione o altre informazioni (come l'origine geografica) dichiarate in etichetta.



Tracciabilità geografica della trota iridea italiana (*Oncorhynchus mykiss*)

FEDERICA CAMIN, LUANA BONTEMPO, MATTEO PERINI

È stata determinata l'impronta isotopica in trote allevate in diverse aziende italiane, in particolare in Trentino e Friuli Venezia Giulia. Lo studio ha fornito una valutazione oggettiva del modello di tracciabilità sviluppato, quantificando il contributo dell'influenza geografica e trofica. L'approccio sviluppato ha portato a una classificazione corretta delle trote trentine e friulane del 91%.







AMBIENTE



Le tempeste di polvere portano intere comunità microbiche sahariane sulle Alpi

.....
TOBIAS WEIL

DAVIDE ALBANESE

CLAUDIO DONATI

MASSIMO PINDO

FRANCO MIGLIETTA

Il trasferimento dal deserto del Sahara alle Dolomiti non dev'essere semplice per nessuno. Sotto la spinta del cambiamento climatico e dell'uso del suolo, però, si sta assistendo a episodi sempre più frequenti di migrazioni di comunità di funghi e batteri provenienti dal Sahara verso aree interessate da climi molto diversi rispetto all'ambiente di origine. In particolare, recentemente si è registrato un evento tanto estremo quanto raro, noto come la memorabile "nevicata rosa" del febbraio 2014, quando sulle Alpi cadde tantissima neve mista a sabbia sahariana, che rimase sigillata per mesi sotto lo zero grazie alla deposizione di successivi strati di neve. Tuttavia, questa sabbia non è inanimata. L'evento e la particolarità dello stato di conservazione naturale del

campione hanno fornito ai ricercatori l'occasione per studiare la carica microbiologica presente nella neve rosa depositata. Nei campioni raccolti su Marmolada e Latemar, un team multidisciplinare di microbiologi, geologi, chimici e bioclimatologi di Fondazione Mach, Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Università di Firenze, Venezia e Innsbruck, ha trovato prove che le grandi tempeste di polvere possono muovere non solo frazioni, ma intere comunità microbiche dalle aree sahariane all'Europa e che questo microbiota è ricco di molti organismi estremamente resistenti e capaci di sopravvivere in ambienti diversi. Attraverso un'analisi genetica i ricercatori hanno dimostrato che alcuni microrganismi sahariani, che persistono nel suolo

al momento dello scioglimento delle nevi, sono adatti alla vita nell'ambiente alpino. Ciò suggerisce che il progressivo cambiamento climatico e il conseguente aumento del verificarsi di episodi come quello sopra descritto, possano cambiare in modo significativo le comunità microbiche dei suoli. Lo studio pubblicato sulla prestigiosa rivista *Microbiome* apre

quindi la strada a nuove aree di ricerca nel campo della microbiologia ed è stato elencato come "successo" da ResearchItaly (MIUR) e messo in risalto dalla World Meteorological Organization (WMO), così come dalla stampa nazionale e internazionale in notiziari e piattaforme internet con grande visibilità. Riferimenti alla pubblicazione su *Microbiome* 2017: 5:32.

Tracciabilità geografica di *Picea abies* in Trentino

Lo sfruttamento del legname locale è importante per le economie delle comunità montane locali. Poiché i mercati si sono espansi dal locale al globale, molte specie di legname sono state sostituite da specie di legname importate, più economiche. Riconoscendo il valore aggiunto del legname locale, i consumatori sono spesso disposti a soddisfarne i costi più elevati per ragioni ecologiche e socio-etiche. Ciò è particolarmente significativo per una regione alpina come il Trentino, con il 60% della sua superficie coperta da foreste. Lo sviluppo di un metodo in grado di identificare la provenienza geografica del legname diventa così strategico per proteggere il settore. Tra le varie tecniche disponibili, l'analisi dei rapporti tra isotopi stabili si è rivelata un metodo efficace per identificare la provenienza di molti prodotti agricoli. In questo lavoro, abbiamo utilizzato procedure di spazializzazione per studiare la distribuzione spaziale di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ in legno di abete rosso (*Picea abies*) utilizzando un set di 151 aree di campionamento in Trentino. Abbiamo testato l'accuratezza di quattro metodi di kriging (kriging ordinario, due metodi di kriging universali basati su tendenze spaziali, cokriging) usando una risoluzione annuale di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ misurata negli anelli formati nel 2013 e 2014. I coefficienti di correlazione di Pearson hanno rivelato che l'altitudine è la variabile più appropriata per il mo-

dello di cokriging, che si è dimostrato il metodo migliore grazie al suo basso errore. Altre correlazioni significative sono state trovate con temperatura media estiva, longitudine e latitudine. Sono state create mappe regionali di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ interpolati (isoscape) del legno di *P. abies* insieme agli intervalli di confidenza al 95%. Gli isoscape mostrano che $\delta^2\text{H}$ ha una forte dipendenza latitudinale, con valori di $\delta^2\text{H}$ più bassi nell'area settentrionale. Per $\delta^{18}\text{O}$ si nota una separazione tra est (con valori più alti) e ovest. Per entrambi le strutture spaziali sono abbastanza stabili e sono principalmente influenzate dall'altitudine, sebbene esista una certa variabilità interannuale. Osservando le due mappe si notano cinque aree principali: il nord, il centro e il sud, che riflettono il gradiente nord-sud di $\delta^2\text{H}$ (effetto latitudine) e l'est e l'ovest, che riflettono la relazione tra $\delta^{18}\text{O}$ e longitudine. La forte struttura spaziale dei dati dimostra la potenzialità di un'interpolazione spaziale multivariata, anche in un'area eterogenea come quella trentina. Riteniamo che questo approccio geospaziale possa essere applicato con successo anche su una scala più ampia, al fine di combattere il disboscamento illegale. Riferimenti: Gori & Camin, PLoS ONE 13(2)2018, Article number e0192970.

FEDERICA CAMIN
YURI GORI



Zanzare e rischio sanitario

.....
DANIELE ARNOLDI
VALENTINA TAGLIAPIETRA
FAUSTA ROSSO
GIOVANNI MARINI
MATTIA MANICA
ROBERTO ROSÀ
ANNAPAOLA RIZZOLI

Il Centro di Ricerca e Innovazione (CRI) della FEM è in prima linea nello studio delle zanzare vettrici di patogeni. Nello specifico, le zanzare studiate sono la zanzara comune (*Culex pipiens*), le zanzare invasive (*Aedes albopictus* e *Aedes koreicus*) e le zanzare potenziali vettrici di malaria (*Anopheles* spp.). *Cx. pipiens* è una specie di zanzara autotona in Italia, recentemente salita alla cronaca a causa dell'elevato numero di casi umani confermati di Virus del Nilo Occidentale (West Nile Virus, più di 500 nell'estate 2018, la maggior parte dei quali in Nord Italia), patogeno trasmesso da questa zanzara e che in alcuni casi può avere gravi o fatali conseguenze. Data la rilevanza sanitaria e veterinaria, il CRI da anni è impegnato nello studio dell'ecologia della specie e delle relative arbovirosi. I risultati ottenuti sono raccolti in tre articoli pubblicati su importanti riviste di settore (Journal of Theoretical Biology,

Parasites&Vectors e Scientific Reports) e riguardano sia la valutazione del rischio sia la modellizzazione teorica della trasmissione e l'insorgenza annuale delle infezioni. L'ecologia di *Cx. pipiens* è stata studiata anche in rapporto ad una specie invasiva di zanzara: *Ae. albopictus*. Nota come zanzara tigre, è stata introdotta in Europa e in Italia negli ultimi decenni ed è particolarmente fastidiosa a causa della sua tendenza a pungere durante le ore diurne. La sua presenza rappresenta un potenziale rischio sanitario dovuto alla capacità di trasmettere arbovirosi come dengue, chikungunya e zika. La prova sono i due eventi epidemici di chikungunya osservati nel 2007 a Castiglione di Cervia (Emilia Romagna) con circa 200 casi e nel 2017 ad Anzio (Lazio) con circa 400 casi. A seguito dell'ultimo outbreak il CRI ha realizzato uno studio del rischio di trasmissione, pubblicato sulla prestigiosa rivista

Eurosurveillance del centro europeo per la prevenzione e il controllo delle malattie (ECDC). Questo risultato si inserisce in un'esperienza pluriennale da parte del CRI che nel solo biennio 2017/18 ha portato alla pubblicazione di cinque articoli scientifici riguardanti l'eco-epidemiologia di *Ae. albopictus* e le implicazioni per il territorio sia provinciale che nazionale. Contestualmente, il CRI sta sviluppando modelli descrittivi della biologia e previsionali

sulla potenziale colonizzazione del territorio di una nuova zanzara invasiva, *Ae. koreicus*. Questa forte competenza ha permesso alla FEM di essere individuata come referente principale (in collaborazione con FBK, Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari, Fondazione Museo Civico di Rovereto, MUSE) per lo sviluppo delle linee guida provinciali per il controllo e il monitoraggio della zanzara tigre nella Provincia Autonoma di Trento.

BEARFENCE - Un sistema di dissuasione per rieducare orsi confidenti e promuovere la coesistenza tra uomo e orso

La popolazione di orso bruno (*Ursus arctos*) reintrodotta sulle Alpi Centrali (Trentino) si è espansa con successo fino a raggiungere una consistenza di 50-60 individui. La presenza di orsi bruni in un'area montana antropizzata comporta un notevole impegno gestionale per promuovere la coesistenza tra il plantigrado e l'uomo sullo stesso territorio, soprattutto laddove alcuni individui confidenti si avvicinano troppo agli insediamenti umani, causando in alcuni casi danni al patrimonio zootecnico e apistico. In questi casi, l'applicazione di opere di prevenzione è cruciale per ridurre il conflitto

con locali portatori di interesse, e per salvaguardare il successo del progetto di reintroduzione. In tale contesto, un team di ricercatori coordinato dalla Dott.ssa Cagnacci (Unità di Ecologia Applicata, Dipartimento Biodiversità ed Ecologia Molecolare), in partnership con Università di Trento, Fondazione Bruno Kessler e due aziende private (JLBBooks s.a.s. e Nuzoo s.a.s.), ha sviluppato BEARFENCE, un sistema innovativo di prevenzione per la dissuasione e la rieducazione di orsi confidenti. In caso di avvicinamento ad una specifica risorsa da parte di orsi precedentemente dotati di uno

.....
FEDERICO OSSI
FRANCESCA CAGNACCI



specifico tag per la rilevazione dell'individuo, un sistema costituito da una Stazione Base (il 'cervello' del sistema) e da diverse unità di dissuasione (sirene, lampeggianti, ...) rileva l'approrsimarsi del plantigrado e attiva i dissuasori con sequenza randomizzata ad ogni rilevazione, col fine ultimo di minimizzare il rischio di assuefazione del plantigrado al sistema. Dopo una prima fase di sviluppo tecnologico, il team di ricerca ha effettuato una serie di test del sistema in scenari applicativi differenti e in condizioni ambientali variabili. In seguito, sono stati svolti diversi test di lunga durata del sistema, misurandone l'affidabilità e valutandone il corretto funzionamento in caso di simulati avvicinamenti dell'orso. Attualmente, il sistema di prevenzione

BEARFENCE è a disposizione del Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento per essere applicato per la gestione di orsi confidenti. Il team di ricerca BEARFENCE ne incoraggia l'utilizzo, restando a disposizione per consulenza tecnica finalizzata all'ottimizzazione dell'applicazione del sistema su orsi confidenti. Realisticamente, ci si attende che l'efficacia del sistema di dissuasione vari tra individui, in relazione alle forti differenze di personalità che caratterizzano gli orsi bruni. Ciononostante, si auspica l'applicazione di tale sistema, che potrebbe contribuire in maniera significativa a favorire la coesistenza di uomo e orso in un'area alpina antropizzata.

Il permafrost alpino, fonte di acqua e biodiversità per il futuro degli ecosistemi acquatici d'alta quota

.....
MONICA TOLOTTI
DAVIDE ALBANESE
STEFANO BRIGHENTI
LEONARDO CERASINO
CLAUDIO DONATI
MASSIMO PINDO
MARIA CRISTINA BRUNO

Le Alpi europee sono tra le aree maggiormente impattate dal cambiamento climatico a livello globale. Il loro principale determinante idrologico è rappresentato dai ghiacciai, il cui scioglimento alimenta i corpi d'acqua di fondovalle. Tuttavia, questa fonte di approvvigionamento idrico sta diminuendo in seguito al ritiro dei ghiacciai e diventerà trascurabile nei prossimi decenni, quando la maggior parte dei ghiacciai alpini sarà scomparsa. Un'ulteriore riserva di acqua è costituita dal permafrost (suolo a temperatura $\leq 0^\circ\text{C}$ per almeno due anni consecutivi), la cui estensione è stimata essere maggiore di quella dei ghiacciai e la cui forma principale in ambiente alpino sono i ghiacciai di roccia (colate di detrito roccioso cementate da ghiaccio). Questi rappresentano un'importante risorsa idrica per il futuro poiché, grazie allo spesso strato isolante di detrito, il loro ghiaccio interno si scioglie ad una velocità molto inferiore rispetto ai ghiacciai. Nonostante il contributo idrologico del permafrost aumenterà nei pros-

simi decenni, il suo ruolo ecologico è ancora poco chiaro.

Recenti ricerche condotte dal gruppo di Idrobiologia in Trentino Alto Adige e in Tirolo (A), indicano che le acque alimentate da permafrost sono arricchite in soluti, inclusi metalli pesanti, e ospitano comunità biologiche (batteri, diatomee, zoobenthos) adattate alle severe condizioni fisiche tipiche degli ambienti glaciali (basse temperature, copertura nevosa prolungata, elevata radiazione UV), ma che godono al contempo di un'elevata stabilità dell'alveo e di una bassa torbidità minerale. Ricercatori del gruppo di Idrobiologia, in collaborazione con DICAM-UniTN, hanno ampliato lo studio degli effetti della deglaciazione e della biodiversità ed ecologia delle acque alimentate da permafrost in tre sottobacini del gruppo dell'Ortles-Cevedale (Valli di Solda, di Zai e de la Mare). La ricerca ha combinato un approccio di sostituzione spazio-tempo, in cui la distanza dalla bocca glaciale è usata come proxy di una futura situazione già deglacializzata, con lo studio



dei sedimenti lacustri. Quest'ultimo è finalizzato alla ricostruzione degli effetti su chimica e biota lacustre dei passati cambiamenti di copertura di ghiaccio e permafrost nel bacino idrografico. I risultati confermano le peculiarità chimiche e biologiche delle sorgenti emergenti da ghiacciai di roc-

cia, e indicano un importante doppio ruolo ecologico di questi ecosistemi, come rifugio per organismi stenotermi in un ambiente via via più caldo, e di serbatoi di biodiversità per la colonizzazione dei nuovi ambienti creati dal ritiro dei ghiacciai da parte di organismi tipici di altitudini inferiori.

Meccanismi di generazione di isoprene in piante a rapida crescita

L'isoprene (2-metil-1,3-butadiene, C_5H_8) è il più abbondante tra gli idrocarburi volatili emessi naturalmente dalla vegetazione nell'atmosfera. Da 50 anni è noto che molte piante, specialmente quelle perenni a crescita rapida, quali querce e pioppi, emettono costantemente nell'atmosfera grandi quantità di isoprene principalmente da foglie verdi. A causa della sua grande quantità e della rapida ossidazione, l'isoprene svolge un

ruolo importante nella chimica atmosferica in quanto può contribuire alla formazione di ozono e foschia. Una serie di esperimenti ha dimostrato che l'isoprene svolge allo stesso tempo svariati ruoli fondamentali nella protezione delle piante dagli stress ambientali. Nelle piante la biosintesi dell'isoprene è regolata dalla presenza e dall'attività di un singolo enzima chiamato isoprene sintasi (IspS), che catalizza nei cloroplasti la conversio-

.....
MINGAI LI
SILVIA CARLIN
ENRICO BARBARO
URSKA VRHOVSEK
CLAUDIO VAROTTO

ne del substrato di *IspS* in isoprene. Fino ad ora non si conosceva con certezza l'origine di questo importante enzima e le ragioni della sua distribuzione altamente variabile nel regno vegetale. Con l'isolamento e la validazione funzionale di *AdolSpS*, il primo gene dell'isoprene sintasi da una specie monocotiledone (*Arundo donax* L., Poaceae – canna comune), abbiamo trovato prove filogenetiche che *AdolSpS* e le isoprene sintasi di piante dicotiledoni sono molto probabilmente state originate per evoluzione parallela da una classe di enzimi vegetali strettamente correlati, chiamate monoterpene sintasi. Questo ci ha portato a studiare in dettaglio la funzione degli aminoacidi specifici per le isoprene sintasi. Sorprendentemente, la mutazione di un singolo aminoacido vicino al sito catalitico ha cambiato la specificità del substrato di *AdolSpS*, portando all'emissione di grandi quantità di ocimene e indicando l'evoluzione

delle isoprene sintasi dalle ocimene sintasi. Il meccanismo responsabile di questo drastico cambiamento nell'attività enzimatica attraverso la modulazione della dimensione del sito attivo da parte di una singola mutazione amminoacidica sembra essere generale, poiché lo stesso aminoacido è implicato nell'evoluzione parallela di diverse altre terpene sintasi da linee altamente divergenti di piante. In conclusione, abbiamo scoperto che la capacità delle piante di emettere in tutto il mondo circa un milione di tonnellate di isoprene all'anno può essere ricondotta a un singolo aminoacido che regola la specificità delle isoprene sintasi. Questa scoperta collega per la prima volta un tratto ecologico di rilevanza globale come l'emissione di isoprene ad un meccanismo molecolare che può essere sfruttato per migliorare la produzione sostenibile di questa molecola di origine vegetale ad alto valore aggiunto.

Approcci innovativi per lo studio della biodiversità e la valutazione della qualità dei corpi d'acqua nella regione alpina: il progetto Interreg Eco-AlpsWater

.....
NICO SALMASO
ADRIANO BOSCAINI
LEONARDO CERASINO
ANDREA GANDOLFI
MASSIMO PINDO
CLAUDIO DONATI

Le acque lacustri e fluviali della regione alpina sono intensamente utilizzate nell'agricoltura e nell'industria, rappresentando un elemento vitale per l'economia di una delle aree più densamente popolate e produttive d'Europa. Laghi e fiumi rappresentano inoltre uno degli elementi chiave per l'economia turistica, attraendo milioni di persone ogni anno (a titolo di esempio, oltre 20 milioni per il Lago di Garda). I servizi offerti dai corpi idrici sono tuttavia fortemente dipendenti dalla qualità dell'acqua.

Lo stato ecologico dei corpi idrici è definito dai criteri previsti dalla direttiva quadro sulle acque (Water Framework Directive, WFD, 2000/60/CE). I risultati

ottenuti dalle attività di monitoraggio hanno importanti implicazioni economiche, in quanto sono utilizzati per identificare piani di mitigazione degli impatti o di recupero di laghi e fiumi con obiettivi di qualità. Tuttavia, i criteri e i metodi di base utilizzati nell'applicazione della WFD possono essere molto diversi da un paese all'altro e richiedere lunghe analisi sul campo e in laboratorio. Le limitazioni insite nel monitoraggio tradizionale della qualità dell'acqua sono affrontate da Eco-AlpsWater (2018-2021), un nuovo progetto europeo, cofinanziato dal programma Interreg Alpine Space, che ha riconosciuto a FEM il ruolo di coordinamento. Partecipano al pro-



getto 12 istituzioni in Austria, Francia, Germania, Italia, Slovenia e Svizzera. L'obiettivo principale di questa iniziativa europea è di integrare i tradizionali approcci di monitoraggio con l'analisi del DNA ambientale (eDNA), fornendo informazioni sulla composizione e sulla quantità (abbondanze relative) del biota acquatico.

Le attività di ricerca su un gruppo selezionato di laghi e fiumi promuoveranno: 1) l'adozione dei nuovi strumenti applicativi presso le agenzie per l'ambiente e governative responsabili dei monitoraggi; 2) l'integrazione delle nuove tecnologie di Next Generation Sequencing (NGS) nei piani di monitoraggio dell'intera regione alpina; 3) il miglioramento della gestione dei bacini

idrici basata su tecnologie e approcci solidi e innovativi a livello locale e alpino.

Oltre a contribuire all'aggiornamento degli approcci di monitoraggio, le nuove tecnologie NGS contribuiranno al censimento della biodiversità lacustre e fluviale nella regione alpina a un livello senza precedenti, basato sull'analisi di campioni raccolti in oltre 50 corpi idrici. I dati forniranno informazioni su comunità microbiche, microalgali e ittiche, identificando le aree più a rischio in relazione alla presenza di cianobatteri tossigenici, batteri patogeni e organismi invasivi.

Per ulteriori informazioni:

<http://www.alpine-space.eu/projects/eco-alpswater/en/home>.



Genetica di conservazione dei galliformi alpini

BARBARA CRESTANELLO, ALICE FRASER, HEIDI C. HAUFFE

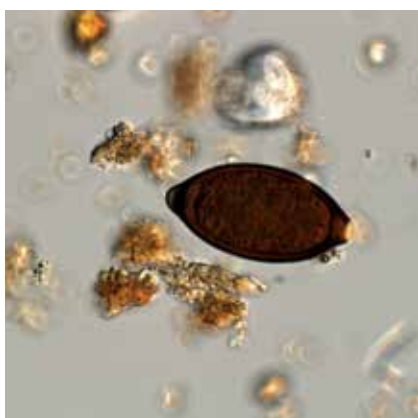
I galliformi - elemento fondamentale dell'ecosistema alpino - oggi sono messi a rischio da cambiamenti climatici e disturbo antropico. L'analisi del DNA, ottenuto dalle piume, dà informazioni cruciali per la loro conservazione. I livelli di dispersione riscontrati, simili nei due sessi, indicano che, se gestite con attenzione, queste specie sono potenzialmente in grado di crescere e formare nuove popolazioni.



Muoversi nell'Antropocene: come l'uomo rallenta gli altri mammiferi terrestri

FRANCESCA CAGNACCI

Gli animali hanno smesso di muoversi liberamente e sono limitati negli spostamenti dalla presenza dell'uomo. Negli ambienti ad alta antropizzazione gli animali si muovono meno della metà che in quelli naturali. Lo conferma la ricerca pubblicata sulla rivista Science, a cui hanno partecipato anche ricercatori FEM, che hanno coordinato il network collaborativo 'Euroungulates'.



Indici biotici intestinali: nuovi strumenti per la conservazione

CLAUDIA BARELLI, HEIDI C. HAUFFE

Il progetto WILDGUT (FEM e Università dell'Illinois - USA), riunisce ecologia e genomica per identificare indici di biodiversità utili per migliorare le strategie di conservazione di specie minacciate. Esso osserva la variazione della micro-diversità (batteri e parassiti) e applica concetti utilizzati per rilevare la perdita della biodiversità su scala macro. È finanziato dal programma H2020 dell'UE n. 752399.



La respirazione del suolo forestale nell'ottica dei cambiamenti climatici

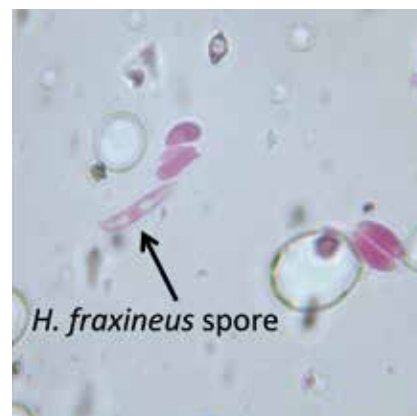
MIRCO RODEGHIERO

La respirazione del suolo forestale è una componente chiave del ciclo del carbonio e la sua quantificazione è fondamentale per lo studio del ruolo delle foreste nella mitigazione dell'effetto serra. Questi aspetti sono trattati in dettaglio in un libro edito da Robert Jandl (BFW, Vienna) e Mirco Rodeghiero (FEM), che raccoglie undici articoli pubblicati in un numero speciale della rivista Forests.

SMARTsurveillance: approcci aerobiologici per la detezone precoce di patogeni fungini emergenti

ELENA GOTTARDINI, MINGAI LI, ANTONELLA CRISTOFORI, FABIANA CRISTOFOLINI, CLAUDIO VAROTTO

I ricercatori dell'Unità di Ecogenomica e Botanica Ambientale sono stati nominati per coordinare una sezione di SMARTsurveillance, un progetto europeo coordinato da Fera Science Limited (UK), che coinvolge partner di 5 paesi europei. Il progetto ha l'obiettivo di sviluppare nuovi approcci per la diagnosi precoce di patogeni fungini delle piante, che è fondamentale per il successo del contenimento e dell'eradicazione.



Il progetto Mastirisk per prevenire il rischio di mastite nelle bovine da latte

FRANCESCA ALBONICO, ERIKA PARTEL, MASSIMILIANO MAZZUCCHI, MATTIA MANICA, ROBERTO ROSÀ, DAVIDE ALBANESE, CLAUDIO DONATI, MASSIMO PINDO, HEIDI C. HAUFFE

Il progetto MASTIRISK, finanziato da Fondazione Caritro e Federazione Provinciale Allevatori, utilizza moderne tecniche molecolari per analizzare i cambiamenti della microflora del latte durante lo sviluppo di mastite subclinica. Gli indicatori microbici del rischio di malattia verranno utilizzati per sviluppare un modello statistico di valutazione del rischio che gli allevatori potranno utilizzare per prevenire la mastite e ridurre l'utilizzo di antibiotici.



Arriva in FEM Rapid-E, l'innovazione per riconoscere i pollini in tempo reale

ANTONELLA CRISTOFORI, FABIANA CRISTOFOLINI, CLAUDIO VAROTTO, ELENA GOTTARDINI

Allerta polline efficace e tempestiva, riconoscimento di spore fungine dannose per le colture e monitoraggio del particolato inquinante: tutto ciò grazie a Rapid-E, strumento sviluppato da uno spin-off dell'Università di Ginevra e installato, primo in Italia, nella facility aerobiologica multistrumentale della FEM, che entrerà così a far parte di una rete internazionale per il riconoscimento automatico dei pollini.



Novità dal rotifero *Keratella cochlearis*

ULRIKE OBERTEGGER, ADAM CIEPLINSKI

Il rotifero *Keratella cochlearis* si può trovare in tutto il mondo. Nel contesto della tassonomia integrata, si è dimostrata l'esistenza di un complesso di specie criptiche (cioè indistinguibili in base alla loro morfologia, ma che soddisfano il criterio biologico di specie). L'analisi del movimento costituisce la base per l'analisi automatica delle traiettorie dei rotiferi con software open-source.



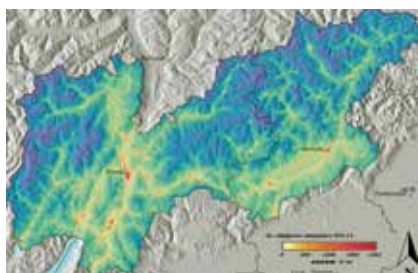
Reti e nuove iniziative congiunte di ricerca

ROBERTO CHINCARINI, GIAN ANTONIO BATTISTEL



FEM “organismo competente” dell’Autorità europea per la sicurezza alimentare -EFSA

Nel corso del 2017 FEM è stata riconosciuta - come altri 300 enti, università e centri di ricerca a livello europeo - quale “organismo competente” dell’Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (art. 36 trattato istitutivo dell’EFSA). FEM può essere chiamata da EFSA a fornire un supporto tecnico-scientifico nei settori dell’alimentazione umana e della nutrizione, nonché più specificamente in materia di produzione alimentare, additivi utilizzati nei processi di preparazione e trasformazione, tracciabilità dei cibi, effetti del cibo sulla salute e benessere dell’uomo. Può fornire le proprie competenze in materia di strategie di contrasto e di protezione da parassiti e da malattie delle piante. Inoltre mettere a disposizione le proprie conoscenze nel settore della nutrizione e della salute nella zootecnia e sul rischio di diffusione di malattie pericolose per la salute animale e umana.



Joint Research Unit - EPILAB-JRU

EPILAB è configurato come Unità Mista di Ricerca (Joint Research Unit - JRU) tra Fondazione Bruno Kessler e Fondazione Edmund Mach. Prevede l’attivazione di azioni concertate di ricerca nel campo dell’epidemiologia quantitativa delle malattie emergenti attraverso la condivisione di risorse e competenze scientifiche, nonché la partecipazione a progetti nazionali e internazionali di ricerca. EPILAB ha come obiettivi il miglioramento della comprensione dell’epidemiologia, l’evoluzione ed il controllo degli agenti di determinate malattie infettive. EPILAB si propone inoltre lo sviluppo e l’implementazione di nuove tecniche per informare il processo decisionale in merito alla loro prevenzione e controllo, contenendone gli effetti sulla popolazione.



Plant Phenotyping Network - PHEN-ITALY-JRU

FEM aderisce dal 2018 alla “Rete Nazionale di Plant Phenotyping” come Unità Mista di Ricerca (Joint Research Unit - JRU), coordinata dal Dipartimento di Scienze Bio-Agroalimentari del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dall’Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura (ALSIA), con la denominazione PHEN- ITALY. PHEN- ITALY è incardinato nel progetto ESFRI-EMPHASIS-PREP “European Infrastructure for Multi-scale Plant Phenotyping And Simulation for Food and Security in Changing Climate”, che ha come scopo lo sviluppo e l’implementazione di un’infrastruttura disponibile ed accessibile ad altri enti operanti sul tema. PHEN-ITALY funge da nodo promuovendo, coordinando e facilitando la partecipazione della comunità scientifica nazionale alle relative attività di ricerca.

International Joint Center for Apple Research

ANNAPAOLA RIZZOLI, MICKAEL MALNOY, STEFAN MARTENS

Nel 2018, la Northwest Agricultural and Forestry University (NAFU) e la Fondazione Edmund Mach hanno firmato ufficialmente un accordo quadro di cooperazione per istituire un Centro comune di ricerca sul melo. Secondo gli accordi, NAFU coopererà nella ricerca di base, nella formazione congiunta di giovani e nella richiesta di progetti internazionali con i partner. Il Centro comune per la ricerca sul melo è stato inaugurato nell'ottobre 2018 presso NAFU alla presenza di una delegazione della Cornell University (USA), dell'Università di Bologna, della FEM e di Plant and Food Research (NZ). Esso si configurerà come una piattaforma aperta di ricerca, cooperazione e win-win per i nostri scienziati, contribuendo notevolmente allo sviluppo dell'industria delle mele nella comunità globale.



CLIMATE KIC ed EUSALP

ALESSANDRO GRETTER

Nel biennio 2017-2018 il CRI ha esteso la sua presenza in due reti internazionali di importanza strategica per le sue attività. Quale rappresentante PAT nell'ambito della Macro Strategia Alpina (EUSALP) ha collaborato sui temi della connettività ecologica, delle risorse agro-silvo-pastorali e dell'educazione. Dal 2017 FEM è inoltre partner della Climate KIC, la comunità di conoscenza ed innovazione voluta dall'Istituto Europeo di Tecnologia per contrastare i cambiamenti climatici. All'interno di questi network, le nostre competenze ci hanno permesso di accedere a 12 iniziative a finanziamento esterno, molte delle quali come soggetto coordinatore.



Cartoline dei temporali: un pezzo di storia della meteorologia trentina

EMANUELE ECCEL

Cofinanziato da Fondazione CARITRO, il progetto ASTRO2 ha consentito la creazione di un archivio digitale delle 1618 "Cartoline dei temporali" inviate dal Trentino nel periodo 1951-1981 e conservate presso gli archivi CREA a Roma. Le "cartoline" contengono anche informazioni autografe di notevole interesse per il quadro storico ed epistemologico della difesa antigrandine in Trentino nel periodo.



Progetto E-STaR: comunicazione scientifica ai cittadini

ANNA ERIKSSON

E-STaR è un progetto finanziato della Provincia Autonoma di Trento tramite il bando "I comunicatori STAR della Scienza" al fine di stimolare l'acquisizione di competenze e l'ideazione di metodologie innovative per mettere in relazione scienza e società. E-STaR ha l'obiettivo di coinvolgere attivamente i cittadini attraverso un approccio di citizen science, educando i giovani ad azioni alla salvaguardia dell'ambiente e rendendoli consapevoli cittadini e consumatori. Il progetto E-STaR lavora anche per rafforzare le collaborazioni tra gli enti di ricerca in Trentino attraverso l'organizzazione di eventi pubblici come caffè scientifici e laboratori didattici.







L'ATTIVITÀ IN SINTESI

AUTOFINANZIAMENTO E PUBBLICAZIONI CON FATTORE D'IMPATTO

Capacità di autofinanziamento

Nel corso del triennio 2016-2018 l'autofinanziamento derivante da progetti a carattere competitivo e da contratti del CRI è risultato pari ad **11.842.265** Euro. Relativamente alla tipologia di progetti a carattere competitivo essi includono finanziamenti su bandi H2020, COST Action, EFSA, EUREGIO Science Fund, KIC-Climate, PRIMA, CARITRO, MAB-UNESCO, PSR PEI, PSR-POR, Interreg Alpine Space.

Numero di articoli ISI pubblicati

2017-2018

383



IL PERSONALE

AL 31/12/2018

TOTALE **182**



43%
DONNE



57%
UOMINI

ITALIANI **86%**

STRANIERI **14%**



DA 16 DIVERSI PAESI

TIPOLOGIA
DI CONTRATTO



DI RUOLO
76%

A CONTRATTO
24%

37% IN POSSESSO
DI DOTTORATO



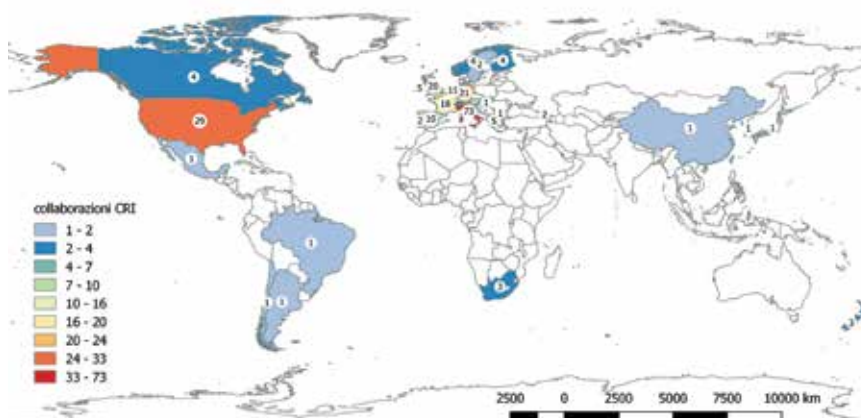
ETÀ MEDIA
42.1 ANNI

<30	6%
31-40	33%
41-50	35%
>50	26%

COLLABORAZIONI

NEL MONDO

Il CRI vanta oltre 200 contratti e collaborazioni nei 5 continenti



IN EUROPA

Le collaborazioni in Europa si estendono alla maggior parte dei Paesi EU e ad alcuni Stati extra EU



IN ITALIA

In Italia il CRI mantiene rapporti di ricerca con enti ed istituti localizzati principalmente nell'area centro-settentrionale





PRINCIPALI EVENTI ORGANIZZATI DAL CRI

2017-2018

6 grandi eventi

1.000 persone coinvolte

Abstract sottomessi

più di 700

50 seminari

11 attività formative

(una media di 1 al mese)

13 eventi divulgativi

20.000 persone raggiunte

Nel biennio 2017-2018 il Centro Ricerca e Innovazione ha organizzato una sessantina di eventi, alcuni interamente a carico del centro, altri in collaborazione con gli istituti di ricerca partner. Tra di essi si annoverano sei eventi di portata internazionale ad alto contenuto scientifico, che hanno visto complessivamente il coinvolgimento di un migliaio di esperti provenienti da tutto il mondo.

CRI ha inoltre promosso più di 50 seminari ad alto contenuto specialistico e 11 eventi scientifici dedicati alla formazione degli studenti di dottorato o dei ricercatori (scuole di ricerca, corsi specialistici o workshop). Un notevole sforzo è stato dedicato anche alla divulgazione scientifica: CRI ha organizzato o partecipato a molteplici iniziative a carattere divulgativo volte a promuovere contenuti a carattere scientifico o specialistico presso il pubblico non esperto, oppure a facilitare il dialogo e lo scambio culturale (circa 20.000 persone raggiunte). Ringraziamo tutti coloro (colleghe, istituzioni, fornitori e sponsor) che hanno contribuito al successo degli eventi dell'ultimo biennio!

CREDITI FOTOGRAFICI

Ingo Appelhagen

Massimo Brega

Luca Bronzini/PAN Studio Associato

Nicola Busatto

Anna Eriksson

Tiziana Fabi/Afp/Getty Images

Luca Franceschi

Oscar Giovannini

Umberto Salvagnin

Eirini Sarrou

Roberto Serra

Azeddine Si Ammour

Tiziano Tomasi

Finito di stampare nel mese di giugno 2019
da Litotipografia Alcione, Lavis (TN)



