

collana ideata  
coordinata da  
Enzo Angelini

**C**OLTURA  
&  
ULTURA

# il melo

botanica

storia e arte

alimentazione

paesaggio

coltivazione

ricerca

utilizzo

mondo e mercato



# a u t o r i

**Vito Amendolara**

Istituto di certificazione Mediterranea  
(I.S.ME.CERT)

**Gino Angeli**

Centro per l'Assistenza Tecnica Fondazione  
Edmund Mach – Istituto Agrario di San Michele  
all'Adige (TN)

**Elena Baldi**

Dipartimento di Colture Arboree  
Università degli Studi di Bologna

**Albino Battaglia**

Melavi

**Gianfranco Bolognesi**

Ristorante "La Frasca"  
Milano Marittima (RA)

**Giancarlo Bounous**

Dipartimento di Colture Arboree  
Università degli Studi di Torino

**Agostino Brunelli**

DIPROVAL – Dipartimento di Protezione  
e Valorizzazione Agroalimentare  
Università degli Studi di Bologna

**Mauro Bruni**

MelaPiù Consultum

**Dario Caccamisi**

Specialista controllo di qualità dei prodotti  
agroalimentari, Bologna

**Giovanni Campagna**

Centro di Fitofarmacia  
Università degli Studi di Bologna

**Erica Candioli**

Centro per l'Assistenza Tecnica Fondazione  
Edmund Mach – Istituto Agrario di San Michele  
all'Adige (TN)

**Carlo Cannella**

Istituto di Scienza dell'Alimentazione  
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

**Fidenzio Crivellaro**

OP Nordest

**Alessandro Dalpiaz**

Assomela e APOT Trento

**Anna Luisa De Guarda**

Docente di Scienze Matematiche, Fisiche  
e Naturali, Torino

**Roberto Della Casa**

Università degli Studi di Bologna  
Polo di Forlì

**Gerhard Dichgans**

VOG – Consorzio delle Cooperative Ortofrutticole  
dell'Alto Adige

**Livio Fadanelli**

Centro per l'Assistenza Tecnica Fondazione  
Edmund Mach – Istituto Agrario di San Michele  
all'Adige (TN)

**Carlo Fideghelli**

CRA – FRU – Centro di Ricerca per la Frutticoltura,  
Roma

**Luciano Giunchedi**

DISTA – Dipartimento di Scienze e Tecnologie  
Agro-Ambientali  
Università degli Studi di Bologna

**Luca Granata**

Melinda DOP Mela Val di Non

**Walter Guerra**

Centro di Sperimentazione Agraria di Laimburg (BZ)

**Herbert Knuppen**

Modi\*europa

**Alberico Loi**

Aretè s.r.l.

**Hermann Mantinger**

Centro di Sperimentazione Agraria  
di Laimburg (BZ)

**Bruno Marangoni**

DCA – Dipartimento di Colture Arboree  
Università degli Studi di Bologna

**Michele Mariani**

MelaPiù Consultum

**Ruggero Osler**

Dipartimento di Biologia Applicata  
alla Difesa delle Piante  
Università degli Studi di Udine

**Alessandro Palmieri**

Dipartimento di Economia e Ingegneria agrarie  
Università degli Studi di Bologna

**Edison Pasqualini**

DISTA – Dipartimento di Scienze e Tecnologie  
Agro-Ambientali  
Università degli Studi di Bologna

**Silvio Pellegrino**

CReSO – Consorzio di Ricerca,  
Sperimentazione e Divulgazione  
per l'Ortofrutticoltura piemontese, Cuneo

**Roberto Piazza**

ACMO – Associazione Commercianti Mercato  
Ortofrutticolo, Bologna

**Stefano Predieri**

Istituto di Biometeorologia – CNR, Bologna

**Francesca Rapparini**

Istituto di Biometeorologia – CNR, Bologna

**Gabriele Rapparini**

Centro di Fitofarmacia  
Università degli Studi di Bologna

**Alessandro Roversi**

Istituto di Frutti-viticultura  
Università Cattolica Sacro Cuore, Piacenza

**Silviero Sansavini**

DCA – Dipartimento di Colture Arboree  
Università degli Studi di Bologna

**Emilio Senesi**

CRA – Unità di Ricerca per i Processi dell'Industria  
Agroalimentare, Milano

**Reinhold Stainer**

Centro di Sperimentazione Agraria  
di Laimburg (BZ)

**Alfeo Toniolli**

Consorzio La Trentina Organizzazione  
Produttori

**Maria Beniamina Venturelli**

Centro per l'Assistenza Tecnica Fondazione  
Edmund Mach – Istituto Agrario di San Michele  
all'Adige (TN)

**Pasquale Viggiani**

DISTA – Dipartimento di Scienze e Tecnologie  
Agro-Ambientali  
Università degli Studi di Bologna

**Josef Vigil**

Centro di Sperimentazione Agraria  
di Laimburg (BZ)

**Josef Wielander**

VI.P Valvenosta



## Aromi e sapori

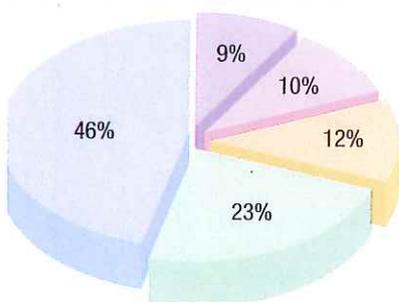
Se si vuole imparare a degustare la frutta, apprendere come riconoscere, distinguere e valutare le diverse caratteristiche e le relative intensità, il frutto con il quale è consigliabile iniziare è senza dubbio la mela. Le diverse varietà di mele offrono infatti la possibilità di affrontare al meglio le combinazioni di sapori, aromi e caratteristiche della polpa, inoltre è possibile trovare varietà che ci accompagnano ormai lungo gran parte dell'anno e consentono di ripetere gustose e soddisfacenti esperienze per molti mesi.

Ciò che rende speciale la mela è che, sì, è gustosa tagliata a fette o a dadini, ma la massima soddisfazione si ha affrontandola con un morso deciso. La buccia contribuisce alle sensazioni piacevoli, anzi la porzione di frutto più ricca di sapore è proprio quella che una sbucciatura troppo decisa rimuove. L'epicarpo di una mela di turgore ottimale oppone una leggera resistenza, si lacera, e mentre i denti incontrano la polpa succosa, giunge il segnale sonoro della croccantezza, che ci dice già molto di quello che ci aspetta: quel "croc" comunica immediatamente se la mela è "fresca".

La sensazione di "freschezza" espressa da un frutto è molto importante, anche se, come la mela, trascorre molti mesi in frigorifero prima del consumo. Forse proprio per questo, ancor di più, si richiede ai sensi di ritrovare nel frutto il fresco sapore originale. Varie indagini sui consumatori si sono occupate di definire che cosa significhi per loro freschezza. È un'aspettativa (valutata con gli occhi al momento della scelta di acquisto), che diviene sensazione percepita (al momento dell'assaggio). Un'indagine condotta in Svizzera su circa 5000 consumatori ha appurato che la freschezza è il primo criterio di scelta per la mela, che si traduce negli aspetti sensoriali di aroma, croccantezza e succosità.

Tutti gli aspetti che hanno a che fare con le sensazioni relative alla struttura della polpa rientrano in un mondo chiamato *texture*. Termine intraducibile, che potrà essere chiaro ed esaustivo per gli addetti ai lavori... ma per i consumatori di lingua italiana come può essere descritto? Relazione tra polpa e maturazione? Sintesi delle caratteristiche della polpa? Generica gradevolezza della polpa? Equilibrio tra consistenza non eccessiva, e struttura croccante, succosa non farinosa? Si può provare a comprenderlo con l'aiuto di autori che hanno affrontato questo tema e, per esempio, hanno considerato che la *texture* è composta da ben sette diversi attributi: sei sensoriali, più uno complessivo di gradimento:

- 1) consistenza = misurata al morso con gli incisivi;
- 2) croccantezza = quanto è croccante la mela durante la masticazione - dura ma fragile, durante la masticazione produce un rumore caratteristico (l'onomatopeico *croc* in inglese *crunchy*);
- 3) granulosità = in granuli di quale dimensione si disintegra la polpa durante la masticazione;

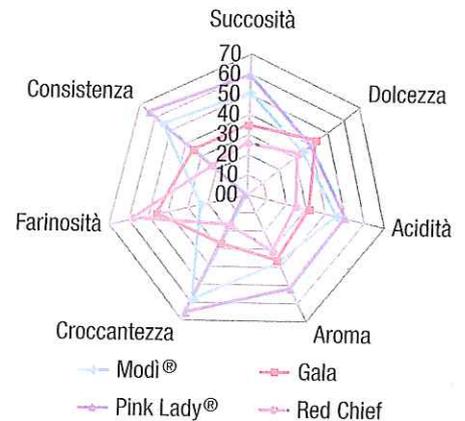


Udito      Tatto      Vista  
Aroma      Sapore

In un'indagine condotta dall'IBIMET su 500 persone, si chiedeva di associare la mela ai sensi. Il richiamo più diretto è alle sensazioni uditive, seguite da quelle visive, quindi dall'aspetto visivo, infine dalle sensazioni gustative e dall'aroma.

- 4) spugnosità = consistenza spugnosa;
- 5) velocità di disgregazione = quantità di tempo-lavoro di disfacimento della polpa a opera dei denti fino alla formazione del bolo per la deglutizione;
- 6) succosità = liquido emesso dalla polpa ai primi morsi;
- 7) gradimento.

Assaporare una buona mela è quindi così complesso? Forse anche di più; ci sono autori che considerano due tipi di croccantezza: la *crispness*, intensità e chiarezza del suono generato dal primo morso con gli incisivi, e la *crunchiness*, intensità del suono prodotto dalla masticazione con molari e premolari. Addirittura consigliano di distinguere due tipi di succosità: quella iniziale rilasciata durante i primi tre morsi e quella rilasciata durante la masticazione completa. Questo in realtà è solo l'inizio, la mela presenta combinazioni varie e interessantissime di acidità e dolcezza. Studi condotti con misure strumentali e assaggiatori hanno verificato che un assaggiatore medio, allenato e addestrato, è in grado di percepire una differenza di acidità pari a circa 0,08% di acidità titolabile. Per quanto riguarda la dolcezza, il riferimento è il grado Brix, e la differenza minima percepita correttamente è di 1 °Brix. A sottolineare l'importanza degli assaggiatori, gli autori hanno stabilito che, per definire il gusto di una mela, per l'acidità ci si può affidare all'analisi di laboratorio ma per la dolcezza sono più affidabili gli assaggiatori! Poi appunto, più di tante parole è importante l'esperienza. Si può partire dalla mela "classica", di riferimento

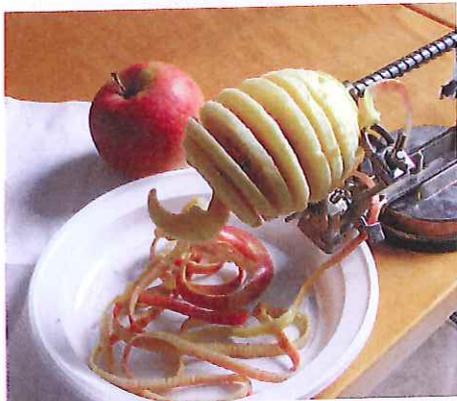


Profili sensoriali di quattro diverse cultivar di mele, definiti in base alle valutazioni sensoriali di un panel test di giudici addestrati

Attributi/descrittori sensoriali della mela	
Profumo (aroma olfattivo)	Odore percepito attraverso il naso
Consistenza	Resistenza offerta alla masticazione da parte di premolari e molari
Croccantezza	Sensazione di resistenza alla masticazione che cede bruscamente fornendo chiare e piacevoli sensazioni uditive
Succosità	Quantità di liquido emesso al primo morso
Dolcezza	Grado di dolcezza da minimo (per niente dolce) a massimo (estremamente dolce) (punta e parte anteriore laterale della lingua)
Acidità	Grado di acidità da minimo (per niente acido) a massimo (estremamente acido) (laterale posteriore della lingua)
Amaro	Grado di amaro da minimo (per niente amaro) a massimo (estremamente amaro) (centrale posteriore della lingua)
Astringenza	Sensazione di secchezza e restringimento dei tessuti
Aroma (retroolfattivo) (tipico della mela)	Stimolo olfattivo volatile originato in bocca e trasferito nella parte posteriore del naso durante masticazione e deglutizione (termine generico "sapore")
Retrogusti estranei	Sensazioni olfattive o gustative che rimangono dopo la deglutizione
Altri aromi	Note che contribuiscono al profilo, non associabili direttamente all'impatto principale del prodotto
Attributi della polpa	Es. farinosa, fibrosa, granulosa, gommosa, fondente...
Giudizio complessivo	Soggettività e personalità, valutazione rispetto a uno "standard"

## Aromi della mela

- Diversi ricercatori hanno trovato numerosi composti (quasi 370) responsabili delle note gradevoli dell'aroma di una mela. Rientrano in diverse classi chimiche quali esteri, alcoli, aldeidi, chetoni, acidi o semplici idrocarburi, sebbene la maggior parte siano esteri (circa 80-98% nelle mele Golden Delicious, Granny Smith e Starking Delicious) e alcoli (10-20%)



La mela può essere preparata per l'assaggio in diversi modi, dalla classica fetta alla spirale, che ne esaltano croccantezza e succosità

mondiale, la Golden Delicious, equilibrata e aromatica. Se si vuole capire che cosa significa l'acidità ecco che Granny Smith può darci un buon riferimento sui valori massimi. Per la dolcezza c'è Fuji, sempre in grado di offrire un buon grado zuccherino e di fare prevalere la dolcezza sulle altre caratteristiche. Se poi si confronta Fuji, dalla polpa croccante, con una Gala, sempre dolce ma con una polpa più fondente... ecco che il mondo delle mele comincia a definirsi. Ogni cultivar può offrire una nuova combinazione di *texture*, dolcezza e acidità. Il viaggio poi prosegue con l'aroma... C'è infatti interesse nel conoscere gli aromi responsabili delle note positive che esaltano la palatabilità e l'accettazione delle mele e in anni recenti sono stati fatti molti sforzi per ottenere risultati che non coinvolgessero solo gli assaggiatori, ma che derivassero anche dall'analisi di quei composti volatili aromatici che, come per il vino, sono responsabili delle note aromatiche individuate in fase di degustazione. L'aroma di una mela infatti nasce dall'interazione di diverse decine di composti aromatici, presenti in proporzioni variabili, alcuni olfattivamente più importanti, e tutti normalmente presenti in quantità infinitesimale.

Se da un lato esistono lunghe liste di aromi, non tutte le sostanze contribuiscono all'aroma della mela. Un composto volatile è percepito come aromatico soltanto quando è presente in concentrazione superiore al suo valore soglia sensoriale, che è la concentrazione minima alla quale il composto può essere percepito. Per conoscere gli aromi con impatto olfattivo si usa la tecnica della gascromatografia olfattometrica in cui un assaggiatore allenato percepisce direttamente gli aromi in contemporanea all'analisi della struttura chimica effettuata dallo strumento e fornisce una valutazione sia dell'intensità dell'odore percepito sia dell'identità dell'odore. Soltanto il naso è infatti in grado di decidere se una



L'assaggiatore allenato percepisce direttamente l'aroma rilasciato dal frutto, contemporaneamente all'esperto di analisi strumentale che ne fornisce l'identità chimica

sostanza è importante o no ai fini dell'aroma tra l'enorme numero di composti presenti! Utilizzando tale tecnica, tra i numerosi composti identificati nel profilo aromatico della mela, sono stati individuati una ventina di composti d'impatto ovvero aromi che contribuiscono alla determinazione di un elevato sapore-odore tipico di mela e che caratterizzano le diverse cultivar. Per esempio, l'aroma della mela Gala è dovuto a composti di impatto quali 2-metilbutil acetato, butanolo ed esil acetato, mentre gli esteri butil acetato e metil 2-metilbutanoato e l'aldeide esanale sono risultati composti contributivi che determinano l'aroma complessivo di queste mele, ed esteri più volatili quali l'etil 2-metilbutanoato e propil 2-metilbutanoato contribuiscono a note diverse avendo un profumo dolce e simile ai frutti di bosco.

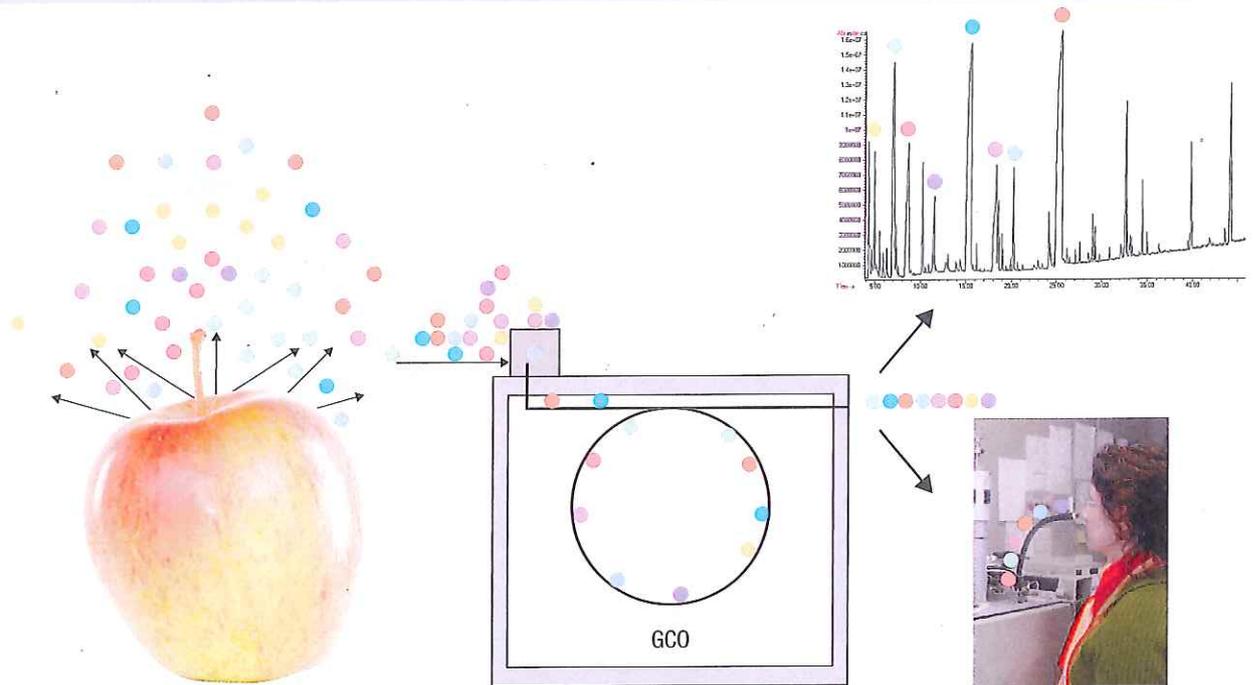
E sono proprio questi aromi che concorrono a definire l'identità della mela. L'aroma infatti diviene una "firma olfattiva" del frutto perché lo identifica in maniera inequivocabile attraverso una combinazione di contenuti diversi di questi singoli aromi.

Ed è così che un'elevata concentrazione dell'estere etil butanoato "firmerà" l'aroma di una mela Granny Smith e una elevata concentrazione dell'estere etil 2-metilbutanoato identificherà la mela Golden Delicious, mentre mangiando una mela Cox 's Orange Pippin, l'aroma che percepiremo sarà dovuto a un'elevata quantità degli aromi esteri quali l'esil acetato e il butil acetato. Una

### Analisi gascromatografica olfattometrica

- Le molecole di ciascun aroma, rilasciate dal frutto, vengono catturate e convogliate nello strumento gascromatografico (GCO) dove vengono separate. In uscita dallo strumento una parte di esse viene convogliata ad un dispositivo (spettrometro di massa) che consente di identificarne la struttura chimica e la concentrazione; una parte viene annusata da un esperto che, infilando il naso in un apposito punto dell'apparecchio, descrive tipo e intensità dell'odore che possiede ogni singolo aroma, identificando gli aromi che effettivamente hanno un impatto olfattivo rispetto a quelli che ne sono privi

Schema dell'analisi gascromatografica olfattometrica



## Progetto ISAFRUIT

- Il progetto europeo ISAFRUIT si propone di incentivare il consumo di mele. Le ricerche hanno coinvolto alcune migliaia di consumatori di diversi Paesi Europei. Si studiano i gusti e le preferenze, associando aspetto estetico e qualità organolettiche. L'educazione del consumatore alla scelta di mele più sane e genuine passa anche attraverso il sapore e l'aroma. I consumatori partecipano volentieri agli assaggi, che aiutano a meglio comprendere le loro scelte di qualità per proporre mele sempre più vicine alle loro preferenze**



Mele sottoposte a valutazione visiva per il progetto ISAFRUIT



Valutazione sensoriale delle mele

maggior quantità di  $\alpha$ -farnesene e di esil 2-metilbutanoato “merà” invece le mele Boskoop e Jacques Lebel. E se mangiamo una mela Cox’s Orange avvertiamo note speziate, queste sono dovute alla presenza, nella buccia di tale varietà, di terpeni quali l’ $\alpha$ -pinene e l’eugenolo. Ed è solo nell’aroma della mela Annurca varietà molto antica e aromatica, che ritroviamo composti aromatici esclusivi appartenenti alla classe sia degli esteri sia dei lattone (gamma-ottalattone), questi ultimi tipici dell’aroma della pesca. Tutte queste diversità sono generate da differenze nella quantità di quelle che sono le “materie prime” (acidi grassi, amminoacidi e zuccheri) da cui si formano gli aromi e dalla presenza/quantità dei veri attori di questa “micro-filiera” cellulare ovvero gli enzimi che trasformano tali substrati in profumi e aromi attraverso una cascata di numerose reazioni chimiche. La buccia delle mele produce una maggiore quantità di aromi proprio perché più ricca di quei precursori ed enzimi che sono alla base della formazione degli aromi. Ma substrato ed enzimi sono soprattutto patrimonio specifico di ciascuna cultivar, da ciò deriva la diversa “firma aromatica”. Ed è così che le diverse cultivar si differenziano anche per l’aroma della buccia e della polpa: la polpa della mela F.124 contiene quantità rilevanti dell’estere 2-metil butilacetato che ha un profumo fruttato di banana, aroma che però non si ritrova nella polpa della mela Granny Smith, caratterizzata da una buccia con un maggior contenuto dell’ $\alpha$ -acetato, dall’odore di mela-pera. E curiosamente anche un diverso colore della buccia comunica un diverso aroma: le cultivar con la buccia gialla come le Golden Delicious sono caratterizzate da un aroma maggiormente ricco di esteri acetati, come l’ $\alpha$ -acetato e butil acetato, come anche di esteri propanoati, mentre le cultivar caratterizzate dalla buccia rossa sono maggiormente ricche di esteri butanoati.

Ma quando si formano gli aromi? Il profumo e il sapore tipico della mela, come della pera, si sviluppano durante la fase di maturazione post-raccolta, subito dopo l’innesco della maturazione da parte dell’etilene, raggiungendo un massimo al picco climaterico. Le mele che vengono raccolte a uno stadio di maturazione fisiologicamente immaturo producono una minore concentrazione di aromi, mentre i frutti sovramaturi raccolti nella fase post-climaterica producono limitate e decrescenti quantità di aromi.

Nella formazione del profumo di una mela entrano in gioco molti fattori: l’ambiente di coltivazione, la concimazione, lo stato di maturazione e la conservazione dei frutti sono fattori che possono condizionare fortemente l’aroma. Frutti di Golden Delicious provenienti da areali di produzione collocati a differenti altitudini mostrano caratteristiche aromatiche differenti, con quantitativi di aromi maggiori nei frutti coltivati nelle località ad altitudine superiore. La durata e le diverse modalità di conservazione possono influenzare la qualità delle mele: è noto ormai da tempo che l’atmosfera controllata (AC con un livello medio di ossigeno di circa

Foto R. Angelini



3%) limita lo sviluppo degli aromi, in particolare di esteri a catena lineare e di alcoli, e può essere fortemente inibita da periodi prolungati di conservazione in condizioni di *ultra low oxygen* (ULO), di concentrazioni di ossigeno inferiore all'1% insieme a elevati livelli di anidride carbonica. Il particolarissimo trattamento post-raccolta delle mele Annurca, l'arrossamento, migliora le qualità aromatiche di tale frutto, aumentando il rapporto degli aromi responsabili di note fruttate (esteri) rispetto a composti che possono conferire aromi di fermentato o cotto (alcoli). Non solo aromi gradevoli ma anche aromi che contribuiscono da un punto di vista più negativo (etanolo, acetaldeide ecc.), generandosi per processi di fermentazione, per cattiva conservazione delle mele o in seguito a determinate patologie.

Pertanto, tutti questi aromi, rappresentando variabili che consentono la differenziazione e il riconoscimento di varietà o genotipi diversi, di diversi stadi di maturazione, di diversi ambienti colturali, possono essere considerati dei veri e propri racconti della vita di un frutto, una sorta di traccia indelebile del suo percorso dal campo alla tavola del consumatore, dando così una risposta alle domande di identificazione del prodotto frutticolo. Queste "mappe aromatiche" di composti volatili presenti in determinati rapporti, concentrazioni e con specifiche note odorose, dimostrano infatti che un solo elemento è di per sé insufficiente a classificare mele diverse, mentre è la combinazione di componenti differenti, quali gli aromi, che ne permette la classificazione.

E quindi non scambiamo la naturale variabilità dell'aroma di una mela come un difetto bensì come un pregio di cui approfittare perché al suo fascino aromatico intrinseco si aggiunge la possibilità di vedere spuntare nuove mele dagli aromi inaspettati!

Foto R. Angelini

