

Nuove mele per il futuro: a confronto i programmi di selezione in corso in Italia

S. SANSAVINI¹ - S. TARTARINI¹ - M. GRANDI¹ - M. LEIS² - A. MARTINELLI²
W. FAEDI³ - M. BERGAMASCHI³ - G. BARUZZI³ - S. PELLEGRINO⁴ - L. BERRA⁴
P.L. MAGNAGO⁵ - S. SALVI⁵ - R. VELASCO⁵ - W. GUERRA⁶ - I. HÖLLER⁶

¹CMVF - Dipartimento di Colture Arboree - Università di Bologna

²Consorzio Italiano Vivaisti - San Giuseppe di Comacchio - Ferrara

³CRA - Unità di Ricerca per la Frutticoltura SRF di Fodi

⁴CRESO - Cuneo

⁵FEM - Istituto Agrario di San Michele all'Adige - (Trento)

⁶Centro di Sperimentazione Agraria e Forestale - Laimburg (Bz)

I potenziali obiettivi agronomici, genetico-sanitari, qualitativi e merceologici dell'innovazione varietale del melo svolta da diverse istituzioni pubbliche e private. Coinvolti tutti i principali distretti melicoli italiani, di montagna e pianura. Lusinghieri i risultati ottenuti fino ad oggi. Le nuove metodologie genetico-molecolari messe a punto per facilitare e rendere meno oneroso il lavoro di selezione. Auspicabile un network del breeding europeo.

Non s'erano mai viste, nella lunga e blasonata storia del melo, tante e così ricche innovazioni varietali come quelle introdotte nell'arco degli ultimi quindici anni. Infatti, nel mondo, in questo breve lasso di tempo, sono state lanciate circa mille varietà di melo, di provenienza soprattutto nordamericana (Fig. 1); l'Europa non è stata da meno. Secondo l'inchiesta di Lespinasse (2008), in soli cinque anni so-

no state licenziate, in Europa, ben novanta varietà di melo (oltre a dieci portinnesti), di cui trentanove resistenti alla ticchiolatura e altre quaranta varietà sono prossime al licenziamento (Tab. 1). Una così larga messe di novità è stata prodotta da ben ventisei enti di ricerca pubblici o semipubblici; quelle da privati sono solo sei. Quante di queste si potranno affermare? Sicuramente pochissime (Tabb. 2 e 3).

Questa tendenza contrasta con il "breeding" di altre specie frutticole, come ad es. pesco e drupacee minori, per le quali, non solo in Europa, tendono a dominare invece i costitutori privati; nell'uno o nell'altro caso e almeno nel-

l'Europa occidentale (Italia compresa) le varietà sono protette e tutelate, nella moltiplicazione, dai diritti di proprietà intellettuale (IPR). Tanti programmi si giustificano con l'idea che ciascun Paese cerca di sviluppare proprie linee di selezione adatte alle caratteristiche ambientali dei propri distretti ed a quelle dei mercati di consumo più vicini o comunque cui sono dirette. Ma anche l'industria vivaistica in Europa non ha più frontiere, per cui risulta difficile pensare che ciascuno dei ventisei Paesi europei che conducono progetti di miglioramento genetico riesca ad adeguare, o meglio, a rinnovare il proprio assetto varietale, sfuggendo al-



▲ Campo di valutazione dei semenzali innestati su M9 costituito dal Centro di Laimburg (Bz).

Relazione presentata al convegno "Innovazione varietale del melo e del pero", CCAA di Ferrara, 13 febbraio 2009.

l'internazionalizzazione dei mercati e alla conseguente competizione con le mele prodotte altrove, magari nei Paesi europei più vicini.

Obiettivi

È abbastanza verosimile immaginare che, al di là degli obiettivi specifici di ciascun programma, nel mercato si affermeranno le mele migliori e non necessariamente quelle prodotte a costi inferiori, se non avranno il gradimento dei consumatori. Nell'apprezzamento mercantile entreranno in gioco anche altri fattori, come la capacità di comunicazione delle organizzazioni dei produttori e dei distributori, le politiche commerciali delle Gdo e, in generale, le iniziative più forti anche sul piano della promozione e del marketing.

Ma quali sono gli obiettivi di tutti questi programmi? Basta riportare qui le sintesi dei trentadue programmi europei, emersa dalla citata inchiesta francese, perché ad essi corrispondono per la maggior parte o complessivamente anche quelli italiani. Infatti, il contesto socio-politico comune a tutti i Paesi è quello di sviluppare mele con alta valenza ecologica e non solo merceologica: resistenza a malattie e avversità e quindi ridotto fabbisogno di trattamenti, basso fabbisogno di input energetici esterni, come acqua e nutrienti, adattabilità ambientale, compresi i cambiamenti climatici in corso. Poi tutti i programmi mirano al miglio-

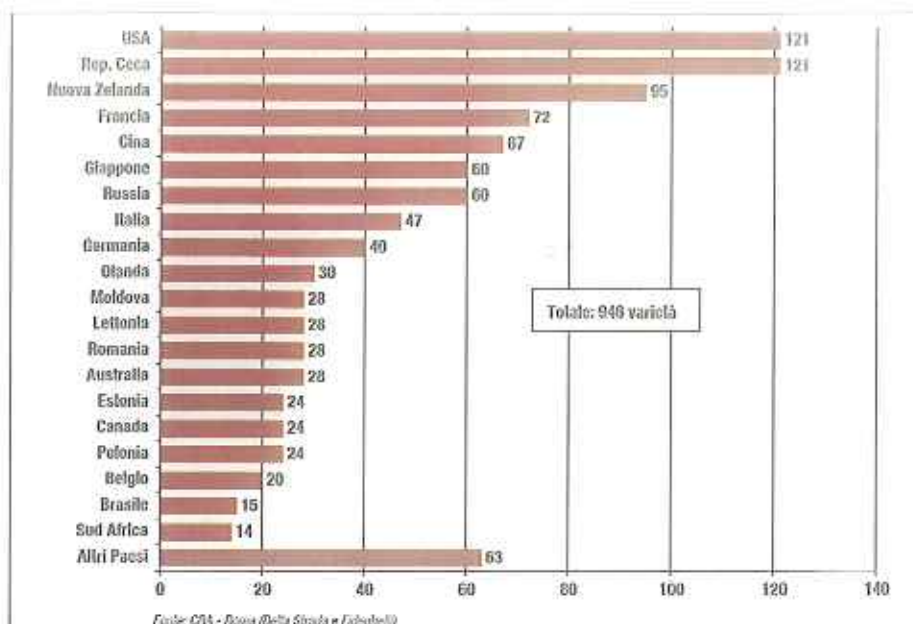


Fig. 1 - Nuove varietà di melo diffuse nel Mondo negli ultimi 18 anni (1991-2008).

ramento qualitativo dei frutti, inteso fortunatamente in vario modo, perché i consumatori sono diversamente orientati circa la preferenza delle mele (dolci-aromatiche o sub-acide tipo dessert nei nostri mercati, oppure sode, succose ed acidule adatte al fuori pasto per il Centro-Nord Europa od anche croccanti e succose con equilibrato rapporto zuccheri-acidi per l'élite qualitativa). Dunque, la qualità delle mele è intesa e condizionata dai gusti abituarini dei consumatori e le preferenze possono cambiare da mercato a mercato, oltre che nel tempo (Sansavini *et al.*, 2005).

Sta diventando molto importante anche la serbevolezza (con o senza AC) e la durata, fuori cella, dei frutti maturi ("shelf life"). Importanza viene data anche a certi caratteri agronomici, per es. compattezza della chioma, facilità di governo dell'albero (per ridurre i costi), capacità dell'albero di produrre anche su brindilli corli (a garanzia della costanza produttiva), attitudine a produrre un solo frutto per corimbo (infiorescenze monocarpi- che), resistenza alla cascola, alla rugginosità, al cracking, ecc. Dunque, gli obiettivi sono molti, ma prioritari, in tutti i centri di ricerca, è la resistenza alla tic-

TAB. 1 - NUMERO DI PROGRAMMI DI MIGLIORAMENTO GENETICO DEL MELO IN CORSO IN EUROPA E DI VARIETÀ LICENZIATE NEL QUINQUENNIO 2000-04

Paese	Numero programmi privati	Numero programmi pubblici	Cullivar TS		Cullivar TR		Totale	
			Rilasciate	Candidate	Rilasciate	Candidate	Rilasciate	Candidate
Belgio	1	1	2	-	-	-	2	0
Bulgaria	-	1	-	-	-	3	0	3
Repubblica Ceca	1	1	4	-	6	-	10	0
Inghilterra	-	2	1	16	1	-	2	16
Estonia	-	1	9	-	-	-	9	0
Finlandia	-	1	5	-	-	-	5	0
Francia	3	2	4	-	7	10	11	10
Germania	-	1	4	-	3	-	7	0
Grecia	-	1	2	-	-	-	2	0
Ungheria	-	1	-	4	-	-	0	4
Italia	1	7	4	-	8	-	12	0
Lettonia	-	1	7	-	-	-	7	0
Lituania	-	1	1	-	-	-	1	0
Olanda	-	1	2	-	1	-	3	0
Norvegia	-	1	4	-	-	-	4	0
Polonia	-	2	-	-	4	-	4	0
Portogallo	1	-	-	-	-	-	0	0
Romania	-	1	-	-	10	2	10	2
Spagna	-	2	-	1	-	-	0	1
Svizzera	-	2	1	-	-	-	1	0
Serbia	-	1	-	5	-	-	0	5
Totale	7	31	50	26	40	15	90	41

TS = suscettibile alla ticchiolatura; TR = resistente a ticchiolatura

ISF TN	DCA BO	CRA-UR Forlì	CIV Ferrara
Golden Orange	Gold Chief	Forlady	Rubens
Golden Mira	Prime Red	Superstayman	Modi
Golden Lasa	Primiera	Forum	
Red Earlib			
Summerfree			
Brina			
Enova			
Carina			
Ciosa			
Netta			
Golden 39			

Fig. 2 - Varietà ottenute in Italia dai programmi in corso.

chiolatura, per la quale quasi tutti i progetti facevano e fanno ancora uso del gene Vf (da *M. floribunda* 821); da qualche tempo però si utilizzano anche altri geni (Va, Vr, Vm ecc.) al fine di "piramidizzare" la resistenza per evitare il pericolo della "rottura" (e quindi della perdita di resistenza), come è già avvenuto con alcune varietà resistenti per il Vf in Centro-Nord Europa (Tab. 3).

Inoltre, si cerca di cumulare resistenze a più malattie nello stesso indi-

viduo, proprio per affrancare la coltura del melo da interventi fitosanitari con alto grado di tossicità e di residui inquinanti non più tollerabili dal consumatore e dall'ambiente.

Strategie del miglioramento genetico in Italia

L'Italia è pienamente allineata con l'Europa ed è certo il Paese che offre il maggior impegno nel "breeding" del

melo, avendo in corso già da parecchi anni ben sei programmi, ai quali se ne sono aggiunti altri due recentemente (Tab. 4). Solo uno è cessato, da un paio d'anni, conseguentemente alla chiusura della Sezione di Pergine (Trento) dell'Istituto Sperimentale per la Frutticoltura del Mipaaf (ora CRA). Nel complesso dei programmi in corso, cinque sono pubblici e tre sono privati. Finora hanno generato diciannove varietà, cinque delle quali hanno avuto un apprezzabile riscontro nella realtà (Figg. 2 e 3 e Tab. 5).

Come ben si evince dallo schema della tabella 6, la conduzione di programmi di breeding del melo richiede tempi lunghi e la disponibilità di ampie collezioni di materiale genetico. Seguendo il modello svizzero di Agroscope (Kellerhals, 2008) dal momento dell'incrocio a quello dell'allevamento dei semenzali e delle relative fasi di selezione, fino al licenziamento della varietà, occorrono quindici-venti anni. Per poter impegnare tanto tempo e rendere meno oneroso e costoso il programma, sono state messe a punto tecniche ausiliarie, sia di verifica con inoculi artificiali delle suscettibilità "in vitro" e in serra dei semenzali ai vari patogeni, sia metodi di selezione molecolare assistita (MAS) da praticare con marcatori dei geni di resistenza alle malattie trasmesse alle progenie e che si vogliono individuare. Metodi, questi, già introdotti per il melo e che consentono di essere applicati fin dal primo anno e soprattutto dando modo di distruggere la maggior parte dei semenzali (dal 50 al 70%) prima di andare in campo. Molto più complessa è la selezione assistita per i caratteri poligenici, come sono la maggior parte di quelli qualitativi, per i quali sono in corso di individuazione i primi strumenti molecolari (QTL), che richiederanno però alcuni anni ancora di intenso studio prima di una loro proficua applicazione. Molto complessa è anche la scelta delle linee parentali, delle quali, con o senza marcatori e genotipizzazione molecolare, occorre conoscere preliminarmente l'attitudine alla trasmissione (ereditarietà) dei caratteri che interessano (Tab. 7).

I marcatori molecolari e la selezione assistita

Le possibilità applicative delle nuove tecnologie di analisi del DNA nel miglioramento genetico del melo sono enormi, ma occorre prima individuare marcatori molecolari e QTL associati rispettiva-

TAB. 2 - PRINCIPALI VARIETÀ DI MELO RECENTEMENTE LICENZIATE IN EUROPA

Varietà	Breeder (pubblico o privato)	Parentali	Data
Autento [®] Delcoros [*]	Vivai Delbard (F)	Delgollune x Cox's Orange Pippin	-15
Corail [®] (solo negli USA) Pinova [*]	Stazione sper.le di Pillnitz- Dresda (D)	Clivia x Golden Delicious	-3/-1
Daiane [*]	Valois (F)	Gala x Coop 4	-35
Altess [®] Dalitron	Davodao Ligonnere (F)	Pilot x Golden Delicious	+5
Deljuga [*]	Vivai Delbard (F)	Tenroy x Delgollune	+24
Diwa [®] /Junami [®] FAW 5878 [*]	FAW Wadenswil (CH)	(Idared x Maigold) x Elstar	-7
Gold Chief [®] Gold Pink [*]	DCA-Bologna (I)	Starkrimson x Golden D.	+12/+15
Greenstar [®] Nicogreen [*]	Better3Fruit+Univeristà di Lovanio + vivai Nicolai (B)	Delcorf x Granny Smith	0
Kanzi [®] Nicoter [*]	Better3Fruit+Univeristà di Lovanio + vivai Nicolai (B)	Gala x Braeburn	0
Mairac [®] La Flamboyante [*]	RAC Changins (CH)	Gala x Maigold	+7/+10
Pirouette [®] Rubinstep	Vivai Nicolai (B)	Clivia x Golden Delicious	-10
Rubens [®] Civni [*]	C.I.V. Ferrara (I)	Gala x Elstar	-18
Tentation [®] Delblush [*]	Vivai Delbard (F)	Golden Delicious x Grifer	+7
Tunda	Better3Fruit (B)		
Wellant [®] CPRO 47 [*]	PRI Wageningen (NL)	Sel. CPRO x Elise	
Zari [*]	Better3Fruit (B)	Elstar x Delcorf	-38
Zonga [*]	Better3Fruit (B)		

(Rielaborato da Sansavini et al., 2005)

La data di raccolta è espressa dal n° di giorni di differenza (+ o -) rispetto a Golden Delicious

mente a caratteri qualitativi e quantitativi. Solo dopo una fase intermedia di validazione tali marcatori potranno essere poi effettivamente utilizzati per una *selezione precoce assistita da marcatori* (MAS). Ovviamente, a seguito della selezione assistita è sempre necessario validare la selezione dal punto di vista fenotipico e bisogna attendere il superamento della fase giovanile dei semenzali scelti al fine di valutarne pienamente le caratteristiche pomologiche-produttive. Il DCA dell'Università di Bologna ha iniziato queste ricerche ai primi anni '90. La riduzione drastica del numero di semenzali da sottoporre alle valutazioni finali consente di pianificare incroci molto ampi, anche al di fuori del fattibile (perché troppo numerosi), permettendo di esplorare meglio la variabilità. Inoltre, per applicare la MAS occorrono laboratori specializzati in analisi molecolari che possono far fronte ai problemi organizzativi, mentre per quanto riguarda i costi, questi potranno essere convenienti se si potrà selezionare contemporaneamente per un numero elevato di caratteri. Da un punto di vista scientifico, i risultati più importanti per lo sviluppo di marcatori si sono avuti per i caratteri di resistenza a patogeni e parassiti, l'habitus della pianta,

TAB. 3 - PRINCIPALI VARIETÀ DI MELE TICCHIOLOGURA-RESISTENTI LICENZIATE IN EUROPA NEGLI ULTIMI ANNI

Varietà	Breeder	Parentali	Data
Ariane*	INRA (Angers) + gruppo vivaistico Novadi (F)	Ibrido complesso (comprendente Florina, Prima, Golden D.)	+5
Ariwa*	FAW Wadenswil (CH)	Golden Delicious x Sel. A849-5	-3/+3
Antares® Dalinbel*	Licenziatario: Vivai Ligonnère (F)	Elstar x 3191	-8
Brina	ISF-Trento (I)	Libera impollinazione della Sel. PRI 2059-101 O.P.	+7
Choupette® Delinette*	INRA + Vivai Ligonnère (F)	Sel. X4598 x Sel. X3174	+22
Dalisco	INRA + Vivai Ligonnère (F)	Elstar x Sel. X3191	+12
Delfoga*	Vivai Delbard (F)	Gala x Florina	+5
Delfitoki*	Vivai Delbard (F)	Florina x (Golden x Griva Rouge)	+20
Golden Orange	ISF-Trento (I)	Ed Gould Golden x Sel. PRI 1956	+7
Harmonie® Dolorina*	Vivai Delbard (F)	Grifer x Florina	+7/+10
Luna*	Istituto di Strizovice (CZ)	Topaz x Golden Delicious	+3
Modi® CIV G 198*	C.I.V. Ferrara (I)	Gala x Liberty	+10
Opal*	Istituto di Strizovice (CZ)	Topaz x Golden Delicious	-9
Rebella*	Stazione sperle di Pillnitz- Dresda (D)	Golden Delicious x Remo	-20
Rubinola	Istituto sperle di Strizovice (CZ)	Prima x Rubin	-16
Topaz*	Istituto sperle di Strizovice (CZ)	Rubin x Vanda	+8

(rielaborata da Sansavini et al., 2005)

(Data di raccolta, n° giorni in + o - rispetto a Golden Delicious)

Tutte queste varietà sono resistenti per il gene VI. Le varietà portatrici di altri geni (Va, Vr, Vb ecc.) non sono qui elencate perché poco note o comunque non coltivate

l'autoincompatibilità gametofitica e, più recentemente, alcune caratteristiche qualitative dei frutti.

Al momento attuale le maggiori possibilità di applicazione della MAS nel

melo riguardano la selezione per la resistenza a ticchiolatura per la quale sono stati sviluppati numerosi marcatori molecolari strettamente associati a diverse fonti di resistenza. In linea generale, una

S I M E O N I



SORELI, SEL. AC. 171.76 UNIVERSITÀ DI UDINE IL NUOVO GIALLO DI GRANDE PEZZATURA.

maturazione fine settembre • grande produttività (+50% hayward)
colore marrone con polpa giallo brillante • frutti singoli allungati peso medio oltre 115 g • di ottimo gradimento • semplicità di coltivazione.

TUTTO QUESTO RENDE SORELI
IL GIALLO VINCENTE. SORELI È IN LIBERA
COMMERCIALIZZAZIONE SENZA VINCOLI.



HAYWARD CLONE 8 PLUS, DI GRANDE PEZZATURA MOLTO RESISTENTE AL FREDDO ED A CONDIZIONI DIFFICILI

cloni selezionati da talea e meristi • impollinatori selezionati per ampio periodo di copertura • LE PIANTE, CON LE PIÙ AMPIE garanzie fitosanitarie, vengono fornite • IN VASO (per ampio periodo di massa e dimora) • A RADICE SCOSSA

PRODUZIONE SPECIFICA DI ACTINIDIA SELEZIONI
VARIETÀ HAYWARD • PRODUZIONE TOTALMENTE
VIRUS ESENTE • MASSIMA GARANZIA VARIETALE.





▲ Fig. 3 - Varietà italiane di melo di recente diffusione: 1. Rubens[®], 2. Modi[®], 3. Forlady[®], 4. Golden Orange[®], 5-6 Gold Chief[®].

mappatura delle regioni del genoma in cui sono stati identificati geni di resistenza a ticchiolatura è disponibile (Durel *et al.*, 2004; Gessler *et al.*, 2006; Fig. 4), ma la MAS può essere prontamente effettuata solo per alcuni di questi geni quali: *Vf* derivato da *Malus floribunda* 821 (Vinzter *et al.*, 2001 e 2004), *Vm* da *Malus micromalus* (Patocchi *et al.*, 2005), *Vbj* da *Malus baccata* jackii (Gigax *et al.*, 2004), *Vr2* da GMAI.2473 (Patocchi *et al.*, 2004), *Vh2* e *Vh4* da Russian Seedling R12740-7A (Bus *et al.*, 2005). Purtroppo, se si esclude il gene *Vf* e in minor misura il gene *Vm*, la maggior parte di queste fonti di resistenza è ancora poco utilizzata nei programmi di breeding. La precisione della selezione assistita è però molto alta nel caso del gene *Vf* perché non solo si dispone di marcatori strettamente associati (SSR-CHVf1) e di un marcatore disegnato di-

rettamente sul gene di resistenza (*HcrVf2*), ma soprattutto si tratta di marcatori co-dominanti che permettono di distinguere le piante omozigoti per il gene di resistenza da quelle eterozigoti (Fig. 5). Inoltre, la disponibilità di diversi marcatori a distanze diverse dal gene di resistenza permette di fare anche una selezione negativa per le regioni fiancheggianti il gene di resistenza che, essendo derivate da una specie selvatica, potrebbero contenere geni indesiderati in un programma di breeding. La disponibilità di marcatori per diversi geni di resistenza apre la strada anche alla più facile selezione di piante con resistenze multiple verso uno stesso patogeno senza dover ricorrere a lunghi e laboriosi "progeny tests" per riconoscere le piante in cui questi geni sono piramidizzati, al fine di garantire una resistenza durevole nel tempo. Infatti, è noto che le resistenze monogeniche possono essere facilmente superate dal patogeno e questo si è già verificato nel passato sia per il gene *Vm* sia per il *Vf*. Quindi, la combinazione di geni di resistenza funzionalmente diversi può servire a rafforzare la resistenza e a renderla durevole.

Sempre al fine di potenziare la resistenza a ticchiolatura, presso i laborato-

MACFRUIT

INTERNATIONAL EXHIBITION AND CONVENTION

26^a Mostra internazionale di impianti, tecnologie e servizi per la produzione, condizionamento, commercializzazione e trasporto degli ortofrutticoli.

Cesena - Italy 7-8-9 Ottobre 2009

Organizzazione: CESENA FIERA S.p.A. Tel. +39 0547 317435 Fax +39 0547 318431 e-mail: info@macfrut.com www.macfrut.com

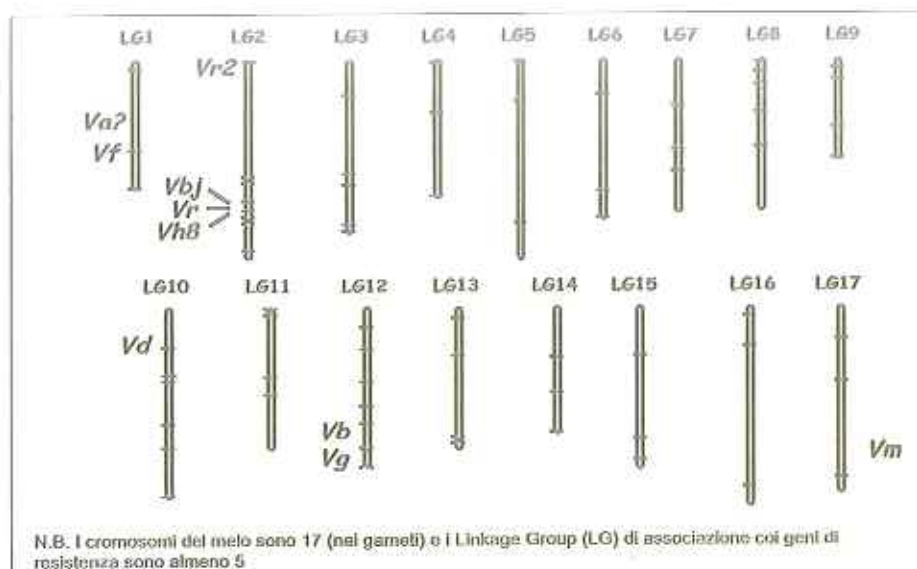


Fig. 4 - Rappresentazione schematica della localizzazione dei diversi geni di resistenza a *Venturia inaequalis* nella mappa genomica del melo.

ri europei sono iniziate delle ricerche per identificare le regioni genomiche (QTL) coinvolte nella resistenza di tipo poligenico. In questo caso, però, la letteratura è ancora limitata (Calenge *et al.*, 2004; Tartarini *et al.*, 2004) e soprattutto i QTL identificati derivati dai genotipi Discovery e Durello di Forlì, TN10-8, devono essere ulteriormente validati per poter essere utilizzati nella MAS. Discorso analogo può essere fatto anche per quanto riguarda i QTL associati alle principali caratteristiche qualitative dei frutti di melo che sono stati oggetto di intensi studi soprattutto nell'ambito di un progetto Ue (HiDRAS) che si è recentemente concluso e i cui risultati preliminari sono stati presentati al Convegno Eucarpia nel 2007 (ISHS, Acta Hort., in stampa). In linea generale, le difficoltà che si incontrano nello sviluppare marcatori associati a caratte-

ri così complessi come la qualità del frutto fanno sì che sia ancora più difficile identificare marcatori da utilizzare nella selezione. Fino ad oggi, ed attraverso l'esperienza del DCA di Bologna, la selezione precoce può essere fatta analizzando un solo gene (ACS o 1-amino-ciclopropano-carbossilato sintetasi), che controlla uno degli step della sintesi dell'etilene del quale ne sono stati identificate due forme alleliche che influenzano l'evoluzione di etilene e quindi la maturazione dei frutti (Iarada *et al.*, 1999). Il marcatore non risulta però perfetto perché ci sono cultivar che producono molta etilene (es. Gala) pur essendo omozigoti per la forma allelica che induce una bassa produzione di etilene. Molto lavoro di base deve essere ancora fatto, ma è solo attraverso questo ulteriori sforzi economici e scientifici che sarà possibile far compie-

re un salto di qualità e riuscire ad applicare efficacemente la MAS nei programmi di breeding.

Gli studi sulla resistenza a ticchiolatura sono poi particolarmente avanzati nel caso del gene *HcrVf2*, in quanto sono state ottenute delle piante transgeniche di Gala completamente resistenti alla ticchiolatura, esprimendo questo gene ed utilizzate per indagare le risposte di difesa e conoscere i geni differenzialmente espressi (Paris *et al.*, 2009).

Approcci di genomica applicata

Presso il dipartimento di Biologia e Genetica Molecolare di FEM-IASMA si sta facendo ampio utilizzo di approcci di genomica applicata al miglioramento genetico del melo. Dal 2007 è in corso un progetto rivolto al sequenziamento del genoma del melo (cultivar Golden Delicious, clone B) che si prevede terminerà nei primi mesi del 2009. Il progetto si avvale dell'utilizzo delle più recenti tecniche di sequenziamento cosiddette di "next-generation", che consentono un abbattimento dei costi e dei tempi. La disponibilità del genoma avrà ricadute positive immediate e di lungo termine. Nel breve termine, sulla base del genoma saranno progettati un numero elevatissimo di marcatori genetici molecolari (prevalentemente SNP e SSR) utili a velocizzare la dissezione genetica di caratteri della pianta di impatto in frutticoltura. Nel medio e lungo periodo, la conoscenza dell'intero set genico consentirà una maggiore comprensione dei meccanismi di biologia cellulare e fisiologici della pianta.

Allo scopo di studiare la base genetica di caratteri d'impatto in frutticoltura e mapparne i geni rilevanti, al FEM-IASMA sono attualmente utilizzate 15 popolazioni ottenute da incroci sperimentali controllati, per un totale di ca. 3.000 piante. Almeno due delle mappe derivate da queste popolazioni possiedono più di 1.500 marcatori molecolari. Tali marcatori sono stati mappati utilizzando prevalentemente la tecnologia SNPlex ("applied biosystem"), mentre è in sperimentazione una tecnologia alternativa ("illumina"). I marcatori SNP utilizzati sono inoltre ancorati alla sequenza fisica del genoma, facilitando in questo modo l'identificazione delle sequenze codificanti responsabili in ultimo dei fenotipi di interesse. L'attività di mappaggio è rivolta sia alla identificazione di geni e loci a segregazione di tipo mendeliano (geni che hanno un forte effetto

TAB. 4 - PROGRAMMI DI MIGLIORAMENTO GENETICO ITALIANI NEL MELO: STATO DI AVANZAMENTO AL 2008

	Enti costitutori pubblici e privati	Anno inizio	Incroci (n.)		Sementali (n.)	Stadio moltiplicazione			Varietà licenziate (n.)
			Totale	Per anno		S1	S2	S3	
1	CIV S. Giuseppe - Fe	1988	196	11	147.000	180		34	2
2	CReSO/CIV - Cn e Fe	1996	101	10	90.000	186	42	--	--
3	CMVF/DCA - Bo	1976	529	23	54.000	139	14	--	3
4	CRA/UR Forlì - Fe	1971	771	19	60.000	346	37	--	3
5	ISF - Tn (cessato)		824	48	51.000	409	16	4	11
6	FEM-ISMAA S. Michele - Tn	1999	469	41	60.000	173	--	--	--
7	CSAF Laimburg - Bz	1996	190	19	25.000	100	--	--	--
8	GRIBA Terzano - Bz	2008	--	--	2.000	--	--	--	--
	Totale		3.080	171	489.000	1.533	109	38	19

TAB. 5 - BREVI PROFILI DI VARIETÀ ITALIANE DI MELO DI RECENTE DIFFUSIONE

	Epoca raccolta	Caratteristiche dell'albero	Caratteristiche del frutto
CIV Ferrara			
Rubens* Civni* (Gala x Elstar)	-12 gg Golden Delicious	Vigoria media Produzione su legno di un anno, brindilli, lamburde	Media pezzatura, forma tronco conica, colore di fondo verde-giallo, sovraccolore rosso striato tessitura fine, polpa succosa, acidula. Colora bene solo in aree montane, dove viene consigliata. Sensibilità al cracking calicino da stress idrici.
Modi* Civo198* (Gala x Liberty)	-7 gg Golden Delicious	Vigoria media rapida entrata in produzione produttività elevata e costante. Resistente a ticchiolatura	Grosso, tronco conico allungato colore rosso porpora brillante su tutta la superficie molto attraente. Polpa consistente, croccante e succosa elevato tenore zuccherino e di acidi. Ampia adattabilità ambientale, specialmente in pianura.
CRA-SRF Forlì			
Forlady* (Forum x Lady Williams)	+7 gg Golden Delicious	Vigoria intermedia Produzione prevalentemente su lamburde. Elevata fruttificazione	Pezzatura da media a medio-grossa, forma tronco-conica corto-obolata, colore di fondo verde-giallo, sovraccolore rosso acceso uniforme (90%) polpa fine, dura, croccante, acidula e succosa. Buona "shelf-life". Mela invernale che potrebbe competere con Pink Lady®.
CMVF-DCA Bologna			
Gold Chief* Gold Pink* (Starkrimson x Golden Delicious)	+15 gg Golden Delicious	Tipo semispur, di vigore contenuto e di facile gestione, adatta alle alte densità. Fruttifica prevalentemente su lamburde ma anche su brindilli. Rapida messa a frutto. Produttività elevata	Di grossa pezzatura, regolare, simmetrico, forma tronco conica allungata con 5 lobi pronunciati Epidermide di colore giallo chiaro sfumato di rosso-arancio (oltre 30%). Lenticelle evidenti e rugginose negli ambienti di pianura mono vocati. Adatta alle aree montane. Polpa fine, consistente, succosa, bianco crema, dolce aromatica e mediamente acidula. Serbevole e buona "shelf-life".
ISF Trento			
Golden Orange* (Ed Gould Golden x PRI 1956-6)	-7 gg Golden Delicious	Vigoria intermedia. Produzione su legno di un anno (prevalente), brindilli. Resistente a ticchiolatura	Pezzatura medio-grossa, forma semi tronco-conica, colore di fondo verde-giallo, sovraccolore rosa-arancio polpa consistente, dolce acidula. Limitata conservabilità. Molto bella nelle zone montane.

sulla variabilità del carattere), sia di QTL "quantitative trait loci", regioni cromosomiche sede di geni che controllano caratteri quantitativi. Si sta correntemente svolgendo analisi QTL per vari caratteri tra i quali: *habitus* e *vigore* della pianta, propensione all'autodiradamento, produzione, aspetti qualitativi del frutto, resistenze a patogeni, ecc.

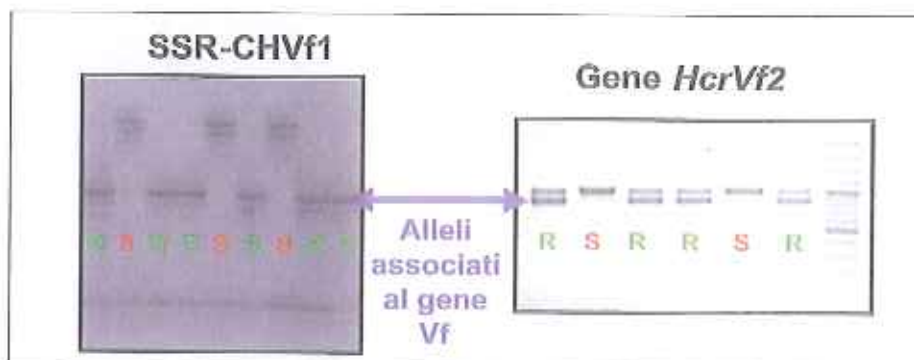
Applicazione finale degli approcci di genomica alla genetica del melo è la produzione di saggi molecolari che consentano di integrare la selezione tradizionale con procedure di selezione assistita da marcatori del DNA. Presso FEM-IASMA sono già stati eseguiti con successo esperimenti pilota utilizzando marcatori associati a geni per la resistenza a ticchiolatura, in incroci tra varietà suscettibili e varietà (o specie selvatiche) portanti il gene di resistenza Vf. La sfida tecnologica in questo caso è nella riduzione dei costi dell'analisi; sono pertanto in via di sperimentazione protocolli di estrazione di DNA rapidi e a basso costo e protocolli di genotipizzazione SNP che riducano i costi analitici a frazioni di

euro. Contemporaneamente, le ricerche interne di FEM-IASMA consentiranno di aumentare la ridotta lista di marcatori disponibili attualmente per selezione assistita (5-6 loci al massimo). Obiettivo finale è poter gradualmente integrare il miglioramento genetico basato sullo schema classico di incrocio e selezione con approcci di "breeding assistito dalla genomica", in cui sia la scelta dei parentali dell'incrocio, sia la selezione all'in-

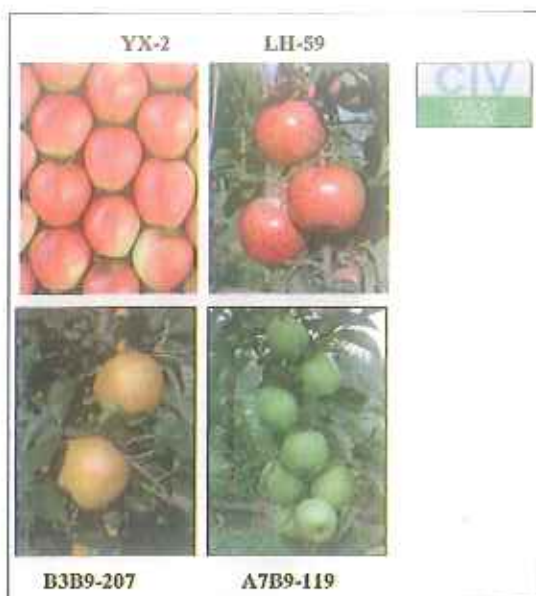
terno delle progenie, venga effettuata anche sulla base della effettiva composizione allelica a loci responsabili della variabilità per caratteri di interesse.

Programmi di miglioramento genetico del melo

Una prima documentazione sulle attività di miglioramento genetico da parte degli enti pubblici e privati ope-



▲ Fig. 5 - Selezione molecolare di piante Vf-resistenti con il marcatore SSR-CHVf1 e col gene HcrVf2. Le bande elettroforetiche allineate secondo la freccia sono quelle associate alla resistenza a ticchiolatura (R = resistente; S = suscettibile).



▲ Fig. 6 - Alcune selezioni del CIV di Ferrara.



▲ Fig. 7 - Selezioni di mele del CMVF-DCA Università di Bologna allo stadio 2.

ranti in Italia è già stata effettuata cinque anni fa (Sansavini *et al.*, 2004). Diamo ora gli aggiornamenti.

CIV, San Giuseppe di Comacchio (Fe)

Il programma di miglioramento genetico del melo del CIV, iniziato nel 1988, presso il centro ricerche di S. Giuseppe di Comacchio, sta consolidandosi dopo la introduzione delle due prime varietà Rubens® Civni e Modi® Civi198. L'obiettivo principale è l'ottenimento di varietà caratterizzate da forte potenziale commerciale legato alle caratteristiche dei frutti, soprattutto come sapore, croccantezza della polpa, caratteristiche estetiche e conservabilità ed a caratteristiche agronomiche che permettano una produzione redditizia e sostenibile.

Dal 1997 è stato dato rilievo alla ricerca di resistenza a patogeni fungini e ad insetti, sia in coltivazione che in conservazione, usando almeno un genitore resistente in ogni incrocio. Il processo si basa sull'utilizzo di un numero elevato di semenzali e criteri stretti di

selezione. Lavoriamo in presenza di una forte pressione selettiva di origine ambientale: zone umide e calde in cui si evidenziano molto le malattie fungine. Selezioniamo linee con alta efficienza produttiva (precoce messa a frutto, costanza di produzione ed una struttura dell'albero ideale, soprattutto in funzione della necessità di avere pareli più appiattite). Sono stati individuati dei parentali che trasmettono efficientemente queste caratteristiche di pianta.

Non lavoriamo su piante colonnari perché gli internodi corti danno fittezza, competizione foglia-frutto e di conseguenza poca qualità. Lavoriamo su piante che hanno rami aperti con brindilli corti e gemma terminale a fiore, che garantiscono maggior efficienza nell'intercettazione delle luce, migliore qualità del frutto, produzione elevata e costante senza alternanza. Ne consegue una facilità di gestione, riduzione drastica dei costi di allevamento e potatura e possibilità di costruire forme di allevamento che permettono una forte mecca-

nizzazione, incluso il diradamento. Si può dare così risposta alle necessità di riduzione di uso di prodotti chimici, sia per i trattamenti che per il diradamento.

Stiamo ottenendo varietà che possono essere coltivate in un areale più ampio delle varietà attuali (es. Modi® Civi198). Questo consente la coltura del melo in zone dove si può disporre di grandi superfici, facilmente meccanizzabile, con produzioni di qualità a costi contenuti e con maggiore rispetto delle problematiche ambientali. Prima del licenziamento le selezioni avanzate vengono sperimentate anche per la conservazione e vengono effettuati dei test di degustazione, svolti da istituti specializzati.

La fase di pre-licenziamento viene molto curata da parte del CIV. L'obiettivo non è di licenziare molte varietà diverse, ma di licenziare solo varietà che abbiano un forte impatto commerciale. Perciò la fase di collaudo pre-licenziamento implica la coltivazione di numeri significativi di piante in diverse zone in condizioni commerciali, con test di conservazione,

TAB. 6 - PROCEDURA SEGUITA IN SVIZZERA DA AGROSCOPE ACW PER LA SELEZIONE DI VARIETÀ RESISTENTI ALLE MALATTIE

Anno	Stadio/Operazione	Osservazioni
1	Ibridazione	Incrocio con portatori di resistenze
2	Semenzali Test di resistenza in serra e laboratorio	Inoculazione in serra con licchiodatura e selezione ottica e talvolta molecolare dei semenzali resistenti
3	Selezione in campo aperto per resistenza all'oidio, giovanilità, ecc.	Piante innestate su portainnesti M27(*)
5-9	Selezione in base alla qualità dei frutti e dell'albero (stadio 1)	Moltiplicazione, il più velocemente possibile, per lo stadio successivo
8-13	Stadio A (3 alberi), analisi delle caratteristiche del frutto e dell'albero	Test con partner commerciali, paragone con varietà standard, test virologici
12-18	Stadio B (4 x 4 alberi) e C (50 alberi)	Test di conservazione, di diradamento, degustazioni con i consumatori
19-20	Omologazione	Diffusione tramite VariCom S.r.l.

(da Kellerhals *et al.*, 2008)

(*) Nei programmi italiani non si fa uso dell'M27, bensì dell'M9

degustazione e indagini di mercato al fine di definire le zone più adatte alla coltivazione, i target di mercato e la strategia di diffusione. È una fase delicata e costosa, che richiede collaborazioni multidisciplinari di alta professionalità, unite ad una adeguata riservatezza. È molto importante in questa fase il coinvolgimento delle strutture organizzate di produzione e commercializzazione per permettere di effettuare i primi test di accettazione del pubblico e per valutare le migliori possibilità di sbocco commerciale. Attualmente le selezioni avanzate del CIV sono sperimentate in oltre 70 siti in Europa, 26 siti in Nord America e nell'Emisfero Sud.

Programma CReSO/CIV (Cuneo e Ferrara)

Il CReSO, Consorzio di ricerca e sviluppo della Regione e delle Province piemontesi, si occupa di innovazione dell'assortimento varietale in funzione delle attese dei mercati cui si rivolge la filiera melo della regione e dei vincoli/opportunità del pedoclima. Per questo il suo "core business" è la valutazione di cultivar e selezioni avanzate ottenute in prova da costitutori ed editori. Il Piemonte si è specializzato nella produzione di mele a buccia rossa sia per i mercati del Sud-Europa, sia per il Medio e l'Estremo Oriente. I problemi connessi al modesto profilo organolettico delle Red Delicious, alla regressibilità dei cloni di Gala, all'eterogeneità qualitativa ed alternanza produttiva di Fuji, hanno indotto il CReSO ad affiancare alla valutazione varietale un programma di miglioramento genetico per mele rosse di eccellenza sensoriale. Gli obiettivi sono l'ottenimento di cultivar di qualità nell'ambito di una tipologia

TAB. 7 - PRINCIPALI VARIETÀ DI MELE UTILIZZATE QUALI LINEE PARENTALI NEGLI INCROCI DELLE VARIE ISTITUZIONI ITALIANE (*)

Varietà		Varietà TR (Ticchiolatura-resistente)	
Annurca	2	Ariva	2, 3, 6
Braeburn e cloni	1, 3, 6	Catarina	2
Dominici	2	Crimson Crisp	2, 3
Elstar	1, 5, 7	Crimson Gold	5
Fuji e cloni	1, 2, 3, 4, 6, 7	Delorina	2, 6
Gala e cloni	1, 2, 3, 4, 6	Durello di Forlì	3
Gold Chief	3	Enterprise	4
Golden Delicious e cl.	3, 4, 5, 6	Florina	1, 4, 6
Imperatore	5	Golden Orange	5, 6
Lady Williams	4	GoldRush	1, 3, 4, 5, 6
Pilot	2	ISF FO 811235	4
Pink Lady	1, 2, 3, 4	ISF FO 81514	4
Pinova	2, 3, 6, 7	Liberty	1
Red Delicious e cloni	2, 4, 5, 6	Prima	5
Renetta grigia di Torriana	3	Primo Red	3
Rouissè	2	Primiera	3
Rubens	2	Priscilla	5
San Lugano	6	Saturn	2
Stayman Winosap	4	Scarlet D'Hara	2
Wijcik	4, 6	Sel. Coop 17	5
Sel. ISF FO 7311D3	4	Sel. Coop 36	6
Sel. ISF FO 89542	4	Sel. DCA 81413029	2
Sel. ISF FO 87101	4	Sel. FAW	6
		Sel. HCRGT132	5
		Tesaurus	5

(*) Per la titolarità dei programmi e il relativo numero dell'istituzione vedi tab. 4

estetica ben definita: epicarpo rosso luminoso preferibilmente striato, forma tronco-conica oblunga.

Nell'ambito della qualità organolettica, si è operato, per quanto concerne la tessitura della polpa, sia sulla tipologia croccante, sia fondente; per quanto riguarda l'equilibrio dolce-acidulo, sia sulla tipologia prevalentemente dolce (Gala, Fuji, ecc.), sia sulla tipologia "a sapore bilanciato". Ci si è posti come obiettivi subordinati le caratteristiche agronomiche, in particolare una buona interazione genotipo/ambiente pedemontano e montano e la facilità di gestione dell'albero: dalla favorevole distribuzione della fruttificazione, al basso fabbisogno in diradamento (perseguito attraverso il carattere "corimbo mono-frutto"), alla sensibilità alle fitopatie.

Il CReSO è interessato a individuare o a collaborare alla costituzione di cultivar innovative rispetto alle esigenze della filiera del territorio pedemontano, ma non può né intende trasformarsi

in costituente per finanziare - con l'incasso di eventuali future "royalties" - la propria attività di ricerca. Inoltre, non dispone delle autorizzazioni per l'utilizzo di cultivar ritenute "top parent" quali genitori nelle combinazioni di incrocio. Ha perciò stabilito un accordo di partnership con il CIV di Ferrara che si occupa dell'ottenimento e della selezione S1 dei sementali, accollandosi tutti i costi del progetto, compresa la "expertise" affidata al CReSO.

Il programma è iniziato nel 1996. Il CReSO definisce le combinazioni di incrocio e le realizza presso il Centro ricerche di Manta. Sono state finora effettuate 101 combinazioni di incrocio e ottenuti oltre 90.000 sementali messi a dimora presso il Centro di sperimentazione del CIV a San Giuseppe di Comacchio (Fe). La selezione S1 è stata completata per gli incroci effettuati fino al 1999; attualmente sono ancora oltre 50.000 i sementali in valutazione in campo. Le selezioni passate al secondo livello di selezione sono 186. La fase S2 prevede il trasferimento dei materiali promettenti nelle aziende sperimentali coinvolte nel progetto (parcelle di 3-5 alberi/M²). Il CRe-



Fig. 8 - Selezioni ottenute presso il CRA-SRF di Forlì.

TAB. 8 - ALCUNE DELLE PRINCIPALI LINEE DI SELEZIONE S2 O S3, DAI PROGRAMMI ITALIANI DI MIGLIORAMENTO GENETICO DEL MELO

Selezione	Epoca raccolta	Caratteristiche dell'albero	Caratteristiche del frutto
CIV Ferrara			
YX-2	+ 30-35 gg Gala	Selezione di media stagione, molto produttiva.	Frutti di grossa pezzatura forma allungata (tipo Red Delicious), di colore rosato su fondo verde. Polpa molto consistente (9,5 Kg), croccante, con tessitura fine. Sapore leggermente acidulo (7,0 - 7,5 °g/l Ac. Malico). Qualità globale eccellente (14 - 14,5 °Brix). Resistente sull'albero. Si conserva molto bene.
LH-59	- 5 gg. Fuji	Molto simile a Fuji, vigoria media, precoce messa a frutto, produttività elevata. Non ha alternanza.	Simile a Fuji, colore rosso intenso con striature distribuite sul 100%. Forma rotonda - allungata. Polpa croccante, succosa, dolce (17,3 °Brix) e leggermente più acidula di Fuji (4,7 g/l)
B3B9-207	+ 15 gg. Gala	Medio vigore, portamento aperto, resistente a ticchiolatura, media produttività.	Pezzatura, medio grossa, forma rotonda leggermente appiattita, regolare. Colore di fondo verde, sovracoloro rosso slavato sul 20% (80% di rugginosità). Polpa giallastra, croccante, consistente e succosa. Sapore molto buono (16,2 °Brix 8,04 g/l Ac. Malico)
A7B9-119	- 30 gg. Granny Smith	Piuttosto vigoroso e di buona produttività. Resistente a ticchiolatura. Precoce messa a frutto.	Pezzatura medio grossa, buccia verde, liscia. Polpa fine, acidula, croccante, succosa, gradevole e fresca. Il sapore ricorda Granny Smith ma con maggiore componente zuccherina e aromatica. (13,4 °Brix 8,2 g/l Ac. Malico)
CRA-SRF Forlì			
ISF FO 98.33.1 (Pink Lady x 86.17.4)	Inizio settembre (11 gg prima di Golden Delicious)	Media vigoria, di buona produttività.	Forma tendenzialmente ellissoidale, pezzatura media (PM = 200 g), aspetto molto attraente, con colorazione rosa-rosso brillante sull'80-90%, fondo verde-giallo. Polpa di buone caratteristiche organolettiche, mediamente dolce (RSR = 12,5 °Brix) e poco acidula (5,7 meq/100g), di media consistenza (7,0 kg), aromatica, succosa
ISF FO 93.27.11 (Royal Gala x Fuji)	II decade di settembre (-5 gg Golden Delicious)	Habitus standard non molto vigoroso, produttività medio-elevata	Forma ellissoidale, pezzatura medio-piccola (175 g) colorazione rossa, uniforme (90%) fondo verde-giallo. Polpa di ottimo sapore, piuttosto dolce (RSR = 15,6 °Brix), di media-bassa acidità (5,6 meq/100g), di buona consistenza (7,9 kg).
ISF FO 89.30.5 (Forum x Lady William)	I-II decade di ottobre (-1gg Fuji).	Standard non molto vigoroso, di media produttività.	Di forma tronco-conica, pezzatura elevata (219 g.) colorazione rosso uniforme (85%), fondo giallo-verde. Polpa di media-elevata consistenza (8,0 kg), fine, croccante e succosa, buon sapore equilibrato (RSR = 14,3 °Brix acidità titolabile = 7,1 meq/100 g). Poco suscettibile a ticchiolatura.
ISF FO 89.29.3 (Forum x Fuji)	II decade di ottobre (+2 gg Fuji).	Di vigoria medio-elevata e produttività media	Forma cilindrico-oblunga, media pezzatura (192 g) colorazione rosa (50%), fondo verde-giallo. Polpa consistente (9,1 kg), di ottimo sapore, croccante, succosa, molto dolce e acidula (RSR = 17,3 °Brix acidità titolabile = 11,0 meq/100g). Mediamente suscettibile a ticchiolatura.
CMVF-DCA Bologna			
DCA BO 91.401.076 (Belgolden x Braeburn)	II decade di ottobre.	Elevata vigoria e di buona produttività	Forma tronco-cronica allungata, di pezzatura elevata. Colorazione rosso brillante sfumata, estesa su quasi la totalità della superficie. Cavità peduncolare rugginosa peduncolo medio-corto, spesso. Cavità calicina larga, aperta, di media profondità. Polpa soda, succosa, dolce, poco acidula
DCA BO 96.424.031 (Gold Chief x Pink Lady)	II decade di settembre	Vigoroso e di buona produttività.	Forma tronco-conica leggermente costoluta, di pezzatura elevata. Colorazione rosa-rosso sfumata, estesa su circa il 60% della superficie. Cavità peduncolare stretta e profonda, appena rugginosa peduncolo medio-corto. Cavità calicina piccola, con 5 umboni evidenti, calice chiuso. Polpa soda, croccante, mediamente succosa, dolce, leggermente acidula
DCA BO 91.401.181 (Belgolden x Braeburn)	II decade di ottobre	Vigoroso e di buona produttività	Forma tronco-cronica breve, di pezzatura elevata. Colorazione soffusa di rosso brillante, estesa su circa l'80% della superficie. Cavità peduncolare rugginosa peduncolo sottile, medio-lungo. Cavità calicina mediamente profonda, con calice molto largo. Polpa soda, croccante, succosa, di buon sapore dolce-acidulo
DCA BO 89.404.111 (Royal Gala x Fiorina)	I-II decade di settembre	Mediamente vigoroso e di buona produttività. Ticchiolatura resistente	Forma tronco-cronica breve, di pezzatura media. Colorazione rosso striato intenso, estesa su circa il 90% della superficie. Lenticelle evidenti. Cavità peduncolare profonda, rugginosa. Peduncolo lungo. Cavità calicina ampia e pronunciata. Polpa compatta, croccante, succosa, di ottimo sapore, leggermente acidulo.
DCA BO 96.415.005 (Primera x Pink Lady)	Prima-seconda decade di ottobre	Mediamente vigoroso e di buona produttività. Ticchiolatura resistente	Forma globoso-sub cilindrica, di pezzatura media. Colorazione rosa intensa, estesa su circa il 90% della superficie. Polpa croccante, succosa, di buon sapore, dolce-acidulo
FAM-IASMAA S. Michele - Trento			
IASMAA 99.19.17	+ 7gg Golden Delicious	Ottimo <i>habitus</i> vegeto-produttivo, struttura sufficientemente compatta, ottima differenziazione a fiore, precoce messa a frutto e costante produttività.	Aspetto attraente, qualità organolettiche intermedie
IASMAA 99.19.30	= Golden Delicious		
IASMAA 00.33.41	-7 gg Golden Delicious	Di media vigoria, portamento aperto assurgente, media produttività	Pezzatura medio grossa, forma tronco conica ellissoidale regolare e omogenea. Sovraccoloro tipo Fuji con striature rosse dal 30 al 70%. Polpa croccante, soda, succosa, leggermente grossolana. Gusto dolce acidulo aromatico. Ottima "shelf life"
IASMAA 01.66.117	tardiva + 25gg Golden Delicious	Vigoria medio debole, portamento aperto, assenza di tratti spogli, molte lamburde	Pezzatura media, forma tronco conica breve, talvolta leggermente asimmetrica. Colore di fondo giallo e sovraccoloro rosso intenso, striato (dal 30 al 70%). Polpa: croccante, succosa a tessitura fine. Gusto prevalentemente dolce e mediamente aromatico

SO attualmente ha in prova 42 selezioni avanzate presso il Centro ricerche per la frutticoltura di Mantova.

Dal 1996 ad oggi la scelta dei parentali utilizzati nel programma è evoluta progressivamente. Ampiamente esplorate, anche se non ancora esaurite, le combinazioni tra: parentali di riferimento (Gala, Red Delicious, Fuji); cultivar del germoplasma piemontese e italiano; cultivar "top quality", come Civni Rubens® dalle pregevoli caratteristiche qualitative e, infine, esplorazione di serbatoi di resistenze, come la multiresistente Ariwa®, CIVG198 Modì®, ecc.



Fig. 9 - Selezioni di FEM-Iasma di San Michele all'Adige (Tn) allo stadio 1.

CMVF-DCA Università di Bologna

Il programma di miglioramento genetico del CMVF-DCA Università di Bologna è iniziato nel 1977. Da allora ad oggi sono stati fatti 529 incroci per un totale di 50.000 semenzali. A partire dal 1992 i semenzali sono stati innestati su M9 fin dal 1° stadio di valutazione. Attualmente le piante in osservazione sono oltre 9000 provenienti da 300 incroci. Le piante che nel primo stadio di selezione presentano caratteristiche interessanti, vengono replicate (in numero da 3 a 5 per semenzale) e portate ad un successivo stadio di selezione (S2), che contemporaneamente è replicato, per alcuni obiettivi, in altre sedi di selezione. Alla fine del 2008 erano presenti in campo 139 selezioni S1 e 41 in S2, solo alcune delle quali saranno portate a livello successivo. Il ciclo di compimento dei tre stadi selettivi è dunque molto lungo; ne è un esempio la varietà Gold Chief®, ottenuta dal DCA - CMVF, i cui incroci vennero eseguiti nel 1981, mentre è stata rilasciata dopo un ventennio di lavoro selettivo.

I principali obiettivi su cui si è incentrata l'attività di "breeding" del melo del CMVF-DCA di Bologna sono due: la resistenza a patogeni, soprattutto la ticchiolatura (*Venturia inaequalis*), e la qualità del frutto. Per il primo scopo sono stati utilizzati, negli ultimi anni, come parentali, una decina di cultivar fra cui in particolare GoldRush, Primiera, Prime Red, Crimson Crisp® (tutte e quattro con resistenza di tipo monogenica derivata dal Vf) e Ariwa®, la quale accanto al gene Vf presenta anche il gene Vb. Oltre a varietà portanti il gene Vf se ne sono utilizzate anche altre derivate da differenti fonti di resistenza, tra queste Murray (Vm), Hansen's baccata # 2 (Vb), Realka (Vr), Antonovka, Cathay

Crab. Tutto questo anche per poter studiare la segregazione di questo carattere. Ulteriori fonti di resistenza sono quelle originali che conferiscono tolleranza. Tra queste si segnalano Durello di Forlì che, oltre a questa resistenza di tipo poligenico, presenta un *habitus* di tipo spur; questa antica varietà, insieme ad altre della collezione germoplasma del DCA, è oggetto di studi molecolari relativi a resistenza e qualità del frutto, abbinati ad un progetto MURST-F.I.R.B.

In generale, si vorrebbe arrivare a migliorare gli attuali standard merceologici, sia come aspetto che come caratteristiche qualitative (durezza, croccantezza, succosità, equilibrio dolce-acido, ecc.), cercando anche di allargare il calendario di raccolta. Per la parte di programma riguardante ricerca di marcatori molecolari e MAS, si rimanda alla voce trattata in premessa.

CRA - SRF di Forlì

Dal 1971 la sezione di Forlì dell'Istituto Sperimentale per la Frutticoltura (ora Unità di Ricerca in Frutticoltura del CRA - SRF) ha iniziato un'attività di miglioramento genetico del melo finalizzata all'ottenimento di varietà pienamente adatte alla Valle Padana, dotate di frutti con elevate qualità organolettiche (utilizzando per questo obiettivo anche vecchie cultivar autoctone). A partire dagli anni '80 gli obiettivi si sono ampliati includendo anche la resistenza a ticchiolatura e oidio e, dal 1988, nuove tipologie di 4 vegetativo compatto dell'albero, fra cui quello colonnare. Dal 1971 al 1993 il programma ha goduto dei soli finanziamenti ordinari del Ministero dell'Agricoltura. Dal 1993 al 2003 l'attività è stata inserita nel Progetto finalizzato Frutticoltura del Mipaaf "Miglioramento genetico del melo"; in se-

guito si è proseguito grazie ad un progetto regionale triennale, "Melicoltura di pianura: nuove varietà per una melicoltura di qualità e a minore impatto ambientale".

Attualmente New Plant (Consorzio per l'innovazione varietale costituito dai gruppi Apofruit Italia, ApoConerpo e Orogel Fresco), contribuisce al finanziamento di questa attività di breeding e ne gestirà i risultati. Nel periodo 1971-2009 sono state realizzate 771 combinazioni d'incroci, ottenendo circa 60000 semenzali (oltre il 40% finalizzati alla resistenza a ticchiolatura). I parentali maggiormente utilizzati sono risultati: Red Delicious (gruppo), Golden Delicious (gruppo), Fuji (gruppo), Gala (gruppo) ISF IO 89.29.3, Forlady e Pink Lady®. Come principale risultato di questa attività vi è stata la diffusione commerciale di Forum (1992), Superstayman (1999) e Forlady (2007).

Attualmente, sono in corso di selezione presso l'azienda sperimentale di Magliano circa 20.000 semenzali (su una superficie di oltre 7 ha), di cui oltre 10.000 ottenuti da incroci resistenti a ticchiolatura. Finora si è provveduto alla piantagione dei semenzali direttamente in campo, senza ricorrere all'innesto su portinnesti nanificanti. È in corso di valutazione la possibilità di impiegare in futuro semenzali innestati su M9 al fine di abbreviare il periodo di improduttività giovanile e di migliorarne la qualità della fruttificazione. I semenzali selezionati (= selezioni) vengono propagati per innesto e messi a dimora in campi (1° livello) di confronto varietale con le cultivar tradizionali. Al momento sono 346 le selezioni di I livello presenti nelle collezioni CRA-SRF, di cui l'88% è stato selezionato negli ultimi 5 anni. Sulle selezioni di I livello vengono effettuati rilievi vegetativi e produttivi, oltre

Rubens® Civni*

Gala x Elstar (CIV FE - 1984)
Brevetto: domanda UE 1892/2000

Epoca di raccolta: 12 giorni da Golden B (Fe)

Albero: vigoria media

Produzione: legno di un anno, brindilli,
lamburde

Frutto: media pezzatura, forma tronco conica,
colore di fondo verde-giallo, sovraccolore rosso
stralo; tessitura fine; polpa succosa, acidula
Sensibilità al Cracking

RUBENS



ad analisi organolettiche dei frutti e studi sulla loro "shelf life".

ISF Roma - Sezione di Pergine Valsugana (Tn)

L'attività di miglioramento genetico del melo presso la Sezione di Trento è iniziata nel 1972 e cessata nel 2007; nel programma di incroci si è utilizzato materiale proveniente dal programma americano PRI (Università di Purdue, Rutgers ed Illinois) con lo scopo di coniugare caratteristiche di resistenza con aspetti organolettici ed esteriori

consoni alle richieste di mercato europeo. Da allora ad oggi sono state licenziate 11 varietà. Gli obiettivi perseguiti con il programma riguardano, essenzialmente, i seguenti punti: introduzione di resistenze alle più comuni fisiopatie quali ticchiolatura (*Venturia Inaequalis*), oidio (*Podosphaera leucotrica*), cancro della corteccia (*Nectria galligena*), marciume del colletto (*Phytophthora spp.*), nonché al fuoco batterico (*Erwinia amylovora*), agli afidi (*Eriosoma lanigerum* e *Dysaphis plantaginea*) e agli scoppazzi del melo ("apple proliferation micoplasm"); miglioramento delle qualità gustative frutti, delle attitudini alla trasformazione industriale, delle caratteristiche organolettiche dei frutti per affinamento del rapporto zuccheri/acidi, per aromi, come quello di melo acerbo mantenuto anche in prossimi-

mità della maturazione; infine, individuazione di alberi con migliore efficienza produttiva e più precoce messa a frutto.

FEM-Iasma di San Michele all'Adige

Il programma di miglioramento genetico del melo dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige ha avuto inizio nel 1999 grazie al supporto finanziario della Fondazione della Cassa di Risparmio di Trento e Rovereto. Obiettivo principale è la costituzione di varietà migliorative rispetto a quelle attualmente coltivate. A regime è programmato un massimo di 60.000 semenzali a dimora (tutti innestati su M9 con sesto d'impianto di metri 0,50 x 3,0) ed una attività annuale ciclica di espianto e messa a dimora di ulteriori 7.000-8.000 nuovi genotipi.

I controlli pomologici sono eseguiti per tre anni consecutivi ed interessano circa 20-25.000 semenzali annualmente in produzione (fra primo e terzo anno di valutazione pomologica). Il processo di valutazione dei semenzali è entrato a regime nel 2007-2008. La superficie attualmente interessata dalle valutazioni di primo livello dei semenzali ammonta a circa 10 ha e per il secondo livello a circa 0,5 ha. Il programma si propone: il mi-

KIWI AL MASSIMO LIVELLO LA SQUADRA CHE VINCE NON SI CAMBIA



TRADECORP
MULTI-AGRICOLTURA

Via della Corte, nr. 2, Calderara di Reno (Bologna) - Italia
e-mail: lutaraborrelli@libero.it

Tel. +39 340 68 23 197
www.tradecorp.com.es



Gala x Liberty
 EU Patent: 2005-0312
Epoca di Raccolta: -7 giorni da Golden Delicious
Albero: vigoria media; rapida entrata in produzione; produttività elevata e costante. Resistente a ticchiolatura.
Frutto: grosso, tronco conico allungato; colore rosso porpora brillante su tutta la superficie; molto attraente. Polpa consistente, croccante e succosa; elevato tenore zuccherino e di acidi.

glioramento qualitativo dei frutti (aspetto, qualità organolettiche (croccantezza e RSR), conservabilità, "shelf-life", componenti nutraceutici); l'incremento delle potenzialità e della costanza produttive (elevata adattabilità alle caratteristiche ambientali ed alle tecniche colturali); la riduzione degli interventi chimici (incremento della rusticità e della resistenza alle principali patologie); la riduzione degli interventi manuali (economie nella fase di gestione degli impianti, delle forme di allevamento e nel diradamento dei frutti); la selezione del carattere "self-thinning" per avere un solo frutto per gemma; l'ottenimento di *habitus* vegetativo colonnare, spur e compatto; l'introduzione del carattere polpa rossa.

Il raggiungimento degli obiettivi è perseguito integrando le tecniche di selezione di campo con quelle molecolari e genetiche, per incentivare la selezione precoce dei semenzali ed elevare le performance dei materiali da porre in campo per la valutazione conclusiva (si rimanda al capitolo "Approcci di genetica"). Dal 1999 ad oggi sono state sviluppate 469 combinazioni d'incrocio ed ottenuti più di 140.000 semi. Attualmente sono a dimora circa 60.000 semenzali su una superficie di circa 10 ettari suddivisi nelle due aziende Giaroni e Maso Zancanello (entrambe nella Valle dell'Adige): 50.000 sono innestati su M9 e 20-25.000 circa sono in produzione (Tab. 2). Altri 16.000 semenzali, originati dagli incroci 2005, 2006 e 2007, sono attualmente coltivati in vaso nel tunnel dell'Azienda Giaroni.

Sono circa 210 i nuovi genotipi ritenuti d'interesse e quindi iscritti in valutazioni di secondo livello. Diverse selezioni sono state segnalate per particolari caratteri di pregio: elevato contenuto zuccherino, assenza di acidità, spiccata croccantezza della polpa, elevata succosità, elevata "shelf life" forma regolare ed allungata del frutto, colorazione dei frutti brillante ed omogenea. Le selezioni globalmente migliori saranno inserite in valutazioni di terzo livello, da sviluppare in due o più aree fra loro diverse come esposizione, altitudine e caratteristiche pedologiche, ponendo a dimora un sufficiente numero ed a confronto con le varietà attualmente coltivate.

Programma del CSAF di Laimburg (Bz)

L'Alto Adige è da sempre una zona propensa all'innovazione varietale nel settore melicolo. Basta considerare che con l'introduzione di Fuji, Gala, Braeburn e Pink Lady® negli anni '90 l'assortimento varietale sudtirolese ha subito una rivoluzione importante. Negli ultimi dieci anni le organizzazioni commerciali hanno siglato accordi per l'accesso a 6 cultivar gestite in forma esclusiva come club. Anche se in alcuni club è possibile agire come partner equivalenti che partecipano alle decisioni strategiche, resta comunque una dipendenza



Vivaio Vitafruit - via Enzenberg, 20 - I-39018 Terlano
 www.vitafruit.it - vitafruit@rolmail.it
 Tel. +39 0471 238 270 - Fax +39 0471 238 058
 Andreas Obkircher 335 6922606
 Sebastian Grandi 348 7486 048

Offriamo:

**Ottima qualità
 di piante di melo:**

- Golden Klon B
- Golden Reinders®
- Golden Smoothie®
- Gala Schniga®
- Royal Beaut®
- Red Delicious®
- Red Chief® • Red Cap®
- Fuji Kiku 8® • Fuji Fubrax®
- Canada Renette
- Jonagold • Idared®

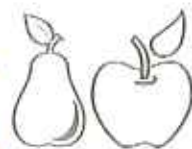
**Piante knip con certificazione
 e ottima ramificazione**

Ottimo rapporto prezzo/qualità

**Consulenza e
 servizio professionale**

**Esperienza nel settore
 da tanto tempo**

**Altre varietà:
 Piante di pero su richiesta**



**Richieda un'offerta
 gratuita per la
 nuova stagione**

nei confronti del detentore o dell'editore della cultivar. Questo è uno dei motivi per i quali dodici anni fa, nel 1996, è stato deciso di iniziare un programma di breeding allocato in Alto Adige con l'obiettivo primario di creare nuove varietà per il territorio. Una zona melicola delle dimensioni dell'Alto Adige (1 milione di t prodotte nel 2008) può e deve permettersi un proprio programma di miglioramento genetico.

L'obiettivo principale perseguito presso il Centro Sperimentale Laimburg rimane quello dell'ottenimento di varietà di elevato livello qualitativo con buone caratteristiche di conservabilità e di coltivazione. Questo programma è tuttora finanziato esclusivamente dal Centro Sperimentale di Laimburg. Allo stato attuale il programma di miglioramento genetico, iniziato nel 1996, si avvale di circa 30.000 semenzali provenienti da 190 combinazioni parentali diverse; sono stati selezionati finora 100 genotipi, che sono stati inseriti nelle classiche prove varietali.

Nell'ambito del "Progetto Interreg IIIA Gene Save" per la conservazione di vecchie varietà di melo, cereali e ortaggi, sono stati raccolti più di 1000 campioni di vecchie varietà di melo, che erano state denunciate come sconosciute dai proprietari. Un team internazionale di pomologi è riuscito ad identificare una buona parte dei campioni. Varietà interessanti e rare sono state innestate e vengono preservate nella collezione di germoplasma del Centro Sperimentale. Il risultato di questo progetto è un rilievo abbastanza esaustivo delle vecchie varietà ancora presenti in Alto Adige. Le varietà sono state caratterizzate fenotipicamente e genotipicamente; varietà interessanti sono in parte già state utilizzate come progenitori di incroci.

In conclusione, si può constatare che un moderno territorio frutticolo co-

me l'Alto Adige ha deciso di partecipare attivamente al processo di rinnovamento varietale per rimanere concorrenziale nel lungo periodo. Le prime selezioni del programma di miglioramento genetico del Centro di Laimburg vengono testate nei due campi di Laimburg (220 m s.l.d.m.) e Laces (670 m s.l.d.m.) seguendo la medesima procedura utilizzata per altre varietà in prova provenienti da programmi di ibridazione di tutto il mondo. Non appena la selezione con i marcatori risulterà applicabile in pratica, si procederà all'impiego di questa metodologia con carattere prettamente diagnostico, che si differenzia dalla manipolazione genetica.

Griba (Terlano, Bz)

La Griba è una cooperativa di vivaiisti dell'Alto Adige con una produzione annuale di ca. 2.000.000 di piante. I prodotti sono: mele, pere e ciliegio. L'idea di creare un programma di breeding del melo esiste già da diversi anni, ma solo nel 2007 è stata intrapresa questa strada. Nella primavera 2008 sono stati effettuati i primi incroci, con il fine di creare innanzitutto una mela moderna, attraente e con un ottimo sapore, dalla polpa croccante e succosa. Come secondo obiettivo c'è la presenza di resistenze ad avversità. L'obiettivo centrale del programma è quello di creare una mela che dia il meglio ai consumatori ed allo stesso tempo ai produttori; ciò si cerca di raggiungerlo con una produzione annua di semenzali che si aggira dai 2.000 ai 3.000 individui. La quantità di semi per il 2009 sarà di circa 2.300.

Conclusioni

Le istituzioni pubbliche e private italiane di cui abbiamo qui riportato sinteticamente i programmi coprono

tutti i possibili potenziali obiettivi agronomici, genetico-sanitari, qualitativo-merceologici e territoriali dell'innovazione varietale del melo. Vi sono coinvolti anche i cinque principali distretti melicoli italiani di montagna e pianura. Se si considera che già alcune delle varietà finora licenziate hanno trovato promettente affermazione e diffusione anche all'estero (es. Rubens[®], Modi[®], Gold Chief[®]) e sono comunemente entrate nella filiera vivaistica (Golden Orange e Forlady), vi è motivo di ritenere che nell'arco di cinque-dieci anni ben maggiori risultati si dovrebbero raggiungere con i programmi in corso.

Occorre rilevare che annualmente i responsabili dei programmi si incontrano per riferire sullo stato dell'arte, scambiarsi informazioni e discutere delle rispettive strategie, sviluppate finora in piena autonomia (Sansavini *et al.*, 2004). Due sono gli elementi più importanti finora emersi:

1) di fronte alla prevedibile elevata quantità di selezioni che arriveranno presto al 3° stadio di valutazione (fase di pre-licenziamento) occorrerebbe un intervento di coordinamento fra programmi, al fine di condurre un percorso comune, sia per la scelta dei siti di prova, sia per quella delle metodologie di valutazione a livello conclusivo in campo, sia per le analisi parametriche, per i panel sensoriali comuni e per i saggi di mercato ("consumer test"). Questo compito potrebbe essere svolto da una struttura già esistente, quale il gruppo di lavoro del CRA Mipaaf, con la collaborazione delle APO c/o dei vivaiisti e delle catene dei supermercati. Un esempio da considerare con attenzione è quanto si sta realizzando in Alto Adige da parte delle istituzioni pubbliche e private, qual è

Golden Orange*

Ed Gould Golden x PRI 1956-6 (ISF TN - 1979)
EU patent 10182/2002

Epoca di raccolta: 7 giorni da Golden B (TN)

Albero: vigoria media, resistente a tochiolatura

Produzione: legno di un anno (prevalente),

brindilli.

Frutto: pezzatura medio-grossa, forma semi tronco-conica, colore di fondo verde-giallo, sovracoloro rosa-arancio; polpa consistente, dolce acidula. Limitata conservabilità.



Forlady

Forum x Lady Williams
(ISF FO - 1989)

Epoca di raccolta: +7 giorni da Golden B
(Magliano, FO)

Albero: vigoria media

Produzione: prevalentemente su lambride

Frutto: pezzatura da media a medio-grossa, forma tronco-conica corto, colore di fondo verde-giallo, sovracoloro rosso acceso uniforme (90%); polpa fine, croccante, acidula e succosa. Buona shelf-life.





Gold Chief® Gold Pink*

Starkrimson x Golden Delicious
 Epoca di raccolta: +15 giorni da Golden B
 Albero: tipo semispar, di vigore contenuto e di facile gestione, adatta alle alte densità.
 Fioritura intermedia. Ampia finestra di raccolta.
 Produzione: prevalentemente su lamburde ma anche su brindilli e rami misti. Rapida messa a frutto. Produttività elevata.



Gold Chief® Gold Pink*

Frutti: grossa pezzatura, regolare, simmetrico, forma tronco conica allungata con 5 lobi pronunciati.

Epidermide: colore giallo chiaro sfumato di rosso-arancio. Lentecelle evidenti e rugginose negli ambienti meno ventilati.

Polpa: fine, consistente, succosa, bianco crema, dolce aromatica e mediamente acidula. Ottima per dessert.

Nelle aree montane manifesta le migliori caratteristiche estetiche e qualitative.
 Buona capacità di conservazione.

l'iniziativa dell'SK (consorzio per l'innovazione varietale) che sta valutando in un unico corpo aziendale tutto il materiale nuovo introdotto in provincia per arrivare ad orientare i produttori e perfino alla programmazione delle superfici da impiantare con le nuove varietà (se le selezioni avranno superato le tre fasi). Al momento ne sono state approvate sei, tutte di Club (Pink Lady®, Rubens®, Kanzi®, Modi®, Jazz®, Evelina®);

- 2) così come è stato fatto dal network "Eufrin" per poter valutare le varietà collegialmente (gruppo inter-europeo che si è dato regole comuni) è auspicabile che si costituisca anche un "network del breeding europeo" per le nuove metodologie genetico-molecolari escogitate dai vari gruppi di ricerca operanti in Europa, affinché si possano introdurre comuni tecnologie di selezione molecolare assistita (MAS) e si rendano disponibili marcatori altamente selettivi (SSR, QTL, SNP, retrotrasposoni). I marcatori funzionali associati ai geni dei più importanti caratteri da selezionare precocemente con la MAS concorreranno anche alla scelta dei parentali per gli incroci (dovrà esserne prima accertata la presenza). Qualcosa del genere è già stato proposto nell'ultima tornata di Eucarpia (Lespinasse, 2008). C'è la speranza che possa diventare un concreto progetto operativo.

Naturalmente sarà di grande aiuto anche l'isolamento e il sequenziamento dei geni codificanti per i caratteri più importanti, oltre che nella guida della scelta dei parentali e nella successiva selezione. Questa disponibilità, arricchita presto dalla disponibilità delle sequenze dell'intero genoma

del melo (Golden Delicious), ormai realizzata a San Michele all'Adige dallo FEM-IASMA, potrebbe prefigurare, potenzialmente, anche future applicazioni di tecnologie GM, quali cisgenesi e transgenesi, laddove i tradizionali metodi di "breeding" per incrocio non dovessero bastare per raggiungere gli obiettivi prefissati. Naturalmente sempre che vengano a cessare gli attuali veti politici e mediatici e che il vento delle nuove tecnologie torni a soffiare nella giusta direzione.

BIBLIOGRAFIA

Bus, V.G.M., F.H.A. Rikkerink, W.E. van de Weg, R.J. Rusholme, S.F. Gardiner, H.C.M. Bassell, L.P. Kodde, L. Parisi, F.N.D. Laurens, E.J. Meulenbroek, and K.M. Plummer. 2005. The Vh2 and Vh4 scab resistance genes in two differential hosts derived from Russian apple R12740-7A map to the same linkage group of apple. *Mol. Breed.* 15:103-116.

Calenge, F., A. Faure, M. Gocerc, C. Gebhardt, W. E. Van de Weg, L. Parisi, and C.-E. Durel. 2004. Quantitative Trait Loci (QTL) Analysis reveals both broad-spectrum and isolate specific QTL for scab resistance in an apple progeny challenged with eight isolates of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 94: 370-379.

Durel C.E., Calenge F., Parisi L., Van de Weg W.F., Kodde L.P., Liebhard R., Gessler C., Thiernann M., Dunemann F., Gennari F., Tartarini S. 2004. An overview of the position and robustness of scab resistance QTLs and major genes by aligning genetic maps of five apple progenies. *EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics*, Angers (France), 1-5 September 2003. *Acta Hort.* 663: 135-140.

Gessler C., Patocchi A., Sansavini S., Tartarini S., Gianfranceschi L. 2006. *Venturia inaequalis* resistance in apple. *Critical review in plant sciences*, 25: 473-503.

Gygas, M., L. Gianfranceschi, R. Liebhard, M. Kellerhals, C. Gessler, and A. Patocchi. 2004. Molecular markers linked to the apple scab resistance gene Vbj derived from *Malus baccata* jackii. *Theor. Appl. Genet.* 109: 1702-1709.

Harada, T., Sunako, T., Wakasa, Y., Soejima, J., Satoh, T. and Niizeki, M. 2000. An allele of 1-aminocyclopropane 1-carboxylate synthase gene (Md-ACS1) accounts for the low le-

vel of ethylene production in climacteric fruits of some apple cultivars *Theor. Appl. Genet.* 101:742-746.

Lespinasse Y. 2008. Privatizzazione e network di ricerca internazionali: passa di qui il futuro del miglioramento genetico-varietale. *Riv. di Frutticoltura*, 11: 14-20.

Kellerhals M., Patocchi A., Frey J., Duffy B., Silvetti G. 2008. Qualità e sostenibilità nei programmi svizzeri di miglioramento genetico. *Riv. di Frutticoltura*, 11: 22-31.

Paris R., Cova V., Pagliarini G., Tartarini S., Komjanc M., Sansavini S. 2009. Expression profiling in HerVf1-transformed apple plants in response to *Venturia inaequalis*. *Tree Genetics and Genomes*, 5:81-91.

Patocchi A., B. Bigler, B. Koller, M. Kellerhals, and C. Gessler. 2004. Vr2: a new apple scab resistance gene. *Theor. Appl. Genet.* 109: 1087-1092.

Patocchi A., M. Walser, S. Tartarini, G.A.L. Brogini, F. Gennari, S. Sansavini, and C. Gessler. 2005. Identification by genome scanning approach (GSA) of a microsatellite tightly associated with the apple scab resistance gene Vm. *Genome* 48:630-636.

Sansavini S., Donati F., Tartarini S., Faedi W., Bergamaschi M., De Salvador R., bergamini A., Fontanari M., Guerra W., Leis M., Martinelli A., Pellegrino S., Berra L., Magnago P., Komjanc M., Velasco R. 2004. Grandi aspettative per i programmi di miglioramento genetico del melo pubblici e privati operativi in Italia. *Riv. di Frutticoltura*, 11: 1-31.

Sansavini S., Donati F., Costa F., Tartarini S. 2005. Il miglioramento genetico del melo in Europa: tipologie di frutto, obiettivi e nuove varietà. *Riv. di Frutticoltura*, 11: 14-27.

Vinatzor B.A., A. Patocchi, L. Gianfranceschi, S. Tartarini, H. Zhang, C. Gessler, and S. Sansavini. 2001. Apple contains receptor-like genes homologous to the *Cladosporium fulvum* resistance gene family of tomato with a cluster of genes cosegregating with Vf apple scab resistance. *Mol. Plant-Microbe Inter.* 14:508-515.

Vinatzor, B.A., A. Patocchi, S. Tartarini, L. Gianfranceschi, S. Sansavini, and C. Gessler. 2004. Isolation of two microsatellite markers from BAC clones of the Vf scab resistance region and molecular characterization of scab-resistant accessions in *Malus* germplasm. *Plant Breeding* 123: 321-326.

Tartarini S., Gennari F., Pratesi D., Palazzetti C., Sansavini S., Parisi L., Fouillet A., Fouillet V., Durel C.E. 2004. Characterisation of a race 6 scab resistance gene from Italian germplasm. *Eucarpia Symposium in fruit breeding and genetics*, 1-5 Sept. 2003, Angers, France. *ISHS. Acta Hort.* 663: 129-133. ■