

Caratterizzazione e metodi moderni di propagazione degli ecotipi di carciofo coltivati in Toscana e creazione di nuove varietà

Alberto Graifenberg, Leonardo Marchetti, Francesco Bertozzi, Mariella Lucchesini, Maurizio Curadi e Piero Picciarelli

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

Characterization and modern propagation methods of Tuscan artichoke cultivars and development of new cultivars

Abstract. The first aim of this research was to characterize 5 globe artichoke cultivars grown in Tuscany (region of Central Italy): Terom, Violetto di Toscana, Chiusure, Empolese, all of spring typology, and Tema of autumn typology. All cultivars were grown in the same field (San Piero a Grado- Pisa). Head plant number, weight and morphology, edible part composition (dry matter, proteins, total carbohydrates, fiber lignin, cellulose, emicellulose, ash), vitamin (vitamin C, B₁, B₂, B₃), carotenoid and mineral contents were determined. Also, the plant growth and the leaf development and morphology were studied. The second aim of the research was to control the virus infections of these cultivars and to obtain virus-free mother plants by propagation of virus-free plants and by meristem tip culture. Only the infection of artichoke latent virus (ArLV) was found. A third aim was to evaluate the response to micropropagation in vitro of these cultivars. The cv Empolese (Romanesco type) provided the highest number of proliferated explants on rooted plantlets. A fourth aim of the research was to obtain new cultivars by cloning interesting plants derived from seeds of these above-reported Tuscan cultivars.

Key words: yield, vitamin, carotenoid, ArLV, micro-propagation.

Introduzione

I genotipi storici di carciofo coltivati in Toscana, sebbene spesso vengano venduti con il nome della zona di coltivazione, come ad esempio il Carciofo di Pian di Rocca (comune di Castiglione della Pescaia, GR), sono essenzialmente quattro: Terom, Violetto di

Toscana, Violetto di Chiusure (detto anche “Carciofo di Chiusure” o semplicemente “Chiusure”) e l’Empolese (tipo Romanesco). Recentemente è stata introdotta una nuova varietà chiamata Tema che, a differenza delle quattro suddette, è una cultivar precoce con inizio di produzione in autunno. Tutte queste varietà sono propagate vegetativamente, soprattutto mediante carducci o con i cosiddetti ciocchetti, ossia parti del rizoma su cui sono presenti le gemme. Le tematiche di ricerca su queste cultivar sono state le seguenti:

- Caratterizzazione della produzione, in termini quantitativi e qualitativi, e dello sviluppo delle piante e delle foglie;
- Controllo e selezione di piante virus esenti;
- Micropropagazione in vitro per il vivaismo orticolo;
- Ottenimento di nuove varietà.

Caratterizzazione della produzione, in termini quantitativi e qualitativi, e dello sviluppo delle piante e delle foglie

L’obiettivo è stato quello di definire in modo preciso la produzione in termini di numero e peso dei capolini e la loro morfologia, nonché la qualità nutracutica in termini di composizione, contenuto di vitamine, carotenoidi, sali minerali, contenuto di polifenoli totali e della capacità antiossidante. Al fine di poter iscrivere le cultivar nel registro europeo si è proceduto anche alla definizione di alcuni caratteri relativi allo sviluppo delle piante e delle foglie.

Materiali e metodi

Le cultivar sono state allevate nei campi sperimentali di San Piero a Grado (PI), con impianto effettuato mediante carducci i primi giorni di settembre per i genotipi non rifioranti e in giugno per la cv Tema. I carducci della cv Empolese sono stati raccolti nei campi di San Miniato Basso (PI) e di Certaldo (FI), mentre quelli di Chiusure da orti situati nell’omonima frazione di Chiusure (comune di Asciano, provincia di

* agraif@agr.unipi.it

Siena). Invece quelli della cultivar Tema sono stati prelevati in Val di Cornia (provincia di Livorno), dove si trovano le più ampie superfici coltivate a carciofo in Toscana. Le distanze di impianto, per tutte le cultivar, sono state di 0,80 m lungo la fila e di 1,2 m tra le file. Per quanto concerne la concimazione, sono stati interati 8 q/ha di concime ternario 11-22-16 in preimpianto e, nei due anni successivi, sono stati distribuiti 6 q/ha dello stesso concime subito dopo la diciocatura e quindi prima dell'emergenza dei nuovi carducci a fine estate, apportando poi in primavera, prima della ripresa vegetativa, 6 q/ha di nitrato di ammonio (26%). L'irrigazione è stata effettuata solamente a fine estate, in assenza di una sufficiente piovosità, con impianto di microirrigazione, per favorire la ripresa vegetativa, distribuendo 6-7 mm d'acqua ogni 2 giorni per circa un mese, ossia fino alle prime piogge autunnali. I rilievi hanno riguardato la produzione media di due anni di coltura e, su campioni di capolini principali e secondari prelevati, per ciascuna cultivar, in maniera casuale nella carciofaia quando si trovavano allo stadio di maturazione richiesto dal mercato, sono state eseguite le analisi concernenti la composizione della parte edule in termini di percentuale di sostanza secca (mediante essiccazione in stufa ventilata a 70°C fino a peso costante), proteine grezze (con metodo Kjeldhal, N_x6,25), lipidi (metodo Soxhlet), carboidrati (metodo Weende), fibra (cellulosa, emicellulosa, lignina, con metodo Van Soest) e ceneri (incenerimento in muffola a 550 °C), nonché di vitamine C, B₁ (tiamina), B₂ (riboflavina), B₃ (niacina), determinate per via cromatografica (HPLC), dopo estrazione con HCl 0,1 N (rapporto campione – solvente: 100 g : 250 ml) a 90 °C per 2 h sotto riflusso di N₂ (la sospensione ottenuta è stata posta in Falcon da 50 ml e centrifugata a 14.000 g e 4 °C per 10 minuti, dopodiché i surnatanti raccolti sono stati stoccati a -20 °C. Un'aliquota di 1 ml è stata quindi centrifugata in Eppendorf a 16.000 g, 4 °C per 10 minuti e direttamente analizzata). L'analisi è stata effettuata con apparato Varian mod. 9012 dotato di UV-DAD Varian ProStar mod. 330 e valvola ad iniezione Ecom mod. 7025 equipaggiata con iniettore da 20 µl. La separazione è stata ottenuta utilizzando una colonna Gemini RP-C18 (250 x 4,6 mm, Phenomenex), impiegando come fase mobile un buffer di formiato di ammonio (25 mM, pH 3.0; A) e acetonitrile (B), nelle seguenti proporzioni: 100% A (0-8 min.), da 0 a 30% B (8-12 min.), 30% B (12-18 min.), da 30 a 80% B (18-24 min.), 80% B (24-29 min.), 100% A (tempo di equilibratura: 5 min.). Un'ulteriore analisi ha poi riguardato il contenuto di carotenoidi (luteina, neoxantina, anteraxantina, violaxantina), anch'essi determinati, previa saponifica-

zione diretta dei campioni (del peso di 8 g e precedentemente passati in azoto liquido e polverizzati in mortaio), secondo il procedimento riportato da Hulshof *et al.* (2006), con cromatografia liquida ad alta prestazione. Allo scopo è stato impiegato un apparato Varian ProStar dotato di UV-DAD (Varian ProStar) con iniettore da 20 µl. La colonna utilizzata è stata una ChromeSep HPLC Columns SS (250 x 4,6 mm), Incl. Holder con ChromSep guard column, OmniSpher 5C18, Varian, a fase inversa. Come fase mobile sono state impiegate una soluzione A (metanolo/acetonitrile/acqua: 10/170/20) e una soluzione B (metanolo/etilacetato: 70/30), nelle seguenti proporzioni: 90% A (0 min., flusso: 1 ml/min.), 50% A (18 min., flusso: 1 ml/min.), 100% B (20 min., flusso: 1,5 ml/min.), 100% B (30 min., flusso: 1,5 ml/min.), 90% A (35 min., flusso: 1 ml/min.). La lettura dei campioni è stata effettuata ad una lunghezza d'onda di 450 nm. È stato inoltre quantificato il contenuto di sali minerali (potassio, fosforo, calcio, magnesio, sodio, ferro, rame, zinco e manganese). Per la determinazione del fosforo il metodo impiegato è stato quello colorimetrico di Morgan, mentre per tutti gli altri macro e microelementi si è fatto ricorso ad una digestione nitro-perclorica della sostanza secca con successiva lettura allo spettrofotometro ad assorbimento atomico (modello AA 240 FS, Varian, Australia). Infine, è stato oggetto di valutazione il contenuto in polifenoli totali e la capacità antiossidante, i cui dati, qui non riportati, sono stati presentati in occasione del "VIII International Symposium on Artichoke, Cardoon and their wild relatives", svoltosi a Viterbo nei giorni 10-13 aprile 2012, e sono attualmente in corso di pubblicazione su *Acta Horticulturae* (Graifenberg *et al.*, 2013).

Risultati e discussione

Come si può vedere dalla tabella 1 il numero maggiore di capolini (12 a pianta) è stato rilevato nella cultivar Chiusure, mentre il più basso nella cultivar Empolese (7/pianta), la quale si è caratterizzata, tuttavia, per il peso maggiore dei capolini stessi, sia il principale che i secondari. La produzione più elevata è riferibile alla cultivar Empolese (circa 900 g/pianta). Per quanto concerne la parte edule, questa aumenta in percentuale passando dal capolino principale (45-50%) a quelli di terzo ordine (54-58%).

In relazione ai tempi di maturazione (tab. 2) e, quindi, all'inizio della raccolta, la cv Terom risulta, tra le 4 tardive, la più precoce, iniziando a produrre, sulla costa tirrenica, mediamente intorno al 5-10 marzo per il capolino principale e circa 15 giorni dopo per i capolini di primo ordine. Il Violetto di Toscana e

Tab. 1 - Caratteristiche produttive delle diverse varietà toscane di carciofo.
 Tab. 1- Yield of the Tuscan artichoke cultivars.

Varietà	Numero capolini/pianta				Peso medio capolino (g)				Parte edule capolino (%)			
	Princ.	I ord.	II ord.	III ord.	Princ.	I ord.	II ord.	III ord.	Princ.	I ord.	II ord.	III ord.
Terom	1	3,1	3,8	1,1	183	88	58	35	45	52	53	54
Violetto di Toscana	1	3,9	3,2	3,3	153	79	75	48	51	55	56	57
Chiusure	1	3,8	4,5	3,1	152	78	62	45	48	52	55	58
Empolese	1	2,8	2,2	1,1	261	135	84	62	46	52	53	55
Tema	1	2,9	3,2	1,1	136	85	48	35	48	54	53	54

Tab. 2 - Epoca di maturazione del capolino principale e dei capolini secondari delle diverse varietà toscane di carciofo.

Tab. 2 - Ripening time of the main and secondary heads of the Tuscan artichoke cultivars.

Varietà	Capolino principale	Capolini di I ordine
Terom	5-10 marzo	20-25 marzo
Violetto di Toscana	25-31 marzo	8-15 aprile
Chiusure	25-31 marzo	8-15 aprile
Empolese	1-5 aprile	15-20 aprile
Tema	25 sett. - 10 ott.	25 ott. - 5 nov.

quello di Chiusure presentano rispetto al Terom un ritardo di circa 2 settimane. La cv Empolese matura ai primi di aprile, mentre nel caso della cv Tema, trattandosi di una varietà precoce, l'inizio della raccolta si ha nel periodo autunnale (raccolgendo 3-5 capolini) e si interrompe con il sopraggiungere delle prime gelate, riprendendo poi all'inizio della primavera successiva con i capolini dei nuovi carducci. Occorre sottolineare che nel precedente inverno, 2011-2012, a causa delle basse temperature registrate e delle frequenti gelate, la cv Tema si è dimostrata la meno resistente al freddo tra quelle in esame, trovandosi in quel momento in fase riproduttiva, con una perdita del

20% delle piante, mentre le più resistenti sono risultate le cultivar Violetto di Toscana e Chiusure, che non hanno riportato alcun danno.

In relazione alle dimensioni dei capolini (tab. 3) e alle caratteristiche morfologiche del capolino principale (tab. 4), le cultivar Terom, Violetto di Toscana e Chiusure presentano la stessa forma della sezione longitudinale e della punta, con colorazione rossastra delle brattee interne, le quali mostrano una densità elevata. La cv Tema differisce dalle precedenti soprattutto per la colorazione più debole delle brattee stesse. Nella tabella 5 sono invece riportate le caratteristiche delle brattee esterne del capolino principale, in quanto richieste per un possibile inserimento di questi genotipi nel registro europeo delle varietà.

Passando a considerare la composizione della parte edule del capolino principale (tab. 6), la sostanza secca varia dal 10,1 al 16,5%, con il valore più basso nella varietà Tema e il più elevato nell'Empolese. I carboidrati costituiscono la componente maggiore della sostanza secca. Vi è poi una forte presenza di fibra, soprattutto di lignina. I lipidi invece sono in quantità molto ridotta. I valori riscontrati sono in linea con quelli riportati da Cannella (2009).

Tab. 3 - Lunghezza e diametro dei capolini delle diverse varietà toscane di carciofo.
 Tab.3- Length and diameter of the heads of the Tuscan artichoke cultivars.

Varietà	Lunghezza capolino (cm)				Diametro capolino (cm)			
	Princ.	I ord.	II ord.	III ord.	Princ.	I ord.	II ord.	III ord.
Terom	10,1	7,5	5,6	4,2	8,8	6,1	4,3	3,5
Violetto di Toscana	9,6	8,1	8,0	7,6	7,8	5,6	5,3	4,5
Chiusure	9,2	9,0	7,3	6,9	7,8	7,2	4,9	4,4
Empolese	9,4	8,2	7,2	5,9	9,2	8,1	6,9	5,5
Tema	9,8	8,4	5,6	4,2	7,7	6,6	4,3	3,5

Tab. 4 - Caratteristiche morfologiche del capolino principale delle diverse varietà toscane di carciofo.
 Tab. 4 - Morphological characteristics of the main head of the Tuscan artichoke cultivars.

Caratteristiche	Varietà				
	Terom	Violetto di Toscana	Chiusure	Empolese	Tema
Forma della sezione longitudinale	triangolare	triangolare	ellissoidale triangolare	circolare	triangolare
Forma della punta	acuta	acuta	aperta	depressa	acuta
Colorazione rossastra delle brattee interne	media	media	media	assente	debole
Densità delle brattee interne	fitta	fitta	fitta	media	fitta

Tab. 5 - Caratteristiche delle brattee esterne del capolino principale delle diverse varietà toscane di carciofo.
 Tab. 5 - Characteristics of the outer bracts of the main head of the Tuscan artichoke cultivars.

Caratteristiche	Varietà				
	Terom	Violetto di Toscana	Chiusure	Empolese	Tema
Lunghezza della base	0,48 cm	0,51 cm	0,58 cm	0,59 cm	0,49 cm
Larghezza della base	2,1 cm	1,8 cm	1,7 cm	2,1 cm	1,9 cm
Spessore della base	0,28 cm	0,30 cm	0,31 cm	0,5 cm	0,26 cm
Forma principale	più lunga che larga	più lunga che larga	più lunga che larga	più lunga che larga	più lunga che larga
Forma dell'apice	piatta leggermente rientrante	leggermente mediamente rientrante	leggermente mediamente rientrante	rientrante	acuta
Profondità del margine	leggera	leggera	leggera	media profonda	leggera
Colore del lato esterno	viola con striature verdi	principalmente viola	principalmente viola	verde con striatura viola	principalmente viola
Tonalità della colorazione secondaria	leggermente bronzea	assente	assente	assente	assente
Presenza della spina e sua dimensione	presente molto piccola	presente piccola	presente media	assente	presente molto piccola
Presenza del mucrone	presente	assente	assente	assente	assente

Tab. 6 - Composizione della parte edule (cuore) di carciofo delle diverse varietà toscane di carciofo (g/100 g di sostanza fresca).
 Tab. 6 - Composition of the edible head part (heart) of the Tuscan artichoke cultivars (g/100 g of fresh matter).

Varietà	Sostanza secca		Proteine grezze (Nx6,25)		Lipidi		Carboidrati		Fibra neutro detersa (NDF)		Lignina acido detersa (ADL)		Cellulosa		Emi-cellulosa		Ceneri	
	Prin*	Sec**	Prin	Sec	Prin	Sec	Prin	Sec	Prin	Sec	Prin	Sec	Prin	Sec	Prin	Sec	Prin	Sec
Terom	11,0	11,43	1,95	1,91	0,21	0,21	8,01	8,48	3,39	3,25	2,34	1,75	0,94	1,32	0,03	0,12	0,83	0,83
ViolettoToscana	13,24	13,44	2,22	2,06	0,19	0,26	9,81	10,18	3,66	3,20	1,71	1,84	1,55	1,34	0,36	0,13	1,02	0,94
Chiusure	13,40	12,52	2,03	1,87	0,23	0,21	10,07	9,54	3,61	3,52	2,27	2,89	1,22	0,59	0,03	0,01	1,07	0,90
Empolese	16,53	15,64	2,73	2,69	0,25	0,24	12,39	11,59	4,21	4,52	1,38	2,34	1,94	1,64	0,84	0,58	1,16	1,12
Tema	10,14	9,74	2,29	2,32	0,12	0,10	6,86	6,47	3,79	4,12	2,26	2,43	1,31	1,37	0,19	0,30	0,87	0,85

* e ** rispettivamente capolino principale e secondario

Riguardo al contenuto di vitamina C (tab. 7), esso risulta ridotto in tutte le cultivar, mentre tra le vitamine B, la B₃ (niacina) è quella maggiormente presente, con il contenuto più elevato registrato nella cv Chiusure, sia nei capolini principali che in quelli secondari. Tra i carotenoidi (tab. 8), quelli maggiormente presenti sono la luteina e la neoxantina, con i valori più elevati osservati nelle cvs Violetto di Toscana e Chiusure. Infine, in tabella 9, viene riportata

il contenuto dei diversi elementi minerali e, come si può notare, il K (potassio) presenta i valori decisamente più elevati, sia nei capolini principali che secondari, in tutte le cultivar. Tra i microelementi si registra un forte presenza di Cu (rame).

Passando a considerare lo sviluppo della pianta (tab. 10), la cv Chiusure presenta le piante caratterizzate dalla maggior altezza e larghezza e, quindi, dalle maggiori dimensioni, seguita dal Violetto di Toscana,

Tab. 7 - Contenuto in vitamine (mg/100 g di sostanza fresca.) nella parte edule del capolino principale e di quelli secondari nelle varietà di carciofo diffuse in Toscana

Tab. 7 - Vitamin content (mg/100 g of fresh matter) in the edible part of the main and secondary heads of the Tuscan artichoke cultivars.

Varietà	Vitamina C		Tiamina		Riboflavina		Niacina	
	Cap. prin.	Cap. secon.	Cap. prin.	Cap. secon.	Cap. Prin.	Cap. Secon.	Cap. Prin.	Cap.secon.
Terom	6,1	5,8	0,01	0,01	0,02	0,02	0,54	0,53
Violetto di Toscana	6,8	7,3	0,01	0,02	0,03	0,03	0,48	0,49
Chiusure	7,5	7,2	0,04	0,03	0,02	0,05	0,62	0,63
Empolese	5,9	5,2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,42	0,51
Tema	4,9	5,3	0,01	0,01	0,02	0,01	0,52	0,47

Tab. 8 - Contenuto in carotenoidi ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ di sostanza fresca) nella parte edule del capolino principale e di quelli secondari nelle varietà di carciofo diffuse in Toscana.Tab. 8 - Carotenoid content ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ fresh matter) in the edible part of the main and secondary heads of the Tuscan artichoke cultivars.

Varietà	Luteina		Neoxantina		Anteraxantina		Violaxantina		Totale carotenoidi	
	Cap. prin.	Cap. secon.	Cap.prin.	Cap.secon.	Cap.prin.	Cap.secon.	Cap.Prin.	Cap.Secon.	Cap.Prin.	Cap.secon.
Terom	210	230	430	430	0	0	0	0	640	660
Violetto di Toscana	950	800	530	80	0	20	0	0	1.480	900
Chiusure	720	530	670	240	130	10	0	50	1.520	830
Empolese	300	430	200	200	250	140	0	0	750	770
Tema	560	130	220	270	0	70	0	0	780	470

Tab. 9 - Contenuto in elementi minerali nella parte edule (cuore) dei capolini delle varietà toscane di carciofo.

Tab. 9 - Mineral element content in edible head part (heart) of the Tuscan artichoke cultivars.

Varietà	Capolino principale										Capolini secondari							
	(mg/100 g sostanza fresca)																	
	K	P	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	K	P	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
Terom	215,6	55,0	46,2	14,3	89,1	0,42	1,51	0,39	0,10	218,3	56,0	51,4	16,0	80,0	0,37	1,44	0,41	0,09
Violetto di Toscana	263,5	54,3	71,5	19,9	91,4	0,75	1,23	0,61	0,23	275,5	53,8	64,5	21,5	72,6	0,56	0,94	0,59	0,22
Chiusure	253,3	52,3	76,4	21,4	88,4	0,64	2,05	0,62	0,20	247,9	47,6	31,3	15,0	42,6	0,38	1,98	0,45	0,13
Empolese	320,7	56,2	34,7	19,8	51,2	0,51	0,98	0,60	0,12	309,7	64,1	34,4	20,3	59,4	0,47	0,75	0,66	0,13
Tema	241,3	37,5	29,4	26,4	61,9	0,78	0,91	0,24	0,22	214,3	40,9	30,2	27,3	56,5	0,64	0,75	0,28	0,16

Tab. 10 - Sviluppo della pianta delle diverse varietà toscane di carciofo.

Tab. 10 - Plant development of the Tuscan artichoke cultivars.

Caratteristiche	Varietà				
	Terom	Violetto di Toscana	Chiusure	Empolese	Tema
Altezza massima della pianta (cm)	66	76	84	71	68
Altezza della pianta all'apice del capolino principale (cm)	52	58	58	54	51
Altezza della pianta, quindi dello stelo principale, escluso il capolino principale (cm)	42	49	49	43	42
Larghezza massima della parte epigea (cm)	134	140	151	128	133
Diametro dello stelo 10 cm al di sotto del capolino principale (cm)	2,5	2,4	2,4	3,1	2,6
Distanza tra capolino centrale e foglie più giovani ben sviluppate (cm)	22	16	23	20	21
Numero dei germogli laterali dello stelo principale	2,9	2,9	3	2,8	2,9

mentre le cultivar Terom e Tema si presentano più compatte. La produzione autunnale della cv Tema e la precocità della cv Terom, tra quelle tardive, sono probabilmente dovute ad un minor sviluppo delle piante. Per quanto concerne invece le caratteristiche delle foglie (tab. 11), la cv Empolese è caratterizzata da una minore lunghezza delle stesse e da un numero maggiore di lobi, mentre le due cultivar create più recentemente, ossia Terom e Tema, sono dotate di un minor numero di lobi. La cv Chiusure è caratterizzata anche da una peluria molto intensa, che probabilmente conferisce alla pianta una maggior resistenza contro le avversità di tipo biotico e abiotico.

Controllo e selezione di piante virus esenti e possibilità di risanamento con coltura per apici meristemati

In questa ricerca è stato controllato lo stato sanitario delle piante in termini di infezioni virotiche. Le

principali virosi del carciofo riportate in bibliografia sono: AMCV (*Artichoke Mottled Crinkle Virus*), AILV (*Artichoke Italian Latent Virus*), TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*), ArLV (*Artichoke Latent Virus*), CMV (*Cucumber Mosaic Virus*), ArMV (*Arabis Mosaic Virus*) (Pasquini *et al.*, 2003). Oltre al controllo della presenza di virus ed alla moltiplicazione delle piante virus esenti, si è proceduto alla moltiplicazione *in vitro* di apici meristemati allo scopo di ottenere piante risanate.

Materiali e metodi

Campioni di foglie di diverse piante delle 5 cultivar (Terom, Violetto di Toscana, Chiusure, Empolese, Tema) coltivate nei campi sperimentali di San Piero a Grado (PI) del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agroambientali (DiSAAA) sono stati prelevati nel mese di novembre 2011 dai ricercatori del Centro di Ricerca per la Patologia Vegetale di

Tab. 11- Caratteristiche della foglia delle diverse varietà toscane di carciofo.
 Tab. 11- Leaf characteristics of various Tuscan artichoke cultivars.

Caratteristiche	Varietà				
	Terom	Violetto di Toscana	Chiusure	Empolese	Tema
Posizione	semieretta	semieretta	semieretta	orizzontale semieretta	semieretta
Presenza di spine	assenti	assenti	assenti	assenti	assenti
Lunghezza (cm)	68	64	69	58	65
Incisioni	presenti	presenti	presenti	presenti	presenti
Numero di lobi a foglia	13,9	19,2	19,5	21,3	11,6
Forma della punta del lobo	acuta	acuta	acuta	acuta	acuta
Numero di lobi secondari	elevato	elevato	elevato	ridotto	medio
Forma della punta dei lobi secondari	acuta	acuta	acuta	arrotondata	acuta
Intensità del color verde della lamina fogliare superiore	media	leggera	leggera	media	leggera
Tonalità del verde	grigiastra	grigiastra	grigiastra	grigiastra	assente
Intensità del grigio	media	media	forte	debole	media
Intensità della pelosità sul lato superiore	media	forte	molto forte	debole	debole
Presenza di vesciche	debole	debole	debole	media forte	debole
Eventuale colorazione antocianica del picciolo alla base	assente	assente	assente	assente	assente

Roma del CRA, allo scopo di verificare lo stato sanitario delle suddette 5 cultivar in termini di presenza di virus. Sul materiale raccolto è stata applicata la tecnica sierologica ELISA per il rilevamento di TSWV, mentre sono stati condotti saggi molecolari secondo un protocollo one-step di RT-PCR per accertare la presenza di virus ArLV (*Artichoke Latent Virus*), AILV (*Artichoke Italian Latent Virus*), AMCV e saggi erbacei su *Gomphrena globosa* come indicatore virale (Pasquini *et al.*, 2003).

Risultati e discussione

I risultati delle analisi indicano come le cultivar esaminate siano esenti da AILV, AMCV e TSWV. È risultato invece presente l'ArLV, ma solo nelle cvs Empolese e Tema, in percentuali rispettivamente del 25 e 27%. Le piante risultate virus esenti sono state oggetto di moltiplicazione ed attualmente sono coltivate in contenitori. I risultati ottenuti con la coltura *in vitro* sono stati presentati in occasione del II Convegno Nazionale sulla Micropropagazione (Bertozzi *et al.*, 2012).

Micropropagazione *in vitro* per il vivaismo orticolo

La ricerca è stata condotta solo sulle cultivar primaverili (Terom, Violetto di Toscana, Chiusure ed Empolese), in quanto la cv Tema risulta già propagata *in vitro* su larga scala. I risultati acquisiti, con i relativi materiali e metodi impiegati, sono stati pubblicati su una rivista internazionale (Bedini *et al.*, 2012). È

importante comunque sottolineare che la cv Empolese, di tipo Romanesco, come ricordato in precedenza, è stata quella che ha meglio risposto alla micropropagazione, fornendo il più alto numero di espianti proliferati e di piantine radicate.

Selezione di nuove cultivar

La ricerca aveva l'obiettivo di ottenere nuove cultivar adatte all'ambiente del litorale toscano. Allo scopo, è importante ricordare come le cultivar toscane sono caratterizzate da elevata eterozigosi, per cui il seme origina piante con caratteristiche diverse e, quindi, come le varietà coltivate sono, in realtà, dei cloni. La stessa Terom, la varietà più diffusa tra quelle primaverili, proviene da semi raccolti dal Violetto di Toscana in libera impollinazione. Durante la prova si è prelevato il seme dalle piante della cv Terom, allevate ed in fioritura insieme alle altre 4 cultivar toscane, con libera impollinazione di tipo entomofilo. Le piantine provenienti dai semi sono state poi trapiantate, sempre nei campi sperimentali di San Piero a Grado (PI), ed osservate per quanto riguarda la produzione. Quattro piante ritenute interessanti sono state clonate mediante l'impiego di carducci. Un clone di questi, detto Graleo, è risultato di particolare interesse soprattutto per il numero di capolini che sono di medie dimensioni, di color viola, di forma circolare e con colorazione rossastra delle brattee interne che risultano di media densità. Si è proceduto quindi alla sua moltiplicazione vegetativa. Nella tabella 12 sono riportate le caratteri-

Tab. 12 - Caratteristiche produttive e morfologiche della nuova cultivar Graleo.
 Tab. 12 - Yield and head morphological characteristics of the new cultivar Graleo.

Parametri	Capolino principale	Capolini di I ordine	Capolini di II ordine	Capolini di III ordine
Num./ pianta	1	4,2	6,1	2,2
Peso medio (g)	238	189	85	42
Diametro (cm)	10,1	8,9	6,2	5,5
Lunghez. (cm)	9,1	7,8	5,8	5,1
Parte edule (%)	44	46	49	50

stiche produttive di tale clone. La formazione del capolino principale si ha intorno alla fine di marzo, mentre i capolini di primo ordine sono pronti per la raccolta indicativamente verso i primi di aprile.

Riassunto

Il primo obiettivo della ricerca è stato quello di caratterizzare le 5 cultivar di carciofo coltivate in Toscana: Terom, Violetto di Toscana, Chiusure, Empolese (tipo Romanesco), tutte a formazione primaverile dei capolini, e la cv Tema a produzione autunnale. Tutte le cultivar sono state coltivate nei campi sperimentali di San Piero a Grado (PI). Sono state rilevate le caratteristiche produttive e qualitative dei capolini, prendendo in considerazione anche gli aspetti nutrizionali. Riguardo le caratteristiche qualitative dei capolini, è stata determinata la composizione chimica della parte edule (sostanza secca percentuale, proteine, carboidrati, fibra, cellulosa, emicellulosa, lignina, ceneri), il contenuto in vitamine (C, B₁, B₂, B₃), carotenoidi, nonché in elementi minerali. Inoltre è stato studiato lo sviluppo delle piante e la morfologia delle foglie, prendendo in considerazione, al riguardo, i parametri richiesti per l'iscrizione delle varietà nel relativo registro europeo. Il secondo obiettivo della ricerca è stato quello di esaminare le infezioni virotiche e di ottenere piante madri esenti da virus mediante la propagazione delle piante virus-esenti già presenti in campo, oppure ottenute mediante coltura in vitro di apici meristematici. Solo l'infe-

zione da Artichoke Latent Virus (ArLV) è stata rilevata. Il terzo obiettivo è stato quello di esaminare la risposta alla micropropagazione di queste cultivar. La cv Empolese (tipo Romanesco) ha fornito il più elevato tasso di proliferazione e il più alto numero di piantine radicate. Un quarto obiettivo della ricerca è stato quello di ottenere nuove cultivar adatte alla coltivazione in ambiente toscano, derivanti dalla clonazione di piante ottenute da seme.

Parole chiave: produzione, vitamine, carotenoidi, ArLV, micropropagazione.

Bibliografia

- BEDINI L., LUCCHESINI M., BERTOZZI F., GRAIFENBERG A., 2012. *Plant tissue cultures from four Tuscan globe artichoke cultivars*. Cent. Eur. J. Biol., 7 (4), 680-689.
- BERTOZZI F., LUCCHESINI M., RIZZO D., MENSUALI-SODI A., PARDOSSI A., GRAIFENBERG A., 2012. *Micropropagazione e risanamento di cultivar di carciofo tipiche della Val di Cornia (Livorno)*. Acta Italus Hortus 6: 245-248
- CANNELLA C., 2009. *Aspetti nutrizionali*. In: Il carciofo e il cardo, ART Bologna, 46-49.
- GRAIFENBERG A., MARCHETTI L., CURADI M., CECCARELLI N., PICCIARELLI P., 2013. *Total Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in the Heads of Globe Artichoke Tuscan Cultivars*. Acta Horticulturae in press.
- HULSHOF P., VAN ROEKEL-JANSEN T., VAN DE BOVENKAMP, WEST C., 2006. *Variation in retinol and carotenoid content of milk and milk products in the Netherlands*. J. Food. Comp. Anal. 19: 67-75.
- PASQUINI G., BARBA M., PAPANICE M., GALLITELLI D., 2003. *Produzione di germoplasma di carciofo virus esente*. In: Atti delle Giornate Nazionali di Studio sul Carciofo, Vivaismo e strategie di sviluppo del Carciofo, Samassi (Cagliari), 60-63.