

Selezione di nuovi cloni di *Violetto di Sicilia* per il miglioramento della cinaricoltura siciliana

Rosario Paolo Mauro, Sara Lombardo, Gaetano Pandino, Antonino Russo, Gaetano Roberto Pesce e Giovanni Mauromicale*

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari (DISPA), Università di Catania

Selection of new clones of *Violetto di Sicilia* to improve globe artichoke cultivation in Sicily

Abstract. The globe artichoke [*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori] is a significant component of the Mediterranean agrarian economy, particularly in Italy, in which the genetic diversity represented by autochthonous germplasm is threatened by the growing use of imported varieties. In this view, the present work was focused on the selection and characterization of bio-agronomical characteristics and polyphenols content of 10 clones from *Violetto di Sicilia*, aimed at implementing an *in situ* conservation strategy of such autochthonous landrace. The broad sense heritability of traits showed the possibility to improve mainly the yield potential of the crop. We isolated some clones characterized by a superior heads yield (up to 50% higher than that of *Violetto di Sicilia* populations) and high level of total polyphenols. Finally, the observed variation in bio-agronomical characteristics and total polyphenols content offers an opportunity to improve the *Violetto di Sicilia* landrace, diversifying its possible end-uses.

Key words: *Cynara cardunculus* L., genetic erosion, clonal selection, bio-agronomical characteristics, polyphenols.

Introduzione

La rilevante importanza economica del carciofo per l'economia siciliana, deducibile dalla PLV che esso è in grado di assicurare (160-180 milioni di Euro per anno), impone alla ricerca un rinnovato impegno e sostanziali sforzi per poter adeguatamente sostenerne l'attuale ruolo ed alimentarne l'auspicato sviluppo. Tra le innovazioni recentemente proposte per promuovere avanzamenti significativi nella coltura del carciofo, quelle biologiche -basate sull'impiego di nuovi genotipi- appaiono in questo momento le più

idonee a consentire non solo un miglioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni, ma anche un ammodernamento della gestione agronomica della coltura (Mauromicale *et al.*, 2004). L'utilizzo di genotipi a propagazione per "seme" consente di implementare modelli colturali innovativi basati sulla semina meccanica e sull'adozione di sestri di impianto adatti ad una più agevole meccanizzazione delle operazioni colturali, compresa la raccolta (Mauro *et al.*, 2011). Al pari di essi, anche la costituzione di nuovi cloni nell'ambito di popolazioni autoctone di carciofo a propagazione vegetativa può contribuire in misura significativa ad incrementare le rese, migliorare le caratteristiche di qualità dei capolini ed attenuare l'erosione genetica di detti genotipi (Lombardo *et al.*, 2012; Pandino *et al.*, 2010, 2012). Quest'ultimo fenomeno che come è noto è ben presente in *Violetto di Sicilia*, cultivar tra le più diffuse nell'Italia meridionale fino a qualche anno fa, è causato dalla degenerazione bio-fisiologica indotta dall'età avanzata (2, 3, 4 anni) di larga parte delle carciofaie e dalla scarsa attenzione nell'opera di selezione delle piante e del materiale di propagazione. L'ampia variabilità genetica e fenotipica delle popolazioni siciliane di *Violetto di Sicilia*, dimostrata in un precedente lavoro (Portis *et al.*, 2005), ha suggerito l'opportunità di avviare, nell'ambito del progetto "Valorizzazione del germoplasma di carciofo attraverso la costituzione varietale ed il risanamento da virus (CAR-VARVI)", un lavoro di selezione clonale nei distretti cinaricoli siciliani, con l'obiettivo di selezionare cloni di élite in grado di rendere più redditizia la coltivazione del patrimonio genetico autoctono. In questa nota si riportano le caratteristiche bio-agronomiche ed il contenuto in polifenoli totali di nuovi cloni di *Violetto di Sicilia* selezionati nell'ambito del succitato progetto di ricerca .

Materiali e metodi

Nel 2006 è stato avviato un programma di reperimento di cloni di *Violetto di Sicilia*, in quattro areali cinaricoli siciliani: Caltagirone (37°14'N 14°31'E, 608 m s.l.m.), Niscemi (37°9'N 14°23'E, 332 m

* g.mauromicale@unict.it

s.l.m.), Ramacca (37°23'N 14°42'E, 270 m s.l.m.) e Rosolini (36°49'N 14°57'E, 154 m s.l.m.). In ciascun sito è stato selezionato un campione di 3-8 piante madri (per un totale di 30), sulla base della rispondenza di queste alle seguenti caratteristiche: elevato numero di ramificazioni dello stelo florale (quale indice della capacità produttiva), spiccata precocità, buona pigmentazione delle brattee esterne, elevata compattezza e dimensioni dei capolini. I carducci raccolti da ciascuna pianta madre sono stati tempestivamente trapiantati nel campo di moltiplicazione allestito presso l'azienda agraria sperimentale dell'Università di Catania (località Passo Martino: 37°25'N; 15°30'E, 10 m s.l.m.). Nel triennio 2006/2007 – 2008/2009, venti cloni sono stati scartati sulla base della scarsa rispondenza alle caratteristiche anzidette, ed i restanti migliori dieci (cloni $C_1 - C_{10}$) (tab. 1) sono stati selezionati per una più approfondita caratterizzazione nel corso del biennio successivo (2009/2010 – 2010/2011), a confronto con una popolazione testimone di *Violetto di Sicilia* (VS_{bulk}). L'impianto della carciofaia sperimentale è stato effettuato il 17 agosto 2009 a mezzo ovoli pre-germogliati, in uno schema a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni ed adottando un investimento unitario pari ad 1 pianta m^{-2} (0,80 x 1,25 m). Al secondo anno, la stessa carciofaia è stata riattivata durante la prima decade di agosto, a mezzo irrigazione a microportata di erogazione. In entrambi gli anni, la concimazione è stata effettuata somministrando

do complessivamente 240, 180 e 150 $kg\ ha^{-1}$ rispettivamente di N, P_2O_5 e K_2O , mentre il controllo delle infestanti e degli insetti fitofagi è stato realizzato, quando opportuno, mediante applicazioni di oxyfluorfen ed imidacloprid, rispettivamente.

Caratterizzazione bio-agronomica

I capolini prodotti sono stati raccolti in corrispondenza delle massime dimensioni, prima dell'inizio della divaricazione delle brattee esterne (piena maturazione commerciale, stadio D) (Foury, 1969). Nel complesso, le seguenti variabili bio-agronomiche sono state oggetto di rilevamento (Mauromicale e Copani, 1989): tempo medio di raccolta del primo capolino (TMR), intesa come numero di giorni intercorsi tra l'impianto (o il risveglio) della carciofaia e la raccolta del capolino principale; durata del periodo produttivo (DPP), intesa come numero di giorni intercorsi tra la prima e l'ultima raccolta; produzione areica di capolini (R); indice di contemporaneità di maturazione dei capolini (ICM), inteso come rapporto tra la produzione ponderale di capolini $pianta^{-1}$ e la durata del periodo di raccolta.

Contenuto in polifenoli totali

Nell'annata 2009/2010, il contenuto in polifenoli totali (CPT) è stato determinato su un campione di almeno dieci capolini di primo ordine (comprendenti lo stelo florale e le foglie su di esso inserite) di cinque

Tab. 1 - Caratteristiche bio-agronomiche di dieci cloni di *Violetto di Sicilia* (C_1-C_{10}) a confronto con una popolazione testimone (VS_{bulk}). Lettere diverse nell'ambito di ciascuna variabile indicano significatività al test DMS ($P \leq 0,05$).

Tab. 1 - Bio-agronomical characterization of ten clones (C_1-C_{10}) selected from the landrace *Violetto di Sicilia* (VS_{bulk}). Different letters within each variable show significant differences (LSD test, $P \leq 0,05$).

| Accessione | TMR (giorni) | | | DPP (giorni) | | | R ($t\ ha^{-1}$) | | | ICM ($g\ pianta^{-1}\ giorno^{-1}$) | | |
|---|--------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------|--------------------|-----------|---------|---------------------------------------|-----------|--------|
| | 2009-2010 | 2010-2011 | Media | 2009-2010 | 2010-2011 | Media | 2009-2010 | 2010-2011 | Media | 2009-2010 | 2010-2011 | Media |
| C_1 | 170 | 162 | 166 ab | 121 | 127 | 124 bc | 12,1 | 14,9 | 13,5 bc | 100 | 118 | 109 bc |
| C_2 | 167 | 155 | 161 bc | 119 | 135 | 127 b | 11,6 | 13,6 | 12,6 bd | 97 | 101 | 99 cd |
| C_3 | 178 | 154 | 166 ab | 117 | 135 | 126 b | 13,7 | 14,3 | 14,0 ab | 117 | 106 | 112 b |
| C_4 | 160 | 162 | 161 bc | 134 | 128 | 131 ab | 11,6 | 13,4 | 12,5 bd | 87 | 105 | 97 ce |
| C_5 | 161 | 151 | 156 c | 132 | 140 | 136 a | 11,9 | 10,7 | 11,3 d | 90 | 76 | 83 f |
| C_6 | 176 | 166 | 171 a | 113 | 121 | 117 c | 13,6 | 16,6 | 15,1 a | 120 | 138 | 128 a |
| C_7 | 169 | 145 | 157 c | 126 | 142 | 134 a | 10,7 | 12,9 | 11,8 d | 85 | 91 | 87 ef |
| C_8 | 165 | 157 | 161 bc | 122 | 130 | 126 b | 12,0 | 12,4 | 12,2 cd | 98 | 95 | 96 de |
| C_9 | 167 | 149 | 158 bc | 127 | 143 | 135 a | 11,1 | 13,5 | 12,3 cd | 88 | 94 | 90 df |
| C_{10} | 177 | 165 | 171 a | 111 | 125 | 118 bc | 11,4 | 14,2 | 12,8 bd | 103 | 113 | 109 bc |
| VS_{bulk} | 166 | 154 | 160 bc | 126 | 118 | 122 bc | 9,9 | 10,7 | 10,3 e | 79 | 88 | 84 f |
| Media | 169 a | 156 b | 163 | 123 b | 131 a | 127 | 11,8 b | 13,4 a | 13 | 97 a | 102 a | 100 |
| DMS ^a _{interazione} | | 11 | | | 12 | | | NS | | | 9 | |
| h^2_B | | 0,24 | | | 0,27 | | | 0,33 | | | 0,26 | |

TMR: tempo medio di raccolta del primo capolino; DPP: durata del periodo produttivo; R: produzione areica di capolini; ICM: indice di contemporaneità di maturazione dei capolini; h^2_B : ereditabilità in senso ampio; a: $P \leq 0,05$.

cloni allo studio, selezionati sulla base delle caratteristiche merceologiche dei capolini (pezzatura, pigmentazione delle brattee, *etc.*). In laboratorio, i capolini sono stati lavati, asciugati e separati manualmente nelle diverse frazioni (stelo florale, foglie, ricettacolo, brattee esterne ed interne). Ciascuna frazione è stata, quindi, utilizzata per la determinazione del contenuto in polifenoli totali, calcolato come la somma della concentrazione dei singoli composti identificati mediante analisi cromatografica (Pandino *et al.*, 2010) ed espresso in mg kg⁻¹ di sostanza secca (s.s.).

Analisi statistica

I dati bio-agronomici e chimici sono stati sottoposti ad analisi della varianza a due vie ('clone' x 'anno') e le medie separate tramite test DMS di Fisher ($P \leq 0,05$). Per ciascuna delle variabili bio-agronomiche considerate è stata altresì calcolata l'ereditabilità in senso ampio (h^2_B), adottando la metodologia proposta da Abbate e Noto (1981).

Risultati

Caratterizzazione bio-agronomica

I cloni allo studio hanno mostrato un'ampia variabilità in rapporto ai caratteri bio-agronomici considerati (tab. 1). Il tempo medio di raccolta del primo capolino (TMR), pari a 163 giorni nella media del biennio, ha oscillato entro valori di 171 (cloni C₆ e C₁₀) e 157 giorni (media dei cloni C₅, C₇ e C₉). A confronto con gli altri genotipi allo studio, i cloni C₁, C₄, C₅ e C₆ hanno mostrato una minore variabilità del TMR nei due anni di prova, avendo esso subito una variazione in media pari a 7 giorni (tab. 1). In rapporto alla durata del periodo produttivo (DPP), C₅, C₇ e C₉ hanno mostrato valori significativamente più elevati (in media 135 giorni) rispetto agli altri cloni allo studio, i quali, a loro volta, non si sono discostati significativamente dai valori di DPP riscontrati in VS_{bulk} (tab. 1). In rapporto a tale variabile, l'interazione 'clone x anno' ha messo in evidenza in C₂, C₃, C₇, C₉ e C₁₀ un significativo incremento dei valori di DPP al secondo anno (in media pari a 16 giorni) (tab. 1). La produzione areica di capolini (R) è risultata, per tutti i cloni selezionati, statisticamente differenziata rispetto a quella di VS_{bulk}. In particolare, nella media del biennio, i cloni C₃ e C₆ hanno mostrato i valori di R più elevati (in media pari a 14,0 e 15,1 t ha⁻¹, rispettivamente) (tab. 1). Una capacità produttiva intermedia è stata riscontrata, invece, nei cloni C₂, C₄ e C₁₀ (in media pari a 12,6 t ha⁻¹). Significative sono risultate altresì le differenze in seno all'indice di contemporaneità di maturazione dei capolini (ICM), variabile che

ha oscillato tra 128 (C₆) e 83 (C₅) g pianta⁻¹ giorno⁻¹ (tab. 1). A tale riguardo, eccettuato C₅, tutti i cloni allo studio hanno fatto registrare valori di ICM significativamente più elevati rispetto a VS_{bulk}, specialmente C₆ e C₃ (128 e 112 g pianta⁻¹ giorno⁻¹, rispettivamente) (tab. 1). Per detta variabile, la significativa interazione 'clone x anno' ha evidenziato sostanziali differenze di comportamento tra i cloni C₁, C₄ e C₆, da un lato, ed i cloni C₃ e C₅ dall'altro. Al secondo anno, infatti, i primi 3 cloni hanno fatto registrare un significativo aumento di ICM (pari a 18 g pianta⁻¹ giorno⁻¹), mentre i restanti due cloni hanno mostrato un riduzione pari a 11 e 17 g pianta⁻¹ giorno⁻¹, rispettivamente (tab. 1). Per i caratteri presi in esame, l'ereditabilità in senso ampio (h^2_B) è risultata più elevata in R (0,33), mentre i caratteri DPP, ICM e TMR hanno complessivamente rivelato una più alta influenza ambientale (h^2_B pari a 0,27 – 0,26 e 0,24, rispettivamente) (tab. 1).

Contenuto in polifenoli totali

Indipendentemente dall'accessione allo studio, il CPT è risultato significativamente più elevato nello stelo florale (6418 mg kg⁻¹ di s.s.) piuttosto che nelle altre frazioni del capolino (3115 mg kg⁻¹ di s.s., in media) (fig. 1). È stato osservato, inoltre, come esso aumenti significativamente passando dalle brattee esterne (1.765 mg kg⁻¹ di s.s.) alle parti eduli (brattee interne e ricettacolo) del capolino (3.560 mg kg⁻¹ di s.s.) (fig. 1). Nell'ambito di ciascuna frazione, è stato possibile rilevare un'apprezzabile variabilità tra i cloni selezionati, come mostrato soprattutto per lo stelo florale ed il ricettacolo (CV pari al 54 e 47%, rispettivamente) (tab. 2). Il CPT delle brattee esterne, per tutti i cloni selezionati (1.923 mg kg⁻¹ di s.s., in

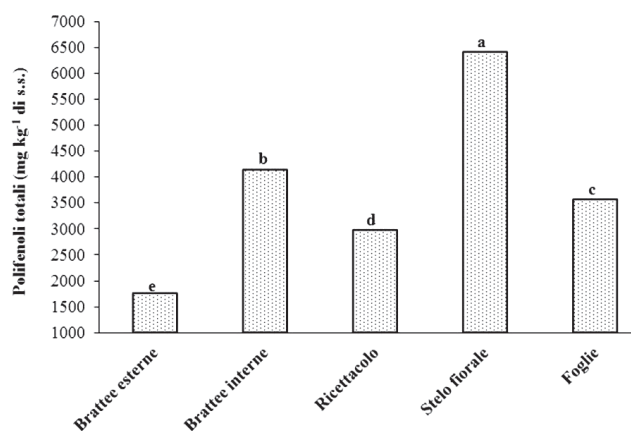


Fig. 1 - Contenuto in polifenoli totali (mg kg⁻¹ di s.s.) in rapporto alla frazione di capolino. Lettere diverse indicano significatività al test DMS ($P \leq 0,05$).

Fig. 1 - Total polyphenols content (mg kg⁻¹ of dry matter) of globe artichoke as affected by head fraction. Different letters show significant differences (LSD test, $P \leq 0.05$).

Tab. 2 - Contenuto in polifenoli totali (mg kg⁻¹ di s.s.) di cinque cloni di *Violetto di Sicilia* a confronto con una popolazione testimone (VS_{bulk}). Lettere diverse per ciascuna frazione del capolino indicano significatività al test DMS ($P \leq 0,05$).

Tab. 2 - Total polyphenols content (mg kg⁻¹ of dry matter) of five clones selected from the landrace *Violetto di Sicilia* (VS_{bulk}). Different letters within each head fraction show significant differences (LSD test, $P \leq 0.05$).

| Frazione del capolino | Accessione | | | | | | Coefficiente Variabilità (%) |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------------------------|
| | C ₁ | C ₂ | C ₃ | C ₆ | C ₉ | VS _{bulk} | |
| Brattee esterne | 1967 bc | 2043 b | 1458 cd | 1467 cd | 2680 a | 974 d | 33 |
| Brattee interne | 5595 a | 3468 d | 4542 b | 4135 bc | 3666 cd | 3442 d | 20 |
| Ricettacolo | 5890 a | 2814 b | 2684 b | 2485 bc | 2255 bc | 1754 c | 47 |
| Stelo florale | 11835 a | 6832 c | 8863 b | 2682 d | 2049 d | 6248 c | 54 |
| Foglie | 5536 a | 2797 d | 3380 c | 2195 d | 3494 c | 4049 b | 31 |

media), è risultato significativamente più elevato in confronto alla popolazione VS_{bulk} (974 mg kg⁻¹ di s.s.), mentre sia nel caso delle foglie che dello stelo florale il clone C₁ si è distinto per i livelli in polifenoli totali significativamente più elevati (5536 e 11.835 mg kg⁻¹ di s.s., rispettivamente) rispetto a quelli riscontrati in VS_{bulk} (4.049 e 6.248 mg kg⁻¹ di s.s., rispettivamente). In riferimento alle frazioni eduli del capolino (brattee interne e ricettacolo), i cloni C₁, C₃ e C₆ sono apparsi degni di considerazione per l'elevato CPT mostrato sia nelle brattee interne che nel ricettacolo (4.757 e 3.686 mg kg⁻¹ di s.s., nella media dei tre cloni) rispetto alla popolazione testimone (3.442 e 1.754 mg kg⁻¹ di s.s., rispettivamente) (tab. 2).

Discussione e conclusioni

Nel complesso i risultati acquisiti hanno dimostrato la validità del programma di selezione realizzato. Tra le variabili oggetto di misurazione, la capacità produttiva ha manifestato più elevati valori di h^2_B ed una buona stabilità negli anni; ciò implica la sua prioritaria importanza nei programmi di selezione clonale in *Violetto di Sicilia*. A conferma di quanto asserito, è emersa la superiorità produttiva dei cloni C₆ e C₃, i cui livelli produttivi sono risultati più elevati di circa il 50% rispetto a quella della popolazione testimone. In particolare il clone C₆, oltre ad una buona capacità produttiva, ha rivelato altresì un'elevata contemporaneità di maturazione dei capolini, a significare che il suo calendario produttivo, se confrontato con quello di altri cloni allo studio, è risultato concentrato in un più ristretto periodo. Tale caratteristica, se valorizzata con la concomitante diffusione di cloni diversificati in rapporto alla variabile in discorso, potrebbe essere valorizzata al fine di realizzare una migliore articolazione temporale delle produzioni di *Violetto di Sicilia* (Mauromicale e Copani, 1989). A corroborare questa ipotesi, nel nostro studio è stato possibile selezionare due cloni (C₅ e C₇) i quali, malgrado la minore capacità produttiva rispetto al clone C₆ (ma comunque

superiore rispetto alla popolazione testimone), si sono evidenziati in virtù della marcata precocità di maturazione del primo capolino e del lungo periodo produttivo. Appaiono, altresì, degni di nota i risultati ottenuti relativamente al contenuto polifenolico dei cloni di *Violetto di Sicilia* selezionati. La presenza di tali composti, dalle indiscusse proprietà "nutraceutiche", può infatti influenzare la destinazione d'uso del prodotto (Lattanzio, 2003). In tal senso, i cloni C₁, C₃ e C₆, caratterizzati da un elevato tenore di polifenoli totali nel ricettacolo e nelle brattee interne, si presterebbero meglio al consumo fresco. Per contro, i cloni C₂ e C₉ si sono distinti per il basso contenuto di polifenoli totali nel ricettacolo e nelle brattee interne e ciò li renderebbe più idonei alla trasformazione industriale, data la loro presumibile minore attitudine a subire fenomeni di imbrunimento enzimatico e non (Lattanzio, 2003). In accordo con i dati in letteratura (Fratianni *et al.*, 2007; Lombardo *et al.*, 2012), il presente studio ha permesso altresì di accertare come tali bio-composti si accumulino preferibilmente in determinate frazioni del capolino, suggerendo la possibilità e, soprattutto, l'utilità di valorizzare talune frazioni di scarto (*i.e.* stelo florale e foglie) per l'estrazione industriale di tali sostanze "funzionali". In tal senso, il clone C₁, in virtù dell'elevato tenore in polifenoli totali mostrato sia nello stelo florale che nelle foglie, si presterebbe a tale destinazione d'uso. Nel complesso, i risultati di questo studio dimostrano le concrete possibilità di avvalersi della selezione clonale quale strumento per utilizzare proficuamente la variabilità genetica presente nelle popolazioni siciliane di carciofo, nella duplice prospettiva di migliorare la cinaricoltura meridionale e preservare il germoplasma tradizionale dal crescente rischio di erosione genetica.

Riassunto

Il lavoro ha riguardato la selezione, la caratterizzazione bio-agronomica e la determinazione del contenuto polifenolico di 10 cloni di *Violetto di Sicilia*, allo

scopo di migliorarne le caratteristiche produttive e la qualità dei capolini e contrastarne il processo di erosione genetica in atto. L'analisi dell'ereditabilità dei caratteri ha mostrato la possibilità di migliorare soprattutto la capacità produttiva dei cloni selezionati. Sono stati isolati, infatti, alcuni cloni caratterizzati da elevate produzioni areiche e da un apprezzabile contenuto polifenolico. È stata dimostrata la piena idoneità della selezione clonale quale strumento importante per valorizzare la variabilità genetica presente in *Violetto di Sicilia*, al fine di migliorare la capacità produttiva di tale tipologia varietale, diversificarne la destinazione d'uso dei capolini e rendere più proficua la sua utilizzazione in coltura.

Parole chiave: *Cynara cardunculus* L., erosione genetica, selezione clonale, caratteristiche bio-agronomiche, polifenoli.

Bibliografia

- ABBATE V., NOTO G., 1981. *Variabilità ambientale e genotipica in popolazioni siciliane di Cynara scolymus L. ed isolamento di nuovi cloni di Violetto di Sicilia*. In: Laterza ed., Atti III Congr. Int. di Studi sul Carciofo (Bari): 843-852.
- FOURY, C., 1969. *Étude de la biologie florale de l'artichaut (Cynara scolymus L.): application à la sélection (1er partie)*. Ann. Amélior. Plantes, 17: 357-373.
- FRATIANNI F., TUCCI M., DE PALMA M., PEPE R., NAZZARO F., 2007. *Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (Cynara cardunculus L. var. scolymus (L.) Fiori)*. Food Chemistry, 104: 1282-1286.
- LATTANZIO V., 2003. *Bioactive polyphenols: their role in quality and storability of fruit and vegetables*. Journal of Applied Botany, 77: 128-146.
- LOMBARDO S., PANDINO G., IERNA A., MAUROMICALE G., 2012. *Variation on polyphenols in a germplasm collection of globe artichoke*. Food Research International, 46: 544-551.
- MAURO R.P., LOMBARDO S., LONGO A.M.G., PANDINO G., MAUROMICALE G., 2011. *New cropping designs of globe artichoke for industrial use*. It. J. Agronomy, 6: 44-49.
- MAUROMICALE G., COPANI V., 1989. *Caratteristiche biologiche e produzione di cloni diversi di carciofo isolati in popolazioni siciliane di 'Violetto di Sicilia'*. Tecnica Agricola, 41: 3-17.
- MAUROMICALE G., IERNA A., LANTERI S., LICANDRO P., LONGO A.M.G., SANTOIEMMA G., MORELLO N., 2004. *Panorama varietale del carciofo in Sicilia*. Inf. Agr., 52: 15-18.
- PANDINO G., COURTS F.L., LOMBARDO S., MAUROMICALE G., WILLIAMSON G., 2010. *Caffeoylquinic acids and flavonoids in the immature inflorescence of globe artichoke, wild cardoon, and cultivated cardoon*. J. Agr. Food Chem., 58: 1026-1031.
- PANDINO G., LOMBARDO S., MAURO R.P., MAUROMICALE G., 2012. *Variation in polyphenol profile and head morphology among clones of globe artichoke selected from a landrace*. Scientia Horticulturae, 138: 259-265.
- PORTIS E., MAUROMICALE G., BARCHI L., MAURO R., LANTERI S., 2005. *Population structure and genetic variation in autochthonous globe artichoke germplasm from Sicily Island*. Plant Science, 168: 1591-1598.