

Influenza del substrato sulla variabilità intraspecifica di *Thlaspi rotundifolium* (L.) Gaudin nelle Alpi Occidentali

SERGIO ENRICO FAVERO LONGO, CONSOLATA SINISCALCO

Dipartimento di Biologia Vegetale

Viale Mattioli, 25

I- 10125 Torino

S. E. Favero Longo, C. Siniscalco, **Substratum influence on the intraspecific variability of *Thlaspi rotundifolium* (L.) Gaudin in Western Alps.** *Rev. Valdôtaine Hist. Nat.* **58**: 129-140, 2004.

Thlaspi rotundifolium s.l. is characterised by a high intraspecific variability which has led during the last two centuries to an unclear frame about its systematics and nomenclature. In the present work the influence of lithic substratum on the morphological variability is examined in plants collected in Piemonte and Valle d'Aosta (W Italian Alps). Morphometric analysis of the stylus length, which is the most significative character used to discriminate the different entities, has been carried out on 62 specimens of Herbarium Pedemontanum of the University of Turin (HP-TO) and on 9 recently collected samples. Data highlighted that the stylus length varies continuously from 1 to 6 mm and is influenced by Ca and Mg contents of the colonised lithotypes (serpentinities, metabasites, dolomites, calcschistes and limestones).

Key words: intraspecific variability, magnesium, serpentine, stylus, *Thlaspi rotundifolium*, W-Alps.

INTRODUZIONE

La sistematica del genere *Thlaspi* è universalmente ritenuta difficoltosa e controversa (Pignatti, 1982; Mummenhof *et al.*, 1997). Problematiche nella classificazione a livello intragenerico, per lungo tempo mantenutesi irrisolte, sono state solo recentemente sciolte grazie all'accostamento di tecniche di biologia molecolare al tradizionale esame dei caratteri morfologici ed anatomici (Mummenhoff *et al.*, 1997).

Accanto alle controversie della sistematica intragenerica, difficoltà tassonomiche relative a *Thlaspi* s.l. giacciono irrisolte anche relativamente a situazioni di particolare variabilità a livello intraspecifico. Una spiccata variabilità interna a *Thlaspi rotundifolium* Gaud., specie caratteristica dei ghiaioni mobili lungo tutto l'arco alpino, dalle Alpi Liguri alla Foresta Viennese, giustifica, in particolare, il tentativo, fin dalle prime descrizioni, di distinguere sulla base di caratteri morfologici molteplici varietà e/o sottospecie, senza, tuttavia, portare definitiva chiarezza. Lo scopo del presente lavoro è di verificare se tale variabilità sia correlabile o meno ai diversi litotipi su cui le piante si sviluppano nell'ambito del territorio valdostano e piemontese.

In relazione all'intricato quadro legato a *T. rotundifolium*, si propone una sintesi dei principali inquadramenti che diversi autori hanno adottato, sulla base di varie concezioni sistematiche, tassonomiche e nomenclaturali che si sono susseguite nel tempo. Vengono riportate in Tab. I tutte le entità citate con i nomi degli autori, omissi nel testo.

Thlaspi rotundifolium, descritto da Linneo (1753) come *Iberis rotundifolia*, viene suddiviso da Gaudin in due varietà morfologicamente distinte sulla base della morfologia fogliare e del numero dei semi: *T. r.* ssp. *oligospermum* e *T. r.* ssp. *corymbosum*.

In Emile Burnat (1892) alle entità distinte da Gaudin vengono affiancate *T. r.* var. *limosellaefolium* e *T. rotundifolium* var. *lereschianum*, descritto sulla base di esemplari erboriz-

zati da *Leresche* nelle estati del 1846 e 1847 tra le valli di Cogne e Soana. E caratterizzata da stili eccezionalmente lunghi (4-5 mm), foglie cauline con orecchiette subacute, infiorescenze molto corte e silique sovente con 10 semi.

Rouy e Foucaud (1895) riprendono l'impostazione di Burnat e introducono *T. cenisium*, presente al colle del Moncenisio, anch'esso caratterizzato da stilo molto lungo (4-5 mm).

Nella "Flora d'Italia" (1923-29), riprendendo *in toto* i 5 *sub-taxa* fino ad allora distinti, Fiori riunisce da un lato l'entità *T. r. typicum*, *T. r. corymbosum* e *T. r. limosellaefolium*, caratterizzate da petali obovati, frutto lungo 5-8 mm e stilo di 1-3 mm, dall'altra le var. *cenisium* e *lereschianum*, caratterizzate da petali più stretti, oblungi, frutto di 8-12 mm e stilo di 4-5 mm.

Più recentemente, Meyer (1973), nell'ambito della revisione sistematica del genere *Thlaspi* effettuata sulla base dei caratteri anatomici dei semi, inserisce *T. rotundifolium* nell'ambito del genere *Noccaea*. All'interno di *Noccaea rotundifolia* distingue la ssp. *rotundifolia* (stilo corto), la ssp. *intermedia* (stilo fino a 2,5 mm) e la ssp. *grignensis* (stilo fino a 2,9 mm), presente sul gruppo della Grigna. Eleva al rango di specie *Noccaea limosellifolia* e *Noccaea corymbosa*.

In "Flora d'Italia" (1982), Pignatti distingue *T. rotundifolium* ssp. *rotundifolium*, *T. rotundifolium* ssp. *corymbosum* e *T. rotundifolium* ssp. *cepaefolium*. La prima sottospecie viene segnalata su ghiaioni e pietraie calcarei e dolomitici, mentre la seconda è segnalata su pietraie silicee e calcescisti. *T. r. ssp. cepaeifolium* è segnalato sui detriti zinciferi alle cave di Predil (UD) come essenza rarissima. Le prime due sottospecie vengono distinte in base alle caratteristiche morfologiche dello stilo, lungo rispettivamente 1,5-2 mm e 2-3 mm, e delle orecchiette delle foglie cauline, rispettivamente ottuse e acute. In una nota sulla variabilità vengono segnalate inoltre *T. limosellaefolium*, *T. cenisium* e *T. rotundifolium* var. *lereschianum* come entità che necessitano di approfondimenti. *T. rotundifolium* var. *lereschianum*, caratterizzato dallo stilo lungo (3) 4-4,5 (5) mm, siliquette di 8-12 mm e petali di 8-9 mm, viene indicato come entità più importante.

Successivamente, Aeschmann & Burdet (1989) e Lauber & Wagner (1996) riportano per la Svizzera, nell'ambito del gruppo *Thlaspi rotundifolium*, due specie distinte: *Thlaspi repens* e *Th. lerescheanum*, la prima presente sui ghiaioni calcarei, con stilo minore di 2 mm, la seconda sui ghiaioni silicei e serpentinitici, con stilo tra 2 e 3,5 mm.

Nell'ultima edizione di *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1993) viene ritenuto prioritario rispetto a *T. rotundifolium*, il nome *Thlaspi cepaeifolium* con lunghezza dello stilo di 1-2 mm. La specie viene suddivisa in due sottospecie: *T. c. cepaeifolium*, presente sui calcari e sui suoli metalliferi (zinciferi) delle Alpi Sud-Orientali, e *T. c. rotundifolium*, diffusa in tutto l'areale di distribuzione della specie. Per quest'ultima sottospecie vengono segnalate quali varianti su rocce magmatiche e suoli silicei delle Alpi Occidentali alcune varietà: *T. c. ssp. rotundifolium* var. *limosellifolium* var. *lereschianum*, var. *corymbosum*, ssp. (?) *cenisium*.

In *Atlas Florae Europaeae* (Jalas *et al.*, 1996) è mantenuta la suddivisione in due sottospecie introdotta in *Flora Europaea*, ma viene restituita la priorità al nome *T. rotundifolium*.

Molte specie europee di *Thlaspi*, ma non tutte, sono note in letteratura quali iperaccumulatrici di metalli pesanti fra i quali Zn, Pb e Ni; si tratta per lo più delle specie segnalate su suoli serpentinosi: *Thlaspi alpestre* L., *Thlaspi sylvium* Gaudin e *Thlaspi rotundifolium* sulle Alpi, *Thlaspi goesingense* Halácsy nell'Austria orientale ed altre specie nell'area balcanica (Reeves & Brooks, 1983; Reeves, 1992).

Thlaspi rotundifolium, in particolare, è noto come specie iperaccumulatrice di zinco e di nickel.

T. rotundifolium ssp. *caepaeifolium* Koch, come già sottolineato, colonizza i detriti zincheri delle cave del Predil (Pignatti, 1982) ed iperaccumula zinco (> 10000 mg/g s.s.; Reeves & Brooks, 1983); sono inoltre segnalati in letteratura esemplari di *T. rotundifolium* var. *limosellifolium* erborizzati al "Col de Finestre" (Alpi Marittime, Francia), caratterizzati da un tenore in zinco di oltre 7000 mg/g s.s. (Reeves & Brooks, 1983).

La capacità di *T. rotundifolium* di iperaccumulare nickel è segnalata per la prima volta nel 1979 da Vergnano Gambi & Gabbrielli (Brooks, 1987). Questi rilevano sui terreni prettamente serpentinosi della morena del ghiacciaio di Verre (Val d'Ayas - Valle d'Aosta) esemplari di *T. gr. rotundifolium* caratterizzati da un tenore in nickel di 6270 mg/g s.s. (Vergnano Gambi & Gabbrielli, 1979); altri esemplari rivelano successivamente un tenore di 7876,20 mg/g s.s. (= 134,2 mg-at/g s.s.) (Vergnano Gambi *et al.*, 1982). Sono inoltre segnalate elevate concentrazioni di nickel in esemplari provenienti dalla Valle di Cogne, dai dintorni di Zermatt e dalla medesima Val d'Ayas (1300-18300 mg/g) [Reeves & Brooks, 1983] e in alcuni esemplari di *T. rotundifolium* var. *corymbosum* provenienti da terreni serpentinitici delle Alpi Centrali (Val Malenco, Sondrio) (1619,8 mg/g = 27,6 mg-at/g) [Vergnano Gambi *et al.*, 1982].

MATERIALI E METODI

L'indagine è stata condotta su 62 *exsiccata* di *Thlaspi rotundifolium*, erborizzati fra il 1820 ed il 1999 e conservati nell'*Herbarium Pedemontanum* dell'Università di Torino (HP-TO) [Tab. 2], e su esemplari recentemente raccolti (estati 2001-2002-2003) in diverse stazioni delle Alpi Occidentali [Tab. 3]. Ogni campione è stato oggetto di un'analisi morfometrica relativa alla lunghezza media dello stilo, carattere in assoluto più frequentemente utilizzato in passato nel definire i diversi *sub-taxa*. Il valore relativo a ciascun *exsiccatum* è stato ricavato dalla media delle lunghezze di 5 stili di differenti infruttescenze a maturazione.

Sulla base dei dati riportati sul cartellino degli *exsiccata* esaminati, si è poi effettuata una valutazione della natura geologica del substrato dell'area di provenienza dei diversi campioni. Tale ricostruzione è stata effettuata utilizzando i fogli alla scala 1:100000 della Carta Geologica d'Italia (Ufficio Geologico, 1927, 1934, 1951, 1959, 1960, 1961, 1966, 1970, 1971), la Carte Géologique de la Vallée d'Aoste alla scala 1:100000 (Elter, 1987), la Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50000 (Malaroda, 1970). Nei casi in cui le indicazioni non sufficientemente dettagliate riguardanti i siti di erborizzazione e/o la geologia complessa di alcune aree abbiano determinato l'impossibilità di definire univocamente il substrato litico di provenienza delle piante erborizzate, si è proceduto alla individuazione delle differenti opzioni possibili. Le raccolte effettuate nelle recenti stagioni estive sono state rivolte a chiarire, mediante l'osservazione diretta, le situazioni geologicamente meno chiare mediante la sola analisi su base cartografica.

Per i diversi substrati litici di provenienza degli esemplari, sono stati raccolti dati sul tenore medio in Ca e Mg, un'informazione ricavata non da misurazioni dirette, ma sulla base di valori disponibili in letteratura relativi a litotipi confrontabili. Per i campioni provenienti da zone la cui geologia non è risultata ben definibile sulla base delle informazioni disponibili sul cartellino, il valore riportato rappresenta un media dei tenori in Mg e Ca dei litotipi presenti nel settore

Autore	Entità distinte	Caratteri distintivi	Lunghezza stilo	Distribuzione e ambiente
Linneo (1753)	<i>Iberis rotundifolia</i>	—	—	—
Gaudin (1829)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> ssp. <i>oligospermum</i>	morfologia fogliare	—	Alpi
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> ssp. <i>corymbosum</i>	numero di semi	—	Alpi
Burnat (1892)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud.	morfologia fogliare	variabile	calcare
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> var. <i>corymbosum</i> Gaud.	numero di semi	variabile	Alpi di Zermatt
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. var. <i>limosellaefolium</i>	lunghezza stilo	2 mm	Alpi Marittime
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. var. <i>lereschianum</i>	infrutescenze	4-5 mm	Cogne
	<i>Thlaspi cepaeifolium</i> Koch	colore dei petali	—	Carinzia
Rouy & Foucaud (1895)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud.	morfologia fogliare	1-4 mm	calcare
	<i>Thlaspi limosellaefolium</i> Reuter pro specie	numero di semi	—	Alpi Marittime
	<i>Thlaspi cenisium</i> Rouy et Fouc. pro subspecie	lunghezza stilo	4-5 mm	Mt. Cenisio
	<i>Thlaspi corymbosum</i> Gaud. pro varietate	infrutescenze,	—	Alpi di Zermatt
	<i>Thlaspi lereschianum</i> Burnat pro varietate	colore dei petali	4-5 mm	Piemonte (Col di Nuova)
	<i>Thlaspi cepaeifolium</i>	—	—	Carinzia
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. <i>typicum</i>	morfologia florale	1-3 mm	Alpi
Fiori (????)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. <i>corymbosum</i> Gaudin	forma dei petali	—	Val d'Aosta, Mt. Rosa, Alpi Svizzere Occ.
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. <i>limosellaefolium</i> Reuter	lunghezza frutti	—	Alpi Marittime
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. <i>lereschianum</i> Burnat	lunghezza stilo	4-5 mm	Alpi Graje (Cogne)
Meyer (1973)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. <i>cenisium</i> Rouy & Fouc.	—	—	Allagna, Gressoney, M. Cenisio, Alpi valdesi
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> Gaud. <i>cepaefolium</i> Koch	lunghezza sepalì e petali	1-1,5 mm	Alpi tenl., Tirolo, Carniola, Carinzia
Pignatti (1982)	<i>Noccaea rotundifolia</i> (L.) Moench. ssp. <i>rotundifolia</i> (series <i>Noccaea</i>)	lunghezza stami e stilo	più corto	—
	<i>Noccaea rotundifolia</i> ssp. <i>intermedia</i> F.K.Meyer (series <i>Noccaea</i>)	numero dei semi	fino a 2,5 mm	—
	<i>Noccaea rotundifolia</i> ssp. <i>grignensis</i> F.K.Meyer (series <i>Noccaea</i>)	—	fino a 2,9 mm	—
	<i>Noccaea corymbosa</i> (Gay) Meyer (series <i>Stylosae</i>)	—	—	—
Aeschimann & Burdet (1989)	<i>Noccaea limosellaefolia</i> (Reuter ex Burnat) F.K.Meyer (series <i>Stylosae</i>)	—	—	—
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> (L.) Gaud. ssp. <i>rotundifolium</i>	morfologia fogliare	1,5-2 mm	Alpi Orientali - calcari - dolomie
	<i>Thlaspi rotundifolium</i> (L.) Gaud. ssp. <i>corymbosum</i> (Gaudin) Gremli	lunghezza stilo	2-3 mm	Alpi Occidentali - silice - calcescisti
Tutin et al. (1993)	<i>Thlaspi rotundifolium</i> (L.) Gaud. ssp. <i>cepaefolium</i> (Wulfen) Rouy et Fouc.	—	—	Cave del Predil (Udine) - detriti zinciferi
	<i>Thlaspi repens</i> Maire	lunghezza stilo	< 2mm	Alpi - calcare
Tutin et al. (1993)	<i>Thlaspi lereschianum</i> (Burnat) A.W.Hill	—	2-3,5 mm	Alpi Occidentali - silice
	<i>Thlaspi cepaeifolium</i> (Wulfen) Koch ssp. <i>cepaefolium</i>	morfologia fogliare	1-2 mm	calcari e detriti metalliferi
	<i>Thlaspi cepaeifolium</i> (Wulfen) Koch ssp. <i>rotundifolium</i> (L.) Greuter & Burdet	—	—	—

Tabella 1 - Inquadramento sistematico e nomenclaturale di *Thlaspi rotundifolium* s.l.

Località di raccolta	Litotipo	Data
1 Val d'Aosta	—	s.d.
2 Valle di Champorcher - colle del Fenetto	calcescisti	1898
3 Comba Emmanuel - Vallone di Prariond (Val Macra)	calcari	11/08/1898
4 Argentera - presso il colle del Pouriac	calcari	30/07/1890
5 Alto Vallone del Breuil - ai piedi delle morene	calcescisti (calcari)	30/07/1897
6 Vallone del Pouriac - Monte Tre Vescovi	calcari	10/08/1890
7 Vallone Castiglione - A. Marittime - sotto la base di Druas presso i laghi di Terra Rubio	miloniti (agmatiti anfiboliche)	20/07/1855
8 Alto Vallone del Preit - detriti sotto il colle della Gardetta	calcari	26/07/12
9 Colle di San Chiaffredo - Monviso	prasiniti	27/07/1887
10 Alipi Cozie - Valle Stura - Oserot - pendio detritico - calcare	calcari	30/06/99
11 Acceglio (val Macra) - sotto il colle Maurin	calcari (dolomie)	28/07/10
12 Colle di San Chiaffredo - Alpi Cozie	prasiniti	27/07/1887
13 Sant'Anna di Vinadio - Bassa di Druo	miloniti (agmatiti anfiboliche)	17/07/1891
14 Colle delle Rovine - Alpi Marittime - nei detriti	miloniti (agmatiti anfiboliche)	12/08/1891
15 Acceglio - detriti di rocce sotto il colle delle Muria	calcari (dolomie)	26/07/09
16 Sella dell'Orsiera (Val di Susa)	calcescisti (serpentiniti, anfiboliti)	1/08/1898
17 Vallone di Ferriere - Val Stura - salendo al Coloumban	calcari	10/07/1890
18 Colle di Deserta e Chaberton - Cesana - alla sommità dei gioghi fra le ghiaie	calcescisti	1847
19 La Maddalena - Argentera - alla sommità della valle Stura	calcari	1858
20 Bardonecchia - Valfroide - falde della Roche d'Aigle	calcescisti	30/07/1899
21 Valle di Susa - Colle di Thuras - Zone pioniere in ghiaioni mobili	calcescisti	10/08/78
22 Tra Fenestrelle e Pragelato	calcescisti - prasiniti	1845
23 Bardonecchia - Colle del Frejus	calcari - calcescisti	24/07/03
24 Col d'Olen - Val Sesia - Vallone Lys - pendici del Corno del Camoscio	prasiniti - calcescisti	ago-07
25 Chaberton	calcari - calcari dolomitici - dolomie	23/07/1888
26 Vallone del Molasco - Valle Macra - zone ghiaiose e sfasciumi presso il Rio Molasco	calcescisti	20/07/83
27 Alpi della Raschera e di Viozene (Mondovì) - nei siti elevati e ghiaiosi	calcari - calcari dolomitici	08/1844
28 Riva - Valsesia	prasiniti	24/08/1880
29 Val Macra - nei luoghi ghiaiosi alla sommità delle Alpi	—	1844
30 Mont Cenis - in summis Alpīs	calcescisti	s.d.
31 Colle di Turlo e di Altare - versante ossolano	ortogneiss	12/08/1898
32 Orsiera - detriti del contrafforte sud	serpentiniti	31/07/1898
33 Dondena - salendo alla finestra di Champorcher	calcescisti - prasiniti - serpentiniti	03/07/03
34 Val Chisone - Pra Catinat - sopra ai detriti dell'Orsiera	serpentiniti	25/07/75
35 Gran Tournalin	prasiniti - calcescisti	30/07/1889
36 Moncenisio	calcescisti - dolomie	18/07/1843
37 Alla Raschera	calcari - calcari dolomitici	s.d.
38 Champoluc - alla Testa Grigia	calcescisti - prasiniti	05/09/06
39 Colle della Bettaforca	serpentiniti	9/08/1870
40 Alagna	prasiniti - serpentiniti	20/06/1868
41 Monte Ossola e Fornelino tra Bognanco e Antrona	prasiniti - serpentiniti	s.d.
42 Col di Cogne presso il lago Miserin	calcescisti - serpentiniti	25/08/1878
43 Val Chisone - tra la vetta nord ed il colle dell'Orsiera	serpentiniti	1/08/1898
44 Mont Cenis - A. Graie - Ospizio Lac Clair	dolomie - calcescisti	25/07/1881
45 Rima e Alagna - fra le ghiaie al Monte Rosa	prasiniti - serpentiniti	07/1846
46 Val Susa - Cenisio - Valle Consalet	—	16/07/1878
47 Mont Cenis - morene al lago Clair	calcescisti - dolomie	25/07/1880
48 Gornern - presso il ghiacciaio del colle Theodulo	serpentiniti - prasiniti	08/08/68

Località di raccolta	Litotipo	Data
49 Val Bardoney (Aosta) - testa della valle	—	02/08/57
50 Valle di Susa - Colle Niblet	micascisti	27/08/94
51 Col d'Olen	serpentiniti - prasiniti - calcescisti	08/1820
52 Val di Champorcher - Dondena - loca dicto Col Fussi, ad rupes deliquescentes, solo schistoso	serpentiniti - calcescisti	16/08/04
53 Gran Tournalin	prasiniti - calcescisti	08/1885
54 Col d'Olen - Valsesia	serpentiniti - prasiniti - calcescisti	12/08/1899
55 Colle Chaberton su Fenils - vallone superiore	calcarei dolomitici	12/07/15
56 Valle di Cogne - rocce basiche - sopra Cogne, cresta ad ovest della Punta Tersiva	prasiniti	14/08/60
57 Colle delle Finestre - Valle di Champorcher	serpentiniti - calcescisti	15/08/1880
58 Gressoney - nei pascoli più elevati dell'Alpe Debbiola volti a ponente	gneiss minuti - kinzigiti - (serpentiniti - prasiniti)	17/08/1858
59 Champorcher (Aosta) piano roccioso sopra Dondena	serpentiniti	1903
60 Val di Susa - Giusalet - vetta	—	16/07/1878
61 Champorcher Alpi Graie - colle	serpentiniti - calcescisti	1/08/1895
62 Monte Delà - sul colle alle nevi	serpentiniti - prasiniti - calcescisti	09/07/72

Tabella 2 – Elenco dei campioni presenti nell'Herbarium Pedemontanum.

Località di raccolta	Litotipi	Data
1 Cima Gana Rossa (2213 m, C. dei Grigioni - Svizzera)	peridotiti e detrito morenico misto	8-2002
2 Colle della Bettaforca (2700 m, Valle d'Aosta - Italia)	serpentiniti	7-2002
3 Conca del Lago Gelato (2600 m, Valle d'Aosta - Italia)	serpentiniti	8-2001
4 Finestra di Champorcher (2826 m, Val d'Aosta, Italia)	serpentiniti e calcescisti	7-2003
5 Monte Chaberton (m 3131 Valle di Susa – Italia);	dolomie - calcescisti	6-2003
6 Monte Orsiera (m 2878 Val Chisone – Italia);	serpentiniti - calcescisti	8-2003
7 Colle dell'Izoard (22361 m; Dip. Alpi Marittime – Francia)	calcarei dolomitici	7-2003
8 Cime de la Bonette (2860 m, Dip. Alpi Marittime - Francia)	calcescisti	8-2002

Tabella 3 – Elenco dei campioni raccolti negli anni 2001-2003 e non ancora depositati.

Alcuni degli esemplari erborizzati nella conca del Lac Gelé (Mont Avic, Valle d'Aosta), sono stati infine sottoposti ad indagini microanalitiche volte a valutare la presenza nelle porzioni epigee di alcuni macro- (Ca, Mg, Fe) e microelementi (Cr, Ni, Zn) abbondanti e/o ricorrenti nei substrati serpentinitici. Le analisi sono state effettuate secondo il metodo interno (n° 1087 - accreditato) del Laboratorio Chimico della Camera di Commercio di Torino per la "Determinazione metalli in mangimi e fieni mediante ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry). Per effettuare le analisi i campioni sono stati portati in soluzione con una miscela di acido nitrico (65%) e perossido di idrogeno (30%) e successivamente mineralizzati con un sistema a microonde ad alta pressione (Milestone Mega 1200). Le analisi sono state effettuate mediante un ICP-AES Perkin Elmer mod. PE 400 utilizzando un flusso di Ag per il plasma di 15 l/min, un flusso di Ag ausiliario di 1 l/min ed un flusso di Ag al nebulizzatore (Cross-Flow) di 0,8 l/min; per ogni parametro sono state effettuate cinque repliche con un tempo di scansione di 40000 sec.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Lo studio degli *exsiccata* di *T. rotundifolium* conservati nell'HP-TO ha consentito di valutare la distribuzione delle piante nell'area valdostano piemontese, lungo l'arco alpino dal settore ossolano al monregalese (Fig. 1).

Sulla base della ricostruzione geologica effettuata, serpentiniti, prasiniti, miloniti anfiboliche, dolomie, calcari dolomitici, calcescisti e calcari sono risultati i litotipi tipicamente colonizzati dalla specie. Tale dato conferma come *T. rotundifolium* caratterizzi i ghiaioni mobili dal chimismo a tendenza basica.

L'analisi morfometrica dei campioni dell'erbario HP-TO ha permesso di rilevare come la lunghezza media degli stili sia variabile, senza soluzione di continuità, fra 1,0 mm e 4,6 mm con un valore minimo di 0,9 mm ed un massimo di 5,0 mm (Fig. 2).

Sulla base dei dati raccolti relativi alla natura litologica dei substrati di provenienza dei campioni, risulta inoltre possibile affermare che stili di lunghezza ridotta (< 2,5 mm) caratterizzano gli esemplari provenienti da aree a calcari e calcescisti, mentre stili più lunghi (> 2,5 mm)

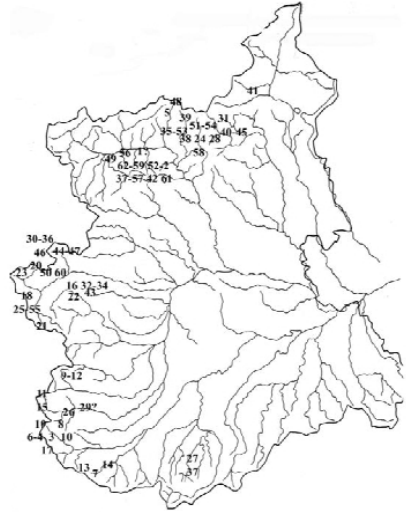


Fig.1 – Localizzazione delle stazioni di rilevamento di *Thlaspi rotundifolium* nel territorio piemontese e valdostano (i numeri si riferiscono all'elenco dei campioni riportato in Tab.2).

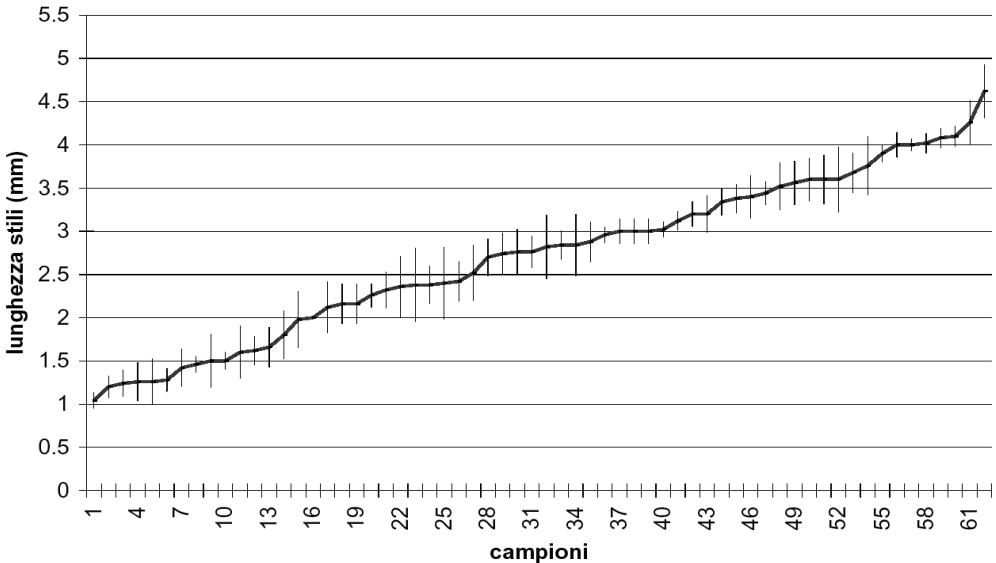


Fig. 2 – Lunghezza degli stili (media e deviazione standard) nei campioni analizzati.

caratterizzano quelli erborizzati in aree a prasiniti, calcari dolomitici, dolomie e serpentiniti (Fig. 3). L'unica eccezione risulta rappresentata da esemplari che presentano stili di lunghezza ridotta (~ 1,5 mm), pur se provenienti dal Colle di San Chiaffredo (Monviso), sito in cui sono presenti prasiniti. Tale anomalia risulta peraltro giustificabile in relazione alla diffusione di calcescisti in aree limitrofe nelle quali potrebbero essere stati effettivamente raccolti i campioni esaminati.

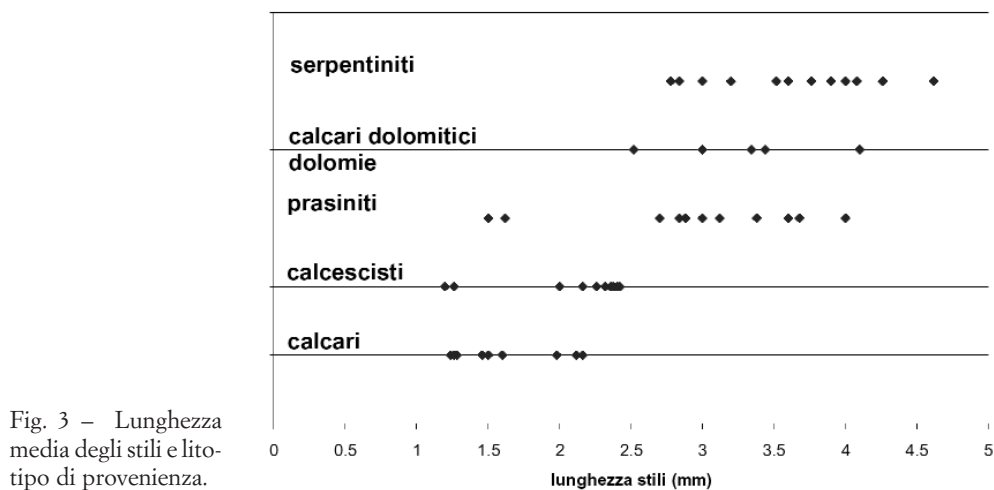


Fig. 3 - Lunghezza media degli stili e lito-tipo di provenienza.

La variabilità morfologica interna alla specie non pare correlabile con l'area geografica di provenienza dei diversi esemplari quanto con la natura geologica del substrato.

Tale correlazione ha trovato ulteriore conferma nell'analisi morfometrica degli esemplari erborizzati nelle ultime stagioni estive. Nelle zone caratterizzate dalla presenza di calcescisti (Col de la Bonette, Finestra di Champorcher-Colle, Colle dell'Orsiera, Monte Chaberton-Colle di Deserta) gli stili sono sempre risultati caratterizzati da lunghezze inferiori a quelli degli esemplari erborizzati in aree a calcari dolomitici (Colle del Galibier, Monte Chaberton-vetta) e serpentiniti (Monte Orsiera, Mont Avic, Colle dell'Bettaforca, Finestra di Champorcher-Lago Miserin). Le indagini in campo hanno inoltre permesso di rilevare come anche esemplari raccolti a distanze molto ridotte, dell'ordine di centinaia di metri possano presentare stili di lunghezza molto variabile, qualora colonizzanti substrati differenti. Tale fenomeno si è in particolar modo riscontrato durante le raccolte effettuate sul Monte Chaberton, sul Monte Orsiera e nei dintorni della Finestra di Champorcher.

I litotipi interessati dalla colonizzazione di *T. rotundifolium* sono assolutamente differenti per genesi, composizione mineralogica e composizione chimica. Particolarmente rilevante, in tal senso, appare la variabilità del contenuto in magnesio e calcio: calcari e calcescisti sono caratterizzati da tenori elevati di calcio e da una quasi totale assenza di magnesio, mentre in prasiniti, calcari dolomitici, dolomie e serpentiniti il contenuto in magnesio risulta da confrontabile a nettamente superiore a quello in calcio (Tab. 4; elaborazione da Niggl *et al.*, 1930).

I litotipi ricchi in magnesio sono colonizzati da esemplari di *T. rotundifolium* con stili di lunghezza maggiore. A tale riguardo vengono riportati per ogni campione, accanto alla lunghezza media degli stili, dati relativi alla composizione media dei litotipi caratterizzanti l'area di provenienza, (Fig. 4-5). Nell'ambito dei complessi ofiolitici e in particolare sulle serpentiniti che la lunghezza degli stili raggiunge le dimensioni maggiori, con massimi di 5-6 mm.

Litotipi	Calcio	Magnesio
Calcari	66,05	1,24
Calcescisti	22,02	3,53
Calcari dolomitici	40,43	20,93
Prasiniti	8,12	6,90
Serpentiniti	1,75	34,90

Tabella 4 – Elenco dei campioni raccolti negli anni 2001-2003 e non ancora depositati.

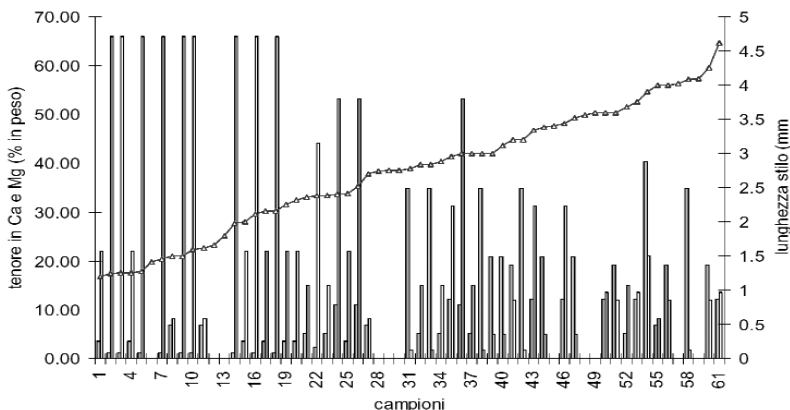


Fig. 4 – Lunghezza media degli stili e tenori in calcio (bianco) e magnesio (grigio) dei litotipi di provenienza dei campioni sulla base della ricostruzione cartografica (% in peso).

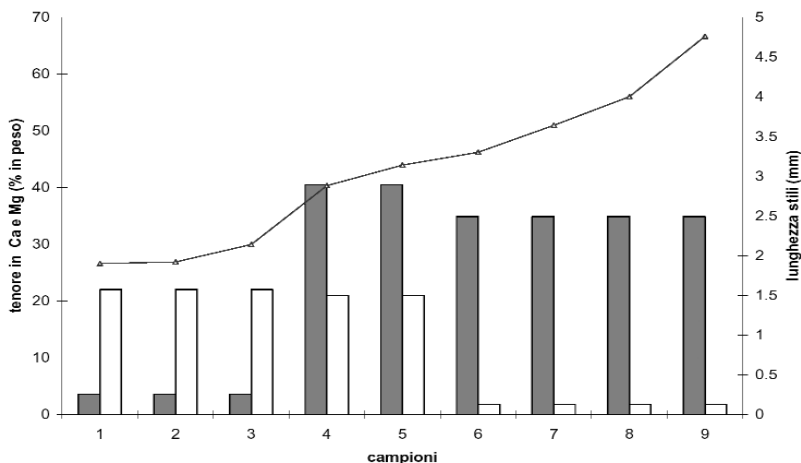


Fig.5 - Lunghezza media degli stili e tenori in calcio (bianco) e magnesio (grigio) dei litotipi di provenienza dei campioni sulla base delle osservazioni in campo (% in peso).

I dati raccolti permettono di ipotizzare che la variabilità dello lunghezza dello stilo, il carattere ripetutamente adottato nel distinguere *taxa* e *subtaxa* all'interno di *T. rotundifolium*, non rappresenti altro che una variabilità fenotipica legata alla natura geologica del substrato e, in particolare, ai differenti tenori in magnesio e calcio dei litotipi colonizzati.

Tale ipotesi trova inoltre sostegno in uno studio effettuato su *Brassica juncea*, un'altra specie della medesima famiglia delle Brassicaceae, relativo alla attività della proteina Gliosilasi 1. La proteina, responsabile della proliferazione cellulare, è risultata distribuita in modo differenziato all'interno delle piante esaminate e, in particolare, in modo variabile all'interno dell'organo florale ove risulta particolarmente concentrata nel pistillo. La sua attività risulta inoltre particolarmente stimolata proprio dal magnesio (125%) e repressa dal calcio (55%) (Deswal & Sopory, 1998).

Analisi preliminari di composizione elementare effettuate su esemplari di *T. rotundifolium* erborizzati su serpentiniti nell'area del Mont Avic (Valle d'Aosta) e caratterizzati da stili di lunghezza media di 4,0 mm hanno rivelato a livello della porzione epigea un tenore in magnesio superiore a quello in calcio ($Mg = 1,205 \pm 0,245$ % s.s.; $Ca = 0,885 \pm 0,125$ % s.s.). Gli esemplari esaminati hanno inoltre evidenziato tenori massimi in nickel di 1440 mg/g s.s., un valore tale da definire *T. rotundifolium* un iperaccumulatore di nickel (iperaccumulatori se $Ni > 1000$ mg/g s.s.; Reeves, 1992), in accordo con quanto già riportato per esemplari erborizzati sulle morene della Val d'Ayas (Valle d'Aosta) da Vergnano-Gambi & Gabbrielli (1979).

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

La variabilità morfologica di *Thlaspi rotundifolium* risulta legata alla natura del substrato e non alla distribuzione geografica. Gli individui presenti in aree a calcari e calcescisti presentano stili di lunghezza ridotta, mentre gli individui presenti in aree a calcari dolomitici, prasiniti, dolomie e, soprattutto, serpentiniti presentano stili di lunghezza maggiore.

Tale affermazione concorda con l'impostazione sistematica proposta da *Flora Europaea* nella quale tutte le differenti varietà e sottospecie precedentemente descritte sono state riunite in un'unica sottospecie (*T. cepaeifolium* ssp. *rotundifolium*) senza ulteriori distinzioni.

Al fine di confermare l'ipotesi qui formulata, sono state avviate, con la tecnica RAPD, analisi relative alle caratteristiche molecolari di numerose entità raccolte su substrati differenti lungo tutto l'arco alpino occidentale.

Un ulteriore controllo sugli effetti di diverse concentrazioni di calcio e magnesio sullo sviluppo degli organi vegetativi e riproduttivi di *T. rotundifolium* e di altre specie del genere *Thlaspi* sarà avviato nei prossimi mesi con prove di serra. Una variabilità intraspecifica (con particolare riferimento agli organi riproduttivi) è stata infatti segnalata per diverse altre entità appartenenti al genere.

BIBLIOGRAFIA

- Aeschimann D. & Burdet H.M., 1994. *Flore de la Suisse et des territoires limitrophes*. Editions du Griffons, Neuchâtel (2 ed.).
- Burnat E., 1892. *Flore des Alpes Maritimes*. Genève & Bale H. Georg, Libraire-éditeur, Lyon.
- Deswal R. & Sopory S.K., 1998. Biochemical and immunochemical characterization of *Brassica juncea* glioxalasi 1. *Phytochemistry*, 49: 2245-2253.

- Elter G., 1987. *Carte géologique de la Vallée d'Aoste (Scala 1 :100000)*. S.E.L.C.A., Firenze.
- Fiori A., 1925. *Nuova flora analitica d'Italia*. Edagricole, Bologna. 1120 p.
- Gaudin I., 1829. *Flora Helvetica sive istoria stirpium hucusque cognitarum in Helvetia et in tractibus conterminis. Sumpibus Orellii, Fueslinii et sociorum, Turici*.
- Jalas J., Suominen J. & Lampinen R., 1996. *Atlas Florae Europaeae. Distribution of vascular plants in Europe*. Helsinki.
- Meyer F.K., 1973. Conspectus der „*Thlaspi*“-Arten Europas, Afrikas und Vorderasiens. *Feddes repertorium*, 84: 449-470.
- Malaroda R., 1970. *Carta geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50000*. Arti Grafiche Pacini-Mariotti, Pisa.
- Mummenhof K., Franzke A. & Koch M., 1997. Molecular phylogenetics of *Thlaspi* s.l. (Brassicaceae) based on chloroplast DNA restriction site variation and sequences of the internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA. *Can. J. Bot.*, 75: 469-482.
- Niggli P., De Quervain F. & Winterhalter R. U., 1930. *Geographischer Kartenverlag*. Kümmerly & Frey, Bern.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- Reeves R.D. & Brooks R.R., 1983. European species of *Thlaspi* (Cruciferae) as indicators of nickel and zinc. *Journal of Geochemical Exploration*, 18: 275-283.
- Reeves R.D., 1992. The hyperaccumulation of nickel by serpentine plants. In: Baker A.J.M., Proctor J. & Reeves R.D., eds. *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils*. Proceedings of the First International Conference on Serpentine Ecology. Intercept, Andover, Hampshire: p. 253-277.
- Reeves R.D., Baker A.J.M., Borhidi A. & Berazain R., 1999. Nickel hyperaccumulation in the serpentine flora of Cuba. *Annals of Botany*, 83: 29-38.
- Rouy G. & Foucaud J., 1895. *Flore de France*. Société des sciences naturelles de la Charante-Inférieure ed.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.K., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Walters S.M. & Webb D.A., 1993. *Flora Europea*. Vol. I, II edizione, Cambridge University Press, Cambridge-New York-Oakleigh.
- Ufficio R. Geologico 1927. *Foglio 30° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare (Varallo)*. Stabilimenti Salomone, Roma.
- Ufficio R. Geologico, 1934. *Foglio 91° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, ristampa (Boves)*. Stabilimenti Salomone, Roma.
- Ufficio Geologico, 1951. *Foglio 29° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, ristampa (Mt.Rosa)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Ufficio Geologico, 1959. *Foglio 15° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, ristampa (Domodossola)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Ufficio Geologico, 1960. *Foglio 54° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, ristampa (Oulx)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Ufficio Geologico, 1961. *Foglio 66° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, ristampa (Cesana Torinese)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Ufficio Geologico, 1966. *Foglio 55° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, ristampa (Susa)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Ufficio Geologico, 1970. *Foglio 90° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, II edizione (Demente)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Ufficio Geologico, 1971. *Foglio 78°-79° della Carta al 100000 dell'Istituto Geografico Militare, II edizione (Demente)*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Vergnano Gambi O. & Gabbrilli R., 1979. Ecophysiological and geochemical aspects of nickel, chromium and cobalt accumulation in the vegetation of some Italian ophiolitic outcrops. *Ofoliti*, 4(2): 199-208.
- Vergnano Gambi O., Gabbrilli R. & Pancaro L., 1982. Nickel, chromium and cobalt in plants from Italian serpentine areas. *Acta Oecologica/Oecologia Plantarum*, 3(17): 291-306.

RIASSUNTO

L'elevata variabilità intraspecifica di *Thlaspi rotundifolium* s.l. ha portato nel tempo ad un complesso quadro sistematico e nomenclaturale che ancora necessita di approfondimenti. Nel presente lavoro tale variabilità viene messa in relazione alla natura geologica del substrato su cui le piante si sviluppano nel territorio valdostano e piemontese. L'analisi morfometrica della lunghezza degli stili, carattere utilizzato dalla maggior parte degli

autori come discriminante tra le diverse entità, è stata effettuata su 62 campioni presenti nell'Herbarium Pedemontanum dell'Università di Torino e su 9 campioni recentemente raccolti in campo. I dati raccolti hanno evidenziato come tale carattere vari in modo continuo da 1 a 6 mm e sia influenzato dai tenori in Ca e Mg dei litotipi colonizzati (serpentiniti, prasiniti, dolomie, calcescisti e calcari).

RÉSUMÉ