

Gli enzimi digestivi degli animali della lettiera delle Prealpi venete

La fauna del suolo delle Prealpi Venete è relativamente bene conosciuta rispetto alle altre parti d'Italia grazie alle ricerche di MARCUZZI e collaboratori. Precisamente, possiamo citare i lavori di DI CASTRI, MAHUNKA, MARCUZZI e Anna Maria LORENZONI per la regione di Recoaro-Monte Spitz, di MARCUZZI, MINELLI e RUSEK per la regione del Cansiglio, di MARCUZZI e CELOTTO per i *Glomeris* (Diplopodi) del Grappa.

Attualmente alcuni aspetti della fauna del suolo, e precisamente l'importanza degli animali decompositori o saprolitici della Regione Veneta, sono stati sintetizzati in un lavoro d'insieme fatto da uno di noi (MARCUIZZI) per conto della Regione Veneta (IRSEV) (inedito).

I rapporti trofici in seno alla fauna del suolo sono stati invece assai poco indagati in questa come del resto anche nelle altre parti d'Italia, a differenza di molti paesi stranieri (Danimarca, Regno Unito, Francia, Olanda, Germania orientale, URSS etc.). Unici lavori di ecofisiologia sui rapporti trofici nella fauna del suolo sono forse quelli di uno di noi (G.M.) sulle modificazioni del rapporto C/N nel passaggio dalle foglie di cui si alimentano i *Glomeris* fino agli escrementi di questi ultimi (umificazione) e sulle preferenze alimentari di questi Diplopodi.

Negli ultimi anni la nostra attenzione è stata attratta dagli enzimi digestivi degli animali del suolo che intervengono nell'attacco demolitivo della lettiera, e di conseguenza nel processo di umificazione e in ultima analisi di pedogenesi (cfr. MARCUZZI 1968).

C'erano già ricerche anche pregevoli su alcuni gruppi di enzimi digestivi di animali della lettiera (NIELSEN, ZINKLER, LUXTON, etc.), ma inanzitutto si trattava spesso di animali non appartenenti alla fauna delle Prealpi Venete, e secondariamente erano ricercati solo singoli enzimi, più spesso carboidrasi. Inoltre ricerche più antiche erano state dedicate alla dimostrazione degli enzimi che attaccano la cellulosa o meglio il legno soprattutto in insetti lignivori, come Cerambicidi e Scarabeidi. A parte le tecniche usate, che sono in genere piuttosto superate e che in linea di massima non permettono di distinguere l'azione degli enzimi prodotti dall'animale da quelli prodotti dai suoi batteri intestinali, i risultati ottenuti sono poco interessanti ai fini della presente ricerca in quanto — più che di animali saprolitici — si tratta come abbiamo detto di animali lignivori.

Le nostre ricerche vertono su numerosi gruppi e specie animali che intervengono nel processo di umificazione in varie parti del mondo; qui desideriamo riferire soltanto i risultati in merito alle specie delle Prealpi Venete, riservandoci di illustrare i risultati completi al prossimo congresso internazionale di biologia del suolo (Praga, sett. '73). A differenza degli autori precedenti, abbiamo usato una ampia gamma di substrati parte naturali parte anche artificiali per saggiare la presenza dei vari tipi di enzimi, tenendo presente la composizione chimica dei principali costituenti della lettiera. Alcuni substrati come certi lipidi, cere etc., non erano mai stati esaminati precedentemente (cfr. anche Plant cuticle Juniper & Martin).

La detectazione degli enzimi è stata eseguita mediante i metodi tradizionali affiancati spesso dalla ricerca dei prodotti di scis-

(*) Istituto di Biologia animale dell'Università di Padova.

1. Oligosaccarasi

Specie	Cellobiosio	Maltosio	Melleitosio	Melibiosio	Raffinosio	Saccarosio	Trealosio
<i>Oniscus</i> sp.	-	-	-	++	-	-	-
<i>Porcellio</i> sp.	-	-	-	++	-	++	-
<i>Glomeris euganeorum</i>	-	+	-	+	+	+	-
<i>Glomeris marginata</i>	++	-	-	++	++	++	+
<i>Lehmannia marginata</i>	-	-	-	-	++	++	-
<i>Limax albipes</i>	++	++	-	+	-	-	-
<i>Limax flavus</i>	++	-	-	+	+	++	-
<i>Limax maximus</i>	++	-	+	-	+	+	+
<i>Chilostoma cingulata</i>	-	++	++	-	++	++	++
<i>Clausilia bidens</i>	-	-	-	-	-	++	+
<i>Helicigona planospira</i>	++	-	-	++	++	++	-
<i>Helix aspersa</i>	-	-	-	-	+	++	-
<i>Pomatias elegans</i>	-	+	-	+	-	-	-

sione a mezzo cromatografia su strato sottile. Costantemente sono stati inibiti i batteri intestinali in modo da saggiare l'azione dei soli enzimi prodotti dall'animale. I metodi classici sono stati impiegati da Baù e Dalle Molle (oltre a Boesso e Varvaro), la cromatografia su strato sottile è stata eseguita dalla dr. Turchetto Lafisca.

Le seguenti sono le specie indagate: Molluschi: *Clausilia bidens*, *Helix pomatia*, *H. aspersa*, *Limax albipes*, *L. maximus*, *L. flavus*, *Lehmannia marginata*, *Arion subfuscus*, *Oxychilus* sp., *Pomatias elegans*, *Chilostoma cingulata*, *Helicigona planospira* e *Fruticicola* sp.; Diplopodi: *Glomeris euganeorum*, *G. conspersa*, *G. marginata*, *G. undulata*; Isopodi: *Oniscus* sp. Pasubio, *Oniscus* sp. Gorgazze, *Oniscus* sp. S. Daniele (Colli Euganei), *Metoponorthus pruinus*, *Porcellio* sp. Cimolais; Insetti Coleotteri: *Ips typographus* ad., larva *Cerambycidae* indet. (prob. *Rhagium*).

Da notare che non per tutte queste specie sono stati saggiati tutti i substrati, dimodochè i risultati ottenuti sono alquanto eterogenei e non facilmente comparabili o sintetizzabili.

I risultati sono esposti nelle tabelle che seguono.

I seguenti sono i risultati analitici. 1) Molluschi: dei polisaccaridi vengono digeriti ami-

do (tracce in 1 specie su 6), glicogeno (3 su 6), salicina (3 su 6), lichenina (le due specie saggate), arbutina (le 2 specie saggate) idrocellulosa o cellulosa pergamenata (1 sola sp. su 6 e precisamente *Helix pomatia*), chitina (4 su 5), mucillagine di seme di carrubo contenente galattosio e mannosio (*Helicigona planospira*), mannano di tuberi di orchidee (salep) (*Helicigona planospira*), mannano di *Phytelephas* (le due specie saggate), pectina ed algina (2 su 5 specie). Non sono digerite le forme di cellulosa non degradata o olocellulosa e il chitosano. Di tutti gli oligosaccaridi saggiati sono digeriti in modo vario a seconda delle specie 2 da *Lehmannia marginata*, 3 da *Limax albipes*, 4 da *L. flavus*, 5 da *Limax maximus* e da *Chilostoma cingulata*, 2 da *Clausilia bidens*, 4 da *Helicigona planospira*, 2 da *Helix aspersa* e *Pomatias elegans*. Delle proteine saggate sembra che *Clausilia bidens*, *Fruticicola* sp., *Oxychilus* sp. e *Pomatias elegans* non digeriscano nessuna; *Chilostoma cingulata* digerisce 3 proteine e 3 polipeptidi, *Helicigona planospira* digerisce le stesse 3 proteine ma 1 solo polipeptide; *H. aspersa* 4 proteine, *Arion subfuscus* 4 proteine, *Limax albipes* 3, *Limax maximus* attivo 5 e in stadio di quiescenza 2; *Lehmannia marginata* 3, *Limax flavus* infine solo 2. Degli esteri sensu lato *Pomatias elegans* digerisce 5 su 13; *Oxychilus* 1 su 2; *Helicigona planospira* 1 su 2; *Helix aspersa* l'olio di oliva (unico saggiato), *H. pomatia* 2 su 6; *Lehmannia marginata* tutti e tre i substrati saggiati; *Limax maximus* attivo tutti gli 8 substrati, la stessa specie quiescente 2 su 3; *Limax albipes* 8 su 14; *Arion subfuscus* 11 su 13 ed infine *Arion* sp. tutti gli 8 substrati saggiati.

2) Isopodi: polisaccarasi: in *Porcellio* solo debole attività glicogenasica; *Oniscus* solo glicogenasi e limitatamente ad 1 specie solo debole attività chitinasica; Proteasi: gelatinasi in 1 sola specie di *Oniscus* (dei Colli Euganei), albuminasi ed enzima che attacca la fibrina in 1 specie di *Oniscus* di Gorgazze. Esterasi sensu lato: *Porcellio* sp. 3 su 3; *Oniscus* 2 su 9 (esterasi sensu stricto ma non lipasi).

3) Diplopodi: in una specie (*Glomeris euganeorum*) cellulasi (che attacca solo idrocellulosa o cell. pergamenata) e alginasi, assenti gli enzimi per gli altri 8 substrati saggiati; *Gl. conspersa* debole attività glicogenasica ed

2. Polisaccarasi

Specie	amido	glicogeno	salicina	lichenina	arbutina	garza pergamen.	cellophane	viscosa	cotone idrofilo	chitina	chitosano	mucill. semi carrubo	salep	Phytelephas	algina	pectina
Chilostoma cingulata	tr	+	+		+	-	-	-	-	+	-			+	-	-
Limax albipes	-	-	-	+		-	-	-	-	tr					-	-
Helicigona planospira	-	+	+	+	tr	-	-	-	-	+	-	tr	+	-	-	-
Helix pomatia	-	-	+			+	-	-	-	tr					-	-
Limax flavus	-	-	-			-	-	-	-	-					+	tr
Pomatias elegans	-	tr	-			-	-	-	-	-					+	+
Porcellio sp.	-	tr	-		-	-	-	-	-	-	-				-	-
Oniscus sp.	-	+	-	-			-	-	-	tr					-	-
Oniscus sp. (Pas.)	-	+			-		-	-	-	-	-				-	-
Glomeris euganeorum	-	-	-			+	-	-	-	-					+	-
Glomeris conspersa	-	tr	-			-	-	-	-	+					tr	-
Ips typographus	+					-	-	-	-							
Larve di Cerambicide	+				+	-	-	-	-							

3/a. Esterasi

Specie	olio di oliva	olio di arachide	olio di mais	olio di lino	olio di colza	olio di girasole	olio di ricino	olio di semi di uva	sughero	Edera superiore	Edera inferiore	est. etilico ad. butir.	tributirina	cuticola di Agave	cera di Thalia	tween 80
Oxychilus sp.	-												+++			
Arion sp. (Berna)	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++					+++			
Helicigona planospira	-												+++			
Helix aspersa	+															
Helix pomatia	-	-		-								+++	+	-		
Lehmannia marginata	+++											+++	+++			
Limax maximus (Cans.)	-											+++	+++			
» » (S. Daniele)	+++	+++	+++	+		++		++	+++			+++				
Pomatias elegans	-	-	-	-	-	+		-	-	+	+	-	+++	+++		
Arion subfuscus	-	+++	-	+++	++	+++			++	+++	+++	+++	+++	++	+	
Limax albipes	-	++	-	+	-	-		-	-	+	+	+++	+++	++	-	

3/b. Esterasi

Specie	olio di oliva	olio di arachide	olio di mais	olio di lino	olio di colza	olio di girasole	olio di ricino	olio di semi di uva	sughero	Edera superiore	Edera inferiore	est. etilico ad. butirr.	tributirina	cuticola di Agave	cera di Thalia	tween 80
ISOPODI TERRESTRI																
Porcellio sp.	+++											+++	+++			
Oniscus sp.	-	-	-	-		-		-	-			+				
DIPLOPODI																
Glomeris undulata	+											+	+++			
Glomeris conspersa	+											++	+++			
Glomeris euganeorum	-	-	+	-		-		-	+			+++				+++

alginasica e decisa attività chitinasica, assenti gli enzimi per gli altri 7 substrati.

Proteasi: *Glomeris euganeorum* 4 su 6; *Gl. marginata* 5 su 7. Esterasi: *Gl. euganeorum* 4 su 9; *Gl. undulata* e *Gl. conspersa* 3 su 3: nell'insieme sembra ci siano più esterasi che lipasi; interessante la capacità di attaccare il tween 80 (miscela di eteri foliosietilenici ed esteri oleici di anidridi di sorbitolo).

4) Insetti: *Ips typographus* cellulasi (solo idrocellulosa) e amilasi; larva di *Cerambycidae* indet. solo amilasi. Purtroppo non abbiamo avuto la possibilità di ricercare fino-

ra gli altri enzimi in questo gruppo animale per le Prealpi Venete, avendo esaminato invece vari insetti provenienti da altre parti del mondo (California, Sud Africa, Israele, Argentina, Costa d'Avorio, etc.) studiando anche alcune forme d'interesse economico, dannose ad essenze arboree.

Concludendo si può dire che i Molluschi possiedono un set molto cospicuo di enzimi digestivi secreti dall'animale stesso, soprattutto nei Limacidi e negli Arionidi. Un confronto coi dati di NIELSEN non è agevole perché questi ha esaminato una sola specie (*A-*

4/a. Proteasi

Specie	gelatina	caseina	albumina	sericina	salmina	elastina	fibrina	gl. gl. alanina	gl. gl. glicina	I-leuc. gl. glicina
MOLLUSCHI										
Clausilia bidens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruticicola sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxychilus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chilostoma cingulata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomatias elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helicigona planospira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arion subfuscus	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Limax albipes	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+
L. maximus (S. Daniele)	++	-	-	++	+	+++	++	+	+	+
L. maximus (Cansiglio)	+++	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Lehmanna marginata	+++	-	-	-	++	+++	+	+	+	+
Limax flavus	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Helix aspersa	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

4/b. Proteasi

Specie	gelatina	caseina	albumina	sericina	salmina	elastina	fibrina
ISOPODI TERRESTRI							
Oniscus sp. (S. Daniele)	+++	-	-	-	-	-	-
Oniscus sp. (Gorgazze)	-	-	+++	-	-	-	+
Porcellio sp. (Cimolais)	-	-	-	-	-	-	-
Oniscus sp. (Pasubio)	-	-	-	-	-	-	-
Metoponorthus pruinosus	-	-	-	-	-	-	-
DIPLOPODI							
Glomeris euganeorum	+++	-	-	-	+	++	++
Glomeris marginata	+++	-	+	-	+	+++	+++

rion circumscriptus, diversa dalle nostre) e non ha usato certi substrati che abbiamo impiegato noi (lichenina, algina, etc.). Gli Iso-podi possiedono pochi enzimi: non sono stati indagati però gli oligosaccaridi, che stando alle osservazioni di NIELSEN in *Porcellio scaber* vengono attaccati da vari enzimi, la cui presenza nelle nostre specie è molto probabile. I Diplopodi del gen. *Glomeris* possiedono varie proteasi ed esterasi scarseggiando però le lipasi. Anche qui mancano dati sulle oligosaccarasi nei nostri animali, ma stando alle ricerche del NIELSEN la loro presenza è probabile. In quanto alle cellulasi, abbiamo dimostrato la presenza solo di una «idrocel-lulasi» in *Helix pomatia*, *Glomeris euganeorum* e *Ips typographus*. Possiamo pensare che le vere cellulose (olocellulose) sono attaccate in pochissimi casi e anche in questi solo da batteri intestinali: è il caso di ricordare a questo proposito che anche in larve di Scarabeidi provviste di una camera di fermentazione è possibile che ci sia assenza di batteri cellulolitici: ciò è stato osservato in un paio di generi paleartici e recentemente confermato da due di noi (MTL e GM) in una larva di *Oryctes* della Costa d'Avorio.

BIBLIOGRAFIA

- DI CASTRI F. - Prime osservazioni sulla fauna del suolo di una regione delle Prealpi Venete, (Monte Spitz, Recoaro), Atti Ist. Ven. S.L.A., 118, 1960, 475.
- LUXTON M., *Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil*, Pedobiologia, 12, 1972, 434.
- MARCUZZI G. - Osservazioni ecologiche sulla fauna del suolo con particolare riferimento al Veneto e alla Regione Trentino Alto Adige, Riv. Biol., 60, 1967, 433.
- MARCUZZI G. - La fauna del suolo e il suo significato nel processo di umificazione della lettiera, Padova, CEDAM, 1967 (100 pagg.).
- MARCUZZI G. - Experimental observations of the role of *Glomeris* spp. in the process of humification of litter, Pedobiologia, 10, 1970, 401.
- MARCUZZI G. - Osservazioni sperimentali sul ruolo dei *Glomeris* (Myriapoda Diplopoda) nel processo di umificazione della lettiera, Ann. Accad. Ital. Sc. For. 19, 1970, 343.
- MARCUZZI G. e F. DI CASTRI - Osservazioni ecologiche quantitative sulla fauna del suolo di Recoaro (Prealpi Venete), Mem. Mus. St. Nat. Verona, 15, 1967, 159.
- MARCUZZI G., A. M. LORENZONI e F. DI CASTRI - La fauna del suolo di una regione delle Prealpi Venete (M. Spitz, Recoaro). Aspetti autoecologici, Atti Ist. Ven. S.L.A. 128, 1970, 411.
- MARCUZZI G. e S. MINELLI, Osservazioni ecologiche sulla fauna geofila del Cansiglio, Atti Mem. Accad. Patav. S.L.A., 83, 1971, 55.
- MARCUZZI G. e M. TURCHETTO LAFISCA - Observations of the digestive enzymes of some litter feeding animals, V Intern. Coll. Soil. Zool., Praha, sept. 1973 (in corso di stampa).
- MARTIN J. T. e B. E. JUNIPER, *The cuticles of plants*, Edinburgh, 1970.
- NIELSEN C. O. - Carbohydrases in soil and litter invertebrates, Oikos, 13, 1962, 200.
- ZINKLER D. - Vergleichende Untersuchungen zum Wirkungsspektrum der Carbohydrasen von Collembolen (Apterygoten), Verh. D. Zool. Ges., Innsbruck, 1968, 640.
- ZINKLER D. - Carbohydrasen streubewohnender Collembolen und Oribatiden, IV Coll. pedobiol., Dijon, IN. 1970 (1071), 329.