

Über Streuzersetzungprozesse in Hainbuchen-Eichenwäldern unter Berücksichtigung der Diplopoden

Von

M. POBOZSNY*

Abstract. Comparative studies were carried out on the food preference and feeding activities of five species of diplopods (*Chromatoiulus projectus*, *Leptoiulus proximus*, *Cylindroiulus luridus*, *C. holeti*, *Unciger foetidus*) predominantly occurring in hornbeam-oak stands in Hungary. The experiments were performed between November 1977 and May 1978 in a cave laboratory. The specimens of each species were fed with fallen leaves collected monthly (*Carpinus betulus*, *Tilia platyphyllos*, *Fragaria excelsior*, *Populus nigra*, *Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Q. robur*, *Fagus sylvatica*). All of the animals preferred without exception the weathered leaves of the tested plant species. In all cases consuming activities considerably decreased during spring months. Considering also the results of our earlier feeding experiments it may be stated, that although the food-consumption of these animals can vary during different years, the proportion of the consumed leaves of the plant species remains considerably stable.

Von den 1,6 Millionen ha Waldbestand Ungarns werden ungefähr 24% von Hainbuchen-Eichenwäldern gebildet, dies beträgt so ungefähr 400 000 ha. Auf 1/3 dieser kommen grosskörperige Regenwurm-Arten vor, die eine ausschlaggebende Rolle in der Steuerung der Laubstreuzersetzungprozesse spielen (ZICSI, 1975, 1977; ZICSI und POBOZSNY, 1977). In der Destruktion und Dekomposition der Laubstreu muss aber auch den Vertretern der saprophagen Makro- und Mesofauna eine angemessene Bedeutung neben den Regenwürmern zugemessen werden. Besonders hervorzuheben ist ihre Bedeutung in solchen Beständen, wo die weiter oben erwähnte Regenwurmfafa fehlt.

Die direkte und indirekte Einwirkung der Bodenfauna auf die Zersetzungprozesse, auf den Stoffkreislauf wurde von zahlreichen Autoren auf die verschiedenste Weise untersucht (BOCOCK, 1963, 1964; DÓZSA-FARKAS, 1978; VAN DER DRIFT, 1963; DUNGER, 1958 a, b, 1964; EDWARDS und HEATH, 1963; GERE, 1976, 1978; STRIGANOVA, 1967, 1971; SZABÓ, 1974; ZICSI, 1975 usw.). Eine der Untersuchungsmöglichkeiten ist die Bestimmung des Nahrungsanspruches, bzw. die des Nahrungsverbrauches der verschiedenen Arten. Eben wegen den verschiedenen Methoden bzw. Forschungsmethoden stehen uns bisher einheitliche,

* Dr. Mária Pobožsny, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék (Lehrstuhl für Tier systematik und Ökologie der Eötvös-Loránd-Universität), 1088 Budapest, Puskin-u. 3.

Tabelle 1. Konsum von *Chromatoiulus projectus* in den verschiedenen Monaten von verschiedenen Streuarten

Zeitpunkt des Sammelns	Konsum der verschiedenen Streuarten (mg/g/Tag)							
	Hain- buche	Linge	Esche	Pap- pel	Stieleiche	Trauben- eiche	Zerreiche	Buche
1977.								
November	—	16,2	35,4	2,1	2,6	2,3	—	2,6
Dezember	17,3	23,2	38,2	1,5	5,8	1,3	5,2	4,6
1978.								
Januar	20,9	30,9	40,1	2,8	4,8	2,4	4,4	—
Februar	24,8	38,0	41,4	12,1	3,3	3,8	3,2	2,0
März	25,8	42,9	—	4,9	—	3,9	—	9,8
April	7,2	27,6	12,7	—	14,7	9,5	3,7	—
Mai	7,8	29,2	10,2	—	—	9,2	6,0	8,7

vergleichbare Ergebnisse nicht zur Verfügung, sodass auch weitgehende Folgerungen nicht gezogen werden können. Deswegen führte unser Forschungsteam gemeinsame ernährungsökologische Untersuchungen mit Lumbriciden (ZICSÍ), Enchytraeiden (DÓZSA-FARKAS), Isopoden (SZLÁVE CZ), und meinerseits mit Diplopoden durch, wobei unter gleichen Umweltsverhältnissen dieselben Blattarten angeboten wurden. Unter Berücksichtigung sämtlicher Versuchsergebnisse kann auch im späteren die Bedeutung der verschiedenen Tiergruppen an den Zersetzungsprozessen, bzw. ihr Anteil beurteilt werden.

Untersuchungsmethode

Die Versuche wurden mit den in Hainbuchen-Eichenwäldern dominanten Arten — *Chromatoiulus projectus* VERH., *Lepto iulus proximus* NEMEC, *Cylindroiulus luridus* (C. L. KOCH), *Cylindroiulus boleti* KOCH und *Unciger foetidus* (C. L. KOCH) — durchgeführt.

Die beständigen und gleichen Untersuchungsverhältnisse wurden im höhlenbiologischen Laboratorium der Baradla-Höhle sichergestellt. Die ständige Temperatur der Höhle beträgt 10 ± 1 C°, die relative Luftfeuchtigkeit ist ebenfalls ziemlich ausgeglichen und beträgt 98 ± 1 %.

Die Untersuchungstiere wurden im Vértes-Gebirge, das zur Verfütterung herangezogene Fallaub im Vértes- bzw. Cserhát-Gebirge in Hainbuchen-Eichenwäldern gesammelt. Das Fallaub wurde vom November 1977 bis Mai 1978 monatlich fortlaufend eingesammelt und dem jeweiligen Zersetzungsgrad entsprechend angeboten. Es wurde das Streu folgender Blattarten verfüttert: Hainbuche (*Carpinus betulus*), Linde (*Tilia platyphyllos*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Pappel (*Populus nigra*), Buche (*Fagus sylvatica*), Stieleiche (*Quercus robur*), Traubeneiche (*Q. petraea*) und Zerreiche (*Q. cerris*).

Die Diplopoden wurden in ausgebrannten, unemailierten Tongefäßen gehalten. Das Verfahren von GERE (1958) wurde insofern modifiziert, dass anstatt von Glasscheiben die Gefäße mit einem Nylonnetz abgebunden wurden, um eine bessere Durchlüftung zu sichern. Aus technischen Gründen und um genaue

Tabelle 2. Konsum von *Leptoziulus proximus* in den verschiedenen Monaten von verschiedenen Streuarten

Zeitpunkt des Sammelns	Konsum der verschiedenen Streuarten (mg/g/Tag)							
	Hain- buche	Linde	Esche	Pap- pel	Stieleiche	Trauben- eiche	Zerreiche	Buche
1977.								
November	—	16,4	39,1	2,0	5,6	13,9	—	4,3
Dezember	25,3	21,4	42,0	2,1	8,8	5,7	8,1	6,4
1978.								
Januar	30,7	28,5	46,1	2,9	6,5	6,3	7,7	—
Februar	—	35,1	50,4	11,3	3,1	6,8	8,8	3,1
März	25,7	40,0	—	11,1	3,5	7,5	10,6	8,6
April	14,1	25,8	16,8	—	13,4	4,2	9,9	—
Mai	15,2	27,5	13,6	—	2,8	6,2	9,5	8,5

Angaben bezüglich der einzelnen Blattarten zu gewinnen, wurden die einzelnen Blattarten isoliert angeboten. In jedes Gefäß wurde eine voraus bestimmte Menge (1–1,5 g Abs. Trockengewicht) von jeder Blattart untergebracht, die nachher angefeuchtet wurde. In jedes Gefäß wurden 5 Tiere, deren Gewicht ebenfalls bestimmt wurde, eingesetzt. Jedes Monat wurde neues Futter verabreicht, wobei die Reste zurückgewogen, die Exkremate eingesammelt wurden. Aus dem Gewichtsverlust (in absolutem Trockengewicht) der Streu wurde monatlich der Konsum mit Hilfe der Formel nach REIMAN (ZICSI und POBOZSNY, 1977) berechnet. Die Ergebnisse werden in mg pro 1 g Lebendgewicht der Tiere und pro Tag berechnet angegeben. Die einzelnen Versuche wurden in je 5 Wiederholungen durchgeführt.

Um festzustellen, ob die Konsumunterschiede von der jeweiligen chemischen Zusammensetzung der einzelnen Laubstreuarten beeinflusst wird, wurden einige kennzeichnende Komponente chemisch analysiert. So wurde der Gesamtgehalt der organischen Substanz, der des Stickstoffes, der Stabilitätskoeffizient sowie das C : N Verhältnis bestimmt. Von den verschiedenen Komponenten der organischen Substanz wurde die Menge der Fette und Gerbstoffe, Zucker und Stärke, Pektin und Hemizellulose sowie die Zellulose bestimmt (SCHLICHTING und BLUME, 1966).

Wertung der Untersuchungsergebnisse

Die Konsumwerte der 5 Diplopoden-Arten werden in den Tabellen 1–5 zusammengefasst.

Wie dies auch aufgrund der Literaturangaben (BIWER, 1961; DUNGER, 1960; LYFORD, 1943; NEUHAUSER und HARTENSTEIN, 1978; STRIGANOVA, 1971; THIELE, 1959) sowie meiner vorausgehenden Untersuchungen zu erwarten war, wurden von den Diplopoden die leichtzersetzlicheren Streuarten bevorzugt, von den schwerzersetzlichen konnte ein grösserer Konsum erst in den Frühjahrsmonaten vermerkt werden. Der Konsum stieg mit dem Alter der Streu in allgemeinen gleichmässig an. Dieser gleichmässige Anstieg wurde bei

Tabelle 3. Konsum von *Cylindroiulus luridus* in den verschiedenen Monaten von verschiedenen Streuarten

Zeitpunkt des Sammelns	Konsum der verschiedenen Streuarten (mg/g/Tag)							
	Hain- buche	Linde	Esche	Pap- pel	Stieleiche	Trauben- eiche	Zerreiche	Buche
1977.								
November	—	13,6	3,4	2,0	1,7	10,5	—	2,3
Dezember	28,1	16,7	25,9	1,8	10,9	2,1	3,7	6,5
1978.								
Januar	—	20,9	—	1,3	3,3	2,4	7,5	—
Februar	40,4	24,5	27,7	4,9	3,1	2,7	10,5	3,9
März	42,2	26,9	—	6,2	6,5	3,1	—	7,5
April	17,0	19,9	10,4	6,5	24,8	3,4	6,9	5,9
Mai	—	20,9	7,4	—	5,2	3,7	9,1	13,5

den einzelnen Streuarten und Diploden-Arten zu verschiedenen Zeitpunkten von einem Rückfall unterbrochen. Bei den leichtzersetzlichen Streuarten konnte dies im allgemeinen in Frühjahr bemerkt werden, bei der Verfütterung der Linde liess sich bei allen 5 Arten ein Rückgang im Konsum in April beobachten, bei der Esche desgleichen (an dieser Stelle sei bemerkt, das von der Esche im März gesammeltes Laub nicht zur Verfügung stand). Beim Konsum-Rückgang der Hainbuche waren die Zeitpunkte bei den einzelnen Diplopoden-Arten verschieden, sie waren jedoch zwischen Januar und April zu vermerken.

Bei den schwerzersetzlichen Laubarten erhielten wir bei der Pappel zuerst sehr niedere Konsumwerte und nur im Februar zeigten sich bei einigen Arten etwas höhere Werte. Bei der Buche konnte bei einem vorübergehenden Rückfall (Dezember) bei allen Arten ein langsames Ansteigen im Konsum vermerkt werden, welcher dann in Februar etwas zurückfiel und mit Ausnahme von *Ch. pro-*

Tabelle 4. Konsum von *Cylindroiulus boleti* in den verschiedenen Monaten von verschiedenen Streuarten

Zeitpunkt des Sammelns	Konsum der verschiedenen Streuarten (mg/g/Tag)							
	Hain- buche	Linde	Esche	Pap- pel	Stieleiche	Trauben- eiche	Zerreiche	Buche
1977.								
November	—	—	7,5	1,6	3,1	11,7	—	3,3
Dezember	37,6	16,7	28,6	1,7	10,9	2,6	3,5	6,3
1978.								
Januar	45,6	21,7	33,4	0,9	4,6	3,5	8,7	—
Februar	54,0	28,8	51,9	3,2	5,6	4,3	9,2	5,0
März	—	35,4	—	10,9	—	5,1	—	—
April	31,0	23,0	19,6	6,8	16,0	6,1	11,2	8,4
Mai	—	24,4	11,6	—	—	7,0	11,6	10,4

Tabelle 5. Konsum von *Unciger foetidus* in den verschiedenen Monaten von verschiedenen Streuarten

Zeitpunkt des Sammelns	Konsum der verschiedenen Streuarten (mg/g/Tag)							
	Hain- buche	Linde	Esche	Pap- pel	Stieleiche	Traubene- eiche	Zerreiche	Buche
1977.								
November	—	10,7	16,1	1,9	3,0	9,0	—	4,2
Dezember	13,1	15,2	18,7	1,8	8,2	9,0	5,5	4,0
1978.								
Januar	15,8	22,8	26,2	2,2	4,7	10,2	8,7	—
Februar	18,7	31,1	38,6	—	2,2	10,6	7,8	6,5
März	19,5	38,0	—	10,3	2,5	11,1	—	7,8
April	10,8	32,5	13,2	14,3	7,5	11,2	9,7	12,3
Mai	11,7	35,4	14,6	—	—	6,6	9,2	12,8

jectus im späteren gleichmässig anstieg. Bei der Traubeneiche konnte im Dezember bei 4 Arten, bei der Stieleiche im Januar, bzw. im Februar bei je 3 Arten, bei der Zerreiche von Januar beginnend bei den einzelnen Arten zu verschiedenen Zeitpunkten ein Rückfall des Konsums vermerkt werden.

Zwischen den untersuchten chemischen Parametern und der Menge der konsumierten Streusubstanzen wurden Korrelationsberechnungen durchgeführt. Ein eindeutiger Zusammenhang liess sich jedoch nicht nachweisen, woraus geschlossen werden muss, dass es nicht sicher ist, dass einer der chemischen Parameter oder mehrere dieser für die Präferenz verantwortlich gemacht werden kann, sondern andere Faktoren, die bisher nicht berücksichtigt wurden. Die Erkundung der Zusammenhänge wird auch dadurch erschwert, dass bei den verschiedenen Diplopoden-Arten auch in der Konsummenge und in der Präferenz sich Unterschiede zeigten. (Die verschiedenen Arten präferierten die in dem gleichen Monat gesammelten Streuarten in verschiedener Weise.) Die Annahme kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass unabhängig von den Qualitätsansprüchen die Tiere über Ernährungsrhythmen verfügen (POBOZSNY, 1985)

Abschliessend seien die in Versuchen erhaltenen Fütterungsergebnisse auf die in den beiden Versuchsbeständen berechnete Diplopodendichte übertragen. Im Vértes-Gebirge kommen alle 5 Arten, die in den Versuchen fungierten, vor, im Cserhát-Gebirge bei Szendehely sind drei von diesen dominant (LOKSA, 1977). Wenn vorausgesetzt wird, dass je eine Diplopoden-Art nur je eine Streuart kontinuierlich verzehren würde, so lässt sich in Kenntnis der Streuproduktionswerte und der Besatzdichte (Tabelle 6) folgendes aussagen (Tabelle 7 u. 8). Im Vértes-Gebirge konsumierten die 5 dominanten Diplopoden-Arten vom November bis Mai von der Hainbuchenstreu 1,29%, von der Traubeneiche 0,75%, von der Zerreiche 1,92, von der Stieleiche 5,77, von der Buche 0,3%, von der Linde 8,61% und von der Esche 3,53%. Bei Szendehely im Cserhát-Gebirge betragen diese Werte in Bezug auf die 3 dominanten Arten: Hainbuche 0,28%, Traubeneiche 18,66%, Zerreiche 0,22%, Stieleiche 0,44%, und Linde 195,5%. Der Grund für die hohen Werte bei der Linde sind wegen des geringen Vorkommens entstanden.

Tabelle 6. Zöologische Angaben der dominanten Diplopoden-Arten in den beiden Versuchs-Hainbuchen-Eichenbeständen

Art	Durchschnittliches Lebendgewicht des adultes Tieres* (mg)	Durchschnittliche Abundanz** (Ex/m ²)	
		Vértes	Szendehely
<i>Ch. projectus</i>	192	10,1	2,8
<i>L. proximus</i>	117	9,6	8,0
<i>C. luridus</i>	159	12,1	—
<i>C. boleti</i>	94	3,1	—
<i>U. foetidus</i>	107	8,0	17,6

* Aufgrund der Messungen der Autorin

** Aufgrund der Angaben von LOKSA (1977)

Tabelle 7. Streuproduktion des Jahres 1977 auf der Untersuchungsfläche im Vértes-Gebirge (aufgrund der im Dezember bestimmten Streumenge) und der Streukonsum der dominanten Diplopoden-Arten in % der Streuproduktion

	Hainbuche	Linde	Esche	Stieleiche	Trauben-eiche	Zerreiche	Buche
Streuproduktion (g/m ²)	54,1	12,8	36,6	4,3	32,2	11,8	48,7
<i>Ch. projectus</i>	0,37	3,16	0,95	1,39	0,19	0,37	0,11
<i>L. proximus</i>	0,23	1,71	0,64	1,66	0,17	0,52	0,07
<i>C. luridus</i>	0,46	2,15	0,39	2,49	0,17	0,62	0,02
<i>C. boleti</i>	0,09	0,34	1,34	0,27	0,04	0,11	0,02
<i>U. foetidus</i>	0,14	1,25	0,30	0,56	0,18	0,30	0,08

Tabelle 8. Streuproduktion des Jahres 1977 auf der Untersuchungsfläche in Szendehely (aufgrund der im Dezember bestimmten Streumenge) und der Streukonsum der dominanten Diplopoden-Arten in % der Streuproduktion

	Hainbuche	Linde	Stieleiche	Trauben-eiche	Zerreiche
Streuproduktion (g/m ²)	153,5	0,33	24,8	1,03	61,6
<i>Ch. projectus</i>	0,05	33,90	0,07	1,65	0,02
<i>L. proximus</i>	0,09	55,2	0,15	4,59	0,08
<i>U. foetidus</i>	0,14	106,4	0,22	12,42	0,12

Es muss betont werden, dass die Diplopoden sich gemischt von der Laubstreu ernähren, sodass diese nur als theoretische Werte zu betrachten sind. Unsere mehrjährigen Untersuchungen haben erwiesen, dass der Konsum der Tiere von je einer Streuart in den verschiedenen Jahren in absoluten Werten berechnet abweichend ist, das Mass des Konsums der einzelnen Blattarten zueinander hingegen nahezu gleich bleibt. Um einen vollkommeneren Überblick über die Tätigkeit dieser Arten erlangen zu können, müssen noch weitere, auf weitere Einzelheiten ausgedehnte Untersuchungen durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Von November 1977 bis Mai 1978 wurden die Ernährungsverhältnisse von 5 in Hainbuchen-Eichenwäldern dominanten Diplopoden-Arten (*Chromatoiulus projectus*, *Leptoiulus proximus*, *Cylindroiulus luridus*, *C. boleti*, *Unciger foetidus*) aufgrund vom monatlich eingesammelten Streuarten (Linde, Esche, Pappel, Stieleiche, Traubeneiche, Zerreiche und Buche) untersucht. Aufgrund der im Höhlenbiologischen Laboratorium durchgeführten Versuche konnte festgestellt werden, dass die Tiere die bereits stärker vorzersetzten Laubarten, bzw. die leicht-zersetzlichen Streuarten bevorzugen. Die in den Frühjahrsmonaten nachgewiesenen Rückfälle in der Konsummenge liessen sich entweder mit der chemischen Zusammensetzung der Laubarten oder mit deren Veränderungen erklären.

Zwar beziehen sich unsere Untersuchungsergebnisse auf die Verhältnisse der Jahre 1977/78, im Konsum der Tiere zeigen sich in den einzelnen Jahren Unterschiede, im Verhältnis bleibt der Konsum der verschiedenen Blattarten nahezu der gleiche.

SCHRIFTTUM

1. BIWER, O. (1961): Quantitative Untersuchungen über die Bedeutung der Asseln und Bakterien für die Fallaubzersetzung. Z. angew. Ent., 48: 307–323.
2. BOCOCC, K. L. (1963): The digestion and assimilation of food by Glomeris. — In: Doeeksen, J. and van der Drift, J. (eds.): Soil Organisms. Amsterdam, 85–91.
3. BOCOCC, K. L. (1964): Changes in the amount of dry matter, nitrogen, carbon and energy in decomposing woodland leaf litter in the relation to the activities of the soil fauna. — J. Ecol., 52: 273–284.
4. DÓZSA-FARKAS, K. (1978): Die Bedeutung zweier Enchytraeiden-Arten bei der Zersetzung von Hainbuchenstreu in mesophilen Laubwäldern Ungarns. — Acta Zool. Hung., 24: 321–330.
5. VAN DER DRIFT, J. (1963): Disappearance of litter in mull or mor. — In: Doeeksen, J. and van der Drift, J. (eds.): Soil Organisms. Amsterdam, 125–133.
6. DUNGER, W. (1958a): Über die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald. — Zool. Jb. (Syst.), 85: 139–180.
7. DUNGER, W. (1958b): Über die Veränderung des Falllaubes im Darm von Bodentieren. — Zschrft. Pflanzenern. Düng. Bodenk., 82(127): 174–193.
8. DUNGER, W. (1960): Nahrungswahl bei Bodenarthropoden in produktionsbiologischer Sicht. — XI. Intern. Kongr. Ent., Wien, 111: 169–173.
9. DUNGER, W. (1964): Die Bedeutung der Bodenfauna für die Streuzersetzung. — Tagungsberichte der Ständigen Kommission für Landschaftspflege und Naturschutz der Deutschen Akademie der Landwirtschaften zu Berlin, 60: 99–114.
10. EDWARDS, C. A. and HEATH, G. W. (1963): The role of soil animals in breakdown of leaf material. — In: Doeeksen, J. and van der Drift, J. (eds.): Soil Organisms. — Amsterdam, 76–84.
11. GERE, G. (1956): The examination of the feeding biology and the humificative function of Diplopoda and Isopoda. — Acta Biol. Hung., 6: 257–271.
12. GERE, G. (1958): Methode zur Lebendhaltung und Zucht von Arthropoden der Waldböden. — Acta Zool. Hung., 3: 225–231.
13. GERE, G. (1962a): Ernährungsbiologische Untersuchungen an Diplopoden. — Acta Zool. Hung., 8: 25–38.
14. GERE, G. (1962b): Nahrungsverbrauch der Diplopoden und Isopoden in Freilandsuntersuchungen. — Acta Zool. Hung., 8: 385–415.
15. GERE, G. (1965): Fütterungsversuche mit bodenbewohnenden Diplopoden und Isopoden in der Baradla-Höhle bei Aggtelek (Ungarn). — Opusc. Zool. Budapest, 5: 193–196.
16. KURCHEVA, G. F. (1964): Wirbellose Tiere als Faktor der Zersetzung von Waldstreu. — Pedobiologia, 4: 8–30.
17. LOKSA, I. (1977): Két gyertyános-tölgyes mintaterület úszkarák, ikerszelvényes és százlábú népszerűgeiről. — MTA Biol. Oszt. Közl., 20: 207–211.
18. Lyford, W. H. (1943): The palatability of freshly fallen forest tree leaves to millipeds. Ecology, 24: 252–261.

19. NEUHAUSER, E. F. and HARTENSTEIN, R. (1968): Phenolic content and palatability of leaves and wood to soil isopods and diplopods. — *Pedobiologia*, 18: 99–109.
20. POBOZSNY, M. (1976): *Bradysia brunnipes* (Meigen, 1804) (Diptera: Sclaridae) und ihre Bedeutung für die Streuzersetzung. — *Acta Zool. Hung.*, 22: 139–143.
21. POBOZSNY, M. (1978): Nahrungsansprüche einiger Diplopoden- und Isopoden-Arten in mesophilen Laubwäldern Ungarns. — *Acta Zool. Hung.*, 24: 397–406.
22. POBOZSNY, M. (1985): Die Bedeutung der Diplopoden-Art *Chromatoiulus projectus* Verh. bei der Zersetzung von Eichenstreu. — *Opusc. Zool. Budapest*, 19–20: 91–98.
23. SCHLICHTING, E. und BLUME, H. P. (1966): *Bodenkundliches Praktikum*. — Hamburg–Berlin, 1–209.
24. STRIGANOVA, B. R. (1967): Über die Zersetzung von überwinterter Laubstreu durch Tausendfüßler und Landasseln. — *Pedobiologia*, 7: 125–134.
25. STRIGANOVA, B. R. (1971): Significance of Diplopod activity in leaf litter decomposition. — *Ann. Zool. Ecol. Anim. No. Hors serie*, 405–415.
26. SZABÓ, I. M. (1974): *Microbial Communities in a Forest Rendzina Ecosystem*. — Budapest, 1–415.
27. THIELE, H. U. (1959): Experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit bodenbewohnender Tierarten vom Kalkgehalt des Standorts. — *Z. angew. Ent.*, 44: 1–21.
28. ZICSI, A. (1975): Zootische Einflüsse auf die Streuzersetzung in Hainbuchen-Eichehaldern Ungarns. — *Pedobiologia*, 15: 432–438.
29. ZICSI, A. (1977): Néhány földgilisztá faj szerepe az avarlebontásban. — *MTA Biol. Oszt. Közl.* 20: 237–243.
30. ZICSI, A. und POBOZSNY, M. (1977): Einfluss des Zersetzungsverlaufes der Laubstreu auf die Konsumentintensität einiger Lumbriciden-Arten. — *Soil Organisms as Components of Ecosystems, Ecol. Bull. (Stockholm)*, 25: 229–239.