

ADAM CZARNECKI

UDZIAŁ COLLEMBOLA W ROZKŁADZIE SZCZĄTKÓW  
ROŚLIN UPRAWNYCH

Zakład Ekologii Zwierząt Instytutu Biologii UMK w Toruniu

## WSTĘP

Jedną z grup zwierząt biorących udział w rozkładzie materii są *Collembola*. W niniejszych badaniach starano się poznać charakter funkcji i ilościowy udział tych owadów w rozkładzie szczątków roślin uprawnych, zakopanych w polu, jak również ustalić czy i w jakim stopniu skład chemiczny obumarłych tkanek różnych gatunków roślin w tych samych warunkach siedliskowych odbija się na obfitości występowania w nich *Collembola*.

## TEREN I METODA BADAŃ

Doświadczenia przeprowadzono na polu uprawnym w okolicach Turwi latem 1976 r. Teren ten obejmuje gleby płowe, obecnie znacznie zdegradowane. Dokładny opis tego terenu jest zawarty w pracy Margowskiej [9]. W celu prześledzenia przebiegu procesu rozkładu umieszczano liście lub pędy pięciu gatunków roślin w pakietach zrobionych z siatki metalowej o średnicy oczek około 5 mm i zakopywano w warstwie gleby ornej. Następnie po upływie 2, 4, 8 i 16 tygodni część pakietów wyjmowano i ustalano skład gatunkowy oraz zagęszczenie *Collembola* w rozkładanej masie. W tych samych terminach w pracowni chemicznej w Stacji Badawczej Zakładu Biologii Rolnej PAN w Turwi oznaczono kaloryczność materiału roślinnego oraz zawartość w nim azotu.

Na podstawie zagęszczenia i składu taksonomicznego *Collembola* w szczątkach dokonano dalszych ocen dokładniej określających ich rolę w rozkładzie. Mianowicie na podstawie ilości tlenu zużytego na oddychanie oraz współczynnika oddechowego obliczono orientacyjną ilość energii pobranej przez te owady w trakcie rozkładu materii. Obliczeń dokonano zestawiając tempo oddychania z zagęszczeniem i okresem żerowania *Collembola*, czyli tzw. „osobnikodniami” [10]. Tempo oddychania obliczono

na podstawie danych literatury, które uwzględniały zależność tempa oddychania od masy ciała oraz od temperatury.

I tak na podstawie dokonanych badań [16, 6, 5] wyliczono równanie regresji określające wpływ temperatury na tempo oddychania, oddzielnie dla dwu grup gatunków, które wyraźnie różniły się ciężarem ciała i tempem oddychania. Dla pierwszej grupy, obejmującej gatunki o masie ciała powyżej 20  $\mu\text{g}$ , przyjęto tempo oddychania gatunków z rodzaju *Onychiurus*, dla drugiej zaś, złożonej z gatunków o masie ciała poniżej 20  $\mu\text{g}$ , tempo oddychania gatunków z rodzaju *Tetracanthella*. Równania regresji dla grup były następujące:

$$\text{I grupa gatunków } Y = 0,04x - 0,07,$$

$$\text{II grupa gatunków } Y = 0,17x - 0,51,$$

gdzie:

$$Y = \text{oddychanie w ml O}_2 \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$x = \text{temperatura w } ^\circ\text{C}.$$

Obliczeń zużycia tlenu przez skoczogonki dokonano uwzględniając średnią temperaturę wierzchniej warstwy gleby jako 18,9°C. Na podstawie ilości zużytego tlenu obliczono wartość uwalnianej energii, przyjmując za Slobodkinem [13], że przy średniej wartości  $RQ = 0,82$ , 1 ml tlenu wyzwala 4,8 cal ciepła. W celu określenia udziału *Collembola* w mineralizacji materii organicznej porównano wartości energii uwalnianej w procesach oddychania owadów z wartością energii zawartej w materii organicznej, która uległa rozkładowi. Obliczono stosunek tych wartości i wyrażono w procentach.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

W masie zakopanych roślin początkowo nie stwierdzono występowania skoczogonków. Pojawiły się tam one stosunkowo późno (tab. 2), gdyż pierwsze nieliczne osobniki, należące do jednego tylko gatunku

T a b e l a 1

Zmiany ilości materii organicznej oraz zawartości w niej azotu  
na przestrzeni 16 tygodni rozkładu /w procentach/  
Changes of organic matter and the nitrogen content in it during 16 weeks  
of decomposition /in per cent/

Rodzaj szczątków Kind of plant residues	Liście mnisz- ka Dandelion leaves		Liście lipy Lime leaves		Pędy rajgrasu Ryegrass shoots		Liście lucer- ny Alfalfa leaves		Pędy żyta Rye shoots	
	N	materia matter	N	materia matter	N	materia matter	N	materia matter	N	materia matter
0	3,8	100	3,9	100	2,0	100	5,3	100	1,4	100
16	3,5	36	4,9	41	3,1	36	4,6	31	2,3	41

Tabela 2

Skład jakościowy i ilościowy skoczogonków w szczątkach roślin uprawnych w okresie 16 tygodni ekspozycji  
/na 100 kcal masy roślinnej/  
Qualitative and quantitative composition of Collembola in crop residues during 16 weeks of exposure  
/per 100 kcal of plant matter/

Okres - Period Gatunki Species	Tygodnie - Weeks																	
	0		2			4			8					16				
			M	Li	śr.	M	Li	R	Lu	Ż	śr.	M	Li	R	Lu	Ż	śr.	
<i>Folsomia fimetaria</i>	-	-	6	14	4	8	34	8	70	37	31	143	15	36	83	145	84	
<i>Pseudosinella alba</i>	-	-	-	-	-	10	7	91	31	63	40	79	28	21	124	91	69	
<i>Pseudosinella sexoculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	19	4	8	59	47	2	-	23	-	
<i>Onychiurus armatus</i>	-	-	-	-	-	-	74	1	4	-	16	-	-	22	-	24	9	
<i>Isotoma bipunctata</i>	-	-	-	-	-	-	10	6	-	-	7	-	-	-	-	-	-	
<i>Folsomia candida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	14	11	5	30	1	10	-	17	12	
<i>Mesaphorura grupa krausbaueri</i>	-	-	-	-	-	-	15	-	-	9	5	28	-	4	1	11	9	
<i>Ceratophysella armata</i>	-	-	-	-	-	4	31	3	7	8	10	7	-	4	2	5	4	
<i>Hypogastrura viatica</i>	-	-	-	-	-	-	13	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	
<i>Isotoma notabilis</i>	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-	1	33	-	9	-	32	15	
<i>Iepidocyrtus cyaneus</i>	-	-	-	-	-	6	-	1	3	3	3	-	3	-	-	5	2	
<i>Isotomodes productus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	2	
Liczba Collembola w szczątkach Number of Collembola in residues	0	0	6	14	4	28	190	114	130	153	121	328	106	163	212	330	229	
M - liście mniszka - dandelion leaves																		
Li - liście lipy - lime leaves																		
R - pędy rajgrasu - ryegrass shoots																		
Lu - liście lucerny - alfalfa leaves																		
Ż - pędy żyta - rye shoots																		
śr. - mean																		

*Folsomia fimetaria*, wystąpiły dopiero po upływie czterech tygodni. Po dalszych czterech tygodniach stwierdzono największą liczbę gatunków, po następnych zaś 8 tygodniach była największa liczebność *Collembola*. Ogółem w szczątkach znaleziono 12 gatunków *Collembola*. Wśród nich były gatunki stale występujące w badanym materiale, jak np. *Isotomodes productus*, oraz gatunki występujące tylko sporadycznie, np. *Istotoma bipunctata*. Największą liczbę, tj. 12 gatunków, znaleziono w materii pochodzącej z rajgrasu, najniższą zaś w szczątkach mniszka i lucerny (po 8 gatunków). Okres występowania poszczególnych gatunków w szczątkach był niejednakowy. Większość gatunków występowała przez cały okres trwania doświadczenia, tylko nieliczne występowały wyłącznie w którymsz ze stadiów rozkładu, np. *Isotoma bipunctata*. Te ostatnie występowały w małej liczebności. Inne gatunki w poszczególnych etapach rozkładu występowały w różnym nasileniu. Ogólnie gatunki o większej masie, np. *Ceratophysella armata*, wykazywały spadek liczebności wraz z postępem rozkładu szczątków. Gatunki mniejsze, np. *Folsomia fimetaria*, odwrotnie — najwyższą liczebność osiągały po upływie 16 tygodni, tj. przy daleko posuniętym procesie rozkładu.

Dynamika pojawu i liczebności skoczogonków w szczątkach nieco się różniła w zależności od gatunku rośliny. W liściach lipy nieliczne skoczogonki należące do jednego gatunku wystąpiły już po czterech tygodniach rozkładu. Stosunkowo szybko, gdyż po 8 tygodniach zagęszczenie i liczba gatunków skoczogonków w masie liści lipy były najwyższe. W szczątkach mniszka natomiast skoczogonki pojawiły się również wcześniej, ale duża liczba i liczebność gatunków wystąpiły dopiero po upływie 16 tygodni. W szczątkach żyta skoczogonki pojawiły się dopiero po 8 tygodniach i to w niedużych ilościach, maksymalne zaś zagęszczenie osiągnęły po 16 tygodniach. W materii pochodzącej z innych gatunków roślin owady te znajdowano późno, ale w krótkim czasie osiągnęły duże zagęszczenie i największą liczbę gatunków.

Ogólnie dało się zauważyć, że skoczogonki licznie występowały w późniejszym etapie rozkładu, gdy materii było już mało, i stąd ilość pobranej energii w trakcie żerowania w szczątkach poszczególnych gatunków roślin oraz udział w ich mineralizacji były ogólnie niskie. Najwięcej energii skoczogonki pobrały z liści lipy i pędów żyta (tab. 3). Również udział owadów w mineralizacji tych roślin był odpowiednio wyższy niż w pozostałych. Oznacza to, że rola skoczogonków w rozkładzie była większa w roślinach, które były rozkładane wolniej.

Interesujące jest to, że mimo jednakowo wolnego tempa rozkładu obu tych roślin zawartość w nich ważnego materiału budulcowego dla białka, tj. azotu, była różna. Mianowicie w życie było mało azotu, zaś w liściach lipy dużo. Szczątki pozostałych roślin obfitowały, podobnie jak liście lipy, w azot, lecz były rozkładane szybko i przy małym udziale *Collembola*.

T a b e l a 3

Udział *Collembola* w rozkładzie materii organicznej w przeliczeniu na 100 kcal materii organicznej

*Collembola* participation in the organic matter decomposition, in conversion to 100 kcal of organic matter

Parametry Parameters Rodzaj szczątków Residue kinds	Osobniko- dni Indivi- duals-days	Średni ciężar osobnika μg/ Mean weight of an individual μg/	Respiracja Respiration		Stosunek respiracji/cal/ do ubytku energii w szczątkach %/ Ratio of respiration /cal/ to the energy decrement in residues %/
			ml O <sub>2</sub>	cal	
Liście mniszka Dandelion leaves	12152	18	12,6	60,5	0,09
Liście lipy Lime leaves	11680	23	15,4	73,9	0,13
Pędy rajgrasu Ryegrass shoots	9791	18	10,2	49,0	0,08
Liście lucerny Alfalfa leaves	12334	17	12,1	58,1	0,08
Pędy żyta Rye shoots	16702	16	15,4	73,9	0,13

DYSKUSJA

Liczba gatunków *Collembola* występujących w doświadczeniu była nieco niższa od liczb stwierdzonych dla agroekosystemów [12, 7, 14]. Były to w większości gatunki szeroko rozpowszechnione i charakterystyczne dla pól uprawnych. Ocena relacji liczebności owadów stwierdzonych w doświadczeniu do liczebności w agroekosystemach jest niełatwa. Z punktu widzenia ich roli w rozkładzie materii organicznej można ją odnieść do ilości skoczogonków na jednostkę masy materii corocznie zasilającej pole uprawne. Przy użyciu takiego kryterium okazało się, że w szczątkach użytych w doświadczeniu liczba *Collembola* była kilkakrotnie mniejsza niż na polu uprawnym (tab. 4). Podobnie niższa była ilość tlenu zużytego do oddychania. Zatem ich rola w rozkładzie w warunkach doświadczenia była znacznie mniejsza niż na polu, mimo że szybkość rozkładu materii w szczątkach była większa. Mały udział skoczogonków zaznaczył się zwłaszcza przy dużym tempie w początkowej fazie rozkładu. Na przebieg tego etapu rozkładu skoczogonki w zasadzie nie miały wpływu. Natomiast udział *Collembola* rósł, gdy następowało wyczerpywanie się źródła materii. Na tym etapie rozkładu materii skoczogonków jest dużo i ich rola jest znaczna. Ponieważ trawienie pokarmu jest wolne, spada w tej fazie tempo rozkładu. W tym czasie nieco większe ilości *Collembola* żerują w roślinach o niższej zawartości azotu w tkankach, co, choć w niewielkim stopniu, odbija się na tempie rozkładu. Większa jest również rola skoczogonków, gdy żerują na szczątkach roślin posiadających twarde tkanki okrywające, jak na przykład liście lipy. W tym przypadku zwiększony udział *Collembola* w rozkładzie zaobserwowano już w początkowym etapie rozkładu. Występowały wówczas osobniki o dużych

rozmiarach ciała i preferując świeżą materię. Żerowanie ich mogło ułatwiać zachodzenie dalszego rozkładu.

Te spostrzeżenia mogą tłumaczyć występowanie różnic w liczebności *Collembola* w zależności od uprawianej rośliny w warunkach polowych. Niekiedy, jak to stwierdzono w przypadku upraw żyta i ziemniaków [4], liczebność skoczogonków była odwrotna do ilości wprowadzonej do gleby materii organicznej.

T a b e l a 4

Zagęszczenie i respiracja *Collembola* w czasie rozkładu 100 kcal materii organicznej na polu uprawnym i w doświadczeniu  
Density and respiration of *Collembola* during the decomposition of 100 kcal of organic matter in the arable field and in the experiment

Miejsce przebywania <i>Collembola</i> <i>Collembola</i> habitat	Uprawa Arable field		Doświadczenie Experiment		
	żyto rye	ziemniaki potatoes	mniszek dandelion	lipa lime	żyto rye
Parametry - Parameters					
Liczba osobników Number of individuals	1060	360	91	75	120
Respiracja /cal/ Respiration /cal/	175	106	61	74	74

Wydaje się, że skoczogonki odżywiają się pokarmem aktualnie dostępnym, dlatego że zawiera on drobnoustroje [8, 15]. Jednak związek między tymi komponentami obejmuje szerszy zakres, gdyż wykazuje także zależność między aktywnością mikroflory a liczebnością *Collembola*. Liczne aspekty tego oddziaływania były przedmiotem wielu badań. Wskazują one z jednej strony na możliwość wpływu *Collembola* na aktywność mikroflory [1], z drugiej zaś wskazują na zależność odwrotną. To ostatnie zjawisko dobrze ilustrują wyniki badań A t l a v i n y t e [2], który podaje, że w agroekosystemach skoczogonki mogą gwałtownie powiększyć liczebność przy braku czynnika kontrolującego. Wydaje się, że to ostatnie zjawisko może występować wtedy, gdy duża część bakterii czy grzybów jest mało aktywna, co stwierdza się dość powszechnie [3, 11]. W warunkach doświadczenia taki stan mógł mieć miejsce dwukrotnie: przy wyczerpywaniu się zasobów rozkładanej materii oraz w przypadku twardej tkanek do czasu ich rozłożenia (np. w liściach lipy).

Zatem na powiązaniu mikroflory i skoczogonków oparty jest między innymi mechanizm regulacji tempa rozkładu materii. W warunkach doświadczenia rola *Collembola* w tym mechanizmie była niewielka, a ich funkcja polegała głównie na stabilizacji i utrzymaniu szybkiego tempa rozkładu różnych gatunków roślin. Można sądzić, że w warunkach uprawy polowej znaczenie *Collembola* jest dużo większe, ponieważ ich obfitość jest większa i występują one liczniej w każdym etapie rozkładu materii.

## LITERATURA

- [1] Anderson J. M., Healey I. N.: Seasonal and interspecific variation in major components of the gut contents of some woodland *Collembola*. J. Anim. Ecol. 41, 1972, 359—368.
- [2] Atlavinyte O.: The activity of *Lumbricidae*, *Acarina* and *Collembola* in the straw humification process. Pedobiologia 11, 1971, 104—115.
- [3] Clark F. E.: Bacteria in soil. W: Soil Biology, 15—49, eds Burges, A. and Raw, F. Academic Press, London 1967.
- [4] Czarniecki A.: Znaczenie skoczogonków *Apterygota*, *Collembola* w funkcjonowaniu ekosystemu. Rozprawa doktorska, Instytut Biologii UMK, Toruń 1979.
- [5] Healey I. N.: The energy flow through a population of soil *Collembola* Second. Product. of Terrest. Ecosyst. 685—798, Warszawa—Kraków 1967.
- [6] Kauvi H., Moldung T. J., Fjellberg A.: Respiration rates, winter and summer activity in *Collembola* of *Hardangervidda*. W: Fennoscandian tundra ecosystems, part 2, 105—121, ed. Wielgolaski F. S., Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York 1975.
- [7] Łosiński J.: Studia nad drobną fauną gleby pól uprawnych. Cz. I. Dynamika populacji *Collembola* (*Apterygota*). Ekol. Pol. 1, 2, 3, 1953, 75—103.
- [8] Mac Millan J. H., Healey I. N.: A quantitative technique for the analysis of the gut contents of *Collembola*. Rev. Ecol. Biol. Sol: 8, 1971, 295—309.
- [9] Margowski Z.: Właściwości hydro-pedologiczne gleb okolic Turwi. W: Ekologiczne efekty intensywnej uprawy roli, 109—136, ed. Ryszkowski L., Zesz. nauk Inst. Ekol. PAN 5, 1972.
- [10] Petruszewicz K., MacFadyen A.: Productivity of terrestrial animals. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh 1970.
- [11] Pędziwiłk Z.: Potencjalna aktywność oddechowa gleby. W: Procesy mikrobiologiczne w glebie, 29—31, ed. Gołębiowska J., A. R., Poznań 1975.
- [12] Sheals J. G.: The *Collembola* and *Acarina* of uncultivated soil. J. Anim. Ecol. 26, 1957, 125—134.
- [13] Slobodkin L. B.: Energy in animal ecology. Advances in ecological research. I. Ed. Cragg J. B., London 1962.
- [14] Strebek O.: przyczynek do faunistyki i biologii owadów bezskrzydłych (*Apterygota*) zebranych z pola buraków cukrowych na Nizinie Górnoreńskiej. Acta Zool. Cracov. 2, 1957, 20, 466—478.
- [15] Törne E. von: Ökologische experimente mit *Folsomia candida* (*Collembola*). Pedobiologia 1, 1967, 146—149.
- [16] Zinkler D.: Vergleichende Untersuchungen zur Atmungsphysiologie von Collembolen (*Apterygota*) und anderen Bodenkleinarthropoden. Z. Vergl. Physiol. 52, 1966, 99—144.

А. ЧАРНЕЦКИ

## УЧАСТИЕ COLLEMBOLA В РАЗЛОЖЕНИИ ОСТАТКОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Отделение экологии животных Института биологии  
Университет им. М. Коперника в Торуні

## Резюме

Целью работ было установление качественного и количественного участия *Collembola* в разложении остатков растений зарытых на возделываемом поле в Турви, Леждинское во-еводство. Для такой цели летом 1976 г. листья и побеги 5 видов растений были помещены

в пакетах из металлической сетки с отверстиями около 5 мм и зарыты в пахотом слое почвы. Затем, по истечении 2, 4, 8, 16 недельных периодов, часть пакетов вынимали и определяли в остатках видовой состав и численность *Collembola*, определяли тоже в лаборатории Польской академии наук в Турви калоричность вещества и содержание азота. Количество энергии взятой ногохвостками из разлагаемого вещества устанавливали на основании респирации. Далее вычисляли на этой основе их участие в минерализации остатков.

Ногохвостки появились в растительных остатках довольно поздно ибо первые немногочисленные особи были обнаружены после 4-недельного разлагания. После 8 недель установлено наибольшее число видов (12), а наибольшую численность по истечении 16 недель, Самое большое число видов установлено в остатках райграса, самое низкое — в остатках одуванчика и люцерны. В начальной фазе разложения преобладали крупные особи, позднее — с меньшей биомассой. Динамика появления и численности ногохвосток в остатках значительно отличались в зависимости от растения. Наиболее быстро появились ногохвостки в листьях липы, поздно — в остатках ржи. В общем численность ногохвосток была большая когда разложение было сильно продвинуто вперед, а вещества было мало.

Количество усвояемой из остатков энергии и значение ногохвосток при минерализации органического вещества оказалось невелико. Наибольше энергии ногохвостки извлекали из листьев липы и побегов ржи т.е. из видов разлагаемых немного медленнее. Интересно, что липа содержала наибольшее количество азота, а рожь — наименьшее. Остатки других видов растений были богаты азотом и подвергались быстрому разложению при меньшем участии *Collembola*.

Результаты работы показывают, что разложение остатков протекало быстро, несмотря на несколькократно меньшее, чем в поле, участие *Collembola*. Значение этих насекомых состояло преимущественно в стабилизации темпа процесса разложения различных видов растений. В случае растений с твердой покровной тканью (липа) они могли облегчать дальнейший ход разложения, тогда как в случае растений с меньшим содержанием азота, быть может замещали менее численную микрофлору. Следовательно можно полагать, что механизм регулирования скорости разложения органического вещества основан между прочим на связях *Collembola* и микрофлоры. По видимому, значение в этом механизме *Collembola* проявляется сильнее в полевой культуре, где количество особей *Collembola* значительно больше и то на любом этапе разложения.

A. CZARNECKI

## PARTICIPATION OF COLLEMBOLA IN THE DECOMPOSITION OF CROP RESIDUES

Section of Animal Ecology,  
Department of Biology,  
M. Copernicus University in Toruń

### Summary

The aim of the work was to recognize the quantitative and qualitative participation of *Collembola* in the decomposition of plant residues buried in the arable field at Turew, Leszno district. For this purpose, in summer 1976 leaves or shoots of 5 plant species were placed in parcels of metallic net with the diameter of meshes of about 5 mm and buried in the arable layer of soil. Then after 2, 4, 8 and 16 weeks a part of the parcels was taken off and the species composition and density of *Collembola* in them were determined. In the Turwia laboratory, Polish Academy of Sciences, the calorificity of the material and the nitrogen content in it were determined. The amount of energy taken up by *Collembola* from the de-



composed material was calculated on the basis of respiration, Moreover, the participation of *Collembola* in the plant residue mineralization was calculated.

*Collembola* appeared rather late in plant residues — the first few individuals were found after the 4-week decomposition. The greatest number of species (12) was found after 8 weeks, the greatest total number — after 16 weeks of decomposition. The greatest number of *Collembola* species occurred in the ryegrass residues, the least — in the residues of dandelion and alfalfa. At the decomposition start there were most individuals of a large, later on — of a less body mass. The occurrence dynamics and the total number of *Collembola* were somewhat different in particular plant species. *Collembola* appeared at the earliest in leaves of lime, at the latest — in rye residues. On the whole, *Collembola* occurred in greater numbers at a far advanced decomposition.

The amount of energy taken up by *Collembola* from plant residues and the *Collembola* participation in the matter mineralization were low. The greatest energy amounts were taken up by *Collembola* from leaves of lime and shoots of rye, i.e. from somewhat slower transpiring species. It was surprising that lime contained the highest and rye — the lowest nitrogen amounts, whereas residues of the remaining plant species were abundant in nitrogen and were quickly decomposed at a less *Collembola* participation.

The results obtained prove that the plant residue decomposition ran quicker despite less *Collembola* participation as compared with cultivated crops. Importance of the insects in question is mainly owing to stabilization of the decomposition process rate of particular plant species. In case of plants with hard covering tissues (lime) they could facilitate the further decomposition, whereas in case of plants with less nitrogen content they probably substituted a less numerous microflora. This it can be presumed that the organic matter decomposition regulation mechanism would be connected on the ties of *Collembola* with microflora. It seems that the *Collembola* role in this mechanism would be greater in arable field, where much higher *Collembola* numbers at every decomposition stage can be found.

**Dr Adam Czarnecki**  
**Instytut Biologii UMK**  
**Foruń, ul. Gagarina 9**

