

Dynamika łowności *Harpalus rufipes* DE GEER (Coleoptera: Carabidae) w jednorocznych uprawach rolnych w zależności od typu gleby

Changes in abundance of *Harpalus rufipes* DE GEER (Coleoptera: Carabidae) in one-year-old agricultural crops on different soils in central Poland

STANISŁAW HURUK

Instytut Biologii Akademii Świętokrzyskiej, Zakład Zoologii, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce i Pracownia Naukowo-Badawcza Świętokrzyskiego Parku Narodowego, ul. Suchedniowska 4, 26-010 Bodzentyn; e-mail: shuruk@pu.kielce.pl

ABSTRACT: In the years 1990–1991 changes in the abundance of *Harpalus rufipes* in one-year-old cultivated fields on four types of soils were studied in central Poland. The number of individuals caught on particular types of soil was statistically significantly different. A statistically significant relationship between the number of individuals caught and the share of mechanical fractions in soil was found as well as a statistically significant relationship between the number of *H. rufipes* individuals caught and the content of C, K, Mg and N and Ca in soil. No statistically significant relationship between the kind of plant cultivated and the number of *H. rufipes* individuals caught was found. The peak activity of *H. rufipes* imagines was very visible and occurred in July or August.

KEY WORDS: Coleoptera, Carabidae, *Harpalus rufipes*, cultivated fields, Central Poland.

Wstęp

Harpalus rufipes (DE GEER) należy zwykle do dominantów w zgrupowaniach biegaczowatych upraw rolnych. Stwierdzany był w zbożach (JONES 1976; KABACIK-WASYLIK 1970; MATVEEV 1990; HURUK 2000; SOBOLEVA-DOKUČAEVA i in. 2000), ziemniakach (CRITCHLEY 1972; KABACIK-WASYLIK 1971; KACZMAREK 1992; MATVEEV 1990; HURUK 2001a), rzepaku (KACZMAREK 1987), gryce i łubinie (KABACIK 1962), grochu i słoneczniku

(NEKULISJANU 1990), truskawkach (BRIGGS 1957; KOCK 1975; HURUK 2001b), mieszance wyki z owsem (SOBOLEVA-DOKUČAEVA i in. 2000), dyni, pieprzu, kapuście, marchwi, cebuli (ŠAROVA i in. 1998) i innych uprawach. Jeżeli chodzi o truskawki, to od dawna jest on nazywany „chrząszczem nasion truskawkowych” (BURMEISTER 1939). LUFF (1980) omówił biologię tego gatunku, w uprawach truskawek. W literaturze wskazuje się na szkodliwość tego gatunku w uprawach rolnych, ale i na jego wielożerność (SKUHRÁVY 1959; KOCK 1975; KRYŽANOVSKIJ 1983). Wielożerność *H. rufipes* sugeruje, że może on być potencjalnym sprzymierzeńcem człowieka w walce ze szkodnikami upraw.

Tylko część autorów wspomina o typach gleb na których prowadzono badania nad Carabidae, co jest pewnym mankamentem. Gleba jest podstawowym środowiskiem życia biegaczowatych. Typ gleby wyraźnie wpływa na jakościowy i ilościowy skład zgrupowania biegaczowatych. KIRCHNER (1960) odłowił w uprawie ziemniaków na glebie gliniastej prawie sześć razy więcej osobników, niż w tej samej uprawie na glebie piaszczystej. W uprawie ziemniaków na glebie gliniastej stwierdził 17 gatunków, a na glebie piaszczystej 11. Niniejsza praca przedstawia łowność i dynamikę *H. rufipes* w jednorocznych uprawach na wybranych typach gleb.

Poznanie czynników mogących mieć wpływ na łowność tak pospolitego w uprawach gatunku, reprezentowanego przez ogromną ilość osobników wydaje się ważnym zadaniem z praktycznego i poznawczego punktu widzenia.

Praca miała następujące cele:

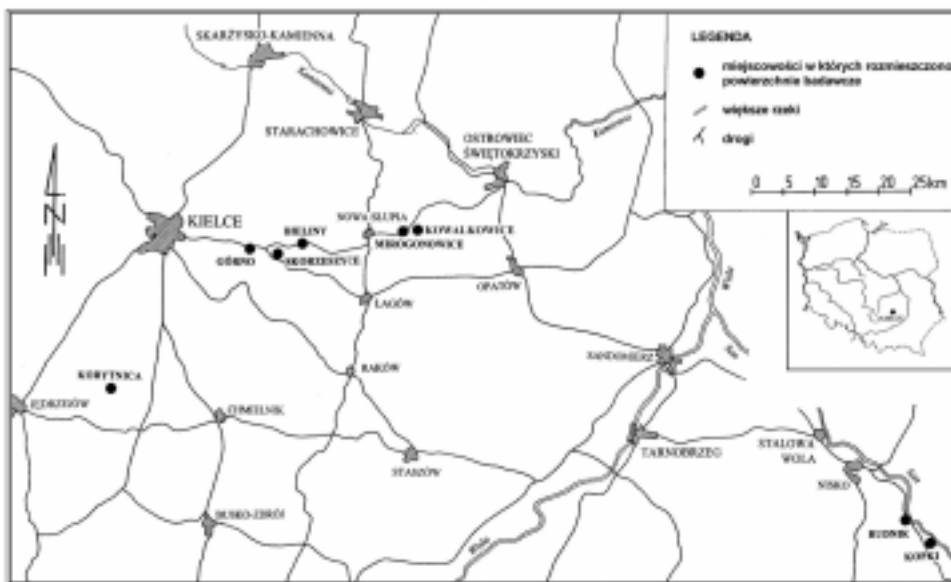
1. analiza łowności *H. rufipes* w jednorocznych uprawach rolnych na badanych typach gleb;
2. poznanie zależności między łownością a wybranymi właściwościami fizycznymi oraz chemicznymi gleby;
3. analiza sezonowej dynamiki populacji tego gatunku.

Teren i metody badań

Badania prowadzono w latach 1990–1993. Materiał zebrano z 32 powierzchni badawczych rozmieszczonych na polach uprawnych w centralnej Polsce, na rędzinach, glebach płowych, bielicach i madach (Ryc. 1).

Na każdym typie gleby założono 8 stałych powierzchni badawczych. Na wszystkich polach w danym roku uprawiano te same rośliny (zboża lub ziemniaki) (Tab. I).

Na pojedynczej powierzchni funkcjonowało 10 pułapek (słoi szklanych o pojemności 0,33 l i średnicy otworu 58 mm, napełnionych glikolem do 1/3 wysokości). W każdym roku wykonano 5 serii odłowów, z których każdy trwał jeden miesiąc. Odłowy zaczynano w maju, a kończono we wrześniu.



Ryc. 1. Lokalizacja obiektów badań: Korytnica (rędziny – pow. nr 1–8); Mirogonowice, Kowalkowice (gleby płowe – pow. nr 9–16); Gorno, Bieliny, Skorzeszyce (bielice – pow. 17–24); Rudnik, Kopki (mady – pow. 25–32).

Fig. 1. Location of study sites: Korytnica (rendzina – sites 1–8); Mirogonowice, Kowalkowice (lessive soils – sites 9–16); Gorno, Bieliny, Skorzeszyce (podzolic soils – sites 17–24); Rudnik, Kopki (fen soils – sites 25–32).

Na glebach tych prowadzono szeroko zakrojone badania nad strukturą zgrupowań biegaczowatych, których wyniki nie zostały jeszcze w całości opublikowane. W zebranych materiale najliczniejszy był *H. rufipes*, który wybrano do odrębnej analizy.

Typ gleby ustalono na podstawie badań terenowych oraz analiz fizykochemicznych gleb. Analizy dotyczyły wierzchniej 30 cm warstwy gleby. Skład mechaniczny określono metodą aerometryczną Casagrandy w modyfikacji Prószyńskiego (MUSIEROWICZ 1949), odczyn gleby w H_2O destylowanej i KCl 1n metodą potencjometryczną (LITYŃSKI i in. 1976) przy użyciu elektrody kombinowanej, pehametrem firmy „Radelkis”, typ OP – 401/2. Węgiel organiczny (C org.) oznaczono metodą Tjurina (BELCIKOVA 1954) w modyfikacji Oleksynowej (OLEKSYNOWA i in. 1972). Zawartość substancji organicznej obliczono mnożąc C organiczny przez empirycznie ustalony współczynnik 1,724. Azot ogólny (N ogólny) oznaczono metodą Kiejdahla (KOWALKOWSKI, SWAŁDEK 1994b), przyswajalne formy potasu (K_2O) i fosforu (P_2O_5) metodą Egnera w modyfikacji Riehma (KOWALKOWSKI, SWAŁDEK

Tab. I. Charakterystyka powierzchni badawczych-lokalizacja, typ gleby, wybrane właściwości chemiczne, ogólna liczba odłowionych osobników w kolejnych latach badań

Characteristics of study sites: location, soil type, selected chemical properties, the total number of individuals caught in successive years of study

Nr powierzchni No of site	C	pH	P	K	Mg	Ca	N	1990	1991	1992	1993	Razem Total
								zboża corn	ziemniak potatoes	zboża corn	zboża corn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Korytnica: łąki – rendzina soils												
1	1,47	6,8	8,9	4	5,6	3800	0,144	32	46	305	241	624
2	1,74	6,8	9,2	8	7,5	3900	0,218	52	104	76	237	469
3	2,0	6,9	9,6	8	9,1	3900	0,223	49	422	340	245	1056
4	1,93	6,9	24	4	6,3	3900	0,115	63	374	412	280	1129
5	0,4	4,9	15	4	1,5	2160	0,020	211	296	1153	1143	2803
6	0,54	6,3	28	24	5,2	2600	0,071	135	208	92	198	633
7	0,39	6,8	28	5,5	2	2100	0,045	117	287	1277	1119	2800
8	1,4	6,8	29	11	4,2	3700	0,156	79	116	393	124	712
Razem – Total								738	1853	4048	3587	10226
Mirogonowice, Kopki: płowe – lessive soils												
9	0,79	4,5	4,3	5,8	7,7	400	0,100	46	52	724	1029	1851
10	1,1	4,9	10	7,9	5,2	460	0,123	113	190	170	196	669
11	0,85	5,4	11	18	13,1	520	0,070	53	80	57	22	212
12	1,26	5,9	11	17	13,1	640	0,120	23	132	224	284	663
13	1,77	5,5	12	34	6	520	0,114	250	264	48	91	653
14	1,72	5,6	11	28	6,7	500	0,151	164	204	142	113	623
15	1,56	5,6	7,6	22	6,3	480	0,103	111	169	121	23	424
16	1,65	5,7	9,3	21	6,3	500	0,106	96	178	126	217	617
Razem – Total								856	1269	1612	1975	5712

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bieliny, Górnio, Skorzyszyce: bielice – podzolic soils												
17	0,6	4,1	3,4	9,1	1,9	300	0,061	111	416	1781	559	2867
18	0,52	4	7,5	8,3	2,5	160	0,059	376	225	525	549	1675
19	0,57	5,5	3,9	6,6	6,6	340	0,059	100	464	417	258	1239
20	0,94	3,9	2,5	1,6	1,5	100	0,081	69	486	737	737	2029
21	1,05	4,6	2,2	5,4	3	180	0,067	110	56	154	251	571
22	1,62	4,5	2,8	7	3,1	200	0,098	55	176	440	913	1584
23	0,91	4,5	2,4	3,3	1,3	300	0,073	100	115	361	450	1026
24	0,67	4,8	2,6	5	2,1	200	0,059	62	79	457	373	971
Razem – Total								983	2017	4872	4090	11962
Kopki, Rudnik nad Sanem: mady – fen soils												
25	0,46	6,5	2,5	5	7,6	2600	0,029	131	249	472	1053	1905
26	0,3	6,5	1,7	3	5,3	2800	0,035	225	294	692	849	2060
27	0,55	6,5	2	5	8,8	2700	0,045	105	213	413	304	1035
28	0,4	6,6	1,4	5,5	8,2	2700	0,025	376	480	777	404	2037
29	0,75	6,1	1,8	5,5	12,1	2300	0,056	69	98	391	424	982
30	0,7	6,3	1,5	5,5	12	2200	0,064	46	146	235	331	758
31	0,67	6,4	1,4	8	11,5	2600	0,054	134	139	269	500	1042
32	0,54	6,4	1,7	5	11,5	2600	0,048	33	141	315	832	1321
Razem								1119	1760	3564	4697	11140

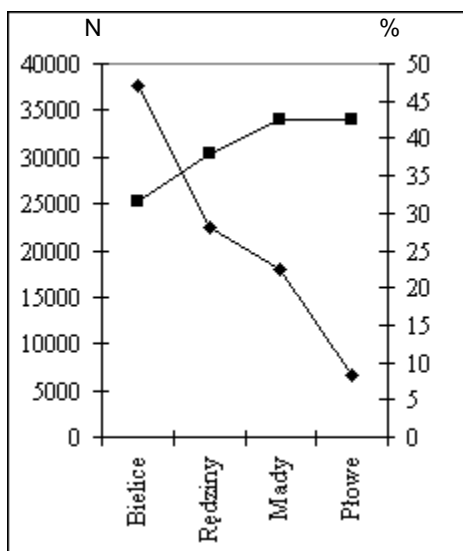
1994b), magnezu (MgO) metodą Schachtschabela (LITYŃSKI i in. 1976). Analizy wykonano w laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Kielcach. Nazwy i wymiary frakcji granulometrycznych oraz nazwy typów gleb według Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (Systematyka gleb Polski 1989).

Do oceny zależności między liczbą odłowionych osobników a wybranymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi gleb zastosowano analizę korelacji (współczynnik korelacji Pearsona), natomiast do oceny zależności między liczbą odłowionych osobników a typem gleby i latami badań zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Obliczenia statystyczne wykonano w programie SYSTAT 7.0, nr lic. 1893885, SPSS Inc. North Michigan Avenue, Chicago IL 60611.

Wyniki

Liczebność. Łącznie odłowiono 39040 osobników *H. rufipes* (Tab. I). Na poszczególnych typach gleb odłowiono różną liczbę osobników, w tym: na rędzinach 10226 osobników, na glebach płowych 5712, bielicach 11962, madach 11140. Między typem gleby a liczbą odłowionych na niej osobników *H. rufipes* stwierdzono zależność istotną statystycznie ($p=0,0415$).

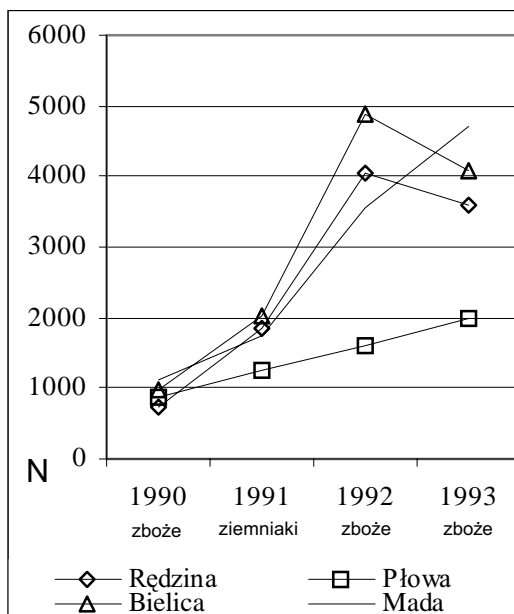
H. rufipes był gatunkiem najliczniej reprezentowanym w badanych uprawach. Na rędzinach stanowił 28,02% wszystkich odłowionych *Carabidae*, na glebach płowych 8,19%, na bielicach 47,07%, a na madach 22,59% (Ryc. 2).



Ryc. 2. Liczba osobników wszystkich gatunków *Carabidae* w zgrupowaniach, w badanych typach gleb (— ■ —); procentowy udział osobników *H. rufipes* w tych zgrupowaniach (— ◆ —)

Fig. 2. The number of individuals of all the *Carabidae* species in assemblages in the studied soil types (— ■ —); % share of *H. rufipes* individuals in the assemblages (— ◆ —)

Liczba odławianych osobników zmieniała się zdecydowanie w poszczególnych latach. Na glebach płowych i madach zwiększała się z każdym rokiem, natomiast na rędzinach i bielicach liczba odławianych osobników wzrastała do trzeciego roku badań, po czym zmalała (Ryc. 3). Liczba odławianych osobników w poszczególnych latach była nieistotnie różna na rędzinach ($p=0,05349$) oraz glebach płowych ($p=0,56770$) i istotnie różna na bielicach ($p=0,00895$) i madach ($p=0,00021$). Liczba odławianych osobników w poszczególnych latach była istotnie statystycznie różna ($p=0,00001$).



Ryc. 3. Liczba odłowionych osobników w jednorocznych uprawach, w kolejnych latach na badanych typach gleb (N – liczba osobników)

Fig. 3. The number of individuals caught in one-year-old crops in successive years in the studied soil types (N – number of individuals)

Właściwości fizyczne gleb a liczebność odłowów. Spośród właściwości fizycznych wzięto pod uwagę skład mechaniczny gleby. W pracy sprawdzono, czy procentowy udział poszczególnych frakcji mechanicznych gleb ma istotny związek z łownością. Stwierdzono korelację ujemną oraz istotną statystycznie zależność między liczbą odłowionych osobników a udziałem frakcji mechanicznych o średnicy (w mm): 0,02–0,006; 0,006–0,002; <0,002; <0,02. W przypadku frakcji 1,0–0,1 zależność była również statystycznie istotna, ale korelacja dodatnia (Tab. II).

Właściwości chemiczne gleb a łowność. Zależność między właściwościami chemicznymi gleb a łownością przedstawiono w tabeli (Tab. III). Stwierdzono istotną statystycznie zależność oraz ujemną korelację między liczbą odłowionych osobników *H. rufipes* a zawartością C, K, Mg i N w glebie. Również statystycznie istotna zależność wystąpiła w przypadku Ca, z tym, że korelacja była dodatnia.

Sezonowa dynamika populacji. Dla *H. rufipes* charakterystyczny był model dynamiki w którym aktywność tego gatunku (wyrażona liczbą odłowionych osobników) rosła w miarę upływu sezonu wegetacyjnego i osiągnęła szczyt w sierpniu (67 przypadków na 128 rozpatrywanych) lub lipcu

Tab. II. Zależność między liczbą odłowionych osobników *H. rufipes* a udziałem frakcji mechanicznych gleby

The relation between the number of *H. rufipes* individuals caught and the share of soil mechanical fraction

Frakcja mechaniczna gleby w mm Soil mechanical fraction in mm	r	p-wartość p-value
>1	0,0536	0,5476
1,0 – 0,5	0,1719	0,1889
0,5 – 0,25	0,1065	0,4178
0,25 – 0,10	– 0,1421	0,2789
0,10 – 0,05	– 0,0032	0,9714
0,05 – 0,02	– 0,1531	0,0843
0,02 – 0,006	– 0,2414	0,0061
0,006 – 0,002	– 0,2614	0,0029
<0,002	– 0,2624	0,0028
1,0 – 0,1	0,2396	0,0064
0,1 – 0,02	– 0,1413	0,1115
<0,02	– 0,3074	0,0004

Tab. III. Zależność między właściwościami chemicznymi gleb a liczbą odłowionych osobników *H. rufipes*

The relation between soil chemical properties and the number of *H. rufipes* individuals caught

Analizowana właściwość Analysed property	r	p-wartość p-value
zawartość C – content of C	–0,2888	0,0009
pH w KCl – pH in KCl	–0,0769	0,3883
stosunek C:N – C:N ratio	0,1401	0,1407
P	–0,0347	0,697
K	–0,3044	0,0005
Mg	–0,225	0,0107
Ca	0,3627	0,0413
N	–0,2747	0,0017

(46 przypadków), po czym malała. Nieliczne były przypadki wystąpienia głównego szczytu aktywności w innych miesiącach. Miały one miejsce w czerwcu (6 razy) i we wrześniu (9 razy). Sporadycznie (10 przypadków) występował w sezonie drugi szczyt aktywności. Aktywność *H. rufipes* z poszczególnych typów gleb w kolejnych latach przedstawiono na rysunku (Ryc. 3).

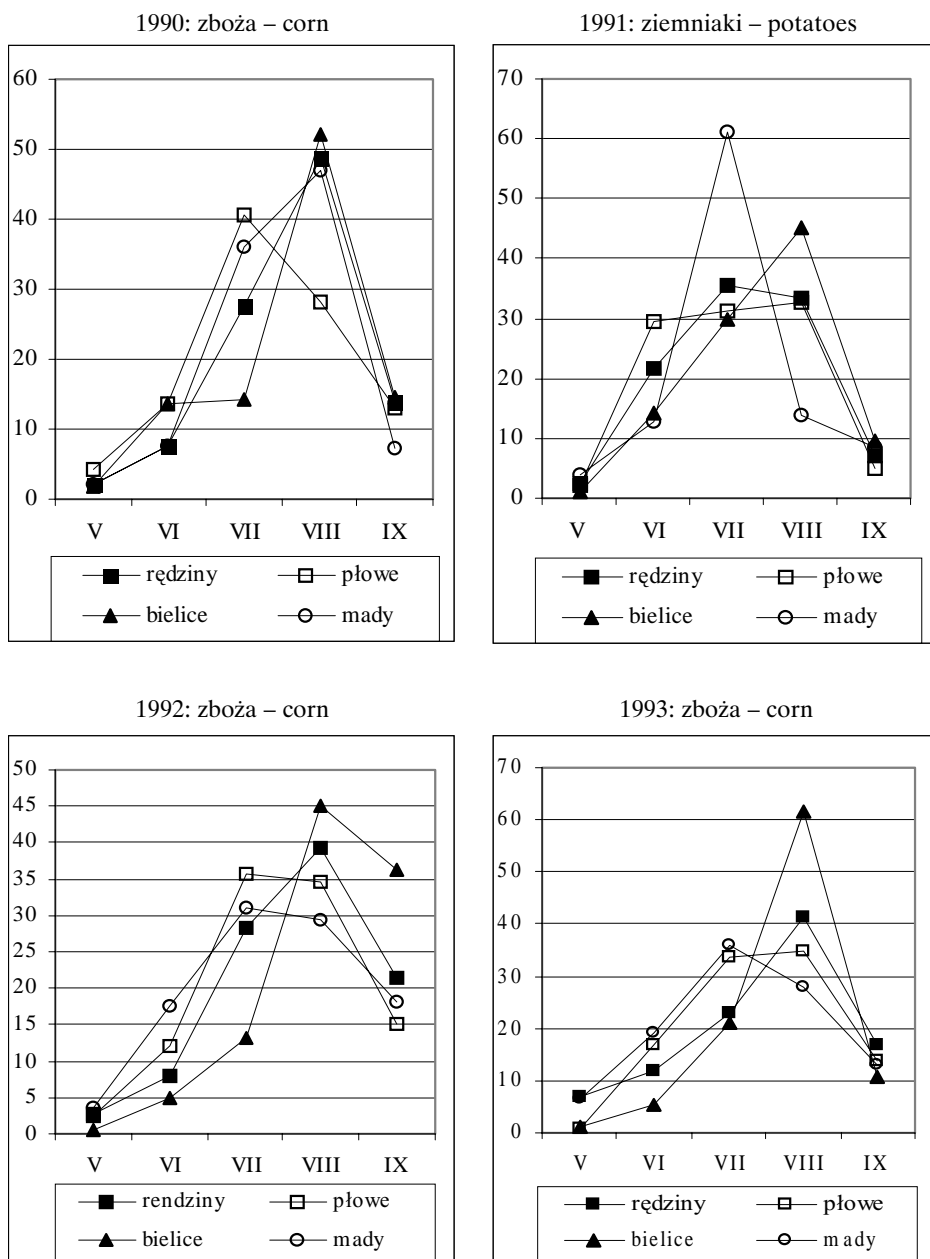
Największą stabilnością pod względem terminu uzyskiwania szczytu aktywności cechowała się populacja z biellic, która co roku osiągała największą aktywność w sierpniu. Również populacje z rędzin oraz mad były pod tym względem dość stabilne, przy czym populacja z rędzin uzyskiwała szczyt aktywności najczęściej w sierpniu (poza jednym przypadkiem), a populacja z mad szczyt aktywności uzyskiwała najczęściej w lipcu (poza jednym przypadkiem). Najmniejszą stabilnością charakteryzowała się populacja z gleb płowych, która w kolejnych latach osiągała szczyt aktywności – na przemian – raz w lipcu, raz w sierpniu (Ryc. 4).

Populacje z wszystkich gleb były najmniej aktywne w maju. Najniższą aktywnością w tym miesiącu cechowała się populacja z biellic, najwyższą populacja z mad. We wrześniu aktywność populacji *H. rufipes* była większa niż w maju. Najbardziej aktywna w tym miesiącu była populacja z biellic, najmniej aktywna populacja z mad (Ryc. 4).

Dyskusja

Harpalus rufipes jest pospolitym gatunkiem na polach Europy. Mimo pospolitości jego występowania, wydaje się, że wymagania ekologiczne *H. rufipes* nie są jeszcze dobrze poznane. Według różnych autorów może on zasiedlać suche łąki i pola uprawne, szczególnie na glebach gliniastych (BURAKOWSKI i in. 1974). BURMEISTER (1939) wymienia go z szeregu środowisk – od skrajnie wilgotnych po suche, KOCH (1989) uważa go za kserofila, szereg cytowanych we wstępie autorów stwierdziło go w bardzo różnych uprawach. Przede wszystkim trudno zgodzić się z opinią, że jest to gatunek kserofilny. Być może jest on termofilny, co nie kłóciłoby się z jego licznym występowaniem w różnych środowiskach nawet silnie wilgotnych.

Najwięcej osobników *H. rufipes* odłowiono w jednorocznych uprawach na bielicach, najmniej na glebach płowych. Zależność między typem gleby a liczbą odłowionych na niej osobników okazała się statystycznie istotna ($p=0,0415$). Udział tego gatunku w zgrupowaniach Carabidae był największy na bielicach i wynosił ponad 47%. Na pozostałych typach gleb był już zdecydowanie mniejszy; najmniejszy był w zgrupowaniu na glebach płowych i wynosił tylko nieco ponad 8%. Z danych tych wynika, że *H. rufipes* preferował gleby lekkie, suche, przewiewne. Dodatkowym tego potwierdzeniem może być dodatnia korelacja ($r=0,2396$) i istotna statystycznie zależność



Ryc. 4. Dynamika *H. rufipes* w jednorocznych uprawach rolnych na badanych typach gleb w sezonie wegetacyjnym w latach 1990–1993

Fig. 4. Dynamic of *H. rufipes* in one-year-old crops on the studied soil types in the vegetation season 1990–1993

($p=0,0064$) między liczbą odłowionych osobników a udziałem w glebach frakcji piaskowej (o średnicy 1,0–0,1 mm) oraz korelacja ujemna i istotna statystycznie zależność między frakcjami spławialnymi (iłem pyłowym) a liczbą odławianych osobników (Tab. III). Doświadczalnie stwierdzono, że niektóre gatunki z rodzaju *Harpalus* LATR. przedkładają pewne gleby nad inne, jeszcze innych unikają, zależnie od ich składu mechanicznego (LINDROTH 1949). SZYSZKO (1975) odławiał mniejszą liczbę biegaczowatych na powierzchniach badawczych z większym udziałem frakcji piaskowej (mniejszym frakcji spławialnych). W prezentowanych badaniach również odłowiono najmniej biegaczowatych na glebach o największym udziale frakcji piaskowej (bielicowych). Ale w zgrupowaniu biegaczowatych z tych gleb *H. rufipes* miał największy udział procentowy.

Skomentowanie zależności między właściwościami chemicznymi gleb a łownością jest bardzo trudne. W świetle uzyskanych wyników zrozumiała wydaje się ujemna korelacja i istotna statystycznie zależność między zawartością C w glebie a liczbą odłowionych osobników. Najwyższa liczba odłowionych osobników na bielicach, najwyższy udział *H. rufipes* w zgrupowaniu biegaczowatych z bielic wskazuje, że gatunek ten preferuje gleby o niskiej zawartości substancji organicznych (mniej żyzne). SOBOLEVA-DOKUČAEVA i współautorzy (2000) stwierdziła dodatnią korelację między zawartością humusu w glebie na polu a liczbą odławianych osobników *Carabus nemoralis* O. F. MÜLL. oraz ujemną korelację w przypadku *Harpalus affinis* (SCHRANK). W przypadku *H. rufipes* zależność ta była nieistotna. Trudniejsza jest interpretacja ujemnej korelacji i istotnych statystycznie zależności między zawartością K, Mg i N a liczbą odławianych osobników *H. rufipes*. Wyższa zawartość tych pierwiastków w glebach jest (jak widać z tych zależności) mniej korzystna dla *H. rufipes*. Gleby cięższe charakteryzują się naturalną wyższą zawartością K, Mg i N (KOWALKOWSKI, SWAŁDEK 1994a), co może być dodatkowym, naturalnym czynnikiem wpływającym na obniżenie liczebności *H. rufipes*.

Zależność między zawartością Ca w glebie a liczbą odłowionych osobników *H. rufipes* miała charakter korelacji dodatniej ($r=0,3627$) i była statystycznie istotna ($p=0,0413$). Korelacja między pH gleby a liczbą odłowionych osobników była dodatnia ale statystycznie nieistotna. Zależności te wskazują, że *H. rufipes* preferował gleby o dużej zawartości Ca i wykazywał tendencję do wzrostu liczebności przy wzroście pH. SOBOLEVA-DOKUČAEVA i współautorzy (2000) stwierdziła, że gatunek ten preferuje gleby o odczynie obojętnym lub słabo zasadowym. W prezentowanych badaniach *H. rufipes* był liczny na glebach o dużej zawartości Ca i wyższym pH oraz na bielicach o najmniejszej zawartości Ca i najniższym pH. Liczne występowanie *H. rufi-*

pes na glebach cięższych mogło wynikać z korzystnego pH oraz z ich ciepłoty będącej rezultatem dużej zawartości Ca (rędziny – średnio 3312 mg/kg; mady – średnio 2562 mg/kg), na bielicach zaś, ze względu na ich skład mechaniczny – są to gleby luźne, przewiewne, często latem przegrzane. Najmniejsza liczba osobników *H. rufipes* na glebach płowych mogła wynikać z niższego pH tych gleb oraz małej ich ciepłoty będącej rezultatem małej zawartości Ca (średnio 502 mg/kg). Gleby płowe zawierały po bielicach najmniej wapnia. SOBOLEVA-DOKUČAEVA i współautorzy (2000) stwierdziła, że na rozmieszczenie dominujących gatunków biegaczowatych w uprawie kukurydzy wpływa m.in. temperatura wierzchniej warstwy gleby.

Liczba odławianych osobników w kolejnych latach, systematycznie znacząco wzrastała. W tym samym czasie zmieniała się uprawiana roślina. Liczba odławianych osobników nie miała istotnego statystycznie związku z uprawianą rośliną ($p=0,0931$). LUFF (1980) odławiał różną liczbę osobników w następujących po sobie latach w uprawie truskawek (w roku 1973 – 23840 osobników; w 1974 – 8931; w 1975 – 22476; w 1976 – 7090; w 1977 – 22100; w 1978 – 8456). Zmiany te, jak widać, miały inny charakter – niskich i wysokich odłowów w kolejnych latach, mimo nie zmieniającej się uprawy. Ich przyczyną było zdaniem tego autora funkcjonowanie na badanym terenie populacji o dwuletnim cyklu rozwojowym, składającej się z dwóch subpopulacji, które pojawiają się masowo w pułapkach w różnych latach. SOBOLEVA-DOKUČAEVA (1975) podała, że stwierdzone przez nią zmiany liczebności *H. rufipes* związane były z wahaniami liczebności szkodników na polach. W przypadku mojego materiału, ustalenie przyczyny stałego, znaczącego wzrostu liczby odławianych osobników w kolejnych latach jest trudne. Ważniejsze było moim zdaniem stwierdzenie, że w odrębnych populacjach, funkcjonujących na oddalonych od siebie obszarach, na różnych typach gleb, w różnych uprawach, liczba odławianych osobników zmieniała się w tym samym kierunku. Wskazuje to na możliwość istnienia mechanizmów regulujących liczebność Carabidae w długich odcinkach czasowych (niezależnych od czynników działających lokalnie, wpływających na sezonową liczebność Carabidae).

Charakterystyczną cechą sezonowej aktywności było uzyskiwanie przez *H. rufipes* głównego szczytu aktywności w sierpniu lub lipcu. Liczba odławianych osobników przed szczytem była niewielka, po szczycie zaś zdecydowanie się zmniejszała (Ryc. 3). W związku z tym krzywa dynamiki charakteryzowała się ostro zarysowującym się szczytem liczebności. Jest to gatunek jesiennego typu rozwojowego, który zimuje w postaci larwy lub poczwarki. Dalszy rozwój odbywa się w roku następnym. LUFF (1980) uważa, że ostry szczyt, stwierdzany przez kontynentalnych badaczy wynika z tego, że w da-

nym roku rozmnażają się osobniki, które zimowały w postaci larwy lub poczwarki. Autor ten stwierdził w Anglii populację *H. rufipes* o dwuletnim cyklu rozwojowym, który polega na tym, że dorosłe osobniki nie rozmnażają się w roku wylęgnięcia z poczwarki, a dopiero w następnym. Krzywa dynamiki tych populacji wyraża się łagodnym przebiegiem, ponieważ już wiosną licznie pojawiają się dojrzałe osobniki, które zimowały i przystępują do rozmnażania, następnie pojawiają się osobniki nowego pokolenia, które podtrzymują krzywą dynamiki na wysokim poziomie. Dwuletni cykl rozwojowy stwierdziła też INJAEVA (1965) w obwodzie moskiewskim. GEILER (1967) stwierdził w lucernie szczyt aktywności *H. rufipes* na początku sezonu wegetacyjnego, co trudno jest wyjaśnić. W Europie możemy się więc spotkać z trzema typami sezonowej aktywności tego gatunku: (1) stałą wysoką aktywnością w sezonie wegetacyjnym, którą obserwuje się w przypadku populacji o dwuletnim cyklu rozwojowym, (2) najwyższą aktywnością na początku sezonu wegetacyjnego (maj, czerwiec), (3) najwyższą aktywnością na końcu sezonu wegetacyjnego (lipiec, sierpień). ZHANG i współautorzy (1997) stwierdził w uprawach ziemniaków w Presque Isle i Stillwater (Maine, USA) dwa szczyty aktywności. Jeden w czerwcu, drugi w sierpniu. Szczyt czerwcowy był wynikiem wysokiej aktywności osobników zimujących w postaci imago. Natomiast szczyt sierpniowy wynikał z masowego pojawienia się osobników zimujących w postaci larwalnej.

Populacje *H. rufipes* z badanych typów gleb różniły się między sobą dynamiką sezonową. Możemy tu wyróżnić populacje z rędzin i biellic osiągające szczyt aktywności w sierpniu, populację z mad osiągającą szczyt aktywności w lipcu oraz populację z gleb płowych o zmiennym terminie szczytów aktywności. *H. rufipes* wykazywał najniższą aktywność w maju na wszystkich typach gleb. We wrześniu jego aktywność była wyższa niż w maju. Duża liczba osobników *H. rufipes* występujących na polach oraz stwierdzony model aktywności rodzi pytanie o rolę tego gatunku w uprawach. *H. rufipes* jest miksofażem. Większą uwagę zwraca się chyba na jego roślinożerność, a nawet na możliwość powodowania przez niego szkód. Ale już BURMEISTER (1939) stwierdził, że gatunek ten może zjadać również ślimaki, „robaki”, owady. Na korzystną stronę drapieżnictwa *H. rufipes* zwróciła uwagę SOBOLEVA-DOKUČAEVA (1975), która stwierdziła, że może on pełnić istotną rolę w ograniczaniu liczebności sprzążków. Autorka ta ustaliła, że wahania liczebności *H. rufipes* korelowały dodatnio ze zmianami liczebności szkodników na badanych polach. W późniejszych badaniach udowodniła (SOBOLEVA-DOKUČAEVA, SOLDATOVA 1983), że *H. rufipes* chętnie odżywia się pokarmem pochodzenia zwierzęcego i zakwalifikowała go do polifagów ze skłonnością do zoofagii. Przy możliwości wyboru preferuje pokarm pochodzenia zwie-

rzęcego. KOCK (1975) sugeruje, że jego drapieżnictwo może mieć szczególne znaczenie wiosną, kiedy dostępność roślinnego pokarmu, w szczególności nasion jest mała. Wówczas *H. rufipes* może redukować znaczną część szkodników, w okresie kiedy ich liczebność jest jeszcze mała. Uważa się, że rola *H. rufipes* jako czynnika ochraniającego uprawę będzie tym większa, im wcześniej w sezonie wegetacyjnym aktywna będzie duża liczba osobników tego gatunku. Taka sytuacja może mieć miejsce na terenach, na których *H. rufipes* ma dwuletni cykl rozwojowy. Wówczas to na polu funkcjonują dwie subpopulacje, z których jedna aktywna jest od wczesnej wiosny (LUFF 1980). Osobniki tej populacji mogą przyczyniać się do znacznej redukcji szkodników w uprawach od początku sezonu wegetacyjnego i tym samym pełnić rolę ważnego czynnika ochraniającego uprawy. Przesunięcie szczytu aktywności na późniejsze miesiące sezonu wegetacyjnego zmniejsza rolę *H. rufipes* jako czynnika ochraniającego tegoroczną uprawę (KOCK 1975).

Wiosną (w maju) na badanych glebach stwierdzono niewielką liczbę *H. rufipes*. Średnio od 1,12% (bielice) do 4,06% (mady) osobników odłowionych w sezonie wegetacyjnym. W czerwcu liczba odłowionych osobników była większa, ale zgrupowanie nie osiągnęło jeszcze szczytowej aktywności. Szczyt ten na glebach płowych i madach występował dopiero w lipcu, a na rędzinach i bielicach jeszcze później, bo w sierpniu. Przy tego typu aktywności rola *H. rufipes* jako czynnika chroniącego tegoroczną uprawę przed szkodnikami jest być może mniejsza. Ale proces produkcji na polu jest ciągły. Po tegorocznej uprawie przychodzi następna. Jeżeli będzie to ozimina, to wschody następują jeszcze w tym samym roku. Młoda uprawa w okresie wschodów wymaga także ochrony. *H. rufipes* może być w takiej sytuacji ważnym czynnikiem ochronnym.

Nie tylko drapieżnictwo, ale i roślinożerność *H. rufipes* może mieć pozytywne aspekty o ile wśród zjadanych roślin i ich nasion są chwasty. LUFF (1980) stwierdził, że larwy *H. rufipes* szczególnie preferowały nasiona 8 gatunków roślin spośród 24 im oferowanych. Należały do nich: *Lolium perenne* L., *Festuca rubra* L., *Chenopodium album* L., *Agrostis tenuis* SIBTH., *Dactylis glomerata* L., *Trifolium repens* L., *Senecio jacobaea* L., *Medicago lupulina* L. JORGENSEN i TOFT (1997) stwierdzili, że *H. rufipes* chętniej wybierał do zjedzenia nasiona niż owady. Szczególnie preferowane były nasiona *Taraxacum* sp., spośród owadów mszyce i osobniki *Drosophila* spp.

Wyniki kolejnych badań wyjaśniają coraz więcej problemów z biologii i ekologii tego gatunku. Jak się okazuje cenne z punktu widzenia ochrony upraw może być nie tylko jego drapieżnictwo, ale i roślinożerność. Ze względu na jego dużą liczebność i rozpowszechnienie w uprawach na większości

typów gleb, może on być istotnym czynnikiem przyczyniającym się do ograniczenia rozwoju szkodników i chwastów w uprawach.

Do ważniejszych ustaleń pracy należy stwierdzenie, że:

1. Liczba odłowionych osobników była istotnie statystycznie różna na badanych typach gleb ($p=0,0415$). Stwierdzono istotną statystycznie zależność między udziałem frakcji piasku oraz frakcji spławialnych w glebie a liczbą odławianych osobników *H. rufipes*. W przypadku frakcji piaskowej stwierdzono korelację dodatnią, a w przypadku frakcji spławialnych ujemną. Ponadto stwierdzono istotną statystycznie zależność między zawartością C, K, Mg, N i Ca a liczbą odłowionych osobników *H. rufipes*. W przypadku C, K, Mg i N stwierdzono korelację ujemną, a w przypadku Ca dodatnią. Można sugerować, że różna liczba osobników odłowionych na poszczególnych typach gleb wynikać może z jednej strony z różnic w ich składzie mechanicznym, z drugiej zaś z ciepłoty podłoża wynikającej z zawartości wapnia. Najwyższą liczbę osobników odłowiono na luźnych, przewiewnych bielicach, najuboższych w wapń oraz na tych glebach cięższych, które zawierały bardzo dużo Ca (rędziny, mady). Gleby płowe, na których odłowiono najmniej osobników *H. rufipes* zawierały średnio ponad 5 razy mniej wapnia niż mady i 6,5 razy mniej niż rędziny.
2. Liczba odławianych osobników *H. rufipes* wzrastała silnie na wszystkich typach gleb w kolejnych latach badań. Łączna liczba odłowionych osobników w kolejnych latach była istotnie statystycznie różna ($p=0,00001$). Nie stwierdzono istotnej statystycznie zależności między uprawianymi roślinami a liczebnością odłowów.
3. Populacje *H. rufipes* z badanych typów gleb różniły się między sobą dynamiką sezonową. Wyróżniono populacje osiągające szczyt aktywności w sierpniu (rędziny, bielice), populację osiągającą szczyt aktywności w lipcu (mady) oraz populację o zmiennym terminie szczytów aktywności (gleby płowe).
4. Do charakterystycznych cech dynamiki populacji *H. rufipes* należało: uzyskiwanie szczytu aktywności w lipcu lub sierpniu; uzyskiwanie najniższej aktywności w maju; uzyskiwanie we wrześniu wyższej aktywności niż w maju.

Szczególony przebieg miała aktywność *H. rufipes* na bielicach, na których rozwijała się z wyraźnym oporem. W pierwszych trzech miesiącach sezonu wegetacyjnego odławiano średnio nieco ponad 30% osobników aktywnych w całym sezonie wegetacyjnym. Dopiero w sierpniu następował nagły wzrost liczby odławianych osobników. Aktywność tego gatunku we wrześniu była tylko o 1% niższa niż w lipcu.

SUMMARY

Changes in the abundance of populations of *H. rufipes* were studied in 1990–1993 using Barber's pitfall traps in one-year-old crops on 4 types of soil: rendzinas, lessive soils, podzols and alluvial soils in central Poland (Swietokrzyskie and Podkarpackie voivodships). The total of 39,040 individuals of *H. rufipes* were collected, including 10,226 on rendzinas, 5,712 on lessive soils, 11,962 on podzols and 11,140 on alluvial soils. The differences in species numbers between the different types of soil were statistically significant ($p=0.0415$). There was a statistically significant relationship between the number of individuals captured and the proportion of mechanical fractions with a diameter of 0.02 – 0.006 mm; 0.006 – 0.002 mm; < 0.002 mm; < 0.02 mm and 1.0 – 0.1 mm. The correlation with the number of individuals was positive for the 1.0 – 0.1 mm fraction and negative for other fractions. A statistically significant correlation was also found between the abundance of *H. rufipes* and the content of C, K, Mg and N (negative correlation) and Ca (positive correlation). There was no statistically significant relationship between a particular crop grown and the number of individuals of *H. rufipes* captured. The number of individuals rose in the rendzinas and podzols during the first three years of study while in the lessive and alluvial soils it increased throughout the study period. The numbers of individuals caught in different years were significantly different ($p=0.0000$). There was a distinct peak of activity of *H. rufipes* in July or August. In May, the activity of this species was low. In September the activity was also diminished but higher than in May.

PIŚMIENICTWO

- BELCIKOVA N. P. 1954: Opredelenie humusa počvy po metodu Tjurina. Agrochimičeskie metody issledowanja pocv. Izd. Akad. Nauk SSSR, Moskva.
- BRIGGS J. B. 1965: Biology of some ground beetles (Col., Carabidae) injurious to strawberries. Bull. entomol. Res., **56**: 79-93.
- BURAKOWSKI B., MROCZKOWSKI M., STEFAŃSKA J. 1974: Chrząszcze Coleoptera, Biegaczowate – Carabidae, część 2 (przy współpracy J. MAKÓLSKIEGO i J. PAWŁOWSKIEGO). Kat. Fauny Pol., Warszawa, XXIII, **3**: 1-430.
- BURMEISTER F. 1939: Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer auf systematischer Grundlage. I Band: Adephaga. I Familiengruppe: Caraboidea. Hans Goecke Verlag, Krefeld. 307 ss.
- CRITCHLEY B. R. 1972: Field investigations on the effects of an organophosphorus pesticide, thionazin on predacious Carabidae (Coleoptera). Bull. entomol. Res., **62**: 327-342.
- GEILER H. 1967: Die Coleopteren des Luzerne-Epigaions von Nordwest-sachsen. Faun. Abh. Staat. Museum f. Tierkunde in Dresden, **2**: 19-36.
- HURUK S. 2000: Biegaczowate (Carabidae, Coleoptera) rezerwatu „Cisów” i przyległych agrocenoz. Roczn. świętokrz., Ser. B – Nauki Przyr., **27**: 107-116.

- HURUK S. 2001a: Biegaczowate (Col., Carabidae) w jednorocznych uprawach rolnych na glebach biellicowych. Roczn. świętokrz., Ser. B – Nauki Przyr., **28**: 28-47.
- HURUK S. 2001b: Biegaczowate (Col., Carabidae) w uprawach truskawek na glebach biellicowych. Roczn. świętokrz., Ser. B – Nauki Przyr., **28**: 86-99.
- INJAEVA Z. I. 1965 [mscr.]: Žuželicy na posevach polevych kul'tur. Avtoref. kand. dis.
- JONES M. G. 1976: The carabid and staphylinid fauna of winter wheat and fallows on a clay with flints soil. J. appl. Ecol., **13**: 775-791.
- JORGENSEN H. B., TOFT S. 1997: Food preference, diet dependent fecundity and larval development in *Harpalus rufipes* (Coleoptera: Carabidae). Pedobiologia, **41** (4): 307-315.
- KABACIK D. 1962: Beobachtungen über die Quantitätsveränderungen der Laufkäfer (Carabidae) auf verschiedenen Feldkulturen. Ekol. pol., A, **10**: 307-323.
- KABACIK-WASYLIK D. 1970: Ökologische Analyse der Laufkäfer (Carabidae) einiger Agrarkulturen. Ekol. pol., **18**: 137-209.
- KABACIK-WASYLIK D. 1971: Research into the number, biomass and energy flow of Carabidae (Coleoptera) communities in rye and potato fields. Pol. ecol. Stud., **1**: 111-121.
- KACZMAREK S. 1987: Wpływ preparatu „Enolofos 50” na Carabidae i Staphylinidae w uprawie rzepaku ozimego. Pol. Pismo ent., **57**: 377-381.
- KACZMAREK S. 1992: Wpływ preparatu Decis 2,5 EC na Carabidae w uprawie ziemniaka. Pol. Pismo ent., **61**: 125-129.
- KIRCHNER H. 1960 [mscr.]: Untersuchungen zur Ökologie feldbewohnender Carabiden. Gedruckte Dissertation, Köln.
- KOCH K. 1989: Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Bd. 1. Goecke & Evers, Krefeld. 440 ss.
- KOCK T. 1975: Abwehr von Schäden des Erdbeer laufkäfers *Harpalus pubescens* MÜLL. (Coleoptera, Carabidae) im Erdbeeranbau durch eine Ablenkfütterung. Z. angew. Ent., **77**: 402-409.
- KOWALKOWSKI A., SWAŁDEK M. 1994a: Analiza podstawowych fizycznych właściwości gleb z elementami analityki. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Kielce. 155 ss.
- KOWALKOWSKI A., SWAŁDEK M. 1994b: Analiza podstawowych chemicznych właściwości gleb z elementami analityki. Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Kielce. 244 ss.
- KRYŽANOVSKIJ O. L. 1983. Žestkokrylye; Žuki podotrjada Adephaga: semejstva Rhysodiidae, Trachypachidae; semejstvo Carabidae (vvodnaja čast' i obzor fauny SSSR). Fauna SSSR., T. I, vyp. 2. Nauka, Leningrad. 341 ss.
- LINDROTH C. H. 1949: Die Fennoskandischen Carabidae. Göteb. K. Vetensk. Vitter Hets-Samh. Handl., B, **4** (3): 1-911.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H., GORLACH E. 1976: Analiza chemiczno-rolnicza. Warszawa. 330 ss.
- LUFF M. L. 1980: The biology of the ground beetle *Harpalus rufipes* in a strawberry field in Northumberland. Ann. appl. Biol., **94**: 153-164.

- MATVEEV V. A. 1990: Vidovoj sostav i raspredelenie žuželic (Coleoptera, Carabidae) v otdelnyh biotopach v uslovijach Mariijskoj ASSR. [W:] BERMAN R. M. (red.): Fauna i ekologija žuželic. Tezisy dokladov III Vsesojuznogo karabidologičeskogo soveščanija. Kišinie: 46-47.
- MUSIEROWICZ A. 1949: Skład mechaniczny gleb i metody analizy mechanicznej. PWRiL, Warszawa. 460 ss.
- NEKULISJANU Z. Z. 1990: Raspredelenie žuželic (Coleoptera, Carabidae) v agrobiocenozach na sklonach različnyh ekspozicij. [W:] Berman R. M. (red.): Fauna i ekologija žuželic. Tezisy dokladov III Vsjesojuznogo karabidologičeskogo soveščanija. Kišinie: 52.
- OLEKSYNOWA K., TOKAJ J. JAKUBIEC J. 1972: Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i geologii dla studentów AR, cz. 2, Metody laboratoryjne analizy gleby. Skrypty dla szkół wyższych. Wyższa Szkoła Rolnicza, Kraków.
- ŠAROVA I. Ch., POPOVA A. A., ROMANKINA M. Ju. 1998: Ekologičeskaja differenciacija vidov žuželic (Coleoptera, Carabidae) v agrocenozach. Zool. Žurn., 77 (12): 1377-1382.
- SOBOLEVA-DOKUČAEVA I. I. 1975: Ispolzovanije serologičeskogo metoda dla opredjelenija roli žuželic (Coleoptera, Carabidae) v agrobiocenozach. Žurn. obšč. Biol., 36 (5): 749-761.
- SOBOLEVA-DOKUČAEVA I. I., SOLDATOVA T. A. 1983: Vlijanie ekologičeskich uslovij sel'skochozjajstvennoj kul'tury na čiščnyh počvennyh žestkokrylych (Coleoptera, Carabidae, Staphylinidae). [W:] Fauna i ekologija počvennyh bespozvonočnyh Moskovskoj oblasti. Moskva: 120-130.
- SOBOLEVA-DOKUČAEVA I. I., ČERNYŠEV V. B., AFONINA V. M., TIMOCHOV A. V. 2000: Sezonnaja dinamika prostranstvennogo razmeščeniija massovyh vidov žuželic (Coleoptera, Carabidae) v agroekosistemach zony smešannyh lesov. Zool. Žurn., 79 (7): 818-823.
- SKUHRVAY V. 1959: Die Nahrung der Feldcarabiden. Acta Soc. entomol. Cechoslov., 56: 1-18.
- Systematyka gleb Polski, 1989: Roczn. glebozn., 40 (3/4): 1-150.
- SZYSZKO J. 1975: Dependence of facility of catching Carabidae (Coleoptera) on the mechanical composition of the surface soil layer. Pol. Pismo ent., 40: 601-605.
- THIELE H.-U. 1977: Carabid beetles in their environment. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. Zoophysiology and ecology, 10: 1-369.
- ZHANG J. X., DRUMMOND F. A., LIEBMAN M., HARTKE A. 1997: Phenology and dispersal of *Harpalus rufipes* De Geer (Coleoptera: Carabidae) in agroecosystems in Maine. J. agr. Entomol., 14 (2): 171-186.