

MRÓWKI

WITOLD KOEHLER

Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa

Pozycja mrówek, jako ważnego elementu metody biologicznej jest mocno ugruntowana. W większości podręczników i broszur omawiających metody biologiczne przytaczany jest m. in fakt, że „już Chińczycy w X w. wykorzystywali mrówki w walce ze szkodnikami plantacji cytrusowych”. Nie jest to zresztą istotne dla interesującego nas zagadnienia, jeśli ujmemy je w skali europejskiej i w gospodarczym aspekcie. Również ocena roli mrówek jako entomofagów w ich systematycznym rozumieniu, tj. jako rodziny *Formicidae* — nie wydaje się przy takich założeniach celowa. Jakkolwiek bowiem większość gatunków uprawia z reguły lub przygodnie drapieżnictwo, to jednak charakter tego zjawiska, jego znaczenie i wpływ na dynamikę populacyjną owadów gospodarczo szkodliwych jest tak ogromnie zróżnicowany, że nie da się go mierzyć przy zastosowaniu tej samej skali.

O ile np. gatunki, należące do rodzajów *Lepthothorax*, *Stenamma* i niektóre gatunki z podrodzaju *Chthonolasius* nie odgrywają pod tym względem praktycznie żadnej roli, o tyle pewne gatunki z rodzaju *Formica* — głównie i przede wszystkim *Formica polyctena* Först. i *Formica rufa* są tak dalece aktywne, że można je uznać w pewnych warunkach za element kształtujący biocenozy leśne.

Do tych właśnie gatunków ograniczymy naszą uwagę, jakkolwiek wypada podkreślić, że w ramach problemu zawierają się zjawiska związane z nim w sposób pośredni, jak np. skutki trofobiozy (wpływ na rozmiar bazy pokarmowej dla melitofagów), konkurencja w opanowywaniu gniazdowisk odpowiadających zarówno pewnym ksylofagom, jak i mrówkom (zasiedlenie pniaków) i w in.

Wielkie znaczenie mrówek, jako naturalnych regulatorów populacji roślinożerców (głównie motyli i rośliniarek), wynika z następujących ich właściwości: a) ogromnej chłonności „społecznego żołądka” mrowiska, zasiedlonego zazwyczaj przez wielomilionową rzeszę mieszkanek, b) niezależności od wahań liczebności ich ofiar, c) długowieczności społeczeństw, d) wyjątkowej plastyczności ekologicznej.

Przy pełnym, osiągalnym w naturze zasiedleniu kompleksu leśnego przez mrówki nie może on stać się pierwotnym ogniskiem gradacji szkodników, choć w pewnych warunkach, przy bardzo rozległym i żywiołowym przebiegu tego zjawiska może on być przez nie przejściowo objęty. I w takich jednak wypadkach gradacja trwa krócej i osiąga słabsze nasilenie.

Wszystkie wymienione fakty są znane od bardzo dawna. Szczególnie baczna uwagę zwrócono na nie w Niemczech, co należy tłumaczyć nie tylko intensywnym rozwojem badań entomologicznych w tym kraju, lecz także wysokim zagrożeniem monolitycznych drzewostanów sosnowych i świerkowych przez szkodliwe owady.

Jeden z twórców entomologii leśnej i ochrony lasu — Ratzeburg — zwracał już w r. 1844 uwagę na wielką rolę mrówki rudnicy, przytaczał spostrzeżenia o pozostawianiu kęp nieuszkodzonych drzew w sąsiedztwie mrowisk w okresach silnych gradacji szkodników, wreszcie propagował ideę nie tylko ochrony mrówek lecz także sztucznej ich kolonizacji (Ratzeburg 1944). Koncepcję tą podjął i rozwinął Escherich oparł ją jednak raczej na doskonałej (na owe czasy) znajomości biologii mrówek niż na praktycznym doświadczeniu (Escherich 1917, 1924). Silnym bodźcem do wysunięcia koncepcji kolonizacji mrówek na jedną z czołowych pozycji zagadnień ochrony lasu stała się olbrzymia gradacja strzygoni choinówki (1922—24). Objęła ona obszar około pół miliona hektarów i wyrządziła kolosalne szkody. Na tle jej zniszczeń jaskrawo zaznaczyły się zielone mrówcze oazy, jak przyjęto nazywać kępy uratowanych przez mrówki drzew (Mokrzecki 1928). Zjawisko to, nie mające wprawdzie w omawianych wydarzeniach większego, gospodarczego znaczenia, było tak powszechne i wystąpiło przestrzennie w takim rozmiarze, że wskrzesiło żywe zainteresowanie rolą mrówek nie tylko ze strony badaczy, lecz także, lub raczej przede wszystkim — praktyków.

W związku z tym w historii omawianego zagadnienia nastąpił akt drugi, w którym inicjatywę przejęli leśnicy — terenowcy. Owocem ich pracy najbardziej efektywnym i często przytaczanym są sukcesy nadleśniczego Schulza, który skolonizował rudnicą znaczne powierzchnie lasu. Publikacja jego (Schulz 1924) zawiera obok wartościowych spostrzeżeń i opisów udanego zabiegu także i tak naiwne sformułowania i wnioski, że budzi pewne wątpliwości co do trafności i innych obserwacji. Po kilkuletnim okresie entuzjazmu w stosunku do efektów sztucznej kolonizacji mrówek, sprawa ta znacznie przycichła. Bez wątpienia znalazło się wielu naśladowców Schulza, niewiele jednak wiadomo o wynikach ich prac. Można tylko przypuszczać, że eksperymenty nie zawsze były udane, a metoda nie okazała się niezawodna. Stąd właśnie — to wymowne milczenie.

Najbardziej istotnym osiągnięciem omawianego okresu było otoczenie mrowisk opieką prawną oraz wytworzenie wokół zagadnienia roli mró-

wek — atmosfery zainteresowania. W Polsce ochronę mrowisk orzekła „ustawa o szkodnictwie polnym i leśnym” z 14. IV. 1937. O ile zainteresowania leśników szły w kierunku uzyskania metody zasiedlania rudnicą zagrożonych lasów, o tyle entomolodzy położyli nacisk raczej na wyjaśnienie kwestii efektywności mrówek jako pożytecznych entomofagów. Prób liczbowej oceny łowieckiej działalności mrówek było wiele. Większość autorów uzyskała zgodne wyniki.

Działalność mrówek szacowano na 2 (Eichmann 1926), a nawet 10 milionów owadów niszczonej przez mieszkanki jednego, przeciętnych rozmiarów mrowiska w okresie jednego sezonu wegetacyjnego (Forel 1874). Jakościowa ocena składu zdobyczy mrówek wypadła bardzo korzystnie. Skład ten był wprawdzie dość zmienny, zależnie od dynamiki rozrodu gatunków owadów wykazujących skłonność do masowych pojawów, zawsze jednak wśród ofiar mrówek szkodniki wielokrotnie przerastały liczebno formy pożyteczne. Pewne sprzeciwy ze strony entuzjastów gospodarczej roli mrówek wywołała praca Stägera (1924).

Autor ten stosując nienagannie ścisłą metodę wyliczeń stwierdził, że fakt działalności mrówek wyraża się liczbą „zaledwie” 192.000 owadów rocznie. W ożywionych dyskusjach i polemikach udowodniono, że tak niska efektywność mrówek związana jest ze specyficznymi warunkami terenu badań Stägera, który prowadził obserwacje w górach, gdzie jakościowy i ilościowy skład entomofauny lasów jest z reguły znacznie uboższy, co powoduje stałe nastawienie mrówek na trofobiozę. Jest zresztą wysoce prawdopodobne, że przedmiotem obserwacji była forma, którą Gösswald nazwał nieco później *Formica rufa rufopraticensis major* Göss., a którą jest z natury mniej drapieżna i wojownicza (Gösswald 1951).

Nazwisko Gösswalda jest najściślej związane z historią omawianego zagadnienia. Badacz ten poświęcił trud całego życia rozwiązaniu zadania wykorzystania mrówek w ochronie lasu. Miarą jego wysiłku jest imponująca liczba około 70 prac, poświęconych temu problemowi, zorganizowanie specjalnej placówki naukowo-badawczej, rozwinięcie studiów zespołowych, przyjmujących charakter międzynarodowy oraz wydawanie specjalnego czasopisma pt. „Waldhygiene”, w którym mrówki są przedmiotem większości opracowań. Szczególnie cenną cechą działalności Gösswalda było umiejętne powiązanie podstawowych badań teoretycznych z doświadczeniami terenowymi, a więc zjednoczenie w rękach specjalisty dwóch kierunków, które — jak o tym wyżej wspomniano — uprawiane były raczej niezależnie od siebie ze znaczną szkodą dla sprawy. Sposób ujęcia problemu przez Gösswalda wydaje nam się wysoce przekonujący. Opinia ta zresztą nie jest zapewne wolna od subiektywizmu, zważywszy pokrewieństwo roboczych koncepcji Zakładu Ochrony Lasu IBL, wyrażone w słowach: „myślą przewodnią . . . jest stworzenie kompleksowej metody,

która byłaby kompozycją zabiegów, zmierzających do sztucznego, zharmonizowanego zagęszczenia populacji poszczególnych, gospodarczo pozytywnych i możliwie najenergiczniej działających komponentów biocenozy leśnej” (Koehler 1952), ze sformułowaniem Gosswalda: „uzdrowienie trwałe jest możliwe, jeśli wszystkie ważne, naturalnie powiązane człony wspólnoty życiowej zespolą się w lesie zagospodarowanym w sposób organicznie odpowiadający nowym stosunkom (Gösswald 1959). Gösswald jest przede wszystkim ekologiem i właśnie dlatego dostrzegł on osobliwe, wewnątrzgatunkowe zróżnicowanie *F. rufa* nieuchwytnie przy zastosowaniu kryteriów taksonomicznych. Odkrycia w tym zakresie spowodowały niezmiernie kłopotliwą sytuację. Heterogeniczność u mrówek jest zjawiskiem znanym, z którym „radzono sobie” — bądź jak, Forel (1874) — przez opisywanie dużej ilości tzw. form przejściowych, bądź jak inni formikolodzy, np. Łomnicki (1924) przez negowanie istotności zróżnicowań. Zmienność ta powodowała częste rewizje systematyki mrówek. Fakt, że nomenklatura binominalna okazuje się przeważnie nie wystarczająca przy bliższym badaniu gatunku — jest znany i stwarza wiele trudności między innymi w badaniach nad biologiczną metodą ochrony roślin. Gösswald, dostrzegłszy stosunkowo duże wewnątrz gatunkowe zróżnicowanie *F. rufa* nie zatrzymywał się początkowo nad jego oceną z punktu widzenia systematyki. Wyróżnianym przez siebie formom nadawał trzy lub czterowyrzowe nazwy robocze, co zresztą określił ogólnie, jako „Schönheitsfehler” swoich badań, który zostanie z czasem usunięty (Gösswald 1944).

Kto zajmował się mrówkami przez dłuższy okres czasu i zna je nie tylko z muzealnych gablot, lecz z naturalnych ich środowisk, ten wie, jak trafne były spostrzeżenia Gösswalda. Weźmy dla przykładu formę nazwaną *Formica rufa rufopratensis major* Gössw. Sugestia zawarta w brzmieniu tych nazw, akcentująca różnice w wielkości, źle charakteryzuje istotę tych odmienności. Chodzi o coś znacznie ważniejszego, mianowicie o zespół cech biologiczno-ekologicznych różnych form gatunku *F. rufa*, który nadaje im m. in. różną wartość jako obiektom metody biologicznej. Decydujące pod tym względem są następujące właściwości w znacznym stopniu ze sobą skorelowane: a — liczba matek w mrowisku: od jednej (monogyniczna *Formica rufa rufa*), przez kilka — kilkadziesiąt (oligogyniczna *F. rufa rufopratensis major*), do kilkuset — kilku tysięcy (poligyniczna *F. rufa rufopratensis minor*), b — płodność matek (malejąca od monogyniczności do poligyniczności), c — monodomiczność — polidomiczność, d — skłonność do trofobiozy, e — drapieżność i wojowniczość, f — stopień tolerancji ekologicznej w odniesieniu przede wszystkim do światła i wilgotności gleby.

Wydawało się początkowo, że wymienione kryteria stworzą wystarczające podstawy do sklasyfikowania wewnątrzgatunkowego zróżnicowania *F. rufa*. W skrajnych wypadkach, najłatwiej, jak wiadomo, rzuca-

jących się w oczy, odmienności te zaznaczały się jaskrawo i budziły nadzieję, że muszą im towarzyszyć także odmienności w morfologii. Tymczasem bliższe badania nie potwierdziły tych nadziei. Szczegółowe studia przy zastosowaniu radioaktywnych izotopów (Gösswald, Kloft 1960), lub chromatografii (Gösswald, Schmidt 1959), dały wyniki, których interpretacja nie wydaje mi się bez zastrzeżeń przekonywająca. Potwierdziły one wprawdzie istnienie dużych różnicowań w obrębie linneuszowskiej *Formica rufa*, nie wystarczyły jednak do klasyfikacyjnej ich oceny. Wraz z badaniami, opartymi na metodach statystycznych (Otto 1959), pozwoliły one wydzielić obok *F. rufa* pokrewny gatunek — *Formica polyctena* Först. opisany przez Förstera jako rasa *F. rufa*, a odpowiadający gösswaldowskiej *F. rufa rufo-pratensis minor*. Podstawą taksonomiczną są niewielkie różnice w chetotaksji. Niepokojąca systematyków heterogeniczność rodzaju *Formica* doprowadziła do kilkakrotnych rewizji (Betrem 1953, Łomnicki 1924, Yarrow 1955), w wyniku których wyróżniono obok wspomnianej *F. polyctena*, także *F. aquilonia* Yarrow, zaś z pokrewnego gatunku *F. nigricans* wydzielono — *Formica lugubris* Zett. Obydwa te gatunki należą do fauny boreoalpejskiej. Prowadzone równoległe bliższe studia nad ekologią i biologią ras i odmian rudnicy zachwiały także i takimi kryteriami, jak mono- lub poligyniczność oraz mono- i polidomiczność. Okazało się bowiem, że spotyka się w przyrodzie zarówno poligyniczne kolonie *F. rufa*, jak i monogyniczne *F. polyctena*. Opinia o pozycji mrówki rudnicy, jako bioregulatora liczebności szkodników leśnych została ugruntowana znaczną serią badań, prowadzonych nad przebiegiem gradacji różnych gatunków fitofagów.

Stwierdzono znaczną efektywność działalności mrówek w walce z *Fanalis flammea* (Mokrzecki 1928, Escherich 1929, Behrndt 1933, Pavan 1957), *Lymantria monacha* (Ambross 1954), *Dendrolimus pini*, *Bupalus piniarius*, *Diprion* sp. (Gösswald 1940, 1942, 1951, 1956/58), *Acantholyda nemoralis* (Nunberg 1946, Koehler 1955), *Pristophora abietina* (Bruns 1958), *Tortrix viridana*, *Coleophora laricella* (Gösswald 1956). Praktycznie zatem rudnica jest skutecznym hamulcem rozrodu wszystkich pierwotnych szkodników lasu. W takim stanie rzeczy zrozumiałe jest, że możliwościom jej wykorzystania poświęcono szczególnie dużo uwagi.

Praktycznym owocem tych badań było opracowanie przez Gösswalda (1951) szczegółowej techniki zabiegów sztucznej kolonizacji rudnicy. Autor ten podaje 2 wersje: „metodę I” — polegającą na pobieraniu odkładów przy zabezpieczeniu obecności w odkładach odpowiedniej liczby matek, co jest możliwe w ciągu krótkiego okresu pierwośnia, oraz „metodę II”, znacznie skomplikowaną, opartą na masowym wychwytywaniu przy pomocy specjalnych urządzeń form płciowych w czasie rójki. Zapłodnienie samic odbywa się w terrariach. Samice są następnie ostrożnie i stopnio-

wo wprowadzane do uprzednio wyłożonych odkładów. Metoda ta wymaga wyszkolonego personelu i specjalnych farm mrówczych. Odkłady wg metod Gösswalda powinny być duże (ok. 200 l.), co gwarantuje ich udatność, lecz wymaga i obfitego materiału i bardzo osłabia gniazda macierzyste.

Wyrazem rozmiaru prac nad sztuczną kolonizacją mrówek w Niemczech jest wyłożenie ponad 10 000 odkładów. Nie mniejszy rozmach przybrały te prace we Włoszech, gdzie pod kierunkiem doświadczonego formikologa prof. dra M. Pavana (1957) rozwinięto akcję starannie przygotowaną nie tylko od strony naukowej i techniczno-organizacyjnej, lecz także propagandowej, wykorzystując do tych celów radio, telewizję, prasę, prowadząc specjalne kursy i wykłady.

W Polsce zainteresowanie kwestią wykorzystania rudnicy w ochronie lasu datuje się, jak wspomniano, głównie od lat wielkiej gradacji strzygoni choinówki (1922—24). O znaczeniu jej pisał Mokrzecki (1928) w swojej monografii strzygoni. Po raz drugi rola mrówek ujawniła się na tle masowego rozrodu osnui gwiazdzistej w borach sosnowych puszczy Niepołomickiej. Spostrzeżenia na ten temat przytacza Nunberg (1946). Pierwsza metodycznie zorganizowana próba kolonizacji była u nas podjęta w r. 1939 w nadleśnictwie Niepołomice (Nunberg-Koehler), gdzie wyłożono kilkadziesiąt odkładów, sprowadzonych transportem kolejowym z Polski środkowej. Akcja ta, choć oparta o niedoskonałą jeszcze wówczas metodę zapowiadała się dość obiecująco.

Zniszczenia wojenne i okupacyjne zatarły skutki tych prac. W okresie powojennym doświadczenia w skali terenowej zostały wznowione na innych obszarach Polski. Z ważniejszych ośrodków doświadczalno-kolonizacyjnych wymienić należy: nadleśnictwo Herby (k. Częstochowy), nadl. Kamieńsk (k. Radomska), nadl. Zasięki i Jasienica (k. Lubuska), nadl. Pisz. Ogółem wyłożono u nas ok. 500 odkładów.

Obok kolonizacji propaguje się intensywną ochronę istniejących gniazd rudnicy. Celowość jej uzasadniają następujące fakty: a) mrówka rudnica ma stosunkowo ogromną energię rozrodu, która musi równoważyć ubytek powodowany przez wrogów naturalnych, b) wśród tępicielei decydującą rolę odgrywają: człowiek, większość ssaków leśnych, ptaki i płazy. Grożące z tej strony mrówkom niebezpieczeństwa da się stosunkowo łatwo ograniczyć lub nawet zlikwidować przez gradzenie i siatkowanie mrowisk. Ograniczenie czynnika redukującego doprowadza do b. szybkiego rozrostu kolonii, do naturalnego zakładania gniazd filialnych i stopniowego rozszerzenia się działalności mrówek na znaczne kompleksy leśne. Należy wreszcie podkreślić, że zabezpieczenie w ten sposób stanu mrówki rudnicy oraz naturalne podniesienie jej liczebności w lasach stwarza wyjściową pozycję do racjonalnej sztucznej jej kolonizacji.

Tak przedstawia się w schematycznym skrócie zagadnienie możliwości wykorzystania mrówki rudnicy w ochronie lasu. Badania w tej dziedzinie za granicą rozwijają się na dwóch drogach: studiów zmierzających do wyjaśnienia istoty wewnątrzgatunkowego zróżnicowania *F. rufa* i *F. polycytena* oraz obserwacji, mających na celu dokładną ocenę pozycji tych mrówek w różnych biocenozach leśnych. Racjonalne zabiegi praktyki ochrony lasu opierają się na syntezie wyników tych badań.

Eksperymentując u nas w kierunku uproszczenia techniki zakładania sztucznych odkładów i uzyskania koniecznego doświadczenia nie zalecamy na razie upowszechnienia tych zabiegów w naszych lasach. Lekko-myślne ich podejmowanie może doprowadzić do wyniszczenia mrówek. Natomiast gorąco propagujemy ochronę rudnicy przez grodzenie siatką jej kopcy.

Prosty ten zabieg daje szybkie i doskonałe efekty. Poglądy nasze na kwestię zróżnicowania *F. rufa* zostały krótko naświetlane na Międzynarodowym Zjeździe Metody Biologicznych w Warszawie w 1960 (Koehler 1962). Streszczają się one w hipotezie, że odmienności te uwarunkowane są w pewnym stopniu zróżnicowaniem fauny myrmekofilów w koloniach rudnicy. Skład tej fauny może w pewnych wypadkach wpływać na zakłócenie naturalnych instynktów mrówek i powodować etologiczne anomalie, za które jesteśmy skłonni uważać m. in. poligeniczność *F. rufa*.

W zakresie techniki kolonizacji stosujemy zasilanie odkładów poczwarkami form płciowych, które są pozyskiwane znanym sposobem, stosowanym przez zbieraczy tzw. „jaj mrówczych” (Gösswald 1944). Zarówno w oparciu o literaturę przedmiotu, jak i o własne spostrzeżenia i doświadczenia można wyrazić pogląd, że mrówka rudnica należy do najbardziej efektywnych regulatorów liczebności szkodników leśnych, że da się ona znakomicie wykorzystać w ochronie lasu, że jednak celowe i trafne wykorzystanie musi być poprzedzane bardziej gruntownymi badaniami, na które niezbędne są odpowiednie środki.

LITERATURA

1. Ambross, O. 1954 — Die rote Waldameise als vorbeugender Dauerschutz gegen d. Nonne — Waldhygiene 1.
2. Behrndt, G. 1933 — Die Bedeutung der Roten Waldameise bei Forleulenkalmitätet — Z. Forst.-u. Jagdw. 65.
3. Betrem, J. G. 1953 — Enkele opmerkingen omtrent de soorten van de *Formica rufa* — Group. — Ent. Ber. 14.
4. Bruns, H. 1958 — Untersuch, u. Beobachtungen an einer Naturkolonie d. Roten Waldameise im Schadengebiet d. Kl. Fichtenblattwespe. — Z. angew. Ent. 43.

5. Eidmann, H. 1926 — Die forstliche Bedeutung d. roten. Waldameise — Z. angew. Ent. 12.
6. Escherich, K. 1917 — Die Ameise — Braunschweig.
7. Escherich, K. 1924 — Über d. künstl. Ameisenvermehrung — Dtsch. Forstwirt, 107.
8. Escherich, K. 1929 — Eine Reise ins norddeutsche Eulengebiet — Forstwiss. Zbl. 47.
9. Forel, A. 1874 — Les Fourmis de la Suisse — Zürich.
10. Forel, A. 1921—23 — La monde social de la fourmis — Genf.
11. Gösswald, K. 1940 — Beob. über d. Schutz eines Kiefernbestandes vor. d. *Diprion pini* L. durch d. Rote Waldameise — Z. Forst-u. Jagdw. 72.
12. Gösswald, K. 1942 — Ameisenhorste im Massenvermehrungsgebiet v. *Diprion pini* L. — Zbl. ges. Forstw. 69.
13. Gösswald, K. 1944 — Rassenstud. a. d. Rot. Waldameise im Lichte d. Ganzheitsforsch. — Anz. Schädlingk. 20.
14. Gösswald, K. 1951 — Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene — Lüneburg.
15. Gösswald, K., Kloft, W. 1956 — D. Eichenwickler als Beute d. Mittleren u. Kl. Roten Waldameise — Waldhygiene 1.
16. Gösswald, K. 1956/58 — Neue Erfahrungen über Einwirkung der Roten Waldameise auf d. Massenwechsel von Schadinsekten — Proc. Tenth Intern. Congr. Entom.
17. Gösswald, K., Schmiedt, G. 1959 — Papierchromat. Untersuch. zur Art- u. Rassenferenz. — Umschau.
18. Gösswald, K., Kloft, W. 1960 — Untersuch. mit radioaktiven Isotopen an Waldameisen — Entomophaga, T. V.
19. Gösswald, K. 1959 — Einig z. Zusammenarb. f. d. Gesundung d. Waldes — Waldhygiene.
20. Koehler, W. 1952 — Z działaln. Zakładu OL — Biul. IBL, Sylwan.
21. Koehler, W. 1955 — Osnuja gw. na tle jej gradacji — Roczn. Nauk leśn. XV.
22. Koehler, W. 1962 — Sztuczna kolonizacja mrówki rudnicy w lasach Polski — Postęp. Nauk Roln.
23. Łomnicki, J. 1924 — Przegl. Polsk. gatunków rodz. mrówka — Pol. Pismo ent. 3.
24. Mokrzecki, Z. 1928 — Strzygonia choinówka — Warszawa.
25. Nunberg, M. 1946 — Osnuja gw. na ziemiach Polski — Kraków.
26. Otto, D. 1959 — Statist. Untersuch. z. Systemat. d. Roten Waldameise — D. Naturwissensch, 14.
27. Pavan, M. 1957 — Bericht über d. bisher in Italien durchgeführt. Arbeiten z. biol. Bekämpfung d. Schadinsekten mit Hilfe d. R. Waldameise — Waldhygiene 2.
28. Ratzeburg, O. 1944 — Die Forstinsekten, 3.
29. Schulz, 1924 — Künstl. Vermehrung d. Ameisen — D. Deutsch. Forstwirt, 88.
30. Staeger, R. 1924 — D. Waldameise als Insektenvertilgerin — Z. wiss. Ins. biol. 19.
31. Yarrow, J. H. H. 1955 — The British ants allied to *F. rufa* L. — Trans. Soc. Brit. Ent. 12.