

WIRUSY

JERZY J. LIPA

Laboratorium Biologicznych Metod Walki IOR, Poznań

Choroby wirusowe owadów należą przypuszczalnie do najwcześniej notowanych chorób wirusowych zwierząt. Pierwsze wzmianki o żółtacze jedwabnika morwowego (*Bombyx mori* L.) znajdujemy w poemacie „*De Bombicum*” Vidy z 1527 roku. Jednakże ścisłe i naukowe ustalenie, iż owady zapadają na choroby wirusowe nastąpiło dopiero w pierwszym dziesiątku lat naszego wieku. Po znanych odkryciach Iwanowskiego i Beijerincka najpierw Prowazek (1912), a następnie Acqua (1918—1919) i Paillot (1924) wykazali, że przesącza tkanek jedwabników chorych na żółtaczkę przeprowadzone przez filtry bakteriologiczne zachowują zdolność wywoływania chorób u zdrowych owadów a więc, że choroba ma charakter wirusowy.

Krótką historia badań nad wirusami z owadów szkodliwych w Polsce

Pierwsze informacje o chorobach wirusowych szkodliwych owadów w Polsce zawdzięczamy Sitowskiemu, który wirozom owadów poświęcał wiele uwagi w swoich badaniach. Sitowski (1922) jako pierwszy wzmiankuje stwierdzenie w Polsce chorób wirusowych owadów oraz konsultując się z M. Siedleckim wprowadza do terminologii polskiej termin „kryształica” jako odpowiednik niemieckiej nazwy „Polyderkrankheit”.

Lipa (1963) podaje, iż dotychczas w literaturze polskiej zanotowano wirozy następujących owadów: *Acantholyda nemoralis* Thoms. (Koehler 1957), *Aporia crataegi* L. (Lipa 1955, 1957, Stachyra, Miczyńska 1959), *Bupalus piniarius* (L.) (Sitowski 1922, 1924), *Dasychira pudibunda* L. (Koehler, Schneider, Śliwa 1957), *Dendrolimus pini* L. (Sitowski 1926), *Euproctis chrysoorrhoea* L. (Lipa 1955, Miczyńska 1957, Stachyra, Miczyńska 1959), *Lymantria monacha* L. (Sitowski 1926, Mokrzecki 1928, Nunnberg 1947), Karpínski 1952, Koehler, Schneider, Śliwa 1957), *Malacosoma neustria* L. (Stachyra, Miczyńska 1959), *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) (Sitowski 1924, 1925, Kuntze 1926), *Panolis flammea* Schiff. (Sitowski

1924, Mokrzecki 1928) i *Plusia gamma* (L.) (Minkiewicz 1923, 1925, Mokrzecki 1923, Ostreykówna 1924, Chrzanowski 1928, Keler 1928, Zaćwili-chowski 1938).

Niemal wszyscy autorzy ograniczają się w swych pracach do prostego stwierdzenia, iż obserwowali choroby wirusowe i nie podają żadnych bliższych danych charakteryzujących wirusa np. wymiarów poliedrów lub atakowanych przez wirusa tkanek. Dane te umożliwiłyby dzisiaj zaklasyfikowanie danej choroby wirusowej do obecnie wyróżnianych typów chorób wirusowych oraz ustalanie przynależności systematycznej danego wirusa.

Niewątpliwie najwięcej danych o chorobie i samym wirusie zawiera praca Ostreykówny (1924) nad poliedrozą błyszczki jarzynówki (*Plusia gamma*). Jest to zresztą jak dotąd jedyna obszerniejsza praca w literaturze światowej poświęcona tej chorobie. Nie jest jednak wykluczone, że Ostreykówna miała do czynienia z dwoma wirusami, gdyż obserwowwała dwa odmienne typy poliedrów, różniące się kształtem i wielkością.

Sitowski (1922) poświęcił chorobie wirusowej cały rozdział w swej pracy dotyczącej *Bupalus piniarius*. Między innymi podaje, iż kryształica była jednym z decydujących czynników, które spowodowały załamanie się gradacji poprocha w Puszczy Sandomierskiej w 1918 roku. Epizootcja wirozy przybierała stopniowo na sile i w ostatnim roku 58% poczwerek zginęło wskutek wirozy.

W badaniach mikroskopowych Sitowski stwierdził w jamie ciała chorych poczwerek obecność dużych, konkrekcji krystalicznych widocznych nawet gołym okiem. Zgodnie z dzisiejszym stanem wiedzy o krystalicznych inkluzjach wirusowych w tkankach chorych owadów, należy stwierdzić, iż obserwowane przez Sitowskiego kryształy nie były związane przy czynowo z wirozą.

Z innych prac poświęconych chorobom wirusowym owadów na uwagę zasługuje publikacja Karpińskiego (1952) omawiająca metodę oceny zarażania populacji mniszki przez wirozy na podstawie śmiertelności jaj. Brak bliższych danych nie pozwala jednak stwierdzić, czy był to tylko jeden z dwóch typów wiroz znanych u tego owada tj. cytoplazmatycznej lub nuklearnej poliedrozy, czy też te dwa wirusy odegrały łączną rolę.

W swej niedawnej publikacji (Lipa 1963) dokonałem pełnego przeglądu wiroz notowanych w Polsce oraz krytycznego ich omówienia łącznie z próbą zaklasyfikowania ich do właściwych typów.

O c e n a s t a n u o p r a c o w a n i a i z n a j o m o ś c i g r u p y

Wirusy owadów oraz choroby wywoływane przez nie należą obecnie do stosunkowo dobrze poznanych działów w patologii owadów. Zawdzięczamy to przede wszystkim temu, iż większość chorób wirusowych owa-

dów charakteryzuje się obecnością inkluzji czyli ciał wtretowych w chorych komórkach. Inkluzje te mogą być różnego kształtu oraz występować w jądrze lub cytoplazmie chorej komórki. Kształt lub lokalizacja inkluzji jest cechą stałą i charakterystyczną dla danego wirusa. Co więcej, stwierdzono, iż z tymi cechami są związane inne cechy mianowicie kształt wirusa oraz jego skład chemiczny. Powyższe cechy (kształt inkluzji, ich lokalizacja, atakowane tkanki, kształt wirusa oraz jego skład chemiczny) stanowią kryteria dla wyróżnienia typów chorób oraz określenia przynależności systematycznej wirusa do jednego z kilku wyróżnianych rodzajów.

Ogólnie choroby wirusowe dzielimy na poliedrozy, granulozy, wirozy z polimorficznymi inkluzjami, wirozy bezinkluzyjne i wirozy inne. Obecność inkluzji można łatwo stwierdzić przy użyciu zwykłego świetlnego mikroskopu, a więc sklasyfikowanie odpowiedniej wirozy nie przedstawia specjalnych trudności. Ustalenie jednak, iż ma się do czynienia z wirozą bezinkluzyjną może nastąpić dopiero po wykazaniu, iż przesącza przeprowadzone przez filtry bakteriologiczne wykazują zdolność chorobotwórczą, a przy pomocy mikroskopu elektronowego zobaczy się wirusa.

Główną część inkluzji stanowi nieinfekcyjne białko, w którym „wtopione” są cząstki wirusa. Zależnie od gatunku wirusa w niektórych inkluzjach znajdują się pojedyncze wirusy, w innych występuje ich kilkanaście sztuk. Obserwuje się również różnice w kształcie wirusów. Poliedrozy mają kształt tetraedryczny, heksagonalny lub oktaedryczny a wymiary ich wynoszą od 0,5 do 15 mikronów zależnie od gatunku wirusa. Granule są owalne lub eliptyczne i ich wielkość jest znacznie mniejsza, rzadko przekraczając 1 mikron a średnio wynosząc 0,3 do 0,5 mikrona. Polimorficzne inkluzje są różnej wielkości i kształtu i występują głównie w cytoplazmie komórek hemolimfy.

Poliedrozy dzielimy na nuklearne i cytoplazmatyczne, zależnie od tego w której części komórki powstają poliedry. Odpowiednią diagnozę przeprowadzamy przy użyciu mikroskopu z kontrastem fazowym lub anoptralnym. Nuklearne poliedrozy są najczęściej spotykanym typem chorobowym u owadów.

Nuklearne poliedrozy dzielą się na podstawie atakowanych tkanek. Tak zwane klasyczne poliedrozy charakteryzują się tym, iż różne tkanki atakowane są przez wirusa; typ ten spotykamy np. u brudnicy mniszki (*Lymantria monacha*) wywoływany przez *Borrelinavirus efficiens* Holmes. Inne poliedrozy nuklearne charakteryzują się atakowaniem nabłonka jelita środkowego i były obserwowane tylko u roślinożernych błonkówek m. in. *Neodiprion* spp.

Podobny podział typów chorób przeprowadza się i przy granulozach, jednakże ilość znanych wirusów z tej grupy nie przekracza 20 przypadków.

Najmniej liczną grupą wiroz stanowią bezinkluzyjne wirozy oraz wirozy z polimeroficznymi inkluzjami. Trzeba jednak podkreślić tutaj ważny fakt, iż inkluzje poliedryczne lub granularne rozpuszczają się w słabych zasadach i wydaje się całkiem prawdopodobnym, że mogą one ulegać rozpuszczeniu w ciele martwych owadów. Takie przypadki mogą utrudniać lub wręcz uniemożliwiać przeprowadzenie prawidłowej diagnozy choroby bez dodatkowych badań. Dutky (1959) pisze, iż wielokrotnie obserwował takie przypadki, iż zawiesina z ciała owadów nie wykazująca obecności inkluzji podana z pokarmem zdrowym owadom powodowała u nich wystąpienie typowej poliedrozy.

Takie zagadnienia dotyczące wirusów jak ich reprodukcja, skład chemiczny, struktura fizyczna są w zasadzie zadawalająco poznane. Również i klasyfikacja wirusów wydaje się mieć dobre podstawy.

Oдноśnie wirusów owadów zaproponowano kilka systemów klasyfikacyjnych, wydaje się jednak, że system Weisera (1958) najlepiej i najpełniej w obecnej chwili oddaje nasze poglądy na systematykę wirusów. Weiser wyróżnia osiem rodzajów, których przedstawiciele wywołują odrębne typy chorób owadów: klasyczne nuklearne poliedrozy (*Borrelina-virus*) przy których atakowane są różne tkanki; nuklearne poliedrozy nabłonka jelitowego błonkówek roślinożernych (*Birrdiavirus*); cytoplazmatyczne poliedrozy (*Smithiavirus*); wielopostaciowe inkluzje (*Pailotella virus*); specyficzne poliedrozy muchówek (*Xerosiavirus*); nuklearne granulozy (*Steinhausiavirus*); cytoplazmatyczne granulozy (*Bergoldiavirus*); bezinkluzyjne wirozy (*Moratorvirus*).

Obszerne przeglądy wiroz owadów znajdujemy w publikacjach specjalnych (Stenhaus 1947, 1949, Bergold 1958, Jahn 1958, Sweetman 1958, Krieg 1960).

Rola grupy w dynamice populacji szkodliwych owadów i przydatność jej w biologicznym zwalczaniu

Sitowski w swych pracach niejednokrotnie podkreśla, że epizoocje chorób wirusowych, a również i grzybowych, występują w ostatnim okresie gradacji żywiciela. Innymi słowy wystąpienie epizoocji chorób zwiastuje rychły koniec gradacji owada. Warunkiem jednakże wystąpienia epizoocji jest według Sitowskiego uprzednie osłabienie owadów przez pasożyty oraz brak pokarmu. Kuntze (1926) stwierdza, że pogląd ten jest przeciwieństwem opinii Ratzeburga (1852), który uważa, iż właśnie choroby umożliwiają pasożytom opanowanie żywicieli. Pogląd, iż epizoocje chorób odgrywają rolę nie tylko w ostatnim okresie gradacji, ale również często i we wczesnym okresie znalazł sobie szersze uznanie, gdyż przemawia za tym szereg przykładów.

Ktokolwiek widział epizoocje wirusowe w populacjach owadów, zwłaszcza leśnych, przyzna, iż jest to widok wstrząsający. Zamierające masami owady na ogołconych z liści drzewach przedstawiają niezapomniany widok. Do klasycznych opisów tego stanu rzeczy należą opisy epizoocji wiroz mniszki lub brudnicy nieparki.

W istocie, ze wszystkich mikroorganizmów wirozy odgrywają bodaj najpoważniejszą rolę w dynamice populacji owadów i tylko rzadko dorównują im grzyby. Jest znanym faktem, że rozwój epizoocji różnych chorób owadów jest zależny od gęstości populacji żywiciela i zazwyczaj następuje przy dużym zagęszczeniu owadów a więc w warunkach dobrego komunikowania się chorych owadów ze zdrowymi. Przy wirozach jednakże ten czynnik nie wydaje się odgrywać dużej roli, gdyż np. Hall (1953) obserwował, że *Aulographa californica* (Speyer) jest utrzymywana na nieszkodliwym poziomie przez granulozę i poliedrozę nawet przy małym zagęszczeniu populacji.

Prowadzone w ostatnich latach badania w USA, Kanadzie, ZSRR i innych krajach nad wykorzystaniem wirusów do zwalczania owadów dostarczyły nam kilka wspaniałych przykładów ich skutecznego działania oraz wskazują na ich olbrzymią przydatność w metodzie mikrobialnej.

Oceniając możliwości wykorzystania wirusów w tej metodzie należy przede wszystkim podkreślić ich szczególną przydatność w ochronie lasu co wykazano w licznych pracach. Między innymi Bird i Birk (1961) wprowadzając w 1950 roku wirusa do populacji *Diprion hercyniae* (Htg.) przez opryskiwanie drzew poliedrami, stwierdzili, iż wirus utrzymuje się stale od tego czasu w populacji owada. Co więcej, epizoocja gwałtownie się rozszerzyła z terenów opryskiwanych na okolice w znacznym promieniu i niezwykle obniżyła liczebność szkodnika, który obecnie występuje tam w nieszkodliwej ilości.

Thompson i Steinhaus (1950) w doświadczeniu nad zwalczaniem szkodnika lucerny *Colias philodectae eurytheme* Boisduval wirusem poliedrozy uzyskali również świetne wyniki.

Briggs (1960) podkreśla, że wirusy są wartościowym mikrobialnym insektycydem przy czym mają małą „dozę letalną” ale wysoki „letalny czas” tj. mogą być stosowane w małej ilości ale rozwój ich epizoocji wymaga pewnego czasu. Znaczy to, że w przypadkach gdy czas nie odgrywa specjalnej roli np. w uprawach leśnych, lub wieloletnich (koniczyna) wirusy są bezkonkurencyjnym mikrobialnym insektycydem.

Jedyną przeszkodą na drodze do szerszego stosowania wirusów w ochronie roślin lub lasu jest trudność uzyskania dużych ilości infekcyjnego materiału. Wirusów nie można bowiem hodować na sztucznych pożywkach ale duże nadzieje wiąże się z hodowlą tkanek *in vitro*, która umożliwi „produkcowanie” wirusów w pożądanych ilościach.

W obecnej chwili całkiem praktyczną metodą uzyskiwania materiału wirusów jest maceracja chorych owadów w wodzie i odwirowanie polieder lub granul. Jeśli weźmiemy pod uwagę, iż w jednym owadzie powstaje około kilkuset tysięcy miliardów inkluzji to przyznamy, że metoda ta jest zupełnie praktyczna. Jako ciekawostkę można podać, iż w Kanadzie stwierdzono, że opryskując 0,5 ha lasu wodną zawiesiną polieder przygotowaną z jednego owada uzyskano 95% śmiertelności *Neodiprion* sp.

Szczególne znaczenie dla wykorzystania wirusów w mikrobialnej metodzie zwalczania owadów mają badania nad latentnymi czyli ukrytymi infekcjami. Gerszenzon (1961) wyróżnia cztery zjawiska latencji, z których dla metody mikrobialnej szczególne znaczenie ma zjawisko występowania wirusa w komórkach owada w formie symbiotycznego prowirusa lub pasywne przeżywanie wirusa bez produkcji. Z punktu widzenia zwalczania owadów interesuje nas uaktywnianie tych wirusów w formy wirulentne tzn. chorobotwórcze dla owadów. Dochodzimy tutaj do niezwykle interesującego zagadnienia a mianowicie stresu, innymi słowy do poznania warunków lub czynników, dzięki którym nieszkodliwy wirus przechodzi w formę zjadliwą. Wiemy, iż czynnikami tymi może być nietypowy pokarm, głód, temperatura itp., ale niewątpliwie najbardziej interesującymi byłoby stosowanie jakiegoś czynnika, którym moglibyśmy dowolnie operować w terenie np. jakimś preparatem chemicznym.

O c e n a o r g a n i z a c y j n e g o s t a n u b a d a ń w P o l s c e

Z uwagi na dużą przydatność wirusów w mikrobialnej metodzie z ubolewaniem trzeba stwierdzić, iż tą tak ciekawą grupą biologiczną nie zajmuje się nikt w naszym kraju. Wiąże się to przede wszystkim z błędnym przekonaniem, iż bez posiadania mikroskopu elektronowego nie można nic osiągnąć w badaniach nad wirusami przy użyciu prostych metod badawczych. O mylności takiego przekonania świadczą chociażby polskie osiągnięcia w badaniach nad żółtaczką jedwabników np. cenne prace Docenta Dr K. Golańskiego z Instytutu Zootechniki w Krakowie.

Oczywiście brak mikroskopu pociąga za sobą konieczność skierowania badań na zagadnienia, które mogą być rozwiązywane przy pomocy zwykłego świetlnego mikroskopu. Jednakże problemów tych jest tak wiele, że nie ma żadnych przeszkód technicznych aby badania nad wirusami owadów w Polsce były prowadzone na szeroką skalę.

Stosowanie zwykłego mikroskopu świetlnego jest możliwe dzięki obecności przy poliedrozach — poliedrycznych inkluzji o średnicy przeciętnie kilku mikronów a dochodzących niekiedy do 15 mikronów. Granule obecne przy granulach są bardzo dobrze widoczne w mikroskopie świetlnym z ciemnym polem widzenia. Użycie mikroskopu polaryzacyjnego oraz z kontrastem fazowym umożliwia w wątpliwych przypadkach rozstrzyg-

nięcie lokalizacji inkluzji i odróżnienia ich od kryształów nieorganicznych, często spotykanych w organizmie owada. Wreszcie całkowita zastosowalność konwencjonalnych metod histologicznego barwienia umożliwia podjęcie szerokiego wachlarza badań poczynając od histopatologii wiroz, ich typów patogenności i listy żywicieli, a skończywszy na badaniach terenowych nad wykorzystaniem wirusów do zwalczania owadów. Tego właśnie typu badania nad wirusami owadów prowadzimy w Laboratorium Biologicznych Metod Walki Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu, nad poliedrozą kuprówki rudnicy oraz kilku innych owadów.

Jak wynika z powyższego nic nie stoi na przeszkodzie, aby w różnych instytucjach w Polsce podjęto również badania nad wirozami owadów.

LITERATURA

1. Acqua, C. (1918—1919) — Ricerche sulla malattia del giallume del baco da seta — Rend. Inst. Bact. Scuola Super. Agr. Portici 3: 243—256.
2. Bergold, G. H. 1958 — Viruses of Insects — Handbuch der Virusforschung 4: (3): 60—142.
3. Bird, F. T., Burk, J. M. 1961 — Artificially disseminated virus as a factor controlling the european spruce sawfly, *Diprion hercyniae* (Htg.) in the absence of introduced parasites — Can. Ent., 93: 228—238.
4. Briggs, J. D. 1960 — Pathogens for the control of pests. Biological and Chemical Control of Plant and Animal Pests — Washington.
5. Chrzanowski, A. 1928 — Występowanie błyszczki gammy *Phytometra* (*Plusia*) *gamma* L. na plantacjach buraczanych — Gaz. cukr. 63: 135—140.
6. Gersenzon, S. M. 1961 — Jawlienje latentnosti u poliedriennych wirusów nasiekomych — Ż. obszcz. Biol. 22: 32—41.
7. Hall, I. M. 1953 — The role of virus diseases in the control of the alfalfa looper — Jour. Econ. Ent. 46: 1110—1111.
8. Jahn, E. 1958 — Insektenviren — Akademische Verlagsgesellschaft. Geest — Portig, Leipzig, 200 pp.
9. Karpiński, J. J. 1952 — Z badań nad zdrowotnością jaj mniszki (*Lymantria dispar* L.) — Sylwan 96: 174—175.
10. Keler, S. 1928 — Błyszczka jarzynówka (*Plusia gamma* L.) jej szkodliwość i zwalczanie — Gaz. cukr. 63: 225—232.
11. Koehler, W. 1957 — Osnuja gwiazdzista (*Acantholyda nemoralis* Thoms.) na tle gradacji w borach śląskich — Roczn. Nauk leśn. 15: 1—194.
12. Koehler, W., Schneider, Z., Śliwa, E. 1957 — Prognoza występowania szkodliwych owadów leśnych w 1957 r. — Sylwan 101, Nr 3: 66—88.
13. Krieg, A. 1960 — Grundlagen der Insektenpathologie — Darmstadt 304.
14. Kuntze, R. 1926 — Pasorzyty borecznika jasnobrzuchego w Puszczy Niepołomickiej — Sylwan 44: 142—143.
15. Lipa, J. J. 1955 — Na czym polega biologiczna metoda walki ze szkodnikami roślin — Iskry (Trybuna Mazowiecka) Nr 42:
16. Lipa, J. J. 1957 — Observations on development and pathogenicity of the parasite of *Aporia crataegi* L. (*Lepidoptera*) — *Nosema aporiae* n. sp. — Acta parasit. pol. 5: 559—584.

17. Lipa, J. J. 1963 — Polska analityczna bibliografia chorób owadów. Część I. Analityczna bibliografia chorób i mikrobialnego zwalczania szkodliwych owadów — Prace Inst. Ochr. Rośl. 5 (1); 3—101.
18. Miczyńska, Z. 1957 — Z badań nad mykozami na owadach — Pol. Pismo ent., Seria B, 1:57—59.
19. Minkiewicz, S. 1923 — O masowym pojawie błyszczki jarzynowej: *Plusia gamma* L. w 1922 na Wileńszczyźnie — Pol. Pismo ent. 2:86—89.
20. Minkiewicz, S. 1925 — Wystąpienie błyszczki jarzynówki (*Plusia gamma* L.) na Litwie 1922 — Choroby i Szkodniki Roślin 3:12—20.
21. Mokrzecki, Z. 1923 — Sprawozdanie z działalności Zakładów Ochrony Lasu i Entomologii w Skierniewicach. Rok I. 1922—1923 — Skierniewice 32.
22. Mokrzecki, Z. 1923 — Z biologii błyszczki gammy (*Phytometra*) (*Plusia gamma* L.) — Pol. Pismo ent. 2:93—103.
23. Mokrzecki, Z. 1928 — Sprawozdanie z działalności Zakładu Ochrony Lasu i Entomologii w Skierniewicach 1924—1927 — Pismo ent. 6:265—325.
24. Mokrzecki, Z. 1928 — Strzygonia choinówka (*Panolis flammea*) — Zw. Zaw. Leśników R. P., Warszawa, 131 pp.
25. Nunberg, M. 1947 — Mniszka — IBL, Seria C. Nr 20, Kraków, 16 pp.
26. Ostreykówna, M. 1924 — Materiały do morfologii i biologii Błyszczki gammy (*Plusia gamma* L.) — Pr. T. P. N. Wilno, Wydział nauk Matem.-przyr., 2:(6) 1—66.
27. Paillot, A. 1924 — Sur l'etiologie et l'epidemiologie de la grasserie du ver a soie — C. R. Acad. Sci., Paris, 179:229.
28. Prowazek, S. 1912 — Untersuchungen über die Gelbsucht der Seidenraupen — Zbl. Bakt. Parasitenk. I Orig. 67:268—284.
29. Ratzeburg, J. T. C. 1852 — Die Ichneumoniden der Forstinsekten — Berlin, III, 272 pp.
30. Sitowski, L. 1922 — Z biologii poprocha cetyniaka (*Bupalus piniarius* L.) w Puszczy Sandomierskiej — Prace nauk. Univ. pozn. Sekcja roln. leśn. 2:30 pp.
31. Sitowski, L. 1924 — Strzygonia choinówka (*Panolis flammea* Schiff) i jej pasorzyty na ziemiach polskich. Część II — Roczn. Nauk roln. 12:279—295.
32. Sitowski, L. 1925 — Do biologii pasorzytów borecznika, (*Lophyrus* Latr.) — Roczn. Nauk roln. i leśn. 14:1—25.
33. Sitowski, L. 1926 — O pasorzytach barczatki (*Dendrolimus pini* L.) i mniszki (*Lymantria monacha* L.) — Roczn. Nauk. roln. 19:1—12.
34. Stachyra, T., Miczyńska, Z. 1959 — Epidemie wśród gąsienic występujących w sadach — Przegl. Ogrod. Nr 9:10—13.
35. Steinhaus, E. A. 1947 — Insect Microbiology — Comstock Publishing Co., Ithaca, 763 pp.
36. Steinhaus, E. A. 1949 — Principles of Insect Pathology — McGraw-Hill Book Co., New York, 757 pp.
37. Sweetman, H. L. 1958 — The Principles of Biological Control — WM C. Brown Company, Dubuque, Iowa, 560 pp.
38. Thompson, C. G., Steinhaus, E. A. 1950 — Further tests using a polyhedrosis virus to control the alfalfa caterpillar — Hilgardia 19:411—445.
39. Weiser, J. 1958 — Zur Taxonomie der Insektenviren — Ceskosl. Pravit., 5:203—211.
40. Zaćwilichowski, J. 1938 — Roczny cykl pokoleń błyszczki gammy (*Plusia gamma* L.) — Spraw. Kom. fizjograf. PAN 71:147—151.