

Adam Krajewski

Z badań nad zwalczaniem promieniami gamma owadów niszczących zabytki i muzealia : część 2 : odporność różnych gatunków

Ochrona Zabytków 50/1, 47-55

1997

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Z BADAŃ NAD ZWALCZANIEM PROMIENIAMI GAMMA OWADÓW NISZCZĄCYCH ZABYTKI I MUZEALIA. CZĘŚĆ 2 — ODPORNOŚĆ RÓŻNYCH GATUNKÓW

Poszczególne gatunki owadów — szkodników materialnych dóbr kultury mogą wykazywać różną odporność na chemiczne i fizyczne środki dezynsekcji. W pierwszej części publikacji pisałem o celowości porównawczych badań nad odpornością owadów będących szkodnikami zabytków i muzealiów na promienie gamma¹, o których przydatności do konserwacji zabytków już kilkakrotnie donoszono w rodzimym piśmiennictwie². W tej części przedstawiam wyniki doświadczeń stanowiących realizację tego wniosku. Badania te, prowadzone przeze mnie na niewielką skalę i z przerwami w latach 1988–1989, w ramach pracy w Oddziale Badań i Konserwacji PP PKZ kontynuowane były samodzielnie w latach 1990–1991³.

Metodyka badań

Wykorzystując wiadomości z piśmiennictwa przedstawionego w pierwszej części publikacji⁴ oraz z badań własnych nad wpływem promieni gamma na różne stadia rozwojowe owadów, przeprowadzono doświadczenia na stadiach larwalnych siedmiu gatunków owadów. Notowane są one jako typowi sprawcy uszkodzeń i zniszczeń zabytkowych obiektów i eksponatów muzealnych. W badaniach starano się uwzględnić jak największą liczbę gatunków o możliwie odległym pokrewieństwie.

1) Rybik cukrowy (*Lepisma saccharina* L.) — pospolicie występujący polifagiczny owad bezskrzydły, uszkadzający niewłaściwie przechowywane książki (papier, tekturę, oprawy skórzane i z płótna lnianego), zwłaszcza wykonane z użyciem klejów roślinnych lub zwierzęcych, grafikę, fotografie oraz tekstylia (len, gabardynę i sztuczny jedwab)⁵. W hodowli doświadczalnej o niewielkiej liczbie osobników jako pożywki użyto papieru (częściowo z klejem skórnym). Do doświadczeń z tym gatunkiem wyjątkowo użyto razem ze stadiami larwalnymi postaci doskonałych, ze względu na niewielką liczebność posiadanego materiału testowego.

2) Spuszczel pospolity (*Hylotrupes bajulus* L.) — groźny szkodnik budowli w wieku do ok. 180 lat⁶ i innych obiektów wykonanych z drewna iglastych gatunków drzew⁷. Larwy hodowano w klockach z bielu drewna sosny pospolitej (*Pinus silvestris* L.). W celu umożliwienia obserwacji użyto spreparowanych klocków, połupanych i ściśniętych taśmą klejącą, co po ewentualnym wgrzyzieniu się larw w drewno umożliwiało rozkładanie próbek drewna co pewien czas na listewki i dokonywanie przeglądu bez ryzyka uszkodzenia larw. Bezpośrednio po napromieniowaniu larwę umieszczano w wyłobieniu drewna i przykrywano płytką szklaną, co umożliwiało obserwację przed ew. jej wgrzyzieniem się w drewno. Każdą larwę osadzano w osobnym klocku o wymiarach 1,5 x 2,5 x 5,0 cm.

1. A. Krajewski, *Z badań nad zwalczaniem promieniami gamma owadów niszczących zabytki i muzea. Część 1 — Odporność różnych stadiów rozwojowych*, „Ochrona Zabytków” 1996, nr 4.

2. D. Mączyński, *Zastosowanie promieniowania gamma w dziedzinie konserwacji zabytków*, „Ochrona Zabytków” 1985, nr 4, s. 311–314; A. Krajewski, *Wykorzystanie promieniowania do ochrony zabytków*, „Ochrona Zabytków” 1991, nr 2, s. 104–111; W. Pękała, J. Perkowski, *O zastosowaniu promieni gamma do konserwacji dzieł sztuki*, „Kurier Informacyjny Konserwatorów Dzieł Sztuki”, Cz. 1, 1993, nr 2.

3. Zarówno doświadczenia wykonane w PKZ jak i następne możliwe były dzięki życzliwej pomocy dr. Wacława Stachowicza z Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie. Korzystając z tej okazji, pragnę przekazać jemu i jego współpracownikom z VII Zakładu IChTJ serdeczne podziękowanie za umożliwienie badań i pomoc w ich wykonaniu.

4. A. Krajewski, *Z badań nad zwalczaniem...*, Cz. 1.

5. Bardziej szczegółowe opisy zniszczeń powodowanych przez ten gatunek m.in. w: F. Zacher, *Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung*, Berlin 1927, s. 36–38; H. Kemper, *Die Haus- und Gesundheitsschädlinge und ihre Bekämpfung. Ein Lehr- und Nachschlagbuch für den Schädlingsbekämpfer*, Berlin 1943, s. 65–67; F. Gallo, *Biological factors in deterioration of paper*,

ICCROM 1985, s. 14–16; H. Steinbrink, *Gesundheitsschädlinge*, Leipzig 1989, s. 116–117.

6. H. Wichmand, *Wie lange dauert Hausbockbefall?*, „Anzeiger für Schädlingskunde” 1941, nr 2, s. 21–24; J. Dominik, *Wyniki badań nad składem gatunkowym owadów niszczących drewno budowli różnego wieku*, „Folia Forestalia Polonica”, seria B, 1966, nr 7, s. 121–128.

7. Piśmiennictwo dotyczące występowania i szkód powodowanych przez spuszczela obejmuje ogromną liczbę publikacji, jako że owad ten w latach międzywojennych i w pierwszym ćwierćwieczu po II wojnie światowej spowodował ogromne zniszczenia w budynkach. Zob. np.: K. Escherich, *Bemerkungen zur Hausbockstatistik*, „Anzeiger für Schädlingskunde” 1938, nr 10, s. 113–116; H. Kemper, op. cit.; J. Dominik, *Spuszczel szkodnik techniczny drewna*, Warszawa 1952, tenże, *Badania nad rozprzestrzenieniem spuszczela (*Hylotrupes bajulus* L.) na terenie Polski wschodniej i nad niektórymi czynnikami sprzyjającymi jego występowaniu*, „Folia Forestalia Polonica”, seria B, 4, 1962, nr 4, s. 179–226; H. Becker, *Über die Verbreitung des Hausbockkäfers *Hylotrupes bajulus* (L.) Serville (Col. Cerambycidae)*, „Zeitschrift für angewandte Entomologie”, 67/1970, s. 99–102 i 80/1970, s. 272–275; J. Dominik, J. R. Starzyk, *Ochrona drewna. Owady niszczące drewno*, Warszawa 1989, wyd. II, s. 289–298; por. także przyp. 5.

3) Kołatek domowy (*Anobium punctatum* Deg.) — pospolity i groźny chrząszcz niszczący drewno różnych gatunków drzew iglastych i liściastych, stanowiące zarówno tworzywo budowli, jak i rzeźb, podobrazy, mebli, snycerki i innych obiektów w wieku od kilku lat do XV-wiecznych włącznie⁸. Larwy hodowano w drewnie bielu sosny pospolitej. Aby umożliwić obserwacje bez uszkodzenia larw przy wydobywaniu ich z drewna użyto klocków spreparowanych podobnie jak w przypadku larw spuszczela. W jednym klocku obsadzano po 5–6 larw w otworach wywierconych w najszerszej powierzchni klocka i ponumerowanych. Otwory te zamykano poprzez przykrycie ich płytką szklaną. Co pewien czas płytki zdejmowano i rozbierano klocki na listewki, co pozwalało na ocenę stanu larw.

4) Wyszlik grzebykoroźny (*Ptilinus pectinicornis* L.) — gatunek porażający drewno drzew liściastych (budowle, rzeźby, meble i inne obiekty w okolicach z drzewostanami liściastymi, występujący lokalnie)⁹. W doświadczeniu hodowany w drewnie brzozy brodawkowatej (*Betula verrucosa* Ehrh.). Obserwacje larw prowadzono w taki sam sposób jak w przypadku larw kołatka domowego.

5) Żywiak chlebowiec (*Stegobium paniceum* L.) — pospolity szkodnik starych książek¹⁰, gdzie do klejenia grzbietów lub opraw użyto kleju z mąki żytniej czy innych klejów roślinnych. Jako pożywki dla larw użyto niewielkich kawałków czerstwego pieczywa¹¹.

6) Mrzyk muzealny (*Anthrenus museorum* L.) — pospolity szkodnik zbiorów entomologicznych¹². Larwy hodowano na wysuszonych szczątkach drobnych owadów.

7) Mól kozusznik (*Tinea pellionella* L.) — szkodnik wełnianych tkanin i dywanów oraz futer i piór¹³, zwłaszcza w pomieszczeniach o większej wilgotności

powietrza¹⁴, np. w ekspozycjach skansenowskich¹⁵. Gąsiennice hodowano na skrawkach starej, zabrudzonej tkaniny wełnianej.

Przynależność systematyczną wymienionych gatunków oraz liczebność grup larw użytych w doświadczeniach przedstawiono w tabeli 1. Ze względu na konieczność ograniczenia objętości pracy nie podano tu struktury testowych grup larw¹⁶. Jedynie w przypadku spuszczenia pospolitego, o zdecydowanie zróżnicowanej strukturze wiekowej grup larw, zaznaczono to w tabeli.

Larwy poszczególnych gatunków owadów poddano napromieniowaniu w szklanych próbkach bez pożywki w komorze jonizacyjnej „Issliedowatiel” w VII Zakładzie Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie. Źródłem promieni gamma był kobalt ⁶⁰Co. Pewne komplikacje spowodowała konieczność „wstrzeliwania” się we właściwe dawki przy mylnych danych zawartych w niektórych pozycjach piśmiennictwa i przy ograniczonej możliwości hodowania owadów stanowiących materiał doświadczalny. Stąd dawki zastosowane do zwalczania wyszlika grzebykoroźnego nie pokrywają się z zakresem i wielkościami dawek zastosowanych w stosunku do większości pozostałych gatunków. W przypadku mrzyka muzealnego brak dokładnie wyliczonej (w momencie rozpoczęcia doświadczenia) mocy dawki¹⁷ spowodował dodatkowo użycie dawek nie pokrywających się dokładnie z dawkami w innych doświadczeniach, a jedynie podobnego rzędu wielkości.

Dość szeroko zaplanowane doświadczenia spowodowały konieczność rozłożenia ich w czasie ze względu na ograniczone możliwości wykonawcze (autor samodzielnie prowadził hodowle i obserwacje). Znalazło to odbicie w różnych wielkościach mocy dawki w poszczególnych doświadczeniach, jako że źródło

8. O częstszym niszczeniu starych budowli i ich wyposażeniu przez kołatka domowego niż spuszczała świadczą dane statystyczne i wyniki obserwacji np. w: J. Dominik, *Wyniki badań...*; B. Konarski, *Występowanie grzybów i owadów niszczących drewno w budynkach Warszawy*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Warszawie” 20/1974, s. 71–79; A. Krajewski, *Próba oceny występowania w Polsce owadów będących szkodnikami zabytków i muzealiów na podstawie oględzin starych budowli*, „Acta Scansenologica”, T. VII, 1995, s. 138–153.

9. J. Dominik, J. R. Starzyk, op. cit., s. 174–176.

10. Opisy szkód powodowanych przez tego chrząszcza podane są w: F. Zacher, op. cit., s. 99–104; H. Kemper, op. cit., s. 161–163; F. Gallo, op. cit., s. 28–32; H. Steinbrink, op. cit., s. 137–138.

11. Żywiak chlebowiec notowany jest pospolicie jako szkodnik tego rodzaju produktów spożywczych, jak wynika z publikacji wymienionych w przyp. 10.

12. Wymieniany nie tylko jako szkodnik zoologicznych kolekcji muzealnych ale mylnie nawet jako szkodnik futer, np.: N. Pławil-szczikow, *Klucz do oznaczania owadów*, Warszawa 1972, s. 335; W. Karnkowski, *Mrzyki — groźne szkodniki eksponatów muzealnych*, „Muzealnictwo” t. 32, 1990, s. 80–81. Jego znaczenie jako szkodnika (w stosunku do innych gatunków z rodz. *Anthrenus*) wprawdzie bagatelizowane jest w opracowaniach wybitnego pol-

skiego znawcy tej grupy prof. M. Mroczkowskiego, np.: *Dermestidae — skórnikowate (Insecta, Coleoptera)*, Warszawa 1975, s. 122, jednak osobiście obserwowałem duże szkody czynione przez larwy tego chrząszcza m.in. we własnej kolekcji entomologicznej.

13. Więcej szczegółów dot. biologii tego gatunku: F. Zacher, op. cit., s. 212–213; A. Herfs, *Über Wollschädlinge und Wollschutz*, „Anzeiger für Schädlingkunde”, 1936, nr 12, s. 137–142; Więcej danych statystycznych dot. szkód powodowanych przez tego owada m.in. w: E. Laibach, *Insekten als Schädlinge an Textilien*, „Zeitschrift für angewandte Entomologie” 1/1960, s. 142–148; tenże, *Lastlinge und Schädlinge an Textilien*, „Anzeiger für Schädlingkunde” 1965, nr 3, s. 33–36.

14. A. Herfs, op. cit.

15. A. Krajewski, *Próba oceny występowania...*

16. Ewidencjonowano starannie masę (spuszczel i kołatkowate niszczące drewno) lub długość ciała (mól, mrzyk, żywiak i rybik) poszczególnych larw grupując je w klasy wagowe lub wymiarowe. Starano się zapewnić równomierny udział osobników ze wszystkich klas we wszystkich wariantach doświadczeń. Dane w archiwum autora.

17. Wielkość ta wyrażana jest w jednostkach dawki pochłoniętej w jednostce czasu (np. Gy/s) i silnie maleje w miarę oddalenia od źródła.

Tabela 1. Zestawienie warunków przeprowadzonych doświadczeń: przynależność systematyczna użytych gatunków, ich liczebność, wielkość i moc dawki promieni gamma oraz temperatura powietrza w hodowli

Podgromada (Subclasis)	Rząd (Ordo)	Rodzina (Familia)	Gatunek owada (Species)	Liczba osobników użytych w jednym wariantcie doświadczenia	Dawki promieniowania w różnych wariantach doświadczenia (kGy)	Moc dawki promieniowania (kGy/godz.)	Temperatura powietrza w hodowli larw (°C)
Owady bezskrzydłe (Apterygota)	szczecio-gonki (Thysanura)	rybikowate (Lepismatidae)	rybik cukrowy (<i>Lepisma saccharina</i> L.)	8 i 8 10 i 7	0, 0,25	1,33 i 1,25	20–25 i 18,5–23
Owady uskrzydłone (Pterygota)	tęgopokrywe tj. chrząszcze (Coleoptera)	kózkowate (Cerambycidae)	spuszczel pospolity (<i>Hylotrupes bajulus</i> L.)	po 10 różnowiekowych	0, 0,25, 0,5, 0,75, 1,1,5, 2 i 3	1,82	22 przez pierwsze 2 tyg., następnie 28
		kołatkowate (Anobiidae)	kołatek domowy (<i>Anobium punctatum</i> Deg.)	po 21	0, 0,25, 1, 2 i 3	1,33	
			wyschlik grzebykorożny (<i>Ptilinus pectinicornis</i> L.)	po 25–30	0, 0,1, 0,2, 0,3 i 0,4	1,77	18–22
			żywiak chlebowiec (<i>Stegobium paniceum</i> L.)	po 25	0, 0,1, 0,25, 0,5, 1, 2 i 3	1,25	20–26
		skórnikowate (Dermestidae)	mrzyk muzealny (<i>Anthrenus museorum</i> L.)	po 25	0, 0,23, 0,46, 0,91, 1,82 i 2,76	1,44	10–26
	łuskoskrzydłe tj. motyle (Lepidoptera)	molowate (Tineidae)	mól kozusznik (<i>Tinea pelionella</i> L.)	po 20	0, 0,1, 0,25, 0,5, 1 i 2	9,8	18–24

promieniotwórcze z upływem czasu rozładowywało się (rozpadał się izotop promieniotwórczy) i po pewnym czasie zostało wymienione na nowy ładunek kobaltu ^{60}Co . Zastosowane wielkości dawek oraz moc dawki źródła w momencie wykonania doświadczenia przedstawiono również w tabeli 1.

Poszczególne gatunki owadów hodowano w niejednakowych warunkach termicznych. Wynikało to

z dwóch przyczyn. Niektóre gatunki są zdecydowanymi termofilami, np. optymalna temperatura dla rozwoju larw spuszczela wynosi 28°C ¹⁸, inne preferują bardziej umiarkowane warunki. Podwyższona temperatura zwiększa szybkość wymierania napromieniowanych grup larw¹⁹, co zmuszało do obniżenia przynajmniej początkowej temperatury powietrza w hodowli testowej, w celu umożliwienia larwom regeneracji

18. J. Dominik, J. R. Starzyk, op. cit., s. 22.

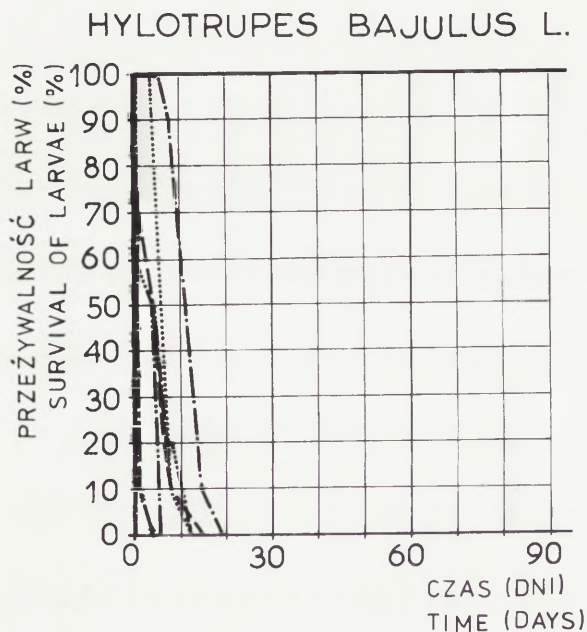
19. O szybszym wymieraniu napromieniowanych owadów przebywających w otoczeniu o większej temperaturze (w granicach środo-

wiskowych wymagań gatunku) pisano już wcześniej: J. D. Bletchly, *The effect of gamma-radiation on some wood-boring insects*, „Annals of Applied Biology” 1961, nr 41, s. 362–370; S. Ignatowicz,

słabszych uszkodzeń. W doświadczeniach z innymi gatunkami owadów w ciepłej porze roku nie można było z kolei obniżyć temperatury powietrza w czasie upałów z powodu braku klimatyzacji w budynkach.

Ocenę stanu larw w grupach napromieniowanych różnymi dawkami i w grupach kontrolnych prowadzono poprzez oględziny pod 10-krotnym powiększeniem w odstępach od jednego do dwudziestu kilku dni (rys. 1, 2, 3, 5 i 6) a w niektórych przypadkach okresowo nawet dłuższych (rys. 3 i 6).

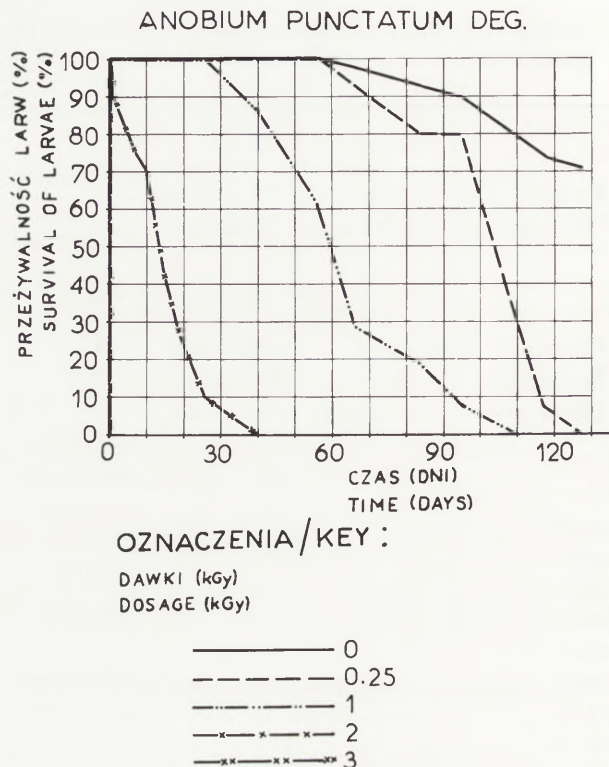
W celu umożliwienia porównywalności wyników przy obserwacjach wprowadzono kilkustopniową ska-



1. Wpływ różnych dawek promieni gamma na przeżywalność larw spuszczela pospolitego (*Hylotrupes bajulus* L.)

1. The impact of different gamma ray doses on the survival rate of *Hylotrupes bajulus* L. larvae

Możliwości zwalczania szkodników magazynowych za pomocą promieni jonizujących, „Postępy Nauk Rolniczych” 1983, nr 2, s. 97-116; W. Unger, Möglichkeiten zur Bekämpfung holzzerstörender Insekten durch physikalische Methoden, „Holztechnologie”



2. Wpływ różnych dawek promieni gamma na przeżywalność larw kołatka domowego (*Anobium punctatum* Deg.)

2. The impact of different gamma ray doses on the survival rate of *Anobium punctatum* Deg. larvae

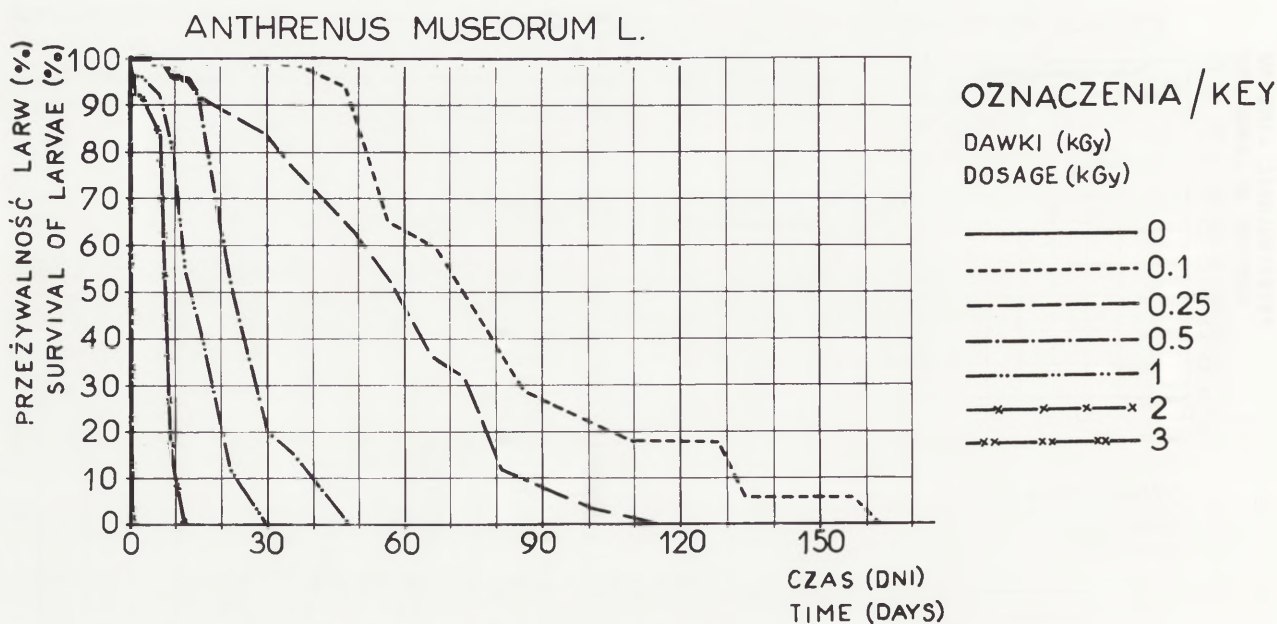
łę oceny uwzględniającą naturalną oraz wymuszoną ruchliwość, żerowanie lub jego brak, przebarwienie się larw i inne zmiany wyglądu, ewentualna możliwość przechodzenia w dalsze stadia rozwojowe, ich ewentualne deformacje i zmiany płodności oraz objawy chorobowe. Konieczność ograniczenia objętości publikacji nie pozwoliła na bardziej szczegółowe przedstawienie tej skali. Uzyskane wyniki notowano w kontrolnych kartach doświadczeń.

Wyniki

Wyniki doświadczeń przedstawiono w formie graficznej, jako krzywe przeżywalności grup larw poszczególnych gatunków po różnych dawkach promieni gamma:

- rys. 1 — spuszczela pospolitego,
- rys. 2 — kołatka domowego,
- rys. 3 — wyschlika grzebykoroznego,
- rys. 5 — mrzyka muzealnego,
- rys. 6 — mola kożusznika.

1984, nr 5, s. 264-269. Zjawisko to stwierdzono i przeanalizowano także w 1. części niniejszej publikacji, w doświadczeniu na larwach żywiaka chlebowca hodowanych w trzech różnych zakresach temperatury powietrza po napromieniowaniu dawką 0,25 kGy.



5. Wpływ różnych dawek promieni gamma na przeżywalność larw mrzyka muzealnego (*Anthrenus museorum* L.)
 5. The impact of different gamma ray doses on the survival rate of *Anthrenus museorum* L. larvae

rc larw po upływie pewnego czasu. Ogólnie rzecz biorąc, zgodnie z założeniami, im większa była dawka tym szybsze tempo wymierania napromieniowanej grupy i tym krótszy czas jej całkowitego wymarcia. Nie na wszystkich wykresach uzyskano modelowy obraz. Krzywe przeżywalności dla niektórych dawek w przypadku spuszczela pospolitego (rys. 1) i wyschlika grzebykorożnego (rys. 3) przecinają się. Zjawisko to można przypisać nierównomiernemu udziałowi larw zbliżających się do okresu linienia²² w poszczególnych wariantach doświadczenia oraz niejednorodnej strukturze wiekowej larw w poszczególnych wariantach²³. Podobne zjawisko wystąpiło również w doświadczeniach J. D. Bletchly'ego²⁴, zilustrowanych tu na rys. 4.

Bardzo silne uszkodzenia powodowały dawki 1,5–2 kGy. Czas całkowitego wymierania grup larw napromieniowanych dawką 2 kGy wahał się w granicach od 3 dni (spuszczel) do 40 dni (kołatek domowy).

Poczynając od tych dawek po najmniejsze z zastosowanych, ujawniała się zróżnicowana wrażliwość poszczególnych gatunków na promienie gamma. Po napromieniowaniu dawkami wielkości 2–3 kGy larwy badanych gatunków już nie żerowały.

Wprawdzie nawet najniższe z zastosowanych dawek (tj. 0,1 kGy) ostatecznie eliminowały larwy²⁵, to jednak bardzo istotna jest przy tym możliwość dalszego żerowania do czasu zamarcia. Stosunkowo łatwo można było to prześledzić w przypadku spuszczela i kołatkowatych. Dawki rzędu 0,1–0,25 kGy nie powodowały zaprzestania żerowania larw zarówno spuszczela jak i kołatka domowego, wyschlika grzebykorożnego oraz żywiaka chlebowca. Dopiero dawki rzędu 0,4–0,5 kGy powodowały, że tylko pojedyncze larwy spuszczela nadgryzły drewno, podczas gdy larwy kołatkowatych żerowały jeszcze przy tych dawkach, a sporadycznie nawet przy dawce 1 kGy²⁶. Należy tu podkre-

22. Śmierć larw wywołana promieniowaniem gamma zwykle następuje w czasie linienia, co zauważył już m.in. J. D. Bletchly, op. cit.

23. Młodsze larwy (podobnie jak jaja) są bardziej wrażliwe na promieniowanie gamma niż starsze, co opisano już wcześniej, np.: A. E. Klimpinia, *Jonizirujuszcije izluczenija w borbie s wriednymi nasiekomyimi*, Riga 1971.

24. J. D. Bletchly, op. cit.

25. Nawet w nielicznych przypadkach przeobrażenia się larw w poczwarki i sporadycznych przypadków powstania z takich poczwerek imagines (co opisano dalej), nie uzyskano osobników zdolnych do dalszego życia i rozmnażania się. Jednak możliwość regeneracji uszkodzeń w przypadku jeszcze niższych dawek (które są w praktyce możliwe ze względu na dużą niejednorodność mocy dawki) podaje J. D. Bletchly, *Effects on subsequent generations after gam-*

ma-irradiation of larvae of Lyctus brunneus (Steph.) (Coleoptera), „Annals of Applied Biology” 1962, nr 50, s. 661–667.

26. Tymczasem szereg publikacji francuskich i czeskich zaleca do dezynsekcji drewna dawki rzędu 0,25–0,5 kGy, np.: B. Detanger, R. Ramiere, C. de Tassigny, R. Eymery, L. de Nadaillac, *The treatment of wooden objects*, „Revue Bois et Forêts de Tropiques” z., 154 1974, s. 59–62; J. Urban, P. Justa, *Conservation by gamma radiation: the Museum of Central Bohemia in Roztoky*, „Museum” 151/1986, s. 165–167. W czasie kontroli po 3 miesiącach od przeprowadzenia przez autora próbnego dezynsekcji drewna przy znanej wyjściowej liczbie larw okazało się, że 75% osobników nadal jest żywych i zewnętrznie nie wykazuje jeszcze żadnych uszkodzeń ani zmian w zachowaniu. Wyniki zamieszczono w pracy: A. Krajewski, *Zwalczanie owadów-szkodników technicznych drewna za pomocą*

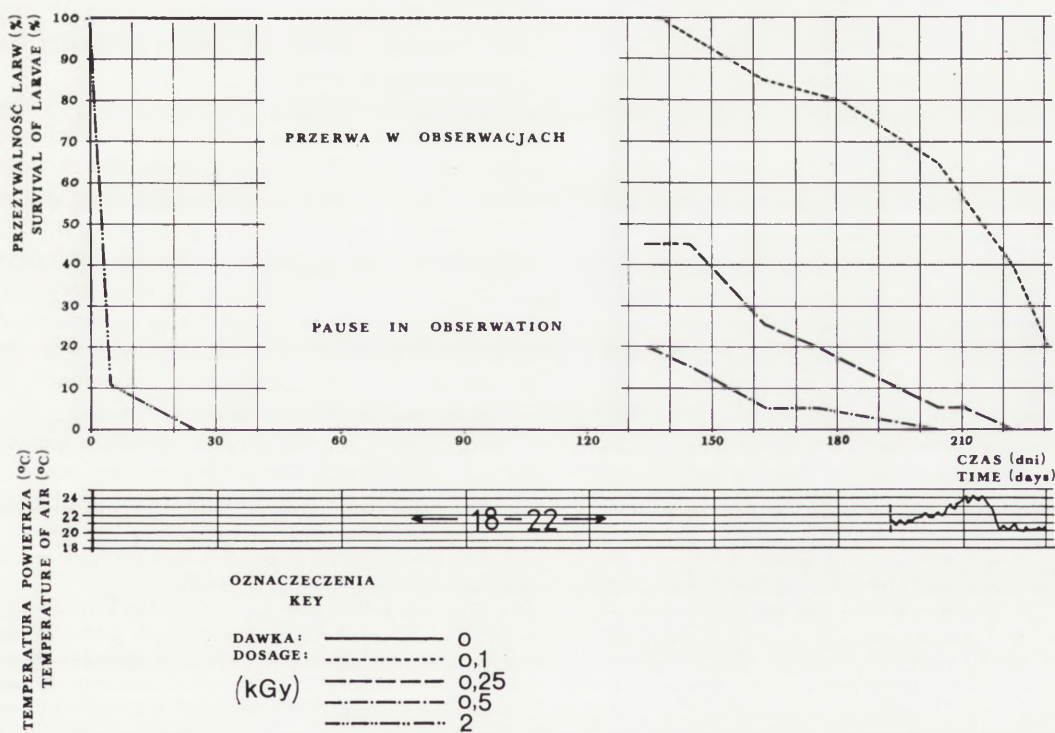
ślić, że jedynie zastosowanie dawek wykluczających dalsze żerowanie larw jest celowe do dezynsekcjiabytkowych obiektów i muzealiów, gdyż wyklucza ich dalsze uszkodzanie przez zamierające organizmy.

Uzyskane wyniki pozwalają ustalić wrażliwość badanych gatunków owadów na promieniowanie gamma. Poczynając od najmniejszej, a kończąc na największej wrażliwości wydaje się ona kształtować następująco:

1. mól kożuszniczek,
2. kołatkowate żywiące się drewnem (*Anobium punctatum*, *A. nitidum*²⁷, *Ptilinus pectinicornis*),
3. żywiak chlebowiec i miazgowiec (*Lyctus brunneus* Steph.)²⁸,
4. mrzyk muzealny,
5. spuszczel pospolity.

Szczególną odporność mola kożuszniczek na promienie gamma można przypisać holokinetycznej budowie centromeru w chromosomach²⁹. W odróżnieniu od motyli chrząszcze mają monokinetyczną budowę centromeru, co czyni je jako rząd bardziej wrażliwymi na uszkodzenia spowodowane promieniowaniem. Jednak poszczególne gatunki *Coleoptera* wykazują tu bardzo różną odporność. Jako szczególnie odporne w piśmiennictwie entomologicznym wskazywane były kołatkowate i skórnikowate. Należy tu podkreślić, że w piśmiennictwie konserwatorskim (prace francuskie i czeskosłowackie)³⁰ zalecano zbyt małe dawki do zwalczania kołatków, na co pierwsi zwrócili uwagę Niemcy³¹. Być może zjawisko dużej odporności kołatków niszczących drewno można wyjaśnić dużą rolą jednokomórkowych organizmów symbiotycznych w pro-

TINEA PELLIONELLA L.



6. Wpływ różnych dawek promieni gamma na przeżywalność larw mola kożuszniczek (*Tinea pellionella* L.)

6. The impact of different gamma ray doses on the survival rate of *Tinea pellionella* L. larvae

promieni gamma (w:) *Ochrona drewna — XV Sympozjum*. Rogów 26–28.09.1990, Warszawa 1990, s. 23–29. Wspomniane już badania niemieckie po praktycznym zastosowaniu promieni gamma do dezynsekcji jednego z pomieszczeń w Neues Palais w Poczdamie wykazały, że po dawce 0,55 kGy larwy kołatków żerowały w drewnie jeszcze 17 miesięcy (W. Unger, op. cit.).

27. *Anobium nitidum* Hrbst. jest owadem niszczącym martwe drewno np. drzewa w parkach. Autor niniejszej publikacji używał go jako gatunku pomocniczego. Uzyskane wyniki były bardzo zbliżone do kołatka domowego. Zamieszczono je w następujących pracach: A. Krawecki, *Fizyczne metody dezynsekcji drewna. Dokumentacja etapo-*

wo-końcowa za lata 1988–1989 dot. tematu FPT 3/88, maszynopis, PP PKZ OBiK, Warszawa 1989; tenże, *Zwalczanie owadów...*

28. J. D. Bletchly, z którego publikacji (1961, op. cit.) zaczerpnięto wyniki liczbowe dla miazgowca, uważa, że odporność tego gatunku owada na promieniowanie gamma jest zbliżona do kołatka domowego i tykotka pstrego (*Xestobium rufifilosum* Deg.).

29. Tezę tę przedstawił dr hab. S. Ignatowicz w swoim referacie w Polskim Towarzystwie Entomologicznym w Warszawie w 1989 r. 30. Zob. przyp. 26.

31. M. Bär, G. Kerner, W. Köhler, W. Unger, *Die Bekämpfung holzzerstörender Insekten mit ionisierender Strahlung*, „Neue Museumkunde” 1983, nr 4, s. 208–215; W. Unger, op. cit.

cesie trawienia u tych owadów³². Jednokomórkowce te mogą być stosunkowo odporne na promienie gamma³³ i przez to przedłużać czas wymierania napromieniowanych owadów — gospodarzy. Larwy spuszczela, który okazał się najwrażliwszy spośród badanych gatunków, mogą natomiast rozkładać celulozę i hemicelulozy w swoim jelicie w sposób enzymatyczny³⁴. Wszelkie zakłócenia organizmu mogą silnie odbijać się na możliwości przyswajania pokarmu. Możliwe, że większą wrażliwością enzymatycznego układu trawiennego można wytłumaczyć ogólnie większą wrażliwość larw spuszczela na promieniowanie gamma. Należy zaznaczyć tu, że z kolei wartość dawki promieni gamma konieczną do szybkiego zabicia larw spuszczela mylnie zawyżono w pracach bułgarskich³⁵ do 3 kGy.

Użycie niewielkiej liczby osobników rybaka cukrowego przy tylko jednej zastosowanej dawce nie pozwala wysnuć daleko idących wniosków i zaseregować go pod względem odporności. Uzyskany rezultat wydaje się jednak nie potwierdzać spodziewanej dużej odporności tego owada na promienie gamma, mimo przynależności do bardziej prymitywnej podgromady *Apterygota*.

Należy podkreślić fakt, że u wszystkich badanych gatunków zginęły wszystkie napromieniowane larwy, nawet potraktowane najmniejszymi z zastosowanych dawek. W przeważającej większości zginęły one w czasie wylinki. U najbardziej odpornych gatunków stwierdzono przy zastosowaniu najmniejszych dawek możliwość wykształcania poczwerek. I tak larwy mola z rodzaju *Tinea*, napromieniowane dawką 0,1 kGy w 40% przekształciły się w poczwarki, z których (poza jednym wyjątkiem) nie wydostały się żywe motyle. Ten jedyny wyjątek dotyczył słabego osobnika z niedorozwiniętymi skrzydłami³⁶, niezdolnego do życia. Zważywszy na przepoczwarczenie się 80% gąsiennic w kontroli (jako pozio-

mu odniesienia) była to duża liczba powstałych poczwerek. Grupy larw wyschlika grzebykoroznego zostały do doświadczenia pozyskane z naturalnych żerowisk. Ze względu na brak dostępnego klucza do oznaczania larw kołatkowatych³⁷ użyte grupy zawierały niewielką domieszkę larw kołatki *Oligomerus brunneus* Strm. W przypadku dawek 0,1 i 0,2 kGy stwierdzono pojedyncze przypadki przekształcenia się larw tego gatunku w poczwarki. Przy dawce 0,1 kGy z poczwarki powstał nawet chrząszcz, który zginął w trakcie wybarwiania się.

Promienie gamma wykazują bardzo dobrą przenikliwość. Jednak w przypadku zwalczania owadów osłanianych przez grube warstwy materii o większej gęstości, należy brać odpowiednią poprawkę na pochłanianie. Typowym przykładem takiego stanu rzeczy są drewniane obiekty, np. rzeźby. W takiej sytuacji należy skorzystać z wykresu opracowanego przez Atomic Energy Research Establishment (Wentage)³⁸, opracować poprawkę i dodać ją do dawki właściwej dla zwalczania danego gatunku.

Pewne problemy przy dezynsekcji dużych obiektów lub zgrupowania małych obiektów w dużych pojemnikach stwarzać może duża niejednorodność pola. Wyeliminować je można przerywając zabieg dezynsekcji i zmieniając położenie obiektu w stosunku do źródła³⁹.

Dawki promieniowania ustalone w niniejszych badaniach jako właściwe do dezynsekcji obiektów zabytkowych i muzealiów nie stwarzają zagrożenia dla ich tworzywa⁴⁰ z wyjątkiem szkła. Pod wpływem promieni gamma może ono ulegać przebarwieniu⁴¹, uchwytmemu wizualnie już po dawce 0,5 kGy.

Natomiast graniczna dawka promieni gamma, przyczynając od której następuje gwałtowny spadek gęstości ścian komórkowych drewna sosny, jest bardzo wy-

32. Dokładniejsze dane o roli jednokomórkowych organizmów w procesie trawienia drewna przez larwy kołatki domowego zamieszczono w publikacji: S. Cymorek, *Methoden und Erfahrungen bei der Zucht von Anobium punctatum De Geer*, „Holz als Roh- und Werkstoff”, 33/1975, s. 239–246.

33. Ogólnie rzecz biorąc, im mniej skomplikowany organizm, tym większa odporność na czynniki zabójcze: promieniowanie lub środki toksyczne. Zestawienia szkodliwych i zabójczych dawek promieni gamma dla różnych grup organizmów m.in. w: W. Sandermann, R. Casten, *Untersuchungen über Verwertbarkeit radioaktiver Abfallstoffe von Atomkraftwerken als Holzschutzmittel*, „Holz als Roh- und Werkstoff” 1954, nr 1, s. 11–14; B. Detanger i współautorzy, op. cit.; D. Mączyński, op. cit.; A. Krajewski, *Wykorzystanie promieniowania...*

34. J. Dominik, J. R. Starzyk, op. cit.

35. A. Michajłow, *Conservation of wooden works of art in Bulgaria*, (w:) *Preprints of Contributions to the New York Conference on Conservation of Stone and Wooden Objects*, 7–13.06.1970, London 1971 (sec. ed.), vol. 2, s. 115–122. Oczywiście dawka ta godna jest polecenia jako natychmiast zabijająca, ale już 1 kGy powoduje bardzo szybkie wymarcie napromieniowanych larw spuszczela (A. Krajewski, *Zwalczanie owadów*).

36. Deformacje skrzydeł należą do bardzo typowych mutacji po napromieniowaniu owadów. Zob. np.: E. Kunze-Mühl, *Physiolo-*

gische und Genetische Strahlenschädigungen bei Insekten, „Anzeiger für Schädlingskunde” 4/1956, s. 53–57.

37. J. Dominik, J. R. Starzyk (op. cit.) podają klucz do oznaczania larw jedynie kilku najczęściej występujących gatunków kołatek. Stąd możliwe jest oznaczenie niektórych gatunków dopiero po wyhodowaniu z larw i poczwerek postaci doskonałych, które można oznaczyć wg szczegółowego klucza do rozpoznawania imagines: J. Dominik, *Klucz do oznaczania owadów Polski*. Cz. XIX — *Chrząszcze—Coleoptera*, z. 41 *Kołatki—Anobiidae*, Warszawa 1955.

38. J. D. Bletchly, op. cit. Wykres ten popularyzowano również w polskich pracach: A. Krajewski, *Wykorzystanie promieniowania...*

39. Zwrócono uwagę na to już wcześniej (A. Krajewski, *Fizyczne metody...*).

40. W. Beck, *L'emploi des radiations ionisantes pour l'assainissement du bois ancien*, (w:) *International Council Monuments and Sites Symposium on the Weathering of Wood, Ludwigsburg — Germany 8.11.1969*, s. 53–68; B. Detanger i współautorzy op. cit.; J. Urban, P. Justa, op. cit.; J. Raczkowski, E. Fabisiak, *Gęstość ścian komórkowych drewna sosny poddanego działaniu promieniowania gamma* (w:) *Ochrona Drewna — XV Sympozjum, Rogów 26–28 września 1990*, Warszawa 1990, s. 16–22.

41. W. Unger, op. cit.; A. Krajewski, *Fizyczne metody...*; tenże, *Zwalczanie owadów...*; tenże, *Wykorzystanie promieniowania...*

soka i wynosi 10^6 Gy (tj. 1000 kGy)⁴². W publikacji francuskiej⁴³ podano sprzeczną informację, że po zastosowaniu tej dawki ujawniły się tylko zmiany wyglądu bez zmian właściwości fizycznych (!) bliżej nieokreślonego gatunku drewna. O tym, że pewne zmiany chemiczne (choć może nieistotne ze względu na estetyczne i mechaniczne właściwości drewna) zachodzą także przy mniejszych dawkach, świadczą wyniki uzyskane przez Beckera⁴⁴ w doświadczeniach nad właściwościami pokarmowymi napromieniowanego drewna dla larw spuszczela.

Wnioski

Rezultaty doświadczeń i przegląd wcześniejszych badań pozwalają na następujące wnioski:

1. Promieniowanie gamma jest bardzo przydatne do uwalniania zabytków i muzealiów od szkodliwych owadów, ze względu na niezawodność, absolutną czystość, prostotę i szybkość (a co za tym idzie dużą wydajność) oraz możliwość dezynsekcji obiektów wykonanych z wielu rodzajów tworzywa, pod warunkiem stosowania właściwych dawek.

2. Do dezynsekcji zabytków i muzealiów należy stosować dawki powodujące jak najszybszą śmierć larw lub

przynajmniej uniemożliwiające ich dalsze żerowanie.

3. Poszczególne gatunki owadów wykazują bardzo różną odporność na promienie gamma. Na podstawie uzyskanych wyników wydaje się, że celowe jest stosowanie następujących dawek promieniowania do zwalczania badanych gatunków owadów:

- a. mól kożusznic (*Tinea pellionella* L.) — 2–3 kGy,
 - b. kołatkowate (*Anobiidae*) żywiące się drewnem, w tym *Anobium punctatum* Deg. i *Ptilinus pectinicornis* L. — 2–3 kGy,
 - c. miazgowiec (*Lyctus brunneus* L.) — 1,5–3 kGy,
 - d. żywiak chlebowiec (*Stegobium paniceum* L.) — 1,5–3 kGy,
 - e. mrzyk muzealny (*Anthrenus museorum* L.) — 1–3 kGy,
 - f. spuszczel pospolity (*Hylotrupes bajulus* L.) — 0,5–2 kGy. Ustalenie dawki właściwej do zwalczania rybaka cukrowego (*Lepisma saccharina* L.) wymaga dalszych badań. Wydaje się jednak, że nie należy on do owadów bardzo odpornych na promienie gamma.
4. W przypadkach dezynsekcji obiektów, gdzie niszczące je owady osłaniane są przez warstwy materii o większej gęstości i grubości, należy do dawek podanych w poprzednim punkcie dodać poprawkę wynikającą z pochłaniania promieni gamma.

tenże, *Ochrona zabytkowych obiektów drewnianych przed grzybami i owadami*, „Przemysł Drzewny” 1992, nr 3.

42. J. Raczkowski, E. Fabisiak, op. cit.

43. B. Detanger i współautorzy, op. cit.

44. G. Becker, *Der Einfluss des Eiweiß-Gehalts von Holz auf Hausbocklarven-Wachstum*, „Zeitschrift für Angewandte Entomologie” 1963, nr 51, s. 368–390; G. Becker, *Holzbestandteile und Hausbocklarven-Entwicklung*, „Holz als Roh- und Werkstoff” 1963, nr 8, s. 285–289. Larwy spuszczela żerujące w drewnie bielu sosny

i świerka napromieniowane dawkami poniżej 60 kGy wykazywały większy przyrost niż larwy z nie napromieniowanego drewna. Przyspieszenie wzrostu larw można wiązać (zdaniami Beckera) z depolimeryzacją celulozy do stanu łatwiej rozkładalnego przez enzymy. W przypadku drewna napromieniowanego dawką powyżej 60 kGy przyrost ciał larw był mniejszy w stosunku do żerujących w nie napromieniowanym drewnie.

45. J. D. Bletchly, op. cit.

From Research into Gamma Ray Destruction of Insects Damaging Historical Monuments and Museum Exhibits. Part 2 — Resistance of Assorted Species

The first part of the research conducted upon various development stages found that gamma ray control of insects causing damage to historical monuments and museum exhibits requires doses which at least partially eliminate the possibility of a further feeding by the larvae (cf. „Ochrona Zabytków” 1996, no. 4, p. 395–408). The following stage of research entailed experiments on the selection of suitable dosage for combating the larvae of several species. The system affiliation of those species, the number of larvae in the experiments, the applied doses, as well as the thermal conditions of the culture are presented in table 1.

Test material was radiated in glass test tubes, without the culture medium, in the „Isslidovatel” ionisation chamber of the VII Department of the Institute of Nuclear Chemistry and Technology in Warsaw. The radiation source was cobalt 60 Co.

The experiments determined the various resistance to gamma rays on the part of particular species. The obtained results are contained in fig. 1, 2, 3, 5 and 6. The author resigned from a graphic presentation of the outcome in the case of *Lepisma saccharina* L. owing to the small number of

the radiated groups of insects. Table data published by J. D. Bletchley in 1961 were used for comparative purposes (fig. 4). It was found that the dosage appropriate for combating pests causing damage to cultural property was equal to doses which produced effects within the following limits: discontinuation of further feeding — immediate death of larvae.

The doses for particular species are:

- 1) *Tinea pellionella* L. — 2–3 kGy,
- 2) *Anobium punctatum* Deg. and *Ptilinus pectinicornis* L. — 2–3 kGy,
- 3) *Stegobium paniceum* L. and *Lyctus brunneus* Steph. — 1,5–3 kGy,
- 4) *Anthrenus museorum* L. — 1–3 kGy,
- 5) *Hylotrupes bajulus* L. — 0,5–2 kGy.

These results demonstrate that also *Lepisma saccharina* L. does not belong to insects extremely resistant to gamma rays. The author discusses the outcome of experiments, which he confronts with earlier publications, and proposes hypotheses which could explain the differentiated resistance of the species under examination.