

STANISŁAW PERLIŃSKI

Możliwość wykorzystania sprężykowatych (*Col. Elateridae*) jako bioindykatorów przekształceń w ekosystemach

Potentials of using click beetles (*Col. Elateridae*)
as bioindicators of transformations in forest ecosystems

Abstract. The use of click beetles (*Elateridae*) as bioindicators of transformations in forest ecosystems was presented in the report. Those ecosystems originated in the result of mans interference, trough (a) introducing oak upgrowth in single-piece and group form, (b) carrying out the harvest with clearcutting, and (c) fires arising in managed pine forests on the fresh-soil coniferous forest site. To this end not only domination and density of individual click beetle species but also their trophic groups and d indices of species diversity and Bohacs Si indices as well were used. It results from the research, that the structure of click beetle communities in managed forests shows serious disturbances due to man pressure not only after using clearcuts but also after fires. The positive impact of human activity is shown in introducing oak upgrowth in cluster form into pine stand, resulting in its enrichment.

Key words: Elateridae, bioindicators of ecosystem transformations, oak upgrowth, clearcuts, forest fires

Sprężykowate (*Elateridae*) należą do jednej z liczniejszych rodzin rzędu chrząszczy (*Coleoptera*). W Polsce wykazanych jest ponad 120 gatunków. Stanowią one ważny element ekosystemów leśnych. Różnorodność występowania sprężyków jest ściśle uzależniona od stopnia i charakteru przekształceń antropogenicznych. Ingerencja człowieka zmienia obraz ekosystemu powodując zmniejszenie lub eliminację pewnych gatunków na rzecz gatunków występujących w różnych środowiskach, znoszących duże wahania czynników ekologicznych. W niektórych przypadkach ingerencja człowieka może być pozytywna. Chrząszcze tej grupy mogą być wykorzystane w charakterze bioindykatorów, a różnorodność zgrupowania sprężykowatych i ich struktura może określać stopień zachodzących zmian w ekosystemach.

Na podstawie zgrupowania sprężyków oceniono stopień przekształcenia ekosystemu - drzewostanu sosnowego rosnącego na borze świeżym w Kampinoskim Parku Narodowym

pod wpływem antropopresji – przez wprowadzenie różnej formy podszytu (kępowej i jednostkowej) (Perliński 1995).

W tym celu posłużono się dominacją i zagęszczeniem poszczególnych gatunków zgrupowania *Elateridae* jak i ich grupami troficznymi oraz wskaźnikami: różnorodności gatunkowej d i Bohacza Si . W facji uboższej, gdzie podszyty rosły kępowo w płatach ściółki dębowej, zagęszczenie i dominacja wszystkich larw sprężyków w stosunku do płatów borówki i mchu były największe i wynosiły 20,7 osobn./m² i $D=43,3\%$. W ściółce dębowej w zdecydowanej przewadze wystąpił leśny gatunek *Athous subfuscus* (Müll) (515 osobników), główny dominant borów sosnowych świeżych, natomiast stwierdzono mniejszy udział ubikwisty *Selatosomus aeneus* (L.) (51 osobników), gatunku terenów otwartych, którego w płatach borówki było 67.

W facji bogatszej, gdzie podszyty dębowe rosną pojedynczo i tworzą tylko jedną małą kępę, zagęszczenie larw sprężykowatych w ściółce dębowej jest najmniejsze w stosunku do płatów borówki i mchu i wynosi 12,2 osobn./m² i $D=26,3\%$. *A. subfuscus* w ściółce dębowej w facji bogatszej osiąga zdecydowanie mniejszą liczbę osobników (183), niż w płatach borówki (749 osobników).

Rozpatrując udział grup troficzych w poszczególnych płatach roślinności zauważa się, że larwy fakultatywnie saprofagiczne wykazują największe zagęszczenie w płatach ściółki dębowej w facji uboższej, gdzie podszyty rosły kępowo (17,7 osobn./m² i $D=45,4\%$). Ich głównymi udziałowcami są *A. subfuscus* i *Dalopius marginatus* (L.). W facji bogatszej natomiast, gdzie podszyty dębowe rosły pojedynczo zagęszczenie ich było najmniejsze w stosunku do pozostałych płatów roślinności i wynosiło 9,1 osobn./m² i $D=19,8\%$. Dla larw fitofagicznych w ściółce dębowej w obu facjach obserwuje się tendencję odwrotną w stosunku do larw fakultatywnie saprofagicznych.

Do oceny stopnia antropopresji posłużono się także wskaźnikami: różnorodności gatunkowej d i Bohacza Si . Użycie tych wskaźników wykazało, że wprowadzenie podszytu dębowego w formie kępowej do uboższej facji jest zabiegiem korzystnym zmierzającym do optymalizacji ekosystemu (wartości obu wskaźników są najwyższe $d=2,08$ i $Si=82,95\%$). Wpływ wprowadzania podszytu dębowego w formie jednostkowej do facji bogatszej nie jest już tak wyraźny (wartość największą ma wskaźnik $d=1,88$, lecz o mniejszej wartości niż w formie kępowej, zaś wskaźnik Si większą wartość osiąga na płacie z borówką $Si=87,75\%$ niż na ściółce dębowej $Si=75,05\%$). Kwestią do rozstrzygnięcia pozostaje nadal to, czy w tym przypadku ważniejsza była forma wprowadzenia podszytów dębowych (kępowa, jednostkowa), czy też sama obecność podszytów dębowych w różnej facji (uboższej, bogatszej). Pewne jest natomiast, że podszyty dębowe tym bardziej wpływają na zwiększenie liczebności występowania saprofagicznych larw sprężykowatych im większy jest płat, a więc gdy występuje on kępowo, a nie jednostkowo.

W związku z tym, wprowadzenie podszytów w formie kępowej korzystnie wpływa na drzewostan sosnowy, gdyż larwy fakultatywnie saprofagiczne odgrywają istotną rolę. Ich pokarmem jest ściółka o szczególnie trudno rozkładającej się grubej warstwie. Larwy *Elateridae* biorąc udział w procesach glebowych, przyczyniają się do szybkiego rozkładu ściółki, powodując przyspieszenie obiegu pierwiastków w przyrodzie.

Wynika z tego, że im więcej w drzewostanie sosnowym jest larw fakultatywnie saprofagicznych, tym dany ekosystem jest bogatszy.

Możliwość wykorzystania sprzążek jako bioindykatorów przydatna jest także w badaniach sukcesji wtórnej po zrębach zupełnych w lasach gospodarczych. Badania takie prowadzono w drzewostanach sosnowych na siedlisku Bśw, na terenie Stacji Badawczej KOLiE w Nadleśnictwie Niedźwiady (Perliński 1999; Szujecki, Szyszko, Mazur, Perliński 1983).

Na podstawie badań można zauważyć, że na gruntach leśnych w wyniku gospodarki zrębami zupełnymi następują silne przekształcenia w drzewostanie sosnowym. Uwidacznia się to degradacją ustabilizowanego zgrupowania *Elateridae* drzewostanów starszych, charakteryzującego się dużą dominacją *A. subfuscus* ($D=73,2\%$) oraz subdominacją *D. marginatus* ($D=17,9\%$), a przez to dużym udziałem fakultatywnych saprofagów ($D=91,1\%$) oraz wysokim wskaźnikiem Bohaća ($Si=86,50\%$).

W okresie upraw obserwujemy zmniejszający się udział dominanta *A. subfuscus*, od upraw 2-3-letnich, gdzie jego dominacja wynosiła 36,0%, do upraw najstarszych 8-9-letnich, o najmniejszym jego udziale w całym okresie życia drzewostanu, gdzie D wynosi tylko 2,8%. Wraz ze wzrostem uprawy systematycznie obniża się wskaźnik Bohaća Si z 83,10% do 61,10% oraz dominacja fakultatywnych saprofagów z $D=56,9\%$ do 38,9%. Udział zoofagów największy był na uprawie 6-7-letniej i wynosił $D=48,3\%$, zaś na uprawach 2-3 i 8-9-letnich wynosił odpowiednio: $D=31,4\%$ i 33,3%. Zręby zupełne wpłynęły na zwiększenie udziału larw fitofagicznych z $D=11,7\%$ w uprawach 2-3-letnich, do 27,8% w uprawach 8-9-letnich. W młodnikach 11-14-letnich dominacja *A. subfuscus* zaczyna się zwiększać, chociaż w dalszym ciągu jest mała i wynosi $D=5,0\%$. Zauważa się natomiast wzrost udziału drapieżnego gatunku *Ampedus balteatus* (L.), związanego z nagromadzonymi resztkami zrębowymi oraz występowanie ciepłolubnego zoofagicznego gatunku *Cardiophorus ruficollis* (L.). W okresie młodników 11-14-letnich dominuje *Sericus brunneus* (L.) ($D=39,6\%$), fitofag zasiedlający środowiska leśne o uboższym mszystym runie oraz zoofag *Prosternon tessellatum* (L.). W wyniku takiego udziału larw sprzążkowatych wskaźnik Bohaća Si w rozpatrywanej grupie wiekowej drzewostanu jest najmniejszy i wynosi 35,85%.

Wynika z tego że, w początkowym cyklu rozwojowym drzewostanu (uprawa-młodnik) na gruntach leśnych gospodarka zrębami zupełnymi sprzyja zdecydowanej dominacji form drapieżnych i roślinożernych. Dalszy wzrost drzewostanu na gruntach leśnych jest czynnikiem optymalizującym występowanie larw sprzążkowatych, co przejawia się systematycznym wzrostem zagęszczenia, głównie larw fakultatywnie saprofagicznych. Świadczy o tym może o ciągle wzrastającej bazie pokarmowej i wroście nisz do zasiedlenia, a tym samym o optymalizacji danego ekosystemu.

Sprzążkowate wykorzystać można także jako bioindykatory przekształceń ekosystemów leśnych na powierzchniach dotkniętych przez pożary. W zależności od zmiany struktury gatunkowej i dominacyjnej zgrupowania *Elateridae* oraz od ich zagęszczenia można określić stopień degradacji ekosystemów na pożarzyskach. Wpływ pożarów na strukturę zgrupowania *Elateridae*, a co za tym idzie na stopień wielkości zmian w danym ekosystemie jest zróżnicowany i zależy zarówno od rodzaju pożaru jak i od jego intensywności.

Badania takie wykonano w drzewostanach sosnowych na siedlisku Bśw w różnych fazach rozwojowych drzewostanu na powierzchniach po pożarze przyziemnym i całkowitym oraz na kontroli. Miejscem badań w Nadleśnictwie Ostrów Mazowiecka była mała (około 30 ha), a w Solcu Kujawskim znacznie większa powierzchnia pożarzyska (około 1600 ha) (Perliński 1995).

Po pożarze przyziemnym młodnika na małej powierzchni dominował *D. marginatus*. Jego dominacja zwiększyła się z 33,3% na kontroli do 44,5%. Zagęszczenie *D. marginatus* było takie samo jak na kontroli. W związku z tym można przypuszczać, że pożar przyziemny młodnika nie miał istotnego wpływu na występowanie larw *D. marginatus*, który jest gatunkiem bardziej glebowym. Udział larw gatunku ściółkowego *A. subfuscus* zmniejszył się natomiast z $D=30,6\%$ do 22,2%. Podobną sytuację stwierdzono po pożarze przyziemnym starodrzewia.

Jak się wydaje, pożar przyziemny młodnika i starodrzewia na małej powierzchni oddziałuje głównie na zagęszczenie larw, a szczególnie na larwy ściółkowe, słabiej na ich dominację, zaś nie ma większego wpływu na strukturę gatunkową larw *Elateridae*.

W związku z tym, że fauna ściółkowa uległa małym zmianą, a glebowa w zasadzie żadnym, przekształcenia w ekosystemie są nieznaczne.

W Solcu Kujawskim pożar przyziemny na większym obszarze całkowicie wyeliminował larwy *Elateridae* na uprawie i starodrzewiu. Po pożarze przyziemnym młodnika struktura gatunkowa, dominacyjna i zagęszczenie larw sprężkowatych uległy całkowitej zmianie. Na kontroli odłowiono 6 gatunków larw z dominującymi: *S. aeneus* ($D=35,0\%$) i *D. marginatus* ($D=30,0\%$) oraz *A. subfuscus* ($D=20,0\%$). Nielicznie występowały zoofagii *C. ruficollis*, *P. tessellatum* i fitofagiczny *S. brunneus*. Po pożarze młodnika stwierdzono występowanie trzech gatunków, z których tylko jeden *S. aeneus* został zaobserwowany na kontroli. Podobnie jak na kontroli tu także jest on dominantem, przy czym jego dominacja jest znacznie większa ($D=57,1\%$). Zdecydowanie też zmniejszyła się liczba osobników, z 20 na kontroli do 7 po pożarze.

Jak wynika z tych rozważań, pożar przyziemny młodnika na większej powierzchni całkowicie wyeliminował nie tylko larwy ściółkowe – *A. subfuscus*, ale także larwy *D. marginatus*, gatunku środowisk bardziej glebowych. Zauważa się natomiast wzrost udziału gatunku terenów otwartych, wszędobylskiego *S. aeneus* oraz wystąpienie gatunków zoofagicznych *A. balteatus* i *Melanotus eurythropus* (Gmel.). Po pożarze dominacja larw zoofagicznych wzrosła z $D=10,0\%$ na kontroli, do $D=42,9\%$, co świadczy o znaczących negatywnych przemianach w ekosystemie. Podobnie zdecydowaną zmianę struktury gatunkowej, dominacyjnej i zagęszczenia stwierdzono też w drągowinie po pożarze przyziemnym z tym, że pożar nie wyeliminował gatunku glebowego *D. marginatus*, tylko spowodował znaczne zmniejszenie jego zagęszczenia. W drągowinie podobnie jak w młodniku nastąpił zdecydowany wzrost dominacji larw zoofagicznych z $D=2,3\%$ na kontroli do $D=28,6\%$ po pożarze.

Pożar całkowity jeszcze większy miał wpływ na larwy *Elateridae*. Na uprawach na małej powierzchni pożarzyska stwierdza się zdecydowaną już zmianę struktury gatunkowej i dominacyjnej oraz zagęszczenia. Po pożarze całkowitym zagęszczenie gatunku ściółkowe-

go *A. subfuscus* w stosunku do kontroli jest prawie cztery razy mniejsze, a glebowego *D. marginatus* dwa i pół raza mniejsze.

Rozpatrując indywidualnie dla każdej grupy wiekowej drzewostanu (młodnika, drągowiny i starodrzewia) wpływ pożaru całkowitego na zgrupowanie larw zauważa się, że największy był w młodniku, w którym dominacja fakultatywnych saprofagów zmniejszyła się dwukrotnie, natomiast udział zoofagów zdecydowanie zwiększył się, gdy zaś fitofagów nie uległ większej zmianie. Wydaje się, że im spalony drzewostan jest starszy, tym mniejszy aczkolwiek zauważalny jest wpływ pożaru całkowitego na strukturę zgrupowania larw *Elateridae*, przy czym tendencje w składzie poszczególnych grup troficznych są podobne.

Jak wynika z tych rozważań, wpływ pożaru całkowitego na zgrupowanie *Elateridae* w stosunku do pożaru przyziemnego na małych powierzchniach jest znacznie większy, a co się z tym wiąże ma on większy wpływ na zmiany w ekosystemie. Najbardziej destrukcyjnie działa pożar całkowity na dużych obszarach, powodując niemal całkowitą eliminację larw, a więc i dużą degradację środowiska. Na powierzchniach dotkniętych przez pożary na uwagę zasługuje fakt, że czym jest większa rola gatunków zoofagicznych po pożarze w danym ekosystemie, tym ten ekosystem jest bardziej zdegradowany.

Z uwagi na to że, zgrupowania *Elateridae* są częścią zespołu biotycznego w którym występują, należy zatem wnioskować, że zmiany w nich zachodzące stanowią część odkształceń całych biocenoz. Natomiast odwrotnie stan ekologiczny całości danego systemu przyrodniczego ma decydujący wpływ na strukturę zgrupowań poszczególnych ich składników. Można wnioskować że, struktura zgrupowań *Elateridae* w lasach gospodarczych wskazuje jednoznacznie na poważne zaburzenia w ekosystemach leśnych poddawanych ingerencji człowieka, tak poprzez tworzone zręby zupełne jak i pożary. Pozytywny wpływ działania człowieka uwidacznia się natomiast przez wprowadzenie do drzewostanu sosnowego w formie kępowej podszytu dębowego, który wzbogaca dany ekosystem leśny.

*Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW
ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa*

Literatura

1. **Perliński S.** Antropogeniczne przeobrażenia zgrupowań larw sprężykowatych (*Elateridae*) w ekosystemach borów sosnowych. Szujecki A., Skłodowski J.J.W., Wojciechowska A. eds. Antropogeniczne przeobrażenia epigeicznej i glebowej entomofauny borów sosnowych. Warszawa: Fundacja Rozwój SGGW 1995.
2. **Perliński S.** Zmiany w strukturze i różnorodności fauny glebowej i epigeicznej na gruntach leśnych i porolnych – *Elateridae*. Mazur S., Tracz H., eds. Zmiany w strukturze i różnorodności fauny borów sosnowych świeżych na terenach Puszczy Czulchowskiej w ciągu ostatnich 20 lat. Warszawa: Fundacja Rozwój SGGW 1999.
3. **Szujewski A., Szyszko J., Mazur S., Perliński S.** The process of forest soil macrofauna formation after afforestation of farmland. Warsaw: Agricultural University Press 1983.

Summary

Potentials of using click beetles (*Col. Elateridae*) as bioindicators of transformations in forest ecosystems

The degree of changes occurring in ecosystems can be assessed basing on Elateridae aggregations. The diversity of their occurrence is strictly related with the degree and character of manmade deformations. This is confirmed by not only domination and density of individual Elateridae species, but also by their trophic groups and the indices of species diversity and Bohacs indices as well. A study was made on the impact of introducing various forms of oak upgrowth (single and clusters) into a pine stand. It was found that the density and domination of larvae, in which mainly facultative saprophages with *A. subfuscus* as the main species, were the greatest in the patches of oak litter in cluster-growing up-growths, as opposite to the remaining ones (moss and blueberry). The reverse tendency in that respect was found in the patches of oak litter in oak upgrowth growing as single individuals. The indices mentioned above showed also, that introducing upgrowth in the cluster form is a measure favouring optimisation of the ecosystem.

The system of clearcutting on forest grounds influences negatively forest ecosystem. It degrades stabilised aggregations of click beetles in stands of older age classes, specific for considerable domination of facultative saprophages, mainly *A. subfuscus* and *D. marginatus*. It however favours the clear domination of predatory and herbivorous forms especially in the starting developmental cycle of stand (young culture, thicket). Depending on the change of Elateridae aggregation structure some conclusions can be drawn out on the degree of environmental decline caused by wildfires. The impact of fires on the larvae aggregation structure is differentiated, and it depends on both kind and intensity of the fire. An upon-the-ground fire in thicket and oldgrowth if arisen on small area influences mainly on density and less on domination. It was not a greater impact on species structure of click beetle larvae, as well as on changes in the ecosystem. However fire of the same kind, but on greater area, eliminated completely larvae in young culture and oldgrowth, it impacted decidely on lessening of species structure and domination structure, as well as an the density of larvae in thicket and pole-stand.

Fire that breaks out on a greater area acts utmost destructively. It causes almost complete destruction of larvae, therefore also considerable decline of the environment.

The structure of Elateridae aggregations in managed pine stands shows uniformly serious disturbances in forest ecosystems being under manmade activity, through both clearcuts and fires, causing ecosystem decline. However this activity can have a positive influence through introducing cluster-form oak upgrowth, enriching the forest ecosystem.