

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko

Rafał Zwolak

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne:

Doktorat w dziedzinie biologii i ekologii organizmu (PhD in Organismal Biology & Ecology)
– tytuł nadany w roku 2008 przez University of Montana, USA.

Tytuł pracy: "Causes and consequences of the postfire increase in deer mouse (*Peromyscus maniculatus*) abundance"

Promotor: Prof. Elizabeth E. Crone

Studia magisterskie w dziedzinie biologii środowiska – tytuł nadany w roku 2003 przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Tytuł pracy: „Hierarchia międzygatunkowej dominacji behawioralnej pomiędzy czterema gatunkami ryjówkowatych”

Promotor: Prof. Leszek Rychlik

Studia licencjackie w dziedzinie biologii środowiska – tytuł nadany w roku 2001 przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Tytuł pracy: „Zachowania agonistyczne ryjówkowatych (Soricidae) – problem postaw ciała”

Opiekun: dr Ewa Zgrabczyńska

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych:

2009 – do chwili obecnej	Adiunkt, Zakład Zoologii Systematycznej, Instytut Biologii Środowiska, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
2003 – 2008	Graduate Teaching Assistant, Division of Biological Sciences, University of Montana

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki

4.1 Wybrałem cztery publikacje, jako swoje główne osiągnięcie naukowe. W każdej z nich jestem korespondującym autorem.

Tytuł osiągnięcia naukowego: „Oddziaływania pomiędzy bukiem *Fagus sylvatica* i gryzoniami”.

1. ZWOLAK R. i E. E. Crone. 2012. Quantifying the outcome of plant-granivore interactions. **Oikos** 121: 20-27.
IF: 3,32
Punkty MNiSW: 35
Mój wkład: sformułowałem pomysł na badania, zaprojektowałem metody (wraz z EEC) i napisałem artykuł (wraz z EEC). Mój wkład: 51%.
2. Wróbel A. i R. ZWOLAK. 2013. The choice of seed tracking method influenced fate of beech seeds dispersed by rodents. **Plant Ecology** 214: 471-475.
IF: 1,64
Punkty MNiSW: 30
Mój wkład: sformułowałem pomysł na badania i zaprojektowałem metody. Wraz z AW zebrałem i przeanalizowałem dane terenowe oraz napisałem artykuł. Mój wkład: 51%.
3. ZWOLAK R., M. Bogdziewicz, A. Wróbel i E. E. Crone. W druku. Advantages of masting in European beech: timing of granivore satiation and benefits of seed caching support the predator dispersal hypothesis. **Oecologia**.
IF: 3,09
Punkty MNiSW: 30
Mój wkład: sformułowałem pomysł na badania, zaprojektowałem metody (wraz z EEC), zebrałem dane terenowe (wraz z MB i AW), przeanalizowałem dane (wraz z MB, AW i EEC) oraz napisałem artykuł (pozostali autorzy pomogli przy redakcji). Mój wkład: 51%.
4. ZWOLAK R., M. Bogdziewicz i L. Rychlik. 2016. Beech masting modifies the response of rodents to forest management. **Forest Ecology and Management** 359: 268-176.
IF: 2,66
Punkty MNiSW: 45
Mój wkład: sformułowałem pomysł na badania, zaprojektowałem metody, zebrałem dane terenowe (wraz z MB i LR), przeanalizowałem dane (wraz z MB) oraz napisałem artykuł (pozostali autorzy pomogli przy redakcji). Mój wkład: 51%.

4.2 Omówienie głównych osiągnięć naukowych

Centralnym pytaniem w moich projektach naukowych jest rola kontekstu środowiskowego w zjawiskach ekologicznych. Procesy populacyjne oraz oddziaływania międzygatunkowe mogą drastycznie zmieniać swój przebieg lub postać w zależności od miejsca i czasu. W moich badaniach zajmuję się identyfikacją generalnych prawidłowości dotyczących tych zmian oraz odpowiedzialnych za nie czynników. Skupiam się przy tym głównie (ale nie wyłącznie) na interakcjach pomiędzy zwierzętami i roślinami. Moją strategią jest identyfikowanie istotnych problemów, a następnie rozwiązywanie ich za pomocą kombinacji różnorodnych podejść (modele teoretyczne, obserwacje terenowe i eksperymenty oraz meta-analizy opublikowanych badań). Przykładem tego postępowania badawczego jest prezentowane osiągnięcie naukowe, zatytułowane „**Oddziaływania pomiędzy bukiem *Fagus sylvatica* i gryzoniami**”.

Lata nasienne, czyli okresy zsynchronizowanej, masowej produkcji nasion, występują u wielu gatunków roślin na całym świecie (Crone i in. 2011, Allen i in. 2012, Turnbull i in. 2012, Koenig i Knops 2013). Oddziaływania pomiędzy roślinami, u których występują lata nasienne, a zwierzętami, od dawna wywołują intensywne zainteresowanie ekologów. Tym niemniej, tradycyjne badania skupiają się przede wszystkim na wpływie lat nasiennych na liczebność zwierząt oraz na wynikających z tego kaskadach efektów na wyższych poziomach troficznych. Modelowymi organizmami są przy tym głównie drzewa z rodziny Fagaceae, a zwłaszcza buki i dęby (rodzaje *Fagus*, *Nothofagus* i *Quercus*) oraz gryzonie (Ostfeld i Keesing 2000, Yang i in. 2008, Bogdziewicz i in. w druku). O wiele rzadziej bada się wpływ, jaki konsumpcja i roznoszenie nasion przez gryzonie wywiera na drzewa. Niemniej jednak działalność tych zwierząt może kształtować strukturę przestrzenną i dynamikę populacji drzew (Zwolak i in. 2010, Hirsch et al. 2012, Forsyth et al. 2015). Tak więc wpływ drzew i ich lat nasiennych na gryzonie nie jest jednostronny – mamy tu do czynienia z koewolucją roślin i zwierząt.

Jedną z głównych przyczyn niewielkiej liczby badań wpływu konsumentów nasion na populacje roślin są trudności z ustaleniem wyniku tego oddziaływania. Zwierzęta takie jak gryzonie mogą bowiem zarówno zjadać nasiona (antagonizm), jak i je roznosić oraz zakopywać (mutualizm). Większość badań skupia się tylko na jednym z tych aspektów, z góry zakładając, że gryzonie są antagonistami (badania usuwania i konsumpcji nasion) lub mutualistami (badania roznoszenia i zakopywania nasion). Nawet gdy analizowane są oba aspekty, problemów przysparza rozstrzygnięcie, czy końcowym efektem jest wpływ pozytywny czy też negatywny. W rezultacie, wyniki wielu badań są podatne na sporne interpretacje (np. Gómez i in. 2003 *versus* den Ouden et al. 2005, Moles i in. 2003 *versus* Vander Wall i in. 2005).

Publikacja nr 1 pt. „**Quantifying the outcome of plant-granivore interactions**” dotyczy właśnie tego problemu. Rozłożyliśmy w niej interakcję pomiędzy roślinami i konsumentami ich nasion na podstawowe czynniki w celu ustalenia, które z nich determinują jej wynik. Kluczowymi zmiennymi okazały się: (1) prawdopodobieństwo, że znalezione przez zwierzęta nasiona zostaną rozniesione i zakopane, (2) prawdopodobieństwo, z jakim zakopane nasiona wyprodukują siewki oraz (3) prawdopodobieństwo wzrostu siewek z nasion pod nieobecność konsumentów (tzn. z nasion leżących na powierzchni ziemi). Relacje pomiędzy tymi parametrami określa prosty model matematyczny. Poza wartością heurystyczną, model ten może być wykorzystany w połączeniu z łatwymi do zdobycia danymi empirycznymi do określania końcowego wpływu konsumpcji i roznoszenia nasion przez zwierzęta na reprodukcję roślin. W publikacji tej wykazujemy efektywność tego modelu używając go do (re)interpretacji danych pochodzących z czternastu różnych, opublikowanych wcześniej badań. Analiza ta wykazała, że wpływ gryzoni na

populacje roślin jest warunkowy, czyli może przybierać postać zarówno mutualizmu (gdy działalność konsumentów okazywała się niezbędna dla reprodukcji roślin), jak i antagonizmu (gdy konsumenci obniżali sukces reprodukcyjny roślin) – w zależności od warunków ekologicznych.

Publikacja nr 2 pt. „**The choice of seed tracking method influenced fate of beech seeds dispersed by rodents**” dotyczy metod badawczych. Ustalanie losu nasion roznoszonych przez zwierzęta nastrocza znacznych trudności (Forget i Wenny 2005). Wiele metod śledzenia losów nasion jest nieefektywnych (niewiele nasion udaje się odnaleźć), inne są drogie oraz możliwe do użycia tylko w przypadku bardzo dużych nasion (np. metody oparte na radiotelemetrii), albo też kłopotliwe w użyciu i potencjalnie niebezpieczne (np. metody oparte na znakowaniu nasion za pomocą radioizotopów). Co więcej, wybrana metoda może wpłynąć na losy nasion, a przez to na wyniki badań. Jednak wpływu tego praktycznie się nie bada, albo też ogranicza się do zbadania efektu znakowania nasion na tempo ich usuwania – przy tym znakomita większość badań donosi, że efektu takiego nie wykryto (np. Sork 1984, Li i Zhang 2003, Hirsch i in. 2012).

W naszych badaniach porównaliśmy dwie powszechnie używane metody znakowania nasion: za pomocą proszku fluorescencyjnego i za pomocą plastikowych plakierek. Metody te miały różną efektywność – odnaleźliśmy wyższą proporcję nasion buka oznakowanych plastikowymi plakiertkami. Jednak najważniejszym wynikiem naszych testów było stwierdzenie, że metoda znakowania silnie wpływa na los nasion wyniesionych przez gryzonie. Różnic nie stwierdziliśmy tylko na etapie usuwania nasion – co podkreśla, że tradycyjne, ograniczone do tego etapu testy są mało wiarygodne. Różnice pojawiły się m.in. w odległości wynoszenia nasion (dalej były wynoszone nasiona znakowane proszkiem fluorescencyjnym) i ich konsumpcji: gryzonie zjadły ponad 83% nasion z plakiertkami, lecz zaledwie 26% nasion oznakowanych proszkiem UV. Z faktu, że metody znakowania nasion wpływają na ich los wynika, iż: (1) nie należy używać różnych metod znakowania nasion w danym badaniu; (2) nie można bezpośrednio porównywać wyników badań, w których używano różnych metod znakowania nasion, oraz (3) jeżeli nie można użyć metody, która jest zupełnie niewykrywalna dla zwierząt (np. znakowanie radioizotopami), to należy unikać pytań o absolutne wartości parametrów (np. jaki procent nasion jest zjadany?) – lepiej ograniczyć się do pytań o wielkości relatywne (np. czy większy procent jest zjadany w latach nasiennych, czy nienasiennych?).

Kolejna praca (nr 3), zatytułowana „**Advantages of masting in European beech: timing of granivore satiation and benefits of seed caching support the predator dispersal hypothesis**”, dotyczy ewolucyjnych przyczyn lat nasiennych. Doczekały się one obszernej literatury i wielu potencjalnych wyjaśnień (przegląd w Kelly i Sork 2002, Crone i Rapp 2014). *Hipoteza nasycenia konsumentów* jest najstarszą próbą wytłumaczenia ultymatywnych przyczyn tego zjawiska, bardzo często testowaną i generalnie mocno wspartą empirycznie (np. Fletcher i in. 2010, Visser i in. 2011, Xiao i in. 2013, Żywiec i in. 2013, Linhart i in. 2014). Postuluje ona, że lata nasienne wyewoluowały, aby przekroczyć możliwości konsumpcyjne zwierząt. Na skutek tego, w latach nasiennych wiele nasion pozostaje nietkniętych pod macierzystymi roślinami. Alternatywna *hipoteza rozsiewania nasion* przez konsumentów jest mniej znana i dużo rzadziej testowana (np. Vander Wall 2002, Xiao i in. 2013). Postuluje ona, że w latach nasiennych konsumenci wciąż są w stanie usunąć i poukrywać nasiona, jednak obfitość nasion sprawia, że przynajmniej część przeżywa w kryjówkach i może wykiełkować.

Najważniejszą różnicą pomiędzy tymi hipotezami jest etap, na którym występuje nasycenie konsumentów (przed lub po rozniesieniu nasion). Różnica ta może wydawać się subtelna, ale ma kluczowe znaczenie dla demografii roślin: jeśli nasycenie konsumentów zachodzi przed ukryciem nasion, nie ulegają one dyspersji, a w dodatku wystawione są na działanie niekorzystnych

czynników (promieniowanie UV, wysychanie, mróz, patogeny, itd.). Jeżeli nasycenie następuje po zakopaniu nasion, uległy one dyspersji, a w dodatku znajdują się w warunkach, które dużo bardziej sprzyjają kiełkowaniu i wzrostowi.

Przetestowaliśmy te hipotezy na przykładzie oddziaływań pomiędzy bukiem i myszami leśnymi. Nasze dane wsparły hipotezę rozsiewania nasion, gdyż zjawisko nasycenia nie występowało na etapie usuwania nasion z dna lasu przez gryzone (podobny procent nasion był usuwany w latach nasiennych i nienasiennych), lecz po ich zakopaniu (ukryte nasiona były często zjadane w latach nienasiennych, ale bardzo rzadko w latach nasiennych). Co więcej, zakopywanie nasion buka dramatycznie zwiększało prawdopodobieństwo kiełkowania i wzrostu siewek. Nasze wyniki wskazują więc, że ewolucyjne korzyści lat nasiennych są różnorodne i wykraczają poza najczęściej przyjmowane wyjaśnienia – takie jak nasycenie konsumentów.

Ostatnia publikacja cyklu (nr 4), zatytułowana „**Beech masting modifies the response of rodents to forest management**”, dotyczy wpływu owocowania buka na wybiórczość siedliskową gryzoni. Zbadaliśmy preferencje siedliskowe myszy leśnych i nornic rudych podczas dwóch lat nasiennych i dwóch nienasiennych. Zgodnie z teoretycznymi przewidywaniami, wybiórczość siedliskowa powinna zmniejszać się wraz ze wzrostem liczebności zwierząt – gdyż coraz większa proporcja osobników zasiedla siedliska o niższej jakości (Fretwell 1972, Pulliam 1988, Rodenhouse i in. 1997). Rezultaty naszych badań potwierdziły te przewidywania: zarówno myszy leśne, jak i nornice rude wykazywały znacznie słabsze preferencje w stosunku do siedlisk i mikrosiedlisk z gęstą roślinnością (chroniącą je przed drapieżnikami) po latach nasiennych (tj. podczas wysokiej liczebności populacji), niż po latach nienasiennych. Do tego, w latach wysokiej liczebności gryzoni pojawił się niespodziewany wynik unikania przez nornice rude miejsc z gęstą roślinnością, prawdopodobnie wywołany konkurencją na drodze interferencji z myszą leśną. Wyniki te podkreślają, że zrozumienie dynamiki powiązań zwierząt z ich siedliskami wymaga prowadzenia badań zarówno w warunkach niskiej, jak i wysokiej liczebności (np. Hodson i in. 2010, van Beest i in. 2014). Ponieważ lata nasienne powodują dramatyczne fluktuacje w liczebności konsumentów, krótkoterminowe badania wybiórczości siedliskowej w ekosystemach cechujących się epizodyczną produkcją nasion mogą prowadzić do błędnych wniosków.

Podsumowując, poprzez moje badania:

1. **Stworzyłem heurystyczny model oddziaływań pomiędzy roślinami i konsumentami ich nasion.** Użyłem go do meta-analizy rezultatów opublikowanych badań, wykazując, że wyniki interakcji pomiędzy gryzoniami i roślinami (mutualizm lub antagonizm) zależą nie tylko od zaangażowanych gatunków, ale i od warunków ekologicznych.
2. **Oceeniłem wpływ powszechnie używanych metod badań na los nasion roznoszonych przez gryzone.** Wyniki mogą posłużyć jako ostrzeżenie dla badaczy oddziaływań pomiędzy roślinami i zwierzętami, gdyż jasno wskazują, że rezultaty zależą od użytej metody znakowania nasion.
3. **Opisałem przebieg zjawiska nasycenia konsumentów (gryzoni) po latach nasiennych buka.** Wyniki wspierają hipotezę rozsiewania nasion, według której lata nasienne zwiększają szanse udanej dyspersji diaspor przez zwierzęta.
4. **Przeanalizowałem wpływ lat nasiennych na wybiórczość siedliskową zwierząt.** Lata nasienne spowodowały znaczny wzrost liczebności gryzoni, co doprowadziło do osłabienia, a nawet zaniku preferencji siedliskowych stwierdzonych w latach nienasiennych. Wynik ten podkreśla dynamiczną naturę wybiórczości siedliskowej.

Literatura

- Allen RB i in. (2012) Synchronicity, periodicity and bimodality in inter-annual tree seed production along an elevation gradient. *Oikos* 121:367–376
- Bogdziewicz M i in. *W druku*. How do vertebrates respond to mast seeding? *Oikos*.
- Crone EE, Rapp JM (2014) Resource depletion, pollen coupling, and the ecology of mast seeding. *Ann NY Acad Sci* 1322:21–34
- den Ouden J i in. (2005) Jays, mice and oaks: predation and dispersal of *Quercus robur* and *Q. petraea* in north-western Europe. W: Forget PM i in. (red.), Seed fate. Predation, dispersal and seedling establishment. CABI Publishing, pp. 223–239.
- Fletcher QE i in. (2010) The functional response of a hoarding seed predator to mast seeding. *Ecology* 91:2673–2683
- Forget PM, Wenny D (2005) How to elucidate seed fate? A review of methods used to study seed removal and secondary seed dispersal. W: Forget PM i in. (red.) Seed fate. Predation, dispersal and seedling establishment. CABI Publishing, pp. 379–393
- Forsyth DM i in. (2015) Century-scale effects of invasive deer and rodents on the dynamics of forests growing on soils of contrasting fertility. *Ecol Monogr* 85:157–180
- Fretwell SD (1972) Populations in a seasonal environment. Princeton University Press.
- Gómez JM i in. (2008) Effectiveness of rodents as local seed dispersers of Holm oaks. *Oecologia* 155:529–537
- Hirsch BT i in. (2012) A telemetric thread tag for tracking seed dispersal by scatter-hoarding rodents. *Plant Ecol* 213: 933–943
- Hirsch BT i in. (2012) Directed seed dispersal towards areas with low conspecific tree density by a scatter-hoarding rodent. *Ecol Letters* 15:1423–1429
- Hodson J i in. (2010) An appraisal of the fitness consequences of forest disturbance for wildlife using habitat selection theory. *Oecologia* 164:73–86.
- Kelly D, Sork VL (2002) Mast seeding in perennial plants: why, how, where? *Annu Rev Ecol Syst* 33:427–447
- Koenig WD, Knops JM (2013) Large-scale spatial synchrony and cross-synchrony in acorn production by two California oaks. *Ecology* 94:83–93
- Li HJ, Zhang ZB (2003) Effect of rodents on acorn dispersal and survival of the Liaodong oak (*Quercus liaotungensis* Koidz.). *For Ecol and Manag* 176:387–396
- Linhart YB i in. (2014) Variability in seed cone production and functional response of seed predators to seed cone availability: support for the predator satiation hypothesis. *J Ecol* 102:576–583
- Moles AT i in. (2003) Do small-seeded species have higher survival through seed predation than large-seeded species? *Ecology* 84:3148–3161

- Ostfeld RS, Keasing F (2000) Pulsed resources and community dynamics of consumers in terrestrial ecosystems. *Trends Ecol Evol* 15:232–237
- Pulliam HR (1988) Sources, sinks, and population regulation. *Am Nat* 132:652–661
- Rodenhouse NL i in. (1997) Site-dependent regulation of population size: a new synthesis. *Ecology* 78:2025–2042
- Sork VT (1984) Examination of seed dispersal and survival in red oak, *Quercus rubra* (Fagaceae), using metal-tagged acorns. *Ecology* 65:1020–1022
- Turnbull MH i in. (2012) Flowering in snow tussock (*Chionochloa* spp.) is influenced by temperature and hormonal cues. *Funct Plant Biol* 39:38–50
- Yang LH i in. (2010) A meta-analysis of resource pulse-consumer interactions. *Ecol Monogr* 80:125–151
- van Beest i in. (2014) Density-dependent habitat selection and partitioning between two sympatric ungulates. *Oecologia* 175:1155–1165
- Vander Wall SB (2002) Masting in animal-dispersed pines facilitates seed dispersal. *Ecology* 83:3508–3516
- Vander Wall SB i in. (2005) Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. *Ecology* 86:801–806
- Visser MD i in. (2011) Strict mast fruiting for a tropical dipterocarp tree: a demographic cost-benefit analysis of delayed reproduction and seed predation. *J Ecol* 99:1033–1044
- Xiao Z i in. (2013) Long-term seed survival and dispersal dynamics in a rodent-dispersed tree: testing the predator satiation hypothesis and the predator dispersal hypothesis. *J Ecol* 101:1256–1264
- Zwolak R i in. (2010) Fire and mice: seed predation reduces fire's influence on conifer recruitment in montane forest. *Ecology* 91:1124–1131
- Żywiec M i in. (2013) Reproductive success of individuals with different fruit production patterns. What does it mean for the predator satiation hypothesis? *Oecologia* 172:461–467

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych (artystycznych)

5.1 Badania

Poza opisanymi wyżej badaniami wchodzącymi w skład osiągnięcia habilitacyjnego, moje badania skupiają się w kilku głównych obszarach:

1. **Oddziaływania zwierzęta-rośliny.** Zajmowałem się m.in. wpływem konsumpcji nasion na regenerację lasów Gór Skalistych po pożarach i reakcjami konsumentów na lata nasienne.
 - Odkryliśmy, że konsumpcja nasion przez małe ssaki znacząco spowalnia regenerację lasu po pożarach. Podkreśla to rolę zwierząt w określaniu tempa i przebiegu sukcesji ekologicznej (publikacja w *Ecology*, 2010).
 - Stwierdziliśmy, że reakcje zwierząt na lata nasienne są dużo bardziej różnorodne i dotyczą znacznie większej liczby taksonów, niż do tej pory uważano. W dodatku, populacje ssaków i ptaków o podobnych historiach życiowych różnią się w swoich odpowiedziach na lata nasienne (publikacja w *Oikos*, w druku).
2. **Wpływ zaburzeń ekologicznych na małe ssaki.** Badałem jak zaburzenia naturalne (pożary lasu) i antropogeniczne (wycinka lasu) wpływają na liczebność, dynamikę populacji i wybiórczość siedliskową małych ssaków, przeprowadzając badania empiryczne i meta-analizy opublikowanych artykułów.
 - Odkryłem, że wbrew postulatowi tzw. *emulation forestry*, zaburzenia naturalne i antropogeniczne różnią się swoim wpływem na małe ssaki Ameryki Północnej (meta-analiza opublikowana w *Forest Ecology and Management*, 2009).
 - Przeanalizowaliśmy wpływ rębni zupełnych na małe ssaki w lasach strefy umiarkowanej i borealnej Europy. Większość gatunków małych ssaków zwiększa liczebność po wycince lasu, lecz zaburzenie to zagraża niektórym wyspecjalizowanym (np. nadrzewnym) gatunkom (meta-analiza opublikowana w *European Journal of Forest Research*, 2014).
 - Zbadaliśmy wpływ pożarów lasu na zespoły małych ssaków oraz przetestowałem szereg hipotez wyjaśniających wysokie zagęszczenia myszaków amerykańskich *Peromyscus maniculatus* w spalonych lasach. Największe wsparcie uzyskała hipoteza, według której myszaki żerują bardziej efektywnie w uproszczonych strukturalnie siedliskach charakterystycznych dla spalonych lasów. Trzy publikacje w *Canadian Journal of Zoology* (2007, 2008 i 2012) oraz jedna w *Ecosphere* (2013).
3. **Ekologia ektopasożytnictwa.** Analiza danych dotyczących infestacji pasożytami stanowi interesujący problem statystyczny. Mają one często złożoną, hierarchiczną strukturę, z wielokrotnymi próbami pobieranymi z tych samych osobników i rozkładami z silną naddyspersją. Do ich analizy używałem uogólnionych liniowych modeli mieszanych.
 - Wykonaliśmy pierwszą długoterminową analizę sezonowej dynamiki kleszczy pasożytujących na jeżach wschodnich w środowisku zurbanizowanym (publikacja w *Medical and Veterinary Entomology*, 2014).
 - Porównaliśmy zapasożycenie jeży wschodnich i zachodnich współzamieszkujących środowiska miejskie. Znacznie silniejsze zapasożycenie jeży wschodnich kleszczami sugeruje, że te blisko spokrewnione gatunki ssaków mogą odgrywać różną rolę w krążeniu odkleszczowych chorób zoonotycznych (publikacja w *Parasitology Research*, 2015).

4. **Ekologia behawioralna ryjówek.** W ramach mojej pracy magisterskiej i licencjackiej badałem zachowania agresywne oraz hierarchię dominacji behawioralnej wśród rodzimych gatunków z rodzaju *Sorex* i *Neomys*.

- Przeanalizowałem literaturę dotyczącą tzw. postaw ciała ryjówkowatych, dochodząc do wniosku, że nie stanowią one sygnałów wizualnych podczas konfliktów (publikacja w *Wiadomościach Ekologicznych*, 2002).
- Zbadaliśmy mechanizmy unikania konfliktów pomiędzy czterema gatunkami ryjówkowatych. Stwierdziliśmy, że mechanizmy te różnią się pomiędzy dużymi oraz małymi gatunkami ryjówek: te pierwsze stosują głównie mechanizmy pasywne (np. ograniczenie aktywności), natomiast te drugie głównie aktywne (np. utrzymywanie dystansu, ucieczka). Publikacje w *Acta Theriologica* (2005) oraz *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* (2004).
- Odkryliśmy, że hierarchia ta odzwierciedla rozmiary ciała poszczególnych gatunków i nie jest modyfikowana przez różnice w ich systemach socjalnych (publikacja w *Canadian Journal of Zoology*, 2006).

5.2 Lista publikacji

5.2.1 Po ukończeniu doktoratu (z pominięciem publikacji wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego)

Bogdziewicz M., R. ZWOLAK i E. E. Crone. *W druku*. How do vertebrates respond to mast seeding? *Oikos*. IF = 3,44. Punkty MNiSW = 35.

Dziemian S., B. Sikora, B. Piłacińska, J. Michalik i R. ZWOLAK*. 2015. Ectoparasite loads in sympatric urban populations of the northern white-breasted and the European hedgehog. *Parasitology Research* 114: 2317-2323. IF = 2,10. Punkty MNiSW = 30.

*autor korespondencyjny

Dziemian S., J. Michalik, B. Piłacińska, S. Bialik, B. Sikora i R. ZWOLAK. 2014. Infestation of urban populations of the Northern white-breasted hedgehog, *Erinaceus roumanicus*, by *Ixodes* spp. ticks in Poland. *Medical and Veterinary Entomology* 28: 465-469. IF = 2,86. Punkty MNiSW = 45.

Bogdziewicz M. i R. ZWOLAK. 2014. Responses of small mammals to clear-cutting in temperate and boreal forests of Europe: a meta-analysis and review. *European Journal of Forest Research* 133: 1-11. IF = 2,10. Punkty MNiSW = 35.

ZWOLAK R., S. Meagher, J. W. Vaughn, S. Dziemian, i E. E. Crone. 2013. Reduced ectoparasite loads of deer mice in burned forest: From fleas to trees? *Ecosphere* 4: art132. IF = 2,60. Punkty MNiSW = 30.

5.2.2 Przed ukończeniem doktoratu

ZWOLAK R., D. E. Pearson, Y. K. Ortega i E. E. Crone. 2012. Mechanisms driving post-fire abundance of a generalist mammal. **Canadian Journal of Zoology** 90: 51-60. IF = 1,50. Punkty MNiSW = 30.

ZWOLAK R., D. E. Pearson, Y. K. Ortega i E. E. Crone. 2010. Fire and mice: seed predation reduces fire's influence on conifer recruitment in montane forest. **Ecology** 91: 1124-1131. IF = 5,07. Punkty MNiSW = 40.

ZWOLAK R. 2009. A meta-analysis on the effects of wildfire, clearcutting, and partial harvest on the abundance of North American small mammals. **Forest Ecology and Management** 258: 539-545. IF = 1,95. Punkty MNiSW = 45.

ZWOLAK R. i K. R. Foresman. 2008. Deer mouse demography in burned and unburned forest: no evidence for source-sink dynamics. **Canadian Journal of Zoology** 86: 83-91. IF = 1,38. Punkty MNiSW = 30.

ZWOLAK R. i K. R. Foresman. 2007. Effects of a stand-replacement fire on small mammal communities in montane forest. **Canadian Journal of Zoology** 85: 815-822. IF = 1,49. Punkty MNiSW = 30.

ZWOLAK R. 2007. Ogniu, krocza za mną: ekologia i polityka pożarów lasów Ameryki Północnej. **Wiadomości Ekologiczne** 53: 191-200. IF = brak. Punkty MNiSW = brak.

Rychlik L. i R. ZWOLAK 2006. Interspecific behavioural domination among four sympatric species of shrews. **Canadian Journal of Zoology** 84: 434-448. IF = 1,39. Punkty MNiSW = 30.

Rychlik L. i R. ZWOLAK 2005. Behavioural mechanisms of conflict avoidance among shrews. **Acta Theriologica** 50: 289-308. IF = 0,52. Punkty MNiSW = 25.

ZWOLAK R. i L. Rychlik 2004. Does the reduction of locomotor activity serve as an aggression avoidance mechanism in shrews (Soricidae)? **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities** 7(2), issue Biology. IF = brak. Punkty MNiSW = 7.

ZWOLAK R. 2002. Zachowania agonistyczne ryjówkowatych - problem postaw ciała. **Wiadomości Ekologiczne** 48: 3-17. IF = brak. Punkty MNiSW = brak.

5.3 Dane bibliometryczne

- i. Liczba opublikowanych prac: **19** (16 na liście filadelfijskiej).
- ii. Sumaryczny IF, zgodnie z rokiem opublikowania: **37,12**.
- iii. Sumaryczna punktacja MNiSW: **552**.
- iv. Liczba cytowań wg Web of Science, bez autocytowań: **136** (dot. 16 publikacji z listy filadelfijskiej, tzn. z wyłączeniem publikacji niedostępnych w w/w bazie danych. *Author Identifiers*: e-6578-2011).
- v. Indeks H wg Web of Science, *Author Identifiers* e-6578-2011: **8**.

5.4 Finansowanie/Granty

Granty, w których jestem lub byłem **kierownikiem**:

- 2015-2017 Grant „Opus” Narodowego Centrum Nauki nr 2014/15/B/NZ8/00213: „Czy osobowości mają znaczenie? Wpływ międzyosobniczych różnic w żerowaniu na rozsiewanie nasion przez gryzonie”, 313 234 zł.
- 2012-2016 Grant „Harmonia” Narodowego Centrum Nauki nr 2012/04/M/NZ8/00674: „Oddziaływania międzygatunkowe w zmiennym środowisku: jak czynniki biotyczne i abiotyczne wpływają na wynik interakcji pomiędzy roślinami i konsumentami ich nasion?”, 463 471 zł.
- 2009-2013 Grant Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr NN304391537: „Wpływ gryzoni na demografię wczesnych stadiów rozwojowych drzew: jak konsumpcja nasion i siewek zmienia przebieg odnowienia lasu?”, 216 090 zł.
- 2010-2011 Grant „luventus Plus” (nr IP2010050270) Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego: „Czy pasożyty wewnętrzne gryzoni mogą wpływać na regenerację lasu?”, 95 600 zł
- 2009-2011 Subsydium Fundacji na rzecz Nauki Polskiej HOM/2009/16B: „Granivores: helping or hurting plant recruitment?”, 92 000 zł.

Granty, w których jestem **opiekunem naukowym**:

- 2016-2018 Grant „Preludium” Narodowego Centrum Nauki (umowa w przygotowaniu): „Drapieżnictwo rzekome w zoochorii: w jaki sposób pojawienie się obcego gatunku wpływa na interakcje pomiędzy rodzimą rośliną a gryzoniami roznoszącymi jej nasiona?” (kierownik: Michał Bogdziewicz), 129 168 zł.
- 2016-2017 Grant „Preludium” Narodowego Centrum Nauki (umowa w przygotowaniu): „Efekt Janzena-Connella u rodzimych i inwazyjnych gatunków drzew: czy imigranci mają przewagę?” (kierownik: Aleksandra Wróbel), 99 402 zł.
- 2015-2016 Grant „Etiuda” Narodowego Centrum Nauki nr 2015/16/T/NZ8/00018: „Wpływ chronicznej depozycji antropogenicznego azotu organicznego na oddziaływania pomiędzy roślinami a konsumentami ich nasion” (kierownik: Michał Bogdziewicz), 92 758 zł

Łączna wysokość finansowania zdobytego z instytucji zewnętrznych, okres po doktoracie:
1 501 723 zł.

Jako doktorant byłem współautorem i wykonawcą następujących grantów:

- 2007-2008 USDA McIntire-Stennis Grant nr MONZ-0706: "Twice the mice: Indirect effects of fire on forest dynamics?", \$18 000.
- 2006 USDA Research Joint Venture Agreement "Biotic versus abiotic factors influencing Douglas-fir encroachment and ladder fuel accumulations in seral ponderosa pine forests", \$6 800.

5.5 Referaty na konferencjach i seminariach

Po ukończeniu doktoratu:

- 2015 100th Annual Meeting of the Ecological Society of America, Baltimore, MD, USA - *Advantages of masting in the European beech: timing of granivore satiation and benefits of seed caching support the predator dispersal hypothesis*
- 2015 6th International Symposium on Frugivores & Seed Dispersal, Drakensberg, RPA - *Benefits of masting for the European beech: timing of granivore satiation and benefits of seed caching support the predator dispersal hypothesis*
- 2014 Summer School on Biota Research II, Smołdzino (seminarium) – *Mixed models in ecology*
- 2013 11th International Mammalogical Congress, Belfast, UK - *Does masting change the balance of costs and benefits of rodent granivory?*
- 2013 Department of Ecology and Environmental Sciences, Constantine the Philosopher University in Nitra, Słowacja (seminarium) – *Granivores: helping or hurting plant recruitment?*
- 2012 97th Annual Meeting of the Ecological Society of America, Portland, OR, USA - *The outcome of plant-scatterhoarder interactions changes with masting and environmental conditions*
- 2012 13th Rodens et Spatium, Rovaniemi, Finlandia - *Twice the mice: what causes high post-fire abundance of a generalist mammal?*
- 2012 Seminarium Pracowni Biologii Lasu, Wrocław (na zaproszenie) - *O myszach i bukach: kiedy i jak konsumpcja nasion wpływa na populacje roślin?*
- 2011 II Konferencja Naukowo-Dydaktyczna Wydziału Biologii UAM, Poznań (na zaproszenie) - *Granivores: helping or hurting plant recruitment?*
- 2010 95th Annual Meeting of the Ecological Society of America, Pittsburgh, PA, USA - *A theoretical framework for quantifying the net effects of seed-caching granivores on plant recruitment*
- 2009 IX Ogólnopolska Konferencja Teriologiczna, Poznań - *Wpływ pożarów oraz konsumpcji nasion na funkcjonowanie lasów Gór Skalistych*
- 2009 ZEBinarium (Seminarium Zakładu Ekologii Behawioralnej), Poznań (na zaproszenie) - *O myszach i drzewach: kiedy i jak konsumpcja nasion wpływa na populacje roślin?*

Przed ukończeniem doktoratu:

- 2008 88th Annual Meeting of the American Society of Mammalogists, Brookings, SD, USA - *Effects of wildfire and forest harvest on North America small mammals – a metaanalysis*
- 2008 Montana Chapter of the Society for Conservation Biology, Missoula, MT, USA - *Seed predation by deer mice slows down postfire forest regeneration*
- 2007 92nd Annual Meeting of the Ecological Society of America, San Jose, CA, USA - *Effects of wildfire on deer mouse populations: Testing the hypothesis of source-sink dynamics*
- 2006 University of Montana Graduate Student and Faculty Research Conference, Missoula, MT, USA - *Twice the mice: effects of wildfire on deer mice populations*
- 2003 IV Krajowa Konferencja Ekologii Behawioralnej, Siedlce - *Międzygatunkowa dominacja behawioralna wśród czterech sympatrycznych gatunków ryjówkowatych*
- 2002 II International Colloquium on the Biology of the Soricidae, Powdermill Biological Station, PA, USA - *Behavioral domination order among four sympatric species of shrews*

W sumie, prezentowałem na **11 konferencjach zagranicznych** (w tym cztery razy na corocznych spotkaniach *Ecological Society of America*, czyli największych konferencjach ekologicznych na świecie), **3 konferencjach krajowych** i **4 seminariach**.

5.6 Inne

5.6.1 Nagrody i stypendia

Po ukończeniu doktoratu:

- 2014: Laureat programu „Mentoring”, Fundacja na rzecz Nauki Polskiej
- 2011: Stypendium dla wybitnych młodych naukowców, Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego
- 2011: Nagroda zespołowa III stopnia, Rektor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza (za osiągnięcia w pozyskiwaniu projektów badawczych)
- 2009: Stypendium „Powroty”, Fundacja na rzecz Nauki Polskiej

Przed ukończeniem doktoratu:

- 2008: Stypendium im. Berty Morton, University of Montana
- 2006: Nagroda za wyróżniający referat, University of Montana Graduate Student and Faculty Conference
- 2005: Nagroda za wyróżniający projekt badawczy, University of Montana
- 2003: Nagroda za wyróżniające wyniki uzyskane w czasie studiów magisterskich na Wydziale Biologii UAM

5.6.2 Recenzje artykułów

Acta Theriologica, Behavioral Ecology and Sociobiology, Behavioural Processes, Biotropica, Canadian Journal of Forest Research (trzykrotnie), *Canadian Journal of Zoology, Wildlife Biology & Management, Ecoscience, Fire Ecology, Forest Ecology and Management* (czterokrotnie), *Journal of Applied Ecology, Journal of Ecology, Journal of Mammalogy* (dwukrotnie), *Mammalian Biology, Natural Areas Journal, Physiology & Behavior*, oraz *PLOS One* (dwukrotnie).

– w sumie 24 recenzowane artykuły.

5.6.3 Recenzje wniosków grantowych

- 2015 National Science Foundation (USA)
- 2012 Narodowe Centrum Nauki
- 2009 Fundacja na rzecz Nauki Polskiej

5.6.4 Szkolenia

- 2015 *Data Visualization using R and GGPlot*, Baltimore, MD, USA
- 2013 *Mixed Models in Ecology*, Harvard Forest, Harvard University, USA
- 2013 Szkolenie z zakresu zarządzania zespołem naukowym, projekt SKILLS, Fundacja na rzecz Nauki Polskiej, Poznań
- 2013 Szkolenie z zakresu autoprezentacji i wystąpień publicznych, projekt SKILLS, Fundacja na rzecz Nauki Polskiej, Poznań

5.6.4 Działalność organizacyjna

2014	Organizator, Summer School on Biota Research II, Smołdzino
2014	Ekspert, XXIV Warsztaty Technik Prezentacji Naukowych „OAK”, Spała
2009	Organizator, IX Ogólnopolska Konferencja Teriologiczna, Poznań
2008	Organizator, 1st Montana Chapter of the Society for Conservation Biology Annual Symposium “Applying Conservation Science to Action”, Missoula, MT, USA.
2007-2008	Członek Zarządu, Montana Chapter of the Society for Conservation Biology
2006, 2008	Reprezentant doktorantów i magistrantów (graduate students), Organismal Biology & Ecology, Division of Biological Sciences, University of Montana
2002	Organizator X Warsztatów Technik Prezentacji Naukowych „OAK” w Jeziorach

6. Współpraca z ośrodkami naukowymi

6.1 Poparta publikacjami

- Division of Biological Sciences, University of Montana, USA (Kerry R. Foresman)
- Rocky Mountain Research Station, USDA Forest Service (Dean E. Pearson i Yvette K. Ortega)
- Harvard Forest, Harvard University & Department of Biology, Tufts University, USA (Elizabeth E. Crone)
- Department of Biological Sciences, Western Illinois University, USA (Shawn Meagher)

6.2 Bieżąca współpraca nie poparta publikacjami

- Department of Biology, Wilkes University, USA (Michael A. Steele)
- Department of Ecology and Environmental Sciences, University of Constantinus the Philosopher in Nitra (Ivan Balaz)
- Stacja Badawcza Fauny Karpat, Muzeum i Instytut Zoologii PAN (Julia Witczuk i Stanisław Pagacz)

7. Osiągnięcia dydaktyczne

7.1 Podejście do nauczania

Jako nauczyciel akademicki, zwracam szczególną uwagę na nabycie przez studentów trzech umiejętności:

1. Dostrzegania powiązań między podstawowymi koncepcjami ekologicznymi. Już na poziomie prac licencjackich studenci często zajmują się bardzo wyspecjalizowanymi zagadnieniami. Jest to naturalna konsekwencja współczesnej, coraz bardziej specjalistycznej nauki, ale jednocześnie rodzi ryzyko dostrzegania drzew, ale nie lasu – gdy studenci nie potrafią umiejscowić problemów, którymi się zajmują, na tle całości wiedzy ekologicznej. Dlatego na moich zajęciach pomagam studentom odkrywać powiązania między szczegółowymi informacjami i ogólnymi problemami naukowymi. Jednym z używanych przeze mnie sposobów na osiągnięcie tego celu jest wspólna dyskusja najnowszych odkryć badawczych w świetle klasycznych prac w ekologii.
2. Stosowania wiedzy naukowej do rozwiązywania praktycznych problemów. Moją ulubioną metodą jest używanie rzeczywistych sytuacji i sporów jako materiału do ćwiczeń. Na przykład, gdy w mediach toczy się dyskusja na temat wilków zabijających jelenie w Bieszczadach, złożone pytanie „czy populacje wilków powinny być redukowane przez człowieka?” rozbijam na szereg pytań dla naukowców-ekologów: Jak sprawdzić, ile jest wilków w Bieszczadach? Czy zmniejszenie populacji wilków spowodowałoby wzrost populacji jeleni? Co wpłynęłoby na skuteczność odłowów redukcyjnych lub jej brak? Następnie pomagam studentom osadzić te pytania w szerszej perspektywie, w tym wypadku: metod szacowania liczebności zwierząt, zagadnienia kontroli populacji w sieciach pokarmowych („z góry” lub „z dołu”), oraz zjawiska śmiertelności kompensacyjnej oraz addytywnej.
3. Używania narzędzi matematycznych do znajdowania odpowiedzi na postawione pytania. Studenci często są onieśmieleni statystyką i matematyką. Dlatego wykorzystuję moje zajęcia do pokazania im, że statystyka to po prostu sposób na jasne myślenie o danych, a modele matematyczne są wygodnymi narzędziami do sprawdzania swoich pomysłów oraz tworzenia nowych hipotez. Używam do tego praktycznych zadań oraz pracy na zebranych przez studentów danych.

Nie stosuję przy tym ścisłego rozróżnienia na badania oraz dydaktykę: w nauczaniu wykorzystuję wiedzę i dane pochodzące z moich badań, a eksperymenty wykonywane ze studentami bywają dla mnie inspiracją do badań naukowych.

7.2 Autorskie przedmioty modułowe, które prowadziłem na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (wykłady i ćwiczenia – o ile nie zaznaczono inaczej)

- 2015/2016 Oddziaływanie w sieciach troficznych
- 2013/2014 Ekologia dla wnikliwych: zaburzenia, interakcje i infekcje
- 2013/2014 Ochrona i zarządzanie populacjami zwierząt
- 2011/2012 Ochrona i zarządzanie populacjami zwierząt
- 2010/2011 Ochrona i zarządzanie populacjami zwierząt
- 2009/2010 Najnowsze osiągnięcia w ekologii i ochronie przyrody (konwersatoria)
- 2009/2010 Ochrona i zarządzanie populacjami zwierząt

7.3 Inne przedmioty, które prowadziłem na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (ćwiczenia laboratoryjne i terenowe)

- Anatomia funkcjonalna kręgowców
- Czynna ochrona zwierząt
- Ekologia
- Ekologia i ochrona środowiska (botanika i zoologia)
- Ekologia ogólna
- Ekologia organizmu i populacji
- Kompleksowe zajęcia terenowe
- Metody badań ekologicznych
- Przygotowanie do pisania i prezentowania prac naukowo-badawczych
- Różnorodność świata zwierząt w najbliższym nam otoczeniu oraz jego związek ze środowiskiem
- Różnorodność zwierząt
- Systematyka i filogeneza zwierząt
- Zoologia systematyczna II

7.4 Przedmioty, które prowadziłem na University of Montana, Missoula, USA

Wykłady

- 2008 Conservation of Wildlife Populations

Moduły terenowe

- 2006 Natural Resources Measurement Camp

Ćwiczenia laboratoryjne i terenowe

- 2008 Conservation of Wildlife Populations
Ecology Lab
Principles of Biology
- 2007 Conservation of Wildlife Populations
Genetics and Evolution
- 2006 Ecology Lab
Conservation of Wildlife Populations
- 2005 Ecology Lab
Ecology Lab
- 2004 Mammalogy
Ecology Lab
- 2003 Mammalogy

7.5 Ukończone szkolenia dydaktyczne

2015	<i>Embedding Authentic Ecological Research in Intro Lab Courses</i> , Baltimore, MA, USA
2015	<i>Developing Ecology Research Modules</i> , Baltimore, MA, USA
2007	<i>Faculty Professional Development Workshop</i> , Missoula, MT, USA

7.6 Opieka naukowa nad studentami i doktorantami

W opiece naukowej, podobnie jak w badaniach, stawiam na jakość, a nie na ilość. Dzięki temu, mam możliwość ścisłej współpracy ze studentami i wciągania ich w liczne projekty badawcze. W efekcie, moi studenci mogą pochwalić się ponadprzeciętną aktywnością naukową: niżej wymienieni studenci zdobyli **2 granty Preludium** oraz **grant Etiuda**, a także opublikowali we współpracy ze mną lub pod moją opieką **11 recenzowanych artykułów naukowych** (sumaryczny impact factor = 24,34; sumaryczne punkty MNiSW = 360) oraz **4 artykuły popularnonaukowe**. Kolejne artykuły są w przygotowaniu.

Do tej pory, byłem opiekunem lub promotorem następujących studentów:

- Anna Osiecka, „Wpływ lat nasiennych na roznoszenie i konsumpcję nasion buka zwyczajnego przez myszy leśne i nornice rude” (opiekun pracy licencjackiej obronionej w 2009 r.)
- Aleksandra Wróbel, „Śledzenie losów nasion buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* za pomocą plakietek i proszku fluorescencyjnego – porównanie metod” (opiekun pracy licencjackiej obronionej w 2011 r.)
- Aleksandra Wróbel, „Wpływ warunków atmosferycznych na aktywność gryzoni w wykorzystywanych gospodarczo lasach bukowych” (promotor pracy magisterskiej obronionej w 2013 r.)
- Milena Zduniak, „Wpływ inwazyjnego niecierpka drobnokwiatowego (*Impatiens parviflora*) na bezkręgowce i gryzonia w lesie bukowym” (promotor pracy magisterskiej obronionej w 2015 r.)

Obecnie, jestem opiekunem lub promotorem następujących studentów:

- Sebastian Chmielewski, „Wpływ dostępności nasion na ich synzoochorię z udziałem gryzoni” (praca licencjacka)
- Kinga Korycka, „Dzieciobójstwo u niedźwiedzi brunatnych *Ursus arctos*” (praca licencjacka)
- Michał Bogdziewicz, „Wpływ zwiększonego stężenia azotu organicznego w środowisku na interakcje pomiędzy roślinami a konsumentami ich nasion” (promotor pomocniczy doktoratu, przewód otwarty w 2015 r.)
- Paula Antonina Bednarz, „Międzyosobnicze różnice w żerowaniu gryzoni i ich wpływ na rozsiewanie nasion” (przyjęcie na doktorat w 2015 r. w ramach kierowanego przeze mnie grantu NCN nr 2014/15/B/NZ8/00213)

8. Działalność popularyzatorska

8.1 Artykuły popularnonaukowe

ZWOLAK R. 2009. Czwarty element: ogień jako właściwość ekosystemów. **Wiedza i Życie**, 8/2009: 36–38.

ZWOLAK R., D. E. Pearson, K. R. Foresman, E. E. Crone, and Y. K. Ortega. 2008. Are mice eating up all the pine seeds? **EcoReport**, USDA Forest Service, RMRS, Forestry Sciences Laboratory, Missoula, MT.

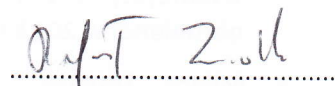
ZWOLAK R. 2002. Wielki mały terytoralista – rzecz o ryjówkach. **Wszechświat** 4-6, 130.

8.2 Wystąpienia i seminaria popularnonaukowe

2015 Udział w programie edukacyjnym *Las Story* (emisja w TVP 05.12.2015)

2015 Wykład *Ekologia Breaking Bad*, XVIII Poznański Festiwal Nauki i Sztuki

2011 Referat *Doświadczenia stypendysty FNP – Program Powroty* na szkoleniu „Kariera naukowa w Europie. Możliwości finansowania stypendiów dla doktorantów i młodych naukowców”.



Rafał Zwolak