



Warszawa, 01.11.2022 r.

dr hab. Zbigniew Borowski, prof. IBL
Zakład Ekologii Lasu
Instytut Badawczy Leśnictwa
Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3
05-090 Raszyn

Ocena rozprawy doktorskiej mgr Urszuli Eichert

„Rola komunikacji zapachowej w modyfikowaniu wewnątrzgatunkowej agresji u chomika europejskiego *Cricetus cricetus* (L.)”

Formalne aspekty rozprawy

Podstawę formalno-prawną opracowania recenzji rozprawy doktorskiej stanowi postanowienie Rady Naukowej dyscypliny nauki biologiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 25 czerwca 2021 roku.

Recenzowana rozprawa doktorska powstała pod opieką Prof. UAM dr. hab. Joanny Ziomek, w Zakładzie Zoologii Systematycznej Instytutu Biologii Środowiskowej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Jest obszernym, typowym manuskrytem naukowej pracy eksperymentalnej, przygotowanym w języku polskim, zawierającym się na 145 stronach maszynopisu. Rozprawa doktorska, została napisana w układzie klasycznym dla tego typu prac, przy zachowaniu właściwych między nimi proporcji, składa się z następujących ośmiu rozdziałów: Wstęp, Cele i hipotezy, Materiał i metody, Wyniki, Dyskusja, Podsumowanie, Literatura oraz Spis tabel i fotografii.

Rozprawę podzielono na rozdziały główne, w których Pani mgr Urszula Eichert wyróżnia szereg podrozdziałów, w których szczegółowo omawia zagadnienia związane z głównym problemem prowadzonych badań. Całość ocenianej pracy Autorka ilustruje 31 rycinami, 8 tabelami i 10 fotografiami. W mojej ocenie, przyjęta przez Doktorantkę forma oraz styl manuskryptu stanowi logiczny ciąg myślowy.

Ocena szczegółowa rozprawy doktorskiej

Temat i cel pracy doktorskiej

Autorka, w podjętych badaniach, postanowiła sprawdzić rolę komunikacji zapachowej w interakcjach międzyosobniczych u chomika europejskiego w warunkach naturalnych i semi-naturalnych oraz jej wpływu na częstość występowania oddziaływań agresywnych. Podstawą tego dociekania była znaczna różnica w opisie gatunku wskazująca na agresywne zachowania obserwowane w niewoli i niewielką ich liczbę obserwowaną w warunkach naturalnych. Celem przetestowania tych dociekań Autorka postawiła trzy poniższe hipotezy:

Hipoteza 1. Komunikacja zapachowa obniża poziom agresji wewnątrzgatunkowej u chomika europejskiego.

Hipoteza 2. Agresywne interakcje zachodzą między osobnikami nieznanymi.

Hipoteza 3. W przypadku bezpośredniego spotkania chomiki częściej unikają się niż wykazują wobec siebie agresję.

Moim zdaniem jednak cel pracy zarysowany przez Doktorantkę jest znacznie bardziej obszerny (rola komunikacji zapachowej!) i zdecydowanie wykracza poza tytuł rozprawy i postawione hipotezy. Prawdopodobnie Pani mgr Urszula Eichert kierowała się zasadą od ogółu do szczegółu, na szczęście hipotezy znacznie zawęziły zakres badań, bo wydaje się, że ocena roli komunikacji zapachowej w interakcjach międzyosobniczych u chomika europejskiego jest po prostu nieweryfikowalna.

Część teoretyczna pracy, Wstęp

Wstęp pracy liczy 13 stron, składa się z 2 podrozdziałów, w których Autorka wprowadza czytelnika w tematykę pracy doktorskiej przedstawiając kolejno zagadnienia związane z komunikacją zwierząt, opisując rodzaje komunikacji i skupiając się na komunikacji zapachowej, która jest przedmiotem niniejszej rozprawy. Następnie, w kolejnym podrozdziale opisane i doprecyzowane zostało pojęcie agresji oraz metody jej unikania.

Przyznam, że ten obszerny wstęp był dość trudny do przebrnięcia i nie czytało się go niestety przysłowiowym „jednym tchem”, być może z uwagi na dużą liczbę odniesień do różnych grup zwierząt, a być może dlatego, że opisywane zależności, rodzaje komunikacji i agresji nie zostały

opisane w odpowiednim kontekście. Na przykład, po krótkim ogólnym wprowadzeniu można by usystematyzować informacje dotyczące komunikacji skupiając się na ssakach i opisując rodzaje komunikacji w oparciu o ich środowisko życia (wodne, lądowe, powietrzne), rodzaje siedlisk i systemy socjalno-rozrodcze. Z uwagi na obfitość literatury proponowałbym skupienie się na ssakach, a mając na uwadze obiekt badań na gryzoniach. W takim ujęciu moim zdaniem znacznie łatwiej byłoby zachować ciągłość myśli i wywodów opisując zagadnienie zgodnie z zasadą od ogółu do szczegółu. W tej części rozprawy znajduje się też spora dawka antropomorfizmów i moim zdaniem niepotrzebnie znalazły się tam odniesienia do człowieka. Warto też, skoro podstawą do wnioskowania były różnice w rodzajach interakcji pomiędzy chomikami obserwowanymi w naturalnym środowisku i laboratorium, pod koniec tego rozdziału skupić się na opisanu tych różnic obserwowanych u innych gatunków drobnych ssaków. Zabrakło mi też tła ekologicznego, które nadałoby kontekstu celom i hipotezom badawczym, analizując jakie osobniki mogłyby być tzw. „nowymi osobnikami w populacji”, czy byłyby to osobniki migrujące w dyspersji gniazdowej, czy też osobniki dorosłe w dyspersji rozrodczej. Jest to także moje pytanie postawione Doktorantce, które poniżej powtórzę: Jakie osobniki mogłyby być osobnikami nowymi w populacji drobnych gryzoni i chomików i jakimi cechami mogłyby się one charakteryzować?

Poniżej przedstawię kilka bardziej szczegółowych uwag do Wstępu

- zabrakło mi w tym rozdziale informacji, że zwierzęta stosują często wszystkie trzy typy komunikacji (wizualna, akustyczna i zapachowa) w zależności od odległości i kontekstu.
- strona 13 zdanie: *„Ze względu na zawartość przenoszonych informacji, ślad zapachowy stał się jednym z częściej używanych sygnałów stosowanych do oznaczania granic terytoriów oraz innych zasobów – pokarmu lub partnerek.”* W przypadku, gdy pisze się o różnych grupach zwierząt należałoby doprecyzować, że chodzi tutaj przede wszystkim o ssaki.
- zwrot „chów wsobny”, który kojarzy się z zootechniką zastąpiłbym zwrotem „kojarzenie krewniacze”, które bliższe jest ekologii ewolucyjnej.
- strona 15 zdanie *„komunikacja zapachowa obarczona jest wysokimi kosztami”* – wydaje się nieprecyzyjne, gdyż zwierzęta na inne formy komunikacji ponoszą równie wysokie, jak nie wyższe koszty. Warto więc przereklamować ten fragment.
- kolejne zdanie na tej stronie *„Uzyskiwanie oczekiwanych reakcji u odbiorców możliwe jest jedynie wtedy, gdy zapach jest wiarygodny i reprezentuje siłę oraz stan zdrowia nadawcy.”*

Przyznam, że nie rozumiem myśli zawartej w tym zdaniu. Przede wszystkim nie wiem co oznacza fraza: oczekiwane reakcje u odbiorców? Jeśli nadawca sygnału jest w złej kondycji to niezależnie od intencji i tak pozostawia ślad zapachowy, a reakcje na tą informację przez nadawcę pozostają poza sferą tzw. „oczekiwanych reakcji” nadawcy.

- strona 16, zdanie „*Ryzyko bycia upolowanym jest zwiększane przez czas spędzony na znakowaniu poza schronieniem*”. To nie jest prawda, nie cały czas spędzany przez zwierzęta poza schronieniem związany jest ze znakowaniem. Ryzyko drapieżnictwa zwiększa się także w przypadku wykorzystywania pewnych, bardziej ryzykownych środowisk, w przypadku osobników migrujących, o specyficznym profilu osobowościowym (bold, fast explorers) oraz takich, które zbyt późno wykryją obecność drapieżnika. Dlatego radziłbym przeredagować ten fragment tekstu. Podobnie się rzecz ma z końcówką podrozdziału **1.1.1. Komunikacja zapachowa** (str. 13), wyniki cytowanej w tekście pracy Koivula i Korpimäki 2001 oraz wcześniejszych badań wskazujących na fakt wykrywania przez ptaki szponiaste śladów zapachowych nornikowatych w ultrafiolecie (Viitala i inni 1995) zostały już dość dawno sfalsyfikowane (Ödeen, A.; Håstad, O 2013, Lind i inni 2013, Wu i inni 2016). Okazało się, że ptaki szponiaste widzą fiolet ale nie są w stanie widzieć w ultrafiolecie.

Viitala, J.; Korpimäki, E.; Palokangas, P.; Koivula, M. Attraction of kestrels to vole scent marks visible in ultraviolet light. *Nature* 1995, 373, 425–427.

Wu, Y.; Hadly, E.A.; Teng, W.; Hao, Y.; Liang, W.; Liu, Y.; Wang, H. Retinal transcriptome sequencing sheds light on the adaptation to nocturnal and diurnal lifestyles in raptors. *Sci. Rep.* 2016, 6, 1–12.

Ödeen, A.; Håstad, O. The phylogenetic distribution of ultraviolet sensitivity in birds. *BMC Evol. Biol.* 2013, 13, 36. [CrossRef] [PubMed]98.

Lind, O.; Mitkus, M.; Olsson, P.; Kelber, A. Ultraviolet sensitivity and colour vision in raptor foraging. *J. Exp. Biol.* 2013, 216, 1819–1826

- strona 16, podrozdział 1.1.1.1. **Funkcje i działanie komunikacji zapachowej**, w drugim zdaniu należy przeformułować jego początek „*Zapach może nieść informację seksualną...*” – raczej powinno być „informację o statusie rozrodczym osobnika”

- strona 17, zamiast zwrotu „*oboje*” powinno być „oba osobniki”

- strona 18, pierwszy akapit, w zdaniu „*Poznanie powyższych czynników powoduje...*” zamiast słowa „*czynników*” należałoby użyć słowa „informacji”

- strona 20, podrozdział 1.2.1. Rodzaje i przyczyny agresji. Drugi akapit, w zdaniu „*Agresja wewnątrzgatunkowa często związana jest z reprodukcją i zapewnieniem sukcesu rozrodczego*”

to duże i moim zdaniem nieuprawnione uproszczenie znacznie lepiej byłoby napisać, że jest związana z konkurencją o zasoby.

- kolejne zdanie na stronie 20 zaczynające się od słów „*Osobnik konkurujący o partnera może zapewnić sobie dostęp do niego.....*” zawiera niezgrabne sformułowanie „zapewnić dostęp do niego”, może warto zamienić to sformułowanie na inne np. „zwiększenie prawdopodobieństwa sukcesu rozrodczego”?

- w tym paragrafie należałoby także opisać różne systemy socjalno-rozrodcze, które mają wpływ na odmienne strategie rozrodcze. U wielu gatunków samce nie konkurują bezpośrednio między sobą o samice, nie posiadają terytoriów, a sukces rozrodczy samca zależy np. od kolejności krycia samicy i/lub od tzw. „konkurencji plemników”.

Ocena zastosowanych procedur doświadczalnych - Materiał i metody

Rozdział Materiał i Metody rozpoczyna się obszerną charakterystyką badanego gatunku, w której dobrze by było dodać jeszcze jedną informację, a mianowicie dlaczego obie płcie chomika europejskiego aktywnie bronią swoich centrów aktywności. Autorka opisała także tereny na których prowadziła swoje badania, zebrany materiał badawczy oraz zastosowane w tych badaniach metody. Rozdział ten, podzielony na liczne podrozdziały, a informacje przedstawione są bardzo wyczerpująco. Ta część pracy, dość obszerna, zawiera wszystkie niezbędne informacje.

Mam jednak kilka uwagi do zastosowanej metodyki, z tego co zrozumiałem z opisu metody pozyskania zapachu, zwierzęta były przetrzymywane w klatkach z dostępem do pożywienia. Jeśli tak, to zapach pozostawiany na gąbce mógł pochodzić nie tylko od konkretnego osobnika, ale także od zjadanego przez niego pokarmu. W związku z tym, należałoby w opisie dodać informację, że był to zapach osobnika i pokarmu. Warto też rozważyć zamieszczenie opisu eksponowanego zapachu, jako „zapachu osobnika i pokarmu”, a później operować tylko skrótem „zapach”. To znacznie ułatwi lekturę.

Nie znalazłem w pracy informacji, jaka była łowność chomików i czy osobniki raz odłowione unikały przez jakiś czas pułapek i nie chciały się łowić? A jeśli tak to jak mogło to wpłynąć w wyniki i otrzymane wnioski?

Eksperyment 1

Mam uwagę do metodyki zastosowanej w eksperymencie 1 (Test 1.A.), wydaje się, że w takim układzie eksperymentalnym nie jesteśmy w stanie odróżnić preferencji w stosunku do samca

od preferencji w stosunku do jakiegokolwiek innego zapachu. Teraz jest już za późno na zmianę metodyki, ale należy pamiętać, że w takich eksperymentach nie eksponuje się kontroli w rozumieniu bez zapachu ale zapach kontrolny, ewentualnie brak zapachu i zapach kontrolny. Kolejna część badań w eksperymencie 1 (test 1.B.) była w zasadzie powtórzeniem testu 1.A., z tą różnicą, że pułapki eksponowano przy norach samic. W ostatniej części eksperymentu 1.C., podobnie jak w poprzednich jego częściach, brakuje informacji odnośnie do statusu, wieku i miejsca pochodzenia tzw. donorów zapachu. Brakuje tutaj też trochę logiki, opierając się na informacji zawartej przy opisie testu 1.B., w której Autorka wyjaśnia dlaczego nie użyła zapachu od samic, a w kolejnym teście 1.C. te wątpliwości już nie były ważne i zapachy samic zostały użyte. Nasuwa się w związku z tym oczywiste pytanie dlaczego?

W opisie metod i zebranych materiałów nie znalazłem informacji na temat tego ile razy dany osobnik był testowany i jeśli podlegał on wielokrotnym testom, to czy można uznać takiego osobnika za niezależną próbę?

Eksperyment z pokarmem

Nie bardzo rozumiem jaki zamysł stał za eksperymentem wyboru pułapki z pokarmem i bez pokarmu (z czystą gąbką)? Wydaje się oczywiste, że gryzonie powinny wybrać pułapki z przynętą (pokarmem), co jest zresztą podstawą odłowów tych zwierząt od wieków. Kolejny test P.B. wydaje się znacznie bardziej sensowny, chociaż wciąż pozostaje pytanie o to w jaki sposób traktować powtarzane pomiary tych samych osobników.

Eksperyment z zapachem na kartkach

W opisie metody brakuje informacji w jaki sposób odbywało się rejestrowanie zachowań chomików, czy było ono automatyczne i czujnik ruchu aktywował kamerę, czy też manualne? A jeśli manualne, to jaki był wpływ operatora kampery na zachowania zwierząt?

Ponadto nie zostało wyjaśnione w jaki sposób traktowano kolejne nagrania tych samych osobników w tym samym roku i latach poprzednich/kolejnych?

Ocena uzyskanych wyników - Wyniki

Ta część ocenianej pracy została przedstawiona w sposób przystępny. Autorka bogato ją ilustruje odpowiednimi wykresami oraz tabelami przedstawiającymi uzyskane dane doświadczalne. W pierwszej kolejności Pani mgr Eichert charakteryzuje i przedstawia czytelnikowi ogólne wyniki zebrane w trakcie czteroletnich badań, a następnie ilustruje proporcje udziału poszczególnych grup zachowań samców w trakcie eksperymentu 2 (Ryc. 5)

i w fazie II eksperymentu 3 (Ryc. 6). Przedstawione rysunki są niestety mało czytelne, z trudnością udaje się odróżnić poszczególne rodzaje zachowań. Być może warto rozważyć agregację zachowań do kilku głównych typów.

Hipoteza 1 – Komunikacja zapachowa obniża poziom agresji wewnątrzgatunkowej u chomika europejskiego

Wydaje się, że najprostszym sposobem jej zweryfikowania byłoby założenie eksperymentu z eksponowaniem zapachu nieznanymi osobnikami, a następnie konfrontacji tych osobników z osobnikami przy norach których eksponowano te zapachy.

Wyniki Eksperymentu 1A wskazują na wyraźną tendencję unikania zapachu nieznanymi samców. Brak różnic wynikał z niewielkiej próby i zastosowanej statystyki. W pozostałych testach Eksperymentu 1, rzeczywiście nie brak było różnic. Powraca jednak pytanie odnośnie do wielokrotnego testowania tych samych osobników.

W Eksperymentach PA wyniki okazały się dokładnie takie, jak pisałem wcześniej (nie widzę zasadności tego testu). Podobnie w kolejnym eksperymencie PB chomiki preferowały pokarm ponad informację zapachową płci przeciwnej.

Eksperyment z kartonami dowiódł, że testowane gryzonie zainteresowane były przede wszystkim kartonami bez względu na to co się na nich znajdowało. Odzwierciedla to zarówno liczba obserwacji (Ryc. 12), czas przebywania na kartonach (Ryc. 13), jak i czas wążania bodźca (Ryc. 14). Były one niemal identyczne dla gąbek z zapachem chomika, jak i gąbek kontrolnych.

Trochę mnie dziwią wyniki analiz eksperymentu 2, z rysunku 17 wyraźnie widać różnice w reakcji samców rezydentnych i odwiedzających na zapach. Samce rezydentne wyraźnie preferowały kontrolę (tzn. brak zapachu), a samce odwiedzające odwrotnie. I tutaj nasuwa się pytanie, dlaczego te reakcje były tak różne?

Hipoteza 2 - Agresywne interakcje między osobnikami nieznanymi

W eksperymentach, które miały weryfikować hipotezę 2 (Eksperyment 1A, Eksperyment 2) nie stwierdzono różnic w interakcjach pomiędzy chomikami pochodzącymi z różnych dystansów, w założeniach tych badań uznanych za znane i nieznanymi osobnikami. Jedyną obserwowaną różnicą były obserwowany trend, że chomiki relatywnie częściej podchodziły do informacji zapachowej pochodzącej od osobników nieznanymi (z dalszej odległości).

Hipoteza 3 – W przypadku bezpośredniego spotkania chomiki częściej unikają się niż wykazują wobec siebie agresję

W Eksperymentcie 3 testującym Hipotezę 3 nie stwierdzono, aby obecność drugiego osobnika miała wpływ na zachowanie testowanych chomików. Co ciekawe, w tym teście wyboru (eksperyment w Y labiryncie) nie stwierdzono preferencji chomików w stosunku do gąbki w porównaniu do zapachu kontrolnego. Najczęstszą reakcją testowanych osobników na obecność innego chomika był stres lub agresja. Być może sam eksperyment był dla tych zwierząt na tyle stresujący, że jego trakcie nie przejawiały one swoich zwykłych zachowań. Świadczyć o tym może duża liczba zachowań stresowych i agresywnych (w sumie stres i agresja często idą w parze). Dodatkowo, otrzymane w tym eksperymencie wyniki stroją w sprzeczności z wynikami otrzymanymi we wcześniejszych eksperymentach w terenie.

Ocena Dyskusji oraz Podsumowania

Kończąc niniejszą recenzję pragnę podkreślić rangę i znaczenie rozdziału Dyskusja, który zdaniem recenzenta, został dobrze opracowany. Jego treść, podobnie do treści Wstępu, przedstawiono w oparciu o bardzo bogatą, najnowszą oraz adekwatną do badanego problemu literaturę światową. Pragnę zwrócić uwagę, że Pani mgr Eichert w sposób dojrzały i odpowiedzialny konfrontuje uzyskane dane eksperymentalne ze wspomnianym piśmiennictwem. W trakcie przeprowadzonych badań bardzo rzadko uzyskujemy rezultaty, które pasują do „zakładanej tezy”. Wielką sztuką w takiej sytuacji jest umiejętność ich interpretacji, swoistego wytłumaczenia się z otrzymanych wyników i wskazanie przyszłych kierunków badań, które pozwolą na wyjaśnienie „rodzących się” na podstawie uzyskanych wyników kolejnych pytań. W opinii recenzenta, Autorka ocenianej pracy poradziła sobie z tym problemem bardzo dobrze. Wnioski końcowe, które Autorka sformułowała w sposób wyważony, odpowiadają celom pracy, uzyskanym wynikom i stanowią ważny wkład w ochronę tego gatunku.

Pomimo dobrze napisanej dyskusji zadaniem recenzenta jest wchodzenie w dyskurs, wskazywanie wątpliwości i naświetlanie wyników prac z innego punktu widzenia. W związku z tym poniżej zamieszczam swoje uwagi do niniejszego rozdziału:

- strona 83 - 84, moim zdaniem wyniki eksperymentu 1 wskazują na wyraźne różnice w reakcji na zapach pomiędzy płciami. Samce chomika unikały zapachu innych samców, a u samic nie stwierdzono różnic w wyborze pułapek z zapachem i pułapek kontrolnych. Natomiast, mam odmienne zdanie odnośnie do wyników Eksperymentu 2, w którym z niewiadomych przyczyn chomiki wręcz preferowały wykładane kartony bez względu na pozostawioną na nich informację zapachową (Ryc. 12). Ciekaw jestem jak Doktorantka wytłumaczyłaby to zjawisko.

- strona 84 – akapit zaczynający się od zdania „*U niektórych gatunków.....*” oraz kolejny akapit opisujący unikanie przez potencjalne ofiary zapachu drapieżnika należy usunąć, gdyż nie są tutaj potrzebne, nie nawiązują bowiem do przeprowadzonych badań i nie tłumaczą uzyskanych wyników.

- strona 85 – akapit opisujący wyniki uzyskane w Y labiryncie – moim zdaniem warto go rozwinąć o czynniki stresowe. Po pierwsze mogły mieć one wpływ na poziom agresji testowanych osobników, a po drugie na otrzymane w teście wyboru wyniki.

- strony 85 i 86 – opis wyników uzyskanych w Eksperymentcie 2, zabrakło mi tutaj rozwinięcia wątku zawartego w ostatnim zdaniu pierwszego akapitu zaczynającego się od słów: „*Na brak wyraźnej reakcji.....*”. Najprostszym wytłumaczeniem może być fakt, iż jest to gatunek odbywający dalekie wędrówki (np. w poszukiwaniu receptywnych samic), więc nawet oddalone chomiki mogły być osobnikami znanymi. Widzę, że Doktorantka opisuje to zagadnienie później na stronach 92 i 93.

- Podsumowanie – Autorka niepotrzebnie dyskutuje tutaj wyniki swoich badań. Jeśli podsumowanie ma zawierać się w punktach to powinny one być możliwie krótkie. Dlatego usunąłbym też wszelkie zbędne informacje „zaciemniające” ich wydźwięk, takie jak: opis analiz statystycznych i powołania na ryciny. Dodatkowo postarałbym się skrócić poszczególne punkty do najważniejszych wyników (poniżej podaję kilka przykładów).

1. Zapach samca był obojętnym nośnikiem informacji dla innych samców.
2. Nie stwierdzono preferencji chomików w stosunku do zapachu płci przeciwnej.
3. Nie stwierdzono reakcji behawioralnych chomików w labiryncie na eksponowany zapach innych osobników.
4. Rezydentne samce ignorowały zapach innych samców, swoich potencjalnych konkurentów

Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedłożona mi do oceny praca doktorska Pani mgr Urszula Eichert została napisana zwięzłym, zrozumiałym i poprawnym stylistycznie językiem polskim. Mam nadzieję, że moje uwagi i sugestie, które przedstawiłem w recenzji, posłużą Doktorantce w jej przyszłej pracy oraz będą pomocne w przygotowaniu wartościowych publikacji Jej autorstwa. Chcę w tym miejscu raz jeszcze podkreślić złożoność problemu badawczego oraz ogromny nakład pracy podjęty przy próbie jego rozwiązania.

Uważam, że rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.), w zw. z art. 179. Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z późn. zm.).

Zbigniew Borowski

Zbigniew Borowski