

Charles University in Prague, Faculty of Science

Department of Zoology

Ph.D. study program: Zoology

Summary of the Ph.D. Thesis



**Maternal Investment Strategy in Model Monotocous
and Polytocous Mammals: A Life-History Perspective**

Adam Dušek

Supervisor: Prof. Ing. Luděk Bartoš, DrSc.

Supervisor Specialist: Doc. RNDr. Pavel Stopka, PhD.

Prague, 2011

Abstract

The litter size is one of the most important determinants of mammalian life-histories. Depending on the size of the litter, the mammals can be divided into two main groups: (1) the monotocous mammals, producing only one offspring per litter; and (2) the polytocous mammals, producing more than one offspring per litter. This life-history dichotomy entails different strategies whereby the mammalian females may optimize their maternal investment. The aim of this Ph.D. thesis is to show variation in the maternal investment strategies of monotocous and polytocous mammals from a life-history perspective. In order to address this issue, I investigated the strategy of maternal investment in the red deer (*Cervus elaphus*), representing a typical monotocous mammal, and the house mouse (*Mus musculus*), representing a typical polytocous mammal. From a life-history perspective, the red deer, producing no more than one litter per year, can be viewed as a model of “K-selected species”, while the house mouse, producing up to ten litters per year, can be viewed as a model of “r-selected species”. The red deer and the house mouse are ideal model organisms for this type of research also because they both are representatives of the most common mammalian mating system – the simultaneous polygyny. A general assumption of the maternal investment theory is that in this mating system the maternal investment is optimized mainly to maximize reproductive success of male offspring. Both in the red deer and the house mouse, the females optimized their maternal investment according to their state. One way whereby the females optimized

Dušek, A. 2008. Zpráva o 30. mezinárodní etologické konferenci (15.–23. 8. 2007). Zprávy ČSEtS, 22: 18–20.

their investment was by controlling the offspring's intrauterine growth and date of birth. In addition, the investment tactics partly varied according to the sex of the offspring. In both species, the females tended to provide more investment to male than female offspring, but their investment tactics fundamentally differed depending on the species-specific life-history. The red deer females seemed to optimize their investment mainly to maximize the offspring competitiveness. By contrast, the house mouse females seemed to optimize their investment mainly to maximize the offspring number. In addition, the house mouse females showed a great phenotypic plasticity which may be an adaptation to a colonizing life strategy. The present Ph.D. thesis thus (1) shows the importance of a life-history perspective for understanding the variation in the maternal investment strategies of monotocous and polytocous mammals, and (2) challenges a general assumption of the maternal investment theory that in polygynous mammals the maternal investment is optimized mainly to maximize reproductive success of male offspring.

I. Dušek, A., Bartoš, L. & Švecová, L. 2007. The effect of a mother's rank on her offspring's pre-weaning rank in farmed red deer. *Applied Animal Behaviour Science*, 103: 146–155.

Maternal rank “inheritance” occurs in cercopithecine primates, spotted hyenas and several ungulates. A recently observed positive relationship between dominance rank of a mother and that of her sub-adult offspring in wild red deer (*Cervus elaphus*) suggests that maternal rank “inheritance” also occurs in this species. This may be caused by various factors. We have focused on one of them. Presuming that an offspring will “inherit” the dominance rank of its mother, we hypothesized that the mother will support her offspring by directing attacks towards the peers of her offspring. We observed three groups of hinds and calves (hinds/calves $n = 18/7$, $18/10$ and $28/14$, respectively). Observation took place since the 3rd month up to the 11th month of the calves' age. We recorded 8339 agonistic encounters. The rank of an animal was assessed by its fighting success. The fighting success of the offspring increased with the fighting success of its mother (GLMM, $F_{(1,31)} = 29.88$, $P = 0.0001$) and with the offspring's birth body weight (GLMM, $F_{(1,31)} = 22.72$, $P = 0.0001$). Milk hinds (females with a surviving calf) attacked other calves more often than the yeld hinds (females without a calf) did. The aggressiveness of the milk hinds increased with the aggressiveness of the attacked calves (GLMM, $F_{(2,164)} = 11.68$, $P = 0.0001$). Although we observed several events when a mother intervened on behalf of her offspring, it seems that mothers affected

Diploma theses

- Dušek, A.** 2000. Vliv hierarchického postavení laně na hierarchické postavení koloucha u jelena evropského (*Cervus elaphus*). B.Sc. Thesis (in Czech). Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice.
- Dušek, A.** 2003. Vliv potravního stresu a prenatalní androgenizace samice na poměr pohlaví u myši domácí (*Mus musculus*). M.Sc. Thesis (in Czech). Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice.

Other publications

- Bartoš, L., **Dušek, A.**, Kotrba, R. & Bartošová-Víchová, J. 2006. Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World. Research Institute of Animal Science, Praha.
- Bartoš, L., Kotrba, R., Pluháček, J. & **Dušek, A.** 2007. Možnosti sčítání zvěře pomocí termovize: srovnávací studie. *In: J. Kamler, J. Ferkl, J. Janota, D. Vaca & J. Dvořák (Eds.). Zjišťování Početních Stavů Zvěře a Myslivecké Plánování*. Pp. 32–37. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy.
- Dušek, A.** 2000. Rozhovor s prof. Zdeňkem Veselovským. *Pavučina*, 5: 19–23.
- Dušek, A.** 2005. Jane Goodallová v Praze aneb povídání nejen o šimpanzech. *Správy ČSEtS*, 18: 15–17.
- Dušek, A.** 2007. Bude to chlapeček, nebo holčička? Jak ovlivnit pohlaví potomka. *Vesmír*, 86: 484–486.

Kotrba, R., Bartoš, L., Bahbouh, R., Höschl, C., Šimeček, P., Kužmová, E., Pluháček, J., **Dušek, A.** & Bartošová, J. 2010. Sociomapping – metoda použitá pro analýzu a vizualizaci sociálních, prostorových a endokrinologických dat souvisejících s chováním ve skupině samců jelena evropského (*Cervus elaphus*). In: B. Bilčík, E. Bosíková, M. Cviková, P. Juhás, L. Košťál, L. Kršková, M. Okuliarová, L. Olexová & M. Zeman (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 29. 37. Etologická Konference, 15.–17. 11. 2010, Smolenice.

Kotrba, R., Bartoš, L., Bahbouh, R., Höschl, C., Šimeček, P., Kužmová, E., Pluháček, J., **Dušek, A.** & Bartošová, J. 2010. Sociomapping – new tool for analysis and visualization of social, spatial and hormonal links between members of a red deer male group. In: W. Flueck, J. Smith & A. Charrier (Eds.). Advances and Challenges in Deer Biology. Pp. 133–134. 7th International Deer Biology Congress, 1.–6. 8. 2010, Huilo.

Kotrba, R., Bartoš, L., Bartošová-Víchová, J., Panama, J., Kšáda, V., Šustr, P., Pluháček, J., **Dušek, A.**, Vaňková-Formanová, D., Illman, G., Šmidová, E. & Miller, K. V. 2006. Cooperative anti-predatory behaviour in sympatric white-tailed, fallow, roe and red deer: experimental confirmation using a dummy. In: L. Bartoš, **A. Dušek**, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová (Eds.). Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World. Pp. 136. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.

the rank of their offspring rather indirectly by the offspring's birth body weight, timing of delivery, etc.

II. Drábková, J., Bartošová, J., Bartoš, L., Kotrba, R., Pluháček, J., Švecová, L., Dušek, A. & Kott, T. 2008. Sucking and allosucking duration in farmed red deer (*Cervus elaphus*). Applied Animal Behaviour Science, 113: 215–223.

Sucking duration in ungulates does not only mean milk transfer, but is also associated with maternal care in general. It seems to be a reflection of offspring demand rather than solely milk transfer rate. Thus, the objective of this study was to discriminate between sucking and allosucking (i.e. sucking non-maternal hind) behaviour in red deer according to the sucking duration. We hypothesized that: (1) calves should suck longer from their mothers than allosuck from non-maternal hinds; (2) sucking duration of calves frequently nursed by a particular non-maternal hind should be longer than that of calves occasionally allonursed; (3) sucking duration should be longer for bouts including one calf than two or more calves sucking simultaneously; (4) male calves should suck and allosuck longer than female calves; and (5) primiparous hinds should nurse and allonurse longer than multiparous hinds. We observed sucking behaviour of 25 hinds and their 38 calves (from birth until the youngest calf reached one month of age) in two seasons. We recorded 1730 sucking bouts,

of which 11.62% in the first season and 4.37% in the second season were non-filial. The duration of filial sucking was significantly longer than non-filial sucking. A large individual variance in the incidence of non-filial sucking in both the calves and hinds was found. Therefore, the non-filial hind–calf pairs were categorized in two clusters according to the frequency of nursing non-filial calves for one hind in relationship to all nursing events for this hind by a cluster analysis (PROC CLUSTER, SAS). We used a general linear mixed model, GLMM (PROC MIXED, SAS) to test the influence of hind relationship to the nursed calf (filial, frequently allosucking non-filial, or occasionally allosucking non-filial pair). Sucking duration of occasionally allosucking non-filial calves was only marginally different from that of filial calves. There was no difference between the two groups of non-filial calves. Multiple sucking bouts were shorter than those with one calf. Male calves sucked longer than female calves; however, the greatest difference was recorded between frequently allosucking non-filial pairs of both sexes. Frequently allosucking non-filial males sucked the longest and differently from occasionally allosucking non-filial males. Frequently allosucking non-filial females sucked the shortest and differently from filial calves of both sexes. It is more likely that allosucking seems to be more important for male rather than female calves. Therefore, it is concluded that allosucking calves differ in their sucking behaviour and two types of allosuckers (frequent and occasional) should be taken into account when analyzing allosuckling behaviour.

- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2008. Optimization of reproductive effort in mouse females. *In: L. Boyle, N. O'Connell & A. Hanlon (Eds.). Applied Ethology Addressing Future Challenges in Animal Agriculture.* Pp. 247. 42nd Congress of the ISAE, 5.–9. 8. 2008, Dublin.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2008. Vliv stresu na reprodukční optimalizaci samic myši domácí. *In: K. Vlček, M. Konečná & J. Havlíček (Eds.). Program a Abstrakty.* Pp. 14. 35. Etologická Konference, 12.–15. 11. 2008, České Budějovice.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2009. Pre-mating stress and pre-natal masculinization affect maternal investment in female mice. *In: M. Hausberger, S. Barbu, V. Biquand et al. (Eds.).* Pp. 213. 31st International Ethological Conference, 19.–24. 8. 2009, Rennes.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2010. Developmental instability of ano-genital distance index: causes and consequences. *In: P. Stopka, R. Stopková, H. Uhlířová, K. Janotová, K. Daniszová & J. Suchan (Eds.). Book of Abstracts.* Pp. 9–10. The Central European Meeting on Genes, Gene Expression and Behaviour, 4.–17. 11. 2010, Hrubá Skála.
- Dušek, A., Sedláček, F. & Bartoš, L.** 2003. The effect of pre-mating stress and prenatal androgenisation on reproduction in CD-1 mouse females. *In: M. Macholán, J. Bryja & J. Zima (Eds.). Program & Abstracts & List of Participants.* Pp. 92. 4th European Congress of Mammalogy, 27. 7.–1. 8. 2003, Brno.

- Dušek, A. & Bartoš, L.** 2006. The effect of the birth weight on the calf's allosucking success in the red deer (*Cervus elaphus*) supports the compensation hypothesis. *In: L. Bartoš, A. Dušek, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová* (Eds.). *Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World*. Pp. 132-133. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.
- Dušek, A. & Bartoš, L.** 2006. Vliv pohlaví koloucha na úspěšnost sání u cizích laní jelena evropského (*Cervus elaphus*): podpora kompenzační hypotézy. *In: H. Chaloupková, M. Rajman, P. Surovec & K. Vlček* (Eds.). *Program a Abstrakty*. Pp. 10. 33. Etologická Konference, 19.–22. 4. 2006, Jihlava.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2004. Analýza optimalizace reprodukčního úsilí samic laboratorního kmene CD-1 myši domácí. *In: J. Bryja & J. Zukal* (Eds.). *Sborník Abstraktů z Konference*. Pp. 175. *Zoologické Dny*, 12.–13. 2. 2004, Brno.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2007. Developmental instability of the ano-genital distance index in the house mouse females. *In: R. Brown, L. Phillimore, S. Gadbois, S. Adamo, V. Lolordo, T.-P. Sinal, D. Lusseau, M. S. C. Leonard, H. Schellinck & J. Stamp* (Eds.). *Abstracts*. Pp. 97. 30th International Ethological Conference, 15.–23. 8. 2007, Halifax.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2007. Ontogenetická stabilita indexu ano-genitální vzdálenosti: prediktoru prenatalní maskulinizace u polytokných savců? *In: J. Bryja, J. Zukal & Z. Řehák* (Eds.). *Sborník Abstraktů z Konference*. Pp. 166. *Zoologické Dny*, 8.–9. 2. 2007, Brno.

III. Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. Mixed sex allocation strategies in a polytocous mammal, the house mouse (*Mus musculus*). Behavioral Ecology and Sociobiology, under review.

The issue of adaptive adjustment of offspring sex ratio (proportion of male births) in polytocous mammals, producing several offspring per litter, is controversial because females of these species can maximize their fitness mainly by adjusting offspring number. To address this issue, we examined the effect of maternal condition at mating, experimentally decreased by pre-mating food restriction, on the sex ratio variation in 137 female mice. We tested two basic sex allocation hypotheses plausible for polytocous mammals: (1) the Myers hypothesis, predicting that cheaper sex should be favored in poor environmental conditions to maximize offspring number; and (2) the Williams hypothesis, predicting maximum fitness returns by adjusting size- and sex-specific composition of the litter according to the maternal condition. The food-restricted mothers produced larger litters with a higher proportion of cheaper daughters than the control mothers. By contrast, the control mothers optimized size and sex composition of the litter according to their weight at mating. In addition, the offspring of the food-restricted mothers suffered less from pre-weaning mortality than those of the control mothers. Therefore, when comparing the groups, the Myers hypothesis had a general significance while the Williams hypothesis was plausible only for the control mothers. Furthermore, some of the food-restricted mothers partly coped with the pre-mating food restriction

and increased the proportion of sons in the litter with the increasing maternal weight loss (during the period of food restriction). The sex ratio variation was thus a result of three sex allocation strategies depending on the maternal condition at mating.

IV. Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. 2010. Developmental instability of ano-genital distance index: implications for assessment of prenatal masculinization. *Developmental Psychobiology*, 52: 568–573.

Prenatal androgens are generally assumed to permanently affect the morphology of external genitalia. In laboratory rodents, the ano-genital distance index (AGDI) has become widely used as a marker of natural prenatal masculinization. A greater value should indicate a greater masculinization. The aim of this study was to assess the developmental stability of the AGDI in female mice during pre- (Days 1–21) and postweaning (Days 21–61) periods. Presuming that the AGDI reflects a permanent effect of prenatal masculinization, we hypothesized that the AGDI will be a developmentally stable morphometric measurement (interindividual differences in the AGDI measurement should persist over time). In contrast to our prediction, the AGDI showed poor repeatability both during pre- (.15) and postweaning (.22) periods, indicating developmental instability. (A value of 1 indicates perfect repeatability and a value of 0 indicates no

World. Pp. 139–140. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.

Drábková, J., Víchová, J., Bartoš, L., Pluháček, J., Kotrba, R., Švecová, L., **Dušek, A.** & Kott, T. 2006. Délka kojení vlastních a allosajících kolouchů u jelena evropského (*Cervus elaphus*) II. *In: H. Chaloupková, M. Rajman, P. Surovec & K. Vlček (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 43. 33. Etologická Konference, 19.–22. 4. 2006, Jihlava.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2004. Ovlivňuje dominantní úspěšnost laně jelena evropského dominantní úspěšnost koloucha? *In: L. Košťál, M. Sedláčková & M. Rajman (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 16. 31. Etologická Konference, 15.–17. 4. 2004, Pořana.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2005. The effect of a mother's rank on her offspring's dominance success in the red deer (*Cervus elaphus*). *In: R. Sándor (Ed.). Book of Abstracts. Pp. 61. 29th International Ethological Conference, 20.–27. 8 2005, Budapest.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2005. Vliv potravního stresu na mateřskou investici u myši domácí. *In: H. Chaloupková, L. Košťál, M. Rajman & P. Surovec (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 17. 32. Etologická Konference, 27.–30. 4. 2005, Nečtiny.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2006. Ovlivňuje agresivní chování koloucha jeho úspěšnost sání u cizích laní? *In: J. Bryja & J. Zukal (Eds.). Sborník Abstraktů z Konference. Pp. 199–200. Zoologické Dny, 9.–10. 2. 2006, Brno.*

12th International Behavioural Ecology Congress, 9.–15. 8. 2008, Ithaca.

Bartoš, L., Kotrba, R., Švecová, L., **Dušek, A.**, Bartošová, J. & Kott, T. 2008. Výběr subordinátního partnera laní jelena evropského: nehoda nebo výhoda? *In*: K. Vlček, M. Konečná & J. Havlíček (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 12. 35. Etologická Konference, 12.–15. 11. 2008, České Budějovice.

Bartošová-Víchová, J., Bartoš, L., Drábková, J., Švecová, L., Pluháček, J., Kotrba, R. & **Dušek, A.** 2006. Do red deer (*Cervus elaphus*) grandmothers nurse their grandchildren? *In*: L. Bartoš, **A. Dušek**, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová (Eds.). Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World. Pp. 133–134. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.

Bartošová-Víchová, J., Bartoš, L., Formanová-Vaňková, D., Drábková, J., Pluháček, J., Švecová, L., Kotrba, R., **Dušek, A.** & Kott, T. 2007. Mothers and others: compensatory function of allosucking in domestic cattle and farmed deer. *In*: R. Brown, L. Phillmore, S. Gadbois, S. Adamo, V. Lolordo, T.-P. Sinal, D. Lusseau, M. S. C. Leonard, H. Schellinck & J. Stamp (Eds.). Abstracts. Pp. 64. 30th International Ethological Conference, 15.–23. 8. 2007, Halifax.

Drábková, J., Bartošová-Víchová, J., Bartoš, L., Pluháček, J., Kotrba, R., Švecová, L. & **Dušek, A.** 2006. Does a hind's rank affect duration of filial and non-filial calf's nursing in red deer (*Cervus elaphus*)? *In*: L. Bartoš, **A. Dušek**, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová (Eds.). Advances in Deer Biology: Deer in a Changing

repeatability.) The AGDI thus does not seem to be a reliable marker of prenatal female masculinization.

Curriculum Vitae

Name: Adam Dušek

Date and place of birth: August 30, 1978 in Prague

Citizenship: Czech Republic

Education and employment

2003–2011: Postgraduate (Ph.D.) study in Zoology, Department of Zoology, Faculty of Science, Charles University in Prague

2004–2011: Research assistant, Department of Ethology, Institute of Animal Science

2000–2003: Graduate (M.Sc.) study in Zoology, Department of Zoology, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia

1997–2000: Undergraduate (B.Sc.) study in Biology, Department of Zoology, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia

Study visit abroad

2002: General Zoology, University of Essen, Germany (1 month)

Author's bibliography

Publications in peer reviewed international journals

Dušek, A., Bartoš, L. & Švecová, L. 2007. The effect of a mother's rank on her offspring's pre-weaning rank in farmed red deer. *Applied Animal Behaviour Science*, 103: 146–155.

Drábková, J., Bartošová, J., Bartoš, L., Kotrba, R., Pluháček, J., Švecová, L., **Dušek, A.** & Kott, T. 2008. Sucking and allosucking duration in farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 113: 215–223.

Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. 2010. Developmental instability of ano-genital distance index: implications for assessment of prenatal masculinization. *Developmental Psychobiology*, 52: 568–573.

Manuscripts submitted in peer reviewed international journals

Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. Mixed sex allocation strategies in a polytocous mammal, the house mouse (*Mus musculus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, under review.

Conference contributions

Bartoš, L., Kotrba, R., Švecová, L., **Dušek, A.** & Bartošová, J. 2008. Social dominance and reproduction in red deer: choosing subordinate mate – potential benefit for the female's reproductive success. *In: Abstracts and Participants*. Pp. 149.

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie

Doktorský studijní program: zoologie

Autoreferát disertační práce



**Strategie Mateřské Investice u Modelového
Monotokního a Polytokního Savce z Pohledu
Životní Historie**

Adam Dušek

Školitel: Prof. Ing. Luděk Bartoš, DrSc.

Školitel specialista: Doc. RNDr. Pavel Stopka, PhD.

Praha, 2011

Abstrakt

Velikost vrhu je jedním z nejdůležitějších faktorů určujících životní historii savců. Podle velikosti vrhu mohou být savci rozděleni na dvě základní skupiny: (1) monotokní savci, kteří produkují vrhy pouze s jedním mládětem, a (2) polytokní savci, kteří produkují vrhy s více mláďaty. Tato dichotomie vedla k rozrůznění strategií, kterými samice savců optimalizují svou mateřskou investici. Cílem této disertační práce je ukázat rozdílnost strategií mateřské investice monotokních a polytokních savců z pohledu teorie životní historie. Pro tento účel byla zkoumána strategie mateřské investice u jelena lesního (*Cervus elaphus*), typicky monotokního savce, a myši domácí (*Mus musculus*), typicky polytokního savce. Z pohledu teorie životní historie představuje jelen lesní, který produkuje ne více než jeden vrh ročně, modelového “K-stratéga”. Naopak myš domácí, která může produkovat až deset vrhů za rok, představuje modelového “r-stratéga”. Jelen lesní a myš domácí jsou ideálními modelovými organismy pro tento typ výzkumu i proto, že oba tyto druhy jsou zástupci vůbec nejvíce rozšířeného reprodukčního systému savců – simultánní polygynie. Obecným předpokladem teorie mateřské investice je, že v tomto reprodukčním systému matky optimalizují svou investici hlavně proto, aby maximalizovaly reprodukční úspěch svých samčích potomků. Jak u jelena lesního, tak u myši domácí samice optimalizovaly svou mateřskou investici podle své kondice. Jedním ze způsobů, kterými optimalizovaly svou investici, byla kontrola prenatalního růstu a data porodu potomka. Navíc investiční taktiky samic částečně závisely na pohlaví potomka. U obou

Dušek, A. 2008. Zpráva o 30. mezinárodní etologické konferenci (15.–23. 8. 2007). Zprávy ČSEtS, 22: 18–20.

zkoumaných druhů měly samice tendenci investovat více do samčích než samičích potomků. Zdá se však, že jejich investiční taktiky se zásadním způsobem lišily podle druhově specifické životní historie. Samice jelena lesního optimalizovaly svou investici hlavně k maximalizaci konkurenceschopnosti svých potomků. Naproti tomu samice myši domácí optimalizovaly svou investici především k maximalizaci počtu svých potomků. U samic myši domácí byla navíc pozorována velká fenotypová plasticita, která může být adaptací na kolonizační způsob života. Předkládaná disertační práce tak (1) ukazuje důležitost teorie životní historie pro pochopení rozdílnosti strategií mateřské investice monotokních a polytokních savců a (2) zpochybňuje obecně uznávaný předpoklad teorie mateřské investice, že samice polygynních savců optimalizují svou mateřskou investici hlavně proto, aby maximalizovaly reprodukční úspěch svých samčích potomků.

I. Dušek, A., Bartoš, L. & Švecová, L. 2007. The effect of a mother's rank on her offspring's pre-weaning rank in farmed red deer. (Vliv sociálního postavení matky na sociální postavení jejího potomka v období před odstavením u farmově chovaného jelena lesního.) Applied Animal Behaviour Science, 103: 146–155.

U několika druhů primátů z čeledi kočkodanovitých, hyen skvrnitých a několika druhů sudokopytníků a lichokopytníků bylo pozorováno, že potomek „dědí“ sociální postavení své matky. Přenos sociálního postavení z matky na subadultní potomstvo byl nedávno pozorován také u divoce žijícího jelena lesního (*Cervus elaphus*). To naznačuje, že k tomuto procesu dochází i u tohoto druhu. V této studii jsme se zaměřili na jednu z několika možných příčin. Předpokládali jsme, že potomek bude „dědit“ sociální postavení své matky. Na základě tohoto předpokladu jsme testovali hypotézu, že matka bude podporovat svého potomka v agonistických interakcích s jeho vrstevníky. Pozorovali jsme tři skupiny laní a kolouchů (laně/kolouši $n = 18/7$, $18/10$ a $28/14$ v tomto pořadí). Pozorování probíhalo od třetího do jedenáctého měsíce života kolouchů. Celkem jsme zaznamenali 8339 agonistických interakcí. Sociální postavení jednotlivce bylo odhadováno pomocí jeho úspěšnosti v agonistických interakcích. Sociální postavení potomka rostlo společně se sociálním postavením jeho matky (GLMM, $F_{(1,31)} = 29,88$; $P = 0,0001$) a jeho porodní tělesnou hmotností (GLMM, $F_{(1,31)} = 22,72$; $P = 0,0001$). Laně, které kojily vlastního koloucha, útočily na ostatní kolouchy

Diplomové práce

- Dušek, A. 2000.** Vliv hierarchického postavení laně na hierarchické postavení koloucha u jelena evropského (*Cervus elaphus*). Bakalářská diplomová práce. Biologická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Dušek, A. 2003.** Vliv potravního stresu a prenatální androgenizace samice na poměr pohlaví u myši domácí (*Mus musculus*). Magisterská diplomová práce. Biologická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Ostatní publikace

- Bartoš, L., **Dušek, A.**, Kotrba, R. & Bartošová-Víchová, J. 2006. Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World. Research Institute of Animal Science, Praha.
- Bartoš, L., Kotrba, R., Pluháček, J. & **Dušek, A.** 2007. Možnosti sčítání zvěře pomocí termovize: srovnávací studie. In: J. Kamler, J. Ferkl, J. Janota, D. Vaca & J. Dvořák (Eds.). Zjišťování Početních Stavů Zvěře a Myslivecké Plánování. Pp. 32–37. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy.
- Dušek, A. 2000.** Rozhovor s prof. Zdeňkem Veselovským. Pavučina, 5: 19–23.
- Dušek, A. 2005.** Jane Goodallová v Praze aneb povídání nejen o šimpanzech. Správy ČSEtS, 18: 15–17.
- Dušek, A. 2007.** Bude to chlapeček, nebo holčička? Jak ovlivnit pohlaví potomka. Vesmír, 86: 484–486.

Kotrba, R., Bartoš, L., Bahbouh, R., Höschl, C., Šimeček, P., Kužmová, E., Pluháček, J., **Dušek, A.** & Bartošová, J. 2010. Sociomapping – metoda použitá pro analýzu a vizualizaci sociálních, prostorových a endokrinologických dat souvisejících s chováním ve skupině samců jelena evropského (*Cervus elaphus*). In: B. Bilčík, E. Bosíková, M. Cviková, P. Juhás, L. Košťál, L. Kršková, M. Okuliarová, L. Olexová & M. Zeman (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 29. 37. Etologická Konference, 15.–17. 11. 2010, Smolenice.

Kotrba, R., Bartoš, L., Bahbouh, R., Höschl, C., Šimeček, P., Kužmová, E., Pluháček, J., **Dušek, A.** & Bartošová, J. 2010. Sociomapping – new tool for analysis and visualization of social, spatial and hormonal links between members of a red deer male group. In: W. Flueck, J. Smith & A. Charrier (Eds.). Advances and Challenges in Deer Biology. Pp. 133–134. 7th International Deer Biology Congress, 1.–6. 8. 2010, Huilo.

Kotrba, R., Bartoš, L., Bartošová-Víchová, J., Panama, J., Kšáda, V., Šustr, P., Pluháček, J., **Dušek, A.**, Vaňková-Formanová, D., Illman, G., Šmidová, E. & Miller, K. V. 2006. Cooperative anti-predatory behaviour in sympatric white-tailed, fallow, roe and red deer: experimental confirmation using a dummy. In: L. Bartoš, **A. Dušek**, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová (Eds.). Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World. Pp. 136. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.

častěji než laně bez koloucha. Útočnost laní s kolouchem navíc rostla s agresivitou napadených kolouchů (GLMM, $F_{(2,164)} = 11,68$; $P = 0,0001$). Několikrát jsme pozorovali, že matka zasáhla ve prospěch svého potomka. Přesto se však zdá, že matky ovlivňovaly sociální postavení svých potomků spíše nepřímo prostřednictvím tělesné hmotnosti potomků při porodu, datem porodu, atd.

II. Drábková, J., Bartošová, J., Bartoš, L., Kotrba, R., Pluháček, J., Švecová, L., Dušek, A. & Kott, T. 2008. Sucking and allosucking duration in farmed red deer (*Cervus elaphus*). (Délka kojení a alokjení u farmově chovaného jelena lesního (*Cervus elaphus*)). Applied Animal Behaviour Science, 113: 215–223.

U sudokopytníků a lichokopytníků má kojení význam nejen nutritivní, ale odráží také celkovou rodičovskou péči. Více než množství poskytnutého mléka odráží kojení nutritivní nároky potomka. Cílem této studie bylo zjistit, zda se délka kojení kolouchů jelena lesního liší podle toho, jestli sají od vlastních matek či nevlastních kojících samic ve skupině. Testovali jsme následující hypotézy: (1) kolouši by měli sát déle od vlastních matek než od nevlastních kojících samic, (2) mezi frekvencí a délkou kojení nevlastních kolouchů by měla být pozitivní korelace, (3) mezi počtem kojených kolouchů a délkou kojení by měla být negativní korelace, (4) samčí kolouši by měli být kojeni déle než samičí, (5)

prvorodičky by měly kojit déle než víceroďičky. Ve dvou sezónách (od porodu do jednoho měsíce věku nejmladšího koloucha) jsme pozorovali kojení u 25 laní a 38 kolouchů. Celkem jsme zaznamenali 1730 kojení, z toho v první sezóně 11,62 % a v druhé sezóně 4,37 % kojení bylo od nevlastních laní. Laně kojily své vlastní kolouchy významně déle než cizí kolouchy. V kojení nevlastních kolouchů však byla zaznamenána značná variabilita. Proto jsme kolouchy rozdělili pomocí klastrové analýzy (PROC CLUSTER, SAS) podle frekvence kojení na „vlastní“, „nevlastní, často kojené“ a „nevlastní, příležitostně kojené“. Toto rozdělení bylo testováno pomocí obecného lineárního smíšeného modelu (PROC MIXED, SAS). Délka kojení „nevlastních, příležitostně kojených“ kolouchů se pouze mírně lišila od délky kojení kolouchů „vlastních“. V délce kojení obou skupin „nevlastních“ kolouchů nebyl žádný rozdíl. Laně kojily jednoho koloucha déle než více kolouchů. Samčí kolouši byli kojeni déle než samičí, přičemž největší rozdíl byl zaznamenán ve skupině „nevlastních, často kojených“ kolouchů. Celkově byli „nevlastní, často kojené“ samičí kolouši kojeni nejdéle. Naopak „nevlastní, často kojené“ samičí kolouši byli kojeni nejkratší dobu. Je proto možné, že kojení nevlastními laněmi je důležitější pro samičí než samičí kolouchy. V souhrnu jsme zjistili, že existují dva typy „nevlastních“ kolouchů lišících se podle frekvence kojení. Tato rozdílnost by proto měla být brána v úvahu při analýze kojení nevlastními samicemi.

- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2008. Optimization of reproductive effort in mouse females. *In: L. Boyle, N. O'Connell & A. Hanlon (Eds.). Applied Ethology Addressing Future Challenges in Animal Agriculture.* Pp. 247. 42nd Congress of the ISAE, 5.–9. 8. 2008, Dublin.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2008. Vliv stresu na reprodukční optimalizaci samic myši domácí. *In: K. Vlček, M. Konečná & J. Havlíček (Eds.). Program a Abstrakty.* Pp. 14. 35. Etologická Konference, 12.–15. 11. 2008, České Budějovice.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2009. Pre-mating stress and pre-natal masculinization affect maternal investment in female mice. *In: M. Hausberger, S. Barbu, V. Biquand et al. (Eds.).* Pp. 213. 31st International Ethological Conference, 19.–24. 8. 2009, Rennes.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2010. Developmental instability of ano-genital distance index: causes and consequences. *In: P. Stopka, R. Stopková, H. Uhlířová, K. Janotová, K. Daniszová & J. Suchan (Eds.). Book of Abstracts.* Pp. 9–10. The Central European Meeting on Genes, Gene Expression and Behaviour, 4.–17. 11. 2010, Hrubá Skála.
- Dušek, A., Sedláček, F. & Bartoš, L.** 2003. The effect of pre-mating stress and prenatal androgenisation on reproduction in CD-1 mouse females. *In: M. Macholán, J. Bryja & J. Zima (Eds.). Program & Abstracts & List of Participants.* Pp. 92. 4th European Congress of Mammalogy, 27. 7.–1. 8. 2003, Brno.

- Dušek, A. & Bartoš, L.** 2006. The effect of the birth weight on the calf's allosucking success in the red deer (*Cervus elaphus*) supports the compensation hypothesis. *In: L. Bartoš, A. Dušek, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová* (Eds.). *Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World*. Pp. 132-133. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.
- Dušek, A. & Bartoš, L.** 2006. Vliv pohlaví koloucha na úspěšnost sání u cizích laní jelena evropského (*Cervus elaphus*): podpora kompenzační hypotézy. *In: H. Chaloupková, M. Rajman, P. Surovec & K. Vlček* (Eds.). *Program a Abstrakty*. Pp. 10. 33. Etologická Konference, 19.–22. 4. 2006, Jihlava.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2004. Analýza optimalizace reprodukčního úsilí samic laboratorního kmene CD-1 myši domácí. *In: J. Bryja & J. Zukal* (Eds.). *Sborník Abstraktů z Konference*. Pp. 175. *Zoologické Dny*, 12.–13. 2. 2004, Brno.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2007. Developmental instability of the ano-genital distance index in the house mouse females. *In: R. Brown, L. Phillimore, S. Gadbois, S. Adamo, V. Lolordo, T.-P. Sinal, D. Lusseau, M. S. C. Leonard, H. Schellinck & J. Stamp* (Eds.). *Abstracts*. Pp. 97. 30th International Ethological Conference, 15.–23. 8. 2007, Halifax.
- Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F.** 2007. Ontogenetická stabilita indexu ano-genitální vzdálenosti: prediktoru prenatalní maskulinizace u polytokních savců? *In: J. Bryja, J. Zukal & Z. Řehák* (Eds.). *Sborník Abstraktů z Konference*. Pp. 166. *Zoologické Dny*, 8.–9. 2. 2007, Brno.

III. Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. Mixed sex allocation strategies in a polytocous mammal, the house mouse (*Mus musculus*). (Smíšené strategie poměru pohlaví u polytokního savce, myši domácí (*Mus musculus*.) Behavioral Ecology and Sociobiology, v řízení.

U polytokních savců, kteří produkují vrhy s více než jedním potomkem, je otázka optimalizace poměru pohlaví potomků (procento narozených samčích potomků) problematická. Důvodem je, že samice těchto druhů savců mohou maximalizovat svojí fitness především optimalizací počtu potomků. Pro zodpovězení výše nastíněné otázky jsme testovali vliv kondice matky při páření (experimentálně snížené restrikcí potravy před pářením) na variabilitu poměru pohlaví potomků při porodu u 137 samic myši. Testovány byly dvě základní hypotézy vhodné pro polytokní druhy savců: (1) „Hypotéza Myersové“ predikující, že v horších podmínkách prostředí by matky měly produkovat více potomků „levnějšího“ pohlaví k maximalizaci celkového počtu svých potomků, a (2) „Hypotéza Williamse“ predikující, že matky polytokních savců by měly optimalizovat poměr pohlaví a velikost vrhu především k maximalizaci reprodukčního úspěchu svých synů. Matky vystavené potravní restrikci produkovaly větší vrhy, s větším podílem „levnějších“ dcer než kontrolní matky. Naproti tomu kontrolní matky optimalizovaly poměr pohlaví a velikost vrhu podle své tělesné hmotnosti při páření. V období před odstavem byla navíc u potomků matek vystavených potravní restrikci zaznamenána nižší

mortalita než u potomků matek kontrolních. Ze srovnání obou skupin vyplývá, že „Hypotéza Myersové“ měla obecnou platnost, zatímco „Hypotéza Williamse“ platila pouze pro skupinu kontrolních matek. Kromě toho výsledky naznačují, že některé matky se s potravní restrikcí vyrovnaly a zvýšily podíl „nákladnějších“ synů ve vrhu spolu se zvyšující se ztrátou své hmotnosti po období potravní restrikce. Variabilita poměru pohlaví potomků tedy byla výsledkem celkem tří strategií lišících se podle kondice matky při páření.

IV. Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. 2010. Developmental instability of ano-genital distance index: implications for assessment of prenatal masculinization. (Vývojová nestabilita indexu ano-genitální vzdálenosti: význam pro hodnocení prenatální maskulinizace.) *Developmental Psychobiology*, 52: 568–573.

Androgeny působící v prenatálním období vývoje jsou obecně považovány za faktory, které mají permanentní vliv na morfologii vnějších genitálií. U laboratorních hlodavců bývá často používaným markerem přirozené prenatální maskulinizace tzv. index ano-genitální vzdálenosti (Ano-Genital Distance Index – AGDI). Větší hodnota tohoto indexu by měla vyjadřovat větší stupeň prenatální maskulinizace. Cílem této studie bylo testovat vývojovou stabilitu AGDI u samic myši během období před (1.–21. den života) a po

World. Pp. 139–140. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.

Drábková, J., Víchová, J., Bartoš, L., Pluháček, J., Kotrba, R., Švecová, L., **Dušek, A.** & Kott, T. 2006. Délka kojení vlastních a allosajících kolouchů u jelena evropského (*Cervus elaphus*) II. *In: H. Chaloupková, M. Rajman, P. Surovec & K. Vlček (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 43. 33. Etologická Konference, 19.–22. 4. 2006, Jihlava.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2004. Ovlivňuje dominantní úspěšnost laně jelena evropského dominantní úspěšnost koloucha? *In: L. Košťál, M. Sedláčková & M. Rajman (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 16. 31. Etologická Konference, 15.–17. 4. 2004, Pořana.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2005. The effect of a mother's rank on her offspring's dominance success in the red deer (*Cervus elaphus*). *In: R. Sándor (Ed.). Book of Abstracts. Pp. 61. 29th International Ethological Conference, 20.–27. 8 2005, Budapest.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2005. Vliv potravního stresu na mateřskou investici u myši domácí. *In: H. Chaloupková, L. Košťál, M. Rajman & P. Surovec (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 17. 32. Etologická Konference, 27.–30. 4. 2005, Nečtiny.*

Dušek, A. & Bartoš, L. 2006. Ovlivňuje agresivní chování koloucha jeho úspěšnost sání u cizích laní? *In: J. Bryja & J. Zukal (Eds.). Sborník Abstraktů z Konference. Pp. 199–200. Zoologické Dny, 9.–10. 2. 2006, Brno.*

12th International Behavioural Ecology Congress, 9.–15. 8. 2008, Ithaca.

Bartoš, L., Kotrba, R., Švecová, L., **Dušek, A.**, Bartošová, J. & Kott, T. 2008. Výběr subordinátního partnera laní jelena evropského: nehoda nebo výhoda? *In*: K. Vlček, M. Konečná & J. Havlíček (Eds.). Program a Abstrakty. Pp. 12. 35. Etologická Konference, 12.–15. 11. 2008, České Budějovice.

Bartošová-Víchová, J., Bartoš, L., Drábková, J., Švecová, L., Pluháček, J., Kotrba, R. & **Dušek, A.** 2006. Do red deer (*Cervus elaphus*) grandmothers nurse their grandchildren? *In*: L. Bartoš, **A. Dušek**, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová (Eds.). Advances in Deer Biology: Deer in a Changing World. Pp. 133–134. 6th International Deer Biology Congress, 7.–11. 8. 2006, Praha.

Bartošová-Víchová, J., Bartoš, L., Formanová-Vaňková, D., Drábková, J., Pluháček, J., Švecová, L., Kotrba, R., **Dušek, A.** & Kott, T. 2007. Mothers and others: compensatory function of allosucking in domestic cattle and farmed deer. *In*: R. Brown, L. Phillmore, S. Gadbois, S. Adamo, V. Lolordo, T.-P. Sinal, D. Lusseau, M. S. C. Leonard, H. Schellinck & J. Stamp (Eds.). Abstracts. Pp. 64. 30th International Ethological Conference, 15.–23. 8. 2007, Halifax.

Drábková, J., Bartošová-Víchová, J., Bartoš, L., Pluháček, J., Kotrba, R., Švecová, L. & **Dušek, A.** 2006. Does a hind's rank affect duration of filial and non-filial calf's nursing in red deer (*Cervus elaphus*)? *In*: L. Bartoš, **A. Dušek**, R. Kotrba & J. Bartošová-Víchová (Eds.). Advances in Deer Biology: Deer in a Changing

(21.–61. den života) odstavu. Předpokládali jsme, že AGDI odráží permanentní vliv prenatalní maskulinizace. Na základě tohoto předpokladu jsme testovali hypotézu, že AGDI bude vývojově stabilním morfometrickým znakem. Jinými slovy, interindividuální rozdíly v AGDI by měly přetrvávat v čase. V rozporu s naší hypotézou jsme jak v období před odstavem (0,15), tak v období po odstavu (0,22) zaznamenali nízkou opakovatelnost AGDI (hodnota rovná jedné vyjadřuje úplnou opakovatelnost, hodnota rovná nule vyjadřuje nulovou opakovatelnost). Tento znak proto není vývojově stabilní. Výsledky této studie tudíž naznačují, že AGDI není spolehlivým markerem prenatalní maskulinizace samice.

Životopis

Jméno: Adam Dušek

Datum a místo narození: 30. srpna 1978 v Praze

Občanství: Česká republika

Vzdělání a zaměstnání

2003–2011: Doktorské studium zoologie, Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

2004–2011: Odborný asistent, Oddělení etologie, Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.

2000–2003: Magisterské studium zoologie, Katedra zoologie, Biologická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

1997–2000: Bakalářské studium biologie, Katedra zoologie, Biologická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Studijní pobyt v zahraničí

2002: Katedra obecné zoologie, Univerzita Duisburg-Essen, Německo (1 měsíc)

Seznam publikací

Publikace v recenzovaných časopisech s IF

Dušek, A., Bartoš, L. & Švecová, L. 2007. The effect of a mother's rank on her offspring's pre-weaning rank in farmed red deer. *Applied Animal Behaviour Science*, 103: 146–155.

Drábková, J., Bartošová, J., Bartoš, L., Kotrba, R., Pluháček, J., Švecová, L., **Dušek, A.** & Kott, T. 2008. Sucking and allosucking duration in farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 113: 215–223.

Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. 2010. Developmental instability of ano-genital distance index: implications for assessment of prenatal masculinization. *Developmental Psychobiology*, 52: 568–573.

Rukopisy odeslané do recenzovaných časopisů s IF

Dušek, A., Bartoš, L. & Sedláček, F. Mixed sex allocation strategies in a polytocous mammal, the house mouse (*Mus musculus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v řízení.

Příspěvky na konferencích

Bartoš, L., Kotrba, R., Švecová, L., **Dušek, A.** & Bartošová, J. 2008. Social dominance and reproduction in red deer: choosing subordinate mate – potential benefit for the female's reproductive success. *In: Abstracts and Participants*. Pp. 149.