



# UNGULATES

in a changing world

**The International Conference**  
**“Ungulates in a changing world – consequences for population dynamics, migration and management”**  
**19–21 September 2016**  
**Krasny Bor, Belarus**

**Международная конференция**  
**«Копытные в изменяющемся мире – последствия для популяционной динамики, миграции и управления»**  
**19–21 сентября 2016**  
**Красный бор, Беларусь**

**Plasticity in migratory behaviour of large herbivores with contrasting species-specific traits**

**Wibke Peters<sup>1</sup>, Mark Hebblewhite<sup>2</sup>, Atle Mysterud<sup>1</sup>, Francesca Cagnacci<sup>3</sup>**

1 – Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis, Dept. Biosciences, University of Oslo, Norway

2 – Wildlife Biology Program, Department of Ecosystem and Conservation Sciences, University of Montana, Missoula, Montana, United States of America

3 – Innovation Centre, Fondazione Edmund Mach, Italy

E-mail: wibkepeters@gmail.com; atle.mysterud@ibv.uio.no; francesca.cagnacci@fmach.it

Ungulates show high plasticity in migration across and within species providing an ideal setting to enhance our understanding of the determinants of seasonal migration. Also, understanding seasonal ungulate movements is needed for management. The forage maturation hypothesis (FMH) predicts that plant green-up determines migration tendencies in ungulates. However, the relative costs and benefits to migration vary among species and sexes due to different foraging strategies, social organization or physiological constraints. Consequently, relationships between plant green-up and migration propensity, distance and timing may vary between species and sexes within species.

Aiming to shed some light onto migration plasticity along the migration-residency continuum, we used GPS radio-collar data from >500 individuals in 10 roe deer (*Capreolus capreolus*) and 11 red deer (*Cervus elaphus*) populations across Europe to test for differences in migration behavior (e.g. migration distance, timing, probability) in these contrasting ungulate species. We used several methods, including ecological niche modeling, time-to-event models and generalized linear models testing for effects of intrinsic factors (sex) and extrinsic conditions (e.g. topography, seasonality, canopy closure, plant productivity/NDVI) on parameters describing migration plasticity.

We found large variation in migration behavior in both roe deer and red deer. On average red deer were three times more migratory than roe deer (56% vs. 18% respectively). Red deer males were twice as migratory as females (82% vs. 38% respectively) in contrast to the much less sexually dimorphic roe deer, which had similar probability to migrate. Also timing of migration differed between species and sexes. Roe deer of both sexes migrated first in spring and roe deer males were the last to leave summer ranges in autumn. We found general support that variation in plant phenology affects migration probability in both species, but for red deer plant productivity (high absolute NDVI) determined the onset of migration in spring, while for roe deer the rate of plant green-up (high delta NDVI) was important. In autumn low NDVI values, suggesting reduced plant productivity, correlated with return migrations in both ungulate species, but the relationship was stronger for red deer. We also found switching rates between 1% and 23%, confirming that migration is facultative in both species.

Our results confirm that migration behavior is shaped by species' specific traits, which can mediate the effects of plant green-up on migration. The degree to which climatic and landscape changes may affect future migrations needs to be evaluated further, but our results suggest a stronger disconnect between plant green-up and migration for roe

deer than for red deer. Also, our results suggest that across the populations we sampled, functional management units could be smaller for roe deer than for red deer based on annual movement distances. Ungulate management may benefit from sex-specific harvest timing and migration dates, given that males migrated later than females, especially in roe deer. Lastly, impairment of migration (e.g. under human landscape alteration) could contribute to population declines.

**Пластичность в миграционном поведении крупных травоядных с сопоставимыми специфическими для вида признаками**

**Вебке Петерс<sup>1</sup>, Марк Хеблеуайт<sup>2</sup>, Атле Мустеруд<sup>1</sup>, Франческа Каньяччи<sup>3</sup>**

1 – Центр экологического и эволюционного синтеза, кафедра бионаук, Университет Осло, Норвегия

2 – Программа биологии диких животных, кафедра экосистем и природоохран-ных наук, Университет Монтаны, Миссула, Монтана, Соединенные Штаты Аме-рики

3 – Иновационный центр, Фонд Эдмунда Маха, Италия

E-mail: wibkepeters@gmail.com, atle.mysterud@ibv.uio.no, francesca.cagnacci@fmach.it

Копытные показывают высокую пластичность в миграции между странами и внутри видов, обеспечивающую идеальные условия для повышения нашего понимания определяющих факторов сезонной миграции. Кроме того, понимание сезонных передвижений копытных необходимо для управления. Гипотеза созревания кормов (ГСК) предсказывает, что нарастание зеленой массы растений определяет миграционные тенденции у копытных. Тем не менее, относительные затраты и выгоды для миграции изменяются среди видов и полов из-за различных стратегий поиска пищи, общественной организации или физиологических ограничений.

Следовательно, отношения между нарастанием зеленой массы растений и склонностью к миграциям, их расстояниями и временем, могут варьироваться в зависимости от видов и половой структуры внутри видов.

С целью пролить некоторый свет на миграционную пластичность по всей линии континуума «миграции – постоянное место жительства», мы использовали данные слежения GPS радиоошейников >500 особей в 10 популяциях косуль (*Capreolus capreolus*) и 11 популяциях благородных оленей (*Cervus elaphus*) по всей Европе, чтобы проверить различия в миграционном поведении (например, расстояния миграций, время, вероятность) этих сопоставимых видов копытных. Мы использовали несколько методов, включая моделирование экологической ниши, модели времени для события и тестирование обобщенных линейных моделей на предмет эффектов внутренних факторов (пол) и внешних условий (например, топография, сезонность, закрытость растительного покрова, продуктивность растений / NDVI) по параметрам, характеризующим миграционную пластичность.

Мы нашли большую изменчивость в миграционном поведении как косули, так и благородного оленя. В среднем, благородные олени мигрировали в три раза больше, чем косули (56% против 18% соответственно). Самцы благородных оленей мигрировали в два раза чаще, чем самки (82% против 38% соответственно), в отличие

от имеющих гораздо менее выраженный сексуальный диморфизм косуль, которые имели подобную вероятность мигрировать. Кроме того, сроки миграции различаются между видами и полами. Косули обоих полов мигрировали в первую очередь весной, и самцы данного вида были последними, которые оставляли летние пастбища осенью.

Мы нашли общее подтверждение тому, что фенологические изменения растений влияют на вероятность миграции обоих видов, но для благородного оленя продуктивность растений (высокая абсолютная NDVI) определяет начало миграции весной, в то время как для косуль важное значение имеет скорость наращивания зеленой массы растений (высокая дельта NDVI). Осенью низкие значения NDVI, предполагая снижение продуктивности растений, коррелировали с обратными миграциями у обоих видов копытных, но взаимосвязи были сильнее у благородного оленя. Мы также обнаружили степени изменений от 1% до 23%, подтверждая, что миграция является факультативной у обоих видов.

Наши результаты показывают, что миграционное поведение формируется специфическими чертами биологических видов, которые могут опосредовать эффекты наращивания зеленой массы растений на миграции. Степень, в которой климатические и ландшафтные изменения могут повлиять на будущие миграции, нуждается в дальнейшей оценке, но наши результаты показывают более сильный разрыв между накоплением зеленой массы растений и миграциями косули, чем благородного оленя. Кроме того, наши результаты по всем исследованным нами популяциям свидетельствуют о том, что на основе ежегодных расстояний передвижений, размер функциональных блоков управления (участков управления – *прим. пер.*) для косуль может быть меньше, чем для благородного оленя. И наконец, нарушение миграций (например, при изменении ландшафта человеком) может внести свой вклад в снижение численности популяций.