

Régime alimentaire des loups et prédation du bétail dans le nord de la Bosnie-Herzégovine

Mammalian Biology

<https://doi.org/10.1007/s42991-020-00053-7>

ORIGINAL ARTICLE



Wolf diet and livestock depredation in North Bosnia and Herzegovina

Igor Trbojević¹  · Aleksandra Penezić² · Josip Kusak³ · Oliver Stevanović⁴ · Duško Ćirović²Received: 18 September 2019 / Accepted: 2 July 2020
© Deutsche Gesellschaft für Säugetierkunde 2020

Résumé

La Bosnie-Herzégovine (B&H) est considérée comme une zone centrale pour les populations de grands carnivores des Dinarides-Pindos/Dinarides-Balkans. Malheureusement, on sait peu de choses sur les paramètres démographiques et l'écologie alimentaire de ces populations, ce qui représente une menace sérieuse pour leur gestion. Cela vaut particulièrement pour les loups (*Canis lupus*), qui sont constamment, tout au long de l'année, soumis à la pression de la chasse dans une grande partie du pays. Cet article présente la première analyse systématique des habitudes alimentaires des loups en B&H et fournit les premiers résultats sur les prédateurs de loups sur le bétail. Les résultats suggèrent que les ongulés sauvages constituaient la principale source de nourriture, les animaux domestiques étant une source **secondaire**. Les autres types de proies ou d'aliments étaient peu importants dans le régime alimentaire des loups. La proportion de restes de chiens était parmi les plus élevées d'Europe. Les résultats du questionnaire indiquent que les moutons étaient l'espèce animale la plus souvent victime de prédation (69%). Le recours rare à des chiens de garde et à des clôtures électriques a entraîné une augmentation des pertes d'animaux domestiques. Cet article constitue la première contribution à une meilleure connaissance et à l'élaboration de futurs plans de gestion du loup en Bosnie-Herzégovine.

Mots-clés **Loup** : Régime alimentaire, Ongulés sauvages, Animaux domestiques, Bosnie-Herzégovine

Bien que les populations Européennes de loups gris (*Canis lupus* L., 1758) se soient récemment rétablies (Chapron et al. 2014 ; Ripple et al. 2014), il existe toujours une hostilité profondément enracinée à l'égard de cette espèce en raison de son impact sur le mode de vie des humains (Bruskotter et Wilson 2014 ; López-Bao et al. 2015). Les animaux domestiques, les petits mammifères ou les déchets constituent des composantes importantes du régime alimentaire des loups dans les zones fortement influencées par l'activité humaine (Andersone et Ozolins 2004 ; Capitani et al. 2015 ; Ćirović et Penezić 2018 ; Petridou et al. 2019). Les proies indigènes en Eurasie sont représentées par le chevreuil (*Capreolus capreolus*), le sanglier (*Sus scrofa*), l'élan (*Alces alces*) et le cerf élaphe (*Cervus elaphus*) (Ansorge et al. 2006 ; Mattioli et al. 2004 ; Nowak et al. 2011).

L'Europe du Sud-Est, y compris la Bosnie-Herzégovine (B&H), est considérée comme l'un des points chauds pour les populations de grands carnivores (Chapron et al. 2014). La bonne gestion des loups en B&H revêt également une grande importance pour la Croatie voisine, compte tenu de leur similitude génétique (Djan et al. 2014). Le loup, en tant qu'espèce autochtone de Bosnie-Herzégovine, ne bénéficie d'aucune protection dans une grande partie du pays (Anonyme 2009), notamment dans l'entité de la République Serbe de Bosnie (RS), qui couvre une superficie de 24 526 km² soit 48% du territoire de la Bosnie-Herzégovine. Selon les statistiques nationales, une diminution du nombre de loups chassés a été observée au cours de la période 2009-2013, ce qui pourrait impliquer un déclin de l'abondance des loups (Trbojevic 2016). **De plus**, une forte pression cynégétique est exercée en RS pendant les saisons de chasse : en automne et en hiver sur les populations de sangliers ; au printemps et en été sur les chevreuils mâles et en automne sur les chevreuils femelles et les faons ; en automne sur les populations de lièvres (*Lepus europaeus*) et tout au long de l'année sur les martres (Anonyme 2011).

Cette étude vise à apporter une première contribution à une meilleure compréhension du régime alimentaire des loups et des dommages causés au bétail par la prédation des loups en Bosnie-Herzégovine, et à servir de base à un futur plan de gestion de cette espèce prédatrice. L'étude du régime alimentaire des loups et de la prédation du bétail dans le nord de la Bosnie-Herzégovine s'est appuyée sur l'analyse d'échantillons d'excréments prélevés sur deux transects distincts et sur les registres des cas de prédation dans les foyers ruraux situés à proximité de Banja Luka. La zone d'étude est située dans les montagnes Tisovac (44°34'52,59"N, 17°13'29,07"E) et Manjaca (44°35'39,33"N, 17°4'14,35"E) dans l'entité de la République Serbe de Bosnie, au nord de la Bosnie-Herzégovine.

L'étude a été menée sur une superficie de 441 km² (Tisovac-251 km² et Manjaca-190 km²). Les échantillons ont été prélevés sur des transects (longueur totale 39 km) entre 2009 et 2013. Les transects ont été contrôlés tous les 15 jours, toutes saisons confondues. Les échantillons prélevés ont été conservés dans un congélateur à une température de -20°C jusqu'à leur analyse. Les échantillons ont été décongelés et immergés dans de l'eau tiède, puis lavés à travers un filet (mailles de 0,5 mm) (Jedrzejewska et Jedrzejewski 1998). Le rinçage à travers le filet a permis de séparer le reste du contenu alimentaire.

Les résidus ont ensuite été rincés dans de l'alcool à 96%, puis séchés à température ambiante et pesés avec une précision de 0,1 g. La détermination des poils a été effectuée à partir de clés de référence (Day 1966 ; Teerink 1991) et de collections comparatives du département d'écologie et de géographie des animaux de la faculté de biologie de l'université de Belgrade. Le matériel ostéologique a été déterminé à l'aide de clés pertinentes (Krystufek 1999 ; Miric 1970) et de notre collection comparative. La composition du régime alimentaire des loups est exprimée par la fréquence relative d'apparition d'une catégorie/d'un type d'aliment (%0 - nombre d'occurrences d'une certaine catégorie d'aliments divisé par le nombre total d'occurrences de toutes les catégories d'aliments, puis multiplié par 100) et le pourcentage de biomasse consommée [%B - masse (g) d'une catégorie d'aliments divisée par la masse totale de toutes les catégories d'aliments, puis multipliée par 100]. Avant la conversion, la masse %B des résidus trouvés de différentes catégories d'aliments a été multipliée par un facteur de correction standard (Jedrzejewska et Jedrzejewski 1998). Afin de faciliter l'analyse et la

présentation des résultats obtenus, tous les types d'aliments sont regroupés en sept catégories : ongulés sauvages (chevreuils et sangliers), mammifères de taille moyenne (lièvres et martres - *Martes* sp.), rongeurs (*Apodemus* sp. et rongeurs non identifiés), animaux domestiques (porcs, moutons, bovins, chèvres et chiens), oiseaux, aliments végétaux (prunes, pommes, herbe, maïs et galle de chêne) et matériaux non comestibles (plastiques, nylon, papier d'aluminium, papier, pierres). Le régime alimentaire des loups a été présenté en fonction de l'aspect saisonnier (hiver, printemps, été et automne) et sur l'ensemble de l'échantillon (toute l'année). Les mois d'hiver comprenaient décembre, janvier et février ; le printemps comprenait mars, avril et mai ; l'été comprenait juin, juillet et août, tandis que l'automne comprenait septembre, octobre et novembre.

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide d'un test *G* non paramétrique (Sokal et Rolf 1995). Nous avons testé les différences de fréquence et de poids des catégories d'aliments par saison. La catégorie des matériaux non comestibles n'est pas incluse dans l'analyse de la fréquence et de la différence de masse. Statistica 5.1 (Statsoft, Tulsa, OK, États-Unis) a été utilisé pour l'analyse statistique. L'organisation locale de chasse « Zmijanje » a fourni des informations sur l'abondance des espèces sauvages que les loups utilisent dans leur alimentation.

Les données sur les dommages causés au bétail par la prédation des loups ont été recueillies au moyen d'entretiens (rencontres personnelles et appels téléphoniques) avec les habitants de la zone étudiée entre 2003 et 2014. Un entretien a été mené tous les trois ans dans 30 foyers. Les questions suivantes ont été posées : Quel type et combien de bétail les propriétaires possèdent-ils ? Combien et quels animaux d'élevage ont été tués par les loups ? Quand la prédation a-t-elle eu lieu, qui a effectué l'inspection et quelles méthodes les propriétaires ont-ils utilisées pour protéger leur bétail contre les attaques des loups (chiens de garde, clôtures électriques, etc.) ? Seuls les cas basés sur des observations directes d'attaques contre des animaux domestiques (un ou plusieurs loups vus sur place et des loups tués sur les lieux des dégâts) ont été considérés comme des attaques de loups vérifiées. La raison d'une telle rigueur était que les attaques n'étaient pas vérifiées par des experts formés à l'identification des attaques commises par différents grands carnivores. Les différences dans la fréquence annuelle des attaques de loups sur le bétail ont également été testées par le test *G* (Sokal et Rohlf 1995) à l'aide du logiciel Statistics 5.1 (Statsoft, Tulsa, OK, États-Unis).

Au total, 101 échantillons d'excréments ont été collectés et analysés. Des restes d'ongulés sauvages, de mammifères de taille moyenne, d'animaux domestiques, de rongeurs, d'oiseaux, de plantes et de matières non comestibles ont été trouvés (Tableau 1). La proportion annuelle de biomasse (*B*) des proies indigènes (chevreuils, sangliers, lièvres et martres) était de 53%, tandis que la fréquence d'occurrence (*O*) était de 44%. Les proportions d'ongulés sauvages étaient de 50%*B* et 39 %*O*. La proportion annuelle d'animaux domestiques était de 45%*B* et 29%*O*. Les proportions détaillées par espèce dans le régime alimentaire des loups sont indiquées dans le Tableau 1.

La plupart des restes de rongeurs et d'oiseaux (poils et plumes) étaient en mauvais état, à l'exception des souris du genre *Apodemus* spp., et il n'a pas été possible de procéder à une identification plus précise. Des différences saisonnières statistiquement significatives ont été observées pour la quantité de biomasse consommée ($G = 53\,221$; $p < 0,000$) ainsi que pour la fréquence d'occurrence ($G = 70\,050$; $p < 0,000$) de toutes les catégories d'aliments.

L'organisation de chasse qui gère la zone de recherche a fourni des données sur le nombre annuel moyen d'ongulés sauvages (sangliers 2/1000 ha et chevreuils 4/1000 ha), mais aucune donnée n'est disponible pour les autres espèces.

Tableau 1. Analyse du régime alimentaire des loups dans les montagnes de Tisovac et Manjača pour la période allant de 2009 à 2013

Category of food/ Type of food	Winter (N=30)		Spring (N=27)		Summer (N=25)		Autumn (N=19)		Total (N=101)	
	%B	%O	%B	%O	%B	%O	%B	%O	%B	%O
Wild ungulates	19.02	39.39	74.90	48.48	53.45	30.30	43.42	38.46	50.44	38.89
<i>Capreolus capreolus</i>	15.50	33.33	10.03	27.27	9.52	12.12	18.68	23.08	12.55	23.81
<i>Sus scrofa</i>	3.52	6.06	64.87	21.21	43.93	18.18	24.74	15.38	37.89	15.08
Medium-sized mammals	3.58	9.09	4.90	3.03	2.11	6.06	–	–	2.83	4.76
<i>Lepus europaeus</i>	3.58	9.09	–	–	0.62	3.03	–	–	0.96	3.17
<i>Martes</i> sp.	–	–	4.90	3.03	1.49	3.03	–	–	1.87	1.59
Rodents	0.32	6.06	0.05	6.06	0.09	3.03	–	–	0.11	3.97
<i>Rodents</i>	–	–	0.05	6.06	0.09	3.03	–	–	0.04	2.38
<i>Apodemus</i> sp.	0.32	6.06	–	–	–	–	–	–	0.07	1.59
Domestic animals	76.24	36.36	19.76	33.33	42.05	18.18	53.69	26.93	45.20	29.37
Pig	22.64	6.06	7.19	12.12	12.98	3.03	31.81	7.69	16.89	7.94
Sheep	10.48	12.12	4.75	9.09	17.73	9.09	13.28	11.54	11.51	10.32
Cattle	36.16	9.09	6.77	6.06	–	–	–	–	9.84	3.97
Goat	1.11	3.03	–	–	3.81	3.03	1.27	3.85	1.62	2.38
Dog	5.85	6.06	1.05	6.06	7.52	3.03	7.33	3.85	5.34	4.76
Birds	0.54	3.03	–	–	–	–	0.04	3.85	0.15	2.38
Plant food	0.27	3.03	0.03	6.06	2.25	27.27	2.70	26.92	1.25	15.07
Plum	0.27	3.03	–	–	0.92	9.09	2.28	15.38	0.3	6.35
Apple	–	–	0.01	3.03	–	–	–	–	0.11	0.79
Grass	–	–	0.02	3.03	0.71	12.12	0.42	11.54	0.76	6.35
Corn	–	–	–	–	0.36	3.03	–	–	0.08	0.79
Oak acorn	–	–	–	–	0.26	3.03	–	–	0.01	0.79
Non-edible material	0.03	3.03	0.01	3.03	0.03	15.15	0.02	3.85	0.01	5.55

Tableau 2. Prédation sur les animaux domestiques dans les foyers ruraux des montagnes Tisovac et Manjača entre 2003 et 2014

Years	Animals							Total
	Sheep	Goats	Cattles	Pigs	Horses	Hunting dogs	Other dogs	
2003	202	31	7	10	3	16	6	275
2004	176	26	12	9	4	20	4	251
2005	178	24	8	8	6	14	18	256
2006	211	43	13	6	9	15	21	318
2007	152	22	9	2	1	17	8	211
2008	227	34	8	13	5	13	23	323
2009	149	16	3	0	1	26	6	201
2010	210	18	1	12	5	9	11	266
2011	124	7	26	0	11	20	11	199
2012	185	24	28	0	3	29	7	276
2013	92	9	21	3	7	8	27	167
2014	89	12	18	5	3	11	13	151
Total	1995	266	154	68	58	198	155	2894

En outre, sur la base d'entretiens menés auprès des résidents ($N = 30$ ménages), il a été déterminé qu'environ 2 000 spécimens de bétail étaient présents dans la zone d'étude. **En hiver**, les moutons, les porcs et les chèvres sont généralement gardés dans des étables en bois ouvertes et les bovins et les chevaux dans des étables fermées. **Du printemps à l'automne**, le bétail est libre de paître. Les chiens ne sont pas gardés dans des cages

métalliques, mais à l'extérieur et attachés à une chaîne. Aucun des répondants n'utilisait de clôtures électriques, ni à la maison ni pendant la période de pâturage, et seuls sept utilisaient des chiens de garde. Nous avons recensé 423 cas d'attaques de loups sur des animaux domestiques, avec un total de 2 894 animaux tués (Tableau 2). Les moutons ont été les plus fréquemment attaqués ($N = 1\,995$; 69%), suivis des chiens ($N = 353$; 12%), des chèvres ($N = 266$; 9%), des bovins ($N = 154$; 5%), des porcs ($N = 68$; 2%) et des chevaux ($N = 58$; 2%). Le nombre d'animaux d'élevage pris pour proie par les loups a considérablement varié ($G = 278\,186$; $p < 0,0000$) au fil du temps (Tableau 2).

Le nombre relativement faible d'excréments de loups collectés pourrait s'expliquer par la faible densité de population dans le nord de la Bosnie-Herzégovine, où les loups ne sont pas une espèce protégée (Trbojevic 2016 ; Trbojevic et Cirovic 2016) et font l'objet d'une pression constante de la part des chasseurs (Trbojevic 2016). Même sur la base d'un échantillon relativement petit, nos résultats fournissent pour la première fois des informations de base sur les habitudes alimentaires des loups et leur impact sur le bétail. Nous sommes conscients qu'avec un échantillon de petite taille, certaines catégories d'aliments (telles que les oiseaux) peuvent être sous-estimées (Reynolds et Aebischer 1991). **De plus**, la décomposition rapide des excréments pendant l'été est un phénomène courant sur le terrain et des efforts supplémentaires sont nécessaires pour obtenir un nombre optimal d'échantillons d'excréments (Reynolds et Aebischer 1991) afin de détecter toutes les catégories d'aliments réellement présentes dans le régime alimentaire des loups. Les ongulés sauvages se sont avérés être l'élément alimentaire le plus important, ce qui est courant chez les loups et très bien documenté dans toute leur aire de répartition (Davis et al. 2012 ; Nowak et al. 2011 ; Stahlberg et al. 2017 ; Petridou et al. 2019). Les lièvres et les petits mammifères étaient peu fréquents dans le régime alimentaire des loups. Des résultats similaires ont été obtenus pour de nombreuses autres régions d'Amérique du Nord (Newsome et al., 2016) et d'Europe (Zlatanova et al. 2014). La majorité de ces études concluent que dans les habitats à forte densité d'ongulés sauvages, ceux-ci dominent le régime alimentaire des loups (Ciucci et al. 2018 ; Lanszki et al. 2012 ; Nowak et al. 2011). Dans les régions où le pâturage traditionnel du bétail est très répandu, comme dans l'est de la Turquie (Capitani et al. 2015), on pourrait s'attendre à ce que les loups utilisent le bétail comme proie dominante. Les ongulés sauvages dominaient le régime alimentaire des loups au printemps et en été en termes de biomasse consommée, contrairement au bétail qui dominait en automne et en hiver. Les sangliers représentent la proie la plus importante de cette catégorie, ce qui correspond aux études menées dans d'autres pays Européens (Ciucci et al. 2018 ; Meriggi et al. 1996 ; Mori et al. 2016). Ils représentaient la plus grande partie de la biomasse et la plus grande fréquence au printemps et en été, ce qui est compréhensible étant donné qu'il s'agit d'une espèce chassée en automne et en hiver (Anonyme 2011). Les martres n'étaient présentes dans le régime alimentaire des loups qu'au printemps et en été. La proportion la plus élevée de chevreuils dans le régime alimentaire des loups était observée en hiver et en automne, et ils représentaient la proie ongulée sauvage la plus importante à cette période de l'année, contrairement à la chasse pendant la saison de chasse (printemps et été pour les mâles ; Anonyme 2011). Les lièvres étaient présents pendant l'hiver et l'été, ce qui est également contraire à la saison de chasse en automne (Anonyme 2011).

La présence d'animaux sauvages dans le régime alimentaire des loups ne peut pas toujours être considérée comme de la prédation. Les pratiques de chasse telles que la chasse à courre

sans chiens ou la chasse à l'affût, qui sont les plus couramment utilisées en Bosnie-Herzégovine, peuvent fournir des animaux blessés comme source de nourriture pour les prédateurs. L'un des inconvénients de l'analyse des excréments est qu'il n'est pas possible de distinguer le charognage de la prédation. Il convient donc d'interpréter avec prudence les résultats obtenus en termes de prédation.

Le bétail était la **deuxième** source de nourriture la plus importante pour les loups dans la région. Un cas similaire a été enregistré en Italie (Ciucci et al. 2018 ; Meriggi et al. 2011), tandis qu'en Serbie et dans le nord de la Grèce, le bétail est considéré comme la principale source de nourriture pendant l'hiver (Cirovic et Penezic 2018 ; Petridou et al. 2019). En automne et en hiver, les bovins, les porcs domestiques et les moutons occupaient une place prépondérante dans le régime alimentaire des loups. Il semble qu'il y ait eu une prédation sur le bétail gardé dans des enclos non protégés contre les prédateurs, comme dans le nord de la Grèce (Iliopoulos et al. 2009). L'utilisation intensive de chiens de garde et de clôtures électriques permettrait de réduire les dommages causés par les loups au bétail (Ciucci et al. 2018 ; Miller et al. 2016 ; Stone et al. 2017). L'analyse du contenu des excréments ne permet pas de déterminer si les animaux ont été consommés comme proies ou comme carcasses. **Cependant, la fréquence relativement élevée de plastiques et autres emballages (6%O) indique qu'au moins certains des animaux domestiques ont été consommés sous forme de carcasses ou de déchets d'abattoir dans de nombreuses décharges illégales.** L'une des interactions habituelles entre les loups et les chiens dans les écosystèmes naturels est que le chien est l'une des sources de nourriture de ses cousins sauvages (Lescureux et Linnell 2014). **La présence de chiens dans le régime alimentaire des loups s'est avérée être l'une des plus élevées en Europe.** En Europe, seule l'Espagne, la Serbie et la Biélorussie présentent une plus grande représentation des chiens dans le régime alimentaire des loups (Cuesta et al. 1991 ; Cirović et Penezic 2018 ; Sidorovich et al. 2003).

Les plantes étaient plus fréquentes pendant l'été et l'automne, lorsque la plupart des plantes sont fertiles et que ce type de nourriture est disponible dans l'habitat. D'autres études ont également montré l'influence significative des plantes dans l'alimentation des loups (Nowak et al. 2011 ; Zlatanova et al. 2014).

Les rongeurs étaient représentés en faible proportion pendant l'hiver, le printemps et l'automne. Les oiseaux ne représentaient qu'un faible pourcentage et uniquement pendant l'automne et l'hiver. Les matières non comestibles étaient peu présentes en toutes saisons, mais plus fréquentes pendant l'été. Les autres types d'aliments avaient peu d'importance, ce qui correspond aux résultats d'autres études sur le régime alimentaire des loups en Europe (Ciucci et al. 2018 ; Jedrzejewski et al. 2000 ; Lanszki et al. 2012).

Bien que le nombre d'échantillons traités soit relativement faible, les résultats peuvent indiquer qu'une grande partie des animaux domestiques dans le régime alimentaire des loups pourrait être due à la faible densité d'ongulés sauvages et à l'absence ou à l'utilisation rare de techniques de protection du bétail (clôtures électriques et chiens de garde). **Compte tenu des dommages relativement importants causés au bétail en Bosnie-Herzégovine, nous recommandons d'utiliser davantage les chiens de garde et les clôtures électriques afin de réduire les prédateurs des loups sur le bétail.**

References

- Anonymous (2009) Hunting Law. Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of Republic of Srpska, Official Gazette of Republic of Srpska 60/09
- Anonymous (2011) Decision on the prices of culling, using the game and hunting services. Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of Republic of Srpska, Official Gazette of Republic of Srpska 40/11
- Andersone Ž, Ozoliņš J (2004) Food habits of wolves *Canis lupus* in Latvia. *Acta Theriol* 49:357–367. <https://doi.org/10.1007/BF03192534>
- Ansorge H, Kluth G, Hahne S (2006) Feeding ecology of wolves *Canis lupus* returning to Germany. *Acta Theriol* 51:99–106. <https://doi.org/10.1007/BF03192661>
- Bruskotter JT, Wilson RS (2014) Determining where the wild things will be: using psychological theory to find tolerance for large carnivores. *Conserv Lett* 7:158–165. <https://doi.org/10.1111/conl.12072>
- Capitani C, Chynoweth M, Kusak J, Çoban E, Şekercioğlu CH (2015) Wolf diet in an agricultural landscape of north-eastern Turkey. *Mammalia* 80:329–334. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2014-0151>
- Chapron G, Kaczensky P, Linnell JDC, von Arx M, Huber D, Andrén H, López-Bao JV, Adamec A, Álvares F, Anders O, Balčiauskas L, Balys B, Bedó P, Bego B, Blanco JC, Breitenmoser U, Brøseth H, Bufka L, Bunikyte R, Ciucci P, Dutsov A, Engleder T, Fuxjäger C, Groff C, Holmala K, Hoxha B, Iliopoulos Y, Ionescu O, Jeremić J, Jerina J, Kluth G, Knauer F, Kojola I, Kos I, Křofel M, Kubala J, Kunovac S, Kusak J, Kutal M, Liberg O, Majić A, Männil P, Manz R, Marboutin E, Marucco F, Melovski D, Mersini K, Mertzanis Y, Mysłajek RW, Nowak S, Odden J, Ozolins J, Palomero G, Paunović M, Persson J, Potočník H, Quenette P, Rauer G, Reinhardt I, Rigg R, Ryser A, Salvatori V, Skrbinšek T, Stojanov A, Swenson JE, Szemethy L, Trajçe A, Tsingarska-Sedefcheva E, Váňa M, Veeroja R, Wabakken P, Wölfl P, Wölfl S, Zimmermann F, Zlatanova D, Boitani L (2014) Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science* 346:1517–1519. <https://doi.org/10.1126/science.1257553>
- Ciucci P, Antoni L, Crispino F, Tosoni E, Boitani L (2018) Inter-pack, seasonal and annual variation in prey consumed by wolves in Pollino National Park, southern Italy. *Eur J Wildl Res* 64:5. <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1166-1>
- Cuesta L, Barcena F, Palacios F, Reig S (1991) The trophic ecology of the Iberian Wolf (*Canis lupus signatus* Cabrera 1907). A new analysis of stomach's data. *Mammalia* 55:239–254. <https://doi.org/10.1515/mamm.1991.55.2.239>
- Białowieża Primeval Forest, Poland. *J Mamm* 81:197–212. <https://doi.org/10.1093/jmammal/81.1.197>
- Kryštufek B (1999) Mammals. In: Kryštufek B, Janžeković F (eds) Key for determination of vertebrates of Slovenia. DZS, Ljubljana, pp 464–534
- Lanszki J, Márkus M, Újváry D, Szabó A, Szemethy L (2012) Diet of wolves *Canis lupus* returning to Hungary. *Acta Theriol* 57:189–193. <https://doi.org/10.1007/s13364-011-0063-8>
- Lescureux N, Linnell DCL (2014) Warning brothers: the complex interactions between wolves (*Canis lupus*) and dogs (*Canis familiaris*) in a conservation context. *Biol Conserv* 171:232–245. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.032>
- López-Bao JV, Kaczensky P, Linnell JDC, Boitani L, Chapron G (2015) Carnivore coexistence: wilderness not required. *Science* 348:871–872. <https://doi.org/10.1126/science.1257553>
- Mattioli L, Capitani C, Avanzinelli E, Bertelli I, Gazzola A, Apollonio M (2004) Predation by wolves (*Canis lupus*) on roe deer (*Capreolus capreolus*) in north-eastern Apennine, Italy. *J Zool* 264:249–258. <https://doi.org/10.1017/S095283690400576X>
- Meriggi A, Brangi A, Matteucci C, Sacchi O (1996) The feeding habits of wolves in relation to large prey availability in northern Italy. *Ecography* 19:287–295
- Meriggi A, Brangi A, Schenone L, Signorelli D, Milanese P (2011) Changes of wolf (*Canis lupus*) diet in Italy in relation to the increase of wild ungulate abundance. *Ethol Ecol Evol* 23:195–210. <https://doi.org/10.1080/03949370.2011.577814>
- Miller JRB, Stoner KJ, Cejtin MR, Meyer TK, Middleton AD, Schmitz OJ (2016) Effectiveness of contemporary techniques for reducing livestock depredations by large carnivores. *Wildl Soc Bull* 40:806–815. <https://doi.org/10.1002/wsb.720>
- Mirić Đ (1970) Keys for identification of animals—mammals. Institut za biologiju, Univerzitetско Društvo Biologov Slovenije, Ljubljana
- Mori E, Benatti L, Lovari S, Ferretti F (2016) What does the wild boar mean to the wolf? *Eur J Wildl Res*. <https://doi.org/10.1007/s10344-016-1060-7>
- Newsome TM, Boitani L, Chapron G, Ciucci P, Dickman CR, Delinger JA, López-Bao JV, Peterson RO, Shores CR, Wirsing AJ, Ripple WJ (2016) Food habits of the world's grey wolves. *Mamm Rev* 46:255–269. <https://doi.org/10.1111/mam.12067>

- Ćirović D, Penezić A (2018) Importance of slaughter waste in winter diet of wolves (*Canis lupus*) in Serbia. North West J Zool 15(2):175–178
- Davis ML, Stephens PA, Willis SG, Bassi E, Marcon A, Donaggio E, Capitani C, Apollonio M (2012) Prey selection by an apex predator: the importance of sampling uncertainty. PLoS ONE 7(10):e47894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047894>
- Day M (1966) Identification of hair and feather remains in the gut faces of stoats and weasels. J Zool 148:201–217
- Djan M, Maletić V, Trbojević I, Popović D, Veličković N, Burazerović J, Ćirović D (2014) Genetic diversity and structuring of the grey wolf population from the Central Balkans based on mitochondrial DNA variation. Mamm Biol 79:277–282. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2014.03.001>
- Iliopoulos Y, Sgardelis S, Koutis V, Savaris D (2009) Wolf depredation on livestock in central Greece. Acta Theriol 54:11–22. <https://doi.org/10.1007/BF03193133>
- Jędrzejewska B, Jędrzejewski W (1998) Predation in vertebrate communities: the Białowieża primeval forest as a case of study. Ecology. <https://doi.org/10.2307/176929>
- Jędrzejewski W, Jędrzejewska B, Okarma H, Ruprecht AL (1992) Wolf predation and snow cover as mortality factors in the ungulate community of the Białowieża National Park, Poland. Oecologia 90:27–36. <https://doi.org/10.1007/BF00317805>
- Jędrzejewski W, Jędrzejewska B, Okarma H, Schmidt K, Zub K, Musiani M (2000) Prey selection and predation by wolves in
- Stahlberg S, Bassi E, Viviani V, Apollonio M (2017) Quantifying prey selection of Northern and Southern European wolves (*Canis lupus*). Mamm Biol 83:34–43. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2016.11.001>
- Stone SA, Breck SW, Timberlake J, Haswell PM, Najera F, Bean BS, Thornhill DJ (2017) Adaptive use of nonlethal strategies for minimizing wolf–sheep conflict in Idaho. J Mamm 98:33–44. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw188>
- Teerink BJ (1991) Hair of West European mammals. Atlas and identification key. Cambridge University Press, Cambridge
- Trbojević I (2016) Distribution of grey wolf (*Canis lupus* L., 1758) in Bosnia and Herzegovina (in Serbian with English summary). Bull Fac Uni Banja Luka 25:41–49. <https://doi.org/10.7251/GSF1625041T>
- Nowak S, Mystajeka RW, Kłosińska A, Gabryś G (2011) Diet and prey selection of wolves (*Canis lupus*) recolonizing Western and Central Poland. Mamm Biol 76:709–715. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2011.06.007>
- Petridou M, Youlatos D, Lazarou Y, Selinides K, Pylidis C, Giannakopoulos A, Kati V, Iliopoulos Y (2019) Wolf diet and livestock selection in central Greece. Mammalia. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2018-0021>
- Reynolds JC, Aebischer NJ (1991) Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the fox *Vulpes vulpes*. Mammal Rev 21:97–122
- Ripple WJ, Estes JA, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite M, Berger J, Elmhagen B, Letnic M, Nelson MP, Schmitz OJ, Smith DW, Wallach AD, Wirsing AJ (2014) Status and ecological effects of the world's largest carnivores. Science 343:1241484. <https://doi.org/10.1126/science.1241484>
- Sidorovich VE, Tikhomirova LL, Jędrzejewska B (2003) Wolf, (*Canis lupus*), numbers, diet and damage on livestock in relation to hunting and ungulate abundance in northeastern Belarus during 1990–2000. Wildl Biol 9:103–111. <https://doi.org/10.2981/wlb.2003.032>
- Sokal RR, Rohlf SJ (1995) Biometry: the principles and practices of statistics in biological research, 3rd edn. W.H. Freeman, New York, p 887
- Trbojević I, Ćirović D (2016) Sexual dimorphism and population differentiation of the wolf (*Canis lupus*) based on morphometry in the Central Balkans. North West J Zool 12:349–355. <https://doi.org/10.151709>
- Zlatanova D, Ahmed A, Valasova A, Genov P (2014) Adaptive diet strategy of the wolf (*Canis lupus* L.) in Europe: a review. Acta Zool Bul 66:439–452

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.