

BRIEDŽIO (*ALCES ALCES* L.) RAGO KOTO IR KELMELIO MORFOMETRINIŲ PARAMETRŲ PRIKLAUSOMYBĖ NUO AMŽIAUS

Ignas BARKAUSKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas,
el. paštas: barkauskasi@gnas@gmail.com

Santrauka

Šiame tyrime nagrinėjama briedžio (*Alces alces* L.) ragų morfometrinių parametrų – rago koto ir kelmelio apimčių – priklausomybė nuo amžiaus ir jų taikymo galimybės amžiaus nustatymui. Analizuoti 1,5–12,5 metų amžiaus briedžių patinų duomenys.

Duomenų analizėje taikyta aprašomoji statistika ir dispersinė analizė (ANOVA). Nustatyta, kad rago koto apimtys skirtumai tarp vyresnių amžiaus grupių dažnai nėra statistiškai reikšmingi. Tuo tarpu kelmelio apimtys atveju nustatyti statistiškai reikšmingi skirtumai tarp daugumos amžiaus grupių ($p < 0,05$), ypač tarp jaunesnių ir vidutinio amžiaus individų. Gauti rezultatai rodo, kad kelmelio apimtis yra tinkamesnis morfometrinis rodiklis briedžių amžiaus nustatymui nei rago koto apimtis.

Reikšminiai žodžiai: briedis (*Alces alces*), ragai, kelmelis, rago kotas, morfometrija, amžiaus nustatymas.

Išvadas

Briedžio (*Alces alces* L.) patinų ragai yra vienas svarbiausių morfologinių požymių, plačiai taikomų vertinant individų amžių, fiziologinę būklę ir populiacijos struktūrą. Ragų augimas yra cikliškas, hormonų reguliuojamas procesas, glaudžiai susijęs su testosterono koncentracijos kaita, genetiniais veiksniais ir aplinkos sąlygomis (Bubenik, 1990; Geist, 1998). Dėl šių priežasčių ragai laikomi jautriu biologiniu indikatoriumi, atspindinčiu ontogenetinę gyvūno raidą.

Ragų pagrindą sudaro kelmelis (pedikulas) ir rago kotas, kurie susiformuoja ankstyvose ontogenezės stadijose ir išlieka esminiais struktūriniais elementais viso gyvenimo metu. Nustatyta, kad ankstyvame amžiuje intensyviausiai vystosi kelmelis, o vėlesniuose ontogenezės etapuose didėja rago koto apimtis. Brandžiame amžiuje šių parametrų kitimas stabilizuojasi, atspindėdamas gyvūno fiziologinės brandos pasiekimą (Goss, 1983; Geist, 1998).

Dauguma mokslinių tyrimų, nagrinėjančių kanopinių gyvūnų ragus, daugiausia orientuoti į jų formą, šakotumą ar trofėjinę vertę (Geist, 1998; Solberg et al., 2000). Tuo tarpu kiekybinę ragų pagrindinių morfometrinių parametrų analizę, susiejant juos su amžiumi, yra palyginti mažiau tyrinėta. Tokie tyrimai leidžia objektyviau vertinti individų amžių ir mažinti subjektyvumo įtaką.

Didėjant amžiui rago koto ir kelmelio apimtys kinta, todėl jų kitimas vertinamas taikant regresinę analizę.

Tyrimo tikslas – įvertinti briedžio (*Alces alces* L.) rago koto ir kelmelio apimčių priklausomybę nuo amžiaus ir nustatyti šių parametrų tinkamumą amžiaus prognozei.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti briedžių patinų rago koto ir kelmelio apimčių kitimą skirtingose amžiaus grupėse.
2. Įvertinti briedžio rago koto apimtys tinkamumą briedžių amžiaus nustatymui, analizuojant rodiklio vidurkius ir 95 % pasikliautuosius intervalus.
3. Įvertinti briedžio kelmelio apimtys tinkamumą briedžių amžiaus nustatymui, analizuojant rodiklio vidurkius ir 95 % pasikliautuosius intervalus.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – per 2020/21–2022/23 m. medžioklės sezonus sumedžiotų briedžių trofėjai. Analizuoti 1,5–12,5 metų amžiaus individai ($n = 229$).

Briedžių amžius nustatytas pagal apatinių žandikaulių dantų dilimo laipsnį ir histologiniu metodu, tiriant apatinio žandikaulio pirmąjį kandį (I_1) ir skaičiuojant cemento sluoksnius.

Duomenų analizėje taikyta aprašomoji statistika, apskaičiuojant morfometrinių rodiklių vidurkius ir jų sklaidą. Rago koto ir kelmelio apimčių skirtumams tarp amžiaus grupių ir amžiaus klasių įvertinti taikyta dispersinė analizė (ANOVA). Skirtumų tarp grupių reikšmingumas vertintas pagal p reikšmes.

Papildomai analizuoti 95 % pasikliautiniai intervalai, siekiant įvertinti amžiaus grupių atskiriamumą pagal tiriamus morfometrinius rodiklius.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Morfometrinių parametrų kitimas pagal amžių

Apibendrinus tirtų briedžių trofėjų duomenis nustatyta, kad rago koto ir kelmelio apimtys didėja didėjant individų amžiui, tačiau šis didėjimas nėra tolygus. Jaunesnėse amžiaus grupėse (1,5–4,5 metų) stebimas spartesnis abiejų rodiklių

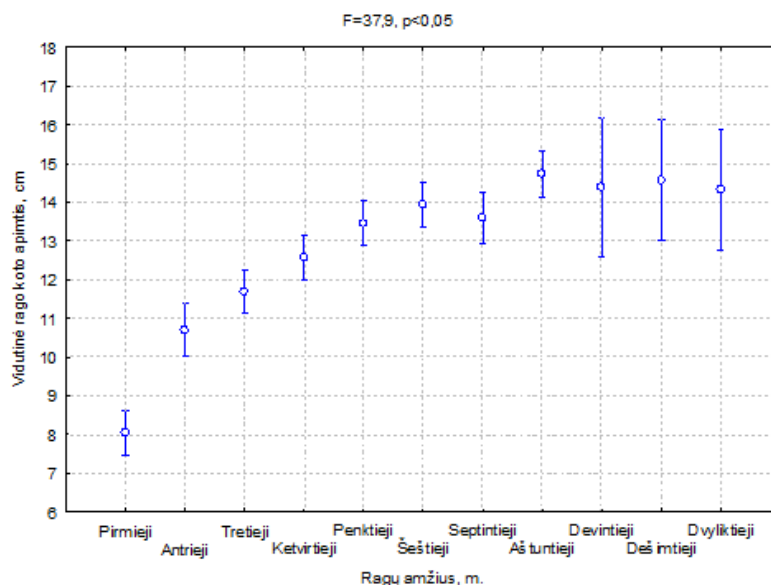
didėjimas, vėlesnėse grupėse (4,5–7,5 metų) augimo tempas mažėja, o vyresniame amžiuje (8,5–12,5 metų) rodikliai stabilizuojasi. Visais atvejais kelmelio apimtys buvo didesnės nei rago koto, o skirtumai tarp kairės ir dešinės pusės buvo nedideli, kas rodo ragų simetriškumą.

1,5 metų amžiaus individai priskirtini pirmųjų ragų grupei, kuriai būdingos mažiausios rago koto ir kelmelio apimtys (žr. 1 lentelę). Šiame etape ragų dalys yra tik susiformavusios, o jų vystymasis dar nėra pasiekęs intensyvaus augimo fazės. 2,5–3,5 metų amžiaus briedžiai laikytini jaunais individais, kuriems būdingas sparčiausias morfometrinių rodiklių didėjimas. Šiuo laikotarpiu formuojasi pagrindinė ragų struktūra, o rago koto ir kelmelio apimtys didėja intensyviausiai per visą ontogenezės laikotarpį. 4,5–7,5 metų amžiaus grupėje rago koto ir kelmelio apimčių didėjimo tempas palaipsniui mažėja, nors šie rodikliai vis dar didėja ir artėja prie didžiausių reikšmių. Šiame etape ragų dalys artėja prie maksimalių reikšmių. 8,5–10,5 metų amžiaus individai priskirtini brandžių gyvūnų grupei. Šiuo laikotarpiu rago koto apimtys iš esmės stabilizuojasi, o kelmelio apimtys dar gali nežymiai didėti. 12,5 metų ir vyresnių individų grupėje rago koto apimtys išlieka panašios, o kelmelio apimtys gali dar šiek tiek didėti, tačiau tarp atskirų individų nustatomi didesni šių rodiklių skirtumai.

1 lentelė. Briedžio rago koto ir kelmelio apimčių vidurkiai (cm)

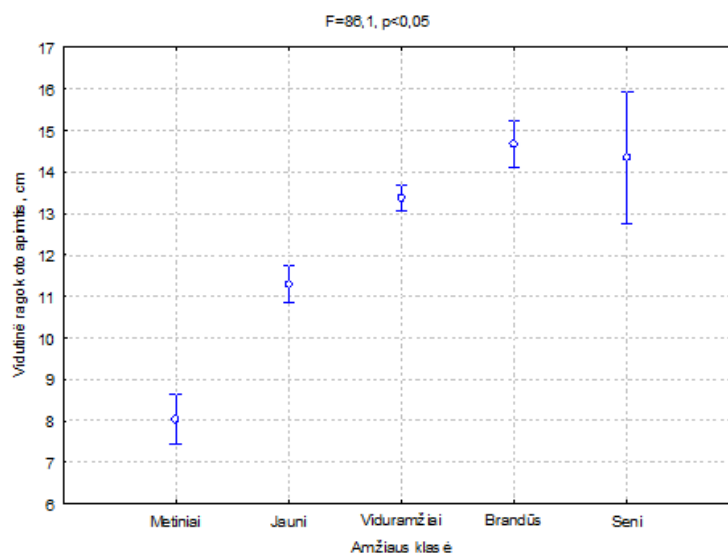
Amžius <i>Age</i>	Kairys kotas <i>Left beam</i>	Dešinys kotas <i>Right beam</i>	Kairys kelmelis <i>Left pedicle</i>	Dešinys kelmelis <i>Right pedicle</i>
1,5	8,1	8,0	9,4	9,5
2,5	10,7	10,7	11,6	11,7
3,5	11,7	11,6	12,5	12,4
4,5	12,5	12,6	13,4	13,4
5,5	13,4	13,5	14,5	14,6
6,5	14,0	14,0	14,9	15,0
7,5	13,5	13,8	15,1	15,4
8,5	14,6	14,8	16,1	16,3
9,5	14,4	14,3	15,5	15,7
10,5	14,2	14,8	15,8	16,0
12,5	14,3	14,4	17,1	17,3

1 lentelėje pateiktas rago koto apimtys vidurkio kitimas pagal amžiaus metus, nurodant 95 % pasikliautinusius intervalus. Matyti, kad rago koto apimtis didėja nuo 1,5 iki maždaug 5,5–6,5 metų, vėliau didėjimo tempas mažėja, o vyresnėse amžiaus grupėse rodikliai iš esmės stabilizuojasi. Tačiau vyresnėse grupėse (9,5–12,5 metų) pasikliautinieji intervalai yra platesni ir dažnai persidengia su kitomis grupėmis, kas apsunkina aiškų amžiaus grupių atskyrimą. Tai sietina su mažesne imties apimtimi šiose grupėse.



1 pav. Briedžio (*Alces alces* L.) rago koto apimtys kitimas priklausomai nuo amžiaus (vidurkis $\pm$ 95 % PI)

2 paveiksle pateiktas rago koto apimtys kitimas pagal apibendrintas amžiaus klases (metiniai, jauni, viduramžiai, brandūs, seni). Matyti, kad rago koto apimtis nuosekliai didėja nuo metinių iki brandžių individų, o senų individų grupėje iš esmės stabilizuojasi. Skirtingai nei analizuojant pagal pavienius metus, čia pasikliautinieji intervalai tarp pagrindinių amžiaus klasių daugeliu atvejų nepersidengia, todėl šios klasės aiškiau atskiriamos tarpusavyje. Tai rodo, kad duomenų grupavimas pagal amžiaus klases leidžia tiksliau įvertinti morfometrinių rodiklių kitimo dėsningumus.



2 pav. Briedžio (*Alces alces* L.) rago koto apimties kitimas pagal amžiaus klases (vidurkis $\pm$ 95 % PI)

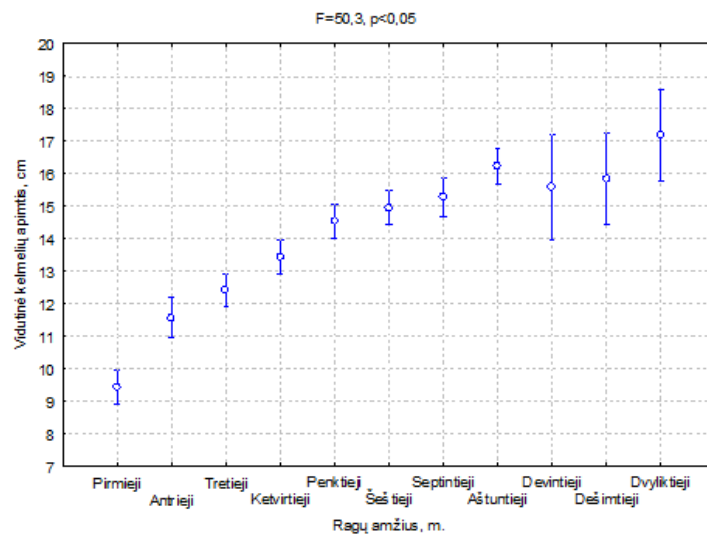
2 paveiksle pateikti rago koto apimties vidurkiai, 95 % pasikliautiniai intervalai ir porinių palyginimų p reikšmės tarp skirtingų amžiaus grupių. Matyti, kad jaunesnėse amžiaus grupėse skirtumai tarp rodiklių yra statistiškai reikšmingi ($p < 0,05$), o vyresnėse grupėse šie skirtumai dažnai tampa nereikšmingi. Taip pat pastebima, kad vyresnių amžiaus grupių (ypač 9,5 metų ir vyresnių) pasikliautiniai intervalai yra platesni, o kai kuriais atvejais duomenys nėra patikimi dėl mažos imties apimties ($n = 3-4$).

2 lentelė. Briedžio (*Alces alces* L.) rago koto apimties vidurkiai, 95 % pasikliautiniai intervalai ir porinių palyginimų reikšmingumas skirtingose amžiaus grupėse

Ragai	Vidurkis	Pasikl. Interval., – 95%	Pasikl. Interval., +95%	N	Pirmieji, p-value	Antrieji, p-value	Tretieji, p-value	Ketvirtieji, p-value	Penktieji, p-value	Šeštieji, p-value	Septintieji, p-value	Aštuntieji, p-value	Devintieji, p-value	Dešimtieji, p-value	Dvylikieji, p-value
Pirmieji	8,04138	7,41297	8,66979	29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antrieji	10,70000	9,98432	11,41568	21	0,00		0,63	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,02	0,05
Tretieji	11,69167	10,98364	12,39970	30	0,00	0,63		0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,26	0,39
Ketvirtieji	12,55833	11,99655	13,12012	30	0,00	0,01	0,56		0,51	0,03	0,51	0,00	0,95	0,78	0,89
Penktieji	13,45667	12,93827	13,97507	30	0,00	0,00	0,00	0,51		0,98	1,00	0,12	1,00	1,00	1,00
Šeštieji	13,94500	13,40802	14,48198	30	0,00	0,00	0,00	0,03	0,98		1,00	0,79	1,00	1,00	1,00
Septintieji	13,60682	12,89751	14,31613	22	0,00	0,00	0,00	0,51	1,00	1,00		0,40	1,00	1,00	1,00
Aštuntieji	14,72692	14,09323	15,36062	26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,79	0,40		1,00	1,00	1,00
Devintieji	14,38333	10,47460	18,29207	3	0,00	0,14	0,59	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00
Dešimtieji	14,57500	11,63124	17,51876	4	0,00	0,02	0,26	0,78	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
Dvylikieji	14,33750	12,52978	16,14522	4	0,00	0,05	0,39	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

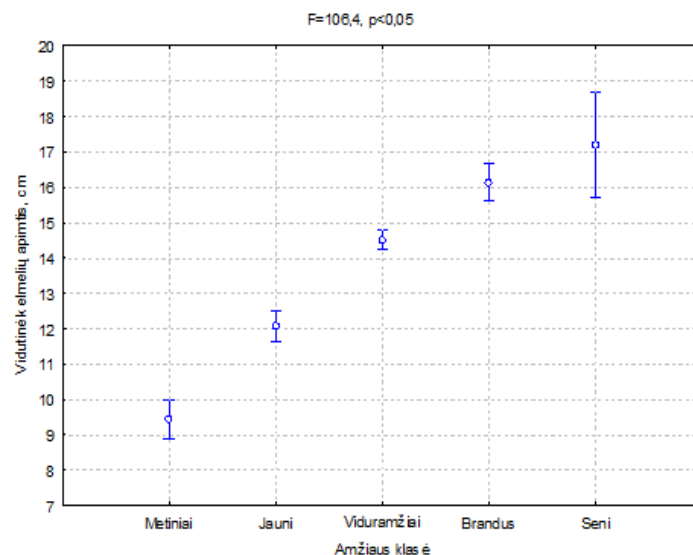
Analizuojant 1 ir 2 paveikslus bei 1 lentelę nustatyta, kad rago koto apimties vidurkiai didėja nuo metinių iki viduramžių amžiaus klasės, o brandžių ir senų grupėse iš esmės nesikeičia. Rago koto apimties vidurkiai ir 95 % PI pagal amžiaus klases yra: metiniai – 8,0 (7,4–8,7), jauni – 11,3 (10,8–11,8), viduramžiai – 13,4 (13,1–13,7), brandūs – 14,7 (14,1–15,2), seni – 14,3 (12,5–16,1). Matyti, kad metinių, jaunų ir viduramžių klasių pasikliautiniai intervalai nepersidengia, todėl šias grupes galima aiškiai atskirti. Tuo tarpu brandžių ir senų grupėse intervalai persidengia, todėl šių amžiaus klasių atskirti nepavyksta.

3 paveiksle pateiktas kelmelio apimties vidurkio kitimas pagal atskiras amžiaus grupes (metais), nurodant 95 % pasikliautinius intervalus. Matyti, kad kelmelio apimtys didėja nuo jaunesnių iki vyresnių amžiaus grupių. Tačiau vyresnėse amžiaus grupėse pasikliautiniai intervalai plėtojama ir dalinai persidengia, todėl atskirų grupių skirtumai tampa mažiau aiškūs.



3 pav. Briedžio (*Alces alces* L.) kelmelio apimtys kitimas priklausomai nuo amžiaus (vidurkis $\pm$ 95 % PI)

4 paveiksle pateiktas kelmelio apimtys kitimas pagal sugrupuotas amžiaus klases (metiniai, jauni, viduramžiai, brandūs, seni). Matyti aiškus rodiklio didėjimas nuo metinių iki senų individų grupės. Skirtingai nei analizuojant pagal metus, čia pasikliautiniai intervalai tarp daugumos amžiaus klasių nepersidengia, todėl grupės yra aiškiai atskiriamos.



4 pav. Briedžio (*Alces alces* L.) kelmelio apimtys kitimas pagal amžiaus klases (vidurkis $\pm$ 95 % PI).

3 lentelėje pateikti kelmelio apimtys vidurkiai ir 95 % pasikliautiniai intervalai skirtingose amžiaus grupėse. Matyti, kad kelmelio apimtys nuosekliai didėja nuo jaunesnių iki vyresnių grupių. Jaunesnėse amžiaus grupėse pasikliautiniai intervalai yra siauresni ir aiškiai atskirti, o vyresnėse grupėse intervalai plėtėja ir dalinai persidengia. Porinių palyginimų rezultatai rodo, kad reikšmingi skirtumai dažniausiai nustatomi tarp jaunesnių amžiaus grupių, o vyresnėse grupėse skirtumai mažėja.

3 lentelė. Briedžio (*Alces alces* L.) kelmelio apimtys vidurkiai, 95 % pasikliautiniai intervalai ir porinių palyginimų reikšmingumas skirtingose amžiaus grupėse.

Ragai	Vidurkis	Pasikl. Interval., -95%	Pasikl. Interval., +95%	N	Pirmieji, p-value	Antrieji, p-value	Tretieji, p-value	Ketvirtieji, p-value	Penktieji, p-value	Šeštieji, p-value	Septintieji, p-value	Aštuntieji, p-value	Devintieji, p-value	Dešimtieji, p-value	Dvylikieji, p-value
Pirmieji	9,4	8,9	10,0	29		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antrieji	11,6	11,0	12,2	21	0,00		0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Tretieji	12,4	11,9	13,0	30	0,00	0,72		0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	0,00
Ketvirtieji	13,4	12,8	14,0	30	0,00	0,00	0,17		0,11	0,00	0,00	0,00	0,77	0,39	0,01
Penktieji	14,5	14,0	15,1	30	0,00	0,00	0,00	0,11		0,99	0,84	0,00	1,00	0,97	0,25
Šeštieji	15,0	14,5	15,4	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99		1,00	0,05	1,00	1,00	0,52
Septintieji	15,3	14,7	15,8	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	1,00		0,49	1,00	1,00	0,73
Aštuntieji	16,2	15,7	16,8	26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,49		1,00	1,00	1,00
Devintieji	15,6	14,1	17,1	3	0,00	0,03	0,20	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	0,96
Dešimtieji	15,9	12,7	19,0	4	0,00	0,00	0,03	0,39	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00		0,97
Dvylikieji	17,2	13,6	20,8	4	0,00	0,00	0,00	0,01	0,25	0,52	0,73	1,00	0,96	0,97	

Analizuojant rago koto ir kelmelio apimčių kitimą nustatyta, kad abu rodikliai siejasi su amžiumi, tačiau jų tinkamumas amžiaus nustatymui skiriasi. Rago koto apimtys atveju aiškiai atskiriamos tik jaunesnės amžiaus klasės, o vyresnėse grupėse intervalai persidengia. Tuo tarpu kelmelio apimtys atveju nepersidengiantys pasikliautiniai intervalai išlieka iki brandžių individų grupės, todėl šis rodiklis leidžia patikimiau atskirti skirtingas amžiaus klases. Tai rodo, kad kelmelio apimtis yra tinkamesnis morfometrinis rodiklis briedžių amžiaus nustatymui nei rago koto apimtis.

Išvados

1. Briedžių (*Alces alces* L.) patinų rago koto ir kelmelio apimtys sparčiausiai didėja 1,5–4,5 metų amžiaus grupėje, 4,5–7,5 metų amžiaus grupėje augimo tempas mažėja, o 8,5–10,5 ir 12,5 metų amžiaus grupėse rodikliai stabilizuojasi.
2. Rago koto apimtys vidurkiai ir 95 % PI pagal amžiaus klases: metiniai – 8,0 (7,4–8,7), jauni – 11,3 (10,8–11,8), viduramžiai – 13,4 (13,1–13,7), brandūs – 14,7 (14,1–15,2), seni – 14,3 (12,5–16,1); pirmųjų trijų klasių intervalai nepersidengia.
3. Kelmelio apimtys vidurkiai ir 95 % PI pagal amžiaus klases: metiniai – 9,4 (8,9–10,0), jauni – 12,1 (11,7–12,5), viduramžiai – 14,5 (14,2–14,8), brandūs – 16,1 (15,6–16,6), seni – 17,2 (13,6–20,8); pirmųjų keturių klasių intervalai nepersidengia.

Literatūra

1. Bubenik, G. A. (1990). The antler as a model in biomedical research. In G. A. Bubenik & A. B. Bubenik (Eds.), *Horns, Pronghorns, and Antlers: Evolution, Morphology, Physiology, and Social Significance* (pp. 37–55). Springer-Verlag.
2. Deer Antlers: Regeneration, Function and Evolution. Goss, R. J. (1983). *Deer Antlers: Regeneration, Function and Evolution*. Academic Press.
3. Geist, V. (1998). *Deer of the world: Their evolution, behaviour, and ecology*. Stackpole Books.
4. Lincoln, G. A. (1992). Biology of antlers. *Journal of Zoology*, 226(3), 517–528. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1992.tb07495.x>
5. Red Deer: Behavior and Ecology of Two Sexes. Tim H. Clutton-Brock, Guinness, F. E., & Albon, S. D. (1982). *Red Deer: Behavior and Ecology of Two Sexes*. University of Chicago Press.
6. Solberg, E. J., Loison, A., Sæther, B.-E., & Strand, O. (2000). Age-specific harvest mortality in a Norwegian moose (*Alces alces*) population. *Wildlife Biology*, 6(1), 41–52. <https://doi.org/10.2981/wlb.2000.009>

MOOSE (*ALCES ALCES* L.) ANTLER BEAM AND PEDICLE MORPHOMETRIC PARAMETERS IN RELATION TO AGE

Abstract

This study examines the relationship between age and the morphometric parameters of moose (*Alces alces* L.) antlers, specifically the circumference of the antler beam and pedicle, and evaluates their applicability for age determination. Data from male moose aged 1.5–12.5 years were analyzed.

Descriptive statistics and analysis of variance (ANOVA) were applied. The results showed that differences in antler beam circumference between older age groups were often not statistically significant. In contrast, pedicle circumference exhibited statistically significant differences between most age groups ($p < 0.05$), particularly between younger and middle-aged individuals.

These findings indicate that pedicle circumference is a more reliable morphometric parameter for moose age determination than antler beam circumference.

Keywords: moose (*Alces alces* L.), antlers, antler beam, pedicle, morphometry, age determination, morphological maturity, regression analysis