

VARIJACIJE U MINERALIZACIJI CAKLINE PRI PREKOMJERNOM TROŠENJU PRVOG KUTNJAKA DONJE ČELJUSTI (M1) U JELENA OBIČNOG – PRIMJENA DENZITOMETRIJE I *BACKSCATTERED ELECTRON* METODE

Farkaš, V.¹, D. Konjević², V. Njemirovski³ i K. Severin⁴

¹ Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, student

² Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

³ Zavod za dentalnu antropologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

⁴ Zavod za sudsko i upravno veterinarstvo, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

.....

SAŽETAK

Stupanj mineralizacije cakline prvog kutnjaka donje čeljusti jelena običnog (*Cervus elaphus L.*) određivan je primjenom *backscattered electron (BSE)* testa i računalne denzitometrije. Prikupljeno je ukupno 60 donjih čeljusti odstrijeljenih jelena, ljubaznošću djelatnika Hrvatskih šuma d.o.o., Uprave šuma Osijek, podružnice Tikveš. Primjenom računalne denzitometrije na presjecima i intaktnim kutnjacima s primjetnim prekomjernim trošenjem ($N=4$) utvrđena je viša relativna optička gustoća (ROD) u odnosu na kontrolni kutnjak. Rezultati dobiveni promatranjem intaktnog zuba odstupaju od onih dobivenih na presjeku zuba te time potvrđuju veću osjetljivost metode pri radu na presjeku zuba. BSE metoda je isključila znatnija odstupanja u mineralizaciji cakline unutar pojedinog grla. Na temelju rezultata može se zaključiti da smanjena mineralizacija cakline sudjeluje u nastanku prekomjernog trošenja M1, a ona može biti uzrokovana individualnim razlikama te nekim sistemskim i genskim bolestima.

.....

UVOD

Poznavanje strukturalnih osobitosti, dinamike izrastanja, izmjene i trošenja zuba od iznimne je važnosti u populacijskim istraživanjima i u planiranju gospodarenja divljim životinjama (Farkaš i sur., 2009.). S obzirom na to da je dominantna funkcija zubi prihvat i drobljenje hrane, razumljiva je i njihova prilagodba načinu i vrsti prehrane dotične životinje. Zubi jelena običnog poredani su slično kao i u ostalih preživača te u svom stalnom postavu tvore sljedeću zubnu formulu: I 0/3; C 1/1; P 4/4; M 3/3. Mliječni sjekutići jelenskoga zubala izrastaju već u prvom mjesecu života, dok stalni prvi kutnjak donje čeljusti (M1) niče s otprilike 8 mjeseci sta-

rosti (Kallay, 1977.; Wagenknecht, 1984.). Potpuno razvijeno zubalo jelen ima s otprilike dvije i pol godine života. Svaki zub sastoji se od tvrdih i mekih tkiva, pri čemu tvrda tkiva čine caklina, dentin i cement, a meka čine tkiva zubne pulpe. U takvom sastavu, izvana postavljena caklina kao najtvrdje tkivo u organizmu građena je od oko 95% minerala i prva je i najjača obrana zuba od vanjskih čimbenika. Stanice koje stvaraju caklinu (ameloblasti) u zubima ograničenog rasta, odumiru nakon završetka mineralizacije cakline. U skladu s tim, caklina u svome sastavu nema stanica te se ne može niti obnavljati tijekom života, pa njezin gubitak dovodi do izlaganja dentina i posljedičnog ubrzanog trošenja zuba (Konjević i sur., 2006.). Upravo je redovito trošenje zuba najčešći u praksi korišten pokazatelj za procjenu starosti divljih životinja. Ta metoda zahtijeva razvijeno stalno zubalo koje je izloženo sustavnom trošenju te se provodi na temelju opažanja redosljeda promjena na griznim (okluzalnim) plohama kutnjaka i pretkutnjaka donje čeljusti (Kierdorf i Becher, 1997.). Pritom, s obzirom na to da je riječ o podosta subjektivnoj metodi, iz procjene treba izuzeti patološki promijenjene zube kako bi se rizik pogreške sveo na najmanju moguću mjeru.

Važan čimbenik koji utječe na istrošenost zuba je stupanj mineralizacije cakline. To je posebice vidljivo u slučajevima fluoroze zubi srna i jelena, gdje je hipomineralizacija cakline rezultirala prekomjernim (ubrzanim) trošenjem predmetnog zuba (Kierdorf, 1988.; Kierdorf i sur., 1993.; Kierdorf i sur., 1996.). Povezanost stupnja potrošenosti zuba i stupnja mineralizacije cakline na primjeru zubala srna istraživali su Bussemeier (1988.) i Saar (1991.). Njihovi zaključci su pritom bili kontradiktorni. Budući da se u procjeni dobi najčešće koristi prvi kutnjak donje čeljusti (M1) posebice je važno upravo njegovo uočeno prekomjerno trošenje u pojedinim slučajevima, kako je i opisano u sika jelena (Takahashi i sur., 1999.), žirafa (Clauss i sur., 2007.), crnorepog jelena (Linsdale i Tomich, 1953.) i mnogih drugih vrsta.

OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA

Pravilna procjena dobi nužan je preduvjet za kreiranje pravilnih planova gospodarenja, ostvarivanje što pravilnije dobne strukture populacije te razumijevanje mineralizacije zubne cakline kao i patoloških stanja na stalnim zubima jelenske divljači. Nedostatak istraživanja u ovom dijelu, unatoč uočenoj pojavi prekomjerno istrošenih M1, do danas je razlog nepoznavanja stupnja mineralizacije cakline tih zubi te moguće individualne sklonosti. Sinergističko djelovanje kvalitativno oslabljene cakline i modela opterećenja zubala prigodom žvakanja (Speeova krivulja) najizraženije je upravo na području M1 te zasigurno može dovesti do uočenih stanja što je i postavljeno kao hipoteza ovoga rada. Cilj rada je bio backscattered electron (BSE) metodom odrediti razlike u stupnju mineralizacije cakline unutar svakoga pojedinog promijenjenog M1, te računalnom denzitometrijskom analizom odrediti razlike u stupnju mineralizacije između svih promijenjenih M1 i kontrolnog M1, kako bismo na temelju dobivenih rezultata mogli:

1. bolje upoznati uzročnost pojave pojačanog trošenja M1;
2. usporediti rezultate s drugim istraživanjima te pojave;
3. pridonijeti općim spoznajama vezanim za pojačano trošenje M1;
4. ispitati prikladnost i potrebne prilagodbe u primjeni računalne denzitometrijske analize.

Poznavanje uzročnosti ove pojave može ublažiti nepouzdanost trošenja zuba u procjeni dobi jelenske divljači te dijelom ispraviti nastale pogreške. Također, rezultati ovog istraživanja omogućit će razumijevanje i točnije tumačenje uočenog prekomjernog trošenja zuba, kao i bolji uvid u genezu takvoga patološkog stanja tvrdih zubnih tkiva.

MATERIJAL I METODE

Zubi

Ukupno 60 čeljusti jelena običnoga prikupljeno je tijekom redovitog odstrela na području državnoga otvorenog lovišta br. XIV/9 "Podunavlje–Podravlje". Sve promatrane jedinke ubrajaju se u muška srednjodobna grla, dobi od 5 do 7 godina. One su dostavljene na Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu na daljnje analize u okviru projekta "Dentalna patologija divljih sisavaca". Čeljusti su nakon izdvajanja od glave obrađene standardnim postupkom čišćenja i kuhanja (Frković, 2006.). Vanjskim pregledom čeljusti, izdvojene su sve (N=4) s primijećenim pojačanim trošenjem M1 (slika 1) te su iz njih izdvojeni pretkutnjaci i kutnjaci jedne strane. Kao kontrolni uzorak, izdvojeni su i zubi iz jedne donje čeljusti kod koje nije ustanovljeno pojačano trošenje. Svaki je zub nakon vađenja fotografiran i pohranjen u plastične posudice te primjereno označen.



Slika 1: Lijevo polovicu donje čeljusti jelena običnoga s naglašenim trošenjem M1 prije standardne obrade. U usporedbi s ostalim zubima, veće područje smeđe obojenosti označuje dentin izloženog uslijed potrošene cakline.

Priprema zubi za denzitometriju

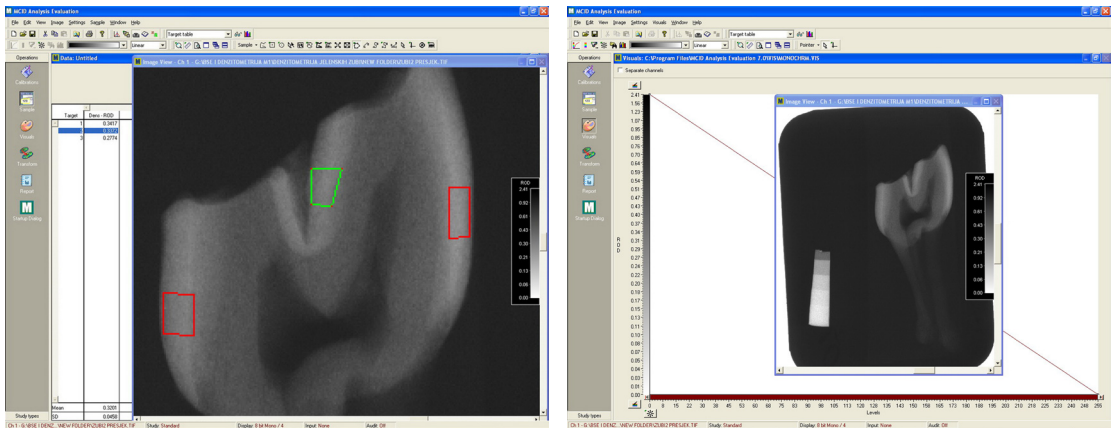
U prvom dijelu analize intaktni zubi podvrgnuti su rendgenskom snimanju u cijelosti, u bukalno-lingvalnom smjeru. Nakon završenog prvog koraka, svaki je zub za potrebe određivanja gustoće denzitometrijom pripremljen uklapanjem u metil-metakrilat (VariDur®, Buechler) s pomoću za tu svrhu posebno konstruiranog kalupa. Metil-metakrilat dobiva se spajanjem praškaste i tekuće komponente do postizanja gustoće tekuće smole. Pretraživani se zub postavi u kalup i prelije takvom smjesom, koja se tijekom sljedećih 15 minuta u potpunosti učvrsti. Nakon očvršćivanja, uklopljeni zubi vade se iz kalupa i podvrgavaju rezanju na dijamantnoj rezalici (IsoMet 1000® Buechler) na rezove debljine oko 5 mm. Rezovi su ponovno snimljeni rendgenom kako bi se proučio utjecaj preklapanja tkiva (superpozicije) snimanjem cijelog zuba. Snimanje je u oba koraka provedeno na stomatološkom RTG-uređaju (Siemens Heliodend) s dodatkom kalibracijskog klina za standardiziranje snimki.

BSE (backscattered electron) test

Nakon drugog rendgenskog snimanja rezovi zuba poslani su na Sveučilište u Hildesheimu na BSE-analizu. Uklopljeni isječak zuba poliran je na kružnoj ploči za poliranje (Labopol-5, Struers) primjenom dijamantne suspenzije (Diapro, Struers) s česticama veličine 3 do 9 µm, uza završno poliranje (OP-S Colloidal Silica Suspension, Struers). Tako pripremljeni isječki analizirani su BSE-metodom s pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa (SEM) (FEI Quanta 600 FEG).

Računalna denzitometrijska analiza

Računalna denzitometrijska analiza jest postupak određivanja stupnja sivila na standardiziranim RTG-snimkama. Svi su zubi serijski snimljeni kako bi se osigurali jednaki uvjeti snimanja i razvijanja dobivenih snimki. Snimke su digitalizirane skeniranjem na skeneru (ScanMaker 9800XL, Microtek) radi prevođenja slike u računalu prepoznatljiv oblik. Digitalizirane snimke obrađivane su u programu MCID Analysis Evaluation (7.0 Rev. 1.0, build 207). Preduvjet za provedbu denzitometrije jest određivanje skale sivila, koja se kreće od 0 do 255, pri čemu je 0 najsvjetlija, a 255 najtamnija točka. Skala sivila nije linearna, već je uvjetovana karakteristikama rendgenskog filma kod kojega veza između količine apsorbiranih RTG-zraka i zatamnjenja nije linearna. Da bi se to ispravilo, potrebno je dovesti u odnos stupnjeve sivila sa stvarnom količinom RTG-zraka (Ivošević, 2003.). To je moguće određivanjem relativne optičke gustoće (ROD) prema formuli: $ROD = \log_{10}$ ukupni broj sivila / promatrani nivo sivila. Programom MCID Analysis Evaluation izravno je izračunata relativna optička gustoća (ROD) cakline na tri nasumično odabrana područja na caklini svakog zuba. Iz formule i slika 2 i 3 vidljivo je da što je veća relativna optička gustoća (ROD-vrijednost), gustoća tkiva je manja.



Slike 2 i 3: Primjer rendgenograma zuba u denzitometrijskom programu s kalibracijskim klinom. Lijeva slika označava područja mjerenja gustoće cakline na promatranom zubu.

REZULTATI

BSE-analiza

BSE-analizom istraženih zubi nisu ustanovljena mjesta tamnije obojenosti koja bi upućivala na manjak minerala, nego je ustanovljena jednolična obojenost cakline s ravnomjernom raspodjelom minerala unutar predmetnih zubi (slika 4).

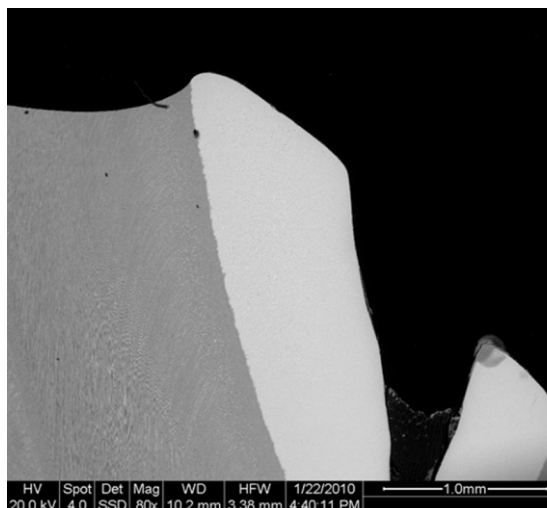
Računalna denzitometrijska analiza

Otkrivanjem razlika u stupnju mineralizacije cakline na presjeku isječaka zubi i usporedbom triju prekomjerno potrošenih MI s kontrolnim, nepromijenjenim MI, ustanovljeno je da prekomjerno potrošeni u odnosu na nepromijenjeni MI imaju povećanu optičku gustoću (ROD), odnosno smanjenu gustoću cakline od 0,93 do 30,49%.

Promatrajući razlike u stupnju mineralizacije cakline na cijelim zubima te uspoređujući promijenjena tri MI s kontrolnim MI, uočene su razlike u odnosu na snimke presjeka isječaka zubi. Uzorci jednoga prekomjerno potrošenog MI pokazuju manju relativnu gustoću (ROD), odnosno veći stupanj mineralizacije od kontrolnog MI.

RASPRAVA

Brzina trošenja zubi u uskoj je sprezi s vrstom hrane, ali na nju mogu utjecati i drugi unutarnji i vanjski čimbenici poput pojedinačnih kolebanja u tvrdoći cakline i dentina, oštećenja cakline različitim tvarima poput fluora, sistemskih bolesti, nepravilne građe i položaja zuba, spolne pripadnosti, osobitosti staništa, prisutnosti abrazivnih tvari u okolišu i hrani i sl., a u slučaju divljih životinja ovisi i o činjenici je li riječ o slobodnoživućoj ili zatočenoj jedinki (Brown i Chapman, 1990., 1991.; Kierdorf i Becher, 1997.; Takahashi i sur., 1999.; Loe i sur., 2003.; Clauss i sur., 2007.). Osim što takva kolebanja u brzini trošenja zubi imaju učinak na samu životinju u smislu njezine konkurentnosti u svome okružju (Garrott i sur., 2002.), utječu i na pravilnost izrade i provedbe planova gospodarenja budući da se upravo trošenje zubi, uz vrijeme nicanja i izmjenu zubala, najčešće rabi u praktičnoj procjeni dobi životinje. U tom se praktičnom dijelu procjene dobi jelena rabi MI. Uočeno ubrzano trošenje MI ne samo jelena običnoga nego i ostalih vrsta jelenske divljači, može u konačnici ometati pravilnu prosudbu dobi te je važno spoznati uzroke koji mogu dovesti do takvoga stanja. Isključite li se ostali, prethodno nabrojani čimbenici, kao jedan od mogućih uzroka ostaju kolebanja u stupnju mineralizacije cakline. Najjednostavniji način mjerenja gustoće tvrdih tkiva zuba



Slika 4: BSE, bukalno-lingvalni prikaz prvog kutnjaka donje čeljusti s naglašenim trošenjem zuba. Svjetlije područje označuje caklinu, tamnije dentin.

jest određivanjem njihova stupnja (intenziteta) sivila na RTG-snimkama (Knezović Zlatarić, 2001.). Rezultati dobiveni računalnom denzitometrijskom analizom u ovom radu podudaraju se s onima Bussemeiera (1988.) koji dovodi u pozitivnu korelaciju tvrdoću, odnosno stupanj mineralizacije cakline i trošenje zuba. ROD-vrijednost cakline kutnjaka s ubrzanim trošenjem pokazala se višom negoli u kontrolnog, upućujući time na kvalitativno slabiju caklinu. Također, ta kolebanja nisu jednaka u svih grla te se katkad razlike kreću u vrlo malim, a katkad u većim postocima, kao što je i vidljivo iz ove studije. Dodatno, potvrđeno je i odstupanje u dobivenim rezultatima prilikom snimanja presjeka isječaka i snimanja cijelog zuba. To je odstupanje najvjerojatnije posljedica superponiranja, odnosno preklapanja tvrdih tkiva prilikom RTG-snimanja cijelog zuba i samim time promjena u stupnju sivila. Snimanjem presjeka isječka zuba uvelike smanjujemo taj utjecaj te se tako dobivaju znatno precizniji rezultati. Od stečenih stanja, fluorozu je često opisivana kao uzrok smanjene hipomineralizacije cakline i pojačanog trošenja zuba (Newman i Yu, 1976.; Greenwood i sur., 1964.; Kierdorf i sur., 1993.; Kierdorf i sur., 1996.; Kierdorf i sur., 1997.). Način na koji fluoridi uzrokuju takve promjene nije do kraja razjašnjen (Fejerskov i sur., 1994.). Primjenom BSE-metode isključena su znatnija kolebanja u mineralizaciji cakline unutar jednoga zuba te su time isključena i stanja poput fluoroze. Takav se rezultat slaže s rezultatom dobivenim u istraživanju nejednake dinamike trošenja M1 u srneće divljači (Lutz, 2002.), pri čemu nisu pronađene razlike u mikrotvrdoći zuba. S obzirom na to da je vanjskim pregledom u toj studiji obuhvaćena samo donja čeljust, autorica ostavlja otvorenom mogućnost češće uporabe druge strane čeljusti, ali je isto tako nemoguće isključiti nepravilnosti zuba gornje čeljusti. Takve su mogućnosti zabilježene u životinja, ali za to treba postojati i odgovarajući razlog koji se u najvećem broju slučajeva može ustanoviti pregledom lubanje (Lazar i sur., 2009.). Sličan HV zabilježili su i Kierdorf i Becher (1997.) na zubima jelena običnoga.

Citirana istraživanja drugih autora i ovo istraživanje potvrđuju pretpostavku da je smanjena mineralizacija cakline kao posljedica individualnih kolebanja ili određenih patoloških stanja vjerojatni uzrok prekomjernog trošenja M1. Budući da je istraživanje provedeno na odstrijeljenim, a ne živim životinjama, ne možemo sa sigurnošću isključiti opće bolesti ili genske nepravilnosti kao uzrok smanjene mineralizacije i ubrzanog trošenja. S obzirom na to da caklina svoju čvrstoću, a time i funkcionalnost, stječe tijekom završne faze amelogeneze (Boyde, 1989.), uočene promjene u mineralizaciji najvjerojatnije odražavaju razlike upravo u fazi maturacije cakline. Osim provedenih pretraga, svakako bi u budućim istraživanjima trebalo uključiti izravno određivanje udjela kalcija s obzirom na složenu morfologiju cakline te činjenicu da je spomenuto određivanje mikrotvrdoće neizravna procjena tvrdoće cakline.

ZAKLJUČCI

1. Prvi kutnjak donje čeljusti (M1) jest najranije korišten trajni zub jelena običnoga.
2. Potvrđeno je postojanje varijacija u brzini trošenja M1 između pojedinih jelena.
3. BSE-analizom isključene su varijacije u stupnju mineralizacije cakline unutar istoga zuba.
4. Primjenom računalne denzitometrije na temelju RTG-snimki zubi ustanovljene su razlike u

stupnju mineralizacije cakline između promatranih zubi.

5. ROD-vrijednost zuba s ubrzanim trošenjem viša je negoli u kontrolnog zuba.

6. Potvrđena je veća osjetljivost denzitometrije pri promatranju presjeka zuba u odnosu na in-taktni zub.

7. Kvalitativno slabija caklina postavlja se kao jedna od mogućnosti unutarvrstnih razlika u brzini trošenja zuba.

LITERATURA

BOYDE, A. (1989): Enamel. In: Teeth. (Berkovitz B. K. B., A. Boyde, R. M. Frank, H. J. Höhling, B. J. Moxham, J. Nalbandian, C. H. Tonge, Eds). Springer-Verlag, New York, pp. 309-473.

BROWN, W. A. B., N. G. CHAPMAN (1990): The dentition of fallow deer (*Dama dama*): a scoring scheme to assess age from dental wear of the permanent molariform teeth. *J. Zool. (Lond.)* 221, 659-682.

BROWN, W. A. B., N. G. CHAPMAN (1991): The dentition of red deer (*Cervus elaphus*): a scoring scheme to assess age from dental wear of the permanent molariform teeth. *J. Zool. (Lond.)* 224, 519-536.

BUSSEMEIER, D. (1988): Untersuchungen zum Einfluß von Lebensalter, Zahnschmelzhärte und geographischer Herkunft auf die Gebißabnutzung beim männlichen Reh (*Capreolus capreolus* L) am Beispiel zweier Populationen aus dem Oberharz und dem nördlichen Harzvorland. Diploma Thesis, Forestry Faculty, University of Göttingen.

CLAUSS, M., T. A. FRANZ-ODENDAAL, J. BRASCH, J. C. CASTELL, T. KAISER (2007): Tooth wear in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*): Mesowear analysis classifies freeranging specimens as browsers but captive ones as grazers. *J. Zoo Wildl. Med.* 38, 433-445.

FARKAŠ, V., D. KONJEVIĆ, K. SEVERIN, V. NJEMIROVSKIJ, Z. JANICKI, A. SLAVICA, D. STANIN (2009): Određivanje gustoće cakline jelenskih zuba pri prekomjernom trošenju. *Ml. Zbornik sažetaka, Znanstveno-stručni sastanak Veterinarska znanost i struka*, Zagreb, str. 66-67.

FRKOVIĆ, A. (2006): Priručnik za ocjenjivanje lovačkih trofeja. Hrvatski lovački savez, Zagreb.

FEJERSKOV, O., M. J. LARSEN, A. RICHARDS, V. BAELUM (1994): Dental tissue effects of fluoride. *Adv. Dent. Res.* 8, 15-31.

GARROTT, R. A., L. L. EBERHARDT, J. K. OTTON, P. J. WHITE, M. A. CHAFFEE (2002): A Geochemical Trophic Cascade in Yellowstone's Geothermal Environments. *Ecosystems* 5, 659-666.

GREENWOOD, D. A., J. L. SHUPE, G. E. STODDART, L. E. HARRIS, H. M. NIELSEN, L. E. OLSON (1964) : Fluorosis in cattle. *Spec. Rep. 17. Agri. Exp. Sta., Utah State Univ., Logan.* p. 35.

IVOŠEVIĆ, N. (2003): Denzitometrija u prosudbi zdravlja potpornog sustava zuba. Magistarski rad, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

KALLAY, J. (1977): Komparativna odontografija. Izdavački zavod Jugoslavenske akademije, Zagreb, pp. 175-178.

KIERDORF, U. (1988): Untersuchungen zum Nachweis immissionsbedingter chronischer Fluoridinotokikation beim Reh (*Capreolus capreolus* L.). *Z. Jagdwiss.* 34, 192-204.

KIERDORF, U., H. KIERDORF, O. FEJERSKOV (1993): Fluoride-induced developmental changes in enamel and dentine of European roe deer (*Capreolus capreolus* L.) as a result of environmental pollution. *Arch. Oral. Biol.* 38, 1071-1081.

KIERDORF, U., H. KIERDORF, H. SEDLACEK, O. FEJERSKOV (1996): Structural changes fluorosed dental enamel of red deer

(*Cervus elaphus* L.) from a region with severe environmental pollution by fluorides. *J. Anat.* 188, 183-195.

KIERDORF, H., U. KIERDORF, A. BOYDE (1997): A quantitative backscattered electron imaging study of hypomineralization and hypoplasia in fluorosed dental enamel of deer. *Ann. Anat.* 179, 405-412.

KIERDORF, U., J. BECHER (1997): Mineralization and wear of mandibular first molars in red deer (*Cervus elaphus*) of known age. *J. Zool. (Lond.)* 241, 135-143.

KNEZOVIĆ ZLATARIĆ, D. (2001): Promjene gustoće kosti pod bazom mobilnih proteza izmjerena metodom intraoralne mikrodensitometrije. Doktorska disertacija, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

KONJEVIĆ, D., V. NJEMIROVSKIJ, H. BRKIĆ, Z. JANICKI, A. SLAVICA, K. SEVERIN, T. KEROS (2006): Neke karakteristike zuba kao parametar u prosuđivanju dobi divljači. *Hrv. vet. vjesn.* 29, 195-201.

LAZAR, P., D. KONJEVIĆ, U. KIERDORF, V. NJEMIROVSKIJ, J. ČURLIK, M. GRUBEŠIĆ (2009): Traumatic injury to the incisive bones and maxillary dentition in a male gray wolf (*Canis lupus* L.) from Slovakia. *Eur. J. Wildl. Res.* 55, 85-89.

LINSDALE, J. M., P. Q. TOMICH (1953): *A Herd of Mule Deer*. Univ. of Calif. Press, Berkeley, p. 567.

LOE, L. E., A. MYSTERUD, R. LANGANTN, N. C. STENSETH (2003): Decelerating and sex-dependant tooth wear in Norwegian red deer. *Oecologia* 135, 346-353.

LUTZ, W. (2002): Unterschiedliche Gebissabnutzung bei einem Rehbock (*Capreolus capreolus*, LINNÉ 1758). *Z. Jagdwiss.* 48, 194-202.

NEWMAN, J. R., M-H. YU (1976): Fluorosis in black-tailed deer. *J. Wildl. Dis.* 12, 39-41.

PINTBORG, J. J. (1970): *Pathology of the Dental Hard Tissues*, Munksgaard. Copenhagen.

SAAR, M. (1991): Altersabhängige Veränderungen am Schädel und an den Zähnen des Rehes, *Capreolus capreolus* (Linné, 1758). Diploma Thesis. Medical Faculty, University of Giessen.

TAKAHASHI, H., K. KAJI, T. KOIZUMI (1999): Molar wear rates in Sika deer during three population phases: increasing versus decline and post-decline phases. *Mammal Study* 24, 17-23.

WAGENKNECHT, E. (1984): *Altersbestimmung des erlegten Wildes*. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, p. 57.