

Latvijā audzētu briežu (*Cervus elaphus* L.) gremošanas trakta morfofunkcionālā stāvokļa pētījumi

Researches on Morphofunctional Status of the Digestive Tract of Red Deer (*Cervus elaphus* L.) Bred in Latvia

Inese Zītare*, Aleksandrs Jemeljanovs, Līga Proškina
LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sigra”
Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine ”Sigra”, LLU

Māra Pilmane
Rīgas Stradiņa Universitātes Anatomijas un antropoloģijas institūts
Institute of Anatomy and Anthropology, Rīga Stradiņš University

Abstract. Deer breeding in Latvia has been rapidly developing over the last years. In order to obtain qualitative meat from captive wild animals it is necessary to investigate the feeding of deer and the morphofunctional status of the animals' digestive tract. Morphology and the diffuse neuroendocrine system of separate parts of the digestive tract were studied by histological and immunohistochemical methods. The results revealed keratinisation of the rumen mucosa of the fundus part in 4 animals out of 5, and in two cases it was very notable. Simultaneously, also patchy foci of parakeratotic basal cells of epithelium were observed in the rumen wall. Neutrophilic leukocytes, lymphocytes and rare macrophages had infiltrated mucosa and muscle layers of the ruminal wall. Vacuolization of gangliocytes was detected in the intermuscular nerve plexus. The above-mentioned changes were similar in four animals, and only in one animal no changes were detected in the structure of tissue. Interestingly that presence of inflammatory cells was also found in the wall of the large intestine in two animals but atrophy of this region was detected in one case. A conclusion was made that in general red deer's small and large intestines were more innervated than the rumen despite the variations in separate parts of the mucosal envelope of the intestinal walls. The small intestine was characterized by abundantly expressed serotonin. Focal appearance of neurofilament-containing nerve fibres characterized the tissue from the rumen towards the large intestines. Additionally, the prominent apoptosis detected in the rumen possibly could be attributed to the intensity of food cleavage and resorption processes and could be evaluated as a compensatory answer from the tissue side.

Key words: diffuse neuroendocrine system, digestive tract, red deer.

Ievads

Gremošanas trakta morfofunkcionālais stāvoklis ir svarīgs dzīvā organisma barības līdzekļu uzņemšanas nodrošināšanā – gan barības pārstrādes, gan uzsūkšanās procesos. Fizioloģiskām normām atbilstošs to dzīvnieku, no kuriem iegūst pārtikai nepieciešamās izejvielas, gremošanas process nodrošina patērētāju ar veselīgām un drošām dzīvnieku izcelsmes izejvielām. Staltbriežu gremošanas trakta izpēte ir saistīta ar dzīvnieka veselības kontroli.

Brieži ir atgremotāji, kas pieder pie tādiem zālēdāju tipa dzīvniekiem, kuri ēšanai izvēlas kokainu barību – krūmus, cietus zālaugus, nezāļu

stublājus, koku atvases –, vienlaicīgi uzņemot arī zāli un rupjo barību. Atzīmējot briežu barības izvēli, ārzemju autori (Fulbright, Ortega, 2006) briežus nodala kā „starpīpa” dzīvniekus, kuri „koncentrējas” uz kokainas barības uzņemšanu, atšķirībā no pārējiem zālēdājiem dzīvniekiem, kuri grauz tikai augus vai ēd tikai zāli. Vislabprātāk brieži ēd pākšaugus, grūti sagremojamus augus un augu daļas, kas satur cieti, proteīnus un taukus. Kaut arī ierobežotas, dzīvniekiem piemīt visas spējas sagremot augu šūnu sienīnās esošo celulozi.

Spureklī, kas ir gremošanas trakta vislielākā struktūra, notiek svarīgā barības primārā apstrāde, šķelšana un uzsūkšanās. Visā gremošanas traktā

* Corresponding author's email:
sigra@lis.lv

notiekošie procesi ir cieši saistīti ar difūzās neuroendokrīnās sistēmas darbību (DNES). DNES pētījumi uzsākti arī plankumainajiem briežiem (*Dama dama* – Ceccarelli, Pedini, Gargiulo, 1995; *Cervus elaphus* L. – Franco, Masot et al., 2004; Franco, Redondo, Masot, 2004; Masot, Franco, Redondo, 2007). Neuropeptīdus saturošā inervācija, kā norāda Mallard, Dekkers et al. (1998) un Zabielski, Dardillat et al. (1998), regulē gremošanas sistēmas intrauterīno attīstību, barības vielu šķelšanu un absorbciju, gremošanas sistēmas dobo orgānu sienu kontrakcijas un vietējās imūnās reakcijas. Neuropeptīdu inervācijas izmaiņas saistītas ar organisma metaboliskiem traucējumiem (Bueno, Fioramonti, 1994). Pēdējos gados uzsāktā DNES lomas izpēte gremošanas traktā briežiem veikta, ņemot vērā dzīvnieku barības izvēles tipu (Münnich, Gäbel, Pfannkuche, 2008). Latvijā gan savvaļā, gan arī briežu dārzos audzētiem briežiem gremošanas trakta morfofunkcionālie pētījumi līdz šim nav veikti. Lai pamatotu nebrīvē audzētu un turētu briežu labturību, tās nosacījumu ievērošanu, kā arī lai saglabātu genofondu, jāveic dzīvnieku orgānu sistēmu pētījumi, kas pamatotu tādu apstākļu nodrošināšanu, kuri nepieciešami nebrīvē turēta savvaļas dzīvnieka organisma prasībām, kā rezultātā būtu iespējams iegūt kvalitatīvu gaļu.

Mūsu pētījumu uzdevums bija veikt nebrīvē audzētu sarkano briežu (*Cervus elaphus* L.) gremošanas sistēmas atsevišķu daļu morfoloģiskos un neuroendokrīnās sistēmas histoloģiskos un imūnhistoķīmiskos pētījumus.

Materiāls un metodika

Pētījumiem tika izmantoti pieci Siguldas novadā nebrīvē audzēti klīniski veseli 18 mēnešus veci brieži (*Cervus elaphus* L.). Barības devā ziemas periodā viens briedis dienā saņēma 7.00 kg skābsiena un 1.00 kg placināto graudu. Dzīvnieki barībai izmantoja arī pieejamos krūmus.

Pēc dzīvnieku nokaušanas februārī paraugus histoloģiskai un imūnhistoķīmiskai izmeklēšanai ņēma no spurekļa (*rumen*) sienas (*saccus caecus ventralis*) un tievās (*duodenum*) un resnās zarnas (*colon*) beigu daļas.

Paraugus gaismas mikroskopijai fiksēja 12% formalīnā, ieguldīja parafīnā, pēc tam sagrieza 8 μm biezus griezumus, krāsoja ar hematoksilīnu un eozīnu un apskatīja mikroskopā (palielinājums 250× un 400×).

Paraugus imūnhistoķīmiskiem izmeklējumiem diennakti fiksēja maisījumā, kas sastāvēja no 2% formaldehīda un 0.2% pikrīnskābes 0.1 M fosfātbufferī

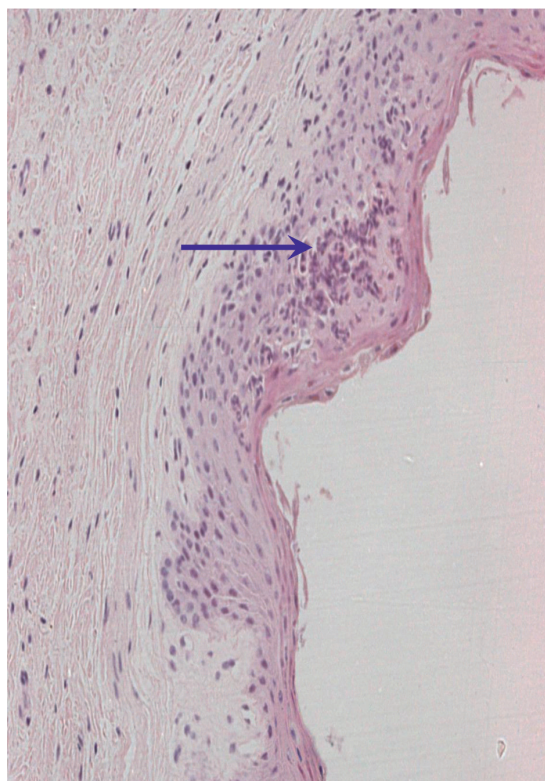
(pH 7.2). Pēc tam audu gabaliņus 12 h skaloja tiroīdbufferī, kurā bija 10% saharozes, ieguldīja parafīnā un mikrotomā sagrieza 8 μm biezus slāņos. Griezumus gatavoja, lai ar biotīna un streptavidīna imūnhistoķīmisko metodi varētu noteikt proteīngēna peptīdu 9.5 (PGP 9.5, darba atšķaidījums 1:1600), serotonīnu (darba atšķaidījums 1:10, DAKO, Dānija), neurofilamentus (NF, darba atšķaidījums 1:160, *Euro-Diagnostika*, Dānija), Y neuropeptīdu (NPY, darba atšķaidījums 1:100, Peninsula, Zviedrija), izmantojot Hsu ieteikto imūnhistoķīmijas metodi (Hsu, Raine, Fanger, 1981). Apoptozes pētīšanai tika pielietots TUNEL reaģentu komplekts „In situ šūnu nāves noteikšana” (*In Situ Cell Death Detection Kit*), POD, Nr. 1684817 (Negoescu, Guillermet et al., 1998). No katra materiāla tika pagatavoti griezumi, kurus krāsoja ar hematoksilīnu un eozīnu. Izmantojot Leica DC 300F digitālo kameru, tika skaitītas apoptotiskās šūnas redzes laukā 400× lielā palielinājumā. Attēlus ieguva, izmantojot *Image Pro Plus* programmu. Izmantojot Vilkoksona T kritērija testu savstarpēji atkarīgām paraugkopām, tika izvērtētas statistiski ticamas atšķirības (Arhipova, Bāliņa, 2006).

Rezultāti

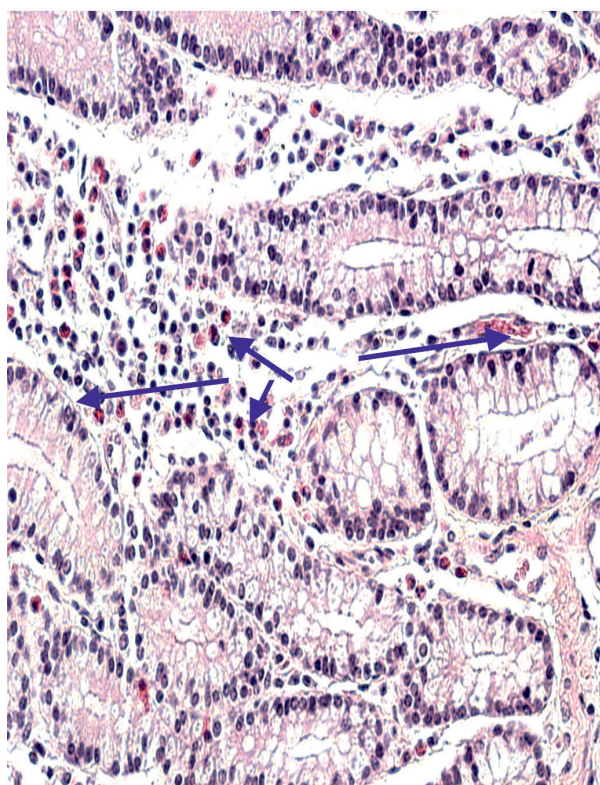
Audu pārskata griezumos gaismas mikroskopijā četriem no pieciem dzīvniekiem spurekļa *fundus* daļā novērojām gļotādas keratinizāciju, kura divos gadījumos bija izteikta. Vienlaicīgi atsevišķās vietās spurekļa sienas audu paraugos tika konstatēta vairāk vai mazāk izteikta parakeratotiska epitēlija bazālo šūnu hiperplāzija (skat. 1. att.). Perēkļveida iekaisuma šūnu infiltrāciju gļotādā un muskuļslānī pārstāvēja neitrofilie leukocīti, limfocīti un reti makrofāgi. Vietām tika konstatēta starpmuskuļu ganglijšūnu vakuolizācija.

Pārmaiņas tievajā zarnā četriem briežiem bija relatīvi līdzīgas: tievo zarnu sienīņu, īpaši gļotādu, infiltrēja daudz vai vidēji daudz iekaisuma šūnu. Iekaisuma šūnas pārstāvēja limfocīti, neitrofilie un eozinofīlie leukocīti, makrofāgi un plazmocīti. Divos gadījumos tievo zarnu bārkstīnās konstatējām saistaudu savairošanos.

Iekaisuma reakcija resnās zarnas sienīņas gļotādā divos gadījumos bija izteikta (2. att.), bet vienā gadījumā – neliela. Vienam dzīvniekam resnās zarnas atsevišķās vietās tika atrasta gļotādas atrofija. Latvijā audzēto briežu (*Cervus elaphus* L.) spurekļa un tievo un resno zarnu inervācijas salīdzinājums rādīja, ka bagātīgāk inervētas ir zarnas, kaut gan atsevišķās zarnu daļās tika konstatētas arī to sienīņu apvalku inervācijas variācijas.



1. att. Spurekļa gļotādas keratinizācija, H&E krāsojums, palielinājums 200×.
Fig. 1. Keratinization of ruminal mucosa, H&E colouring, magnification 200×.



2. att. Iekaisuma process resnās zarnas sienīņā, H&E krāsojums, palielinājums 400×.
Fig. 2. Inflammatory process in the wall of the large intestine, H&E colouring, magnification 400×.

Proteīngēna peptīda 9.5 relatīvais sadalījums briežu gremošanas trakta atsevišķās daļās
Relative distribution of the protein gene peptide 9.5 in separate parts of the deer's digestive tract

| Dzīvnieks / Animal | Audu slānis / Tissue layer | Spureklis / Rumen | Tievā zarna / Small intestine | Resnā zarna / Large intestine |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. | Gļotāda / Mucosa | ++ | ++ | + |
| | Zemgļotāda / Submucosa | ++ | ++++ | ++++ |
| | Muskuļslānis / Muscle layer | ++ | ++ | ++++ |
| 2. | Gļotāda / Mucosa | ++ | ++ | +++ |
| | Zemgļotāda / Submucosa | ++ | ++++ | +++ |
| | Muskuļslānis / Muscle layer | ++ | +++ | +++ |
| 3. | Gļotāda / Mucosa | +/- | ++++ | ++++ |
| | Zemgļotāda / Submucosa | ++ | ++++ | ++++ |
| | Muskuļslānis / Muscle layer | +/- | ++++ | ++++ |
| 4. | Gļotāda / Mucosa | +/- | ++ | + |
| | Zemgļotāda / Submucosa | + | ++ | ++ |
| | Muskuļslānis / Muscle layer | +/- | ++ | +++ |
| 5. | Gļotāda / Mucosa | + | +++ | ++ |
| | Zemgļotāda / Submucosa | + | ++++ | +++ |
| | Muskuļslānis / Muscle layer | + | ++++ | ++++ |

+/- – retas pozitīvas struktūras redzes laukā / rare positive structures in the visual field

+ – maz pozitīvo struktūru redzes laukā / few positive structures in the visual field

++ – vidēji daudz pozitīvo struktūru redzes laukā / moderate number of positive structures in the visual field

+++ – daudz pozitīvo struktūru redzes laukā / numerous positive structures in the visual field

++++ – ļoti daudz pozitīvo struktūru redzes laukā / a lot of positive structures in the visual field

Vispārējais DNES marķieris PGP 9.5 iezīmēja nervšķiedras gan spurekļa, gan arī tievās un resnās zarnas sieniņās ap visos apvalkos lokalizētām artērijām, bet visvairāk peptīdus saturošo nervšķiedru un ganglijšūnu tika atrasts tievo un resno zarnu sieniņu zemgļotādā un starpmuskuļu nervu pinumā (1. tabula).

Izmantojot Vilkoksona T kritērija testu savstarpēji atkarīgām paraugkopām, briežu gremošanas trakta atsevišķo daļu sieniņās tika salīdzināta proteīngēna peptīda 9.5 ekspresija. Ar 95% varbūtību tika konstatētas nebūtiskas ekspresijas atšķirības: spurekļa un tievās zarnas gļotādā – $p>0.05$, tievās un resnās zarnas gļotādā – $p>0.5$. Salīdzinot ar spurekļa gļotādu, visvairāk neuropeptīdus saturošo nervšķiedru un ganglijšūnu tika atrasts tievās un resnās zarnas zemgļotādā. Ar 95% varbūtību var teikt, ka proteīngēna peptīda 9.5 ekspresijas atšķirības spurekļa un tievās zarnas zemgļotādā nebija būtiskas ($p>0.05$), tomēr tievās zarnas zemgļotādā bija vērojama tendence tā būtiski lielāki ekspresijai; savukārt tievo un resno zarnu zemgļotādā būtiskas atšķirības ($p>0.5$) netika konstatētas. Analizējot peptīda 9.5 ekspresiju starp

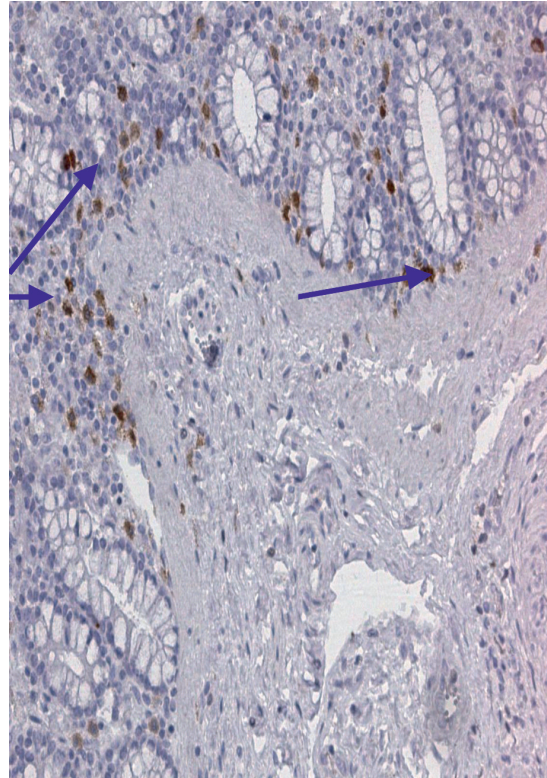
spurekļa, tievās zarnas un tievās un resnās zarnas muskuļslāņiem, ar 95% varbūtību tika apstiprinātas nebūtiskas ($p>0.05$) atšķirības.

Briežu spurekļa un tievo zarnu sienu muskuļslānī nelielā skaitā tika atrastas perēkļveidīgi izvietojušās Y neuropeptīdus (NPY) saturošas nervšķiedras, bet resnās zarnas sieniņas muskuļslānī – retas to saturošas šķiedras. NPY vājā ekspresija praktiski izslēdz šo neuropeptīdu no būtiskiem briežu gremošanas sistēmas funkciju regulatoriem.

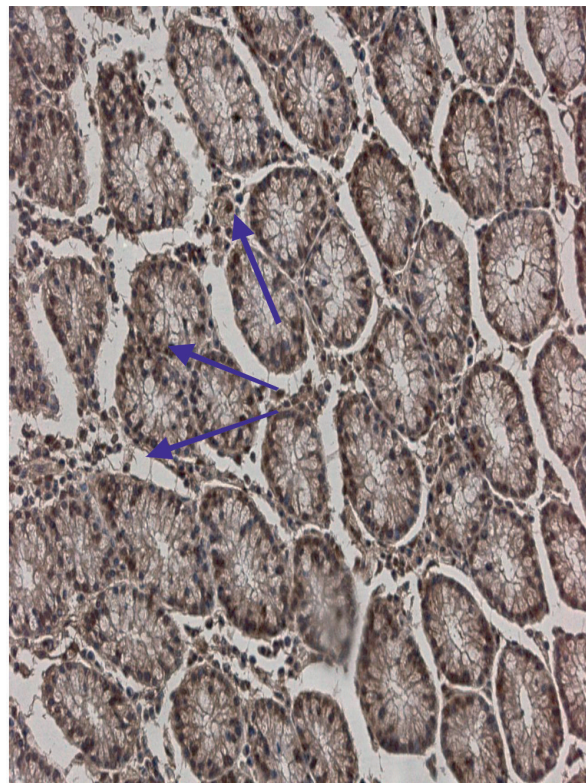
Neurofilamentus saturošas nervšķiedras bija labi redzamas spurekļa un tievās zarnas bazālajā slānī un muskuļslāņos, bet resnajā zarnā – visos sieniņas slāņos, lai gan atsevišķās vietās tās bija perēkļveida un fragmentāras.

Daudz serotonīnu saturošo neuroendokrīno šūnu tika atrasts tievās zarnas, bet vidēji daudz – resnās zarnas epitēlijā (3. att.), savukārt spurekļa epitēlijā tās netika atrastas.

Apoptozes indekss augstāks bija spurekļa gļotādā – 0.17; tas samazinājās tievo un tālāk – resno zarnu gļotādā (4. att., 2. tabula).



3. att. Serotonīna ekspresija resnās zarnas sienīņā, IHĶ, palielinājums 250×.
Fig. 3. Serotonin expression in the wall of the colon, IHC, magnification 250×.



4. att. Apoptoze resnās zarnas sienīņā, TUNEL, palielinājums 250×.
Fig. 4. Apoptosis in the wall of the large intestine, TUNEL, magnification 250×.

Apoptotisko šūnu skaits briežu gremošanas trakta sienā
The number of apoptotic cells in the digestive tract wall of red deer

| Briežu gremošanas trakta daļas gļotādā / Parts of the red deer's digestive tract in mucosa | Vidējais pozitīvo šūnu skaits no 100 šūnām redzes laukā un standartnovirze / Average number of positive cells from 100 cells in the visual field, and standard deviation | Apoptiskais indekss / Index of apoptosis |
|--|--|--|
| Spureklis / Rumen | 14.7±3.06 | 0.17 |
| Tievā zarna / Small intestine | 8.7±2.52 | 0.10 |
| Resnā zarna / Large intestine | 4.7±2.52 | 0.05 |

Izmantojot Vilksoksona T kritērija testu savstarpēji atkarīgām paraugkopām, salīdzinājām apoptozes līmeņa izmaiņas briežu gremošanas trakta gļotādā. Ar 95% varbūtību tika apstiprināts, ka apoptozes līmenis spurekļa gļotādā bija būtiski lielāks par tā līmeni tievās zarnas gļotādā ($p < 0.05$ vai arī $T = 0 < T_{0.05; 15} = 30$), savukārt starp apoptozes līmeni tievās un resnās zarnas gļotādā būtiskas atšķirības netika konstatētas ($p > 0.05$ vai arī $T = 30 > T_{0.05; 15} = 25$).

Diskusija

Pēc Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskā institūta „Sigra” Dzīvnieku pētniecības nodaļas zinātnieku datiem pētījumā iekļautie dzīvnieki ziemas periodā dienā saņēma 7 kg skābsiena un 1 kg placināto graudu, kas tos nodrošināja ar 2.60 kg sausas, 320.7 g kopproteīna un nepieciešamo metaboliskās enerģijas daudzumu (46.7MJ ME dienā). Kā norāda Josefsen (1997), briežiem izmaiņas gremošanas trakta gļotādā (iekaisums, parakeratoze un atrofija) var rasties no lokālas rupjās barības daļiņu iedarbības, kas varētu būt par cēloni arī mūsu pētījumā iekļauto dzīvnieku gremošanas trakta gļotādas izmaiņām, jo, pēc mūsu novērojumiem, brieži labprāt ēda krūmus. Līdzīgas pārmaiņas iepriekšējos pētījumos bijām konstatējuši govīm (Pilmane, Zītare, Jemeljanovs, 2000). Vienlaicīgi gremošanas traktā bija vērojama arī gļotādas bārkstiņu atrofija, kas, pēc Mallard, Dekers et al. (1998), ir saistīta ar vietējo imūnsistēmu un DNES.

Kā jau raksta ievadā minēts, pasaulē DNES pētījumi uzsākti arī plankumainajiem briežiem. Veicot DNES imūnhistoķīmiskos pētījumus, plankumaino briežu (*Dama dama*) gremošanas trakta sienā konstatēti serotonīns, somatostatīns, gastrīns, glicagons un holecistokinīns (Ceccarelli, Pedini, Gargiulo, 1995). Gremošanas traktā DNES attīstība pētīta prenatalās attīstības periodā arī sarkanajiem

briežiem (*Cervus elaphus* L.) – to priekškuņģī (*rumen, reticulum, omasum*) un īstajā kuņģī (*abomasum*) neuroendokrīnās šūnas netika atklātas līdz 67. augļa attīstības dienai, bet turpmākajās attīstības dienās tās konstatētas zemgļotādā (*lamina propria*) un muskuļslānī (*tunica muscularis*) (Franco, Masot et al., 2004; Franco, Redondo, Masot, 2004; Redondo, Franco, Masot, 2005; Masot, Franco, Redondo, 2007). Epitēlija slānī DNES nav konstatēta.

DNES attīstības salīdzinājums augļa stadijā briežiem un citiem atgremotājiem (aitām, kazām, govīm) liecina, ka DNES attīstība briežiem ir lēnāka (Redondo, Franco, Masot, 2005). Pieaugušiem briežiem (*Cervus elaphus* L.) gremošanas trakta DNES aktivitāte saistīta ar tā fizioloģisko darbību, dzīvniekam uzņemot atšķirīga sastāva barību ziemas un vasaras periodos (Sibbald, Milne, 1993; Freudenberg, Toukawa et al., 1994). DNES izdalītie augšanas faktori, hormonpeptīdi u.c. gremošanas traktā regulē barības vielu šķelšanu un absorbciju un visas sienas muskuļapvalka kontrakcijas (Zabielski, Dardillat et al., 1998).

Pēc mūsu iegūtajiem datiem briežu spurekļa un tievo zarnu sienu muskuļslānī nelielā skaitā tika atrastas perēkļveidīgi izvietojušās NPY saturošas nervšķiedras, bet resnās zarnas sienā muskuļslānī – atsevišķas to saturošas šķiedras. Pēc Vouldoukis, Shai et al. (1996) pētījumiem NPY saistīts ar antibiotikām līdzīgām spējām dezintegrēt mikroorganismu virsmas caurlaidību un mainīt asinsvadu sienas lūmenu. Literatūrā (Franco, Masot et al., 2004; Franco, Redondo, Masot, 2004; Redondo, Franco, Masot, 2005; Masot, Franco, Redondo, 2007) atradām datus, ka sarkano briežu augļiem pirms piedzimšanas NPY viziteiktākie ir priekškuņģu (*rumen, reticulum, omasum*) un īstā kuņģa (*abomasum*) zemgļotādā un muskuļslānī, bet epitēlija slānī tie nav atrasti. Allen, Hughes un Bloom (1987) veiktie pētījumi par Y neuropeptīdiem rāda,

ka cūkām, žurkām un jūras cūciņām tie atrodas visa gremošanas trakta nervšķiedrās. Franco, Masot et al. (2004), Franco, Redondo, Masot (2004), Redondo, Franco, Masot (2005), Masot, Franco, Redondo (2007) iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka NPY vājā ekspresija pēfīto dzīvnieku gremošanas trakta atsevišķās daļās praktiski izslēdz šo neuropeptīdu no būtiskiem briežu gremošanas sistēmas funkciju regulatoriem.

Neurofilamenti ir nervu struktūras diferenciācijas raksturlielumi (Ulfig, Nickel, Bohl, 1998). Pārmaiņas pašu neurofilamentu struktūrā būtiski ietekmē motorisko un sensorisko aksonu reģenerāciju patoloģijas gadījumā (Rao, Houseweart et al., 1998). Mūsu pētījumos neurofilamentus saturošās nervšķiedras bija labi redzamas tikai spurekļa un tievās zarnas gļotādās un muskuļslāņos. Resnajā zarnā neurofilamenti nervšķiedrās bija konstatējami perēkļveidā visos zarnas sienīņu slāņos. Perēkļveidīgā neurofilamentus saturošo nervšķiedru parādīšanās virzienā no spurekļa uz resnajām zarnām izskaidro perēkļveidīgu nervšķiedru citoskeleta bojājumu un līdz ar to samazinātu nervšķiedru kvalitāti.

Pētot liellopu gremošanas trakta funkcionālo stāvokli (Pilmane, Zītare, Jemeljanovs, 2000; Zītare, Pilmane, Jemeljanovs, 2002), saslimšanas gadījumos ar ketozi esam konstatējuši būtiskas inervācijas pārmaiņas – tās samazināšanos, kā arī nervu elementu fragmentāru un vāju krāsojumu ar mielīnu un neurofilamentiem. Tas norāda uz nervu struktūru kvalitātes samazināšanos, kas savukārt pierāda spurekļa morfofunkcionālo pārmaiņu saistību tieši ar gremošanas sistēmas normālo funkciju regulējošo neuropeptīdu inervācijas traucējumiem. Šīs pārmaiņas briežu gremošanas sistēmā līdzinās literatūrā agrāk aprakstītajām, tādēļ pieņemam, ka šeit gan nervšķiedru citoskeleta pārmaiņas, gan DNES pārmaiņas var veidoties aktīvo metabolisko procesu gaitā, ko savos pētījumos apstiprina arī Bueno un Fioramonti (1994).

Daudz serotonīnu saturošo šūnu ir atrasts tievās zarnas, bet vidēji daudz – resnās zarnas epitēlijā. Kā norāda Camilleri (2009), serotonīns ir iesaistīts daudzās gremošanas trakta fizioloģiskajās funkcijās. Tas kavē skābes izdalīšanos kuņģī, var būt kā endogēnais enterogastrons un, domājams, stimulē arī gļotu ražošanu un izdalīšanos kuņģī un resnajās zarnās, ietekmē zarnu gludās muskulatūras inervāciju, iedarbojoties tieši uz mezentērija asinsvadu apvalku gludo muskulatūru vai caur zarnu nerviem, kā arī būtiski ietekmē kuņģa un zarnu trakta asins plūsmu.

Tātad, var secināt, ka bagātīgā serotonīna ekspresija tievo zarnu epitēlijā norāda uz šo gremošanas sistēmas daļu kā visintensīvāko metabolo procesu norises vietu briežu gremošanas traktā.

Programmēto šūnu nāvi jeb apoptozi (šūnas bojāeju) iesāk faktori jau pašā šūnā, to sekmē ārpusšūnas esošā bcl2 gēna ekspresija, kaspāzes aktivēšanās, mitohondriju un lizosomu saskaņota aktivācijas mehānisma ieslēgšanās un audu oksidatīvais stress (Brunner, Mueller, 2003). Salīdzinot ar pārējām gremošanas trakta daļām, briežiem apoptoze izteiktāka ir vislielākajā gremošanas trakta daļā – spureklī –, kur notiek visintensīvākie barības šķelšanās un uzsūkšanās procesi. Tieši pēdējie, iespējams, ir tie, kas palielina šūnu stresu un iesāk programmētās šūnu nāves izmaiņas.

Secinājumi

1. Latvijā audzēto briežu (*Cervus elaphus* L.) spurekļa un tievo un resno zarnu inervācijas salīdzinājums rāda, ka bagātīgāk inervētas ir zarnas, taču vienlaicīgi konstatētas arī atsevišķu to daļu sienīņu apvalku inervācijas variācijas.
2. Bagātīga serotonīna ekspresija tievo zarnu epitēlijā norāda uz šo gremošanas sistēmas daļu kā visintensīvāko metabolo procesu norises vietu, kamēr NPY vājā ekspresija praktiski izslēdz šo neuropeptīdu no būtiskiem briežu gremošanas sistēmas funkciju regulatoriem.
3. Perēkļveidīgā neurofilamentus saturošo nervšķiedru parādīšanās virzienā no spurekļa uz resnajām zarnām pamato perēkļveidīgu nervšķiedru citoskeleta bojājumus un līdz ar to samazinātu nervšķiedru kvalitāti.
4. Apoptozes intensīvā norise spureklī, iespējams, izskaidrojama ar barības šķelšanas un uzsūkšanas procesu intensitāti un vērtējama kā šo procesu kompensatora atbilde no audu puses.

Literatūra

1. Allen, J. M., Hughes, J., & Bloom, S. R. (1987). Presence, distribution, and pharmacological effects of neuropeptide Y in mammalian gastrointestinal tract. *Digestive Diseases and Sciences*, 32(5), 506-512.
2. Arhipova, I., & Bāliņa, S. (2006). *Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel* (2. izd.). Rīga: Datorzinību centrs.

3. Brunner, T., & Mueller, C. (2003). Apoptosis in disease: about shortage and excess. *Essays Biochem.*, 39, 119-130.
4. Bueno, L., & Fioramonti, J. (1994). Neurohormonal control of intestinal transit [neuropeptides, motilin, CCK (cholecystokinin)]. *J. Reprod. Nutr. Developm.*, 34(6), 513-525.
5. Camilleri, M. (2009). Serotonin in the gastrointestinal tract. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*, 16(1), 53-59.
6. Ceccarelli, P., Pedini, V., & Gargiulo, A. M. (1995). The endocrine cells in the gastroenteric tract of adult fallow deer (*Dama dama* L.). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 24(3), 171-174.
7. Franco, A., Masot, A. J., Gómez, L., & Redondo, E. (2004). Morphometric and immunohistochemical study of the rumen of red deer during prenatal development. *Journal of Anatomy*, 204(6), 501-513.
8. Franco, A., Redondo, E., & Masot, A. J. (2004). Morphometric and immunohistochemical study of the reticulum of red deer during prenatal development. *Journal of Anatomy*, 205(4), 277-289.
9. Freudenberger, D. O., Touakawa, K., Barry, T. N., Ball, A. J., & Suttie, J. M. (1994). Seasonality in digestion and rumen metabolism in red deer (*Cervus elaphus*) fed on a forage diet. *British Journal of Nutrition*, 71(4), 489-499.
10. Fulbright, T., & Ortega-S., J. A. (2006). *White-tailed Deer Habitat: Ecology and Management on Rangelands*. USA: Texas A&M University Press, College Station.
11. Hsu, S. M., Raine, L., & Fanger, H. (1981). The use of antiavidin antibody and avidin-biotin peroxidase complex in immunoperoxidase technics. *Am. J. Clin. Pathol.*, 75(12), 816-821.
12. Josefson, T. D. (1997). Influence of diet on the occurrence of intraepithelial microabscesses and foreign bodies in the ruminal of reindeer calves (*Rangifer tarandus tarandus*). *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, 44(5), 249-257.
13. Mallard, B. A., Dekkers, J. C., Ireland, M. J., Leslie, K. E., Sharif, S., Vankampen, C. L., Wagter, L., & Wilkie, B. N. (1998). Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *J. Dairy Sci.*, 81(2), 585-595.
14. Masot, A. J., Franco, A. J., & Redondo, E. (2007). Morphometric and immunohistochemical study of the abomasum of red deer during prenatal parental development. *Journal of Anatomy*, 211(3), 376-386.
15. Münnich, J., Gäbel, G., & Pfannkuche, H. (2008). Intrinsic ruminal innervation in ruminants of different feeding types. *Journal of Anatomy*, 213(4), 361-498.
16. Negoescu, A., Guillermet, Ch., Lorimer, Ph., Robert, C., Lantuejoul, S., Brambilla, E., & Labat-Moleur, F. (1998). TUNEL apoptotic cell detection in archived paraffin-embedded tissues. *Biochemica*, 3, 36-41.
17. Pilmane, M., Zītare, I., & Jemeljanovs, A. (2000). Liellopu priekškuņģu difūzā neuroendokrīnā sistēma. Starptautiskās zinātniskās konferences „Veterinārmedicīnas aktualitātes” Raksti, 2000. gada 29. septembrī (pp. 140-144). Jelgava: LLU VMF.
18. Rao, M. V., Houseweart, M. K., Williamson, T. L., Crawford, T. O., Folmer, J., & Cleveland, D. W. (1998). Neurofilament-dependent radial growth of motor axons and axonal organization of neurofilaments does not require the neurofilament heavy submit (NF-H) or its phosphorylation. *Journal of Cell Biology*, 143(1), 171-181
19. Redondo, E., Franco, A. J., & Masot, A. J. (2005). Morphometric and immunohistochemical study of the omasum of red deer during prenatal development. *Journal of Anatomy*, 206(6), 543-555.
20. Sibbald, A. M., & Milne, J. A. (1993). Physical characteristics of the alimentary tract in relation to seasonal changes in voluntary food intake by red deer. *Journal of Agricultural Science*, 120(1), 99-102.
21. Ulfing, N., Nickel, J., & Bohl, J. (1998). Monoclonal antibodies SMI 311 and SMI 312 as tools to investigate the maturation of nerve cells and axonal patterns in human fetal brain. *Cell Tissue Res.*, 291(3), 433-443.
22. Vouldoukis, I., Shai, Y., Nicolas, P., & Mor, A. (1996). Broad spectrum antibiotic activity of the skin-PYY. *FEBS Letters*, 380(3), 237-240.
23. Zabielski, R., Dardillat, C., Le Huërou-Luron, I., Bernard, C., Chayvialle, J. A., & Guilloteau, P. (1998). Periodic fluctuations of gut regulatory peptides in phase with the duodenal migrating myoelectric complex in preruminant calves: effect of different sources of dietary protein. *British Journal of Nutrition*, 79(3), 287-296.

24. Zītare, I., Pilmane, M., & Jemeljanovs, A. (2002). Liellopu gremošanas trakta morfofunkcionālās un histoķīmiskās pārmaiņas aktuālāko vielu maiņas slimību patoģenēzē. Starptautiskās zinātniskās konferences „Dzīvnieki. Veselība. Pārtikas higiēna.” Raksti, 2002. gada 14. novembrī (pp. 215-218). Jelgava: LLU VMF.