

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE
ZOOLOĢIJAS UN DZĪVNIĒKU EKOLOĢIJAS KATEDRA

LIELO ZĀLĒDĀJU GANĪŠANOS IETEKMĒJOŠIE
FAKTORI SAVVAĻAI LĪDZĪGOS APSTĀKĻOS
ĶEMERU NACIONĀLAJĀ PARKĀ

Maģistra darbs

Autors: Iveta Kļaviņa
Stud. apl. Nr. 11179
Darba vadītājs: Dr. biol. Jānis Ozoliņš

RĪGA 2017

SATURS

KOPSAVILKUMS	3
SUMMARY	4
IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS	6
1.1. Dabiskās noganīšanas izmantošana bioloģiski vērtīgu zālāju apsaimniekošanā	6
1.2. Lielo zālēdāju ganīšanās uzvedības vispārīgs raksturojums	7
1.3. Lielajiem zālēdājiem nepieciešamo barības vielu pamatojums	12
1.4. Lielo zālēdāju ganīšanās uzvedību ietekmējošie faktori.....	14
1.4.1. Lielo zālēdāju gremošanas sistēmas anatomijas un fizioloģijas īpatnību salīdzinājums.....	15
1.4.2. Barības kvalitāte un sastopamība	18
1.4.3. Citi ganīšanās uzvedību ietekmējošie faktori.....	20
2. MATERIĀLI UN METODES.....	23
2.1. Pētījuma vieta un laiks	23
2.2. Pētījuma metodes	25
2.2.1. Dzīvnieku barošanās uzvedības un laikapstākļu novērojumi.....	25
2.2.2. Veģetācijas augstuma noteikšana zālāju tipos	26
2.2.3. Zālāja biomasas un barības kvalitātes noteikšana	27
2.3. Datu apstrādes metodes.....	28
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA	32
3.1. Lielo zālēdāju barošanās uzvedības raksturojums Ķemeru nacionālā parka Dunduru pļavās	32
3.2. Barības pieejamības un kvalitātes raksturojums, to ietekme uz zālēdāju barošanās vietu izvēli.....	38
3.3. Dienas laika un laikapstākļu ietekme uz zālēdāju barošanās intensitāti	49
3.4. Pētījuma rezultātu pielietošana praksē.....	54
SECINĀJUMI.....	56
PATEICĪBAS	57
LITERATŪRAS SARAKSTS	58
PIELIKUMI.....	68

KOPSAVILKUMS

Pētījums veikts zālēdāju ganīšanās uzvedības un to ietekmējošo faktoru noteikšanai Ķemeru Nacionālajā parkā. Identificēts zālēdāju barošanās ilgums, barošanās ritms un barošanās vietu izvietojums teritorijā. Noteikti barības pieejamības (veģetācijas augstums un biomasa) un kvalitātes (barības vielu saturs, barības sagremojamība un enerģijas ietilpība) rādītāji. Reģistrēti laikapstākļi pētījuma laikā. Zirgi vasarā, liellopi vasarā un rudenī biežāk barojas zālājā ar augstāko kopproteīna un zemāko kokšķiedras saturu, augstāko barības vielu sagremojamību, sausnas uzņemšanas iespējām, barības vērtību un enerģijas ietilpību, neskatoties uz zemāku barības pieejamību. Pētījumā konstatēts, ka dienas laikam ir būtiska nelineāra ietekme uz barošanās intensitāti. Gaisa temperatūra un mitrums vasarā būtiski negatīvi ietekmē zirgu barošanās intensitāti.

Atslēgas vārdi: zirgi, liellopi, barošanās uzvedība, barības kvalitāte un pieejamība, laikapstākļi

SUMMARY

Grazing pattern of large semi-feral herbivores and factors influencing it in Kemer National Park.

The study focuses on detecting grazing behaviour of herbivores and factors influencing it in Kemer National Park. It identifies the duration and rhythm of the foraging, the location of the feeding sites within study territory. The study determines the availability (sward height and biomass) and quality (nutrient content, digestibility) of the forages and the weather conditions during the research. Herbivores in summer, cattle also in autumn forage more frequently in grassland rich in crude protein, low in fibre, with higher digestibility, dry matter intake, energy content, despite of decreased forage availability. The specific hour of the day have a significant non-linear relationship with the intensity of feeding. The ambient temperature and humidity in summer have a significant negative influence on the intensity of feeding for horses.

Key words: horse, cattle, foraging behaviour, forage quality and availability, weather conditions

IEVADS

Viena no metodēm zālāju apsaimniekošanā dabas aizsardzības mērķu sasniegšanai kopš 1999. gada Latvijā ir noganīšana, izmantojot savvaļai līdzīgos apstākļos dzīvojošus lielos zālēdājus – zirgus un liellopus. Dabas aizsardzības mērķi zālajos var būt atšķirīgi – biotopu, augu, bezmugurkaulnieku un citu dzīvnieku daudzveidības atjaunošana un saglabāšana, ligzdošanas un barošanās biotopu nodrošināšana putniem un citi. Atkarībā no mērķa var atšķirties arī sagaidāmais rezultāts. Kā vienu no rādītājiem apsaimniekošanas rezultāta sasniegšanas prognozēšanai izmanto noganīšanas intensitāti, kuru izsaka dzīvnieku blīvumā teritorijā. Tomēr šis rādītājs īpaši heterogēnās ainavās ir neprecīzs, jo neļauj paredzēt zālēdāju teritorijas izmantošanas raksturu: pat ar ekstensīvai noganīšanai atbilstošu dzīvnieku blīvumu noteiktas vietas var tikt pārganītas, kamēr citas nepietiekami noganītas.

Lielo zālēdāju teritorijas izmantošanas modelis ir tieši saistīts ar sugai raksturīgo barošanās uzvedību un faktoriem, kas to ietekmē. Barošanās uzvedība atkarīga no sugai raksturīgās gremošanas sistēmas uzbūves un fizioloģijas, barības pieejamības un kvalitātes rādītājiem, sociālajiem faktoriem, iekšsugas un starpsugu konkurences, laikapstākļiem, plēsonības, asinssūcēju kukaiņu, parazītu klātbūtnes un citiem faktoriem. Teritorijas izmantošanas veidu ietekmē arī tās reljefs, augu sugu sastāvs, veģetācijas horizontālā un vertikālā struktūra, zālēdājiem nozīmīgu ar barošanos nesaistītu resursu izvietojums. Barošanās uzvedības pētījumi ļauj konstatēt šo faktoru ietekmi uz dzīvnieku ganīšanās raksturu, ganīšanās intensitātes telpisko sadalījumu un tā izmaiņām laikā, līdz ar to labāk prognozēt zālāja apsaimniekošanas rezultātu (teritorijas attīstības gaitu) heterogēnās ainavās un izvēlēties piemērotākās metodes ganāmpulka apsaimniekošanā, lai sasniegtu vēlamu dabas aizsardzības mērķi.

Darba mērķis: Lielo zālēdāju ganīšanās uzvedības un būtiskāko to ietekmējošo faktoru noteikšana Dunduru pļavās Ķemeru Nacionālajā parkā.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti **uzdevumi:**

1. identificēt lielajiem zālēdājiem raksturīgo ganīšanās uzvedību Dunduru pļavās, izvērtēt barošanās intensitātes telpisko sadalījumu un dinamiku dažādā laika mērogā;
2. noskaidrot barības kvalitātes un pieejamības, to sezonālo izmaiņu ietekmi uz zālēdāju barošanās vietu telpisko sadalījumu;
3. noteikt dienas laika un laikapstākļu ietekmi uz zālēdāju barošanās intensitāti.

Darbā izvirzītā **hipotēze:** galvenais faktors, kas nosaka zālēdāju barošanās vietu izvēli heterogēnā teritorijā ir augsta barības kvalitāte un pieejamība.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Dabiskās noganīšanas izmantošana bioloģiski vērtīgu zālāju apsaimniekošanā

Par bioloģiski vērtīgiem Latvijā uzskata daļēji dabiskus zālājus, kā arī kultivētus zālājus, kas ir nozīmīgas dzīvotnes no zālājiem atkarīgām putnu sugām (Lārmanis 2013, Rūsiņa 2013). Daļēji dabiski zālāji ir bioloģiski daudzveidīgi biotopi, kuros dominējošais veģetācijas tips ir daudzgadīgi lakstaugi. Bioloģiski vērtīgu zālāju atjaunošanā, uzturēšanā un saglabāšanā Latvijai raksturīgajos klimatiskajos apstākļos nozīmīga ir ilgstoša pareizi izvēlēta, ekstensīva apsaimniekošana, kas neietver zālāja kultivēšanu, mēslošanu, mulčēšanu vai cita veida ielabošanu (Rūsiņa 2013). Atbilstošas apsaimniekošanas metodes izvēli nosaka dabas aizsardzības pasākuma mērķis. Galvenais zālāja apsaimniekošanas mērķis ir radīt labvēlīgus apstākļus dabisko struktūru un funkciju uzturēšanai biotopā, kas ietver zālāja heterogenitātes un sugu daudzveidības atjaunošanu un saglabāšanu (Smitt, Putman 2011, Rūsiņa 2013). Par piemērotākām zālāju apsaimniekošanas metodēm dabas aizsardzības mērķu sasniegšanai atzītas ekstensīva pļaušana un noganīšana (Wahlman, Milberg 2002, Rūsiņa 2013, Tälle et al. 2016).

Daļēji dabiskā noganīšana ir savvaļai līdzīgiem apstākļiem pielāgojušos zālējāju izmantošana ekstensīvā biotopu apsaimniekošanā, lai sasniegtu dabas aizsardzības mērķus, noganīšanu veicot visu gadu (Smit, Putman 2011). Tā ir piemērota apsaimniekošanas metode lielām, strukturāli daudzveidīgām teritorijām (Török et al. 2016). Noganīšanas rezultātā veidojas heterogēna zālāja struktūra, pazeminās sugu monodominance un pieaug daudzveidība, tiek veicināta sēklu izplatība teritorijā (Rūsiņa 2008, Gruberts, Štrausa 2011, Smit, Putman 2011, Van der Veen 2011, Rupprecht et al. 2016, Tälle et al. 2016). Vietās, kur dominē augu sugas, kuras zālējāji barībai izvēlas nelabprāt, īpaša nozīme zālāja nobradāšanai un izgulēšanai, kas rada zālāja struktūras izmaiņas, palielina gaismas intensitāti, ietekmējot augu sugu sastāva izmaiņas un veicinot mozaīkveida struktūras veidošanos (Rūsiņa 2008, Smit, Putman 2011, Tälle et al. 2016).

Veģetācijas struktūras heterogenitāte, kā arī augu sugu daudzveidība nodrošina mikrobiotopu dažādību apputeksnētājiem, fitofāgiem, saprofāgiem, plēsīgajiem, augsnes un citiem bezmugurkaulniekiem (Smit, Putman 2011, Tälle et al. 2016). Noganīti zālāji rada piemērotus apstākļus ar zālājiem saistītu putnu ligzdošanai, nodrošina piemērotus barošanās apstākļus vairākām aizsargājamām putnu sugām, kalpo kā atpūtas un barošanās vieta migrējošiem ūdensputniem (Gruberts, Štrausa 2011, Jennersten, Borgegård 2011).

Daļēji dabisku zālāju apsaimniekošanā liela nozīme ir pareizi izvēlētai noganīšanas intensitātei. Viens no noganīšanas intensitātes rādītājiem ir dzīvnieku blīvums teritorijā. Augstas intensitātes noganīšana samazina sugu un struktūru daudzveidību, rada pārmērīgus zemeszemes traucējumus, veicina zemu ložņājošu un ruderālu, pret nobradāšanu un noganīšanu izturīgu augu sugu īpatsvaru (Smit, Putman 2011, Rūsiņa 2013). Savukārt nepietiekama noganīšanas intensitāte nespēj novērst kūlas slāņa veidošanos, kas izmaina zālāja mikroklīmu – samazina gaismas intensitāti, izmaina mitruma režīmu, veicinot ekspanzīvu sugu dominanci un zālāja pakāpenisku aizaugšanu (Van der Veen 2011).

Dabas aizsardzības nolūkos izmantoto zālēdāju sugas, šķirnes un to kombināciju, kā arī noganīšanas intensitātes izvēle ir atkarīga no apsaimniekošanas pasākuma mērķa. Izvēlēto sugu piemērotību nosaka atšķirības to uzvedībā, kas balstītas gremošanas sistēmas uzbūvē, gremošanas fizioloģijā, barības objektu un barošanās vietu izvēles noteicošajos faktoros, spējā pielāgoties raksturīgajiem vides apstākļiem.

1.2. Lielo zālēdāju ganīšanās uzvedības vispārīgs raksturojums

Noganīšanas rezultātu ietekmē lielo zālēdāju sugai raksturīgā uzvedība. Termins „lielie zālēdāji” šī darba ietvaros apzīmē mājas zirgu *Equus ferus caballus* un liellopu *Bos primigenius taurus*. *E. f. caballus* pieder pie nepārnadžu Perissodactyla kārtas, zirgveidīgo Equidae dzimtas, zirgu *Equus* ģints (Grubb 2005a). *B. p. taurus* pieder pie pārnadžu Artiodactyla kārtas, dobradžu Bovidae dzimtas, vēršu Bovinae apakšdzimtas, vēršu *Bos* ģints (Grubb 2005b).

Ganīšanās uzvedība ietver aktivitātes, kas galvenokārt saistītas ar barošanos un dzeršanu, pārvietošanos un atpūtu (Schlecht et al. 2006). Ganoties lielie zālēdāji barojoties pavada 40 – 60% laika, pārvietojoties 10 – 20% un atpūšoties 20 – 40% laika, vērojama sezonāla variācija (Boyd 1998, Fleurance et al. 2001, Boyd, Bandi 2002, Schlecht et al. 2006, Souris et al. 2007, Kilgour et al. 2012).

Ganīšanās uzvedībai raksturīgi vairāki hierarhiskas organizācijas līmeņi dažādā laika un telpas mērogā. Maza telpiskā mēroga vienības ir barības kumos, kuru raksturo kumosa lielums, kā arī barošanās punkts, kuru raksturo kumosu skaits, pirms dzīvnieks pavirzās soli uz priekšu (Bailey et al. 1996, Bailey, Provenza 2008). Viena kumosa noplūkšanas laiks lielajiem zālēdājiem ir līdz divām sekundēm, savukārt laiks, ko pavada barošanās punktā, ir līdz divām minūtēm (Bailey, Provenza 2008, Mezzalana et al. 2014). Vidēja mēroga ganīšanās telpiskās vienības ir barības nogabali un barošanās vietas. Barības nogabals aptver barības objektu grupu līdz viena hektāra platībā, zālēdāji tajā uzturas līdz 30 minūtēm pirms pārvietoties uz citu barības nogabalu. Savukārt barošanās vieta ir 1 – 10 ha liela teritorija,

kurā zālēdāji uzturas vienā barošanās reizē (Bailey et al. 1996, Bailey, Provenza 2008). Barošanās reize ir koncentrētas barošanās periods, kura ilgums ir 1 – 4h, pirms un pēc kura raksturīga ar barošanos nesaistīta uzvedība (Vallentine 2001). Vienā barošanās reizē zālēdāji var apmeklēt vairākus barības nogabalus (Bailey, Provenza 2008). Liela mēroga ganīšanās uzvedības vienības ir dzīvnieku dienas laikā, ganīšanās sezonā vai dzīves laikā aptvertās teritorijas, ietverot migrācijas un dispersiju. Lielie zālēdāji dienas laikā, barojoties, pārvietojoties, atpūšoties un veicot citas aktivitātes, var uzturēties līdz 100 ha lielā teritorijā (Bailey et al. 1996, Bailey, Provenza 2008). Savvaļai līdzīgos apstākļos ierobežotās teritorijās turētu lielo zālēdāju sezonālas vai dzīves laika teritorijas bieži sakrīt ar dienas laikā izmantotajām teritorijām. Sezonālas atšķirības šādos apstākļos galvenokārt novērojamas vidēja mēroga barošanās uzvedības vienībās ikdienas barošanās ritma, barības sastopamības un kvalitātes izmaiņu, laikapstākļu un citu faktoru ietekmē (Dupke et al. 2016).

Darba izstrādē uzmanība galvenokārt pievērsta zālēdāju barošanās uzvedībai. Barošanās ir dzīvnieku uzvedība, kas ietver kustības, saistītas ar barības objektu atrašanu un iegūšanu izmantošanai savām vai pēcnācēju vajadzībām (Broom 1981). Barošanās uzvedības procesu, kas saistīti ar barības objektu, barības nogabalu un barošanās vietu izvēli, skaidrošanai izmanto vairākas teorijas un hipotēzes. Viena no biežāk lietotām ir optimālās barošanās teorija, kas balstīta uz dzīvnieka lēmumiem barošanās laikā, kas ļauj tam maksimizēt ar barību nodrošināto enerģiju laika vienībā, ņemot vērā potenciālus ierobežojošus un ar enerģijas patēriņu saistītus biotiskus un abiotiskus faktorus (Stephens, Krebs 1986). Viena no optimālās barošanās teorijas variācijām – kritiskās vērtības teorēma, ir pielāgota lielajiem zālēdājiem, kam raksturīga barošanās nogabalos. Teorēma paredz, ka dzīvnieks pieņem lēmumu pamest esošo barības nogabalu, kad iegūstamās enerģijas un barības vielu daudzums tajā nokrītas līdz dzīvotnes vidējam daudzumam (Charnov 1976). Saskaņā ar šo teorēmu, zālēdājiem būtu jāmaina barošanās vieta tikai tad, ja nogabals barošanās laikā ir stipri noganīts, barības pieejamība kļūst limitēta, vai tās kvalitāte nespēj nodrošināt dzīvnieka vajadzības. Tomēr lielie zālēdāji nereti maina barošanās nogabalus arī tad, kad barība tajā ir kvalitatīva un ar augstu pieejamību (Bailey, Provenza 2008). Šādu uzvedību var skaidrot ar piesātinājuma hipotēzi, kas barošanās vietas izvēli pamato ar nepieciešamību sabalansēti uzņemt nepieciešamās barības vielas, vienlaicīgi izvairoties no nelabvēlīgiem biotiskiem un abiotiskiem ietekmējošajiem faktoriem (Provenza 1995). Saskaņā ar hipotēzi dzīvnieki izvēlas dažādu barību, citu barības nogabalu vai barošanās vietu, reaģējot uz pārejošu nepatiku pret noteiktu laiku pēc kārtas uzņemtiem barības objektiem. Nepatika rodas, ja konkrētajā brīdī uzņemtā barība satur augstu kādu noteiktu

barības vielu vai toksīnu līmeni, ja tai raksturīgs izteikts barības vielu disbalanss, barībā ir zems barības vielu līmenis, vai ja barības vielu saturs ir atbilstošs, bet dzīvnieks ir paēdis. Nepatika ir balstīta uz organisma atbildes reakcijām pēc noteikta barības objekta uzņemšanas, kas tiek saistīta ar par barības objektu iepriekš saņemtajiem sensorajiem signāliem (garšu, smaržu, tekstūru, izskatu) (Provenza 1995). Šādi signāli un organisma atbildes reakcijas ir unikāli katram augam un ļauj dzīvniekam izšķirt barības objektus ar atšķirīgu ķīmisko sastāvu, līdz ar to organisma vajadzībās balstītu noderīgumu (Provenza 1995, Bailey, Provenza 2008). Tas veicina barošanos ar dažādiem barības objektiem un dažādās vietās. Tātad zālēdāji maina barības objektus, pārvietojas no viena barības nogabala uz citu, ja barības pieejamība kļūst ierobežota, vai ja veidojas piesātinājums.

Viens no būtiskiem ganīšanās uzvedību raksturojošiem lielumiem ir zālēdāju barošanās diennakts ritms. Galvenais ikdienas ganīšanās aktivitāšu noteicošais faktors ir diennakts laiks (Souris et al. 2007). Barošanās aktivitāte zirgiem un liellopiem raksturīga galvenokārt diennakts gaišajā laikā. Barošanās diennakts ritms ietver divus garākus barošanās aktivitāšu maksimumus: vienu agri no rīta, cieši saistītu ar saullēkta laiku, otru – vakarā, kā arī vairākus barošanās starpperiodus dienas laikā, noteiktos apstākļos arī naktī (Boyd, Bandi 2002, Souris et al. 2007, Kilgour et al. 2012, Ferreira et al. 2013, Larson – Praplan et al. 2015). Dominējošā aktivitāte starp barošanās periodiem ir atpūta, kuras maksimums vērojams ap pusdienas laiku (Boyd, Bandi 2002, Souris et al. 2007, Kilgour et al. 2012). Diennakts barošanās ritms variē sugu, dzīvnieku ganāmpulku (populāciju), kā arī indivīdu līmenī (Arnold 1984, Boyd, Bandi 2002, Souris et al. 2007, Larson – Praplan et al. 2015).

Barošanās uzsākšanu, ilgumu un beigas lielajiem zālēdājiem ierosina un regulē neirālo, humorālo un vielmaiņas signālu kopums hipotalāmā un smadzeņu stumbrā, atkarībā no enerģijas vajadzības, pieejamajām enerģijas rezervēm organismā, uzņemtās barības mehāniskajām un ķīmiskajām īpašībām un citiem faktoriem, ar signālu palīdzību regulējot uzņemtās barības daudzumu vienā barošanās reizē (Rhind et al. 2002, Cummings, Overduin 2007, Sartin et al. 2011). Barošanās uzsākšanu, beigas un dzīvnieka apetīti ietekmē vairāki faktori – barības vielu saturs, barības pieejamība, sociālā vienotība, dzīvnieka dzimums, vecums, reproduktīvā fāze, slimības, parazīti, diennakts ritms, fotoperiods, laikapstākļi un citi (Rhind et al. 2002, Sartin et al. 2011, Broom, Fraser 2015).

Lielajiem zālēdājiem raksturīgs atšķirīgs diennakts barošanās ilgums: zirgi kopumā barojoties pavada vairāk laika – 4.1-16 h, nekā liellopi – 2.3-12.7 h (Arnold 1984, Edouard et al. 2009, Kilgour et al. 2012). Barošanās ilgums ir atkarīgs no barības uzņemšanas ātruma, ko ietekmē dzīvnieka suga, individuālā pieredze, veselības stāvoklis, sociālie faktori,

gremošanas sistēmas darbības ātrums, barības kvalitāte, pieejamība, zālāja vertikālā un horizontālā struktūra, laikapstākļi, traucējumu klātbūtne un intensitāte (Griffiths et al. 2003, Bailey, Provenza 2008, Edouard et al. 2008, Fleurance et al. 2009, Broom, Fraser 2015). Barošanās ilgums mērenā klimatiskajā joslā savvaļai līdzīgos apstākļos dzīvojošiem zālēdājiem gada laikā mainās, adaptējoties sezonālām barības kvalitātes un pieejamības izmaiņām, pielāgojot tam vielmaiņas ātrumu un ķermeņa kondīciju (Rhind et al. 2002, Kuntz et al. 2006, Arnold et al. 2006, Clauss et al. 2010, Brinkmann et al. 2012). Kopumā augstākā barošanās intensitāte vērojama pavasarī, kad dzīvnieku ķermeņa masa ir vismazākā, tad samazinās vasarā, kad sasniegts maksimālais svara pieaugums. Rudenī barošanās intensitāte atkal pieaug, savukārt samazinās ziemas laikā barības trūkuma dēļ (Berger et al. 1999, Menard et al. 2002, Kuntz et al. 2006, Ferreira et al. 2013, Broom, Fraser 2015, Larson – Praplan et al. 2015).

Zālēdāju barošanās uzvedība ietver vairākus secīgus soļus: vietas ar piemērotu barību atrašanu, barības objektu izvēli un barošanās procesu. Barības objektu un barošanās vietas izvēle ir savstarpēji cieši saistītas (Senft et al. 1985). Optimālās barošanās teorija paredz, ka dzīvnieki spēj novērtēt barības enerģētisko vērtību un ar barības ieguvu saistītās enerģētiskās izmaksas (Charnov 1976, Stephens, Krebs 1986). Pamatojoties uz piesātinājuma hipotēzi, zālēdāji barības objektus un barošanās vietas izvēlas selektīvi (Provenza 1995). Barībai izmantojamie augi var būt ar dažādu piemērotību, savukārt piemēroti barības objekti var būt izvietoti vienkopus dažāda izmēra nogabalos vai arī izklaidus starp mazāk piemērotiem. Barības atrašanas process ietver noteiktu laika un enerģijas patēriņu, ko raksturo ganoties veiktais attālums. Tā kā lielajiem dzīvniekiem kustības ir saistītas ar lielu enerģijas patēriņu, tiem galvenokārt raksturīgi lineāri pārvietošanās ceļi (Larson – Praplan et al. 2015). Ganoties veikto attālumu savvaļai līdzīgos apstākļos ietekmē dzīvniekiem pieejamās teritorijas lielums un kvalitāte.

Barības objekta piemērotību nosaka dzīvnieka vajadzības, līdz ar to augam raksturīgais barības vielu saturs, enerģijas ietilpība, sagremojamība, auga ķīmiskās un mehāniskās aizsardzības spējas (toksisko vielu saturs, dzeļmatiņi, ērkšķi, dzeloņi u.c.) (Provenza 1995, Herring 2014, Gong, Zhang 2014, Van den Berg et al. 2016). Šīs īpašības savukārt atkarīgas no augu sugas, fenoloģiskās fāzes, augsnes īpašībām, zālāja apsaimniekošanas metodēm un intensitātes, klimatiskajiem apstākļiem un citiem faktoriem (Waramit et al. 2012, Niu et al. 2016, Rouquette 2016, French 2017). Zālēdāji izšķir piemērotus barības objektus, balstoties uz to sensorajām īpašībām (Provenza, Villalba 2006, Van den Berg et al. 2016). Dzīvnieki sākotnēji informāciju par barību apstrādā nekognitīvi, organisma atbildes reakcijas pēc barības uzņemšanas saistot ar barības objektam raksturīgo garšu (Provenza 1995). Pēc tam

izziņas procesā pēc mēģinājumu un kļūdu metodes auga garša tiek saistīta ar tā smaržu, tekstūru un izskatu (Provenza 1995, Howery et al. 2000, Van den Berg et al. 2016).

Lielo zālēdāju barošanās vietas galvenokārt izvietotas atklātās ainavās – zālāju biotopos (Popp, Scheibe 2014). Zirgu un liellopu barības objekti un barošanās vietas ir līdzīgi un bieži sezonāli pārklājas (Menard et al. 2002, Girard et al. 2013a, Girard et al. 2013b, Ferreira et al. 2013). Gan zirgi, gan liellopi par barības objektiem labprāt izvēlas dažādas graudzāļu sugas *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens*, *Deschampsia caespitosa*, *Phleum pratense*, *Agrostis tenuis*, *Molinia caerulea*, *Festuca* spp., *Poa* spp., *Calamagrostis* spp., arī *Carex* spp., *Juncus* spp., tauriņziežus un platlapjus (Van Wieren 1996, Cosyns et al. 2001, Menard et al. 2002, Rūsiņa 2008, Chodkiewicz, Stypinski 2011, Ferreira et al. 2013, Girard et al. 2013a, Cornelissen, Vulink 2015). Gremošanas sistēmas īpatnību dēļ liellopi biežāk izvēlas baroties ar auga daļām, kam raksturīga zemāka mehāniskā izturība, dodot priekšroku lapām un izvairoties no auga stublāja daļas (Herring 2014). Tāpat zālēdāji labprātāk izvēlas augus agrīnajās attīstības stadijās, nevis ziedēšanas, sēklu nogatavināšanās vai auga novecošanās fāzēs (Güsewell et al. 2007, Chodkiewicz, Stypinski 2011, Ferreira et al. 2013). Ierobežotas barības pieejamības apstākļos zirgi un liellopi barojas arī ar krūmu zariem un lapām, koku mizu (Van Wieren 1996, Ferreira et al. 2013, Girard et al. 2013a). Kopumā savvaļai līdzīgos apstākļos dzīvojoši lielie zālēdāji spēj adaptēties sezonāli mainīgai barības kvalitātei un pieejamībai, mainot barības objektus, barības nogabalus un barošanās vietas (Girard et al. 2013a).

Barošanās vietas un barības objektu izvēlei seko barošanās process, kas ietver barības uzņemšanu (kumosa satveršanu, noplūkšanu un sasmalcināšanu) un sagremošanu. Mutes un zobu anatomijas īpatnību dēļ zirgiem un liellopiem raksturīgas atšķirīgas barības satveršanas un noplūkšanas kustības un iespējas (Frape 2008, Reece 2013). Barības noplūkšana ietver auga šķiedru pārraušanu, un, atkarībā no barības objekta mehāniskās izturības, saistīta ar noteiktu enerģijas patēriņu. Kumosa satveršanas un noplūkšanas kustības, barības objekta mehāniskā izturība, līdz ar to arī barības sasmalcināšanas ilgums pirms norīšanas ietekmē barošanās ātrumu (Mezzalana et al. 2014, Broom, Fraser 2015). Barības uzņemšanas starplaikā notiek barības sagremošanas process. Gremošanas sistēmas darbības ātrums atkarīgs no vairākiem faktoriem: barības plūkšanas veida, vienlaicīgi uzņemtās barības daudzuma, barības sasmalcināšanas mehānikas, barības fizikālajām un mehāniskajām īpašībām, ūdens pieejamības, barības vielu satura uzņemtajā barībā, gremošanas enzīmu aktivitātes, traucējumu (plēsēju, asinssūcēju kukaiņu, konkurences) klātbūtnes un intensitātes (Van Weyenberg et al. 2006, Herring 2014, Broom, Fraser 2015).

1.3. Lielajiem zālēdājiem nepieciešamo barības vielu pamatojums

Lielo zālēdāju barošanās laikā uzņemto barības vielu, minerālvielu un vitamīnu pamatuzdevums ir nodrošināt dzīvnieku ar enerģiju un izejvielām normālu dzīvībai svarīgu organisma struktūru un funkciju uzturēšanai (Miller 2012, Perry 2012). Papildus barības vielas nepieciešamas dzīvnieka augšanai, reprodukcijai, piena sintēzei un sekrēcijai un citu funkciju nodrošināšanai (Miller 2012, Perry 2012, Herring 2014). Barības vielu un enerģijas vajadzību nosaka dzīvnieku suga, vecums, dzimums, ķermeņa izmērs, ikdienas aktivitāšu intensitāte, vajadzība gada laikā mainās saskaņā ar reprodukcijas ciklu (Miller 2012, Perry 2012).

Enerģija dzīvnieka organismā ir svarīgākā vajadzība, kuras apmierināšanai izmanto lielāko daļu uzņemto barības vielu (Miller 2012). Enerģijas vajadzību izsaka megakalorijās (Mcal) vai megadžoulos (MJ). Liela daļa ar barību uzņemtās enerģijas netiek izmantota dzīvnieka enerģētisko vajadzību nodrošināšanai – aptuveni 50% tiek izvadīta ar fēcēm, gāzēm un urīnu, 20 – 30% patērēta gremošanas procesā un izvadīta siltuma veidā un tikai aptuveni 20 – 30% izmantota organisma uzturei un augšanai (Miller 2012, Perry 2012). Lielajiem zālēdājiem nepieciešamo enerģijas daudzumu novērtē un izsaka pēc dažādām sistēmām. Zirgiem tradicionāli enerģētisko vajadzību izsaka sagremojamās enerģijas (DE) vērtībās (NRC 2007). DE saturs barībā tiek noteikts, no kopējās jeb bruto enerģijas vērtības atņemot enerģijas zudumu fēcēs (Frape 2008). Sagremojamās enerģijas uztures vajadzība (DE_m) dzīvniekiem ar mazu līdz vidēju brīvprātīgo aktivitāti, kas būtu pielīdzināma savvaļai līdzīgos apstākļos dzīvojošiem zirgiem, ir no 30.3 – 33.3 Kcal uz ķermeņa svara kilogramu dienā (NRC 2007). Atgremotājiem kā enerģētiskais rādītāju izmanto neto enerģijas (NE) vērtības, kas ņem vērā arī enerģijas zudumus barības sagremošanas un izmantošanas laikā. NE aprēķina, kopējai ar barību uzņemtajai enerģijai atņemot enerģijas zudumus ar fēcēm, urīnu, gāzēm, un siltumu (Perry 2012). Savvaļai līdzīgos apstākļos dzīvojošu liellopu enerģijas vajadzība ir pielīdzināma gaļas liellopu šķirņu dzīvnieku enerģijas apjomam, un to nosaka pēc formulas: NE_m (Mcal/dienā) = $0.077 * W^{0.75}$, kur NE_m – neto enerģija uzturei un W – ķermeņa svars (Garret 1980, cit. pēc NRC 1984). Augšanai, reprodukcijai un paaugstinātam aktivitāšu līmenim nepieciešams papildus enerģijas nodrošinājums (NRC 1984, NRC 2007).

Galvenais enerģijas avots zālēdāju barībā ir ogļhidrāti monosaharīdu, disaharīdu un galvenokārt polisaharīdu formā (Tisch 2005, Miller 2012, Herring 2014). Ohļhidrāti veido lielāko daļu (65-75%) ikdienā uzņemtās barības (Frape 2008, Herring 2014). Ogļhidrāti, kas atrodas augu šūnas citoplazmā jeb nestrukturālie ogļhidrāti – cukuri un ciete, ir viegli

sagremojami un kalpo kā koncentrētas ātri iegūstamas enerģijas avots, savukārt polisaharīdi, kas veido augu šūnapvalkus jeb strukturālie ogļhidrāti – celuloze, hemiceluloze, pektīni, fruktāni – pieder pie grūti sagremojamiem ogļhidrātiem (Tisch 2005, Miller 2012, Herring 2014). Lielie zālēdāji ir specializējušies ar kokšķiedru bagātas barības izmantošanā nepieciešamo barības vielu un enerģijas nodrošināšanai (Frape 2008, Miller 2012, Perry 2012, Herring 2014). Ar kokšķiedru apzīmē auga šūnapvalku, ko veido strukturālie ogļhidrāti, kā arī lignīns, silīcijs un ar kokšķiedru saistītais slāpekļis (Osītis 2005, Tisch 2005). Tā kā lieli zālēdāji nespēj sintezēt fermentus, kas veiktu augu šūnapvalku polisaharīdu šķelšanu, tie veido simbiotiskas attiecības ar mikroorganismiem – baktērijām un vienšūņiem (Janis 1976, Perry 2012, Cunha 2012, Herring 2014). Mikroorganismi nodrošina kokšķiedras šķelšanas, vielu pārveidošanas un nozīmīgu barības vielu (B grupas, K vitamīnu, neaizvietojamo aminoskābju) sintezēšanas reakcijas (Tisch 2005, Frappe 2008, Cunha 2012, Miller 2012). Mikroorganismu populāciju sugu sastāvs, struktūra, daudzveidība un īpatņu skaits ir atkarīgi no barības pieejamības, sastāva, variē gan lielākā (sezonāli), gan mazākā (diennakts) laika mērogā, tās ir jutīgas pret straujām barības sastāva izmaiņām (Frape 2008, Miller 2012). Augu šūnapvalku sastāvā esošo lignīnu nespēj šķelt ne dzīvnieka organisms, ne mikroorganismu sintezēti enzīmi. Lignīna galvenā funkcija ir nodrošināt augu stublāju mehānisko izturību, līdz ar to tā saturs pieaug, augam nobriestot (Perry 1984, Miller 2012, Herring 2014). Tā kā lignīns ir cieši saistīts ar šūnapvalka polisaharīdiem, tas ietekmē to sagremojamību – augstāka lignifikācijas pakāpe nozīmē zemāku sagremojamību (Osītis 2005).

Barība nodrošina arī pārējās dzīvnieka organismam nepieciešamās barības vielas. Tauki zālēdāju barībā sastopami nelielā apjomā – līdz 5%, tie nepieciešami noteiktu vitamīnu (A, D, E) absorbēšanai, nervu sistēmas attīstībai, kā bioloģisku membrānu sastāvdaļas, kā arī nodrošina dzīvnieka enerģijas rezerves (Frape 2008, Herring 2014). Tauki satur aptuveni 2.25 reizes vairāk enerģijas kā ogļhidrāti (Tisch 2005). Augu izcelsmes proteīni nepieciešami kā slāpekļa un aminoskābju avots gan paša dzīvnieka, gan tā simbiotisko mikroorganismu vajadzībām. Gremošanas traktā absorbētās aminoskābes galvenokārt tiek izmantotas strukturālo un funkcionālo proteīnu sintēzei dzīvnieka organismā (Perry 1984, Frappe 2008, Miller 2012). Minerālvielas nepieciešamas balsta un kustību aparāta veidošanai, organisma metaboliskajos procesos, gremošanas trakta normālas darbības nodrošināšanai. Vitamīni ir svarīgi dažādu organisma šūnu un vielmaiņas funkciju nodrošinātai (Herring 2014).

Nozīmīgs ierobežojošs faktors, runājot par dzīvnieka nodrošināšanu ar nepieciešamo enerģiju un barības vielām, ir barības daudzums, ko dzīvnieks spēj apēst. Dienā uzņemtās

barības daudzumu savvaļai līdzīgos apstākļos nosaka brīvas barības uzņemšanas spējas jeb barības patēriņš *ad libidum*, kuru izsaka sausnas daudzumā, ko dzīvnieks apēd diennakts laikā (Miller 2012, Herring 2014). Liellopiem un zirgiem raksturīgais uzņemtās sausnas daudzums dienā variē 1.5 – 3% robežās no ķermeņa svara (Edouard et al. 2008, Edouard et al. 2009, Ringmark, Jansson 2012, Rodiek, Jones 2012, Herring 2014). Sausnas uzņemšanas spējas ietekmē dzīvnieka vecums, dzīvsvars, ķermeņa kondīcija, reproduktīvā fāze, veselības stāvoklis, individuālas īpatnības, kā arī barības sastopamība, kvalitāte, barības kustības ātrums gremošanas traktā, fotoperiods, laikapstākļi (Ingvarlsen 1994, NRC 2000, Rodiek, Jones 2012, Herring 2014).

1.4. Lielo zālēdāju ganīšanās uzvedību ietekmējošie faktori

Lielo zālēdāju ganīšanās uzvedību – barības objektu un barošanās vietu izvēli, diennakts barošanās ritmu, barošanās ātrumu, kā arī ar barības uzņemšanu nesaistītas aktivitātes ietekmē endogēnie un eksogēnie biotiskie un abiotiskie faktori.

Pie endogēnajiem jeb dzīvnieka faktoriem pieder sugai raksturīgā gremošanas sistēmas uzbūve un fizioloģija, dzīvnieka dzimums, vecums, izmērs, ķermeņa kondīcija, reproduktīvā fāze (grūsnība, piena sintēzes un sekrēcijas periods), veselības stāvoklis, individuālas īpatnības un pieredze (Arnold 1984, Boyd, Bandi 2002, Souris et al. 2007, Sartin et al. 2011, Miller 2012, Perry 2012, Larson – Praplan et al. 2015). Eksogēnos biotiskos faktoros var iedalīt barības faktoros un apkārtējās vides biotiskos faktoros. Barības faktori ietver barības sastopamību, tās barības vielu, enerģijas un toksīnu saturu, sagremojamību, barības objekta garšu (Provenza 1995, Weyenber et al. 2006, Gong, Zhang 2014, Herring 2014, Van den Berg et al. 2016). Savukārt biotisko apkārtējās vides faktoru piemēri ir sociālie faktori, iekšsugas un starpsugu konkurence, plēsonība, parazitisms, asinssūcēju kukaiņu ietekme (Boyd, Bandi 2002, Owen-Smith 2002, Souris et al. 2007, Bailey, Provenza 2008, Cornelissen, Vulink 2015). Ganīšanās uzvedību nosaka arī eksogēnie abiotiskie faktori: klimats, laikapstākļi, fotoperiods, diennakts laiks, teritorijas reljefs, ūdens pieejamība un attālums līdz tam un citi faktori (Rhind et al. 2002, Souris et al. 2007). Abiotiskie faktori biežāk ietekmē vietas izvēli ar barošanos nesaistītām aktivitātēm (Bailey, Provenza 2008).

Turpmāk darbā detalizētāk apskatīti tādi būtiski ganīšanās uzvedību ietekmējoši faktori kā lielo zālēdāju gremošanas sistēmas un gremošanas fizioloģijas atšķirības, barības pieejamība un kvalitāte, sociālie faktori un konkurence, kā arī laikapstākļi.

1.4.1. Lielo zālēdāju gremošanas sistēmas anatomijas un fizioloģijas īpatnību salīdzinājums

Katrai zālēdāju sugai raksturīgo barošanās uzvedību lielā mērā ietekmē gremošanas trakta uzbūves un gremošanas fizioloģijas īpatnības. Lielajiem zālēdājiem ir raksturīgas divu veidu gremošanas sistēmas, kas galvenokārt atšķiras pēc kokšķiedras gremošanas procesa norises vietas. Ņemot vērā gremošanas sistēmas uzbūvi, liellopi pieder pie atgremotājiem, savukārt zirgi ir neatgremotāji zālēdāji (Janis 1976, Perry 2012, Herring 2014, Frappe 2008). Zirgveidīgajiem evolucionāri ir notikusi salīdzinoši agrīna specializācija uz strukturāliem ogļhidrātiem bagātu barību (Janis 1976). Atgremotājiem raksturīgā kuņģa uzbūve un gremošanas fizioloģija attīstījusies vēlāk evolūcijas procesā, tā ļauj dzīvniekam ātri uzņemt lielu daudzumu slikti sasmalcinātas barības, tad no plēsējiem drošā vietā atgremot un atkārtoti sasmalcināt to (Janis 1976, Miller 2012).

Raksturojot zālēdāju gremošanas trakta īpatnības, uzmanība tiks pievērsta gremošanas trakta strukturālajām un funkcionālajām atšķirībām, kas saistītas ar barības uzņemšanu, sasmalcināšanu, gremošanu un barības vielu absorbciju.

Kopumā zirgiem un liellopiem ir atšķirīgs gremošanas traktu izmērs. Liellopiem gremošanas trakts ar tā saturu sastāda ap 40% ķermeņa svara, zirgiem savukārt aptuveni 15% (Benedict 1936, cit. pēc Janis 1976). Atšķiras arī barības kustības ātrums gremošanas traktā: zirgiem vidējais barības kustības ātrums kuņģī un tievajās zarnās ir 5h, aknajā zarnā un resnajās zarnās vidēji 40h (Van Weyenberg et al. 2006). Liellopiem barības kustības ātrums ir no 70 – 90 h (Balch, Campling 1965, cit. pēc Janis 1976).

Zirgiem un liellopiem vērojams atšķirīgs izvēlēto barības objektu uzņemšanas jeb satveršanas un noplūkšanas veids, kas saistīts ar sugai raksturīgo mutes un zobu anatomiju. Barības objektu individuālai izlasei un nevēlamas barības atšķīrošanai zirgi izmanto lūpas (Reece 2013). Izvēlēto barību satver starp augšējiem un apakšējiem priekšzobiem jeb griezējzobiem un noplūc (Frappe 2008, Reece 2013). Liellopiem augšlūpa ir salīdzinoši nekustīga, barības satveršanai tie izmanto mēli. Atšķirībā no zirgiem liellopiem griezējzobi ir tikai apakšzoklī. Barību novieto starp griezējzobiem un augšzokļa smaganām un noplūc ar augšupvērstu galvas kustību (Reece 2013). Raksturīgā mutes uzbūve ļauj zirgiem barības kumosus noplūkt tuvāk saknēm, salīdzinot ar liellopiem, kuriem, izvēloties barības objektu vai barošanās vietu, zelmeņa augstums var ātrāk kļūt par ierobežojošu faktoru (Menard et al. 2002, Frappe 2008, Cornelissen, Vulink 2016).

Barības uzņemšanai seko tās sasmalcināšanas fāze, kuras funkcija ir nodrošināt iespējami lielāku barības daļiņu virsmas laukumu, veicinot pilnīgāku barības sagremošanu.

Zālēdāju sintezēto un mikrobiālo gremošanas enzīmu efektīvai darbībai optimāls daļiņu izmērs ir 1 – 2 mm (Demment, Van Soest 1985, Frappe 2008, Miller 2012, Reece 2013, Herring 2014). Zālēdāji barības sasmalcināšanai izmanto premolāros un molāros dzerokļus (Frappe 2008). Barības sasmalcināšanas ilgums atkarīgs no tās mehāniskās izturības jeb kokšķiedras satura un lignifikācijas pakāpes. Zirgiem barības sasmalcināšanas fāze tūlīt seko tās uzņemšanai (Frappe 2008). Liellopiem savukārt ir raksturīga divpakāpju barības sasmalcināšana. Sākotnēji noplūkto barību daļēji sasmalcina mutes dobumā un norij. Barības uzņemšanas fāzei seko atgremošanas fāze, kuras laikā dzīvnieks barību atrij un atkārtoti sasmalcina, līdz tā ir sagremota vai daļiņu izmērs ir atbilstošs, lai spētu virzīties tālāk gremošanas traktā (Janis 1976, Herring 2014).

Zirgiem un liellopiem pastāv būtiskas atšķirības kokšķiedras mikrobiālās gremošanas norises vietās. Liellopiem mikroorganismu veiktais kokšķiedras sastāvdaļu: celulozes, hemicelulozes un pektīnu enzimatiskās fermentācijas process galvenokārt norit spureklī un aceknī, kas ir to četrkameru kuņģa sastāvdaļas, savukārt zirgiem – resnajās zarnās (Janis 1976, Perry 1984, Vallentine 2001, Frappe 2008, Perry 2012, Miller 2012, Herring 2014). Kopumā atgremotāju kuņģis sastāv no trim priekškuņģiem – spurekļa, acekņa un grāmatnieka, kā arī dziedzerkuņģa – glumenieka (Perry 1984, Perry 2012, Miller 2012). Uzņemtā barība sākotnēji nokļūst spureklī un aceknī, kur ir labvēlīga vide mikroorganismu populācijām (Vallentine 2001). Kuņģa sienas muskuļu ritmiskas kontrakcijas veicina uzņemtās barības sajaukšanos ar mikroorganismiem, kā arī mikrobiālās gremošanas galaproduktu absorbciju (Miller 2012). Barības fermentācijas ilgumu ietekmē gremošanas trakta kokšķiedras daļiņu caurlaidība, kas atgremotājiem parasti ir 1 – 2 mm (Perry 2012, Herring 2014). Zirgiem kokšķiedras gremošanā liela nozīme ir resnajām zarnām, kuras sastāv no aklās zarnas, lielās un mazās loka zarnas (Frappe 2008). Zirgu aklā zarna, kas ir galvenā kokšķiedras mikrobiālās fermentācijas norises vieta, ir ievērojami lielāka kā liellopiem, aizņem 38 – 40% no kopējā gremošanas trakta tilpuma un funkcionāli līdzinās spureklim (Frappe 2008, Cunha 2012).

Atšķirībā no liellopiem zirgiem ir neliela izmēra vienkameras kuņģis. Kuņģī aizsākas proteīnu fermentatīva gremošana, kā arī tauku šķelšana nelielā apjomā (Cunha 2012). Zirgiem sāļsskābe kuņģī izdalās nepārtraukti, tās galvenās funkcijas saistītas ar pepsīna aktivizāciju un aizsardzību pret patogēnajām baktērijām (Frappe 2008, Cunha 2012). Liellopiem līdzīgas funkcijas veic glumenieks (Miller 2012, Perry 2012). Barības kustības ātrums zirga kuņģī atkarīgs no barības uzņemšanas intensitātes, ja barība netiek uzņemta – barības kustības ātrums samazinās, izvairoties no situācijas, ka kuņģis ilgstoši ir pilnīgi tukšs (Frappe 2008, Cunha 2012). Atšķirībā no zirgiem, kuriem barība kuņģī nonāk cikliski ar

pārtraukumiem atkarībā no barošanās biežuma, atgremotājiem barība glumeniekā nelielos daudzumos iekļūst nepārtraukti (Miller 2012, Perry 2012).

Barības vielu gremošanas process tievajās zarnās lielajiem zālēdājiem ir līdzīgs. Gan zirgiem, gan liellopiem tievajās zarnās notiek proteīnu, tauku un ūdenī šķīstošo salikto ogļhidrātu (cukuru, cietes) gremošana un absorbcija (Frape 2008, Miller 2012). Zarnu epitēlijs satur dziedzerus, kas izdala gremošanas fermentus – proteāzes, amilāzes un lipāzes, kas barības vielas šķeļ attiecīgi līdz aminoskābēm, glikozei un vienkāršajiem cukuriem, taukskābēm un glicerīnam (Frape 2008, Miller 2012). Tievās zarnas epitēlijs ir klāts bārkstiņām, lai palielinātu barības vielu absorbcijas virsmu (Miller 2012). Zirgiem tievās zarnas garums 21 – 25m, liellopiem 40 m (Frape 2008, Miller 2012).

Gremošanas traktu atšķirīgās uzbūves dēļ pastāv būtiskas atšķirības zirgu un liellopu ogļhidrātu un proteīna gremošanas fizioloģiskajos procesos.

Ogļhidrāti ir nozīmīgākais zālēdāju enerģijas ieguves avots. Galvenais to vielmaiņas gala produkts ir gaistošās taukskābes (etiķskābe, propionskābe, sviestskābe), ko zālēdāji izmanto kā primāro enerģijas avotu (Perry 1984, Frape 2008, Perry 2012, Cunha 2012, Herring 2014). Liellopiem gan strukturālo, gan nestructurālo ogļhidrātu sagremošanas process notiek spureklī (Perry 2012). Viegli sagremojamie ogļhidrāti, kas nav sagremoti spureklī, pēc tam tiek šķelti tievajā zarnā (Miller 2012). Zirgiem viegli sagremojamo ogļhidrātu šķelšanas un to gala produktu absorbcijas process norisinās vispirms – galvenokārt tievajās zarnās, savukārt strukturālie polisaharīdu pēc tam – aklajā zarnā un resnajās zarnās (Janis 1976, Perry 1984, Cunha 2012). Zirgiem augu šūnapvalka polisaharīdu sagremošanas efektivitāte ir zemāka nekā atgremotājiem (Janis 1976, Cymbaluk 1990), mazāka kokšķiedru šķeļošo mikroorganismu skaita un zemākas to fermentatīvās aktivitātes, kā arī lielāka barības kustības ātruma dēļ. Liellopiem barības kustības ātrumu limitē barības sagremojamība un barības daļiņu izmērs, kāds nepieciešams, lai spētu no priekškuņģiem nokļūt dziedzerkuņģī (Janis 1976). Mikrobiālās fermentācijas procesā radušos gaistošo taukskābju absorbcija liellopiem galvenokārt notiek spureklī (Janis 1976, Perry 2012, Herring 2014), savukārt zirgiem tās tiek absorbētas aklajā zarnā un resnajās zarnās (Janis 1976, Cunha 2012).

Zirgiem un liellopiem raksturīgas arī būtiskas atšķirības barības sastāvā esošā proteīna izmantošanā. Augu izcelsmes proteīns liellopu gremošanas traktā galvenokārt tiek izmantots kā slāpekļa avots mikroorganismu augšanai un fermentācijas procesa nodrošināšanai (Perry 1984, 2012, Herring 2014). Līdz ar to lielākā daļa ar barību uzņemto olbaltumvielu tiek sagremotas spureklī (Janis 1976). Spurekļa mikroorganismi spēj izmantot arī ar barību uzņemtu neproteīnu savienojumos esošu slāpekli (Perry 2012). Slāpekli mikroorganismi

izmanto amonjaka formā vai aknās sintezētās urīnvielas formā (Janis 1976, Perry 1984, Herring 2014). Liellopu proteīna vajadzību savukārt nodrošina galvenokārt mikrobiālas izcelsmes olbaltumvielas (Janis 1976, Perry 2012, Herring 2014). Barības izcelsmes spureklī nenoadrīto proteīnu un mikrobiālo proteīnu sagremo un absorbē tievajās zarnās (Perry 1984, Tisch 2005, Perry 2012, Herring 2014). Zirgiem savukārt barības izcelsmes proteīna sagremošana un aminoskābju absorbcija notiek tievajā zarnā (Perry 1984, Frape 2008, Cunha 2012). Mikrobiālas izcelsmes aminoskābes tiek absorbētas aklajā zarnā un resnajās zarnās, taču šādu aminoskābju izmantošana zirga organismā ir maza nozīme (Cunha 2012).

1.4.2. Barības kvalitāte un sastopamība

Pie būtiskākajiem ar barošanas saistītajiem faktoriem pieder barības kvalitāte un sastopamība. Zālēdāji izvēlas barības objektus, kas ir bieži sastopami, ar augstu barības vielu un zemu toksīnu saturu (Provenza et al. 2003), līdz ar to barības nogabalus un barošanās vietas ar lielāku kvalitatīvu barības objektu īpatsvaru, koncentrētāku barības vielu daudzumu un zemāku kaitīgo vielu līmeni (Senft et al. 1985).

Barības kvalitāti raksturo tās ķīmiskais sastāvs – ogļhidrātu, proteīnu un citu barības vielu saturs, sagremojamība un spēja nodrošināt dzīvnieka barības vielu un enerģētiskās vajadzības (Longland 2012). Dzīvnieku barība sastāv no divām pamatsastāvdaļām – ūdens un sausas. Sausnā ir koncentrētas visas barības vielas un enerģija, tādēļ svarīgs barības kvalitātes rādītājs ir sausas saturs, kuru izsaka procentos (Osītis 2005). Tā kā dažāda barība var saturēt atšķirīgu ūdens daudzumu, tad barības objektu vai barošanās nogabalu kvalitāti parasti salīdzina pēc barības vielu satura sausnā (Herring 2014). Barības kvalitāti novērtē, veicot barības objektu ķīmiskā sastāva analīzi, nosakot sausas īpatsvaru tajā, kā arī barības vielu (ogļhidrātu, proteīna, tauku), minerālvielu saturu un citus kvalitātes rādītājus (Osītis 2005).

Tā kā strukturālie ogļhidrāti veido nozīmīgu daļu lielo zālēdāju uzņemtās barības (Frape 2008, Herring 2014), svarīgs kvalitātes rādītājs ir neitrāli un skābi skalotās kokšķiedras saturs sausnā. Neitrāli skalotā kokšķiedra (NDF) ir kopējais kokšķiedras daudzums sausnā (van Soest et al. 1991, van Soest 1994). Skābi skalotā kokšķiedra (ADF) ir kokšķiedras daļa, kas satur celulozi, nesagremojamo polimēru lignīnu, silīciju un nešķīstošo slāpekli, bet neietver salīdzinoši viegli sagremojamo hemicelulozi (van Soest 1994). Augsts ADF saturs liecina par augstu lignifikācijas pakāpi un zemu barības sagremojamību (Tisch 2005).

NDF un ADF saturu sausnā izmanto vairāku barības kvalitātes rādītāju noteikšanai, piemēram, sagremojamās sausas, sausas uzņemšanas spēju un relatīvās barības vērtības

indeksa aprēķināšanā. Sagremojamā sausna (DDM) ļauj novērtēt barības kopējo sagremojamību, to ietekmē ADF saturs sausrā, savukārt sausnas uzņemšanas spēja (DMI) ir sausnas apjoms, ko dzīvnieks spēj apēst un kuru nosaka pēc NDF satura sausrā (Linn, Kuehn 1997). Sausnas uzņemšanas spēja pieaug līdz ar barības sagremojamību, un samazinās, pieaugot NDF saturam sausrā. Tomēr sausnas uzņemšanas spējas ietekmē arī citi faktori, piemēram, dzīvnieka gremošanas sistēmas īpatnības, apkārtējās vides apstākļi un citi. Relatīvās barības vērtības indekss (RFV) ir barības kvalitāti raksturojošs lielums, kuru nosaka pēc potenciālām sagremojamās sausnas uzņemšanas spējām, to ietekmē ADF un NDF satura sausrā (Linn, Kuehn 1997). RFV izmanto, lai salīdzinātu barības kvalitāti par referenci izmantojot ziedēšanas fāzē ievāktas lucernas barības vērtības indeksu 100.

Svarīgs lielo zālēdāju barības kvalitātes rādītājs ir arī tās slāpekļa saturs, kas ietver gan vienkāršās un saliktās olbaltumvielas, gan slāpekli saturošas neolbaltumvielas un kuru izsaka kā kopproteīnu (Osītis 2005, Tisch 2005, Herring 2014). Lielākā daļa augu izcelsmes proteīna atrodas šūnu citoplazmā, ko labi spēj sagremot liellopu spurekļa mikrobiālās izcelsmes un zirga organisma sintezētie gremošanas fermenti, savukārt šūnapvalku sastāvā esošais proteīns nav sagremojams (Osītis 2005).

Augam nobriestot, pieaug kokšķiedras saturs barībā, samazinās viegli sagremojamo barības vielu – proteīnu, nestrukturālo ogļhidrātu, tauku un minerālvielu īpatsvars, kā arī barības sagremojamība, palēninot barības fermentācijas procesu (Edouard et al. 2008, Longland 2012). Tas ietekmē liellopu barošanās uzvedību, jo no fermentācijas ātruma ir atkarīgs spurekļa iztukšošanās laiks, kas limitē vienā barošanās reizē uzņemtās barības apjomu (Janis 1976). Zirgi kokšķiedras satura pieauguma izraisītu barības sagremojamības pasliktināšanos spēj kompensēt, palielinot uzņemtās barības daudzumu un barības kustības ātrumu gremošanas traktā (Janis 1976, Edouard et al. 2008). Noteikts proteīna saturs barībā ir nozīmīgs liellopiem, jo veicina barības objektu labāku sagremošanu, nodrošinot slāpekļa avotu mikroorganismu augšanai un struktūrālo ogļhidrātu fermentācijas procesam (Herring 2014). Barības vielu saturs ietekmē arī barības garšas īpašības (Herring 2014).

Barības sastopamību raksturo barības objektu biomasa noteiktā barības nogabalā vai barošanās vietā, kā arī zālāja zelmeņa augstums, kas savstarpēji cieši saistīti (Harmony et al. 1997). Veģētācijas biomasa raksturo barības objektu kopējo svaru telpas vienībā. Barības biomasu ietekmē zālāja produktivitāte, kā arī apsaimniekošanas metode un intensitāte.

Zelmeņa augstums un zālāja biomasa nosaka barības kumosa lielumu, līdz ar to vienlaicīgi uzņemtās barības apjomu (Fleurance et al. 2009). Lielajiem zālējājiem baroties augstākā zelmenī ir enerģētiski izdevīgāk, jo samazinās barības satveršanas un noplūkšanas kustību skaits un ganīšanās attālums uz uzņemtās sausnas vienību, līdz ar to barojoties

iztērētās enerģijas daudzums ir mazāks (Griffiths et al. 2003, Edouard et al. 2009). Ja piedāvā izvēli ar līdzīgas kvalitātes barību, zālēdāji labprātāk ganās zālājā ar augstāku zelmeni (Griffiths et al. 2003, Naujeck et al. 2005, Edouard et al. 2009). Samazinoties zelmeņa augstumam, vienlaicīgi uzņemtās barības daudzums krītas, zālēdāji to kompensē, palielinot barības kumosu skaitu (Edouard et al. 2009, Fleurance et al. 2009). Tādēļ, saskaņā ar optimālās barošanās teoriju, dzīvniekiem būtu jādod priekšroka barības nogabaliem, kuros ir visaugstākais sausnas un barības vielu uzņemšanas ātrums un viszemākās barošanās izmaksas. Tomēr jāņem vērā, ka pieaugot zelmeņa augstumam, barības objektu kvalitāte samazinās – pieaug kokšķiedras saturs, lignifikācijas pakāpe, samazinās proteīna saturs, ietekmējot barības sagremojamību, savukārt zemākā zālājā ir augstāks proteīna saturs, zemāks grūti sagremojamās un nesagremojamās kokšķiedras saturs (Fleurance et al. 2001, Fleurance et al. 2005, Benvenuti et al. 2009, Edouard et al. 2009). Tātad, kaut arī zemāks zālājs nodrošina mazāku barības daudzumu, barības objektu kvalitāte nodrošina labāku to sagremojamību un laika vienībā iegūstamās sagremojamās sausnas daudzums ir līdzīgs (Fleurance et al. 2005). Līdz ar to strukturāli heterogēnā zālājā lielie zālēdāji dod priekšroku barības nogabaliem ar zemāku zelmeni (NRC 2000, Fleurance et al. 2001, Fleurance et al. 2005, Edouard et al. 2009, Cornelissen, Vulink 2015). Tomēr mutes un zobu anatomijas īpatnību dēļ lielajiem zālēdājiem ir atšķirīgas spējas izmantot zema zelmeņa priekšrocības. Kad barības pieejamība ir augsta, zirgi labprāt izvēlas 5 – 17 cm augstu zelmeni, taču ierobežotas barības pieejamības apstākļos tie spēj baroties arī zemākā zelmenī (Menard et al. 2002, Edouard et al. 2009, Naujeck et al. 2005). Liellopiem ir ierobežota spēja satvert un noplūkt barības objektus tuvu pie zemes, tie labprāt barojas 9 – 16 cm augstā vai augstākā zelmenī (Menard et al. 2002). Līdz ar to zirgiem ilgāk ir izdevīgi baroties kvalitatīvākajā zālājā kā liellopiem, kuriem zelmeņa augstums ātrāk kļūst par limitējošo faktoru (Cornelissen, Vulink 2015).

1.4.3. Citi ganīšanās uzvedību ietekmējošie faktori

Sociālie faktori un konkurence

Sociālie faktori skaidro uzvedības atšķirības starp dažādām zālēdāju sugām, kā arī uzvedības vienotību sugas ietvaros. Zirgi un liellopi ir neteritoriāli sabiedriski dzīvnieki, kam raksturīga apvienošanās grupās – baros (McGreevy 2004, Hall 2005). Tomēr sugām raksturīga atšķirīga sociālā struktūra, līdz ar to pastāv atšķirības to uzvedībā. Zirgu bara reproduktīvo daļu veido harēma grupas, kas parasti sastāv no ērzeļa, vairākām pieaugušām ķēvēm un to divu līdz trīs gadus veciem pēcnācējiem (Waring 2007). Papildus harēma grupām, bara nereproduktīvajā daļā ietilpst tā saucamās vecpuišu grupas, ko veido pieauguši

ērzeļi bez harēma, kā arī vienu līdz trīs gadu vecu abu dzimumu īpatņu jeb jaunzirgu grupas (Budiansky 1998, Boyd, Keiper 2005, Waring 2007). Liellopiem savukārt ir raksturīgas ģimeņu grupas, kas sastāv no sieviešu dzimuma īpatņiem un to pēcnācējiem. Ģimenes grupās var novērot pieaugušu buļļu emigrāciju un imigrāciju, kas cieši saistītas ar govju meklēšanās sezonālītāti, taču tie var uzturēties grupā ilgstoši, vai arī dzīvot solitāri un nelielās grupās, ieņemot noteiktu teritoriju (Hall 2005).

Lielo zālēdāju bara sociāli strukturālajās vienībās pastāv noteikta hierarhija. Hierarhija sugas ietvaros nodrošina bara sociālo vienotību, rezultātā veidojas uzvedības sinhronizācija. Sinhronizēta uzvedība nodrošina bara stabilitāti un palielina izdzīvošanas spējas (Boyd, Bandi 2002, McGreevy 2004, Hall 2005). Augsta (60 – 90%) sinhronizācijas pakāpe raksturīgā barošanās un atpūtas aktivitātēm (Boyd, Bandi 2002, Souris et al. 2007). Saistībā ar barošanās uzvedību, sinhronizācija ietekmē individuāla dzīvnieka barošanās sākumu un beigas, barošanās biežumu, ātrumu, barības objektu, barības nogabalu un barošanās vietu izvēli un dažādību (Bailey, Provenza 2008, Broom, Fraser 2015). Neskatoties uz sociālo vienotību, ir vērojamas atšķirības barošanās uzvedībā starp atsevišķiem īpatņiem, kuras rada genotipu daudzveidība, vecums, dzimums, vecāku un individuālā pieredze un citi faktori (Bailey, Provenza 2008, Van Wagoner et al. 2006, Searle et al. 2010).

Lielo zālēdāju barošanās uzvedību ietekmē arī iekšsugas un starpsugu konkurence. Ierobežotas barības pieejamības apstākļos dzīvnieki barību uzņem ātrāk, līdz ar to sugas ietveros priekšrocība ir tiem īpatņiem, kuru barošanās ātrums ir lielāks – pieredzējušākiem, rangā augstākiem, lielāka izmēra dzīvniekiem (Searle et al. 2010). Pieaugoša konkurence rosina individuālu dzīvnieku vai atsevišķu grupu pārvietošanos uz citu barības nogabalu (Randal, Owen – Smith 2002). Starpsugu konkurences izraisītas barošanās uzvedības izmaiņas lielā mērā saistītas ar sugām raksturīgajām atšķirībām gremošanas trakta uzbūvē un gremošanas fizioloģijā. Apstākļos, kad barības resursi ir ierobežoti, priekšrocība ir zirgiem, kuru barības uzņemšanas ātrumu mazāk limitē gremošanas trakta piepildījums, kā arī zelmeņa augstums.

Laikapstākļu ietekme uz ganīšanās uzvedību

Laikapstākļi ir nozīmīgs abiotisks dzīvnieku uzvedību ietekmējošs faktors, ja to parametru vērtības sasniedz līmeni, kad tiek traucēta dzīvnieku normālu organisma funkciju uzturēšana vai tā prasa papildus enerģijas patēriņu. Lielo zālēdāju termoneitrālā zona ir 5 – 25°C robežās, taču tie spēj adaptēties arī zemākām un augstākām gaisa temperatūrām. To ietekmē dzīvnieka vecums, ķermeņa kondīcija, sezona, individuāla siltumjutība un adaptēšanās ilgums (Hahn 1981, Morgan 1998, Broom, Fraser 2015). Termoneitrālā zona (TNZ) ir gaisa temperatūras diapazons, kurā dzīvnieks spēj saglabāt ķermeņa temperatūru

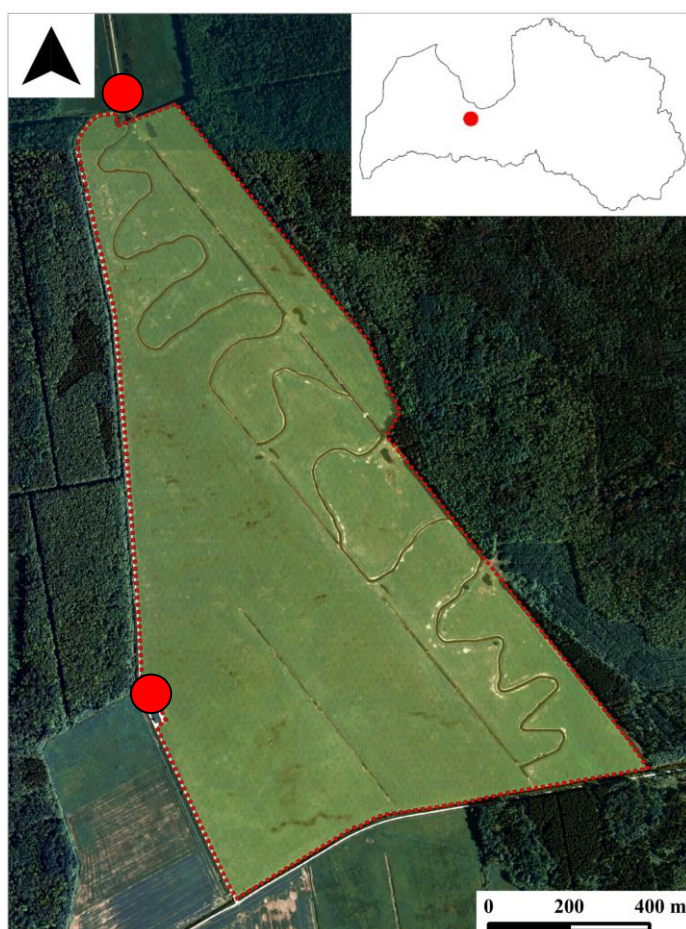
bez vai ar nelielu papildus enerģija patēriņu (Christopherson, Young 1986, cit. pēc Morgan 1998). Kopumā dzīvniekiem ir labākas spējas adaptēties zema gaisa temperatūrai, savukārt temperatūra virs TMZ var izraisīt karstuma stresu (NRC 2007). Gaisa temperatūrai krītoties zem termoneitrālās zonas, dzīvnieku uzņemtās barības daudzums pieaug (Pereira et al. 2008). Pieaugot saules radiācijai un gaisa temperatūrai pārsniedzot termoneitrālās zonas augšējo robežu, dzīvnieki samazina barošanās intensitāti vai pārtrauc to, saīsina ganīšanās attālumu, un biežāk izvēlas uzturēties ēnainās vietās (Bailey et al. 1996, Tucker 2008, Snoeks et al. 2015, Halasz et al. 2016). Ekstrēmi laikapstākļi, piemēram, stipri nokrišņi un spēcīgs vējš var apgrūtināt ar barošanos saistītās kustības vai lēmumu pieņemšanu, noteikt ganīšanās kustību virzienu, pārtraukt barošanos (Broom, Fraser 2015, Halasz et al. 2016).

Skaidrojot atsevišķu laikapstākļu parametru ietekmi uz dzīvnieku uzvedību, lielu nozīmi parasti piešķir gaisa temperatūrai, taču citi dzīvnieka mikroklimatu ietekmējošie meteoroloģiskie parametri – saules radiācija, gaisa relatīvais mitrums, vēja ātrums, nokrišņi, var izmainīt gaisa temperatūras radīto ietekmi (Broom, Fraser 2015). Tādēļ pamatoti vērtēt vairāku laikapstākļu parametru kombinētu ietekmi uz dzīvnieku fizioloģiskajiem rādītājiem un uzvedību. Piemēram, lai novērtētu laikapstākļus, kas potenciāli var izraisīt karstuma stresu un ietekmēt barošanās aktivitāti, izmanto meteoroloģisko parametru kopumu: gaisa temperatūras – gaisa relatīvā mitruma indeksu (TMI), papildus ņemot vērā arī vēja ātruma un saules radiācijas rādītājus (Mader et al. 2006). Gaisa temperatūrai un temperatūras – mitruma indeksam pārsniedzot noteiktu robežvērtību (attiecīgi 25°C un 75), dzīvnieks pakļauts karstuma stresam – atgremotājiem pieaug temperatūra spureklī, samazinās dzīvnieku aktivitāte, tai skaitā sausas uzņemšanas spējas un dzīvnieka produktivitāte (West 2003, Mader et al. 2006, Curtis et al. 2017).

2. MATERIĀLI UN METODES

2.1. Pētījuma vieta un laiks

Pētījums veikts Tukuma novada Džūkstes pagastā, Dunduru pļavās (1.att.). Pētījuma vieta atrodas Ķemeru Nacionālā parka (ĶNP) dabas lieguma zonā (koordinātes: $x=463765$, $y=299127$). Kopējais pētījuma laiks ir no 2015. gada jūnija līdz 2016. gada oktobrim. Dati ievākti jūnijā, augustā un oktobrī, mēnešus apzīmējot ar terminu „periodi”. Visi trīs periodi kopā darba ietvaros apzīmēti ar terminu „sezona”.



1. attēls. Pētījumu teritorija Dunduru pļavas ¹.

Figure 1. Research area Dunduru meadows.

Dunduru pļavas ir 20. gs. 70. gados meliorācijas sistēmu veidošanas laikā iztaisnotās un 2005. gadā LIFE projekta ietvaros atjaunotās Slampes upes palieņu zālāji, kam raksturīga periodiska sezonālā applūšana (Ķuze et al. 2008). 2004. gadā atsākta pagājušā gadsimta

¹ Attēlam par pamatu izmantots Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras 2010. – 2011. gada ortofoto attēls

deviņdesmitajos gados pārtrauktā teritorijas apsaimniekošana, sākotnēji pļaujot un noganot zālāju, taču kopš 2008. gada zālāja pļaušana ir pārtraukta. Noganīšanai Dunduru pļavās izmantoto dzīvei savvaļai līdzīgos apstākļos pielāgotas lielo zālēdāju šķirnes – Poļu zirgus (*Konik poliski* – poļu val.) un Heka liellopus. Zālēdāji teritorijā uzturas visu gadu, izmantojot tajā pieejamos resursus, tomēr ziemā tos piebaro.

Teritorijas kopējā zālāja platība ir aptuveni 127 ha, ko no trim pusēm ietver stieplu aploks ar elektrisko ganu, austrumu pusē to norobežo meža masīvs. Noganīšana veicinājusi zālāja dabisko struktūru un funkciju atjaunošanos, izmainot augu sugu sastāvu un daudzveidību, pakāpeniski samazinājusies nitrofilo augstzāļu un augsto graudzāļu dominance, pieaudzis zemo ložņājošo augu sugu īpatsvars (Priede 2013). Teritorijai raksturīgs augu sugu sastāva un struktūru ziņā heterogēns mozaīkveida zālājs ar salīdzinoši neizteiktām grūti precīzi nosakāmām robežām starp dažādām augu sabiedrībām.

Iepriekš bakalaura darba ietvaros Dunduru pļavās pēc raksturīgām biežāk sastopamām augu sugām izdalīti septiņi zālāja tipi: palieņu zālājs, zemu ložņājošu augu sabiedrība, ruderalizēts kultivēts zālājs, mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, sauss nenaslēgts augājs ar *Festuca rubra*, *Calamagrostis epigeios* sabiedrība un vecs kultivēts zālājs (1. pielikums) (Kļaviņa 2014). Zālāju tipu definēšanai izmantoti nosacīti formulējumi, kas pielāgoti pētāmās teritorijas situācijai. Palieņu zālājam (Z01) raksturīgs vidēji augsts līdz augsts augājs, mitrumu mīlošas augu sugas un periodiska applūšana palu laikā. Zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02) dominē galvenokārt zems, vietām vidēji augsts zelmenis, augi ar gulošiem vai ložņājošiem stublājiem, rozetveida lapām, kas ir izturīgi pret noganīšanu un nobradāšanu. Ruderalizētu kultivētu zālāju (Z03) galvenokārt veido vidējas līdz augstas kultivētiem zālājiem raksturīgas graudzāles, kā arī ruderalās nitrofilās augu sugas. Tas galvenokārt sastopams gar upes un grāvju malām un teritorijas robežām. Mēreni mitrai polidominantai augu sabiedrībai (Z04) raksturīgs vidēji augsts augājs, salīdzinoši liela augu sugu daudzveidība. Sauss nenaslēgts augājs ar *Festuca rubra* (Z05) veidojies Slampes upes atjaunošanas laikā uz tās krastos veidotiem smilšainiem uzbērumiem. Tam ir raksturīgs zems, skrajš augājs, sausas vietas mīlošas augu sugas, slikti izveidojusies velēna, augsnes atsegumi. Vecā kultivētā zālājā (Z06) dominē vidēji augstas un augstas kultivētiem zālājiem raksturīgas graudzāles, sugu daudzveidība ir neliela. Maģistra darba ietvaros *Calamagrostis epigeios* sabiedrība augstas fragmentācijas pakāpes dēļ nav izdalīta atsevišķi, bet tai raksturīgā izvietojuma dēļ ietverta ruderalizētu kultivētu zālāju tipā.

Visos zālāju tipos mozaīkveidā vērojamas monodominantas tiem mazāk raksturīgu sugu audzes (sausākās vietās *Calamagrostis epigeios* audzes, mitrākās – grīšļi, doņi, *Agrostis stolonifera*, applūšanas periodā dzīvnieku intensīvāk izbradātās – *Potentilla*

anserina, Ranunculus repens audzes), dzīvnieku darbības rezultātā veidojies mikroreljefs, augsnes atsegumi.

1. tabula
Teritorijā izdalīto zālāju tipu platības izmaiņas laikā no 2013. – 2015. gadam.

Table 1
Changes in area size structure of grassland types in study area over time period 2013 – 2015.

Zālāja tipa kods Grassland type code	Zālāja tips Grassland type	Zālāja tipa platība, ha Grassland type area, ha		Zālāja tipa platība, % Grassland type area, %		Platības izmaiņas 2013. – 2015. gads Area changes years 2013 – 2015	
		2013.	2015.	2013.	2015.	ha	%
Z01	Palieņu zālājs Floodplain grassland	34.70	32.69	27.4%	25.8%	-2.01	-1.5%
Z02	Zemu ložņājošu augu sabiedrība Low sward plant community	32.24	36.3	25.4%	28.7%	4.06	3.3%
Z03	Ruderalizēts kultivēts zālājs Ruderalized cultivated grassland	30.86	26.49	24.4%	20.9%	-4.37	-3.4%
Z04	Mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība Moderately humid poly-dominant plant community	19.90	23.2	15.7%	18.3%	3.30	2.6%
Z05	Sauss nesaslēgts augājs ar <i>Festuca rubra</i> Dry grassland with <i>Festuca rubra</i>	5.50	5.13	4.3%	4.1%	-0.37	-0.3%
Z06	Vecs kultivēts zālājs Old cultivated grassland	3.50	2.66	2.8%	2.1%	-0.84	-0.7%

Zālāju tipi sakārtoti pēc to aizņemtās platības lieluma teritorijā bakalaura darba izstrādes laikā. Maģistra darba ietvaros zālāju tipu izvietojums dabā ir precizēts, kā arī kartēts (2. pielikums). Zālāja kartēšanai un zālāja tipu platības noteikšanai izmantota telpiskās informācijas apstrādes programma „QGIS 2.0.1” (QGIS Development Team, 2013). Teritorijas pārkartēšanas rezultātā novērotas zālāju tipu aizņemtās platības izmaiņas (1. tab.).

2.2. Pētījuma metodes

2.2.1. Dzīvnieku barošanās uzvedības un laikapstākļu novērojumi

Ganīšanās uzvedības raksturošanai iegūti dati par dzīvnieku atrašanās vietām, nosakot kopējo un barojošos dzīvnieku skaitu atsevišķi pa sugām. Ar barošanās uzvedību pētījuma

ietvaros uzskatītas kustības, kas saistītas ar barības objekta izvēli, satveršanu un noplūkšanu, dzīvniekam atrodoties uz vietas, vai pārvietojoties. Datu reģistrēšanai veikti tiešie dzīvnieku novērojumi ar 15 minūšu intervālu, izmantojot binokli Nikon Prostaff 7 (8 x 42) un teleskopu Celestron Regal M2 80ED (20 – 60 x 80). Novērojumi veikti no divām pozīcijām, kas nodrošina labu teritorijas pārredzamību – no 5,5 metrus augsta skatu torņa teritorijas rietumu (R) malā un no kurgāna (uzbēruma) tās ziemeļu (Z) galā (1. att.).

Vienlaicīgi ar dzīvnieku novērojumiem fiksēti arī laikapstākļu rādītāji – gaisa temperatūra ar precizitāti 1°C, gaisa relatīvais mitrums, 0.1%, un vēja ātrums, 0.1m/s. Meteoroloģisko datu iegūšanai izmantota Extech 45170 meteostacija.

Pētījuma laikā reģistrēti dati par 65 – 73 Poļu zirgu un 40 – 47 Heka liellopu ganīšanās aktivitāti. Datu kopā nav iekļauti pētījuma gadā dzimušo jauno dzīvnieku novērojumi.

Dati par lielo zālēdāju ganīšanās uzvedību iegūti 2015. un 2016. gadā. Kopā dzīvnieku novērojumi veikti sešas dienas jūnijā (no 6:00 – 22:00, kopā 96 stundas) un augustā (no 7:00 – 21:00, kopā 84 stundas), piecas dienas oktobrī (no 8:00 – 19:00, kopā 55 stundas) (2. tab.). Kopējais dzīvnieku novērojumu apjoms ir 235 stundas.

2. tabula

Dzīvnieku ganīšanās uzvedības novērojumu laika grafiks 2015. un 2016. gadā.

Table 2
Animal grazing behaviour observation time schedule in 2015 and 2016.

Mēnesis Month	Dienų skaits Number of days		Novērojumu laiks Observation time
	2015. gads Year 2015	2016. gads Year 2016	
Jūnijs June	4	2	6:00 – 10:00; 14:00 – 18:00 10:00 – 14:00; 18:00 – 22:00
Augusts August	4	2	7:00 – 10:00; 14:00 – 18:00 10:00 – 14:00; 18:00 – 21:00
Oktobris October	4	1	8:00 – 12:00; 16:00 – 19:00
	3	2	12:00 – 16:00

Dzīvnieku atrašanās un barošanās vietas noteiktas ar precizitāti līdz vienam hektāram un fiksētas kartē (3. pielikums), kurā pētāmā teritorija atbilstoši sadalīta 100 x 100 m kvadrātos. Dzīvnieku novērojumu un laikapstākļu rādītāju dati fiksēti reģistrācijas protokolā (4. pielikums).

2.2.2. Veģetācijas augstuma noteikšana zālāju tipos

Barības pieejamības un tās izmaiņu noteikšanai 2015. gadā trīs periodos (jūnijā, augustā un oktobrī) izdarīti veģetācijas augstuma mērījumi. Mērījumi veikti sešos izdalītajos zālāju tipos, 24 fiksētās 100 m garās transektēs. Ņemot vērā zālāja tipa aizņemtās platības

lielumu un izvietojumu teritorijā – Z01 un Z02 zelmeņa augstuma mērījumi reģistrēti sešās transektēs katrā, Z04 – piecās transektēs, Z03 – četrās, Z05 un Z06 attiecīgi divās un vienā transektē (5. pielikums). Transektes izvēlētas pēc sistemātiskās nejaušības principa, ņemot vērā zālāja tipu atrašanās vietu, platību, robežas un konfigurāciju. Transektes fiksētas, reģistrējot to sākuma un beigu koordinātes ar globālās pozicionēšanas sistēmas uztvērēju Garmin GPSTM 76.

Veģētācijas augstuma noteikšanai izmantota vienkāršota kārts metode (Steward et al. 2001). Mērījumu veikšanai izmantota līdz viena centimetra precizitātei graduēta stiklšķiedras kārts. Veģētācijas augstums noteikts augstākajā punktā, kas skar vertikāli novietotu kārti. Mērījumi izdarīti ar viena soļa (aptuveni viena metra) intervālu, pārvietojoties pa transekti D – Z virzienā. Katrā transektē izdarīti 100 mērījumi. Kopā pētījuma laikā iegūti 7200 veģētācijas mērījumi. Dati reģistrēti veģētācijas mērījumu protokolā (6. pielikums).

2.2.3. Zālāja biomasas un barības kvalitātes noteikšana

Dati barības kvalitātes un sastopamības novērtēšanai iegūti 2015. gadā trīs periodos: jūnijā, augustā un oktobrī. Paraugi ievākti sešos parauglaukumos (p/l) katrā zālāju tipā (izņēmums ir Z06, kur zālāja platības un konfigurācijas dēļ izvēlēti trīs p/l). Parauglaukumi ir saistīti ar iepriekš izvēlētajām veģētācijas augstuma mērījumu transektēm, to atrašanās vieta fiksēta, reģistrējot labējā Z stūra koordinātes (5. pielikums).

Barības paraugi ievākti 1x1 m lielā platībā, ar šķērēm nogriežot veģētāciju aptuveni divu centimetru augstumā virs zemes. Lai izvairītos no iepriekšējā perioda paraugu ņemšanas radītās ietekmes, katrā nākamajā periodā p/l ierīkots iepriekšējā p/l Z galā. Visos periodos paraugi ievākti sausos laikapstākļos.

Barības sastopamības noteikšanai veikti zālāja biomasas (svaigas fitomasas) mērījumi, nosakot parauga svaru katrā p/l. Parauga svēršanai izmantoti Kern CH 15K20 elektroniskie svāri, rezultāts fiksēts ar 0.02 kg precizitāti. Barības kvalitātes noteikšanai ievākti seši (1 kg) barības paraugi (viens paraugs katrā zālāju tipā) katrā periodā, un nodoti LLU Agronomisko analīžu zinātniskajā laboratorijā fizikāli ķīmisko rādītāju noteikšanai. Katrā barības paraugā noteikti sekojoši rādītāji: sausas saturs barībā, %, kopproteīna, neitrāli skalotās kokšķiedras (NDF) un skābi skalotās kokšķiedras (ADF) saturs sausnā, %. Sausas saturs barībā noteikts pēc D. Undersandera un kolēģu (Undersander et al. 1993) izstrādāto barības analīžu procedūru 2.2.1.1. un 2.2.3. metodēm. Kopproteīna saturs noteikts pēc Starptautiskās standartizācijas organizācijas (ISO) 5983-2 metodes (ISO 2009). NDF saturs pēc ISO 16472 metodes (ISO 2006) un ADF saturs pēc ISO 13906 metodes (ISO 2008).

2.3. Datu apstrādes metodes

Lielo zālēdāju barošanās biežums katrā zālāju tipā un tā sezonālās izmaiņas noskaidrotas, veicot sekojošu datu sagatavošanu. Tā kā dzīvnieku novērojumi izdarīti ar precizitāti viens hektārs, katram 100 x 100 m kvadrātam teritorijā noteikta piederība zālāju tipam. Ja kvadrāts ietvēra vairāk nekā vienu zālāju tipu, tā piederība sadalīta proporcionāli pēc katra zālāja aizņemtās platības kvadrātā. Tad barojošos dzīvnieku skaits visās novērojumu reizēs katrā periodā sadalīts pa zālāju tipiem atkarībā no katra kvadrāta piederības. Katrā zālājā konstatēto dzīvnieku skaits izdalīts ar perioda kopējo barojošos liellopu vai zirgu skaitu un izteikts procentos.

Dzīvnieku uzturēšanās un barošanās vietu izvēle pētījuma laikā noteikta, iegūstot visās novērojumu reizēs fiksēto barojoties un citu aktivitāšu (pārvietošanās, atpūta) laikā novēroto dzīvnieku skaita summu atsevišķi pa sugām katrā kvadrātā katrā periodā un dalot to attiecīgi ar barojoties vai citās aktivitātēs konstatēto dzīvnieku kopējo skaitu periodā un izsakot procentos. Atkarībā no vietas izvēles biežuma rezultāti sadalīti klasēs: <1%, 1-2%, >2%. Atsevišķi norādītas biežākās barošanās vietas un vietas, kurā dzīvnieki biežāk uzturējušies ar barošanos nesaistītu aktivitāšu dēļ. Pētījuma laikā konstatēta arī dzīvnieku uzturēšanās mežu biotopā. Tad dzīvnieki atzīmēti kvadrātā F10, nenorādot konkrētu atrašanās vietu (7. – 9. pielikums). Lielo zālēdāju barošanās un ar barošanos nesaistītas uzturēšanās vietu izvēle teritorijā un to sezonālās izmaiņas vizualizētas, izmantojot telpiskās informācijas apstrādes programmas QGIS pieejamos rīkus (QGIS Development Team, 2013).

Lai uzskatāmi parādītu barības pieejamību un tās izmaiņas sezonas laikā, iegūtās veģetācijas augstuma vērtības sadalītas klasēs, atkarībā no tā, cik viegli dzīvniekam barību satvert un noplūkt: zema (<10 cm), vidēja (10 – 25 cm) un augsta (>25 cm) veģetācija.

Zālāju tipu salīdzināšanai pēc barības kvalitātes, laboratoriski noteiktie rādītāji izteikti gramos gan uz barības svara vienību, gan barošanās vietas laukuma vienību. Kopproteīna, NDF un ADF saturs barības kilogramā noteikts atkarībā no sausnas satura barībā un kvalitātes rādītāju satura proporcijas saussnā. Savukārt to saturs saussnā uz veģetācijas kvadrātmetru aprēķināts, iegūto saturu kilogramā barības reizinot ar attiecīgajā laukuma vienībā iegūto veģetācijas biomasu.

Izmantojot kvalitāti raksturojošos rādītājus, katram zālāja tipam noteikta sausnas sagremojamība (DDM), sausnas uzņemšanas spējas (DMI) un relatīvā barības vērtība (RFV).

Barības paraugam raksturīgo sausnas sagremojamību aprēķina pēc formulas [1]:

$$\text{DDM} = 88.9 - (0.779 * \text{ADF}) \quad [1],$$

kur DDM – sagremojamā sausna, %;

ADF – skābi skalotā kokšķiedra, % (Schroeder 2010).

Sausnas uzņemšanas spēju ietekmē barības sagremojamība un to aprēķina pēc formulas [2]:

$$\text{DMI} = 120 / \text{NDF} \quad [2],$$

kur DMI – sausnas uzņemšanas spēja, % no dzīvmasas;

NDF – neitrāli skalotā kokšķiedra, % (Mertens 1987).

Relatīvo barības vērtību nosaka sausnas sagremojamība un dzīvnieka sausnas uzņemšanas spējas un to aprēķina pēc formulas [3]:

$$\text{RFV} = (\text{DDM} * \text{DMI}) / 1.29 \quad [3],$$

kur RFV – relatīvā barības vērtība;

DDM – sagremojamā sausna, %;

DMI – sausnas uzņemšanas spējas, % (Schroeder 2010).

Lai noskaidrotu barības enerģijas ietilpību (barības spēju nodrošināt dzīvnieka enerģijas vajadzību) katrā zālāju tipā, izmantojot barības kvalitāti raksturojošos rādītājus, veikti neto uztures enerģijas (liellopiem) un sagremojamās enerģijas (zirgiem) aprēķini. Barības enerģijas ietilpība noteikta, pieņemot, ka dzīvnieku sausnas uzņemšanas spējas vidēji dienā līdzvērtīgas 2% no to ķermeņa svara. Poļu zirgi sver ap 400 kg, Heka liellopi vidēji ap 600 kg, līdz ar to tie dienā spēj apēst attiecīgi 8 kg un 12 kg sausnas.

Neto uztures enerģijas satura noteikšanai barībā ir sekojoša aprēķinu gaita:

1) kopējo sagremojamo barības vielu noteikšana pēc formulas [4]:

$$\text{TDN} = 92.62 - (0.9093 * \text{ADF}) \quad [4],$$

kur TDN – kopējās sagremojamās barības vielas, %;

ADF – skābi skalotā kokšķiedra, % (NRC, 1984).

2) Sagremojamās enerģijas aprēķins pēc formulas [5]:

$$DE=0.04409*TDN \quad [5],$$

kur DE – sagremojamā enerģija (Mcal/kg sausnas);
TDN – kopējās sagremojamās barības vielas, % (NRC, 1984).

3) Maiņas enerģijas aprēķins pēc formulas [6]:

$$ME = DE*0.82 \quad [6],$$

kur ME – maiņas enerģija, Mcal/kg sausnas;
DE – sagremojamā enerģija, Mcal/kg sausnas (NRC, 1984).

4) Neto uztures enerģijas noteikšana pēc formulas [7]:

$$NE_m = 1.37*ME - 0.138*ME^2 + 0.0105ME^3 - 1.12 \quad [7],$$

kur NE_m – neto uztures enerģija, Mcal/kg sausnas;
ME – maiņas enerģija, Mcal/kg sausnas (Garret, 1980, cit. pēc NRC 1984).

Barības sagremojamās enerģijas ietilpību zirgu enerģijas vajadzību nodrošināšanai aprēķina pēc formulas [8]:

$$DE = 4.22 - (0.11*ADF) + (0.0332*CP) + (0.00112*ADF^2) \quad [8],$$

kur DE – sagremojamā enerģija, Mcal/kg sausnas;
ADF – skābi skalotā kokšķiedra, %;
CP – kopproteīns, % (NRC 2007).

Meteoroloģisko apstākļu ietekmes uz dzīvnieku barošanās intensitāti konstatēšanai, veikts temperatūras – mitruma indeksa (TMI) aprēķins pēc formulas [9]:

$$TMI = (RGM/100)*(T_a - 14.4) + 0.8*T_a + 46.6 \quad [9],$$

kur RGM – relatīvais gaisa mitrums, %;

T_a – gaisa temperatūra, °C (Thom 1959, cit. pēc Curtis et al. 2017).

Datu apstrāde veikta, izmantojot programmu „R 3.4.0” (R Core Team, 2017) ar paplašinājumu „R Studio 1.0.136” (Rstudio Team, 2016). Statistiskās analīzes testi veikti pie būtiskuma līmeņa $\alpha = 0,05$. Lai novērtētu, vai pastāv būtiskas zirgu un liellopu barošanās ilguma atšķirības starp periodiem, dzīvnieku barošanās biežuma atšķirības dažādos zālāja tipos katrā periodā, kā arī noskaidrotu dienas laika un meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz dzīvnieku barošanās intensitāti, izmantoti vispārinātie binārās loģistiskās regresijas modeļi. Veģetācijas augstuma atšķirību novērtēšanai starp mēnešiem, transektēm un zālāju tiem, izmantoti lineārās regresijas modeļi. Tā kā atkarīgā mainīgā – veģetācijas augstuma sadalījums ir asimetrisks – tas neatbilst normālajam sadalījumam un dispersijas nav homogēnas, veikta augstuma vērtību logaritmēšana. Konstatējot statistiski būtiskas atšķirības, ietekmējošo faktoru līmeņu savstarpējai salīdzināšanai veikta Tukey analīze, izmantojot pakotni *multcomp* (Hothorn et al. 2008). Vispārinātiem lineāriem modeļiem aprēķināts McFaddena pseido determinācijas koeficients izskaidrotās variācijas noteikšanai, izmantojot pakotni *pscl* (Jackman 2015). Rezultātu vizualizēšanai izmantotas pakotnes *ggplot2* (Wichham 2009) grafiskās iespējas.

3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

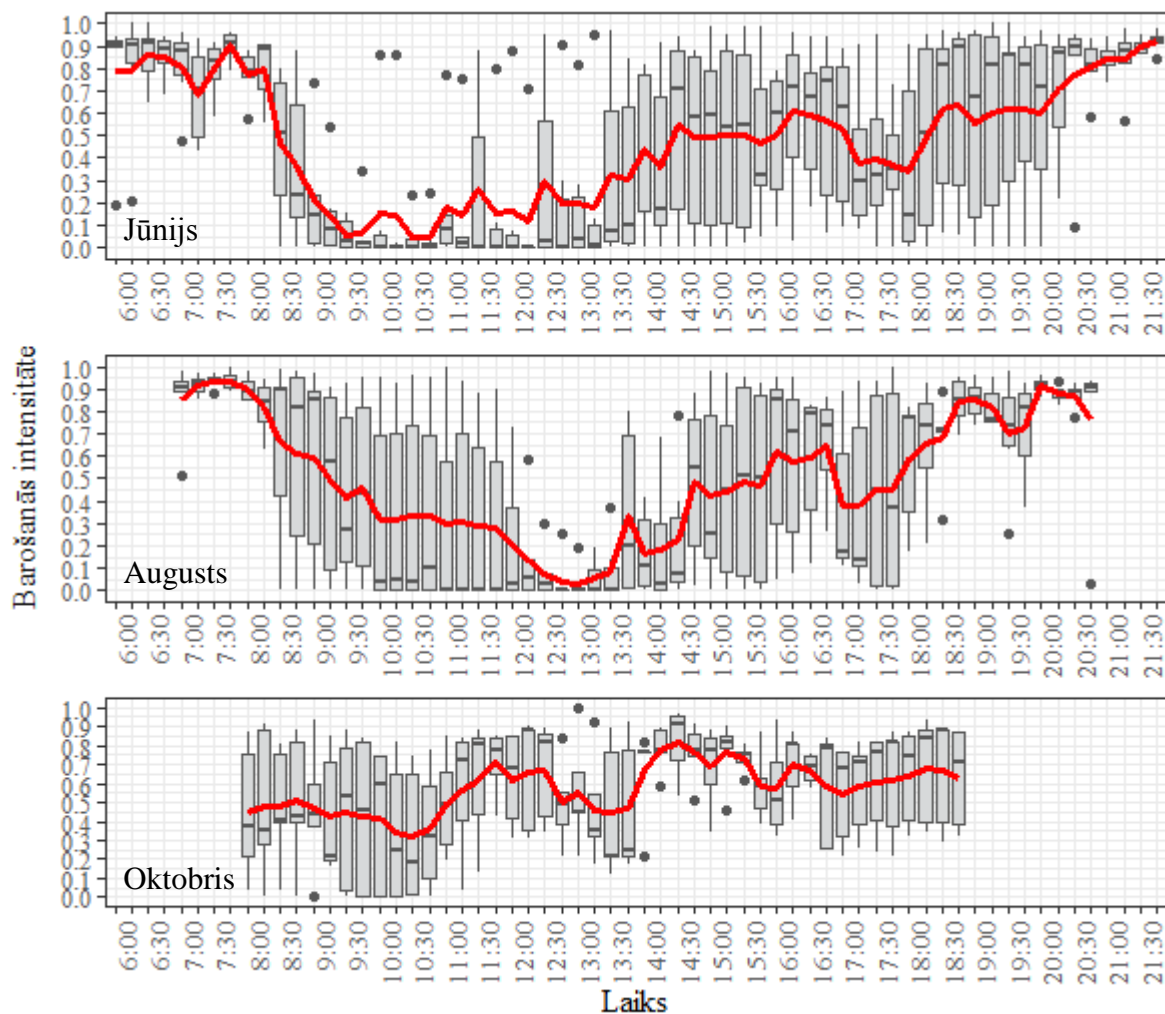
3.1. Lielo zālēdāju barošanās uzvedības raksturojums Ķemeru nacionālā parka Dunduru pļavās

Vērtējot kopējo barošanās aktivitāti pētījuma laikā, zirgiem tā aizņēma vidēji 52%, liellopiem – 48% no kopējā diennakts gaišā laika, kas sakrīt ar iepriekšējiem zālēdāju uzvedības novērojumiem, kuros barošanās aktivitāte novērota 40–60% no diennakts laika (Boyd 1998, Berger et al. 1999, Fleurance et al. 2001, Boyd, Bandi 2002, Schlecht et al. 2006, Souris et al. 2011, Kilgour et al. 2012, Popp, Scheibe 2014). Tomēr jāņem vērā, ka šī pētījuma ietvaros ganīšanās uzvedība novērota tikai diennakts gaišajā laikā, taču zālēdājiem noteiktos apstākļos var būt raksturīga arī barošanās naktī (Berger et al. 1999, Fleurance et al. 2001, Larson – Praplan et al. 2015).

Pētījuma laikā konstatēts atšķirīgs lielo zālēdāju kopējais barošanās ilgums dažādos periodos. Zirgiem barošanās uzvedība jūnijā novērota vidēji $48.2 \pm 2.0\%$ laika, augustā – $50.6 \pm 2.2\%$, oktobrī – $57.4 \pm 1.9\%$ laika. Atšķirības starp mēnešiem nav statistiski būtiskas ($p > 0.05$). Savukārt liellopi jūnijā barojās $36.3 \pm 1.6\%$, augustā – $42.6 \pm 1.7\%$, oktobrī – $66.6 \pm 1.5\%$ laika. Rudenī liellopiem barošanās laiks ir būtiski lielāks ($p < 0.001$) kā vasarā. Līdzīgas atšķirības zālēdāju barošanās ilgumā vasarā – zirgiem 47–54% un liellopiem 32–36% laika, novērotas arī citos pētījumos (Arnold 1984, Menard et al. 2002, Kilgour et al. 2012, Popp, Scheibe 2014). Īsāks barošanās laiks liellopiem vasarā skaidrojams ar to barošanās specifiku – barība uzņemšanas ātrums ir lielāks, jo tā tiek sasmalcināta pavirši, tad vēlāk atgremota (Janis 1976, Miller 2012). Atgremošanas fāze sakrīt ar atpūtas laiku. Barošanās laika pieaugumu rudenī liellopiem var skaidrot ar barības pieejamības samazināšanos teritorijā, kas palielina barības atrašanas un uzņemšanas laiku, kā arī kvalitātes līdz ar to sagremojamības pasliktināšanos, kas ietekmē liellopu gremošanas sistēmas darbības ātrumu (Menard et al. 2002, Herring 2014, Larson – Praplan et al. 2015).

Zirgiem vasaras sākumā un beigās novērots raksturīgs barošanās ritms (Berger et al. 1999) ar diviem izteiktiem laikā sinhroniem intensīvas ganīšanās periodiem no rīta un vakarā un vismaz vienu atkārtotas ganīšanās periodu dienas laikā, kad barošanās intensitāte laikā variē plašā amplitūdā (2.att.). Starp aktīvas barības uzņemšanas periodiem raksturīgas pauzes, kad dzīvnieki nebarojas vai barošanās intensitāte ir zema. Šajā laikā vērojama dažāda ilguma uzturēšanās vienā vietā, tādēļ to var definēt kā atpūtas periodu. Jūnijā un augustā atpūtas periodam, kas seko rīta barošanās aktivitātei ir raksturīga augsta sinhronitāte

laikā ap pusdienas laiku. Rudenī barošanās ritms atšķiras – raksturīga izteikta barošanās intensitātes variācija laikā.



2. att. Zirgu barošanās ritms pētījuma laikā

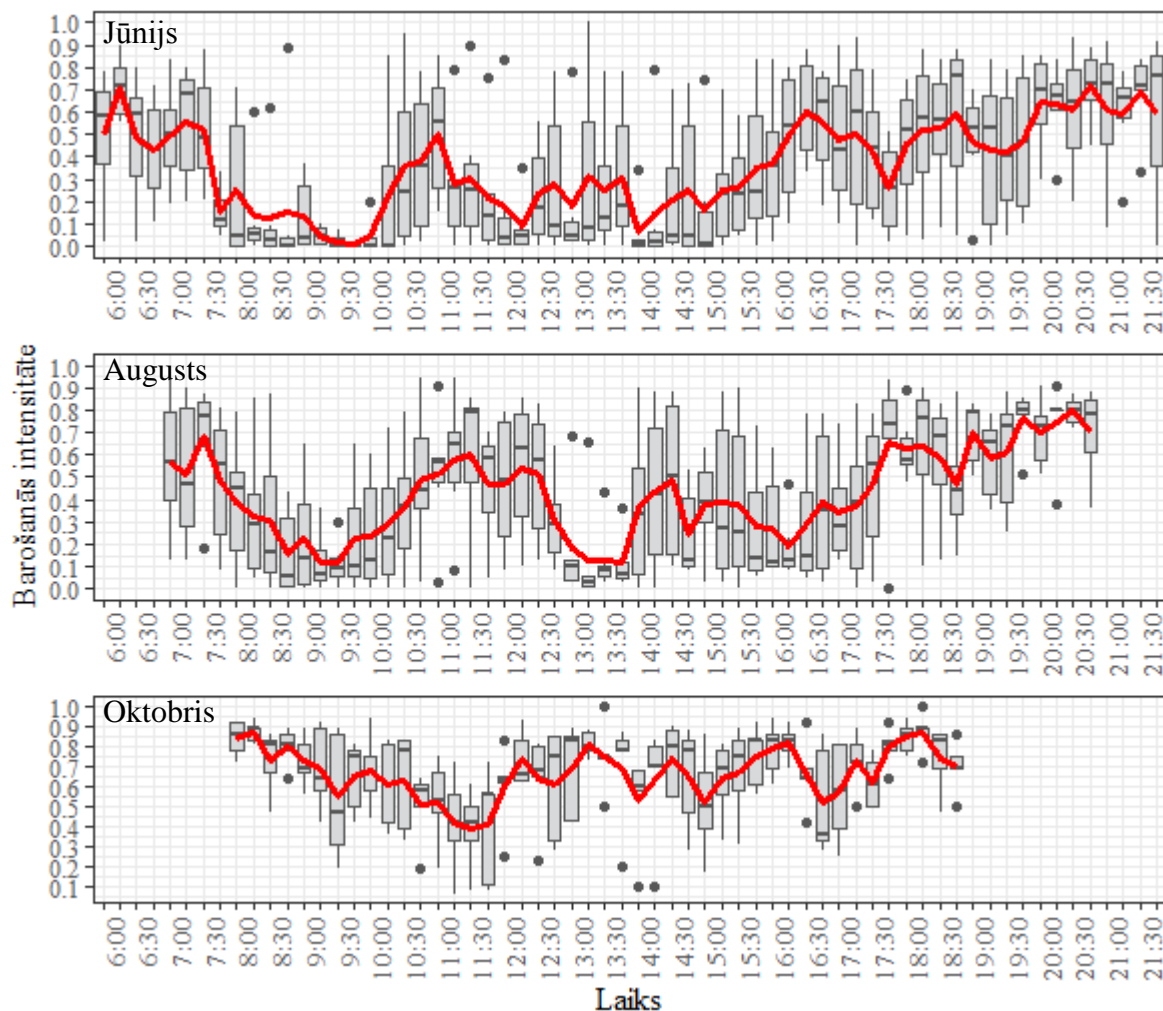
— - vidējā barošanās intensitāte

Figure 2. Horse daytime rhythm of feeding during study period

— - average foraging intensity

Liellopiem līdzīgi kā zirgiem dienas laikā raksturīgi vairāki barošanās maksimumi, tomēr to barošanās ritmā ir vērojamas vairākas atšķirības (3.att.). Vasaras sākumā un beigās vērojams barošanās maksimumu un atpūtas periodu vienmērīgāks sadalījums dienas laikā, barošanās intensitātes variācija mazāk izteikta. Savukārt rīta un vakara barošanās periodiem raksturīga zemāka barošanās intensitāte un mazāk izteikta sinhronizācija laikā. Tomēr kopumā vasarā novērots tipisks liellopu diennakts ganīšanās modelis ar diviem galvenajiem ilgākiem barošanās periodiem un atsevišķiem īsiem starpperiodiem (Kilgour et al. 2012, Larson – Praplan et al. 2015). Rudenī liellopiem pieaug kopējā barošanās aktivitāte dienas laikā, samazinās barošanās intensitātes variācija. Barošanās periodu vienmērīgāku

sadalījumu un mazāku variāciju laikā var skaidrot ar atgremotājiem raksturīgo barošanās režīmu – barības uzņemšanas fāzi nomaina barības atgremošanas fāze, kuras ar noteiktu regularitāti mainās vairākas reizes dienā (Hall 2005, Kilgour et al. 2012).



3. att. Liellopu barošanās ritms pētījuma laikā

— - vidējā barošanās intensitāte

Figure 3. Cattle diurnal rhythm of feeding during study period

— - average foraging intensity

Skaidrojot zālēdāju barošanās uzvedību, svarīgi ņemt vērā tiem raksturīgo teritorijas izmantošanas modeli. Dzīvnieki nonākot jaunā teritorijā, izziņas procesā īsā laikā veido noteiktus pastāvīgus barošanās maršrutus (Larson – Praplan et al. 2015). Vietu, kurā barošanās tiek sākota vai beigta, barošanās virzienu, kā arī biežākās barošanās vietas lielā mērā nosaka nakšņošanas un dienas atpūtas vietu izvietojums teritorijā. Savukārt atpūtas vietu izvietojumu ietekmē piemērotāko barošanās un dzeršanas vietu izvietojums, apstākļi, kas nodrošina noteiktu mikroklimatu (noēnojums, aizvējš u.tml.) un ļauj samazināt asinsūcēju kukaiņu, plēsēju un citu nelabvēlīgu faktoru ietekmi (Larson – Praplan et al.

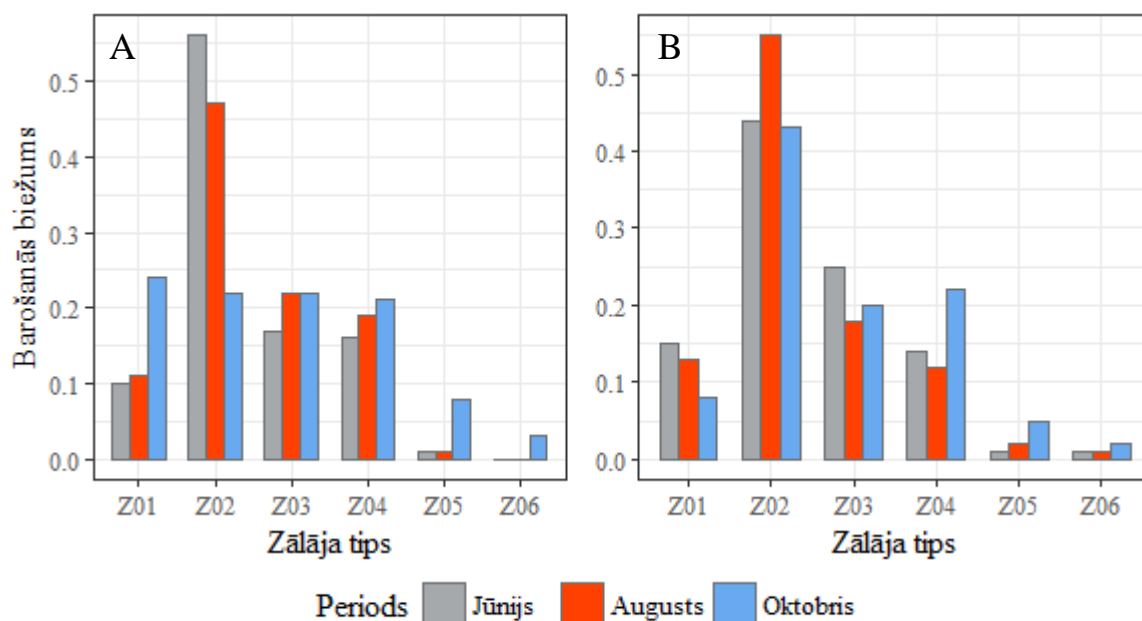
2015). Dunduru pļavās zirgu un liellopu raksturīgā nakšņošanas vieta ir teritorijas austrumu (A) malai pieguļošais mežs. Robežlīnija, kurā konstatēta biežākā dzīvnieku ieiešana un iznākšana no nakšņošanas vietas ir no kvadrāta G10 līdz kvadrātam E13 (7. pielikums). Par raksturīgajām dienas atpūtas vietām teritorijā liecina bieža ar barošanas nesaistīta uzturēšanās tajās. Vasaras sākumā un beigās gan zirgi, gan liellopi biežāk uzturējās kvadrātā J21, tomēr liellopiem raksturīga lielāka izkliede atpūtas vietu izvēlē (7., 8. pielikums). Rudenī vērojamas izteiktas atšķirības starp sugām dienas atpūtas vietu izvēlē – zirgiem biežākā ar barošanas nesaistīta uzturēšanās konstatēta mežu biotopā, savukārt liellopiem raksturīgas vairākas teritorijā izklaidus novietotas uzturēšanās vietas (9. pielikums).

Zālēdāju dienas atpūtas periodiem biežāk izvēlēta atklātā teritorija ir pretrunā ar citu pētnieku novēroto par liellopiem (Tucker et al. 2008) un zirgiem (Popp, Scheibe 2014), ka pieaugot temperatūrai un saules radiācijai dienas laikā, dzīvnieki biežāk izvēlas uzturēties ēnainās vietās. Tomēr zirgiem izvairīšanās dienas atpūtas laikā vasarā uzturēties mežā, kas Dunduru pļavās ir vienīgā noēnotā vieta teritorijā, novērota arī iepriekš (Girard et al. 2013b). Viens no iespējamajiem iemesliem ir izvairīšanās no asinssūcēju kukaiņu ietekmes. Apgalvojuma pamatojumam jāmin, ka pētījuma laikā tika ievākti dati par asinssūcēju kukaiņu klātbūtni vairākās teritorijas vietās, taču tie šī darba ietvaros detalizētāk netiek analizēti. Sākotnējie rezultāti liecina par salīdzinoši mazāku to klātbūtni teritorijas DR daļā, kur izvietotas zālēdāju biežākās dienas atpūtas vietas vasarā, salīdzinot ar teritorijas Z galu un A malu pie meža netālu no raksturīgās nakšņošanas vietas. Teritorijas DR daļā konstatēts arī salīdzinoši lielāks vēja ātrums, nekā pārējās kukaiņu paraugu ievākšanas vietās. Šī faktora ietekmi pamato arī atšķirīga zālēdāju biežāko atpūtas vietu izvēle rudenī, kad tie dienas laikā bieži uzturas netālu no meža, bet zirgi 32.5% no laika, ko nebarojas, uzturas mežā. Vēl viens pamatojums dienas atpūtas vietu izvēlei Dunduru pļavās varētu būt samazināts plēsonības risks, taču tas ir pretrunā ar dzīvnieku uzturēšanos mežu biotopā nakts laikā.

Iepriekšējie zālēdāju ganīšanās pētījumi (Larson – Praplan et al. 2015) liecina, ka tie ikdienas barošanas uzsāk no nakšņošanas vietas, pakāpeniski pārvietojoties dienas atpūtas vietas virzienā. Dienas laikā barošanās galvenokārt saistīta ar atpūtas vietu – zālēdāji barojas dažāda izmēra lokos ap to. Savukārt vēlu pēcpusdienā tie barojoties uzsāk kustību nakšņošanas vietas virzienā. Kustību maršrutus un virzienus dažādo, lai izvairītos no pārmērīgas noteiktu barošanās vietu noganīšanas (Bailey 1995). Dunduru pļavās veiktie dzīvnieku novērojumi apstiprina biežāko barošanās vietu saistību ar dienas atpūtas vietu (7. – 9. pielikums). Pētījumā konstatēts, ka vasarā zālēdāji biežāk barojas teritorijas dienvidu (D) galā (7., 8. pielikums). Biežākās barošanās vietas abām sugām lielā mērā pārklājas.

Līdzīgi rezultāti augstas barības kvalitātes un sastopamības apstākļos iegūti arī citos barošanās uzvedības pētījumos (Menard et al. 2002, Ferreira et al. 2013, Girard et al. 2013b), skaidrojot to ar lielajiem zālējumiem raksturīgo līdzīgu (80 – 98%) barības objektu izvēli. Rudenī vērojamas izteiktākas atšķirības barošanās vietu izvēlē – zirgi barojoties biežāk uzturas teritorijas vidusdaļā, savukārt liellopi joprojām labprātāk barojas D daļā, taču biežākās barošanās vietām vērojama lielāka izkliede (9. pielikums). Atšķirīgu barošanās vietu izvēli var pamatot ar pieaugošu konkurenci samazinātas barības pieejamības dēļ (Menard et al. 2002, Ferreira et al. 2013).

Vērtējot visus periodus kopā, liellopiem raksturīga lielāka barošanās vietu izkliede teritorijā, nekā zirgiem. Tas izskaidrojams ar zirgu un liellopu baru sociālās struktūras atšķirībām. Zirgi bara ietvaros veido harēma, pieaugušu tēviņu un jauno dzīvnieku grupas, starp kurām raksturīga salīdzinoši augsta sociālā vienotība (Budiansky 1998, Boyd, Keiper 2005, Waring 2007). Liellopiem savukārt pieauguši tēviņi īpaši ārpus vairošanās sezonas nereti pa vienam vai mazās grupās ieņem noteiktu teritoriju, kurā bieži uzturas un barojas dienas gaišajā laikā (Hall 2005).



4. att. Zirgu (A) un liellopu (B) barošanās intensitāte zālāju tipos pētījuma laikā. Zālāju tipi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs.

Figure 4. Foraging intensity of horse (A) and cattle (B) in different grassland types during study period. Grassland types: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland.

Apkopojot katrā periodā konstatēto barošanās vietu izvēli, sezonas laikā novērotas statistiski būtiskas ($p < 0.001$ līdz $p = 0.03$) barošanās biežuma atšķirības dažādos zālāju tipos

(4.att., 3.tab.). Zirgi vasaras sākumā un beigās būtiski biežāk ($p < 0.001$) – attiecīgi 56.3% un 46.8% novērojumu barojoties uzturas zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02), taču nozīme ir arī ruderalizētam kultivētam zālājam (Z03) un mēreni mitrai polidominantai augu sabiedrībai (Z04). Savukārt rudenī tie līdzīgā apmērā izvēlas baroties palieņu zālājā (Z01), zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02), ruderalizētā kultivētā zālājā (Z03) un mēreni mitrā polidominanta zālājā (Z04). Liellopi zemu ložņājošu augu sabiedrību (Z02) kā barošanās vietu būtiski biežāk ($p < 0.001$) izvēlas visos periodos. Vasaras sākumā un beigās nozīme ir arī ruderalizētam kultivētam zālājam (Z03), rudenī pieaug barošanās biežums mēreni mitrā polidominanta augu sabiedrībā (Z04). Sausam nenaslēgtam zālājam ar *Festuca rubra* (Z05) un vecam kultivētam zālājam (Z06) sezonas laikā ir maza nozīme zālēdāju barošanās vietu izvēlē, iespējams, to salīdzinoši nelielās platības un fragmentētā izvietojuma dēļ. Rezultāti apstiprina biežāko barošanās vietu pārklāšanos abām zālēdāju sugām vasarā un barības resursu nošķiršanu rudenī.

3. tabula
Lielo zālēdāju barošanās biežums izdalītajos zālāju tipos pētījuma laikā.

Table 3
Large herbivore grazing frequency in the grassland types during study period.

Zālāja tips Grassland type	Barojošos dzīvnieku īpatsvars, % Relative number of animals feeding, %					
	Zirgi Horses			Liellopi Cattle		
	Jūn. Jun.	Aug. Aug.	Okt. Oct.	Jūn. Jun.	Aug. Aug.	Okt. Oct.
Palieņu zālājs Floodplain grassland	10.4 ^a	11.1 ^a	24.4 ^a	14.9 ^a	12.8 ^a	8.4 ^a
Zemu ložņājošu augu sabiedrība Low sward plant community	56.3 ^b	46.8 ^b	21.6 ^a	44.2 ^b	54.6 ^b	42.5 ^b
Ruderalizēts kultivēts zālājs Ruderalized cultivated grassland	17.6 ^a	21.9 ^a	21.5 ^a	24.5 ^a	17.8 ^a	20.2 ^c
Mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība Moderately humid poly-dominant plant community	16.8 ^a	18.9 ^a	21.5 ^a	14.4 ^a	11.8 ^{ad}	22.3 ^c
Sausis nenaslēgts augājs ar <i>Festuca rubra</i> Dry grassland with <i>Festuca rubra</i>	0.9 ^c	1.3 ^c	8.4 ^b	0.9 ^c	2.1 ^{cd}	4.6 ^a
Vecs kultivēts zālājs Old cultivated grassland	0	0	2.5 ^b	1.0 ^c	0.9 ^c	2.0 ^a

^{a,b,c,d} – starp zālāju tipiem ar atšķirīgu alfabēta burtu mēneša ietvaros pastāv statistiski būtiskas atšķirības ($p = 0.03$ līdz $p < 0.001$).

^{a,b,c,d} – different superscripts within a month shows the significant differences ($p = 0.03$ to $p < 0.001$) between grassland types.

Novērtējot zālēdāju barošanās vietu atrašanos teritorijā (7. – 9. pielikums), redzams, ka arī biežāk izmantotos zālāju tipos noganīšana nav vienmērīga – atsevišķos kvadrātos zālēdāji

barojoties uzturas biežāk nekā citos. Tas liecina par apstākļu (barības objektu izvietojuma, barības vielu satura, dažādu struktūru u.c.) heterogenitāti zālāju tipu ietvaros. Pastāv uzskats, ka zālēdāji, pamatojoties uz organisma atbildes reakcijām, spēj novērtēt barības vielu saturu un enerģijas ietilpību barībā, un, saistot šīs reakcijas ar auga organoleptiskajām īpašībām, izšķirt barības objektus ar noteiktu derīgumu (Provenza 1995). Tā kā barības trakta uzbūves dēļ zirgiem organisma atbildes reakciju laiks ir ilgāks kā atgremotājiem, tie īpaši atkarīgi no augam raksturīgo sensoru signālu uztveres spējām (Van den Berg et al. 2016). Pamatojoties uz to, izziņas procesā dzīvnieki veido teritorijas telpiskās atmiņas kartes, periodiski atgriežoties baroties vietās ar augstāku barības pieejamību un kvalitāti, taču, barības sastopamībai samazinoties, sociālo faktoru vai individuālas uzvedības variācijas ietekmē papildus apmeklējot jaunas vai jau zināmas vietas ar zemāku barības kvalitāti (Bailey, Provenza 2008).

3.2. Barības pieejamības un kvalitātes raksturojums, to ietekme uz zālējumu barošanās vietu izvēli

Barības pieejamība

Barības pieejamību raksturo divi savstarpēji saistīti veģetācijas rādītāji – veģetācijas augstums un biomasa (Harmony et al. 1997). Pētījuma laikā jūnijā, augustā un oktobrī konstatētas statistiski būtiskas ($p < 0.001$) veģetācijas augstuma atšķirības teritorijā kopumā, kā arī starp veģetācijas mērījumu transektēm (4. tab., 10. pielikums).

Vērtējot vidējo zelmeņa augstumu pa zālāju tipiem (5 A. att., 4. tab., 10. pielikums), vasaras sākumā lielākā daļā teritorijas raksturīga augsta ($>25\text{cm}$) veģetācija, izņemot zemu ložņājošu augu sabiedrību (Z01) un sausu nesaslēgtu zālāju ar *Festuca rubra* (Z04), kur dominē zems ($<10\text{cm}$) un vidēji augsts (10 – 25cm) zelmenis. Vasaras beigās pētāmajā teritorijā konstatēts būtisks ($p < 0.001$) zelmeņa augstuma samazinājums ar dažādu intensitāti katrā zālāju tipā. Rudenī visā teritorijā dominē zems un vidēji augsts zelmenis, vērojams izteikts zelmeņa augstuma samazinājums arī zālāju tipos, kam iepriekš raksturīga augsta veģetācija – palieņu zālājā (Z01) un ruderalizētā kultivētā zālājā (Z03).

Zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02) un ruderalizētā kultivētā zālājā (Z03) vasaras sākumā novērota salīdzinoši liela veģetācijas augstuma variācija starp transektēm (10. un 11. pielikums), kas liecina par augstu zelmeņa vertikālās struktūras heterogenitāti zālāju tipu ietvaros. To var saistīt ar šiem zālājiem raksturīgo izvietojumu – tiem vērojama salīdzinoši augsta fragmentācijas pakāpe (2. pielikums). Tomēr noganīšanas rezultātā sezonas laikā pieaug teritorijas strukturālā homogenitāte – samazinātas barības pieejamības apstākļos dzīvnieki, izvairoties no konkurences, izmanto teritoriju vienmērīgāk: zirgi rudenī vienādi

bieži barojas visos četros teritorijā biežāk sastopamajos zālāju tipos, pieaug īpatņu dispersijas līmenis barošanās laikā.

4. tabula
Veģetācijas augstuma un biomasas dinamika zālāju tipos pētījuma laikā

Table 4
Vegetation height and biomass dynamics in grassland types during study period

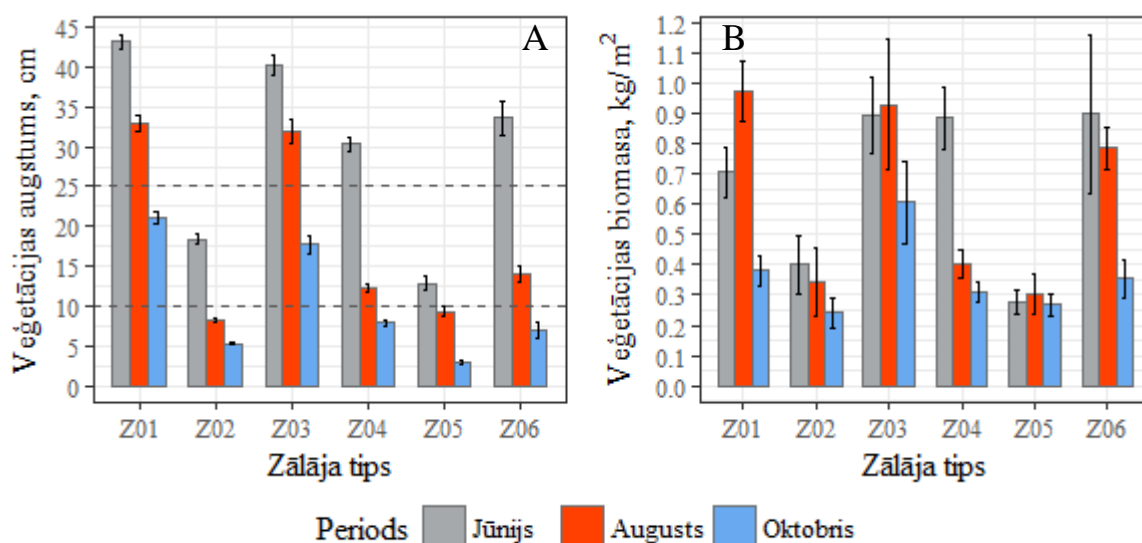
Zālāja tips Grasslandtype	Veģetācijas augstums $x \pm s_x$, cm Vegetation height $x \pm s_x$, cm					
	J		A		O	
Z01	43.2±1.0 ^a		33.0±1.0 ^a		21.1±0.8 ^a	
Z02	18.4±0.7 ^b		8.2±0.3 ^b		5.3±0.2 ^b	
Z03	40.2±1.4 ^c		31.9±1.5 ^d		17.7±1.1 ^c	
Z04	30.3±0.9 ^c		12.3±0.4 ^c		7.9±0.4 ^d	
Z05	12.8±0.9 ^d		9.3±0.5 ^b		2.9±0.2 ^e	
Z06	33.6±2.3 ^c		14.0±1.0 ^c		7.0±1.0 ^{bd}	
	Veģetācijas biomasas Vegetation biomass					
	$x \pm s_x$, kg/m ²			kg/zālāja tipā kg/grassland type		
	J	A	O	J	A	O
Z01	0.707±0.083	0.973±0.100	0.380±0.050	231 009	318 183	124 222
Z02	0.400±0.094	0.343±0.114	0.240±0.048	145 200	124 630	87 120
Z03	0.897±0.128	0.930±0.216	0.607±0.138	237 527	246 357	160 706
Z04	0.887±0.103	0.403±0.044	0.310±0.030	205 707	93 573	71 920
Z05	0.277±0.043	0.303±0.067	0.267±0.036	14 193	15 561	13 680
Z06	0.900±0.265	0.787±0.070	0.353±0.066	23 940	20 925	9 399

Apzīmējumi: ^{abcde} – starp zālājiem ar atšķirīgiem burtiem mēneša ietvaros pastāv statistiski būtiskas veģetācijas augstuma atšķirības ($p=0.014$ līdz $p<0.001$); Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs; J – jūnijs, A – augusts, O – oktobris.

Symbols: ^{abcde} – different superscripts within a month shows statistically significant vegetation height differences between grassland types ($p=0.014$ to $p<0.001$); Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland; J – June, A – August, O – October.

Pētījuma laikā vidēji zemākais veģetācijas augstums līdz ar to samazināta barības pieejamība konstatēta zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02) un sausā nesaslēgtā zālājā ar *Festuca rubra* (Z04). Šajos zālāja tipos konstatēta arī zemākā veģetācijas biomasas uz laukuma vienību (5. B att., 4. tab.). Galvenie iemesli samazinātai barības pieejamībai atšķiras katrā no zālāju tipiem. Zemu ložņājošu augu sabiedrība (Z02) ir zālējumu visbiežāk izvēlētais zālāja tips sezonas laikā, savukārt sausam nesaslēgtam zālājam ar *Festuca rubra* (Z04) ir raksturīgs zems un skrajš augājs. Straujākais veģetācijas biomasas samazinājums vasaras laikā konstatēts mēreni mitrā polidominantā augu sabiedrībā (Z04), kas skaidrojams

ar apstākli, ka tā nozīme zālējāņu barošanās vietu izvēlē sezonas gaitā pieaug. Savukārt biomasas pieaugums palieņu zālējā (Z01) un ruderalizētā kultivētā zālējā (Z03) no jūnija līdz augustam liecina par to, ka zālāja produktivitāte šajā laikā pārsniedz noganīšanu.



5. att. Barības sastopamības rādītāju: vidējā veģētācijas augstuma (A) (n=100-600) un biomasas (B) (n=3-6), salīdzinājums zālāju tipos pētījuma laikā. Zālāju tipi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs; ----- - veģētācijas augstuma klases: <10 cm – zema, 10 – 25 cm – vidēja, >25 – augsta veģētācija.

Figure 5. Comparison of forage availability parameters: sward height (A) (n=100-600) and vegetation biomass (B) (n=3-6) in grassland types during study period. Grassland types: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland; ----- - vegetation height classes: <10 cm – low, 10 – 25 cm – medium, >25 – high vegetation.

Vērtējot barības pieejamību, svarīgi ņemt vērā zālāja tipa kopējo biomasu (4. tab.), kas ir atkarīga no tā aizņemtās platības teritorijā. Zālāju tipi ar lielāko kopējo barības biomasu visas sezonas laikā ir palieņu zālājs (Z01) (318 183 – 124 222 kg) un ruderalizēts kultivēts zālājs (Z03) (246 357 – 160 706 kg). Savukārt zālējāņu biežāk izvēlētajā zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02) spēj nodrošināt aptuveni uz pusi mazāk barības (145200 – 87120 kg) kā katrs no iepriekš minētiem zālāju tiptiem. Sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra* (Z05) un vecs kultivēts zālājs (Z06) nodrošina līdz desmit reizēm mazāk barības nekā pārējie zālāju tipi. Šis apstāklis, kā arī tiem raksturīgā augstā fragmentācija un izvietojums teritorijā (2. pielikums) var izskaidrot to mazo nozīmi zālējāņu barošanās vietu izvēlē.

Rezumējot – zālējāņu biežāk izvēlētajā zemu ložņājošu augu sabiedrībā pētījuma laikā konstatēts viens no zemākajiem vai zemākais veģētācijas augstums un biomasas uz laukuma vienību, līdz ar to salīdzinoši zemāka barības pieejamība. Vērtējot barības pieejamības ietekmi, jāatzīst, ka vasaras sākumā un beigās tai nav noteicošā loma zirgu un liellopu

barošanās vietu izvēlē, abām sugām tās lielā mērā pārklājas. Domājams, ka barības apjoms zālāju tipā ir pietiekams, lai nodrošinātu abu zālēdāju sugu ikdienas vajadzību. Savukārt rudenī zirgu un liellopu biežāko barošanās vietu sadalījums mainās. Liellopi joprojām biežāk barojas zālāju tipos ar zemāko barības pieejamību. Zirgi savukārt līdzīgā apmērā barojas zālāju tipos ar atšķirīgu barības pieejamību, tai skaitā ruderalizētā kultivētā zālājā, kurā tā ir augstākā visā teritorijā.

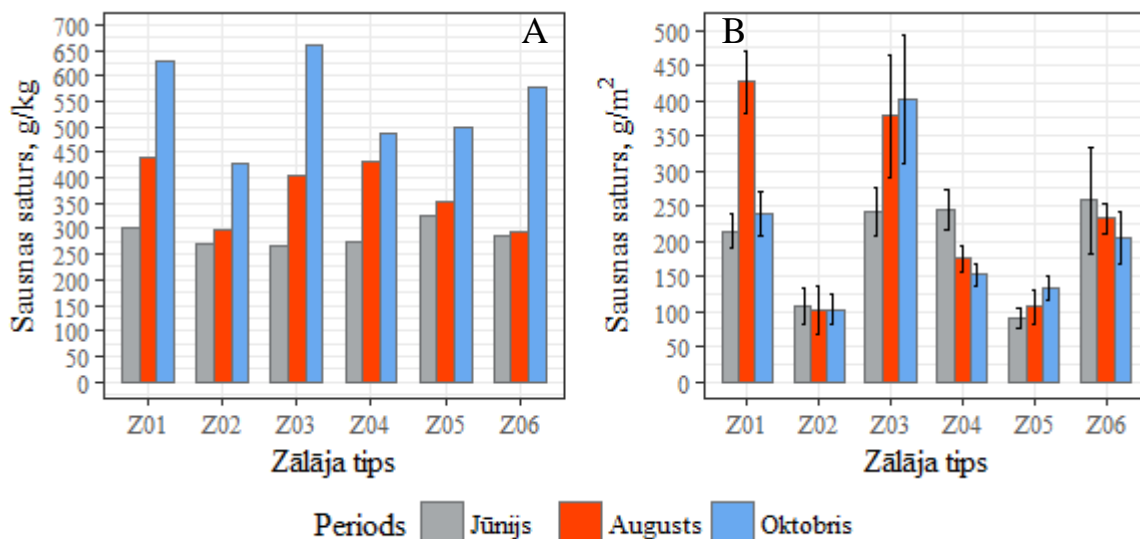
Pētījuma rezultāti norāda, ka dzīvnieki neizvēlas baroties zālājā ar augstāko zelmeni un lielāko biomasu, kas ļautu palielināt vienlaicīgi uzņemtās barības apjomu un, domājams, samazināt barošanās ilgumu. To var izskaidrot ar apstākli, ka palielinoties barības kumosa masai, pieaug barības sasmalcināšanas laiks, kas samazina barības uzņemšanas ātrumu zirgiem (Fleurance et al. 2009). Pētījumā par barības pieejamības ietekmi uz liellopu barošanos (Mezzalana et al. 2014) iegūts līdzīgs rezultāts – sasniedzot noteiktu veģētācijas augstumu, barošanās laiks pieaug, taču šajā gadījumā to skaidro ar barības kvalitātes izmaiņām – augam nobriestot, pieaug sausnas un kokšķiedras saturs tajā, kas ietekmē barības sasmalcināšanas laiku. Šī iemesla dēļ liellopiem augstākā zālājā samazinās barības kumosa lielums, jo tie selektīvi izvēlas auga daļas ar zemāku kokšķiedras saturu (Benvenuti et al. 2009). Zirgiem, savukārt strukturālo ogļhidrātu saturs barībā mazāk ietekmē barības kumosa lielumu, tie ir labi pielāgojušies kokšķiedrainas barības izmantošanai (Fleurance et al. 2009).

Vērtējot zālāja augstuma ietekmi uz zālēdāju barošanās vietu izvēli, sezonas laikā novērota parādība, kas zināmā mērā ir pretrunā citu autoru rezultātiem, kuros konstatēts, ka mutes anatomijas īpatnību dēļ liellopi labprātāk izvēlas 9 – 16 cm augstu un augstāku (>25 cm) zelmeni, taču zirgi ierobežotas barības apstākļos nogana arī teritorijas ar 0 – 4 cm augstu zelmeni (Menard et al. 2002). Šajā pētījumā novērots, ka liellopu biežāk izvēlētajā zālāju tipā vidējais veģētācijas augstums vasaras beigās ir samazinājies līdz 8.2 ± 0.3 cm, rudenī sasniedzot 5.3 ± 0.2 cm.

Barības kvalitāte

Lai pamatotāk izvērtētu zālēdāju barošanās vietu izvēli un teritorijas izmantošanu, nozīmīgs faktors ir ne tikai barības sastopamība, bet arī tās kvalitāte. Barības kvalitātes izvērtēšanā ņem vērā barības vielu saturu, to sagremojamību un enerģijas ietilpību (Longland 2012). Sākotnēji nosakāmais rādītājs barībā ir sausnas saturs, jo tas liecina par pieejamo barības vielu daudzumu (Ositis 2005). Barības bioķīmisko analīžu rezultāti rāda, ka vasaras sākumā visos zālāju tipos raksturīgs līdzīgs sausnas saturs barībā diapazonā no 268 – 324 g/kg (6. A att., 12. pielikums). Savukārt sezonas laikā vērojams sausnas satura pieaugums ar dažādu intensitāti visos zālāju tipos, rudenī sasniedzot 428 – 662 g/kg. Vasaras

laikā kopējā sausas saturu variācija atkarībā no zālāju tipa ir no 268 – 439 g/kg, kas ir raksturīga bioloģiski vērtīgiem zālājiem Latvijas klimatiskajos apstākļos, kur konstatētais sausas saturs ir 163 – 510 g/kg (Siliņa u.c. 2013). Vērtējot potenciāli uzņemamās sausas saturu uz zālāja tipa laukuma vienību (6. B att., 12. pielikums), vērojamas izteiktas atšķirības starp zālāju tipiem gan pieejamajā sausas daudzumā katrā no periodiem, gan tā izmaiņās sezonas laikā.



6. att. Sausnas saturs barības svara (A) (n=1) un barības nogabala laukuma (B) (n=3-6) vienībā zālāja tipos pētījuma laikā. Zālāju tipi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs.

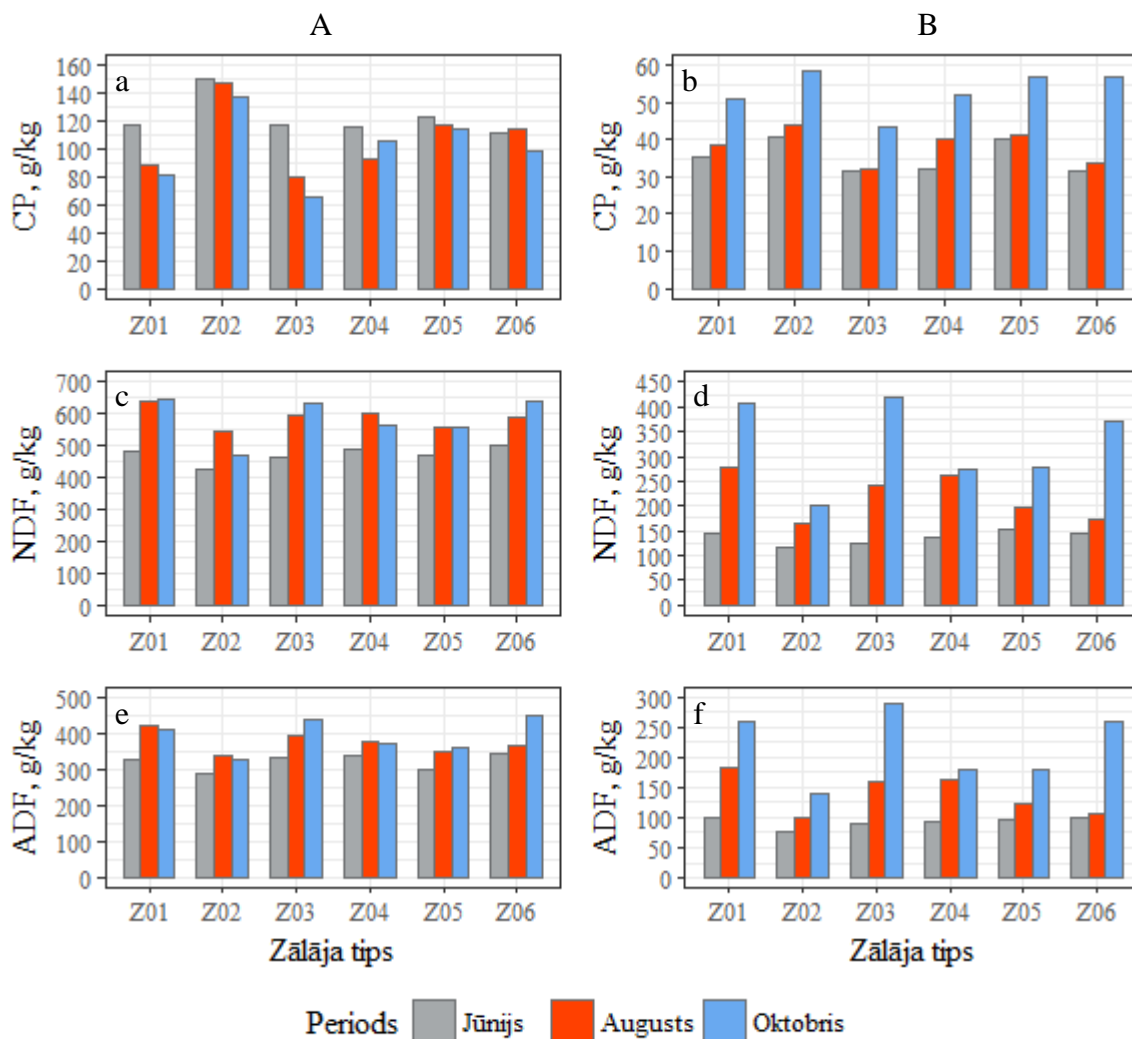
Figure 6. Dry matter content per unit of forage weight (A) (n=1) and food patch area (B) (n=3-6) in grassland types during study period. Grassland types: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland.

Zālējumu kopumā biežāk izvēlētajā barošanās vietā – zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02), sausas saturs barībā pētījuma laikā ir viens no zemākajiem teritorijā (269 – 428 g/kg). Ēdot barību ar augstu mitruma saturu, zālējumi uzņem mazāk sausas ar katru kumosu, līdz ar to dzīvniekiem, lai nodrošinātu ikdienas vajadzību, jāpēd vairāk barības, un barojoties jāpatērē vairāk laika. Zālējā visas sezonas laikā vērojama arī zemākā sausas pieejamība uz laukuma vienību (102 ± 34 – 108 ± 25 g/m²). Iemesls ir zemāka barības pieejamība zālāju tipā, līdz ar to zālējumi jāveic lielāks ganīšanās attālums, lai uzņemtu nepieciešamo sausas daudzumu. Tomēr jāatzīmē, ka sausas pieejamība uz laukuma vienību pētījuma laikā saglabājas gandrīz nemainīga. Rudenī četros biežāk sastopamajos zālāju tipos, kuros zirgi barojas līdzīgā apmērā, raksturīgs atšķirīgs sausas saturs barībā (428 – 661 g/kg) un uz zālāja laukuma vienību (103 ± 20 – 401 ± 91 g/m²). Divos no tiem – palieņu zālējā (Z01) un ruderalizētā kultivētā zālējā (Z03), tas ir augstākais teritorijā.

Augstāks sausas saturs nodrošina vairāk uzņemto barības vielu barības svāra vienībā, tomēr jāņem vērā šo barības vielu sastāvs un sagremojamība. Līdz ar to sausas saturs pats par sevi nav labākais rādītājs barības kvalitātei. Sausas kvalitāti ietekmē barības vielu saturs tajā. Šī darba ietvaros noteiktie kvalitāti raksturojošie rādītāji ir kopproteīna (CP), kopējās jeb neitrāli skalotas kokšķiedras (NDF), kā arī grūti sagremojamās un nesagremojamās jeb skābi skalotās kokšķiedras (ADF) saturs sausnā. Labākai barības kvalitātes rezultātu interpretācijai papildus būtu nepieciešams noteikt augu sugu grupu (graudzāļu, tauriņziežu, platlapju) proporciju paraugā, kas šī pētījuma ietvaros netika izdarīts. Zālāju tipu kvalitāte analizēta, izmantojot barības vielu saturu sausnā un barībā kopumā, kā arī uz zālāja laukuma vienību.

Kopproteīna, NDF un ADF saturs sausnā zālāju tipos variē gan perioda ietvaros, gan pētījuma laikā (7. A att.). Kopumā sezonas laikā teritorijā konstatēts kopproteīna satura samazinājums un kokšķiedras frakciju (NDF un ADF) pieaugums, kas ir raksturīgi, veģetācijai nobriestot (Longland 2012). Pieaugot kokšķiedras saturam, samazinās arī viegli sagremojamo nestrukturālo ogļhidrātu saturs, līdz ar to ātri iegūstamās enerģijas daudzums (Janis 1976). Augstākais kopproteīna saturs sausnā visos zālāja tipos, izņemot vecu kultivētu zālāju (Z05), konstatēts vasaras sākumā (7. a att., 12. pielikums). Kopproteīna satura vērtības teritorijā vasarā variē no 80 – 151 g/kg, kas ir raksturīgi bioloģiski vērtīgiem zālājiem (59 – 176 g/kg) citviet Latvijā (Siliņa u.c. 2013). Izteiktākās svārstības novērotas palieņu zālājā (Z01) un ruderalizētā kultivētā zālājā (Z03), rudenī sasniedzot zemāko kopproteīna saturu sausnā (attiecīgi 81 g un 65 g).

NDF un ADF saturs vasarā variē attiecīgi no 429 – 638 g/kg un no 286 – 418 g/kg, kas atbilst bioloģiski vērtīgu zālāju kokšķiedras satura variācijai valstī, kas ir attiecīgi 401 – 681 g/kg un 272 – 470 g/kg (Siliņa u.c. 2013). Straujākais NDF un ADF satura pieaugums sausnā visos zālāju tipos vērojams laikā no vasaras sākuma līdz beigām, taču turpmākā pētījuma laikā pieauguma intensitāte krītas (7. c, e att., 12. pielikums). Atsevišķos zālāja tipos (Z02 un Z04) kokšķiedras saturs pat samazinās. To iespējams izskaidrot ar šo zālāju tipu pastāvīgu (Z02) vai pieaugošu (Z04) pastiprinātu noganīšanu pētījuma laikā, kas veicina veģetācijas atjaunošanos, tai nerasniedzot augstu brieduma pakāpi.

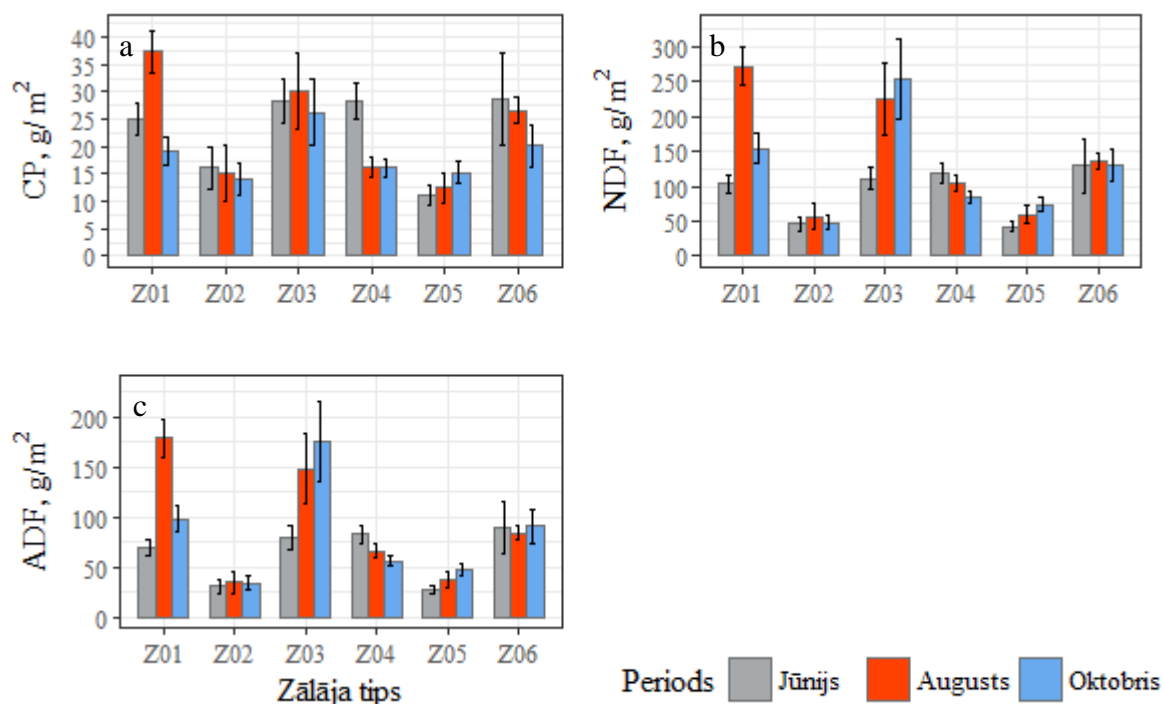


7. att. Barības kvalitātes rādītāji: kopproteīna (CP) (a, b), neitrāli skalotās kokšķiedras (NDF) (c, d) un skābi skalotās kokšķiedras (ADF) (e, f) saturs saussnā (A) un barībā (B) zālāja tipos pētījuma laikā. Zālāju tipi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs.

Figure 7. Forage quality parameters: crude protein (CP) (a, b), neutral detergent fibre (NDF) (c, d) and acid detergent fibre (ADF) (e, f) content on dry matter basis (A) and in forages (B) in grassland types during study period. Grassland types: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland.

Sausnas satura izmaiņu dēļ visos zālāju tipos sezonas laikā konstatēts kopproteīna un kokšķiedras frakciju satura dažādas intensitātes pieaugums barības kilogramā (7. B att., 13. pielikums). Tātad barības vielu un enerģijas vajadzības nodrošināšanai zālējājiem rudenī nepieciešams apēst mazāk barības, nekā vasarā. Vasaras sākumā barības vielu satura atšķirības barības kilogramā zālāju tipos mazāk izteiktas, taču rudenī atsevišķos zālāju tipos kokšķiedras saturs atšķiras pat līdz divām reizēm – Z02 NDF saturs 201 g/kg, ADF 141 g/kg, savukārt Z03 attiecīgi 419 g/kg un 290 g/kg. Savukārt barības vielu nodrošinājums

sausnā uz laukuma vienību zālāju tipos ievērojami atšķiras visos periodos (8. att.), tas ir tieši atkarīgs no barības pieejamības svārstībām zālāju tipos sezonas laikā.



8. att. Barības kvalitātes rādītāji: kopproteīna (CP) (a), neitrāli skalotās kokšķiedras (NDF) (b) un skābi skalotās kokšķiedras (ADF) (c) saturs sausnā barošanās vietas laukuma vienībā ($n=3-6$) zālāja tipos pētījuma laikā. Zālāju tipi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs.

Figure 8. Forage quality parameters: crude protein (CP) (a), neutral detergent fibre (NDF) (b) and acid detergent fibre (ADF) (c) content on dry matter basis per unit of feeding site area ($n=3-6$) in grassland types during study period. Grassland types: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland.

Zālēdāju sezonas laikā kopumā biežāk izvēlētajā zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02) konstatēts augstākais kopproteīna saturs gan sausas, gan barības kilogramā (7. a un b att.): attiecīgi 151 – 137 g/kg un 41g/kg – 59 g/kg (12., 13.pielikums). Līdz ar to dzīvnieki kopproteīna vajadzību spēj nodrošināt ar mazāku barības daudzumu un ātrāk. Šim zālāju tipam raksturīgs arī zemākais NDF un ADF saturs sausnā (attiecīgi 429 – 548 g/kg un 286 – 338 g/kg) un kilogramā barības (attiecīgi 115 – 201 g/kg un 77 – 141 g/kg) pētījuma laikā (7. c, e un d, f att.). Paaugstināts kopproteīna saturs un salīdzinoši zems kokšķiedras saturs ir raksturīgs zālājiem ar zemāku zelmeni (Fleurance et al. 2001). Tas izskaidro, kādēļ zālēdāji labprātāk barojoties uzturas vietās ar mazāku barības pieejamību, salīdzinot ar citām vietām teritorijā.

Uz zālāja laukuma vienību Z02 šajā laikā kopproteīna saturs sausrā bijis viens no zemākajiem, pie tam sezonas laikā samazinājies – vidēji attiecīgi 16 ± 4 g/kg vasaras sākumā līdz 14 ± 3 g/kg rudenī (8. a att.). Tāpat šajā zālāju tipā konstatēts viens no zemākajiem vai zemākais NDF un ADF saturs (attiecīgi 46 ± 11 – 56 ± 19 g/m² un 31 ± 7 – 35 ± 11 g/m²) uz laukuma vienību (8. b, c att.). Tātad kopproteīna saturs sausrā un kopumā barībā ir nozīmīgs faktors zālējāju barošanās vietu izvēlē, neskatoties uz to, ka barojoties jāveic lielāks ganīšanās attālums. To, iespējams, kompensē iespēja barības vielu vajadzību nodrošināt ar mazāku barības daudzumu.

Zirgu pārējos rudenī biežāk izvēlētajos zālāju tipos (Z01, Z03, Z04) konstatēts zemāks kopproteīna saturs sausrā un augstāks uz laukuma vienību nekā Z02, sasniedzot attiecīgi 65 g/kg un 26 ± 6 g/m² ruderalizētā kultivētā zālējā (Z03), taču barības kilogramā kopproteīna saturs tajos atšķiras maz. Šajos zālāja tipos ir arī augstāks kokšķiedras saturs gan sausras, gan barības kilogramā, gan arī uz zālāja laukuma vienību. Zirgu izvēli samazinātas barības pieejamības apstākļos izmanot barošanās vietas ar augstu NDF un ADF saturu var skaidrot ar to gremošanas trakta uzbūvi – normālu gremošanas funkciju uzturēšanai zirgiem ir nepieciešams papildīts gremošanas trakts, tātad noteikts kokšķiedras daudzums barībā (Frape 2008).

Barības kvalitātes izvērtēšanā svarīgs ne tikai barības vielu saturs, bet arī to sagremojamība, kas nosaka barības vērtību. Barības sagremojamību (DDM) ietekmē grūti sagremojamās un nesagremojamās kokšķiedras saturs tajā. Aprēķinu rezultāti rāda, ka barība zālējāju kopumā pētījuma laikā biežāk izvēlētajā zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02), kurā konstatēts zemākais ADF saturs līdz ar to lignifikācijas pakāpe, nodrošina labāku tās sagremojamību visas sezonas laikā – no 66.6% vasaras sākumā līdz 63.3% rudenī (5. tab.). Tā kā barības sagremojamība tieši ietekmē barošanās ātrumu un uzņemtās barības daudzumu, tad šis zālāja tips nodrošina augstākas dzīvnieku sausras uzņemšanas spējas (DMI) (2.2 – 2.8%), tādēļ tam ir augstāka relatīvā barības vērtība (RBV). Pārējos zālāju tipos, kuros zirgi rudenī barojas līdzīgā apmērā, rādītāji liecina par kvalitātes ziņā ļoti atšķirīgu barības izvēli. Interesanti atzīmēt, ka zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02) novērots barības kvalitātes rādītāju pieaugums laikā no vasaras beigām līdz rudenim, ko var skaidrot ar pastāvīgu veģetācijas atjaunošanos zālāju tipā intensīvākas noganīšanas rezultātā.

5. tabula
Sausnas sagremojamība (DDM), sausnas uzņemšanas spējas (DMI) un relatīvā barības
vērtība zālāja tipos pētījuma laikā.

Table 5
Digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI) and relative feed value (RFV)
of forages in grassland types during study period.

Rādītājs Parameter Zālāja tips Grassland type	DDM, %			DMI, %			RFV		
	J	A	O	J	A	O	J	A	O
Z01	63.5	56.3	56.9	2.5	1.9	1.9	123	82	82
Z02	66.6	62.6	63.3	2.8	2.2	2.6	144	106	125
Z03	63.1	58.3	54.7	2.6	2.0	1.9	127	91	80
Z04	62.6	59.6	60.2	2.5	2.0	2.1	119	92	99
Z05	65.6	61.9	60.9	2.5	2.1	2.1	129	103	101
Z06	62.3	60.6	54.1	2.4	2.0	1.9	115	96	79

Apzīmējumi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs; J – jūnijs, A – augusts, O – oktobris.

Symbols: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland; J – June, A – August, O – October.

Barības kvalitātes nozīme zālējādu barošanās vietu izvēlē konstatēta arī citos barošanās uzvedības pētījumos (Güsewell 2008, Ferreira et al. 2013, Van den Berg et al. 2016), tas ir būtiskākais barošanās vietu izvēli ietekmējošais faktors abām sugām augstas barības pieejamības apstākļos. Taču pieaugot konkurencei heterogēnās teritorijās zālējādiem ir tendence barības resursus nodalīt (Cornelissen, Vulink 2015). Šādā gadījumā nozīme ir gremošanas trakta uzbūves un fizioloģijas atšķirībām starp zālējādu sugām. Samazinoties kopproteīna un pieaugot kokšķiedras saturam barībā, kas samazina tās sagremojamību, ikdienas vajadzības nodrošināšanai zirgi spēj palielināt uzņemtās barības daudzumu un paātrināt barības kustību gremošanas traktā, līdz ar to izdalīt vairāk barības vielu laika vienībā no dažādas kvalitātes barības kā atgremotāji (Edouard et al. 2008, Cornelissen, Vulink 2015). Atgremotājiem savukārt barošanās reizē uzņemtās barības daudzumu limitē spurekļa piepildījums un barības atrašanās ilgums tajā, kas savukārt atkarīgs no fermentācijas procesa ātruma, kuru ietekmē kokšķiedras sagremojamība (Janis 1976, Provenza, Villalba 2006). Tādēļ liellopi atšķirībā no zirgiem nespēj kompensēt sliktas kvalitātes barības izraisītu barības vielu un enerģijas deficītu, apēdot vairāk barības vai mainot barības kustības ātrumu zarnu traktā. Tomēr atgremotājiem raksturīga efektīvāka barības mikrobiālā sagremošana, tādēļ nepieciešams mazāk barības, lai apmierinātu

enerģijas un barības vielu vajadzību (Janis 1976). Tādēļ liellopi arī rudenī barojoties izvēlas zālāja tipu ar zemāko kokšķiedras saturu un augstāko sagremojamību, neskatoties uz ierobežotu barības pieejamību. Tas izskaidro arī liellopu barošanās laika būtisku pieaugumu rudenī.

Viens no nozīmīgiem barības kvalitātes rādītājiem ir tās enerģijas ietilpība jeb spēja nodrošināt dzīvnieka ikdienas enerģijas vajadzību. Tā kā zirgiem un liellopiem enerģijas vajadzību nosaka pēc dažādām sistēmām, barības enerģijas nodrošinājums katrai sugai noteikts atšķirīgās enerģētiskajās vērtībās – zirgiem sagremojamā enerģijas (DE) un liellopiem neto uztures enerģijas (NE_m) vērtībās. Ņemot vērā šķirnei raksturīgo ķermeņa svaru, Poļu zirgiem ikdienas DE_m vajadzība ir 12.1 – 13.3 Mcal, Heka liellopiem NE_m vajadzība ir 12.5-13.8 Mcal dienā (NRC 1984, 2007). Tādēļ, lai nodrošinātu ikdienas enerģijas vajadzību, sagremojamās enerģijas saturam sausnā jābūt 1.51 – 1.66 Mcal/kg un neto uztures enerģijai savukārt 1.04 – 1.15 Mcal/kg.

Dunduru pļavās sagremojamās enerģijas (DE) un neto maiņas enerģijas (NE_m) saturs barībā visos zālāju tipos pētījuma laikā (attiecīgi 1.77 – 2.49 Mcal/kg un 1.04 – 1.53 Mcal/kg) spēj nodrošināt zirgu un liellopu ikdienas uztures enerģijas vajadzību (6. tab.), par to liecina arī laba dzīvnieku ķermeņa kondīcija rudenī. Taču augšanai, reprodukcijai un citu funkciju nodrošināšanai dzīvniekiem nepieciešama papildus enerģija (Miller 2012, Perry 2012, Herring 2014).

Zālējādu biežāk izvēlētajā zemu ložņājošu augu sabiedrībā (Z02) ir augstākais sagremojamās un neto uztures enerģijas nodrošinājums barībā visas sezonas laikā – attiecīgi 2.27 – 2.49 Mcal/kg un 1.37-1.53 Mcal/kg. Tādejādi iespējams nodrošināt ikdienas enerģijas vajadzību ar mazāku uzņemtās barības daudzumu. Zālējādai augstāka enerģijas ietilpība barībā īpaši nozīmīga vasaras sākumā un beigās reprodukcijai, piena sekrēcijai, enerģijas rezervju veidošanai, gatavojoties ierobežotai barības apstākļiem ziemā. Tomēr ierobežojošs faktors šajā zālāju tipā ir iegūstamās enerģijas daudzums uz barošanās vietas laukuma vienību, kas ir viens no zemākajiem vasarā un zemākais rudenī. Salīdzinājumam jāatzīmē, ka citos zirgu rudenī biežāk noganītajos zālāju tipos konstatēts augstāks sagremojamās enerģijas nodrošinājums uz laukuma vienību, piemēram, Z03 līdzvērtīgu enerģijas daudzumu ar barību iespējams nodrošināt, barojoties aptverot gandrīz divas reizes mazāku platību. Savukārt vērtējot zālāju enerģijas ietilpību liellopu vajadzībām, redzams, ka rudenī vairākos zālāju tipos (Z03, Z06) tā sasniedz minimālo uztures enerģijas nodrošinājuma robežu. Turklāt šajā laikā paaugstināta kokšķiedras satura dēļ, samazinājušās arī barības sausnas uzņemšanas iespējas (1.9%) (5. tab.)

6. tabula
Sagremojamās enerģijas (DE) un neto uztures enerģijas (NE_m) saturs saussnā zālāju
tipos pētījuma laikā

Table 6
Digestible energy (DE) and neto maintenance energy (NE_m) content on dry matter
basis in grassland types during study period

Rādītājs Parameter Zālāja tips Grassland type	DE saturs saussnā, Mcal/kg DE content in dry matter, Mcal/kg			DE saturs laukuma vienībā, Mcal./m ² DE content per unit area, Mcal/m ²			DE nodrošinājums dzīvniekam dienā*, Mcal/d DE content per animal a day, Mcal/d		
	J	A	O	J	A	O	J	A	O
Z01	2.21	1.87	1.86	1.56	1.82	0.71	17.7	15.0	14.9
Z02	2.49	2.27	2.27	1.00	0.78	0.54	19.9	18.2	18.1
Z03	2.20	1.89	1.77	1.97	1.76	1.07	17.6	15.1	14.1
Z04	2.17	1.98	2.04	1.92	0.80	0.63	17.4	15.8	16.3
Z05	2.34	2.14	2.09	0.65	0.65	0.56	18.7	17.2	16.7
Z06	2.14	2.09	1.87	1.92	1.64	0.66	17.1	16.7	15.0
Rādītājs Parameter Zālāja tips Grassland type	NE _m saturs saussnā, Mcal/kg NE _m content in dry matter, Mcal/kg			NE _m saturs laukuma vienībā, Mcal./m ² NE _m content per unit area, Mcal/m ²			NE _m nodrošinājums dzīvniekam dienā**, Mcal/d NE _m content per animal a day, Mcal/d		
	J	A	O	J	A	O	J	A	O
Z01	1.41	1.13	1.15	1.00	1.10	0.44	16.90	13.52	13.81
Z02	1.53	1.37	1.40	0.61	0.47	0.34	18.31	16.48	16.79
Z03	1.39	1.21	1.06	1.25	1.12	0.64	16.72	14.48	12.74
Z04	1.38	1.26	1.28	1.22	0.51	0.40	16.50	15.11	15.38
Z05	1.49	1.35	1.31	0.41	0.41	0.35	17.84	16.18	15.69
Z06	1.36	1.30	1.04	1.22	1.02	0.37	16.31	15.57	12.47

* Aprēķinu pieņēmumi: dzīvnieka svars 400 kg, sausas uzņemšanas spējas 2% no dzīvmasas dienā.

** Aprēķinu pieņēmumi: dzīvnieka svars 600 kg, sausas uzņemšanas spējas 2% no dzīvmasas dienā.

Apzīmējumi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs; J – jūnijs, A – augusts, O – oktobris.

*Calculation assumptions: weight of an animal – 400 kg, dry matter intake 2% of body weight per day.

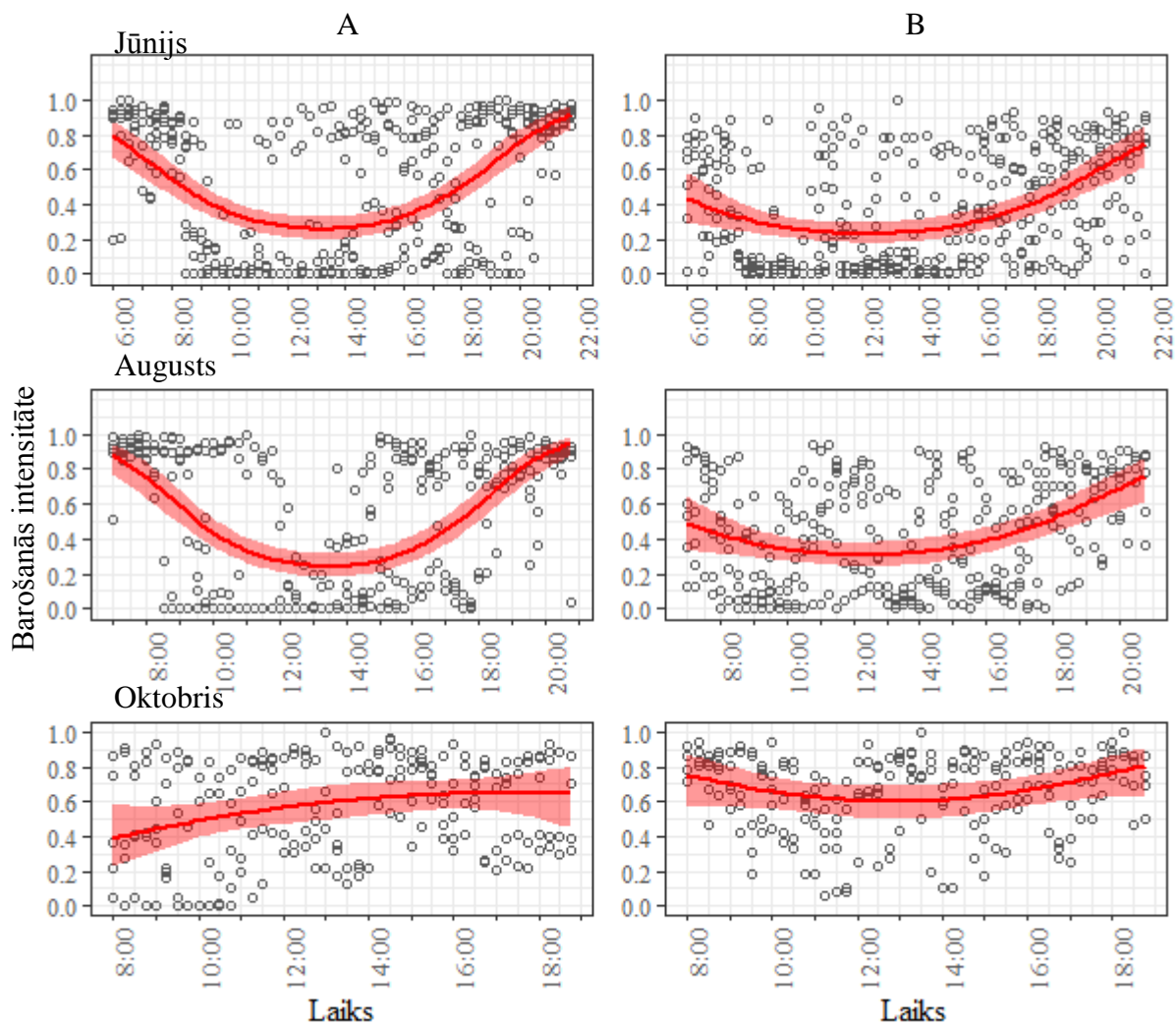
**Calculation assumptions: weight of an animal – 600 kg, dry matter intake 2% of body weight per day.

Symbols: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland; J – June, A – August, O – October.

3.3. Dienas laika un laikapstākļu ietekme uz zālējumu barošanās intensitāti

Lielajiem zālējumiem raksturīgais diennakts barošanās ritms veidojas vairāku faktoru ietekmē. Papildus endogēnajiem dzīvnieka faktoriem, barības kvalitātei un pieejamībai, kas nosaka barošanās ritma saistību ar dienas laiku ilgākā laika mērogā, nozīmīgs ietekmējošais

faktors ir laikapstākļi, kuru ietekmē vērojams straujās, bet īslaicīgas barošanās ritma izmaiņas.



9. att. Zirgu (A) un liellopu (B) barošanās intensitāte atkarībā no dienas laika

Figure 9. Relationship between foraging intensity of horse (A) and cattle (B) and the time of day

Rezultāti apstiprina pētījuma laikā novēroto, ka dienas laiks (T) ir nozīmīgs faktors, kam visos periodos ir statistiski būtiska ($p < 0.001$) nelineāra ietekme uz zirgu un liellopu barošanās intensitāti (7. tab.). Salīdzinot lielo zālēdāju barošanās intensitātes sadalījumu laikā vasaras sākumā un beigās, konstatēts, ka zirgiem lielākā daļa novērojumu ir vai nu ar augstu (> 0.75) vai zemu (< 0.25) barošanās aktivitāti (9. A att.), vidēja aktivitāte novērota retāk un īslaicīgi. Savukārt liellopiem dažādas barošanās intensitātes novērojumu sadalījums ir daudz vienmērīgāks (9. B att.). Tātad zirgiem bara ietvaros ir raksturīga augstāka uzvedības sinhronizācija nekā liellopiem. Rezultāts izskaidro barošanās intensitātes augstās variācijas iemeslus zirgiem dienas laikā (2. att.) – tā ir saistīta ar visa bara barošanās periodu atšķirīgu izvietojumu laikā un dažādu barošanās ilgumu novērojumu dienās, mazāk ar variāciju indivīda līmenī. Augsta uzvedības sinhronizācija īpaši saistībā ar barošanos un

atpūtu (60 – 90%) zirgiem novērota arī iepriekš (Boyd, Bandi 2002, Souris et al. 2011). Uzvedības sinhronizācija veicina bara vienotību un ietekmē teritorijas izmantošanu. Pētījumi rāda, ka augsta uzvedības sinhronizācija ir raksturīga arī liellopiem (Stoye et al. 2012), taču šajā pētījumā tā mazāk izteikta. Tas skaidrojams ar liellopiem raksturīgo teritorijas izmantošanu – tēviņi dienas laikā bieži uzturas savās teritorijās atstāvis no ģimenes grupas (Hall 2005), un to barošanās un atpūtas periodi nereti atšķiras.

7. tabula
Dienas laika (T), temperatūras – mitruma indeksa (TMI) un vēja ātruma (VA) ietekme* uz zālēdāju barošanās intensitāti pētījuma laikā

Table 7
Relationship* between herbivore foraging intensity and time of the day (T), temperature – humidity index and wind speed (VA) during study period

Mainīgais Variable	Regresijas koeficienta vērtība Regression coefficient value					
	Zirgi Horses			Liellopi Cattle		
	J	A	O	J	A	O
Intercept	15.296	16.972	-2.203	2.362	2.162	6.576
T	-0.956	-1.719	-	-0.579	-0.724	-0.604
T ²	0.039	0.064	0.003	0.024	0.029	0.025
TMI	-0.154	-0.098	0.034	-	0.020	-0.062
VA	0.030	0.097	0.134	-0.039	0.0312	0.301
R ²	0.32	0.31	0.09	0.16	0.13	0.12

Apzīmējumi: * norādītas statistiski būtisku faktoru regresijas koeficientu vērtības; R² – McFaddena pseido determinācijas koeficients

Symbols: * shows statistically significant regression coefficient values; R² – McFadden pseudo determination coefficient

Rudenī zirgiem un liellopiem barošanās aktivitātes saistība ar noteiktu dienas laiku ievērojami samazināta, kopumā biežāk vērojama vidēja un augsta barošanās aktivitāte. Zirgiem raksturīga mazāk izteikta bara uzvedības sinhronizācija nekā vasarā, kuru var skaidrot ar lielāku dzīvnieku izkliedi teritorijā samazinātas barības pieejamības dēļ, kā arī ar apstākli, ka daļa zirgu dienas laikā ilgstoši uzturas mežā.

Nosakot laikapstākļu ietekmi uz lielo zālēdāju barošanās intensitāti, izmantotas dzīvnieku novērojumu laikā reģistrētās gaisa temperatūras un relatīvā gaisa mitruma, kā arī vēja ātruma vērtības (8. tab.).

Gaisa temperatūras (t_a), relatīvā mitruma (RGM), temperatūras – mitruma indeksa (TMI) un vēja ātruma (VA) vidējās, maksimālās un minimālās vērtības pētījuma laikā

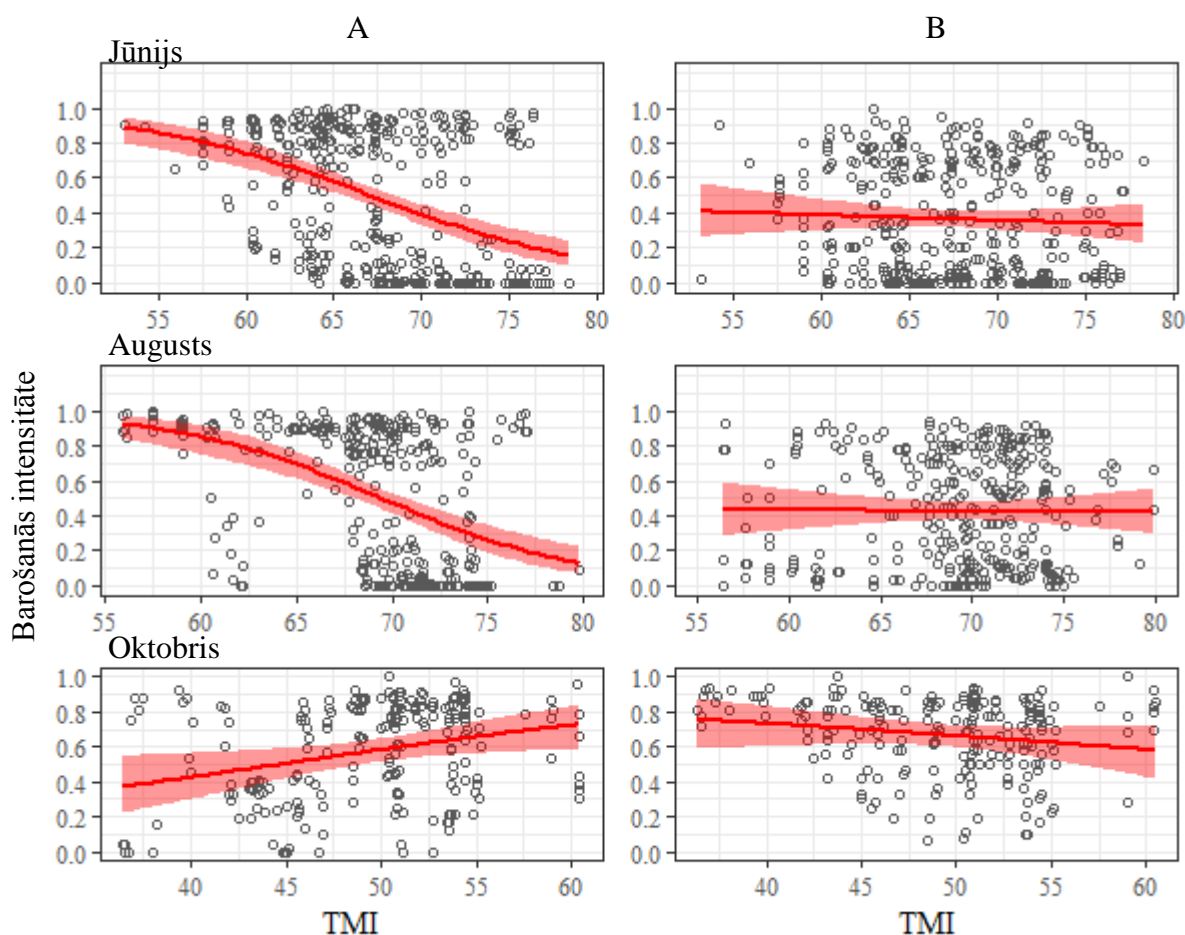
Table 8

Mean, maximum and minimum values for ambient temperature (t_a), relative humidity (RGM), temperature – humidity index (TMI) and wind speed (VA) during study period

Parametrs Parameter	$\bar{x} \pm s_x$	Max	Min
Jūnijs June			
t_a , °C	21.9±0.2	32	11
RGM, %	50.2±0.6	87	26
TMI	67.6±0.3	78	53
VA, m/s	2.0±0.1	12.0	0.0
Augusts August			
t_a , °C	22.7±0.2	30	13
RGM, %	55.8±0.6	84	37
TMI	69.4±0.3	80	56
VA, m/s	3.0±0.1	10.2	0.0
Oktobris October			
t_a , °C	8.7±0.2	16	1
RGM, %	71.9±1.1	99	41
TMI	49.4±0.4	60	36
VA, m/s	1.7±0.1	7	0

Gaisa temperatūras un relatīvā mitruma kombinētas ietekmes novērtēšanai, vērtības izteiktas kā temperatūras – mitruma indekss (TMI). Pētījuma laikā konstatēta būtiska negatīva TMI ietekme uz zirgu barošanās intensitāti vasaras sākumā un beigās (koef. attiecīgi -0.154 un -0.098, $p < 0.001$) (7. tab., 10. A att.), kad rādītāja vidējās vērtības ir 67.6±0.3 un 69.4±0.3 (8. tab.). Savukārt rudenī ietekme ir pozitīva, mazāk izteikta, taču arī statistiski būtiska (koef. = 0.03, $p < 0.001$). Liellopu barošanās intensitātes atkarība no TMI visos periodos atšķiras – vasaras sākumā tā ir nebūtiska ($p = 0.10$), vasaras beigās būtiska pozitīva taču maz izteikta ($p < 0.001$), rudenī būtiska negatīva ($p < 0.001$) (10. B att.). TMI nenozīmīgā ietekme uz liellopu barošanās aktivitāti vasarā, neskatoties uz to, ka atsevišķās novērojumu dienās vasarā gaisa temperatūras un temperatūras – mitruma indeksa maksimālās vērtības sasniedz attiecīgi 30 – 32°C un 78 – 80 (8. tab.), ir pretrunā ar citu autoru pētījumu rezultātiem, kas norāda, ka šiem rādītājiem pārsniedzot noteiktu robežu (25°C, 75), vērojama būtiska barošanās intensitātes un citu aktivitāšu samazināšanās karstuma stresa riska dēļ (Tucker 2008, Halasz et al. 2016, Curtis et al. 2017).

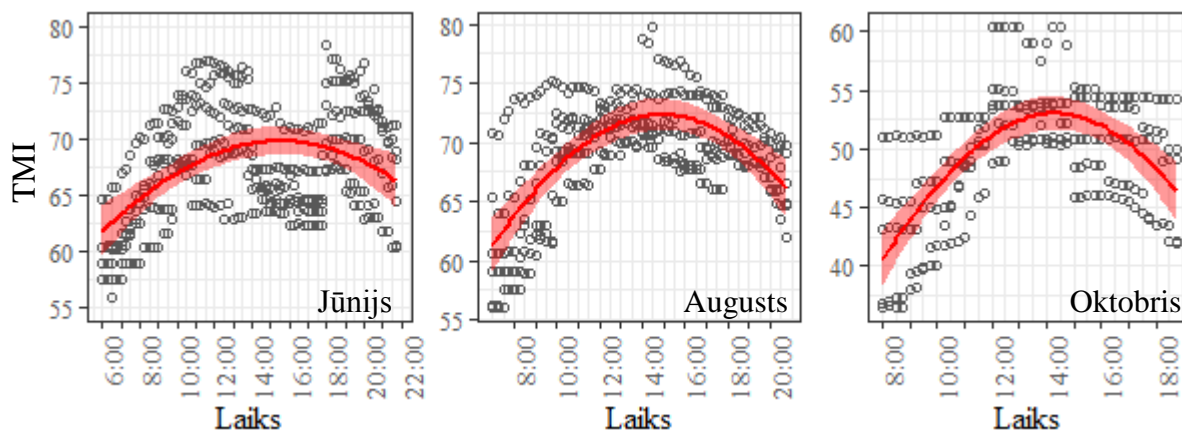
Vērtējot temperatūras – mitruma indeksa ietekmi uz barošanās intensitāti un skaidrojot barošanās ritma saistību ar dienas laiku, jāņem vērā arī TMI saistība ar dienas laiku. Visos periodos konstatēta statistiski būtiska nelineāra laika ietekme uz TMI ($p < 0.001$). Gaisa temperatūra, līdz ar to temperatūras – mitruma indekss dienas laikā pieaug, sasniedzot maksimumu ap pusdienas laiku, pēc tam vērojams samazinājums (11. att.). Svarīgi atzīmēt, ka vasaras sākumā un beigās zirgu atpūtas periods pēc rīta barošanās (9. A att.) sakrīt ar dienas laiku, kad konstatētas augstas TMI vērtības. Zirgiem novērotā samazinātā barošanās aktivitāte, pieaugot gaisa temperatūrai un TMI, īpaši ja tie pārsniedz termoneitrālo zonu lielo zālēdāju barošanās uzvedības pētījumos novērota arī iepriekš (Berger et al. 1999, Snoeks et al. 2015). Taču liellopiem šāda barošanās uzvedības reakcija uz temperatūras un TMI vērtību izmaiņām šajā pētījumā maz izteikta.



10. att. Zirgu (A) un liellopu (B) barošanās intensitāte atkarībā no temperatūras – mitruma indeksa (TMI) vērtības pētījuma laikā.
 Figure 10. Relationship between foraging intensity of horse (A) and cattle (B) and the temperature – humidity index (TMI) value during study period.

Vēja ātruma ietekme uz zirgu barošanās intensitāti ir statistiski būtiska pozitīva ($p < 0.001$) un pētījuma laikā pieaug (7. tab.), neskatoties uz to, ka rādītāja vidējās vērtības

pētījuma laikā atšķiras salīdzinoši maz ($1.7 \pm 0.1 - 3.0 \pm 0.1$ m/s) (8. tab.) – visos periodos tās atbilst divām ballēm pēc Boforta skalas, kas raksturo vieglu vēju (Saucier 2013). Arī liellopiem visos periodos konstatēta būtiska vēja ātruma ietekme uz barošanās intensitāti ($p = 0.05$ līdz $p < 0.001$), taču līdzīgi kā zirgiem, izteiktāka tā ir rudenī (koef. = 0.30). Vasarā vēja ātruma pozitīvo ietekmi uz barošanās intensitāti var skaidrot ar apstākli, ka pieaugot vēja ātrumam, samazinās TMI vērtība (Davis, Mader 2003).



11. att. Temperatūras – mitruma indeksa (TMI) saistība ar dienas laiku pētījuma laikā.

Figure 11. Relationship between the temperature – humidity index (TMI) and the time of day during study period.

Kopumā dienas laika un laikapstākļu ietekme zirgiem vasarā izskaidro lielāku daļu barošanās intensitātes variācijas ($R^2 = 31 - 32\%$), nekā liellopiem ($R^2 = 13 - 16\%$) (7. tab.), kas liecina par izteiktāku to kombinēto ietekmi uz zirgu ganīšanās uzvedību. Savukārt rudenī šo faktoru ietekme samazinās abām sugām, izskaidrojot tikai 9 – 12% barošanās intensitātes variācijas.

Lai izdarītu pamatus secinājumus par zālēdāju ganīšanās uzvedību, barošanās vietu izvēli un Latvijas klimatiskajiem apstākļiem raksturīgo meteoroloģisko rādītāju ietekmi uz barošanās aktivitāti, nepieciešami ilgstoši (visa gada vai vairāku gadu) nepārtraukti dzīvnieku uzvedības novērojumi, izmantojot specializētas apkakles ar GPS uztvērēju un iespēju reģistrēt precīzas dzīvnieku atrašanās vietas, to aktivitāti, kā arī meteoroloģiskos rādītājus diennakts laikā.

3.4. Pētījuma rezultātu pielietošana praksē

Pētījumā konstatēts, ka zālēdājiem barības vielu sastāvs zālājā ir nozīmīgāks faktors par tās pieejamību. Turklāt liellopiem barības sagremojamība svarīga visu sezonu, jo tiem, atšķirīgā no zirgiem, ir ierobežotas spējas pārstrādāt augus ar augstu kokšķiedras saturu. Šis

apstākļi jāņem vērā izmantojamās zālēdāju sugas izvēlē vietās, kur raksturīga noteiktu teritorijas daļu pārmērīga noganīšana.

Lai nodrošinātu dabas aizsardzības mērķiem atbilstošas vēlamu teritorijas augu sugu sastāva un veģetācijas struktūru veidošanos, iespējams veikt vairākus ganāmpulka apsaimniekošanas pasākumus. Viena no metodēm ir rotācijas tipa noganīšana, periodiski liedzot pieeju vietām, kas tiek intensīvāk noganītas. Tas ne tikai pasargā noteiktas vietas no pārganīšanas, bet arī pakāpeniski izmaina zālēdāju barošanās uzvedību. Šādi ierobežojot dzīvnieku pieeju kvalitatīvākajām barošanās vietām laikā, kad jaunie dzīvnieki apgūst barošanās uzvedību individuālas pieredzes rezultātā, iespējams ar laiku paaugstināt baraspējas nodrošināt nepieciešamo enerģijas un barības vielu vajadzību no zemākas kvalitātes barību, kā arī palielināt varbūtību, ka dzīvnieki izvēlēsies barības objektus arī ar sliktākām garšas īpašībām (Villalba et al. 2015). Tā kā agrīnās augšanas fāzē augiem raksturīgs augstāks proteīna un zemāks kokšķiedras saturs, līdz ar to labāka sagremojamība, noteiktu vietu intensīvāku noganīšanu var veicināt, radot mākslīgu traucējumu (pļaušana).

Svarīgs aspekts ir noganīšanas intensitātes jeb dzīvnieku blīvuma monitorings. Veicot ganāmpulka samazināšanas pasākumus, jāņem vērā sugai raksturīgā sociālā organizācija un hierarhija, lai izvairītos no stresa un agresijas līmeņa paaugstināšanās bara ietvaros.

Zālēdāju teritorijas izmantošanu ietekmē tās reljefs, konfigurācija, ar barošanos nesaistītu resursu izvietojums tajā. Ņemot vērā biežāko barošanās vietu saistību ar dienas atpūtas vietu, iespējama teritorijas modificēšana – papildus dzeršanas vietu, noēnojuma veidošana, atraktantu, piemēram, sāls piedevu izvietošana nelabprāt noganītu vietu tuvumā veicina vienmērīgāku teritorijas izmantošanu (Bailey et al. 1996, Larson – Praplan et al. 2015). Pārveidojot teritorijas struktūru, svarīga ir arī dienas atpūtas un barošanās vietu saistība ar nakšņošanas vietu. Augstu kustību izmaksu dēļ lielajiem zālēdājiem raksturīgi galvenokārt lineāri kustību ceļi (Larson – Praplan et al. 2015). Turklāt heterogēnās plašās teritorijās zālēdāji kā pārvietošanās koridorus labprāt izmanto nelielus lineārus objektus (stigas, grāvju malas, mežmalas u.c.), taču izvairās no takām un ceļiem, kurus bieži lieto cilvēki (Girard et al. 2013b, Popp, Scheibe 2014).

SECINĀJUMI

Lielie zālēdāji vidēji sezonas laikā barojoties pavada 48 – 52% dienas gaišā laikā. Zirgu ikdienas barošanās ilgums (48.2 ± 2.0 – $57.4 \pm 1.9\%$) pētījuma laikā būtiski neatšķiras. Liellopiem barošanās ilgums rudenī ir būtiski lielāks ($66.6 \pm 1.5\%$) nekā vasarā ($36.3 \pm 1.6\%$).

Dienas laikam ir statistiski būtiska nelineāra ietekme uz zālēdāju barošanās intensitāti. Vasarā zirgiem un liellopiem raksturīgs ganīšanās ritms ar diviem izteiktiem barošanās periodiem no rīta un vakarā un atkārtotu laikā mainīgu barošanos dienas laikā. Zirgiem novērota augstāka uzvedības sinhronizācija nekā liellopiem. Liellopiem raksturīgas vienmērīgākas barošanās intensitātes svārstības dienas laikā.

Zirgiem vasarā konstatēta nozīmīga negatīva gaisa temperatūras un papildfaktora – gaisa relatīvā mitruma ietekme uz barošanās intensitāti. Rudenī lielo zālēdāju barošanās intensitāti pozitīvi ietekmē vēja ātrums.

Biežākās barošanās vietas lielajiem zālēdājiem ir saistītas ar dienas atpūtas vietu. Barošanās vietas vasarā abām sugām lielā mērā pārklājas, rudenī raksturīga barības resursu nošķiršana.

Barības pieejamība un kvalitāte zālāju tipos sezonas laikā būtiski atšķiras. Vasaras sākumā barībai raksturīgs zems sausas satur, augsts kopproteīna saturs un sausas sagremojamība. Veģetācijai nobriestot, pieaug sausas un kokšķiedras saturs, samazinās kopproteīna saturs, sausas sagremojamība un enerģijas ietilpība. Sagremojamās enerģijas un neto maiņas enerģijas saturs barībā visos zālāju tipos pētījuma laikā spēj nodrošināt zirgu un liellopu uztures enerģijas vajadzību.

Zālēdāji sezonas laikā neizvēlas baroties zālājā ar augstāko zelmeni, lielāko biomasu un augstāko sausas saturu. Zirgi vasarā, liellopi vasarā un rudenī biežāk barojas zālājā ar augstāko kopproteīna un zemāko kokšķiedras saturu, līdz ar to augstāko barības vielu sagremojamību, sausas uzņemšanas iespējām, barības vērtību un enerģijas ietilpību, neskatoties uz zemāku barības pieejamību. Zirgi rudenī līdzīgā apmērā barojas zālāju tipos, kuros barības sastopamība un kvalitāte variē plašā amplitūdā.

PATEICĪBAS

Izsaku pateicību darba vadītājam Dr. biol. Jānim Ozoliņam par atbalstu un padomu maģistra darba izstrādē. Gribu pateikties vecākajam valsts vides inspektoram Andim Liepam par dalīšanos pieredzē ĶNP Dunduru pļavu apsaimniekošanas jautājumos, pasniedzējiem Didzim Elfertam, Kārlim Kalviškim par konsultācijām datu apstrādē un interpretācijā, Zooloģijas un dzīvnieku ekoloģijas katedrai par pētījuma tehnisko nodrošinājumu. Paldies kolēģēm Dainai Jonkus, Lāsmai Cielavai un Elitai Šeļegovskai par konsultācijām dzīvnieku ēdināšanas jautājumos. Paldies Vitai Juršānei un Agnesei Viļumai par palīdzību datu ieguvē un Ilvai Šintai par ieteikumiem valodas stila pilnveidošanā.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Arnold G.W. 1984. Comparison of the time budgets and circadian patterns of maintenance activities in sheep, cattle and horses grouped together. – *Applied Animal Behaviour Science*, 13(1-2): 19-30.

Arnold W., Ruf T., Kuntz R. 2006. Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*) II. Energy expenditure. – *Journal of Experimental Biology*, 209(22): 4566-4573.

Bailey D.W. 1995. Daily selection of feeding areas by cattle in homogeneous and heterogeneous environments. – *Applied Animal Behaviour Science*, 45 (3-4): 183-200.

Bailey D.W., Gross J.E., Laca E.A., Rittenhouse L.R., Coughenour M.B., Swift D.M., Sims P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. – *Journal of Range Management*, 49(5): 386-400.

Bailey D.W., Provenza F.D. 2008. Mechanisms determining large-herbivore distribution. In: Prins H.H.T., Van Langevelde F. (eds), *Resource ecology*. Dordrecht, Springer: 7-28.

Benvenuti M.A., Gordon I.J., Poppi D.P., Crowther R., Spinks W., Moreno F.C. 2009. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing five tropical grasses. – *Livestock Science*, 126(1): 229-238.

Berger A., Scheibe K.M., Eichhorn K., Scheibe A., Streich J. 1999. Diurnal and ultradian rhythms of behaviour in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions. – *Applied Animal Behaviour Science*, 64(1): 1-17.

Boyd L. 1998. The 24-h time budget of a takhi harem stallion (*Equus ferus przewalskii*) pre-and post-reintroduction. – *Applied Animal Behaviour Science*, 60(4): 291-299.

Boyd L., Bandi N. 2002. Reintroduction of takhi, *Equus ferus przewalskii*, to Hustai National Park, Mongolia: time budget and synchrony of activity pre-and post-release. – *Applied Animal Behaviour Science*, 78(2): 87-102.

Boyd L., Keiper R. 2005. Behavioral ecology of feral horses. – In: Mills D.S., McDonnell S.M. (eds.) *The Domestic Horse: The Origins, Development and Management of Its Behaviour*. Cambridge: Cambridge University Press, 249 pp.

Brinkmann L., Gerken M., Riek A. 2012. Adaptation strategies to seasonal changes in environmental conditions of a domesticated horse breed, the Shetland pony (*Equus ferus caballus*). – Journal of Experimental Biology, 215(7): 1061-1068.

Broom D.M. 1981. Biology of Behaviour. Cambridge University Press, 320 pp.

Broom D.M., Fraser A.F. 2015. Domestic Animal Behaviour and Welfare. 5th ed. CABI, 472 pp.

Budiansky S. 1998. The Nature of Horses. Their Evolution, Intelligence and Behaviour. London: Phoenix, 290 pp.

Charnov E.L. 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. – Theoretical population biology, 9(2): 129-136.

Chodkiewicz A., Stypinski P. 2011. Diet preferences of Koniks horses in disadvantaged areas: a case study from the Biebrza National Park. – In: Potsch E.M., Krautzer B., Hopkins A. (eds), Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, 29th – 31st August 2011: 326-328.

Clauss M., Hume I.D., Hummel J. 2010. Evolutionary adaptations of ruminants and their potential relevance for modern production systems. – Animal, 4(7): 979-992.

Cornelissen P., Vulink J.T. 2015. Density-dependent diet selection and body condition of cattle and horses in heterogeneous landscapes. – Applied Animal Behaviour Science, 163: 28-38.

Cosyns E., Degezelle T., Demeulenaere E., Hoffmann M. 2001. Feeding ecology of Konik horses and donkeys in Belgian coastal dunes and its implications for nature management. – 8th Benelux congress of zoology, 131, (2): 111-118.

Cummings D.E., Overduin J. 2007. Gastrointestinal regulation of food intake. – The Journal of clinical investigation, 117(1): 13-23.

Cunha T. 2012. Horse feeding and nutrition. Elsevier, 308 pp.

Curtis A.K., Scharf B., Eichen P.A., Spiers D.E. 2017. Relationships between ambient conditions, thermal status, and feed intake of cattle during summer heat stress with access to shade. – Journal of Thermal Biology, 63: 104-111.

Cymbaluk N. F. 1990. Comparison of forage digestion by cattle and horses. – Canadian Journal of Animal Science, 70(2): 601-610.

Davis S., Mader T. L. 2003. Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. – Nebraska Beef Cattle Reports, 224: 49-51.

Demment M.W., Van Soest P.J. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. – The American Naturalist, 125(5): 641-672.

Dupke C., Bonenfant C., Reineking B., Hable R., Zeppenfeld T., Ewald M., Heurich M. 2016. Habitat selection by a large herbivore at multiple spatial and temporal scales is primarily governed by food resources. – *Ecography*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ecog.02152/full>.

Edouard N., Fleurance G., Dumont B., Baumont R., Duncan P. 2009. Does sward height affect feeding patch choice and voluntary intake in horses? – *Applied Animal Behaviour Science*, 119(3): 219-228.

Edouard N., Fleurance G., Martin-Rosset W., Duncan P., Dulphy J.P., Grange S., Baumont R., Dubroeuq H., Pérez-Barbería F.J., Gordon I.J. 2008. Voluntary intake and digestibility in horses: effect of forage quality with emphasis on individual variability. – *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, 2(10): 1526-1533.

Ferreira L.M.M., Celaya R., Benavides R., Jáuregui B.M., García U., Santos A.S., García R.R., Rodrigues M.A.M., Osoro K. 2013. Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. – *Livestock Science*, 155(2): 373-383.

Fleurance G., Duncan P., Fritz H., Cabaret J., Gordon I.J. 2005. Importance of nutritional and anti-parasite strategies in the foraging decisions of horses: an experimental test. – *Oikos*, 110(3): 602-612.

Fleurance G., Duncan P., Mallevaud B. 2001. Daily intake and the selection of feeding sites by horses in heterogeneous wet grasslands. – *Animal Research*, 50(2): 149-156.

Fleurance G., Fritz H., Duncan P., Gordon I.J., Edouard N., Vial C. 2009. Instantaneous intake rate in horses of different body sizes: influence of sward biomass and fibrousness. – *Applied Animal Behaviour Science*, 117(1): 84-92.

Frape D. 2008. *Equine nutrition and feeding*. John Wiley & Sons, 664 pp.

French K.E. 2017. Species composition determines forage quality and medicinal value of high diversity grasslands in lowland England. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 241: 193-204.

Girard T.L., Bork E.W., Nielsen S.E., Alexander M.J. 2013a. Seasonal variation in habitat selection by free-ranging feral horses within Alberta's forest reserve. – *Rangeland ecology & management*, 66(4): 428-437.

Girard T.L., Bork E.W., Nielsen S.E., Alexander M.J. 2013b. Landscape-scale factors affecting feral horse habitat use during summer within the rocky mountain foothills. – *Environmental management*, 51(2): 435-447.

Gong B., Zhang G. 2014. Interactions between plants and herbivores: A review of plant defense. – *Acta Ecologica Sinica*, 34(6): 325-336.

Griffiths W.M., Hodgson J., Arnold G.C. 2003. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. II. Regulation of bite depth. – *Grass and Forage Science*, 58(2): 125-137.

Grubb P. 2005a. Order Perissodactyla. – In: Wilson D.E. (ed.), Reeder D.M. (ed.) *Mammal species of the world: A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed.). Baltimore, Johns Hopkins University Press: 629-636.

Grubb P. 2005b. Order Artiodactyla. – In: Wilson D.E. (ed.), Reeder D.M. (ed.) *Mammal species of the world: A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed.). Baltimore, Johns Hopkins University Press: 637-722.

Gruberts D., Štrausa B. 2011. A cooperational model of year-round grazing for the benefits of farmers and floodplain habitats: an example from the Dviete Floodplain Nature Park, Latvia. – In: Reihmanis J. (ed.) *Nordic - Baltic - Belarus solutions in farming for biodiversity*, Rīga, Latvian Fund for Nature: 62-81.

Güsewell S., Pohl M., Gander A., Strehler C. 2007. Temporal changes in grazing intensity and herbage quality within a Swiss fen meadow. – *Botanica Helvetica*, 117(1): 57-73.

Hahn G.L. 1981. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. – *Journal of Animal Science*, 52(1): 175-86.

Halasz A., Nagy G., Tasi J., Bajnok M., Mikone J.E. 2016. Weather regulated cattle behaviour on rangeland. – *Applied ecology and environmental research*, 14(4): 149-58.

Hall S. J. G. 2005. Behaviour of cattle. – In: Jensen P. (ed.) *The ethology of domestic animals: an introductory text*. Wallingford, CABI Publishing: 131-144.

Harmony K. R., Moore K. J., George J. R., Brummer E. C., Russell J. R. 1997. Determination of pasture biomass using four indirect methods. – *Agronomy Journal*, 89(4): 665-672.

Herring A. D. 2014. *Beef Cattle Production Systems*. 1st ed. CABI, 332 pp.

Hothorn T, Bretz F., Westfall P. 2008. Simultaneous Inference in General Parametric Models. – *Biometrical Journal* 50(3): 346-363.

Howery L.D., Bailey D.W., Ruyle G.B., Renken W.J. 2000. Cattle use visual cues to track food locations. – *Applied Animal Behaviour Science*, 67(1): 1-14.

Ingvartsen K.L. 1994. Models of voluntary food intake in cattle. – *Livestock Production Science*, 39(1): 19-38.

ISO (International Organization of Standardization). 2006. *Animal feeding stuffs – Determination of amylase-treated neutral detergent fibre content (aNDF)*. – ISO 16472:2006, 16 pp.

ISO (International Organization of Standardization). 2008. Animal feeding stuffs – Determination of acid detergent fibre (ADF) and acid detergent lignin (ADL) contents. – ISO 13906:2008, 17 pp.

ISO (International Organization of Standardization). 2009. Animal Feeding stuffs – Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content – Part 2: Block digestion/steam distillation method. – ISO 5983-2:2009, 23pp.

Jackman S. 2015. pscl: Classes and Methods for R Developed in the Political Science Computational Laboratory, Stanford University. Department of Political Science, Stanford University, Stanford, California. R package version 1.4.9. <http://pscl.stanford.edu/>

Janis C. 1976. The evolutionary strategy of the Equidae and the origins of rumen and cecal digestion. – *Evolution*: 757-774.

Jennersten O., Borggård S.O. 2011. Semi-natural grasslands in Sweden. – In: Reihmanis J. (ed.) Nordic - Baltic - Belarus solutions in farming for biodiversity, Rīga, Latvian Fund for Nature: 10-17.

Kilgour R.J., Uetake K., Ishiwata T., Melville G.J. 2012. The behaviour of beef cattle at pasture. – *Applied Animal Behaviour Science*, 138(1): 12-17.

Kļaviņa I. 2014. Savvaļai līdzīgos apstākļos dzīvojošu lielo zālējāņu ganīšanās intensitātes sezonālas izmaiņas un ietekme uz zālāja struktūru Ķemeru Nacionālajā parkā. Bakalaura darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, 44 lpp.

Kuntz R., Kubalek C., Ruf T., Tataruch F., Arnold W. 2006. Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*) I. Energy intake. – *Journal of experimental biology*, 209(22): 4557-4565.

Ķuze J., Liepa A., Urtāne L., Zēns Z. 2008. Palienes režīma atjaunošana Slampes upes lejtecē. Grām.: Auniņš A. (red.) Aktuālā savvaļas sugu un biotopu apsaimniekošanas problemātika Latvijā. Rīga, Latvijas Universitāte: 45-56.

Lārmanis V. (red.). 2013. Bioloģiski vērtīgo zālāju kartēšanas metodika. Sigulda: Dabas aizsardzības pārvalde, 61 lpp.

Larson – Praplan S., George M.R., Buckhouse J.C., Laca E.A. 2015. Spatial and temporal domains of scale of grazing cattle. – *Animal Production Science*, 55(3): 284-297.

Linn J., Kuehn C. 1997. The effects of forage quality on performance and cost of feeding lactating dairy cows. In proceedings of Western canadian dairy seminar. <http://www.wcds.ca/proc/1997/ch04-97.htm>

Longland A.C. 2012. Nutritional assessment of forage quality. In: Saastamoinen M., Fradinho M.J., Santos A.S., Miraglia N. (eds.), Forages and grazing in horse nutrition. Vol 132, Wageningen Academic Publishers: 65-82.

- Mader T. L., Davis M. S., Brown-Brandl T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. – *Journal of Animal Science*, 84(3): 712-719.
- McGreevy P. D. 2004. *Equine Behavior: A Guide for Veterinarians and Equine Scientists*. Edinburgh: Saunders, 369 pp.
- Menard C., Duncan P., Fleurance G., Georges J.Y., Lila M. 2002. Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. – *Journal of applied ecology*, 39(1): 120-133.
- Mertens D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. – *Journal of animal science*, 64(5): 1548-1558.
- Mezzalana J.C., Carvalho P.C.D.F., Fonseca L., Bremm C., Cangiano C., Gonda H.L., Laca E.A. 2014. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. – *Applied Animal Behaviour Science*, 153: 1-9.
- Miller W.J. 2012. *Dairy Cattle Feeding and Nutrition*. Elsevier, 411 pp.
- Morgan K. 1998. Thermoneutral zone and critical temperatures of horses. – *Journal of Thermal Biology*, 23(1): 59-61.
- Naujeck A., Hill J., Gibb M.J. 2005. Influence of sward height on diet selection by horses. – *Applied Animal Behaviour Science*, 90(1): 49-63.
- Niu K., He J.S., Zhang S., Lechowicz M.J. 2016. Tradeoffs between forage quality and soil fertility: lessons from Himalayan rangelands. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 234: 31-39.
- NRC (National Research Council). 1984. *Nutrient Requirements of Beef cattle*. Washington: National Academies Press, 90 pp.
- NRC (National Research Council). 2000. *Nutrient Requirements for Beef Cattle*. 7th ed. Washington: National Academies Press, 248 pp.
- NRC (National Research Council). 2007. *Nutrient Requirements of Horses*. 6th ed. Washington: National Academies Press, 341 pp. <https://www.nap.edu/read/11653/chapter/1>
- Osītis U. 2005. *Dzīvnieku ēdināšana kompleksā skatījumā*. LLKIC, 320 lpp.
- Pereira A.M., Baccari F., Titto E.A., Almeida J.A. 2008. Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. – *International journal of biometeorology*, 52(3): 199-208.
- Perry T.W. 1984. *Animal Life-Cycle Feeding and Nutrition*. Academic Press, 336 pp.
- Perry T.W. 2012. *Beef Cattle Feeding and Nutrition*. London: Academic Press, 382 pp.

Popp A., Scheibe K. M. 2014. The ecological influence of large herbivores – behavior and habitat utilization of cattle and horses. – *Applied ecology and environmental research*, 12(3): 681-693.

Priede A. 2013. Ilgtermiņa veģetācijas izmaiņas palienes zālājā atjaunošanas vietā Ķemeru nacionālajā parkā. – Grām.: Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes. Rīga, Latvijas Universitāte: 181-183.

Provenza F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. – *Journal of Range Management Archives*, 48(1): 2-17.

Provenza F.D., Villalba J.J. 2006. Foraging in domesticated herbivores: linking the internal and external milieu. In: Bels V. (Ed.), *Feeding in Domesticated Vertebrates: From Structure to Behaviour*, Oxfordshire, CABI Publishing: 210–240.

Provenza F.D., Villalba J.J., Dziba L.E., Atwood S.B., Banner R.E. 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. – *Small ruminant research*, 49(3): 257-274.

QGIS Development Team. 2013. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Versija 2.0.1 – Dufour. <http://www.qgis.org/>

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Versija 3.4.0. <https://www.R-project.org/>

Randal A., Owen-Smith N. 2002. Facilitation versus competition in grazing herbivore assemblages. – *Oikos* 97(3): 313-318.

Reece W.O. 2013. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. John Wiley & Sons, 592 pp.

Rhind S.M., Archer Z.A., Adam C.L. 2002. Seasonality of food intake in ruminants: recent developments in understanding. – *Nutrition Research Reviews*, 15(1): 43-65.

Ringmark S., Jansson A. 2012. Variations in voluntary feed intake in 2 year old Standardbred geldings in training fed a forage only diet *ad libidum*. In: Saastamoinen M., Fradinho M.J., Santos A.S., Miraglia N. (eds.), *Forages and grazing in horse nutrition*. Vol 132, Wageningen Academic Publishers: 177-179.

Rodiek A.V., Jones B.E. 2012. Voluntary intake of four hay types by horses. – *Journal of Equine Veterinary Science*, 32(9): 579-583.

Rouquette F.M. 2016. Invited Review: The roles of forage management, forage quality, and forage allowance in grazing research. – *The Professional Animal Scientist*, 32(1): 10-18.

RStudio Team. 2016. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA. Versija 1.0.136. <http://www.rstudio.com/>

Rupprecht D., Gilhaus K., Hölzel N. 2016. Effects of year-round grazing on the vegetation of nutrient-poor grass-and heathlands – evidence from a large-scale survey. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 234: 16-22.

Rūsiņa S. 2008. Dabisko zālāju atjaunošanas pasākumu ietekme uz veģetāciju aizsargājamo ainavu apvidū „Ziemeļgauja”. – Grām.: Auniņš A. (red.), Aktuālā savvaļas sugu un biotopu apsaimniekošanas problemātika Latvijā. Rīga, Latvijas Universitāte: 57-72.

Rūsiņa S. 2013. Zālāju biotopi. – Grām.: Auniņš A. (red.), Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata, 2. izd., Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija: 151-161.

Sartin J.L., Whitlock B.K., Daniel J.A. 2011. Triennial Growth Symposium: neural regulation of feed intake: modification by hormones, fasting, and disease. – *Journal of animal science*, 89(7): 1991-2003.

Saucier W. J. 2013. *Principles of Meteorological Analysis*. New York: Dover Publications, 464 pp.

Schlecht E., Hiernaux P., Kadaouré I., Hülsebusch C., Mahler F. 2006. A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger. – *Agriculture, ecosystems & environment*, 113(1): 226-242.

Schroeder J.W. 2010. *Interpreting Forage Analysis*. North Dakota State University Cooperation Extention Service Publications. <https://library.ndsu.edu/repository/bitstream/handle/10365/9133/AS-1080-1994.pdf?sequence=2>

Searle K. R., Hunt L. P., Gordon I. J. 2010. Individualistic herds: individual variation in herbivore foraging behavior and application to rangeland management. – *Applied Animal Behaviour Science*, 122(1): 1-12.

Senft R.L., Rittenhouse L.R., Woodmansee, R.G. 1985. Factors influencing patterns of cattle grazing behavior on shortgrass steppe. – *Journal of Range Management*: 82-87.

Siliņa A., Dreijere S., Arbidāns D., Zauers K. 2013. Lopbarības analīžu rezultātu apkopojums. LLKC, 25 lpp.

Smit C., Putman R. 2011. Large herbivores as „environmental engineers”. – In: Putman R., Apollonio M., Andersen R. (eds.), *Ungulate Management in Europe*, Cambridge, Cambridge University Press: 260-283.

Snoeks M.G., Moons C.P., Ödberg F.O., Aviron M., Geers R. 2015. Behavior of horses on pasture in relation to weather and shelter – A field study in a temperate climate. – *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 10(6): 561-568.

Souris A.C., Kaczensky P., Julliard R., Walzer C. 2007. Time budget-, behavioral synchrony- and body score development of a newly released Przewalski's horse group *Equus ferus przewalskii*, in the Great Gobi B strictly protected area in SW Mongolia. – *Applied animal behaviour science*, 107(3): 307-321.

Stephens D.W., Krebs J.R. 1986. *Foraging theory*. Princeton University Press, 247 pp.

Steward K. E. J., Bourn N. A. D., Thomas J. A. 2001. An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology. – *Journal of Applied Ecology*, 38: 1148-1154.

Stoye S., Porter M. A., Dawkins M. S. 2012. Synchronized lying in cattle in relation to time of day. – *Livestock Science*, 149(1): 70-73.

Tälle M., Deák B., Poschlod P., Valkó O., Westerberg L., Milberg P. 2016. Grazing vs. mowing: A meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 222: 200-212.

Tisch D. 2005. *Animal Feeds, Feeding and Nutrition, and Ration Evaluation*. Cengage Learning, 648 pp.

Török P., Hölzel N., van Diggelen R., Tischew S. 2016. Grazing in European open landscapes: How to reconcile sustainable land management and biodiversity conservation? – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 234: 1-4.

Tucker C.B., Rogers A.R., Schütz K.E. 2008. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in pasture-based system. – *Applied Animal Behaviour Science*, 109: 141-154.

Undersander D., Mertens D.R., Thiex N. 1993. *Forage analyses procedures*. Omaha: National Forage Testing Association, 139 pp.

Vallentine J. 2001. *Grazing Management*. 2nd ed. Elsevier Academic Press, 659 pp.

Van den Berg M., Giagos V., Lee C., Brown W.Y., Cawdell-Smith A.J., Hinch G.N. 2016. The influence of odour, taste and nutrients on feeding behaviour and food preferences in horses. – *Applied Animal Behaviour Science*, 184: 41-50.

Van der Veen J. 2011. Year-round grazing as tool for rural landscape management and tourism development: two examples from Latvia. – In: Reihmanis J. (ed.) *Nordic - Baltic - Belarus solutions in farming for biodiversity*, Rīga, Latvian Fund for Nature: 109-122.

Van Soest P.V. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, 476 pp.

Van Soest P.V., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. – *Journal of dairy science*, 74(10): 3583-3597.

Van Wagoner H.C., Bailey D.W., Kress D.D., Anderson D.C., Davis K.C. 2006. Differences among beef sire breeds and relationships between terrain use and performance when daughters graze foothill rangelands as cows. – *Applied Animal Behaviour Science*, 97(2): 105-121.

Van Weyenberg S., Sales J., Janssens G.P.J. 2006. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. – *Livestock science*, 99(1): 3-12.

van Wieren S.E. 1996. Do large herbivores select a diet that maximizes short-term energy intake rate? – *Forest Ecology and Management*, 88(1-2): 149-156.

Villalba J. J., Provenza F. D., Catanese F., Distel R. A. 2015. Understanding and manipulating diet choice in grazing animals. – *Animal Production Science*, 55(3): 261-271.

Wahlman H., Milberg P. 2002. Management of semi-natural grassland vegetation: evaluation of a long-term experiment in southern Sweden. – *Annales Botanici Fennici*, 39: 159-166.

Waramit N., Moore K.J., Fales S.L. 2012. Forage quality of native warm-season grasses in response to nitrogen fertilization and harvest date. – *Animal feed science and technology*, 174(1): 46-59.

Waring G.H. 2007. *Horse behavior*. 2nd edition. New York: Noyes Publications/William Andrew Publishing, 456 pp.

West J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. – *Journal of dairy science*, 86(6): 2131-2144.

Wickham H. 2009. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. R package version 2.2.1.9000. <http://ggplot2.tidyverse.org/>

PIELIKUMI

Pētījuma vietai raksturīgie zālāju tipi (jūnijs).

Grassland types in study area (June).



Z01



Z02



Z03



Z04



Z05



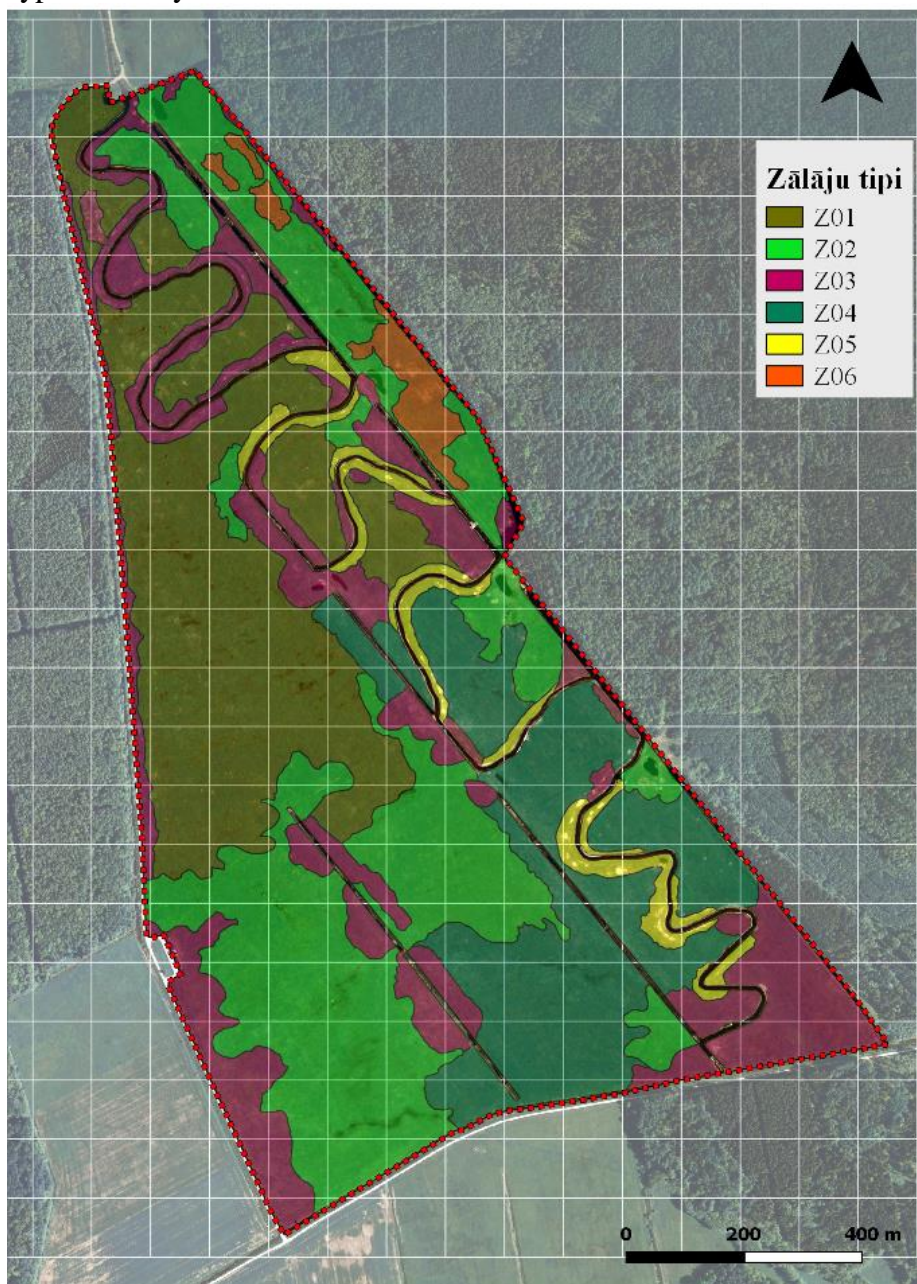
Z06

Apzīmējumi: Z01 – paliņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nenaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs.

Symbols: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland.

Pētījuma vietai raksturīgie zālāju tipi².

Grassland types in study area.



Apzīmējumu skaidrojums:

- Z01 – palieņu zālājs;
- Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība;
- Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs;
- Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība;
- Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*;
- Z06 – vecs kultivēts zālājs.

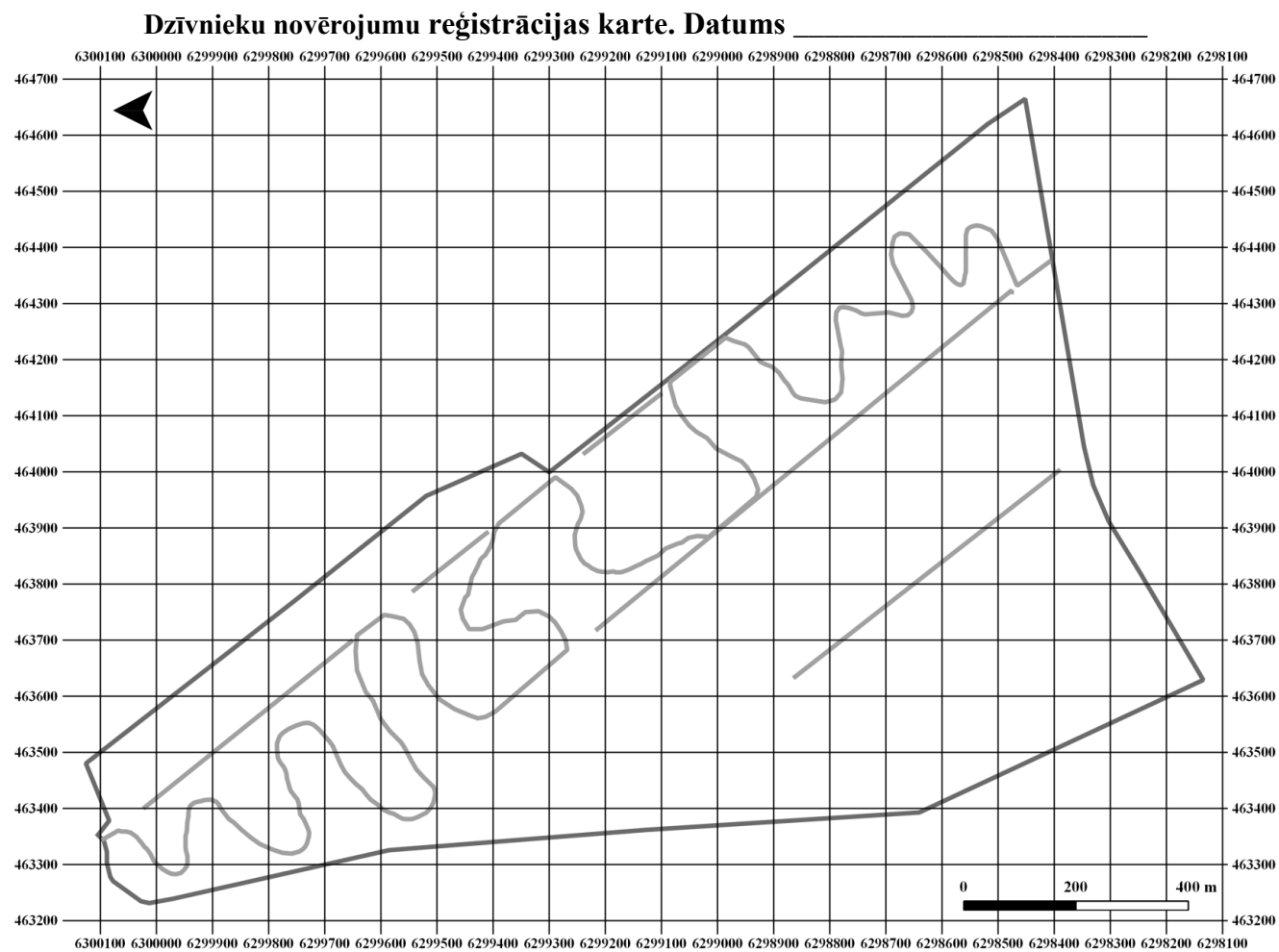
Legend:

- Z01 – floodplain grassland;
- Z02 – low sward plant community;
- Z03 – ruderalized cultivated grassland;
- Z04 – moderately humid poly-dominant plant community;
- Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*;
- Z06 – old cultivated grassland.

² Attēlam par pamatu izmantots Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras 2010. – 2011. gada ortofoto attēls

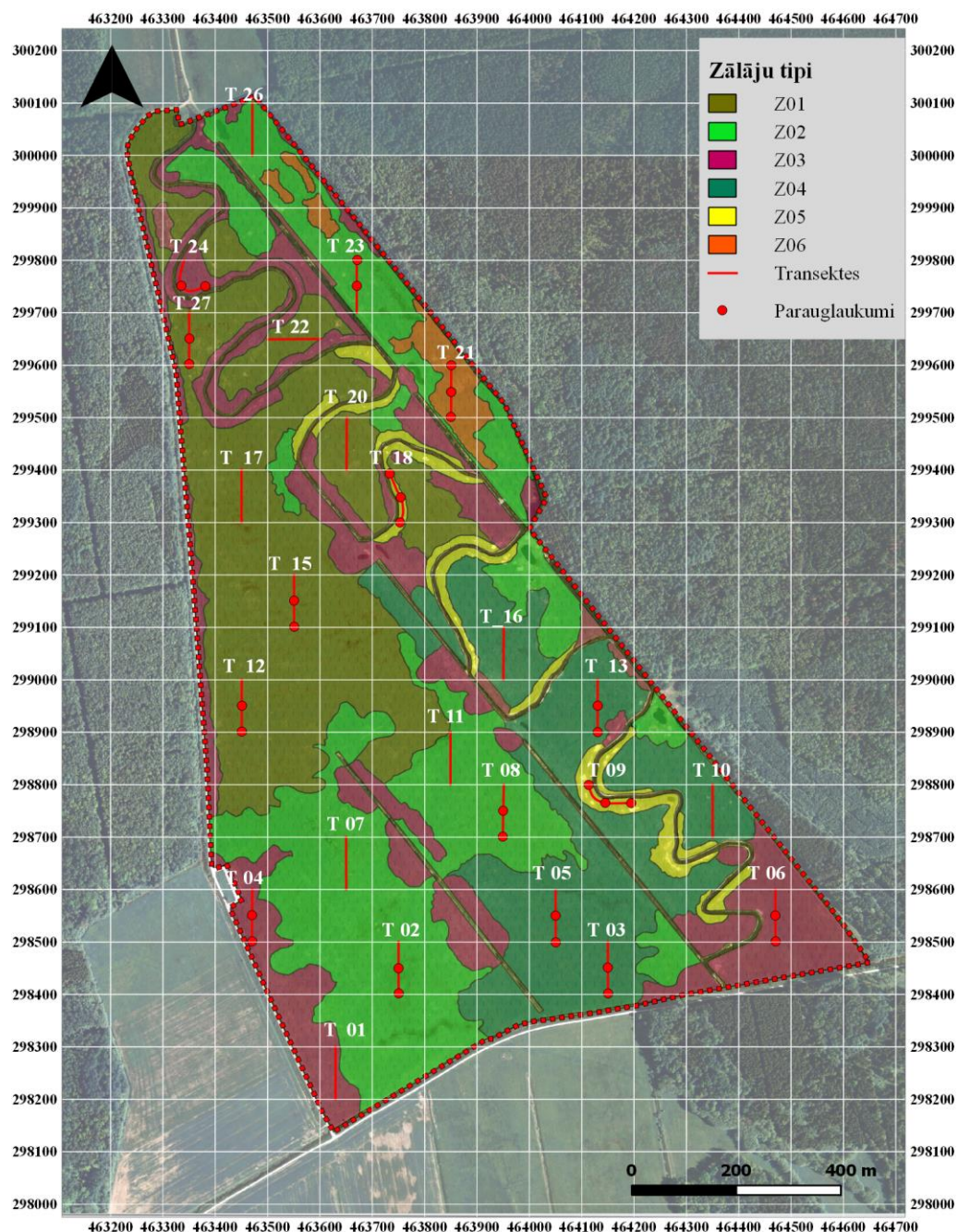
Dzīvnieku uzturēšanās un barošanās vietu reģistrācijas karte.

Registration map of animal location and feeding sites.



Veģetācijas augstuma mērījumu transektes, parauglaukumi barības kvalitātes un biomasas noteikšanai³.

Vegetation height measurement transects, plots for forage quality and biomass determination.



Apzīmējumi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs.

Symbols: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland.

³ Attēlam par pamatu izmantots Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras 2010. – 2011. gada ortofoto attēls

Veģetācijas augstuma mērījumu protokols.

Vegetation height measurement protocol.

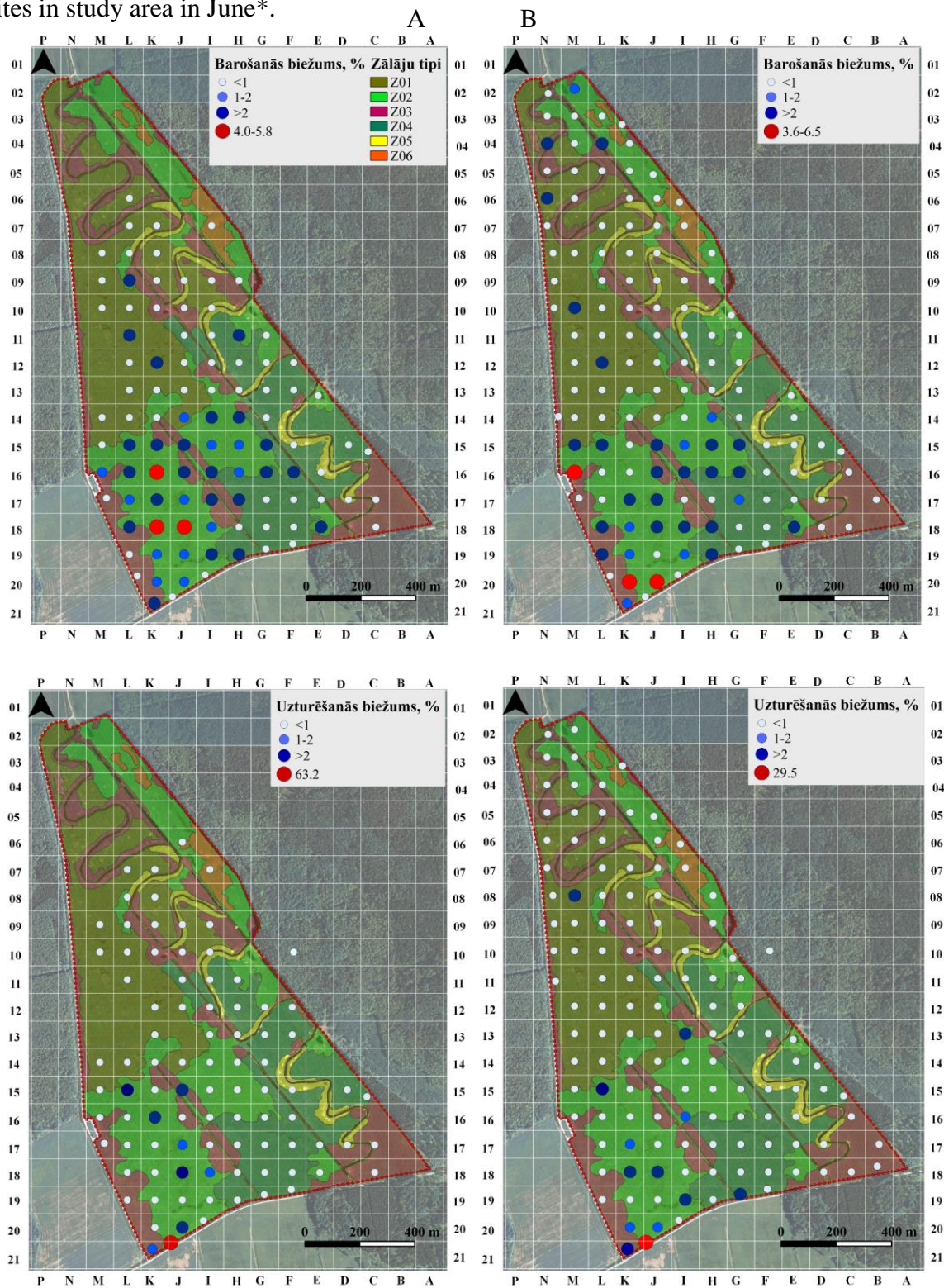
Veģetācijas mērījumu reģistrācijas protokols. Transekte Nr. _____ Datums _____

Nr.	Suga	h, cm	Iet.	Nr.	Suga	h, cm	Iet.
1.				51.			
2.				52.			
3.				53.			
4.				54.			
5.				55.			
6.				56.			
7.				57.			
8.				58.			
9.				59.			
10.				60.			
11.				61.			
12.				62.			
13.				63.			
14.				64.			
15.				65.			
16.				66.			
17.				67.			
18.				68.			
19.				69.			
20.				70.			
21.				71.			
22.				72.			
23.				73.			
24.				74.			
25.				75.			
26.				76.			
27.				77.			
28.				78.			
29.				79.			
30.				80.			
31.				81.			
32.				82.			
33.				83.			
34.				84.			
35.				85.			
36.				86.			
37.				87.			
38.				88.			
39.				89.			
40.				90.			
41.				91.			
42.				92.			
43.				93.			
44.				94.			
45.				95.			
46.				96.			
47.				97.			
48.				98.			
49.				99.			
50.				100.			

Ietekme: E – noēsts; B – nobradāts

Zirgu (A) un liellopu (B) barošanās vietu un ar barošanu nesaistītu uzturēšanās vietu telpiskais sadalījums pētāmajā teritorijā jūnijā⁴*

Spatial distribution of horse (A) and cattle (B) feeding sites and non-feeding related activity sites in study area in June*



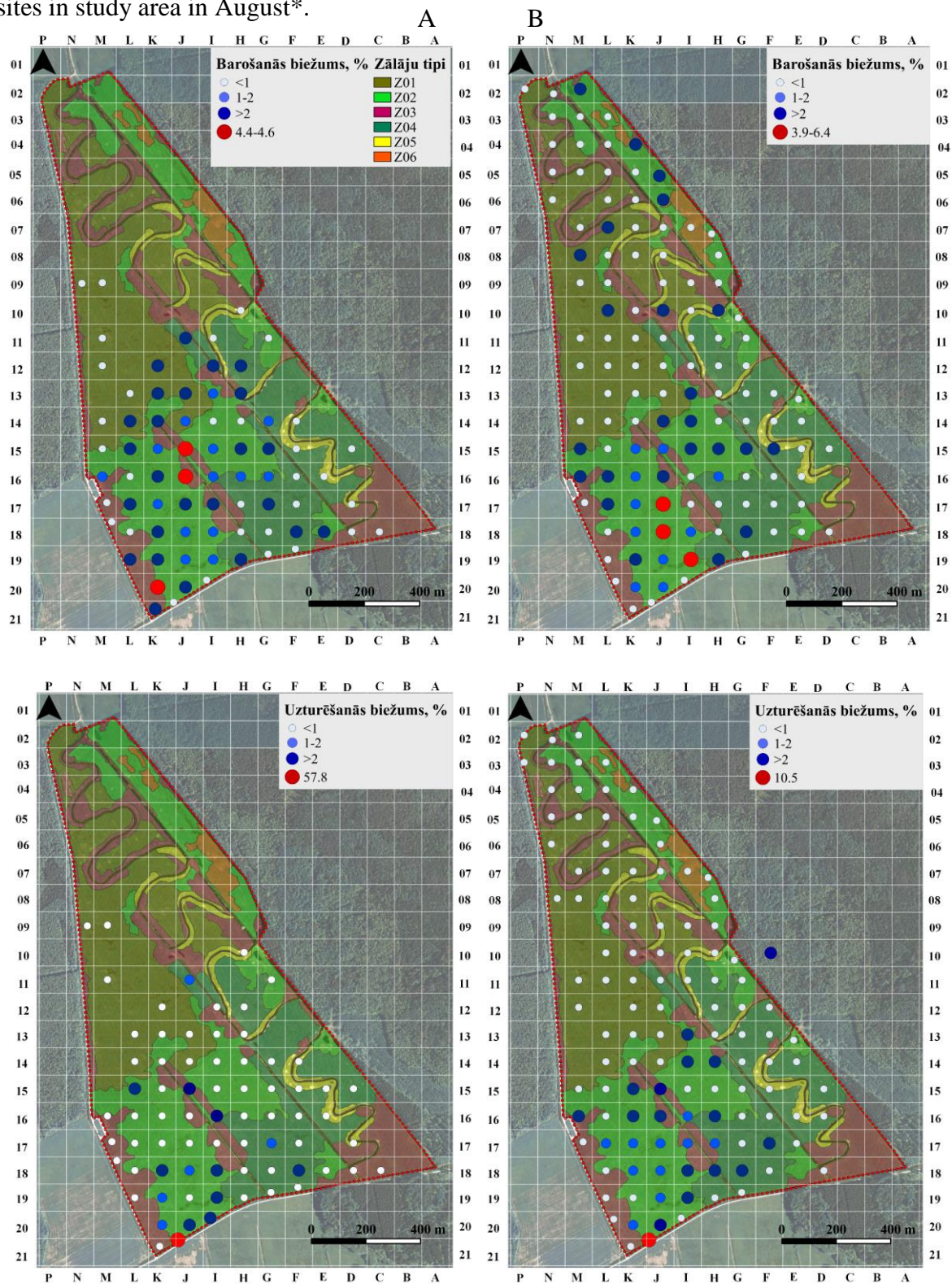
* Zālāju tipu kodu atšifrējumu skatīt 2. pielikumā.

* Key for the grassland types in Appendix 2.

⁴ Attēlam par pamatu izmantots Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras 2010. – 2011. gada ortofoto attēls

Zirgu (A) un liellopu (B) barošanās vietu un ar barošanu nesaistītu uzturēšanās vietu telpiskais sadalījums pētāmajā teritorijā augustā⁵.*

Spatial distribution of horse (A) and cattle (B) feeding sites and non-feeding related activity sites in study area in August*.



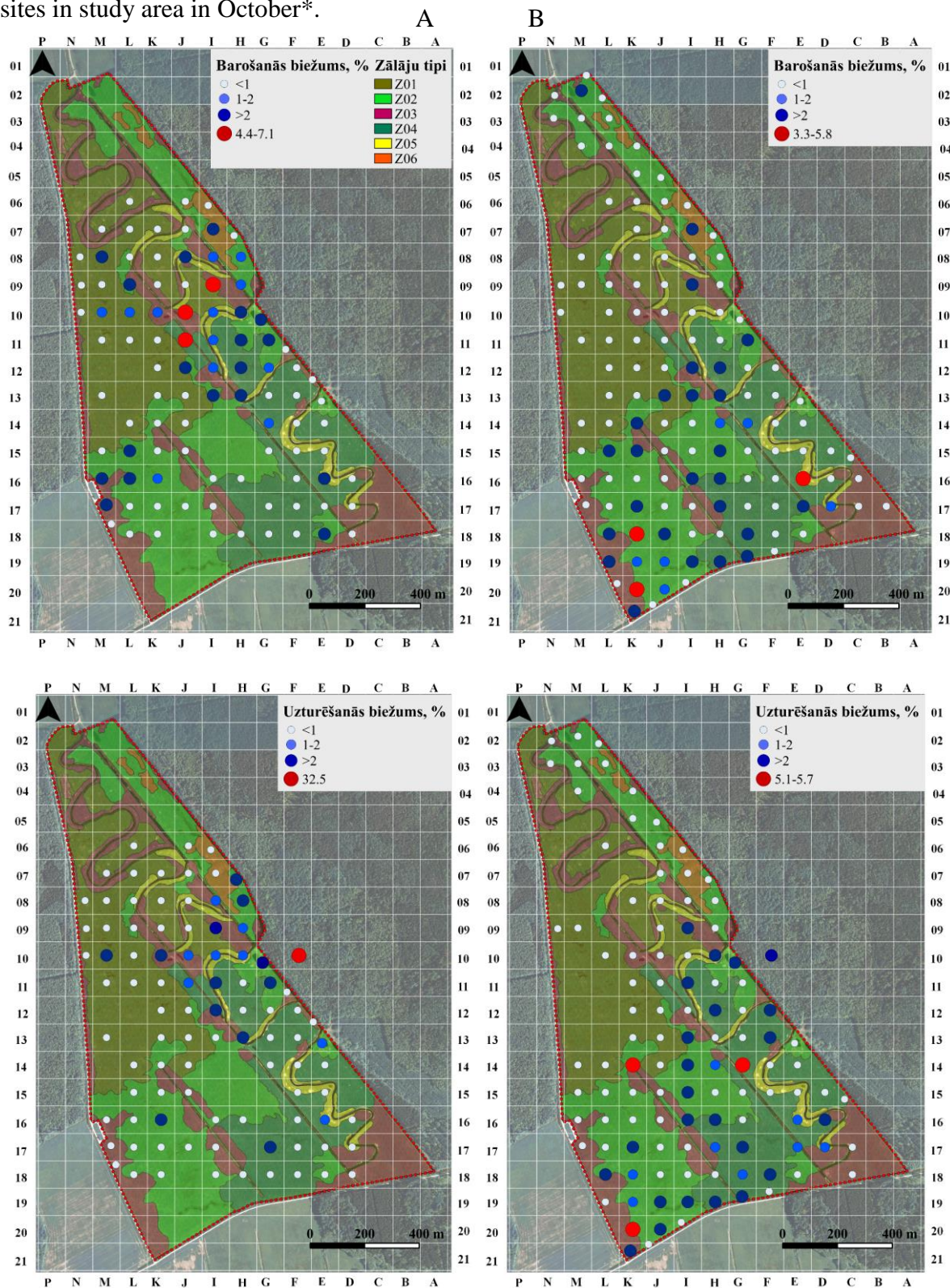
* Zālāju tipu kodu atšifrējumu skatīt 2. pielikumā.

* Key for the grassland types in Appendix 2.

⁵ Attēlam par pamatu izmantots Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras 2010. – 2011. gada ortofoto attēls

Zirgu (A) un liellopu (B) barošanās vietu un ar barošanu nesaistītu uzturēšanās vietu telpiskais sadalījums pētāmajā teritorijā oktobrī⁶.*

Spatial distribution of horse (A) and cattle (B) feeding sites and non-feeding related activity sites in study area in October*.



* Zālāju tipu kodu atšifrējumu skatīt 2. pielikumā.

* Key for the grassland types in Appendix 2.

⁶ Attēlam par pamatu izmantots Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras 2010. – 2011. gada ortofoto attēls

Veģetācijas vidējais augstums transektēs un zālāja tipos, tā sadalījums pa augstuma klasēm un izmaiņas sezonas laikā.

Average height of vegetation in transects and grassland types, its distribution within height classes and seasonal differences.

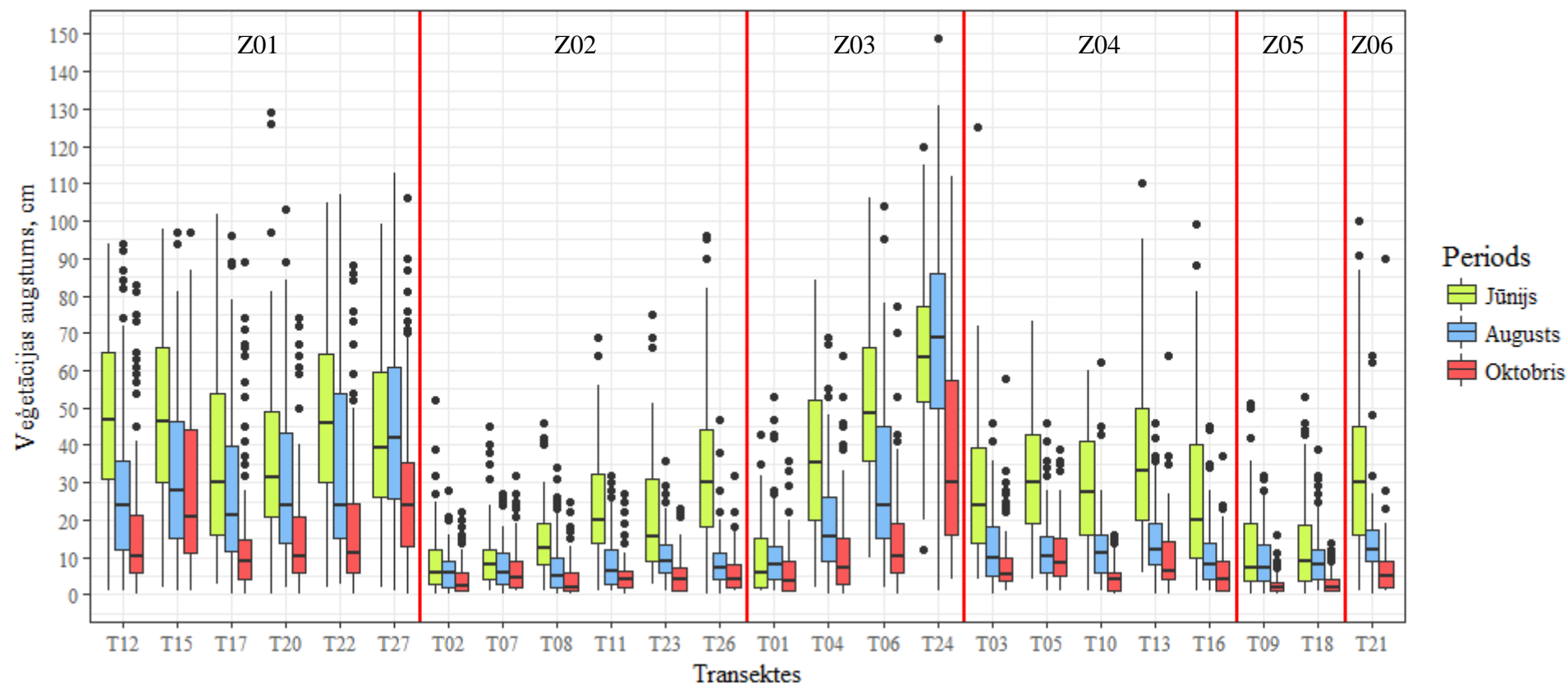
Zālājs tips	Transekte	Veģetācijas augstums $\bar{x} \pm s_x$, cm			Augstuma izmaiņas, cm		
		Jūnijs	Augusts	Oktobris	A-J	O-A	O-J
Z01	T_12	47.8±2.3 ^{abc}	28.4±2.2 ^a	18.2±2.0 ^a	-19.4	-10.2	-29.6
	T_15	47.8±2.4 ^{abc}	32.5±2.3 ^{ab}	28.8±2.3 ^b	-15.3	-3.7	-19.0
	T_17	36.1±2.4 ^{adef}	28.3±2.2 ^a	15.4±1.8 ^{ac}	-7.8	-12.9	-20.7
	T_20	35.6±2.3 ^{adef}	30.6±2.2 ^{ab}	16.5±1.6 ^a	-5.0	-14.1	-19.1
	T_22	48.9±2.5 ^{bcg}	33.8±2.4 ^{ab}	19.1±2.1 ^a	-15.2	-14.7	-29.8
	T_27	42.7±2.3 ^{abcd}	44.4±2.4 ^b	28.5±2.2 ^b	1.7	-15.9	-14.2
Z02	T_02	9.3±0.9 ^h	6.5±0.5 ^c	4.9±0.5 ^{def}	-2.8	-1.6	-4.4
	T_07	9.7±0.8 ^h	7.6±0.6 ^{cde}	6.6±0.6 ^{dg}	-2.1	-1.0	-3.1
	T_08	14.4±0.9 ^{ki}	7.4±0.8 ^{ce}	4.4±0.5 ^{def}	-7.0	-3.0	-10.0
	T_11	23.8±1.5 ^{ej}	8.8±0.7 ^{cdef}	5.4±0.5 ^{deg}	-15.0	-3.3	-18.4
	T_23	20.7±1.6 ^{kj}	9.9±0.7 ^{dgh}	5.0±0.5 ^{defg}	-10.8	-5.0	-15.8
	T_26	32.6±2.1 ^{def}	9.0±0.7 ^{cdef}	5.5±0.5 ^{deg}	-23.6	-3.4	-27.1
Z03	T_01	9.4±0.9 ^h	10.8±1.0 ^{dgh}	6.2±0.7 ^{deg}	1.4	-4.6	-3.2
	T_04	36.7±2.0 ^{abdf}	18.9±1.5 ^g	11.3±1.3 ^{ch}	-17.7	-7.6	-25.3
	T_06	49.9±2.1 ^{cg}	30.2±2.0 ^{ab}	15.0±1.4 ^{ac}	-19.7	-15.2	-34.9
	T_24	65.0±2.1 ^g	67.8±2.9 ⁱ	38.2±2.9 ^b	2.8	-29.6	-26.8
Z04	T_03	28.2±1.9 ^{efj}	12.2±0.9 ^{fgh}	8.5±0.9 ^{ghi}	-16.0	-3.7	-19.7
	T_05	31.0±1.6 ^{def}	12.2±1.0 ^{fgh}	10.7±0.8 ^{ch}	-18.9	-1.5	-20.3
	T_10	29.0±1.6 ^{def}	12.3±1.0 ^{fgh}	4.7±0.4 ^{def}	-16.7	-7.6	-24.3
	T_13	36.2±2.0 ^{abdf}	14.1±1.0 ^{gh}	9.9±1.0 ^{chi}	-22.1	-4.3	-26.3
	T_16	27.0±2.2 ^{ej}	10.6±0.9 ^{dgh}	5.8±0.6 ^{deg}	-16.4	-4.8	-21.2
Z05	T_09	12.1±1.2 ^h	9.1±0.7 ^{def}	2.8±0.2 ^f	-3.1	-6.3	-9.3
	T_18	13.4±1.2 ^{hi}	9.6±0.8 ^{def}	3.0±0.3 ^{ef}	-3.8	-6.6	-10.4
Z06	T_21	33.6±2.3 ^{def}	14.0±1.0 ^{gh}	7.0±1.0 ^{dgi}	-19.6	-7.0	-26.6

Apzīmējumi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z_06 – vecs kultivēts zālājs; J-A – veģetācijas augstuma izmaiņas laikā no jūnija līdz augustam, A-O – veģetācijas augstuma izmaiņas laikā no augusta līdz oktobrim, J-O – veģetācijas augstuma kopējās izmaiņas pētījuma laikā; veģetācijas augstuma klases: □- augsta (>25 cm), □- vidēja (10-25 cm), ■- zema (<10 cm)

Symbols: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland, J-A – vegetation height differences from June to August, A-O – vegetation height differences from August to October, J-O – vegetation height differences in study period; vegetation height classes: □ - high (>25 cm), □ - medium (10-25 cm), ■ - low (<10 cm)

Veģetācijas augstuma sadalījums transektēs pa zālāju tiem* pētījuma laikā.

Vegetation height distribution in transects within grassland types* during study period.



*Zālāju tipi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs.

*Grassland types: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland.

Sausnas saturs barībā un barošanās vietas laukuma vienībā, kopproteīna un kokšķiedras saturs sausrā zālāju tipos pētījuma laikā

Dry matter content in forages and per unit of feeding site area, crude protein and fibre content on dry matter basis in grassland types during study period

Parametri Parameters		Zālāja tips Grassland type	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06
		Sausnas saturs Dry matter content	g/kg	J	303	269	268	275
A	439			298	406	432	351	295
O	629			428	661	489	497	577
x±s _x , g/m ²	J		214±25	108±25	240±34	244±28	90±14	258±76
	A		427±44	102±34	378±88	174±19	107±24	232±21
	O		239±32	103±20	401±91	152±15	133±18	204±38
Kopproteīna saturs, g/kg Crude protein content, g/kg	J	117	151	118	116	123	111	
	A	88	148	80	93	117	115	
	O	81	137	65	106	115	99	
NDF saturs, g/kg NDF content, g/kg	J	482	429	461	490	473	502	
	A	638	548	597	602	559	587	
	O	647	470	634	563	560	639	
ADF saturs, g/kg ADF content, g/kg	J	326	286	331	337	299	342	
	A	418	338	393	375	346	363	
	O	411	329	439	368	359	446	

Apzīmējumi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nenaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs; NDF – neitrāli skalotā kokšķiedra, ADF – skābi skalotā kokšķiedra; J – jūnijs, A – augusts, O – oktobris.

Symbols: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland; NDF – neutral detergent fibre, ADF – acid detergent fibre; J – June, A – August, O – October.

Kopproteīna un kokšķiedras saturs barībā un barošanās vietas laukuma vienībā zālāju tipos pētījuma laikā

Crude protein and fibre content in forages and per unit of feeding site area in grassland types during study period

Parametri Parameters		Zālāja tips Grassland type	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06
		Kopproteīna saturs Crude protein content	g/kg	J	35	41	32	32
A	38			44	32	40	41	34
O	51			59	43	52	57	57
$x \pm s_x$, g/m ²	J		25±3	16±4	28±4	28±3	11±2	29±8
	A		37±4	15±5	30±7	16±2	12±3	27±2
	O		19±3	14±3	26±6	16±2	15±2	20±4
NDF saturs NDF content	g/kg	J	146	115	123	135	153	144
		A	280	163	243	260	196	172
		O	407	201	419	275	278	369
	$x \pm s_x$, g/m ²	J	103±12	46±11	111±16	120±14	42±7	130±38
		A	272±28	56±19	226±53	105±11	60±13	136±12
		O	155±20	48±10	254±58	85±8	74±10	130±24
ADF saturs ADF content	g/kg	J	99	77	89	93	97	98
		A	183	101	160	162	121	106
		O	258	141	290	180	179	257
	$x \pm s_x$, g/m ²	J	70±8	31±7	80±11	82±10	27±4	88±26
		A	179±18	35±11	148±35	65±7	37±8	84±7
		O	98±13	34±7	176±40	56±5	48±6	91±17

Apzīmējumi: Z01 – palieņu zālājs, Z02 – zemu ložņājošu augu sabiedrība, Z03 – ruderalizēts kultivēts zālājs, Z04 – mēreni mitra polidominanta augu sabiedrība, Z05 – sauss nesaslēgts zālājs ar *Festuca rubra*, Z06 – vecs kultivēts zālājs; NDF – neitrāli skalotā kokšķiedra, ADF – skābi skalotā kokšķiedra; J – jūnijs, A – augusts, O – oktobris.

Symbols: Z01 – floodplain grassland, Z02 – low sward plant community, Z03 – ruderalized cultivated grassland, Z04 – moderately humid poly-dominant plant community, Z05 – dry grassland with *Festuca rubra*, Z06 – old cultivated grassland; NDF – neutral detergent fibre, ADF – acid detergent fibre; J – June, A – August, O – October.