

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE  
CILVĒKA UN DZĪVNIEKU FIZIOLOĢIJAS KATEDRA

**BALTĀ TROKŠŅA IETEKME UZ ZIRGA STRESA  
LĪMENI**

BAKALaura DARBS

Autore: **Laura Sofija Skujiņa**

Stud. apl. Nr. ls19023

Darba vadītāja: Maģ. biol. Zane Lukstiņa

RĪGA 2024

## KOPSAVILKUMS

Šis pētījums tika veikts, lai izvērtētu baltā trokšņa ietekmi uz stresa līmeni zirgiem. Izvirzītais mērķis bija noskaidrot baltā trokšņa ietekmi uz zirgu stresa atbildes reakciju akūta audiāla stresora gadījumā, izpētot fizioloģiskās un mīmikas izmaiņas zirgiem. Pētījumā stresa mērīšanai izmantotās metodes iekļāva elpošanas frekvences izmaiņas noteikšanu un zirgu sejas mīmikas pazīmju novērošanu, pamatojoties uz L. Lansade et al. 2018. gadā veikto pētījumu. Zirgiem tika novērotas šo parametru izmaiņas, kad tie bija pakļauti stresa faktoram, ar un bez baltā trokšņa atskaņošanas. Elpošanas frekvence un sejas mīmika tika reģistrētas pirms un pēc stresora ietekmes. Tika konstatēta statistiski būtiska atšķirība starp elpošanas frekvences izmaiņu un sejas mīmikas pazīmēm baltā trokšņa ietekmē, salīdzinot ar kontroles mērījumu. Baltā trokšņa klātbūtnē tika novērots mazāks elpošanas frekvences pieaugums un mazāk ar stresu saistītu sejas mīmikas pazīmju, kas liecina par stresu mazinošu efektu. Tika secināts, ka elpošanas frekvences mērījumi un sejas mīmikas noteikšana bija piemērotas metodes stresa noteikšanai zirgiem. Tika konstatēts, ka baltais troksnis samazina zirgu stresa atbildes reakciju, nodrošinot pamatu turpmākiem pētījumiem un potenciālajiem pielietojumiem zirgu labturības uzlabošanā.

Atslēgvārdi: baltais troksnis, mājas zirgs, fizioloģiskie rādītāji, sejas mīmika.

## SUMMARY

This study was conducted to evaluate the effects of white noise on stress levels in horses. The aim was to investigate the effect of white noise on the stress response of horses in case of an acute auditory stressor, by studying the physiological and mimicry changes in horses. The methods used to measure stress in the study included the detection of changes in respiratory rate and the observation of facial mimicry in horses, based on L. Lansade et al. conducted research in 2018. Changes in these parameters were observed in horses when they were exposed to a stressor, with and without playing white noise. Respiratory rate and facial expressions were recorded before and after exposure to the stressor. A statistically significant difference was found between changes in breathing frequency and signs of facial mimicry under the influence of white noise compared to the control measurement. In the presence of white noise, there was a smaller increase in breathing rate and fewer signs of stress-related facial mimicry, suggesting a stress-reducing effect. It was concluded that measurement of changes in respiratory rate and detection of facial mimicry were suitable methods for stress detection in horses. White noise was found to reduce stress responses in horses, providing a basis for further research and potential applications in improving equine welfare.

Keywords: white noise, domestic horse, physiological indicators, facial mimicry.

# SATURA RĀDĪTĀJS

KOPSAVILKUMS.....	2
SUMMARY.....	3
SATURA RĀDĪTĀJS .....	4
IEVADS.....	5
LITERATŪRAS APSKATS .....	6
1 Baltā trokšņa definīcija un īpašības .....	6
1.1 Baktā trokšņa pētījumi cilvēku fizioloģijā.....	7
1.2 Baltā trokšņa pētījumi dzīvnieku fizioloģijā.....	10
2 Fizioloģisko rādītāju izmaiņas kā stresa indikatori .....	11
2.1 Īstermiņa stresa indikatori zirgiem.....	12
2.2 Baltā trokšņa ietekmes noteikšanai izmantotie stresa indikatori zirgiem .....	14
2.2.1 Elpošanas frekvences izmaiņas .....	14
2.2.2 Sejas mīmikas rādītāji.....	15
MATERIĀLI UN METODEDES.....	17
1. Pētījuma vieta, laiks un dalībnieki.....	17
2. Darba drošība.....	17
3. Darbā izmantotais skaņas veids.....	17
3.1. Baltais troksnis .....	17
3.2. Stresu izraisoša trokšņa izvēle – izvēle, skaļums, veids, atskaņošana .....	18
4. Mīmikas parametri, radītāji .....	18
5. Izmantotie materiāli.....	20
6. Fizioloģisko parametru mērījumi .....	21
7. Pētījuma gaita.....	21
8. Datu apstrāde .....	22
9. Iekļaušanās ētikas un dzīvnieku aizsardzības normatīvos.....	22
REZULTĀTI .....	24
DISKUSIJA .....	30
SECINĀJUMI .....	32
PATEICĪBAS .....	33
LITERATŪRAS SARAKSTS .....	34
PIELIKUMI.....	38

## IEVADS

Mājas zirgi (*Equus caballus*) ir ļoti jutīgi dzīvnieki, kas savā vidē bieži ir pakļauti dažādiem stresa faktoriem, sākot ar transportēšanas radītajām problēmām un beidzot ar konstantu rosību un troksni lielajos zirgu staļļos. Stress zirgiem var būtiski ietekmēt viņu vispārējo labsajūtu, veiktspēju un dzīves kvalitāti. Tā kā izpratne par zirgu labturību turpina attīstīties, pieaug interese izpētīt jaunus veidus, kā uzlabot zirgu ikdienas dzīvi un mazināt ar stresu saistītās problēmas. Viena no pētījumu jomām, kas pēdējos gados ir pievērsusi plašāku uzmanību, ir baltā trokšņa potenciālā spēja mazināt stresu cilvēkiem un dzīvniekiem, kā arī maskēt pēkšņus trokšņus, kas var būt satraukuma avots (Celik M.Y. et al., 2020; Stanchina M. L. et al., 2005; Gogokhia N. et al., 2021).

Lai gan baltā trokšņa ietekme ir pētīta cilvēkam un dažādiem laboratorijas dzīvniekiem, visvairāk, pelēm un žurkām, tā ietekmei zirgiem vēl nav zināmu pētījumu. Tāpēc ir svarīgi novērtēt baltā trokšņa izpētes metodes un veikt pētījumu, lai noskaidrotu vai baltais troksnis smazina stresu zirgiem.

Pētījuma **mērķis** ir noskaidrot baltā trokšņa ietekmi uz zirgu stresa atbildes reakciju akūta audiāla stresora gadījumā, izpētot fizioloģiskās un mīmikas izmaiņas.

Lai sasniegtu mērķi tika izvirzīti sekojoši **uzdevumi**:

1. Izstrādāt pētījuma gaitu un veikt eksperimentu ar 15 zirgiem, lai pakļautu tos baltā trokšņa stimulam;
2. Izmērīt elpošanas frekvenci un noteikt tās izmaiņu stresora ietekmē kontroles mērījumā un baltā trokšņa atskaņošanas laikā;
3. Novērot zirga sejas mīmiku un noteikt tās izmaiņu stresora ietekmē kontroles mērījumā un baltā trokšņa atskaņošanas laikā;
4. Salīdzināt elpošanas frekvences izmaiņas un sejas mīmikas iegūtos datus un noskaidrot baltā trokšņa efektu uz zirga stresa atbildes reakciju.

# LITERATŪRAS APSKATS

## 1 Baltā trokšņa definīcija un īpašības

Ar terminu “baltais troksnis” (*white noise ang. val.*), šajā darbā atsaucos uz plašas frekvences skaņas kombināciju, citos resursos saukts arī par platjoslas troksni vai pilna spektra skaņu, kas satur visas frekvences ar vienādu sadalījumu un tam piemīt nemainīgā intensitāte (Geç, H., et al., 2024). Tas tiek velarvien pētīts dažādās jomās, kā relaksācijā, bezmiega ārstēšanā, fokusa un koncentrēšanās spēju uzlabošanai, mazuļu nomierināšanai un iemidzināšanai, ceļojumos un transportā, kā arī tā ietekmi uz dzīvnieku fizioloģiju (Ebben, M. R et al., 2021; Stanchina M. L. et al., 2005; Ilkkaya N. K., et al., 2014). Tās potenciālie ieguvumi, piemēram, relaksācijas veicināšanā un citu trokšņu maskēšanā, ir raisījuši pieaugošu interesi veikt dažādus pētījumus, lai noskaidrotu ietekmi uz stresa samazināšanu dažādām dzīvnieku sugām (Timchenko L. et al., 2023; Wolff, P. H. et al., 1974).

Baltais troksnis parasti tiek radīts, apvienojot skaņu visā dzirdamajā spektrā, kas nozīmē, ka tam ir vienāda skaņas intensitāte visās noteiktajās platuma joslās, mērot hercos (Hz), visbiežāk diapozonā no 20 līdz 20 000 Hz, kā rezultātā tiek iegūta nepārtraukta un vienmērīga skaņa, kuras jaudas spektrālais blīvums ir nemainīgs (Geç H., et al., 2024). Baltā trokšņa radīšanai var izmantot dažādas metodes, tostarp elektroniskās shēmas, programmatūras algoritmus un dabiskos avotus. Elektroniskajās shēmās balto troksni var radīt, izmantojot tādas komponentus kā rezistori un tranzistori. Šīs shēmas ģenerē nejaušus elektriskos signālus plašā frekvenču diapazonā, radot vēlamos baltā trokšņa raksturlielumus. Līdzīgi programmatūras algoritmi var radīt balto troksni, digitāli simulējot signālus. Šie algoritmi ģenerē skaitļu secību, kas atbilst katras frekvences komponentes amplitūdai, radot sintētisku baltā trokšņa signālu (Timchenko L. et al., 2023).

Baltais troksnis tā īpašību dēļ ir atradis potenciālu pielietojumu daudzos kontekstos gan cilvēku, gan dzīvnieku ikdienā. Viens no visbiežākajiem pielietošanas mērķiem ir citu skaņu maskēšana, kur baltais troksnis tiek izmantots, lai aizsegtu vai maskētu fona skaņas. Tas var būt īpaši noderīgi trokšņainā vidē, piemēram, noslogotos birojos vai guļamistabās, kas atrodas netālu no satiksmes, nodrošinot pastāvīgu un konsekventu fona skaņu, kas samazina pēkšņu vai traucējošu trokšņu ietekmi. Turklāt, baltais troksnis ir atzīts par tā potenciālajiem ieguvumiem, veicinot relaksāciju un palīdzot aizmigt. Pastāvīgā un paredzamā baltā trokšņa skaņa var radīt nomierinošu un iemidzinošu efektu, palīdzot cilvēkiem atpūsties un vieglāk aizmigt (Warjri E. et al. 2021). Ebben, M. et al. 2021.gadā veiktā pētījumā, kas novēroja baltā trokšņa ietekmi trokšņainajā

Ņujorkas vidē atklāja, ka tas maskē periodiskas skaņas, kas var traucēt miegu, tā uzlabojot vispārējo miega kvalitāti. Baltā trokšņa iekārtas un viedtālrunu lietojumprogrammas, kas rada balto troksni, ir kļuvušas par pieejamiem rīkiem miega uzlabošanai (Genç H., et al., 2024) gan pieaugušajiem, gan novērtas ka ir ļoti efektīvas arī zīdaiņiem. M.Y. Celik 2020. gadā veiktajā pētījumā ir noskaidrojies ka baltajam trokšņa efekts var būt iedarbīgs arī atsāpināšanā. Pētījumā tika atklāts, ka zīdaiņiem veicot invazīvas procedūras sāpju līmenis bija būtiski zemāks baltā trokšņa ietekmē.

Papildus pētījumiem cilvēku vidē baltais troksnis ir atradis potenciālu pielietojumu arī dzīvnieku jomā. Piemēram, balto troksni mēdz izmantot, lai radītu dzīvniekiem nomierinošu atmosfēru, samazinot to pakļaušanu pēkšņām vai nepazīstamām skaņām. Tas var tikt pielietots ar nolūku samazināt stresa līmeni un veicināt dzīvnieku atbrīvošanos procedūru vai izmeklējumu laikā, kā piemēram, veterinārajās klīnikās. Dzīvnieku patversmēs vai glābšanas centros balto troksni var izmantot, lai radītu ērtāku vidi, nodrošinot nepārtrauktu fona skaņu, kas maskē trokšņus un mazina trauksmi, ko apraksta Allred K. D et al. pētījums 2010. gadā. Piemēram, pētījumi ir parādījuši, ka baltā trokšņa iedarbībai var būt nomierinoša iedarbība uz laboratorijas dzīvniekiem. A. L. Baldwin et.al. (2007) atklāja, ka baltais troksnis samazina simpātiskās nervu sistēmas aktivitāti un uzlaboja relaksāciju laboratorijas žurkām, ko apstiprina N. Gogokhia et al. 2021 gada pētījums, kas liecina par baltā trokšņa nomierinošo iedarbību zemā skaņas intensitātē, bet stresu izraisošu – paaugstinātā skaņas intensitātē. Šie atklājumi vedina domāt, ka baltajam troksnim var būt līdzīga ietekme uz citiem dzīvniekiem, tostarp zirgiem. Izpratne par baltā trokšņa radīšanu un tā dažādajiem lietojumiem ir būtiska, lai izpētītu tā ietekmi uz dzīvnieku fizioloģiju un optimizētu dzīvnieku labklājību.

Izpētot literatūru, kas apraksta baltā trokšņa pielietojumu un efektus, var secināt, ka metodes kā balto troksni pielietot pētījumos, ir to atskaņot no speciālas ierīces, kas veido plašas frekvences skaņu, vai no digitāli veidota plašas frekvences skaņas ieraksta to atskaņojot caur skaļruni (Sejdic, 2013).

## **1.1 Baltā trokšņa pētījumi cilvēku fizioloģijā**

Pētījumiem par trokšņa nozīmi fizioloģijā un medicīnā ir tikusi pievērsta uzmanība jau kopš 2013. gada, par ko pēc E. Sejdic et al. veiktās izpētes, uzsverot trokšņa lomu biomedicīnas sistēmās un signālos. Tradicionāli troksnis tiek uzskatīts par kaitīgu sistēmas veiktspējai un precizitātei, kā rezultātā tiek izstrādātas dažādas metodes un instrumenti, kuru mērķis ir trokšņa noņemšana. Tomēr 2013 gadā veiktās izpētes rezultāti ir apstrīdējuši šo perspektīvu, atklājot, ka troksnis

patiešām var labvēlīgi ietekmēt biomedicīnas sistēmas (Sejdic et al., 2013) Šī pētījuma literatūras apskata apkopojums vedina domāt, ka troksnis nav tikai nevēlams artefakts, bet arī neatņemama biomedicīnas sistēmu sastāvdaļa, kam bieži ir būtiska nozīme to darbībā. Turklāt sākotnējie pierādījumi parāda, ka troksnim ir terapeitisks potenciāls dažādu slimību ietekmes mazināšanā. Darbs secina, ka turpmāka trokšņa lomas un tā pielietojuma izpēte medicīnā var radīt jaunas pieejas slimību ārstēšanai un invaliditātes profilaksei, paverot jaunas iespējas veselības aprūpes jomā, kā piemēram miega kvalitātes uzlabošanā, ko apraksta 2021. gadā Ebben et al. veiktais pētījums.

Baltā trokšņa ietekme uz miega kvalitāti un traucējumiem velarvien tiek pētīta. Tā kā baltajam troksnim raksturīga nomierinoša un pastāvīga skaņa, kas palīdz maskēt citus traucējošos trokšņus vidē, veicinot labvēlīgāku miega vidi. Baltā trokšņa iekārtu vai lietotņu izmantošana ir kļuvusi populāra kā miega līdzeklis. Vienmērīgā un konsekventā baltā trokšņa skaņa rada maskēšanas efektu, nomācot pēkšņus trokšņus un samazinot to spēju traucēt miegu (Stanchina et al., 2005). Turklāt baltais troksnis var radīt relaksācijas sajūtu un nodrošināt nomierinošu fona skaņu, ko pētījis Ilkkaya et al. 2014.gadā, kas var palīdzēt cilvēkiem ātrāk aizmigt un uzturēt stabilāku miega stāvokli, vēsta nesens, Warjri et al. 2022.gadā veikts pētījums, kas tika izstrādāts lai palīdzētu cilvēkiem cīnīties ar miega traucējumiem un bezmiegu. Izmantotās metodes iekļāva baltā trokšņa atskaņošanu miega laikā un kontroles grupu, kurai baltais troksnis netika atskaņots, kā arī tika noteikti dziļā un vieglā miega fāzes garumi. Pētījums liek domāt, ka baltais troksnis var uzlabot miega efektivitāti, samazināt aizmigšanas latentumu un palielināt kopējo miega ilgumu. Tomēr individuāla reakcija uz balto troksni var atšķirties, un ir svarīgi atrast pareizo baltā trokšņa skaņas intensitāti un veidu, kas atbilst indivīda vēlmēm, lai nodrošinātu optimālus miega ieguvumus (Ilkkaya et al., 2014).

Pašlaik notiekošs pētījums, ko veic Hasan Genç et al. no 2024. gada sākuma mērķis ir izpētīt virtuālā lietus meža (*ang. val.*, virtual rain forest - VRF) un baltā trokšņa (*ang. val.*, white noise - WN) mobilo lietojumprogrammu ietekmi uz pacientu apmierinātību, toleranci, komfortu un dzīvībai svarīgām pazīmēm artroskopiskas ceļa locītavas operācijas laikā. Artroskopija, izplatīta ortopēdiska procedūra intraartikulāru patoloģiju diagnosticēšanai un ārstēšanai, neskatoties uz minimālajām griezuma vietām, bieži izraisa stipras sāpes un stresu, kas var apdraudēt pacienta komfortu un apmierinātību. Šis pirms-testa un pēc-testa randomizēts kontrolēts izmēģinājuma pētījums parāda iespējamus ieguvumus no vienkāršu, neinvazīvu metožu kā, piemēram, VRF un WN izmantošanas pielietojumu, artroskopijas laikā. Pētījums, kurā piedalījās 93 dalībnieki, atklāja ievērojamus uzlabojumus tolerances, apmierinātības, komforta, elpošanas ātruma un skābekļa piesātinājuma līmenī, kā arī ievērojamu sirdsdarbības ātruma un asinsspiediena samazināšanos gan

VRF, gan WN grupās ( $p < 0,05$ ). Un otrādi, kontroles grupā būtiskas izmaiņas netika novērotas. Genç et al. (2024) atklājumi uzsver VRF un WN iejaukšanās potenciālu, lai uzlabotu pacienta pieredzi un pozitīvi ietekmētu dzīvībai svarīgās pazīmes artroskopisko procedūru laikā.

S. Kucukoglu 2016. gadā veiktajā pētnieciskajā pētījumā mērķis bija izpētīt baltā trokšņa kā uzmanības novēršanas metodes iespējamo potenciālu vakcinācijas radīto procedūru sāpju mazināšanai priekšlaicīgi dzimušiem zīdaiņiem. Pētījums tika veikts Turcijas universitātes slimnīcas jaundzimušo intensīvās terapijas nodaļā (NICU). Dalībnieki sastāvēja no 75 priekšlaicīgi dzimušiem zīdaiņiem, no kuriem 35 zīdaiņi bija pētījuma grupā un 40 zīdaiņi kontroles grupā, kuri atbilda iekļaušanas kritērijiem. Šī pētījuma rezultāti parāda, ka baltais troksnis efektīvi mazināja vakcinācijas procedūras sāpes priekšlaicīgi dzimušiem zīdaiņiem vakcinācijas laikā atskaņojot to vien 10 minūtes pirms vakcinācijas un vakcinācijas laikā. Papildu pētījumi var sniegt dziļāku ieskatu mehānismos un optimālā baltā trokšņa ieviešanā kā uzmanības novēršanas metode, lai mazinātu sāpes priekšlaicīgi dzimušiem zīdaiņiem, veicinot uzlabotu aprūpes praksi NICU vidē (Kucukoglu, 2016).

Citā pētījumā, ko veica Mehmet Emin Düken et al. pagājušajā, 2023. gadā tika izpētīta baltā trokšņa un masāžas ietekme uz fizioloģiskajiem parametriem priekšlaicīgi dzimušiem zīdaiņiem. Rezultāti atklāja būtiskas atšķirības maksimālās sirdsdarbības ātruma, elpošanas ātruma un skābekļa piesātinājuma vērtībās priekšlaicīgi dzimušiem zīdaiņiem, kas pakļauti baltajam troksnim, salīdzinot ar kontroles grupu. Interesanti, ka netika novērota būtiska atšķirība starp baltā trokšņa un masāžas ietekmi. Pētījuma analīze parādīja konsekventu maksimālā sirdsdarbības ātruma un elpošanas ātruma samazināšanos, kā arī skābekļa piesātinājuma vērtību palielināšanos baltā trokšņa grupā. Noslēgumā Düken et al. pētījumā tika konstatēts, ka baltais troksnis ir efektīvs priekšlaicīgi dzimušu zīdaiņu fizioloģisko parametru modulēšanā, kas norāda par tā iespējamo izmantošanu kā terapeitisku iejaukšanos jaundzimušo intensīvās terapijas nodaļās.

Berna Aksoy un Levent Ozturk 2024. gada pētījumā tika pētīta vides baltā trokšņa un mūzikas ietekme uz pirmā kursa medmāsu studentu fizioloģiskajiem un psiholoģiskajiem rādītājiem. Pētījumā tika uzsvērts, ka māsu studenti prasmju apguves laikā nereti izjūt bailes un trauksmi. Rezultāti parādīja, ka gan mūzikas, gan baltā trokšņa klausīšanās var efektīvi samazināt trauksmi un potenciāli uzlabot akadēmiskos panākumus māsu studentu vidū. Iecienītākās mūzikas klausīšanās uzrādīja labvēlīgus rezultātus prasmju un apguves veicināšanā. Pētījumā tika izmantots randomizētas kontroles dizains un dažādi novērtēšanas rīki, tostarp stāvokļa-pazīmju trauksmes novērošana un dzīvības pazīmju novērtēšanas veidlapas. Rezultāti liecināja par statistiski nozīmīgu atšķirību trauksmes līmeņa samazināšanai pēc mūzikas un baltā trokšņa atskaņošanas. Būtiskas

atšķirības prasmju pārbaudes rezultātos starp grupām netika novērotas ( Ozturk, Aksoy, 2024). Līdzīgi atklājumi 2010 gada pētījums, ko veicis Allred K. D. et al. bija nonācis pie secinājuma, ka mūzika var būt efektīva trauksmes samazināšanai, tā apliecinot skaņas iespējamo efektu stresa reducēšanai cilvēkiem.

Jauns pētījums, ko 2022. gadā veica M. Awada et al., pētīja baltā trokšņa ietekmi un tā ietekmi uz kognitīvo veiktspēju, radošumu un stresa līmeni. Lai gan troksnis bieži tiek uzskatīts par traucējošu faktoru, Awada (2022) pētījums vedina domāt, ka indivīdi ar uzmanības deficīta un hiperaktivitātes traucējumiem vai cilvēki, kas nav pietiekami uzmanīgi, var gūt labumu no baltā trokšņa, lai uzlabotu savas kognitīvās spējas. Pētījuma mērķis bija izpētīt divu dažādu baltā trokšņa apstākļu (viens pie 45 dB un otrs pie 65 dB) ietekmi uz neirotipisku (raksturo netipisku neiroloģisku uvedību, kā, piemēram, uzmanības deficīts) jaunu pieaugušo izziņas veiktspēju, radošumu un stresa līmeni privātā biroja vidē. Baltā trokšņa ietekme pie 45 dB uzrādīja pozitīvu ietekmi uz kognitīvo veiktspēju, tostarp noturīgu uzmanību, precizitāti un uzdevumu izpildes ātrumu. Turklāt šis nosacījums uzlaboja dalībnieku radošumu un izraisīja zemāku stresa līmeni. Un otrādi, baltā trokšņa stāvoklis pie 65 dB uzlaboja darba atmiņu, bet izraisīja augstāku stresa līmeni. Šie rezultāti parāda, ka dažādiem uzdevumiem optimālai veiktspējai var būt nepieciešami dažādi baltā trokšņa līmeņi. Awada et al., (2022) pētījuma ietekme ir nozīmīga, jo tā veido pamatu baltā trokšņa iekļaušanai kā instrumentam, lai uzlabotu iekštelpu darbinieku veiktspēju. Tomēr, nosakot atbilstošu baltā trokšņa līmeni, ir ļoti svarīgi ņemt vērā uzdevumam specifiskās prasības, N. Gogokhia et al. 2021 gadā veiktajā pētījumā ar žurkām arī novēro baltā trokšņa atšķirīgos efektus dažādās skaņas intensitātēs – augstā radot satraucošu efektu un zemā - nomierinošu. Šis pētījums pievērs uzmanību, ka turpmāk pētīt balto troksni ir būtiski jāizsver kādu skaņas intensitāti pētījumā izmantot, lai iegūtu vēlamo efektu, kā arī ikdienā pielietojot balto troksni dažādiem mērķiem ir jāzin atšķirības tā efektā atkarībā no skaņas intensitātes.

## 1.2 Baltā trokšņa pētījumi dzīvnieku fizioloģijā

Tā kā pašlaik zināmi baltā trokšņa pētījumi ar zirgiem vēl nav veikti, tika apskatīti pētījumi baltā trokšņa jomā ar citiem dzīvniekiem, lai prognozētu iespējamās rezultātus šajā pētījumā.

A.L. Baldwin 2007. gadā veiktajā pētījumā tika veikti eksperimenti ar *Sprague Dawley* šķirnes žurkām, lai pārbaudītu ietekmi, ko rada ikdienas 15 minūšu baltā trokšņa (90 dB) iedarbība 3 vai 6 nedēļu laikā. Pētījuma mērķis bija izpētīt baltā trokšņa ietekmi uz sirds un asinsvadu sistēmu un zarnu gļotādu. Vienā eksperimentu piegājienā sirds un asinsvadu atbildes reakcijas tika uzraudzītas, izmantojot radiotelemetriju. Rezultāti parādīja, ka baltā trokšņa iedarbība palielināja

sirdsdarbības ātrumu un vidējo arteriālo spiedienu, vienlaikus samazinot parasimpātiskās nervu sistēmas stimulāciju. Otrā eksperimenta daļā žurkas tika sadalītas divās grupās: viena tika pakļauta baltajam troksnim 3 nedēļas, bet otra grupa tika turēta klusā vidē. Žurku tievās zarnas tika pārbaudītas mikroskopiski. Trokšņa iedarbībai pakļautajām žurkām bija ievērojamas iekaisuma pazīmes zarnu bārkstiņās, tostarp augstāks eozinofilu un degranulētu tuklo šūnu līmenis, kā arī pietūkušas bārkstiņas un paplašināti epitēlija šūnu savienojumi.

Šie atklājumi parāda, ka baltais troksnis pie 90 dB samazina parasimpātiskās nervu sistēmas stimulāciju un izraisa iekaisuma reakciju zarnu gļotādā, izraisot strukturālus bojājumus. Šie rezultāti atbilst koncepcijai par stresa reakciju, ko izraisa baltā trokšņa iedarbība (Baldwin, A. L., et al., 2007). Lai gan baltais troksnis visbiežāk tiek sasaistīts ar nomierinošu un atsāpinošu iedarbību, ko atbalsta pētījumi, kā E. Warjri et al. (2022) un S. Kucukoglu (2016), A. L. Baldwin pētījums parāda pretunu, 15 minūšu pakļaušana 90 dB baltajam troksnim žurkām samazina parasimpātiskā nervu sistēmas darbību, kas saistās ar stresa pieaugumu.

Jaunāka - 2021. gadā veiktā N. Gogokhia et al. pētījuma mērķis bija izpētīt ar dzimumu saistītās atšķirības, reaģējot uz ilgstošu augstas intensitātes baltā trokšņa (High Intensity White Noise – HIWN, ang. val.) iedarbību un tā ietekmi uz trauksmes līmeni laboratorijas žurkām. *Wistar* šķirnes žurku tēviņi un mātītes tika pakļauti HIWN iedarbībai 10 dienas pēc kārtas 1 stundu katru dienu. 11. dienā tika vērtēts viņu sniegums atklātā laukā un labirinta testos. Rezultāti atklāja, ka žurku tēviņiem bija augstāka trauksmei līdzīga reakcija uz HIWN, salīdzinot ar mātītēm. Tas bija redzams, pārbaudot rezultātus un mainot parametrus atklāta lauka un labirinta apstākļos. Šie rezultāti uzsver, cik svarīgi ir ņemt vērā ar dzimumu saistītās atšķirības, pētot neirobioloģiskos aspektus un trauksmes ārstēšanas pieejas, tostarp HIWN iedarbības ietekmi. Šis pētījums arī parāda, ka baltā trokšņa ietekme uz indivīdu atšķiras starp dzimumiem, kā arī, ka iespējamais trauksmes cēlonis ir nevis baltais troksnis, bet tā paaugstinātā intensitāte. 2010 gadā G. Lee veiktais pētījums izskaidro stresa reakciju cēloni augstas intensitātes baltā trokšņa ietekmē. Tas apraksta, ka pieaugot skaņas intensitātei, no 50 līdz 80 dB trokšņa ietekme no nomierinošas kļūst par stresu izraisošu, kas noteikts ar izmaiņām sirdsdarbības ritmā laboratorijas žurkām, kas izskaidro novērotās pretrunas par baltā trokšņa stresu izraisošām īpašībām, kas apskatītas iepriekšējos pētījumos.

## **2 Fizioloģisko rādītāju izmaiņas kā stresa indikatori**

Izpratne par ķermeņa fizioloģisko reakciju uz stresu ir būtiska, lai precīzi noteiktu stresu dzīvniekiem un ņemtu vērā citus faktorus, kas stresa reakciju var paaugstināt. Stresa reakcijas ietver kompleksu mijiedarbību starp centrālo nervu sistēmu un dažādiem fizioloģiskiem ceļiem,

izraisot novērojamas uzvedības un fizioloģiskas izmaiņas. Organisms iekšējos un ārējos apstākļus uztver caur dažādiem receptoriem, nododot informāciju centrālajai nervu sistēmai, kur tā tiek apstrādāta. Reaģējot uz stresu, signāli tiek sūtīti caur eferentiem nerviem. Fizioloģiskās reakcijas ietver hipotalāma-hipofīzes-virsnieru garozas ass (HPA) un simpātiskās-virsnieru dziedera serdes (SAM) ass aktivizēšanu. SAM ass nodrošina tūlītējas reakcijas caur simpātisko nervu sistēmu, ietekmējot dažādas ķermeņa funkcijas. Stresa signāli pārvietojas no smadzenēm uz simpātisko stumbru, ietekmē asinsvadus, sviedru dziedzerus, muskuļus un citus dziedzerus, vienlaikus ietekmējot arī sirdsdarbību, aknas un plaušas (Tartaglia, 2002). Simpātiskās nervu sistēma inervē arī virsnieru sredi atbrīvojot adrenalīnu, kas vēl vairāk stimulē simpātisko nervu sistēmu un uzlabo enerģijas pieejamību (Squires E.J. et al. 2003). Kortizols, vēl viens galvenais hormons, paaugstina glikozes līmeni asinīs, ietekmē asinsspiedienu un samazina iekaisumu, sniedzot būtisku informāciju par ķermeņa reakciju uz stresu (Becker-Birck et al., 2013).

Pētot zirgus, visbiežāk pētniekiem interesē īslaicīgais stress. Īstermiņā mērot stresa parametrus piemēroti ir sirdsdarbības ritma noteikšana un elpošanas frekvence, kuri ir savstarpēji ļoti cieši saistīti, un savstarpēji viens otru ietekmē, jo elpošana regulē asins pieplūdi caur vēnām uz sirdi, kā arī piedalās humorālajā regulācijā, ko apraksta König et al., 2017 gadā. Pētījums apraksta arī, ka sirds un elpošanas ritma attiecība ir tieši proporcionāla – samazinoties vai palielinoties vienam lielumam, attiecīgi mainas arī otrs lielums. Stresa laikā pieaug nepieciešamība pēc enerģijas, un visefektīvākais veids kā apmierināt šo vajadzību ir piegādāt gana daudz skābekli, glikozes šķelšanai, kas liek pieaugt elpošanas frekvencei.

## **2.1 Īstermiņa stresa indikatori zirgiem**

Lai iegūtu precīzākus stresa atbildes reakcijas mērījumus tiek rekomendēts kombinēt uzvedības un fizioloģiskos mērījumus. Uzvedības un fizioloģiskajiem mērījumi ir jābūt pietiekami precīziem, lai veiksmīgi noskaidrotu saistību starp tiem un stresa līmeni. Tiek rekomendēts, limitēt apkārtējās vides ietekmi, lai mērījumiem sniegtu augstāku precizitāti, ko apraksta Dawkins et al. 2003.gada pētījumā aprakstot uzvedības un fizioloģijas parametru saistību ar dzīvnieku labturību.

Lai izvēlētos šim pētījumam vispiemērotāko metodi tika apskatīti dažādi parametri kuri var kalpot kā stresa indikatori zirgiem, kā arī izvērtēts to iespējamais pielietojums un efektivitāte.

Laigan kardiovaskulārie parametri ir plaši izmantota, lēta un vienkārša, un neinvazīva metode, kā noteikt stresu dažādiem dzīvniekiem, ir būtiski izslēgt vai limitēt citus faktoros, kas var ietekmēt sirdsdarbību, kā fiziskās aktivitātes, temperatūra vai dienakts laiks, jo naktī sirdsdarbība būs lēnāka. Vēl jāņem vērā, ka zirgi ir ļoti jutīgi dzīvnieki un sirds ritma noteikšana pieskaroties

zirgam var to paātrināt, tā ietekmējot pētījuma rezultātus, par ko vēsta Becker-Birck M. et al. 2013 gada pētījumā, kas apskatīja kortizola līmeņa korelāciju ar sirds ritma izmaiņām zirgiem. Ja pat izmanto sirdsdarbības frekvences pieaugumu, starpība ietekmējošam faktoram var būt atšķirīga starp zirgiem, ņemot vērā, ka pulsa noteikšana var satraukt jutīgāku zirgu vairāk, kā mierīgāku un nosvērtāku indivīdu, par ko vēsta Rietmann et al., 2004. gada pētījumā, apskatot uzvedības parametru saistību ar sirdsdarbības ritma mainību stresora ietekmē. Zirgiem, sirdsdarbības ritma izmaiņu mērījumi, var būt noderīgs līdzeklis, lai novērtētu bailes un trauksmi, kā arī augsta līmeņa stresu, ne mazu stresa līmeni vēsta Myrtek et al.(2004) pētījums, kas dziļāk pētīja sirdsdarbības ritma un zirgu labturības saistību.

Lai gan stresa endokrinoloģisko rādītāju līmenis asinīs vai plazmā var sniegt precīzus stresa mērījumus, asins paraugu ņemšanu pašu par sevi var uztvert kā stresa izraisošu faktoru, un tas var ietekmēt rezultātus par ko vēsta Squires et al., pētījums 2003 gadā. Lai novērtētu īslaicīgu stresu no endokrinoloģiskiem parametriem kortizols jāievāc no siekalām vai plazmas (Colborn et al., 1991), kas samazina metodes efektivitāti, jo paša parauga paņemšana dzīvniekam var izraisīt īslaicīgu stresu, kas padara rezultātus grūtāk analizējamus un mazāk reprezentatīvus. Kā arī jāņem vērā, ka lai iegūtu plazmas paraugu ir nepieciešama speciālista palīdzība, kas metodi padara sarežģītāku, kā arī analīžu veikšana – dārgāku. Citi zirgiem izmantoti stresa rādītāji ir laktāta līmenis plazmā vai asinīs, askorbīnskābes koncentrācija plazmā, prolaktīns, jodtironīns, seruma kreatīnkināzes aktivitāte un plazmas-endorfīns, kā arī dažādi citi parametri, piemēram, saistīti ar asins ķīmisko sastāvu un imūno funkciju (Squires E.J. et al. 2003 ). No iepriekš minētajiem parametriem endorfīns var būt īpaši nozīmīgs parametrs psiholoģiskajam stresam vēsta Foley et al.1979 veiktais pētījums par beta-endorfīna efektu, jo tam ir pretsāpju iedarbība, bet arī endorfīna parauga izmantošanai nepieciešama asins parauga ievākšana, kas izraisa papildus stresu zirgam.

Acu temperatūras izmaiņu monitorings ir salīdzinoši jauna metode, kas ir tikusi izmantota, lai novērtētu zirgu reakciju uz potenciālām stresa situācijām. Eddy A. Let al. 2001. gadā atklāja korelāciju starp acu temperatūras pieaugumu un kortizola līmeņa paaugstināšanos stresa situācijās zirgiem, kur atšķirības temperatūrā maksimizējās desmitajā minūtē, bet šī jaunajā metode vel ir padziļināti jāizpēta, lai izlēgtu citus iespējamus acu temperatūras pieauguma cēloņus, kā arī jāizmanto profesionāla tehnika, lai minimālās temperatūras izmaiņas piefiksētu.

Uzvedības rādītāji var labi atspoguļot stresa klātesamību zirgos, vairāk nekā ar fizioloģiskiem parametriem uzvedība var norādīt uz stresa faktora būtību, piemēram, ja ir iesaistīts vienkāršs vingrinājums vai tam ir papildus sāpes, trauksme vai bailes (Bachmann, 2003). Metodes būtiskākais trūkums ir, ka ir grūti nomērīt stresa intensitātes pakāpi. Metodi var izmantot tikai lai

noteiktu stresa esamību, bet iegūtie dati ir grūti analizējami vēsta Dawkins et al, 2003.gadā, kurš laigan veica pētījumu kurš nebija saistīts ar zirgiem, to apstiprina arī Koning et al. vēlākā – 2017.gadā veiktā pētījumā, kas specializējās tieši stresa indikatoru zirgiem izpētē.

## **2.2 Baltā trokšņa ietekmes noteikšanai izmantotie stresa indikatori zirgiem**

### **2.2.1 Elpošanas frekvences izmaiņas**

Viena no elpošanas frekvences noteikšanas metodēm ir vērot krūškurvja izplešanos un skaitīt ieelpas vai izelpas. Lai precīzāk noteiktu ieelpas var novietot roku uz ribām. Parasti skaita ieelpas 15 sekundēs un rezultātu sareizina ar 4, bet tākā zirgu elpošanas ritms ir ļoti lēns, iesakāms skaitīt 30 sekundes. Elpošanas ritma noteikšanai var izmantot arī fonedoskopu, bet tas nav ieteicams, jo uztrauks lieki zirgu, kā arī zirga ieelpas ir ļoti klusas un grūti saklausāmas. Otra elpošanas frekvences noteikšanas metode ir novietot plaukstu pie dzīvnieka deguna un skaitīt izelpas. Rokai jābūt tīrai, bez barības paliekām uz tās, vai ieteicams bez specifiskas smaržas, lai zirgs necenstos roku sasmaržot vai nolaizīt, tā iegūstot neprecīzus rezultātus vēsta Kuehn N., 2013 gada raksts.

Elpošanas frekvence zirgiem ir ievērojami zemāka kā pārējiem dzīvniekiem svārstoties no 10-14 ieelpām minūtē miera stāvoklī vēsta vairāki avoti (Visser et al., 2008; König, 2017; Brūveris Z. et al., 2018), kas korelē ar lēnāku sirdsdarbības frekvenci, bet jāņem vērā, ka elpošanas frekvenci ietekmē dažādi faktori, kā

- Apkārtējās vides temperatūra
- Respiratorās slimības
- Sāpes
- Alerģijas un jutība pret gaisa kvalitātes izmaiņām
- Fiziskā sagatavotība
- Vecums (jaunzirgu elpošanas frekvence būs augstāka)
- Asins pH līmenis un CO<sub>2</sub> līmenis asinīs
- Stress
- Pēc barības uzņemšanas sirdsdarbības un elpošanas frekvence būs ātrāka
- Diennakts laiks (naktī frekvence būs zemāka) (König, 2017; Huangaksri, 2024.)

Tas liek domāt, ka šie faktori jāņem vērā izmantojot elpošanas frekvenci kā stresa indikatoru. Salīdzinot ar miera stāvokli pārējie ietekmējošie rādītāji ir jālimitē vai jāuztur konstanti (kā

diennakts laiks, vides temperatūra u.c.) , kā arī analizējot pētījuma rezultātus jāņem vērā zirga vecums un, ja zināma slimības vēsture, it īpaši tāda, kas saistīta ar elpošanas traucējumiem.

Pēc elpošanas sistēmas pārskata var secināt, ka laigan elpošanas sistēmas izmaiņu novērojams iespējams ir neinvazīva metode stresa noteikšanai, visus elpošanas frekvences izmaiņu parametrus nav iespējams kontrolēt, kā slimības vai slimību vēsture vai fiziskā sagatavotība (Hodgson et al., 2014), tāpēc izmantojot elpošanas frekvences izmaiņu kā stresa indikatoru ieteicams to kombinēt ar citiem fizioloģisko rādītāju mērījumiem vai uzvedības un sejas mīmikas rādītājiem. Turklāt elpošanas frekvences noteikšana zirgiem iespējams ir pieejama metode, ņemot vērā, ka to iespējams noteikt pa attālumu dzīvnieku nekādā veidā neietekmējot un vērojot krūškurvja kustības, vai ziemā, zemā temperatūrā novērojot izelpu veidotos tvaika mākoņus. Metode arī neprasa liekas izmaksas, kā arī ir vienkārši veicama un neprasa speciālista klātbūtni tās īstenošanai.

### **2.2.2 Sejas mīmikas rādītāji**

Sejas mīmikas rādītāji kā stresa noteikšanas metode ir salīdzinoši jauna, un līdz šim zināms, ka pētīta žurkām, nosakot to pozitīvās emocijas (Finlayson, 2016), jēriem saistot to ausu novietojumu ar sāpēm (Guesgen, 2016), govīm izpētot to acu atvērumu un acu baltuma parādīšanas saistību ar sāpēm vai bailēm (Lambert, 2017) un ausu pozīcijas potenciālo saistību ar pozitīvām emocijām (Proctor, 2014), kā arī ir veikti pētījumi par zirgu acu atvērumu un plakstiņu saspringuma saistību ar pozitīvām emocijām (Hintze, 2016). Bet L.Lansade et al. 2018. gadā veiktajā pētījumā, kurā tika pētīts pozitīvu emociju, uzvedības un fizioloģisko rādītāju saistība ar sejas mīmiku zirgiem, tika aprakstīts vairāku mīmikas pazīmju kopums, kas dod plašāku ieskatu par zirga stresa līmeni. Lansade et al. 2018. gadā veiktajā pētījumā, pētnieki izmantoja oksitocīna līmeņa analīzi no asins parauga, uzvedības un sejas mīmikas novērošanu, taustes stimulāciju ar atšķirīgām zirgu kopšanas metodēm, kas iekļāva sukāšanu, apmatojuma kopšanu, nagu kopšanu u.c., lai izraisītu kontrastu zirgu emocijās. Pētījumā tika veikta kopšana, izmantojot fiksētu procedūru, kas dažiem zirgiem izraisīja izvairīšanās reakcijas. Kortizola, oksitocīna, sirdsdarbības ātruma un sirdsdarbības ātruma mainīgums neuzrādīja būtiskas atšķirības pirms un pēc kopšanas sesijām. Pēc 11 sesijām tika konstatēts, ka bazālais oksitocīna līmenis maigās kopšanas grupā ir augstāks nekā kontroles grupā.

Sejas izteiksmes tika analizētas kopšanas sesiju laikā, atklājot būtiskas atšķirības starp grupām. Daži no noteiktajiem mīmikas parametriem, kas tika novēroti pētījumā iekļāva tādas pazīmes kā "augsts kakls", "acu baltums", "plaši atvērtas acis", "savilkta lūpa", "asimetriskas ausis", kā nervozas uzvedības rādītāji, un "vidējs kakls", "pusaizvērtas acis", "lūpa izstieptas uz

priekšu ", "augšlūpa izstiepta un nekustīga" un "ausis vērsta atpakaļ" kā relaksētas uzvedības rādītāji. Pētījuma rezultāti lieliski atspoguļo, ka sejas izteiksmju novērošana var dot plašāku ieskatu stresa un nervozitātes noteikšanā, kad sirdsdarbības ritms vai citi rādītāji nevar sniegt rezultātus (Lansade et al., 2018).

Veicot rūpīgu literatūras apskatu, tika noskaidrots, ka sejas mīmikas un elpošanas frekvences izmaiņu rādītāji ir derīgas, nedārgas un pietiekami efektīvas metodes zirgu stresa novērtēšanai, kas neprasa specializētu tehniku vai iepriekšēju apmācību tā padarot tās pieejamas atoram un izmantošanai stresa noteikšanai pētījumā. Tika konstatēts, ka šīs metodes ir minimāli invazīvas, nodrošinot dzīvniekiem minimālu papildu stresu.

# MATERIĀLI UN METODEDES

## 1. Pētījuma vieta, laiks un dalībnieki

Pētījums tika veikts privātteritorijā, kas atrodas Priežciemā, zirgu stallī ar 15 zirgiem vecuma posmā no 11-23 gadiem. Vieta ir nomaļa un apkārt esošais ciemats ir salīdzinoši kluss, stallim blakus atrodas mežs un ganību pļavas zirgiem, 7,6 km attālumā atrodas lidosta "Rīga", kas ir tuvākais trokšņa avots. Pētījums norisinājās no 2024.gada 22. – 29. aprīlim ieskaitot.

Pētījumā tika izpētīti 15 zirgi vecuma posmā no 11-23 gadiem, no kuriem 6 ir kastrāti un 9 ķēves (pētījumā netika iekļauti ērzeļi). Pētījums tika veikts ar vienu zirgu grupu, kas sastāv no 15 dalībniekiem, laiks starp kontroles mērījumu un pētījuma mērījumu ievākšanu – vismaz 1 nedēļa. Tā kā visi zirgi ir no atrodas vienā stallī, tiem ir līdzīgi dzīvošanas, labklājības, barības un barošanas ritma un to kopšanas apstākļi.

## 2. Darba drošība

Pētījuma laikā būtiski ievērot darba drošību stallī un atrodoties blakus zirgam. Veicot mērījumus, vedot zirgu vai atrodoties tam blakus vienmēr jātur redzeslokā zirga kājas un galva, jāņem vērā, ka drošākā vieta pie zirga ir pie tā kreisās priekškājas pleca, jo tā ir puse pie kuras zirgi ir visvairāk pieraduši, ka veic dažādas darbības. Vedot zirgu, tas ir cilvēkam jāved ar labo roku, pie labās puses, pavadu tur vienā vai abās rokās, bet nekādā gadījumā netin ap rokām. Veicot pētījumu zirgu tur stāvēt, vismaz viena metra attālumā, lai to vieglāk panāktu var izmantot garāku pavadu. Zirgam nestāv aiz tā muguras un ievēro vismaz 2m distanci no tā pakājkājām ejot garām tam no mugurpuses, veicot pētījumu jauzvedas mierīgi un saprātīgi, neveicot straujas kustības, neklīdzot un citādi nebaidot zirgus. Zirgu vest pie pavadas un veikt mērījumus drīkst tikai cilvēks ar pieredzi zirgu jomā, lai laicīgi pamanītu zirga ķermeņa valodas izmaiņas un pamanītu, ja zirgs jūtas nekomfortabli, vai gatavs aizstāvēties, datus ievāca darba autore ar 11 gadu pieredzi ar zirgiem un kā asistentu izvēlējās zirga saimnieku, vai kādu no staļļa darbiniekiem ar iepriekšēju pieredzi.

## 3. Darbā izmantotais skaņas veids

### 3.1. Baltais troksnis

Pētījumā tika izvēlēts pārbaudīt baltā trokšņa efektivitāti pēkšņu trokšņu maskēšanā, stresa samazināšanā un kopējai zirga nomierināšanai. Pētījumā baltā trokšņa skaņas intensitāte tika izvēlēta 35 dB. Balto tika atskaņots 20 minūtes, lai dotu iespēju zirgam pierast pie fona trokšņa un

dos laiku relaksācijai. Baltais troksnis tika atskaņots no tālruņa aplikācijas “White Noise Lite”, skaņas intensitāti pārbaudot ar “Sound Meter” aplikāciju.

### **3.2. Stresu izraisošā trokšņa izvēle – izvēle, skaļums, veids, atskaņošana**

Tika izvēlēts atskaņot sirēnas audioierakstu, kas ņemts no aplikācijas “Siren sounds”, kā stresoru to atskaņojot 2 metru attālumā no zirga galvas. Tika izvēlēts to atskaņot 75 dB skaņas intensitātē balstoties uz izpētītās literatūras (Gogokhia et al., 2021; Lee et al., 2010). Skaņas intensitātes pārbaudei tika izmantota aplikācija telefonā “Sound Meter”. Troksnis tika atskaņots 5-7 sekundes, lai troksnis būtu pēkšņš un negaidīgs, kā arī lai nedotu iespēju dzīvniekam pierast pie pēkšņā skaņas avota.

## **4. Mīmikas parametri, radītāji**

Zirga sejas mīmika tika noteikta pārskatot video ierakstus un nosakot pazīmes pēc Lansade L. et al. pētījumā minētajiem sejas mīmikas parametriem, kas aprakstīti un attainoti 1.tabulā, pēc tiem tika analizētas un novērotas zirga sejas mīmikas pazīmes no iegūtajiem videoierakstiem un saskaitītas par stresu liecinošu pazīmju skaits katram zirgam.

## 1.tabula.

Zirga sejas mīmikas parametri ( Lansade L. et al., 2018).

**Table 1.**

Parameters of horse facial mimicry (Lansade L. et al., 2018).

<b>Galvas daļa</b>	<b>Pazīme</b>	<b>Apraksts</b>	<b>Raksturojums</b>
<b>Kakla augstums</b>	Augsti novietots	Leņķis starp kaklu un skaustu no 130 līdz 165°	Saspringums, stress
	Vidēji novietots	Leņķis starp kaklu un skaustu no 166 līdz 201°	Miers/ neitrāli
	Zemu novietots	Leņķis starp kaklu un skaustu no 202 līdz 237°	Miers
<b>Acu atvērums</b>	Plaši atvērtas	Plakstiņi pilnībā atvērti, redzami acu baltumi	Interese/ Uzbudinājums /Stress
	Puspievērtas	Plakstiņi ir tikai nedaudz atvērti vai vidējā atvērumā	Miers
<b>Lūpu saspringums</b>	Taisnas lūpas	Lūpās nav saspringuma, un tās ir vienā līmenī viena ar otru	Miers, neitrāli
	Savilkta lūpa	Lūpas ir savilkta. Augšlūpas stūris ir savilkts un saraustīti pacelts	Stress, saspringums/ sāpes
	Lūpas izstieptas uz priekšu un raustās	Augšējā un/vai apakšējā lūpa ir izstiepta un raustās vai pārvietoja laterāli vai vertikāli	Interese, miers
	Augšējā lūpa izstiepta un nekustīga	Augšlūpa ir izstiepta uz priekšu un nekustīga, apakšējā lūpa ir nekustīga	Miers, atslābums
<b>Ausu novietojums</b>	Asimetriskas ausis	Ausis orientētas dažādos virzienos (uz priekšu, atpakaļ vai uz sāniem)	Miers
	Vērstas uz priekšu	Ausis vērstas uz priekšu	Interese/ Uzbudinājums
	Vērstas atpakaļ	Ausis vērstas uz aizmuguri, gandrīz vienā līmenī ar degunu, fiksētā stāvoklī	Nepatika
	Vērstas atpakaļ un saspringtas	Ausis pilnībā atglaustas atpakaļ krēpēs	Stress, uzbudinājums

Nosakot sejas mīmikas pazīmes, tika novērota kakla pozīcija (augstums), acu atvērums, lūpu saspringums un ausu novietojums, lai labāk šīs pazīmes izprastu, tika izpētīts Lansade L. et al. pētījumā sniegtie attēli.



**1.attēls.** Sejas mīmika zirgiem miera un stresa stāvoklī. Autores modificēts attēls no Lansade L. et al., 2018 gada pētījuma.

**Figure 1.** Facial mimicry in horses at rest and under stress. Image modified by the author from a 2018 study by Lansade L. et al.

Attēla kreisajā pusē redzama zirga sejas mīmika miera stāvoklī – zems kakls, asimetriskas ausis, puspievērtas acis un augšējā lūpa izstiepta un nekustīga. Labajā pusē redzama zirga sejas mīmika uzbudinājuma un stresa stāvoklī – augsti novietots kakls, plaši atvērtas acis, ausis vērstas uz sāniem un fiksētas, savilkta lūpa un augšlūpa stūris ir savilkts un saraustīti pacelts.

## 5. Izmantotie materiāli

Skaņas atskaņošanai izmantoti viedtālruni – baltā trokšņa atskaņošanai izmantots Samsung Galaxy S20 (2020. gada 6.marta izlaidums) un otrs sirēnas trokšņa atskaņošanai Samsung Galaxy Xcover 5 (2021. gada 12.marta izlaidums) - , trešais – Apple iPhone 12 (2020. gada 23. oktobra izlaidums) izmantots skaņas intensitātes pārbaudei. Skaņas intensitātes pārbaudei izmantota aplikācija “Sound Meter”, kuras izstrādātājs ir ”Splend Apps” un pēdējais atjauninājums veikts 2023. gada 29. Augustā. Baltais troksnis ņemts no aplikācijas “White Noise Lite” , kuras izstrādātājs ir ”TMSOFT” un pēdējais atjauninājums veikts 2024. gada 22. Februārī. Sirēnu troksnis ir no aplikācijas “Siren sounds” 2013. gada 29. oktobra izlaiduma, kuras izstrādātājs ir “Ape Apps”. Attēlu un video uzņemšanai tika izmantota viedtālruna Samsung Galaxy A20e kamera. Laika mērīšanai izmantots hronometrs ar precizitāti līdz 0,1 sekunde. Visi mērījumi tika reģistrēti tabulās, un vēlāk pārrakstīti un apstrādāti Microsoft Excel 365 (2308 versija) programmā.

## 6. Fizioloģisko parametru mērījumi

Elpošanas frekvence tika noteikta zirgam nepieskaroties, bet skaitot krūškrvja kustības vai nāšu izplešanos. Mērījums tikai veikts vienu minūti, to sadalot 30 un 30 sekunžu intervālos, lai noteiktu elpošanas frekvences mainību. Normāla elpošanas frekvence zirgam miera stāvoklī ir no 10-14 ieelpām minūtē (Hodgson et al., 2014).

## 7. Pētījuma gaita

### 7.1. Sagatavošanās darbam:

- 7.1.1. Mērījumi tika veikti zirga individuālajā aplokā, katram zirgam atsevišķi, vismaz 100m attālumā no tuvākā zirga un staļļa, lai minimalizētu citu trokšņu un stresoru ietekmi, tika pārbaudīts vai vide atbilst pētījumā paredzētajiem apstākļiem.
- 7.1.2. Tika noregulētas atskaņošanas ierīces, aploku tuvumā, kur zirgi nav klātesoši. Noregulē atbilstoši baltajam troksnim – 35 dB, un sirēnas troksnim – 75 dB skaņas intensitāti divu metru attālumā no skaņas avota, pārbaudot ar aplikāciju “Sound Meter”.
- 7.1.3. Aplokā smiltīs tika ievilkta viena līnija pie kuras stāvēs zirgs, tika izmērīts divu metru attālums un novilkta otra līnija, pie kuras stāvēja cilvēks ar skaņas avotu un kameru mērījumu piefiksēšanai.

### 7.2. Kontroles mērījums:

- 7.2.1. Zirgam, kurš atradās individuālajā āra aplokā minimums 20 minūtes, lai būtu bijusi iespēja klimatizēties pie vides apstākļiem, pie apaušiem piestiprināja pavadu, zirgu turēja pie pavadas stāvot vismaz viena metra attālumā no zirga kreisā sāna pie novilktais līnijas smiltīs.
- 7.2.2. Otrs cilvēks nostājās aiz otras līnijas, tēja viedierīci ar kameru, tā lai tā atrastos vienā līmenī ar novilkto līniju, divu metru attālumā no zirga, zirga galvas līmenī.
- 7.2.3. Tika veikts īss kameras ieraksts vai uzņemtas bildes ar zirga sejas mīmiku un cilvēks kurš atrodās pie zirga noteica elpošanas frekvenci un fiksēja datus tabulā.
- 7.2.4. Cilvēks kurš turēja kameru sagatavoja arī otru ierīci trokšņa atskaņošanai, ierīcēm atrodoties viena otrai blakus, divu metru attālumā no zirga, tā galvas līmenī.
- 7.2.5. Ar vienu roku tika uzsākts video ieraksts, un ar otru atskaņoja sirēnu troksni 5-7 sekundes.

7.2.6. Pirmais cilvēks pie zirga kreisā sāna izmērija elpošanas frekvenci uzreiz pēc sirēnas trokšņa atskaņošanas, pirmās 30 sekundes un otrās 30 sekundes no minūtes, un piefiksēja rezultātus.

7.2.7. Zirgu paslavēja, piedāvāja kārumu.

7.3. Pētījums, kas tiek veikts pēc nedēļas:

7.3.1. Zirga individuālajā aplokā divu metru attālumā no zirga galvas atskaņoja balltā trokšņa ierakstu no aplikācijas "White Noise Light" vismaz 20 minūtes, un turpināja atskaņot visu mērījumu gaitu.

7.3.2. Zīrgam piestiprināja pavadu un atkārtoja iepriekšminētos soļus, kas aprakstīti 7.2 sadaļā atskaņojot balto troksni fonā no punkta 7.2.1 – 7.2.6. ieskaitot, iegūtos rezultātus piefiksēja.

7.3.3. Kontroles un mērījuma soļus atkārtoja ar visiem 15 zirgiem, pēc visu mērījumu veikšanas tos paslavējot.

7.4. Datu iegūšana

7.4.1. Sejas mīmikas datus ieguva pārskatot videoierakstus, un tabulā atzīmējot novērotās pazīmes.

## 8. Datu apstrāde

Šajā pētījumā datu apstrāde tika veikta, izmantojot RStudio un Microsoft 365 Excel (versija 2304). Datu normalitāte tika novērtēta, izmantojot Shapiro-Wilk testu (`shapiro.test(x)`) programmā Rstudio un grafisko analīzi izmantojot programmu Excel, lai veiktu QQ plot grafisko analīzi (`qqnorm(data, main = " Sample Data")`) un Box Plot ggrafisko analīzi (`geom_boxplot(data)`). Lai palīdzētu vizualizēt un analizēt datus, tika instalētas un izmantotas pamata R pakotnes "ggplot2", "lrm" un "qqplotr". Pēc tam tika veikts Wilcoxon tests programmā RStudio, kas paredzēts saistītām kopām, kuras neatbilst normālsadalījumam (`wilcox.test(x, y, paired = TRUE)`), lai salīdzinātu vidējos rādītājus starp divām saistītām grupām un t-tests (paired sample t-test) datiem, kuri neatbilst normālsadalījumam (`t.test(x, y, paired = TRUE)`). Visiem statistikas testiem tika izvēlēts būtiskuma līmenis  $\alpha = 0,05$ .

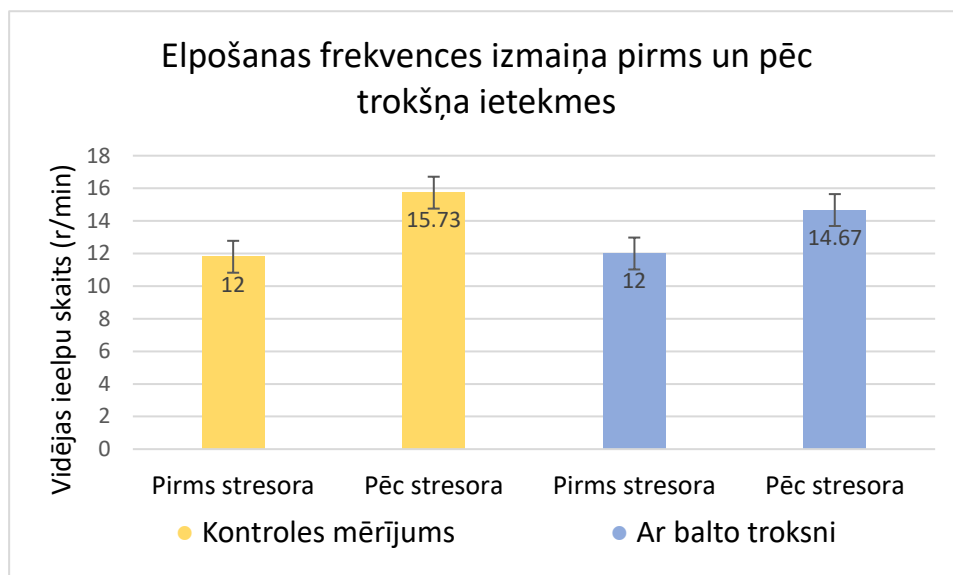
## 9. Iekļaušanās ētikas un dzīvnieku aizsardzības normatīvos

Saskaņā ar Dzīvnieku aizsardzības likuma 10. Panta 5.6. punktu par dzīvnieku labturību, kas vēsta, ka atļauja no Pārtikas un Veterinārā dienesta nepieciešamība neattiecas uz pētījumiem ar "praktiskām darbībām, kas nevar izraisīt sāpes, ciešanas, diskomfortu vai ilgstošu kaitējumu" (MK

noteikumi Nr. 1, 2019). Tā kā šis pētījums zirgiem neizraisa sāpes, ciešanas, diskomfortu vai ilgstošu kaitējumu, tas atbilst likumā noteiktajiem noteikumiem un tādējādi nav nepieciešama papildu atļauja, ko konsultējusi un apstiprinājusi “BIOR” riska novērtēšanas un epidemioloģijas nodaļas vecākā eksperte. Darba protokols ir izstrādāts, lai nodrošinātu dzīvnieku labklājību visā pētījuma laikā. Visu zirgu saimnieki parakstija rakstisku atļauju, kas apliecina, ka ir informēti par darba procesu un izmantotajām metodēm (paraugu skatīt 1. pielikumā).

## REZULTĀTI

Elpošanas frekvences datu apkopojums redzams 2.pielikumā. Novērojams, ka elpošanas frekvence pēc stresora ietekmes gan kontroles mērījumā, gan mērījumā ar balto troksni bija augstāka pirmajās 30 sekundēs pēc trokšņa ietekmes. Elpošanas frekvence zirgiem pirms stresora ietekmes bija normas robežās (10-14 ieelpas minūtē) ar diviem izņēmumiem, kur elpošanas frekvence bija augstāka (15 ieelpas/min) zirgam nr.2 un zemāka (9 ieelpas/min) zirgam nr.6 (skatīt 2.pielikumu).



**2.attēls.** Elpošanas frekvences vidējā izmaiņa pirms un pēc stresora ietekmes grafisks attēlojums.

**Figure 2.** Graphical representation of the mean change in respiratory rate before and after exposure to the stressor.

Apskatot iegūto vidējo elpošanas frekvenci vienā minūtē 15 zirgiem (n=15) pirms un pēc stresora ietekmes var novērot, ka vidējie rādītāji pēc stresora bija zemāki ar baltā trokšņa izmantošanu, kas grafiskajā attēlā parādīts zilā krāsā. Ar intervālu atzīmēta datu standartklūda (skatīt 2.attēlu).

Veicot normalitātes pārbaudes testu – Šapiro-Vilk testu iegūtā P vērtība elpošanas frekvences izmaiņu amplitūdai norādīja uz datu atbilstību normālsadalījumam (p vērtība >0,05, skatīt 2.tabulu), kur n=15. Tika veikts t-tests (Paired T test), kas paredzēts saistītu kopu statistiskai analīzei datiem, kas ir normāli sadalīti.

## 2.tabula.

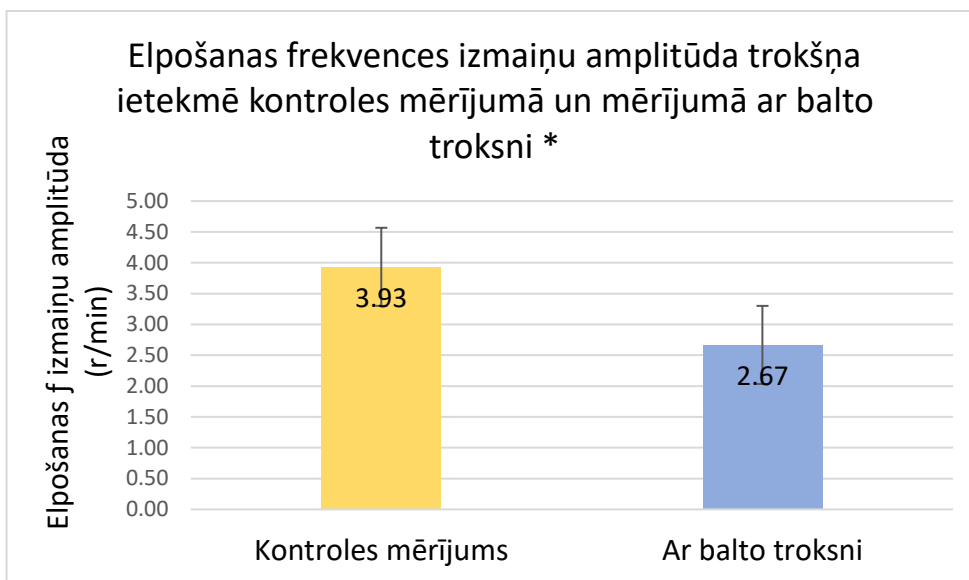
Šapiro-Vilk testa rezultāti, p vērtība – ticamības koeficients un W – Šapiro koeficients.

Table 2.

Shapiro-Wilk test results, p-value – probability coefficient and W – Shapiro coefficient

Koeficients	Elpošanas frekvences izmaiņa	Mīmika
P-value	0.1103	0.0005
W	0.9431	0.8463

Veicot grafisko analīzi ar histogrammas un QQ plot grafiku palīdzību, to rezultāti apstiprināja datu atbilstību normālsadalījumam.



**3.attēls.** Elpošanas frekvences izmaiņu amplitūda stresora ietekmē kontroles mērījumā un mērījumā ar balto troksni grafisks attēlojums.

**Figure 3.** Graphic representation of the amplitude of changes in breathing frequency under the influence of the stressor in the control measurement and in the measurement with white noise.

Lai vieglāk uzskatāma kontroles mērījuma un mērījuma ar balto troksni izmaiņa (pirms un pēc stresora ietekmes) tika izveidots 3.attēls, kurā ar intervālu parādīta datu standartklūda, ar oranžu krāsu attainots kontroles mērījuma elpošanas frekvences izmaiņa (vid. elpošanas frekv. pēc stresora – vid. elpošanas frekv. pirms stresora, skatīt 2.pielikums “ $(\bar{x}_2 - \bar{x}_1)$ ” tabulas aile) un ar zilu krāsu kontroles mērījuma elpošanas frekvences izmaiņa. Ar zvaigznīti parādīts, ka izmaiņa ir statistiski būtiska ar būtiskuma līmeni 95% ( $p < \alpha (0,05)$ ),  $n=15$ .

Veicot t-testu noteiktā p vērtība elpošanas frekvences izmaiņu amplitūdai bija  $0.0008591 < \alpha (0,05)$ ,  $n=15$ . Izlases atšķirība starp vidējo vērtību pēc un pirms baltā trokšņa ietekmes bija pietiekami liela, lai būtu statistiski nozīmīga. Novērotā efekta lielums  $d$  bija liels,  $1,09$ .

### 3.tabula.

Par stresu liecinošo pazīmju skaits pirms un pēc stresora ietekmes kontroles mērījumā un mērījumā ar balto troksni.

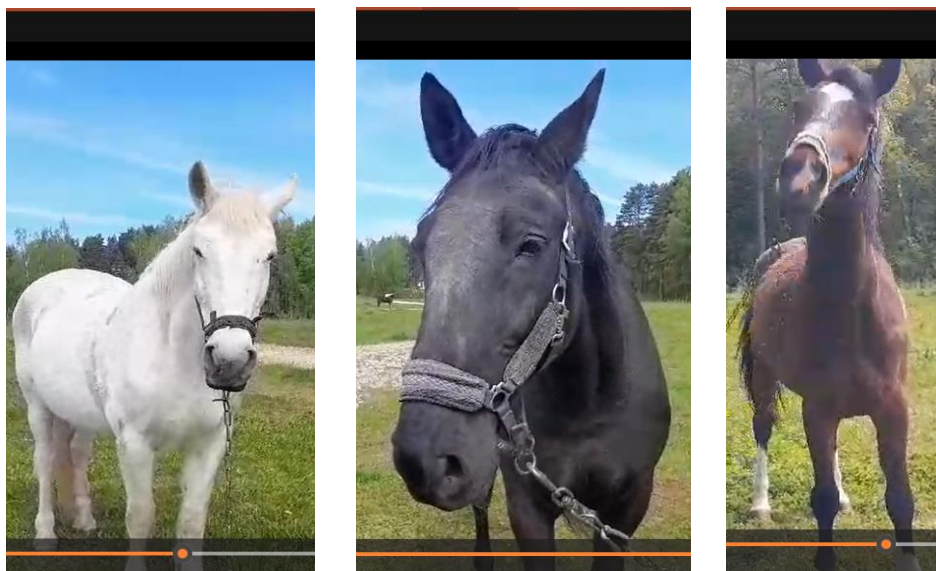
**Table 3.**

Number of signs of stress before and after exposure to the stressor in the control measure and the white noise measure.

Nr p.k.	Kontroles mērījums			Ar balto troksni		
	Par stresu liecinošu pazīmju skaits pirms stresora ietekmes (y1)	Par stresu liecinošu pazīmju skaits pēc trokšņa ietekmes (y2)	Kontroles izmaiņa (y2-y1)	Par stresu liecinošu pazīmju skaits pirms stresora ietekmes (y3)	Par stresu liecinošu pazīmju skaits pēc trokšņa ietekmes (y4)	Izmaiņa (y4-y3)
1	0	1	1	0	0	0
2	0	1	1	2	2	0
3	1	2	1	2	2	0
4	0	1	1	0	0	0
5	0	2	2	0	0	0
6	0	1	1	0	1	1
7	0	1	1	0	1	1
8	2	2	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	1
10	0	3	3	0	0	0
11	2	2	0	2	2	0
12	0	2	2	1	0	-1
13	1	1	0	1	1	0
14	0	2	2	0	0	0
15	0	1		1	2	1
<b>Vidēji:</b>	0.40	1.47	1.07	0.60	0.80	0.20

Zirgu sejas mīmikas iegūtajos rezultātos (novērotās pazīmes 3. un 4. pielikumā) bija redzams, ka pēc vidējām vērtībām, ka mērījumos, kas veikti ar balto troksni vidēji, stresa pazīmes novērojamas izteikti mazāk, kā arī grafiskajā attēlojumā (skatīt 3.attēlu un 3.tabulu) var uzskatāmi redzēt atšķirību kontroles mērījumā un mērījumā ar balto troksni. Saspringtas, uz atpakaļu vērstas ausis novērojamas bija tikai vienam zirgam (zirgs nr.10, 4.pielikums), plašs acu atvērums miera stāvoklī bija ļoti reti novērojams, izmaiņas lūpu saspringumā tika bieži novērotas salīdzinot

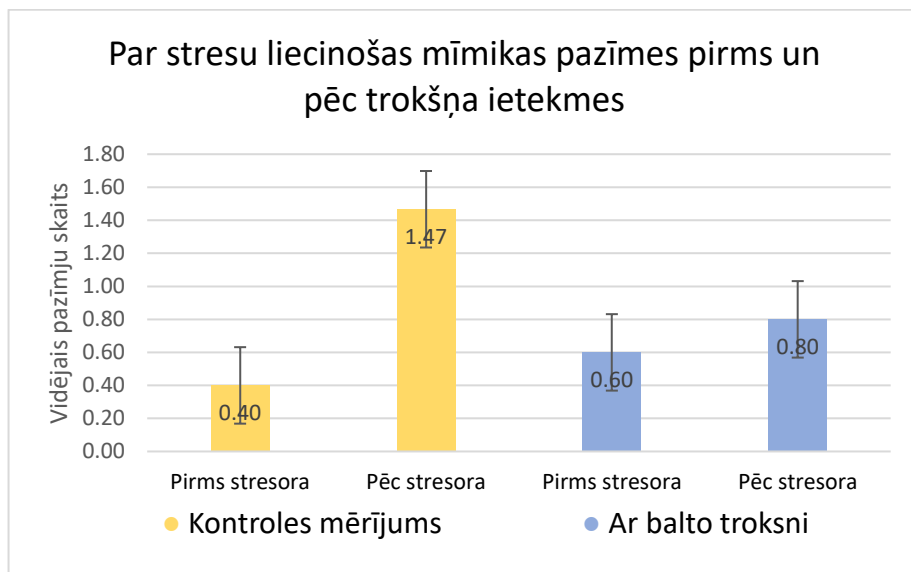
mīmiku pirms un pēc trokšņa ietekmes. Izmaiņas kakla augstuma novietojumā bija sastopamas vairums zirgu (3. un 4. pielikums).



**4.attēls.** Autores attēls - trīs zirgu ekrānšāviņš no videoieraksta, no kreisās puses - miera stāvoklī, miera stāvoklī, pēc trokšņa atskaņošanas kontroles mērījumā.

**Figure 4.** Image of the author - a screenshot of three horses from the video recording, from the left - at rest, at rest, after playing the noise in the control measurement.

Analizējot sejas mīmikas parametrus tika novērots zirga kakla augstums, acu atvērums, lūpu un ausu novietojums un reģistrētas par stresu liecinošo pazīmju skaits. 4. attēlā var redzēt pirmajam zirgam no kreisās puses novērojams - vidēji novietots kakls, puspievērtas acis, lūpas izstieptas uz priekšu un raustās, asimetriskas ausis. Otrajam zirgam no kresās - vidēji novietots kakls, puspievērtas acis, taisnas lūpas, asimetriskas ausis, kur pirmajam un otrajam nav novērotas par stresu liecinošas mīmikas pazīmes. Bet trešajam, pēc trokšņa atskaņošanas kontroles mērījumā - augsti novietots kakls, puspievērtas acis, savilkta lūpas, ausis vērstas uz priekšu – kopā divas par stresu liecinošas mīmikas pazīmes. Pēc šāda parauga tika veikta sejas mīmikas analīze.



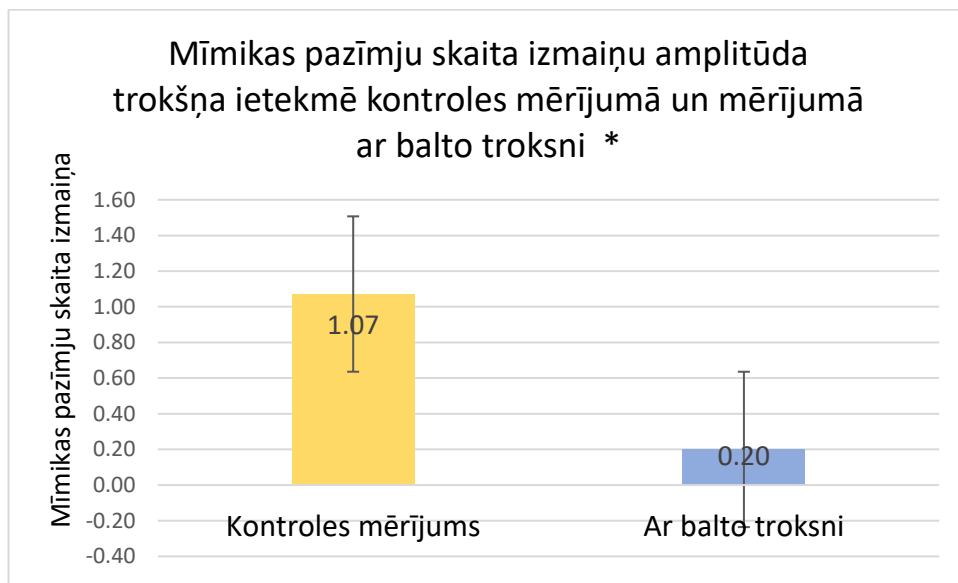
**5.attēls.** Par stresu liecinošu mīmikas pazīmju skaits pirms un pēc stresora ietekmes grafisks attēlojums.

**Figure 5.** Graphic representation of the number of facial expressions indicating stress before and after exposure to the stressor.

Grafiski attēlotajot vidējo par stresu liecinošo sejas mīmikas pazīmju skaitu 15 zirgiem (n=15) pirms un pēc stresora ietekmes var novērot, ka vidējie rādītāji pēc stresora bija ievērojami zemāki ar baltā trokšņa izmantošanu, kas grafiskajā attēlā parādīts zilā krāsā. Ar intervālu atzīmēta datu standartklūda (skatīt 5.attēlu).

Veicot Šapiro-Vilksona testu normalitātes pārbaudei (skatīt 2.tabulu), iegūtā p vērtība (būtiskuma līmenis) mīmikas izmaiņai bija vienāda ar 0,0005195 (~ 0,0005). Jo mazāka ir p vērtība, jo vairāk tā atbalsta  $H_1$  hipotēzi, kas norāda, ka dati neatbilst normālsadalījumam. Šapiro koeficients - W ir vienāds ar 0,8463, kas ir 95% ticamības intervālā. Novērotā efekta izmērs KS - D ir liels - 0,2718. Tas norāda, ka starpības lielums starp izlases sadalījumu un normālsadalījumu sadalījumiem ir liels. Tā kā dati nav normāli sadalīti tālāk tika veikts Vikoksona tests (Wilcox test).

Histogrammas un QQ plot grafika rezultātā tika novērots, ka dati neatbilst normālsadalījumam.



**6.attēls.** Mīmikas pazīmju skaita izmaiņu amplitūda stresora ietekmē kontroles mērījumā un mērījumā ar balto troksni grafisks attēlojums.

**Figure 6.** Graphic representation of the amplitude of changes in the number of mimic signs under the influence of the stressor in the control measurement and in the measurement with white noise.

Kontroles mērījuma un mērījuma ar balto troksni izmaiņa (pirms un pēc stresora ietekmes) redzama 6.attēlā, kurā ar intervālu parādīta datu standartklūda, ar oranžu krāsu attainots kontroles mērījuma uz stresu norādošu mīmikas pazīmju skaita izmaiņa (vid. pazīmju skaits pēc stresora – vid. pazīmju skaits pirms stresora, skatīt 3,4.pielikums) un ar zilu krāsu kontroles mērījuma mīmikas opazīmju izmaiņa. Ar zvaigznīti parādīts, ka izmaiņa ir statistiski būtiska ar būtiskuma līmeni 95% ( $p < \alpha (0,05)$ ),  $n=15$ .

Būtiskuma līmenis - p vērtība Vilkoksona testam, zirgu sejas mīmikas datiem bija vienāda ar 0,0217. Citiem vārdiem sakot, atšķirība starp izlases izmaiņām un paredzamajām izmaiņām bija pietiekami liela, lai tā būtu statistiski nozīmīga. Novērotā efekta lielums r ir liels, 0,77.

## DISKUSIJA

Apskatot iegūtos rezultātus, bija iespējams konstatēt, ka elpošanas frekvences noteikšana un sejas mīmikas analīze ir derīgas metodes stresa noteikšanai zirgiem, parādot izmaiņu pirms un pēc stresora ietekmes. Elpošanas frekvence bija neinvazīva metode un visiem zirgiem izdevās to noteikt vizuāli, pēc krūškurvja kustībām, neizmantojot palpēšanu, tā neradot papildus stresu zirgam un neietekmējot rezultātus. Metode arī neprasa liekas izmaksas, kā arī ir vienkārši veicama un neprasa speciālista klātbūtni tās īstenošanai, bet līdzīgi kā kardiovaskulārajiem parametriem ir jāpievērš uzmanība, lai limitētu citus faktorus, kas var ietekmēt elpošanas frekvences izmaiņas, kas ietekmē datu reprezentivitāti. Visi elpošanas frekvences kontroles mērījumi tika veikti vienas dienas garumā, dienas gaišajā laikā, pastāv iespēja, ka bija novērojamas temperatūras un zirga diennakts ritma izmaiņas, kas minimāli ietekmē elpošanas frekvences parametrus.

Sejas mīmikas noteikšana pārskatot iegūtos video materiālus arī parādīja sevi kā neinvazīvu metodi stresa konstatēšanai zirgos. Mīmikas parametri savstarpēji atšķīrās, vislielāko izmaiņu stresa mīmikas rādītājos parādot lūpu saspringumam un kakla novietojuma augstumam salīdzinot tos pirms un pēc trokšņa atskaņošanas, bet apskatot visus mīmikas parametrus var iegūt labāku kopskatu par zirga stresa līmeni un konstatēt satraukuma un stresa pakāpi.

Pētījumā tika izmantots baltais troksnis 35 dB skaņas intensitātē, kas uzskatāma par zemu. Šajā skaņas intensitātē uz zirgiem iedarbojās ar nomierinošu, stresu samazinošu efektu, tādējādi korelējot ar iepriekš veiktajiem pētījumiem, kā E. Warjri et al. (2022) un S. Kucukoglu (2016), bet pētījumā netika apskatīts baltais troksnis augstā skaņas intensitātē, tāpēc nevar spriest par to, vai tas paaugstina zirgu stresa līmeni, kā tas iepriekš novērots Gogokhia N. et al. 2021. gadā veiktajā pētījumā ar žurkām.

Pēc iegūtajiem rezultātiem var novērot, ka pastāv statistiski būtiska atšķirība starp mērījumiem ar un bez baltā trokšņa, kas nozīmē ka atšķirība ir gana liela lai sniegtu zirgam mazāk stresu izraisošus apstākļus. Izpētot literatūru var secināt, ka baltā trokšņa ietekme uz fizioloģiskajiem rādītājiem dzīvniekiem nav plaši pētīta, un turpmāki pētījumi šajā jomā var pavērt iespējas samazināt ikdienas stresu dzīvniekiem gan trokšnainā, gan pārpildītā vidē. Pastāv potenciāls tālāk izmantot balto troksni pēkšņu trokšņu maskēšanā un satraukumu izraisošās situācijās, lai sniegtu zirgam mierīgākus ikdienas apstākļus. Potenciāli iespējams balto troksni izmantot lielos zirgu staļļos, lai uzlabotu zirgu labturību, maskētu apkārtējos trokšņus vidē, kur dienas laikā notiek liela rošanās, izmantot zirgu transportēšanā, kur zirgi var saskarties ar pēkšņiem apkārtējiem trokšņiem

no ceļa satiksmes, kā arī citās stresu izraisošās situācijās, kā vetārsta apmeklējuma laikā un zirgu sacensībās.

Elpošanas frekvences izmaiņas un sejas mīmikas analīzes rezultātos novērojamas pamanāmas savstarpējas atšķirības. Kā var novērot 3. un 6. attēlā, izmaiņas elpošanas frekvencē pēc stresora bija mazākas, salīdzinot tās ar sejas mīmikas izmaiņu amplitūdu. Tas vedina domāt, ka minimālu stresa līmeni var precīzāk noteikt, izmantojot zirga sejas mīmikas analīzi. Turklāt zirgiem, kuriem bija vislielākās izmaiņas elpošanas frekvencē, pēc stresora bija arī izteiktākas sejas mīmikas izmaiņas. Šis novērojums norāda uz iespējamo korelāciju starp sejas mīmikas un elpošanas biežuma metodēm, novērtējot stresu zirgiem. Tāpēc iespējam sejas mīmikas analīze varētu kalpot kā jutīgāks zirgu stresa līmeņa noteicējs. Ir nepieciešami turpmāki pētījumi, lai izpētītu šo korelāciju un apstiprinātu sejas mīmikas kā stresa novērtēšanas metodes efektivitāti pie zema stresa līmeņa.

Apskatot darba procesu un iegūtos rezultātus, tika novērotas vairākas pētījuma limitācijas. Pētījuma izlases lielums bija salīdzinoši neliels, kas var ietekmēt rezultātu noturību un nepārprotamību. Turklāt rezultātus varēja ietekmēt tādi faktori kas paredz atšķirīgu elpošanas frekvences un mīmikas reakciju amplitūdu, kā katra zirga individuālais temperaments, jo temperamentīgāks zirgs, jo izteiktāka būs mīmikas reakcija, un vides mainīgums, kā vides temperatūra, kur pie augstākas temperatūras elpošanas frekvence pieaug, diennakts laiks, jo vakarā un naktī zirga elpošanas frekvence ir zemāka (Konig, et al. 2017). Turpmāk pētīt šo jomu šie ierobežojumi būtu jārisina, izmantojot lielāka mēroga pētījumus, kuros iespēja kontrolēt vides temperatūru, kā piemēram veicot pētījumu manēžā, pievēršot turpmāko pētījumu uzmanību atšķirīgiem zirgu temperamenta tipiem, kā arī ņemot vērā zirga dzimumu.

Pamatojoties uz pašreizējiem rezultātiem, turpmākie baltā trokšņa pētījumi zirgu sfērā varētu varētu apskatīt mehānismus, ar kādiem baltais troksnis izmaina zirgu stresa reakcijas, kā piemēram ilgstoši pētījumi, kuros tiek novērtēta baltā trokšņa iedarbības ilgstoša ietekme ilgākā laika posmā un dažādos vides apstākļos, sniegtu vērtīgu ieskatu par baltā trokšņa izmantošanu zirgu ikdienā. Turklāt, pētīt optimālos baltā trokšņa parametrus, kā biežumu, vēlamo intensitāti un ilgumu, varētu optimizēt to kā stresa pārvaldības līdzekli zirgu kopšanas un labturības jomā.

Lai gan ir nepieciešami turpmāki pētījumi, lai izpētītu baltā trokšņa potenciālos ieguvumus zirgu pētniecības jomā, baltais troksnis sevi parāda kā daudzsoļa papildu iespēja zirgu labturības veicināšanā un zirgu ikdienas kvalitātes uzlabošanā.

## SECINĀJUMI

1. Elpošanas frekvences izmaiņas un sejas mīmikas noteikšana ir derīgas metodes stresa noteikšanai zirgiem.
2. Baltā trokšņa atskaņošanas laikā novērojams mazāks elpošanas frekvences pieaugums un par stresu liecinošas mīmikas pazīmes pēc stresora ietekmes, no kā var secināt, ka baltais troksnis rada stresu mazinošu efektu zirgiem.

## PATEICĪBAS

Izsaku pateicību Maģ. biol. Zanei Lukstiņai par vadību, uzraudzību un darba koordinēšanu šī pētījuma gaitā. Tāpat vēlos pateikties zirgu īpašniekiem par sadarbību viņu atļauju iesaistīt savus zirgus šajā pētījumā, pateicību izsaku Priežciema zirgu staļļa īpašniecei par atļaušanu veikt izpēti viņas zirgu staļļa teritorijā, kā arī zirgu staļļi strādājošajām meitenēm par palīdzību un asistēšanu izpētes procesa laikā.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Aksoy B., Ozturk L., 2024. A randomized controlled trial on the effect of music and white noise listening on anxiety and vital signs during intramuscular injection skill learning. - *Teaching and Learning in Nursing*, 19(1).
2. Allred K. D., Byers J. F., et al. 2010. The effect of music on postoperative pain and anxiety. - *Pain Management Nursing*, 11, 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2014.05.008>.
3. Awada M., Becerik-Gerber B., Lucas G., et al. 2022. Cognitive performance, creativity and stress levels of neurotypical young adults under different white noise levels. – *Scientific reports*, 12, 14566.
4. Bachmann I., Bernasconi P., Herrmann R., et al. 2003. Behavioural and physiological responses to an acute stressor in crib-biting and control horses. - *Applied Animal Behaviour Science*, 82(4), 297-311.  
[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00086-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00086-8).
5. Baldwin A. L., 2007. Effects of Noise on Rodent Physiology. - *International Journal of Comparative Psychology*, 20, 134-144.
6. Becker-Birck M., Schmidt A., Wulf M., et al. 2013. Cortisol, heart rate and heart rate variability, and superficial body temperature, in horses lunged either with hyperflexion of the neck or with an extended head and neck posture. - *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 97, 322-330.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01274.x>.
7. Brūveris Z. et al. 2018. Mājdzīvnieku praktiskā anatomija. Jelgava: Jelgavas tipogrāfija. 634 lpp.
8. Celik M.Y., Cetinkaya S., Ozdemir S., 2020. Effect of white noise on alleviating the pain of new-born during invasive procedures. - *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 35(8).
9. Colborn D.R., Thompson D.L., Roth T.L., et al. 1991. Responses of cortisol and prolactin to sexual excitement and stress in stallions and geldings. - *J. Anim. Sci.* 69, 2556–2562.
10. Dawkins M.S., 2003. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. – *Zoology*, 106(4), 383–387.  
<https://doi.org/10.1078/0944-2006-00122>.
11. Dr. Vet. Med. Kuehn N. 2013. Respiratory system in animals.

[The Respiratory System in Animals - Respiratory System - Merck Veterinary Manual \(merckvetmanual.com\)](#) Skatīts 02.03.2024

12. Düken M.E., Yayan E.H., Arslan Z., et al. 2023. The effects of massage and white noise on physiological parameters in preterm infants. - Journal of Neonatal Nursing.  
[The effects of massage and white noise on physiological parameters of preterm infants: A randomized controlled research - ScienceDirect](#) Skatīts 03.05.2024.
13. Ebben M. R., Yan P., Krieger A. C., 2021. The effects of white noise on sleep and duration in individuals living in a high noise environment in New York City. - Sleep Medicine, 83, 256-259.  
<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.03.031>
14. Eddy A. L., Van Hoogmoed L. M., Snyder J. R., et al. 2001. The role of thermography in the management of equine lameness. The Veterinary Journal. 162 (3): 172-181.  
<https://doi.org/10.1053/tvj.2001.0618>
15. Finlayson K., Beausoleil N.J., Minot E.O., et al. 2016. Facial indicators of positive emotions in rats. PLoS ONE, 11.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166446>
16. Foley K.M., Kourides I.A., Inturrisi C.E., et al. 1979. beta-Endorphin: analgesic and hormonal effects in humans. - Proc. Natl. Acad. Sci., 76, 5377–5381.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.76.10.5377>.
17. Genç H., Tanriverdi S., Akar M. S., et al. 2024. The effect of virtual rainforest and a white noise mobile application on satisfaction, tolerance, comfort, and vital signs during arthroscopy. - Complementary Therapies in Clinical Practice, 55, 101848.  
<https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2024.101848>.
18. Gogokhia N., Japaridze N., Tizabi Y., et al. 2021. Gender differences in anxiety response to high intensity white noise in rats. - Neuroscience Letters, 742, 135543.
19. Guesgen M.J., Beausoleil N.J., Minot E.O., et al. 2016. Lambs show changes in ear posture when experiencing pain. Animal Welfare, 25: 171-177.  
<https://doi.org/10.7120/09627286.25.2.171>
20. Hintze S., Smith S., Patt A., Bachmann I., Wurbel H. 2016. Are eyes a mirror of the soul? What eye wrinkles reveal about a horse's emotional state. PLoS ONE, 11  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164017>

21. Hodgson D. R., et al. 2014. The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine.  
[The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine - David R. Hodgson, Catherine M. McGowan, Kenneth McKeever, PhD, FACSM - Google grāmatas](#) Skatīts 27.03.2024.
22. Huangsak Sri O., Sanigavatee K., Poochipakorn C., et al. 2024. Physiological stress responses in horses participating in novice endurance rides. *Heliyon*. 10 (11): e31874.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31874>
23. Ilkkaya N. K., Ustun F. E., Sener E. B., et al. 2014. The effects of music, white noise, and ambient noise on sedation and anxiety in patients under spinal anesthesia during surgery. - *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 29(5), 418-426.  
<https://doi.org/10.1016/j.pmn.2008.12.002>.
24. Konig U., Visser E.K., Hall C., et al. 2017. Indicators of stress in equitation. - *Applied Animal Behaviour Science*, 190, 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.02.018>.
25. Kucukoglu S., Ozdemir A. A., Çelebioğlu A., et al. 2016. Effect of White Noise in Relieving Vaccination Pain in Premature Infants. – *Pain management nursing*, 17(6), 392-400. DOI:10.1016/j.pmn.2016.08.006.
26. Lambert H.S., Beausoleil N.J., Minot E.O., et al. 2017. Looking into the eyes of a cow: Can eye whites be used as a measure of emotional state? *Applied Animal Behaviour Science*, 186: 1-6.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.11.005>
27. Lansade L., Nowak R., Lainé A., et al. 2018. Facial expression and oxytocin as possible markers of positive emotions in horses. – *Scientific reports*, 8, 14680.
28. Lee G., Chen M., Wang G., 2010. Evoked response of heart rate variability using short-duration white noise. – *Autonomic Neuroscience*, 155(1-2), 94-97.  
<https://doi.org/10.1016/j.autneu.2009.12.008>.
29. Ministru kabinets. 2019. Zinātniskiem mērķiem izmantojamo dzīvnieku aizsardzības noteikumi.  
[Zinātniskiem mērķiem izmantojamo dzīvnieku aizsardzības noteikumi \(likumi.lv\)](#) Skatīts 01.04.2024.
30. Myrtek M., 2004. Heart and Emotion: Ambulatory Monitoring Studies in Everyday Life. - *Physiol. Behavior*, 84, 783–790.

31. Proctor H. S., Carder G. 2014. Can ear postures reliably measure the positive emotional state of cows? *Applied Animal Behavior Science* 161, 20–27.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.015>
32. Rietmann T.R., Stuart A.E.A., Bernasconi P., et al. 2004. Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters. - *Applied Animal Behaviour Science*, 88(1–2), 121-136.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.016>.
33. Sejdic E., Lipsitz L.A., 2013. Necessity of noise in physiology and medicine. – *Computer methods and programs in biomedicine*, 111(2), 459-470.
34. Squires E.J. et al. 2003. *Applied Animal Endocrinology*. CABI, Wallingford, Oxon, UK. 1376–1381 lpp.
35. Stanchina M. L., Abu-Hijleh M., Chaudhry B. K., et al., 2005. The influence of white noise on sleep subjects exposed to ICU noise. - *Sleep Medicine*, 6(5), 423-428.
36. Tartaglia L., Waugh, A., 2002. *Veterinary Physiology and Applied Anatomy: a Textbook for Veterinary Nurses and Technicians*. Butterworth-Heinemann: 93, 1043–1065.
37. Timchenko L., Kokriatskaia N., Tverdomed V., et al., 2023. Local difference threshold learning in filtering normal white noise. - *Informatics Control Measurement in Economy and Environmental Protection*, 13(2).  
<https://doi.org/10.35784/iapgos.3664>.
38. Visser E. K., Ellis, A. D., Van Reenen, C. G., 2008. The effect of two different housing conditions on the welfare of young horses stabled for the first time. - *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 114, 521–533.
39. Warjri E., Dsilva F., Sanal T. S., et al. 2021. Impact of a white noise app on sleep quality among critically ill patients. – *Nursing in Critical Care*, 27(6), 815-823. DOI:10.1111/nicc.12742.
40. Wolff P. H., Matsumiya Y., Abrams I. F., et al., 1974. The effect of white noise on the somatosensory evoked response in sleeping newborn infants. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 37(3), 269-274.  
[https://doi.org/10.1016/0013-4694\(74\)90030-3](https://doi.org/10.1016/0013-4694(74)90030-3)

# PIELIKUMI

1.pielikums. Atļaujas formas paraugs

Izmēģinājuma projekta zirga saimnieka atļauja.

Es \_\_\_\_\_ (vārds, uzvārds) sniedzu atļauju Laurai Sofijai Skujiņai veikt bakalora darba ietvaros darbības ar manu zirgu \_\_\_\_\_ (zirga vārds) izpētes nolūkos, kas nav invazīvas, neapdraud un nerada sāpes zīrgam. Izmantotā metodes ietver skaņas izmantošanu līdz 75 dB skaņas intensitātē, video ierakstīšanu, zirga uzvedības novērošanu un elpošanas frekvences novērošanu. Esmu mutiski informēts par darba procesu, kārtību, drošību, izmantotajiem materiāliem un metodēm un ar savu parakstu piekrītu sava zirga dalībai pētījumā.

\_\_\_\_\_  
(paraksts)

\_\_\_\_\_  
(paraksta atšifrējums)

2024.gada \_\_\_\_ . \_\_\_\_\_

2.pielikums. Elpošanas frekvences kontroles mērījumu un mērījumu ar balto troksni tabula.

Nr. p.k.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Kontroles mērījums	Elpošanas frekvence dīms stresa	Elpošanas $f$ pirmās 30 sek (r/30sek)	6	7	6	6	6	5	7	7	5	6	5	7	5	5	7
		Elpošanas $f$ otrās 30 sek (r/30sek)	5	7	6	7	5	4	6	6	5	6	5	7	5	6	7
		$\bar{x}1$ -vidējais (r/min)	11	14	12	13	11	9	13	13	10	12	#	14	10	#	14
	Elpošanas frekvence dēc stresa	Elpošanas $f$ pirmās 30 sek (r/30sek)	10	8	9	10	7	7	9	10	8	9	10	9	8	10	8
		Elpošanas $f$ otrās 30 sek (r/30sek)	7	6	8	7	6	4	8	8	7	7	7	8	6	7	8
		$\bar{x}2$ - vidējais (r/min)	17	14	17	17	13	11	17	18	15	16	17	17	14	17	16
	$f$ izmaiņu amplitūda (r/min) ( $\bar{x}2-\bar{x}1$ )		6	0	5	4	2	2	4	5	5	4	7	3	4	6	2
Mērījums ar balto troksni	Elpošanas frekvence dīms stresa	Elpošanas $f$ pirmās 30 sek (r/30sek)	5	7	6	7	5	5	7	6	5	7	5	7	5	6	7
		Elpošanas $f$ otrās 30 sek (r/30sek)	5	8	6	7	6	5	7	5	6	6	6	6	5	6	6
		$\bar{x}1$ -vidējais (r/min)	10	15	12	14	11	10	14	11	11	13	11	13	10	12	13
	Elpošanas frekvence dēc stresa	Elpošanas $f$ pirmās 30 sek (r/30sek)	8	9	9	8	7	8	9	8	7	8	9	9	8	10	8
		Elpošanas $f$ otrās 30 sek (r/30sek)	7	7	7	8	6	4	7	7	5	7	7	6	5	6	6
		$\bar{x}2$ - vidējais (r/min)	15	16	16	16	13	12	16	15	12	15	16	15	13	16	14
	$f$ izmaiņu amplitūda (r/min) ( $\bar{x}2-\bar{x}1$ )		5	1	4	2	2	2	2	4	1	2	5	2	3	4	1

3.pielikums. Sejas mīmikas pazīmes kontroles mērījuma tabula.

		Nr. p.k.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Sejas mīmikas parametri pirms stresora ietekmes	Kakla augstums	Augsti novietots								x			x					
		Vidēji novietots	x	x	x		x	x			x	x					x	x
		Zemu novietots				x				x					x	x		
	Acu atvērum	Plaši atvērtas									x							
		Puspievērtas	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	Lūpu saspringums	Savilkta lūpas			x									x		x		
		Taisnas lūpas		x		x						x	x					
		Lūpas izstieptas uz priekšu un raustās						x		x				x				
		Augšējā lūpa izstiepta un nekustīga	x				x		x						x		x	x
	Ausu novietojums	Vērstas atpakaļ un saspringtas																
		Vērstas atpakaļ												x				
		Vērstas uz priekšu				x		x	x									
		Asimetriskas ausis	x	x	x		x				x	x	x		x	x	x	x
	Par stresu liecinošu pazīmju skaits		0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0
	Sejas mīmikas parametri pēc trokšņa ietekmes	Kakla augstums	Augsti novietots		x	x		x		x	x			x		x	x	
			Vidēji novietots	x					x			x	x		x			
Zemu novietots						x												
Acu atvērum		Plaši atvērtas					x	x				x		x				
		Puspievērtas	x	x	x	x			x	x	x		x			x	x	x
Lūpu saspringums		Savilkta lūpas	x		x	x					x		x	x	x		x	x
		Taisnas lūpas		x								x				x		
		Lūpas izstieptas uz priekšu un raustās						x										
		Augšējā lūpa izstiepta un nekustīga					x		x									
Ausu novietojums		Vērstas atpakaļ un saspringtas											x					
		Vērstas atpakaļ						x										
		Vērstas uz priekšu	x	x		x			x	x				x	x	x		x
		Asimetriskas ausis			x		x					x					x	
Par stresu liecinošu pazīmju skaits		1	1	2	1	2	1	1	2	0	3	2	2	2	1	2	1	
Izmaiņa		1	1	1	1	2	1	1	0	0	3	0	2	0	2	1	1	

4.pielikums. Sejas mīmikas pazīmes mērījumā ar balto troksni (WN – white noise) tabula.

Nr. p.k.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Sejas mīmikas parametri pirms stresora ietekmes, ar WN	Kakla augstums	Augsti novietots		x	x							x					
		Vidēji novietots	x				x	x		x	x	x				x	x
		Zemu novietots				x			x					x	x		
	Acu atvērums	Plaši atvērtas															
		Puspievērtas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Lūpu saspringums	Savilkta lūpas		x	x								x	x	x		x
		Taisnas lūpas				x						x					
		Lūpas izstieptas uz priekšu un raustās	x				x			x	x		x			x	
		Augšējā lūpa izstiepta un nekustīga						x	x								
	Ansu novietojums	Vērstas atpakaļ un saspringtas															
		Vērstas atpakaļ		x		x							x				
		Vērstas uz priekšu						x	x							x	x
		Asimetriskas ausis	x		x		x			x	x	x		x	x		
	Par stresu liecinošu pazīmju skaits		0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1
	Sejas mīmikas parametri pēc trokšņa ietekmes, ar WN	Kakla augstums	Augsti novietots		x	x			x				x				x
			Vidēji novietots	x				x			x	x	x				x
Zemu novietots						x			x					x	x		
Acu atvērums		Plaši atvērtas															
		Puspievērtas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lūpu saspringums		Savilkta lūpas		x	x				x		x		x		x		x
		Taisnas lūpas	x									x		x		x	
		Lūpas izstieptas uz priekšu un raustās				x				x			x				
		Augšējā lūpa izstiepta un nekustīga					x	x									
Ansu novietojums		Vērstas atpakaļ un saspringtas															
		Vērstas atpakaļ		x										x			
		Vērstas uz priekšu	x			x		x	x		x	x			x	x	x
		Asimetriskas ausis			x		x			x			x				
Par stresu liecinošu pazīmju skaits		0	2	2	0	0	1	1	0	1	0	2	0	1	0	2	
Izmaiņa		0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	-1	0	0	1	

## Dokumentārā lapa

Bakalaura darbs „Baltā trokšņa ietekme uz zirga stresa līmeni” izstrādāts LU Bioloģijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un LUISā iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai un/vai estudijās iesniegtai darba elektroniskai versijai.

Autore: Laura Sofija Skujiņa

28.05.2024.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Mg. biol. Zane Lukstiņa

28.05.2024.

Recenzents:

asoc.prof., Dr.biol., Līga ozoliņa-Molla

Darbs iesniegts LU Bioloģijas fakultātē 28.05.2024.

Studiju metodiķe: ..... *paraksts*

Darbs aizstāvēts Bioloģijas bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

Prot. Nr. \_\_\_\_\_, vērtējums

Komisijas sekretārs/e: