



Eiropas Savienības Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai (ELFLA)

Latvijas Lauku attīstības programmas 2014. - 2020. gadam pasākuma
16. "Sadarbība" 16.2 apakšpasākuma: "Atbalsts jaunu produktu,
metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei"

LBTU atskaite par projektu

„Amonjaka emisiju samazināšana putnkopības saimniecībās”

Jelgava, 2023

Satura rādītājs:

1	Ievads.....	3
2	Materiāls un metodes	5
3	Rezultāti.....	8
3.1	Putnu blīvuma analīze	8
3.2	NH ₃ līmeņa analīze izmantojot skaidu pakaišus.....	8
3.2.1	NH ₃ līmeņa analīze kontroles grupai (1. grupa)	8
3.2.2	NH ₃ izmaiņas diennakts laikā kontroles grupai (1. grupa)	9
3.2.3	NH ₃ līmeņa analīze eksperimentālās grupās (2. un 3. grupa).....	10
3.2.4	NH ₃ izmaiņas diennakts laikā eksperimentālās grupās (2. un 3. grupa)	11
3.3	NH ₃ līmeņa analīze izmantojot salmu pakaišus	12
3.3.1	NH ₃ līmeņa analīze kontroles grupai (4. grupa)	12
3.3.2	NH ₃ izmaiņas diennakts laikā kontroles grupai (4. grupa)	13
3.3.3	NH ₃ līmeņa analīze eksperimentālās grupās (5. un 6. grupa).....	13
3.3.4	NH ₃ izmaiņas diennakts laikā eksperimentālās grupās (5. un 6. grupa)	14
3.3.5	NH ₃ līmeņa salīdzinājums kontroles ar eksperimentālām grupām (4. grupa ar 5. un 6. grupām)	15
3.4	NH ₃ līmeņa salīdzinājums izmantojot skaidu un salmu pakaišus	15
3.4.1	NH ₃ līmeņa salīdzinājums starp kontroles grupām (1. un 4. grupa).....	15
3.4.2	NH ₃ līmeņa salīdzinājums starp eksperimentālām grupām (2. un 5. grupa).....	16
3.4.3	NH ₃ līmeņa salīdzinājums starp eksperimentālām grupām (3. un 6. grupa).....	17
3.5	Pakaišu izmantošanas ekonomiskais pamatojums	18
3.6	Amonjaka emisiju samazināšanas analīze	19
4	Secinājumi	21
	Literatūra.....	22
1.	pielikums. LBTU atskaite par projekta realizāciju 2021.–2022. posmā	24
2.	pielikums. Rezultātu anotācija “ <i>Effect of peat and wood shaving bedding on the NH₃ level during the broiler fattening period</i> ”	24
3.	pielikums. Eksperimentam izmantoto telpu plāns Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecībā	25
4.	pielikums. Eksperimentam izmantoto sensoru apraksts.....	25
5.	pielikums. Pētījuma laikā pakaušu un piedevu iepirktais daudzums un cena.....	26
6.	pielikums. NH ₃ līmenis pētījuma laikā pa dienām	27

1 Ievads

Projekta Nr.18-00-A01620-000038 „Amonjaka emisiju samazināšana putnkopības saimniecībās” (turpmāk – Projekts) vadošais partneris ir BDR Latvijas apvienotā putnkopības nozares asociācija.

Projekta attiecināmās izmaksas 98 137,38 EUR, no tā publiskais finansējums 88 323,65 EUR. Projekta plānotie rezultāti: "Projekta īstenošanas gaitā tiks veikts rūpnieciskais pētījums, lai izpētītu jaunās tehnoloģijas un metodes, kā arī varētu novērtēt amonjaka samazināšanas darbību ekonomisko pamatojumu". Projekta sasniegtie rezultāti:

- 1) Projekta īstenošanas laikā partneris SIA "WeArDots" ir izstrādājis universālu un citās datorsistēmās integrējamu programmatūras moduli, kas Projektā tiek izmantots amonjaka sensoru datu uzkrāšanai,
- 2) Partnera Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecības putnu novietnē partneris SIA zinātniski tehniskā firma "LĀSMA" ir uzstādījusi amonjaka sensorus un aprīkojumu sensoru datu nodošanai uz programmatūras moduļa datu bāzi.
- 3) Broileru nobarošana notika Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecībā.
- 4) Pētījuma rezultātus apkopoja un analizēja partnera Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes (iepriekš - Latvijas Lauksaimniecības universitāte (LLU)) LBTU pētnieki.

Teorijas izpēte un sākotnējā metodikas aprobācija par pakaišu veida ietekmi uz amonjaka līmeni putnu mītnēs notika projekta realizācijas pirmajā posmā (2021. - 2022. gadā). Metodikas aprobācija tika veikta SIA "Kurzemes projekti" saimniecībā laika posmā no 2021. gada novembra līdz 2022. gada jūnijam (1. pielikums).

Par iegūtiem rezultātiem 2022. gadā Zemkopības ministrijas Lauku atbalsta dienestā (LAD) tika iesniegta atskaite (1. pielikums) un rezultāti tika prezentēti un publicēti "7th Mediterranean Poultry Summit" konferencē 2022. gada jūnijā (2. pielikums).

Emisijas lauksaimniecības sektorā

Latvijā 2017. gadā lielākais emisiju avots bija piena lopkopība (58%), bet putnkopība radīja 10% no kopējā amonjaka emisiju daudzuma (4% - broileru audzēšana; 6% - dējējvistu audzēšana) [1].

Kūtsmēslu apsaimniekošana 2020. gadā emitēja 43.9% no lauksaimniecības sektora emisijām, kas ir par 9,1% mazāk, salīdzinot ar 2005. gadu. 2020. gadā lielākais NH₃ emitētājs ir lauksaimniecības sektors, ar saražoto daudzumu 86,1% no kopējām amonjaka emisijām valstī. NH₃ emisijas sektorā ir palielinājušās par 15,4%, salīdzinot ar 2005. gada rezultātiem, un viens no pieauguma iemesliem ir mājlopu skaita pieaugums [2].

Latvijai noteiktais mērķis ir samazināt amonjaka emisiju par 1% zem 2005. gada amonjaka emisijas līmeņa uz 2020. gadu un uz 2030. gadu [3].

Putnu ēdināšanu un turēšanu ir faktori, kas ietekmē amonjaka un oglekļa dioksīda līmeni. Pie turēšanas faktoriem var pieskaitīt - putnu blīvumu mītnē, ventilācijas intensitāti mītnē, temperatūru mītnē, putnu mītnes tīrīšanas biežumu, izmantoto pakaišu veidu.

Latvija broileri parasti tiek turēti uz dziļiem pakaišiem, līdz ar to izvēlētais pakaišu veids un pakaišu kvalitāte var ietekmēt amonjaka līmeni kūtī, jo no tā ir atkarīga urīnskābes noārdīšanās pakāpe. Pakaišu veida izvēle lielās fermās bieži vien ir saistīta ar pakaišu izmaksām, pakaišu pieejamību un ērtu transportēšanu un uzglabāšanu, ka arī ar absorbcijas

spējām [4]. Svarīgi, lai izvēlētie pakaiši uzlabo mikroklimatu mītnē un pakaišu veids neietekmē putnu augšanas rādītājus, labturību, kā arī neizraisa broileru kāju slimības [5].

2 Materiāls un metodes

Pētījums veikts ražošanas apstākļos. Pētījums tika organizēts Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecībā.

Pētījums veikts turot broilerus uz diviem pakaišu veidiem – skaidām un salmiem, kā arī katram veidam bija izmantota dažādos veidos piedeva – pakaišiem ZeoBedding un barībai ZeoFeed (1.tabula, 2.tabula). Piedeva tika pievienota barībai, kā arī vienlaikus pakaišiem un barībai. Broileri tika audzēti divās telpās (3. pielikums), izmantojot pakaišiem skaidas un salmus, pēc pakaišu veida nomaiņas no salmiem uz skaidām tika veikta telpu tīrīšana.

Tabula 1. Pētījuma shēma turot broiler cāļus uz skaidu pakaišiem (11.04.23.-22.06.23.)

Telpas Nr.	Cikls	Eksperimenta grupas Nr.	Cāļi vienu - divas nedēļas veci	Cāļi trīs - četras nedēļas veci
Nr.2	1. cikls	1. - kontroles	skaidu pakaiši 11.aprīlis – 24.aprīlis (n=300)	skaidu pakaiši 25.aprīlis – 11.maijs (n=300)
Nr.2	2. cikls	2. un 3. – eksperimentālās	skaidu pakaiši + ZeoFeed 25. maijs – 7. jūnijs (n=300)	skaidu pakaiši + ZeoBedding un ZeoFeed 8. jūnijs – 22. jūnijs (n=300)

1. un 2. eksperimenta cikls ir veikts laika posmā no 11.04.23. līdz 22.06.23. telpā nr.2.

1.grupa – kontroles: eksperimenta sākumā telpā tika ievietoti vienas dienas 300 cāļi un tie tika turēti vienu mēnesi no 11. aprīļa līdz 11. maijam uz skaidu pakaišiem (1.att.).

2. grupa un 3. grupa – eksperimentālās grupas: eksperimenta sākumā telpā tika ievietoti vienas dienas 300 cāļi un tie tika turēti vienu mēnesi no 25. maija līdz 22. jūnijam uz skaidu pakaišiem, izmantojot piedevas - pakaišiem ZeoBedding un barībai ZeoFeed. Laikā no 25. maija līdz 7. jūnijam pēc telpas tīrīšanas tika nobaroti 2. eksperimentālās grupas cāļi, kad tika izmantoti skaidu pakaiši un barībai bija pievienots ZeoFeed. Laikā no 8. jūnija līdz 22.jūnijam tika nobaroti 3. eksperimentālās grupas cāļi, šajā laikā skaidu pakaišiem bija pievienots ZeoBedding un barībai ZeoFeed (1.att.).



1.grupa - skaidu pakaiši



2. grupa - skaidu pakaiši un ZeoFeed



3.grupa - skaidu pakaiši + ZeoBedding un ZeoFeed

1.attēls. 1. un 2. cikla eksperimenta grupas (© SIA " Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecība")

Skaidu pakaiši tika uzklāti 7 cm biezumā, kas pēc literatūras datiem [6] sastāda 2 kg skaidu uz m².

3. un 4. eksperimenta cikls ir veikts laika posmā no 26.06.23. līdz 27.08.23. telpā nr.1.

Tabula 2. Pētījuma shēma turot broiler cāļus uz salmu pakaišiem (26.06.23.-27.08.23.)

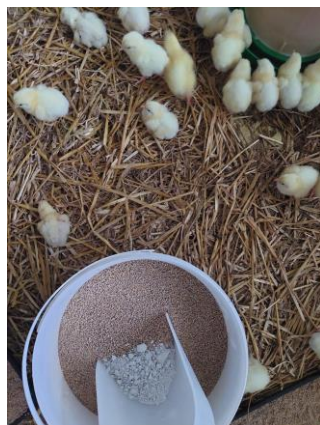
Telpas Nr.	Cikls	Eksperimenta grupas Nr.	Cāļi vienu - divas nedēļas veci	Cāļi trīs - četras nedēļas veci
Nr.1	3. cikls	4. - kontroles	salmu pakaiši 26.jūnijs – 9.jūlijs (n=300)	salmu pakaiši 10.jūlijs – 23.jūlijs (n=300)
Nr.1	4. cikls	5. un 6. – eksperimentālās	salmu pakaiši + ZeoFeed 30.jūlijs – 13.augusts (n=300)	salmu pakaiši + ZeoBedding un ZeoFeed 14.augusts – 27.augusts (n=300)

4. grupa – kontroles: eksperimenta sākumā telpā tika ievietoti vienas dienas 300 cāļi, un tie tika turēti vienu mēnesi no 26. jūnija līdz 23. jūlijam uz salmu pakaišiem.

5. grupa un 6. grupa – eksperimentālās grupas: eksperimenta sākumā telpā tika ievietoti vienas dienas 300 cāļi un tie tika turēti vienu mēnesi no 30. jūlija līdz 27. augustam uz salmu pakaišiem un izmantojot piedevu – pakaišiem ZeoBedding un barībai ZeoFeed. Laikā no 30. jūlijam līdz 13. augustam tika nobaroti 5. eksperimentālās grupas cāļi, kad tika izmantoti salmu pakaiši un barībai bija pievienots ZeoFeed. Laikā no 14. augusta līdz 27. augustam tika nobaroti 6. eksperimentālās grupas cāļi, šajā laikā salmu pakaišiem un barībai bija pievienots pakaišiem ZeoBedding un barībai ZeoFeed.



4.grupa - salmu pakaiši



5. grupa - salmu pakaiši un ZeoFeed



6.grupa - salmu pakaiši + ZeoBedding un ZeoFeed

2.attēls. 3. un 4. cikla eksperimenta grupas (© SIA "Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecība")

Temperatūras režīms

Pirmās nedēļas laikā cāļiem tika uzturēta temperatūra no +27°C līdz + 33°C. Pēc nedēļas temperatūra katru dienu tiek samazināta par 2 grādiem samazinot to līdz +14°C.

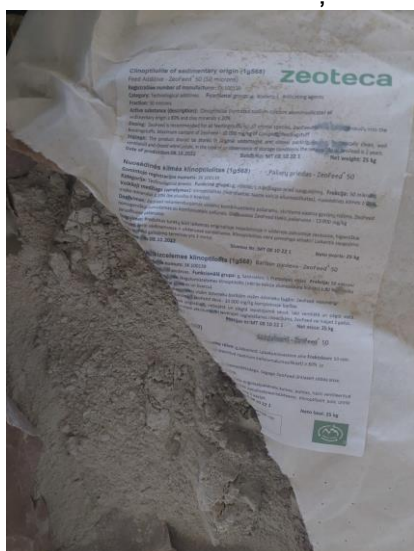
Gaismas režīms

Pirmās divas nedēļas cāļiem ir nepieciešams apgaismojums visu diennakti, kad to vecums ir virs 14 dienām, tad dienasgaismas stundas tiek samazinātas pakāpeniski pa 1-2 stundām dienā līdz sasniedz režīmu 14 stundas dienā.

Ēdināšana

Nobarošanas laikā viens putns cikla laikā apēd 8 kg barības (nedēļā aptuveni 2 kg). ZeoFeed barībai ir pievienojams 1% no izbarojamās barības apjoma (1.att.), tātad viena cikla laikā katrs putns vidēji apēda 30 gramus ZeoFeed (kopā pa 4 nedēļām). ZeoFeed, ko pievienoja barībai kopā eksperimenta laikā, sastādīja:

- 1. un 2. cikla eksperiments: skaidu pakaišu grupā tika izlietoti 9 kg ZeoFeed (4 kg 1-15 dienu veciem cāļiem un 5 kg 16 - 30 dienu veciem cāļiem).
- 3. un 4. cikla eksperiments: salmu pakaišu grupā tika izlietoti 9 kg ZeoFeed (4 kg 1-15 dienu veciem cāļiem un 5 kg 16-30 dienu veciem cāļiem).



3.attēls. Piedevas pievienošana barībai (© SIA "Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecība")

Pakaišu izmantošana

1. un 2. cikla eksperiments: nobarošanas sākumā telpā tika uzklāti skaidu pakaiši 7 cm biezā slānī, uzsākot cāļu nobarošanu. 1. un 2. cikla eksperimenta laikā ir izmantoti skaidu pakaiši kopā 3.5 tonnas.

3. un 4. cikla eksperiments: nobarošanas sākumā telpā tika uzklāti salmu pakaiši 7 cm biezā slānī, uzsākot cāļu nobarošanu. 3. un 4. cikla eksperimenta laikā ir izmantoti salmu pakaiši 3.4 tonnas.

ZeoBedding jākaisa pēc ražotāja norādēm 2 kg uz kvadrātmetru un pēc tam pieber to pēc nepieciešamības, kur veidojas mitrums, līdz ar to

- 1. un 2. cikla eksperiments: skaidu pakaišu grupā tika izlietots 34 kg ZeoBedding.
- 3. un 4. cikla eksperiments: salmu pakaišu grupā tika izlietots aptuveni 34 kg ZeoBedding.

Pētījuma laiks ir no 2023. gada aprīlim līdz 2023. gada augustam. Katrā no telpām nobaroja broilerus. Uzsākot pētījumu, izmantoti vienas dienas veci cāļi - broileri. Broileru nobarošanas ilgums eksperimenta laikā sastādīja vienu mēnesi jeb 30 dienas. Pētījuma laikā tika veikta putnu krišanas uzskaitē.

NH₃ noteikšana

Amonjaka mērījumi veikti ar 15J/30J – P1 GAS SENSOR TRANSMITTER (4. pielikums). Mērījumi tika veikti automātiski, visas diennakts laikā ik pēc minūtes. Kopsavilkums par NH₃ līmeni pētījuma laikā pa dienām ir pievienot 6. pielikumā.

3 Rezultāti

3.1 Putnu blīvuma analīze

Saskaņā ar EU komisijas direktīvu 2007/43/EC ir noteiktas minimālās prasības apkārtējai videi un maksimāli pieļaujamais putnu blīvums, kas nedrīkst pārsniegt 33 kg/m² jebkurā nobarošanas periodā [7]. Ja broileru dzīvmasa sastāda 2 kg, tad kūtī uz vienu m² drīkst turēt 19.5 - 21 putnu/m². Pēc EU datiem (EU broiler chicken welfare) Latvijā [8] broileri tiek audzēti ar putnu blīvumu ap 33 kg/m².

Broileru nobarošanas laikā putnu blīvums svārstās no 1 kg/m² līdz 30.0 kg/m². Mazāks putnu blīvums ir novērojams, kad telpā sākotnēji ir ievietoti vienas dienas vecuma cāļi, kad cāļu vecums bija 30 dienas, tad novērojams putnu blīvums sasniedza 30 kg/m², bet tas nepārsniedz pieļaujamo EU normatīvu.

Tabula 3. Putnu blīvuma izmaiņas eksperimenta laikā atkarībā no broileru vecuma

Vecums, dienas	Dzīvmasa, kg	Broileru skaits, gab.	Blīvums kg/m2
1 diena	0.05	300	1.0
10 dienas	0.25	296	5.2
20 dienas	0.75	291	15.2
30 dienas	1.5	287	30.0

Kopējā amonjaka koncentrācija palielinās līdz ar putna vecumu un tā ir atkarīga no putnu blīvuma ganāmpulkā. Pētījumā par putnu blīvuma ietekmi uz NH₃ līmeni [9], bija konstatēts, ka 36 dienu vecumā visaugstākais NH₃ līmenis bija pie putnu blīvuma 20 putni/m², savukārt zemākais ar putnu blīvumu 10 putni/m². Putnu blīvums mainās līdz ar nobarošanas laiku. Broileru nobarošanas laikā tika novērots, ka lielāks amonjaka līmenis bija nobarošanas perioda beigās, kad broiler vecums bija 31- 40 dienas veci [10]. Tika noteikta sakarība starp NH₃ līmeni un broileru vecumu ($r = 0.62 \dots 0.92$). un augstāki NH₃ mērījumi bija rudens – ziemas nobarošanas laika.

3.2 NH₃ līmeņa analīze izmantojot skaidu pakaišus

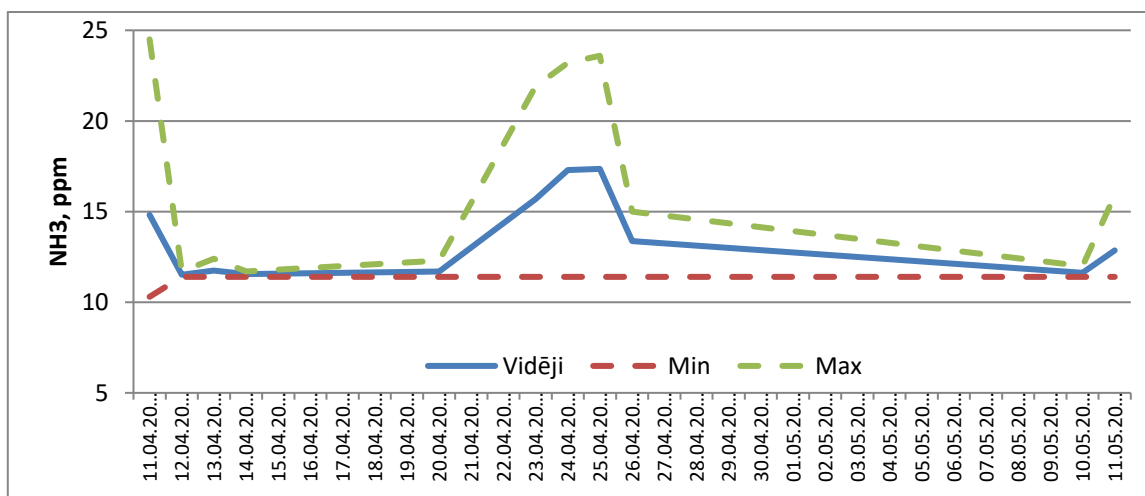
Datnes ar NH₃ mērījumiem par 2023. gada aprīli - septembri LBTU saņēma no projekta vadošā partnera - BDR "Latvijas Apvienotā putnkopības nozares asociācija". Balstoties uz iegūtiem datiem, tika veikta NH₃ mērījumu analīze.

3.2.1 NH₃ līmeņa analīze kontroles grupai (1. grupa)

Skaidu pakaiši tika izmantoti 1.cikla un 2.cikla eksperimentā.

Telpā tika ievietoti vienas dienas 300 cāļi un tie tika turēti vienu mēnesi uz skaidu pakaišiem (1.grupa). Nobarojot 1.grupas putnus (pakaiši skaidas), amonjaka līmenis svārstījās robežās no 10.3 ppm (min) līdz 24.5 ppm (max) ar vidējo amonjaka līmeni mītnē robežās no 11.5 ppm līdz 17.3 ppm (2.att.).

Amonjaka līmenis nepārsniedza 25 ppm un tas ir zemāks ne kā tam ir jābūt saskaņā ar „Word Organization of Animal Health (OIE)” ieteikumiem, kur ir teikts, ka amonjaka koncentrācija broileru un dējējvistu mītnēs virs putniem nedrīkst pārsniegt 25 ppm [11], [kā arī mītnēs ir jānodrošina laba ventilācija, lai izvadītu gāzes no mītnes un mazinātu mitruma līmeni tajās.



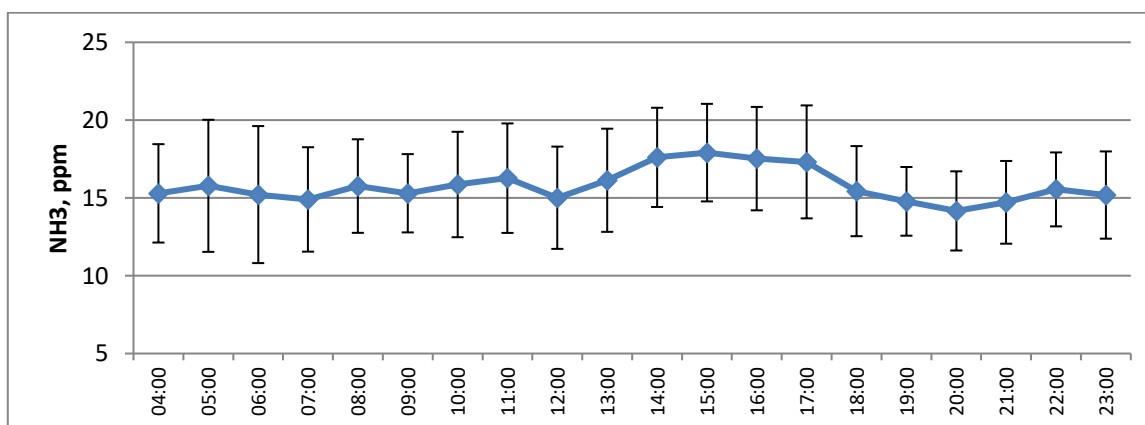
2.attēls. Vidējais, minimālais un maksimālais NH₃ līmenis, ppm izmantojot skaidu pakaišus.

Vidējais NH₃ līmenis arī bija zemāks ne kā tas ir noteikts EU Padomes direktīvā 2007/43/EK, 2007, kurā ir teikts, ka putnu līmenī amonjaka (NH₃) koncentrācija nepārsniedz 20 ppm un oglekļa dioksīda (CO₂) koncentrācija nepārsniedz 3000 ppm [12]. Tomēr dažās dienās (23.aprīlis – 25.aprīlis) max līmenis bija virs 20 ppm, kas varētu būt sastopams īsā laika posmā, kad cāļi tiek baroti un ir aktīvi. NH₃ līmeņa koncentrācija arī tiks analizēta diennakts laikā.

Pētījumā [13], izmantojot skaidas, bija iegūts, ka NH₃ 28.dienā bija 6.28 un 35.nobarošans dienā pieauga un sastādīja 16.33 ppm. Pētījumā izmantoja trīs pakaišu dziļumus: 2.5, 7.6 un 12.7 cm un autori konstatēja, ka pakaišu dziļumam ir jābūt vismaz 7,6 cm, kas ir uzklāts visā mītnē un tas ļauj optimizēt mitrumu un amonjaka līmeni telpā.

3.2.2 NH₃ izmaiņas diennakts laikā kontroles grupai (1. grupa)

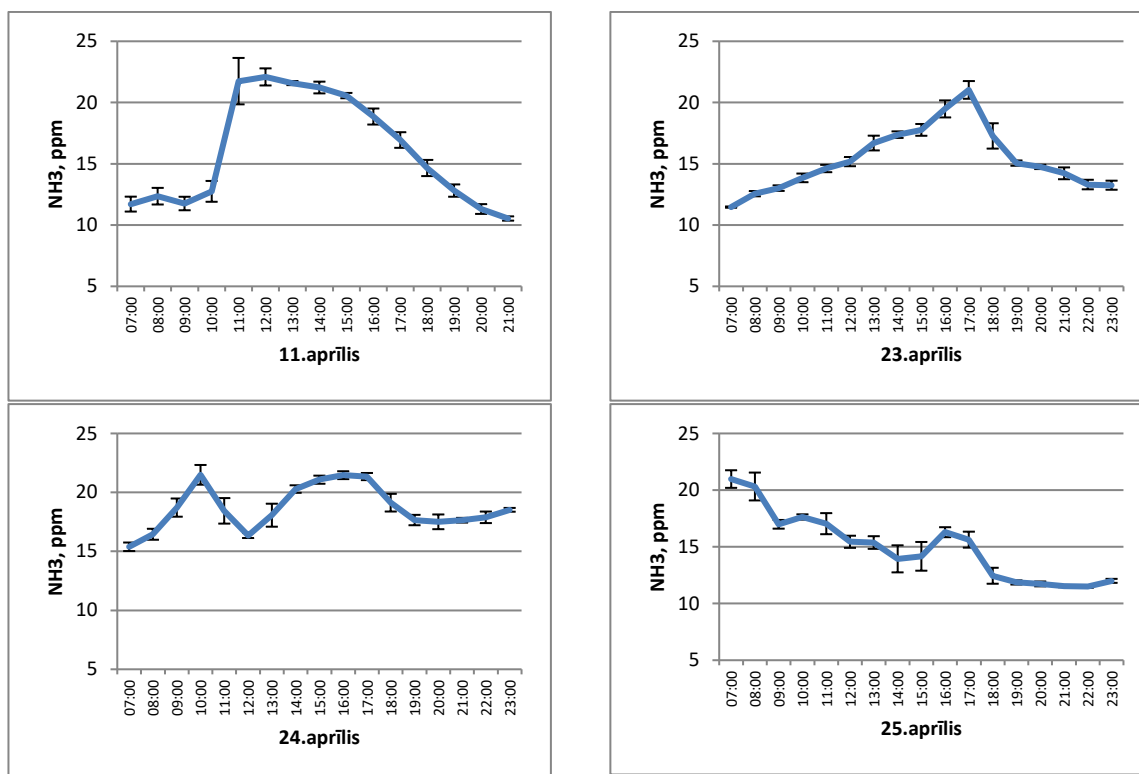
Kā norādīts vairāku autoru darbos NH₃ līmeņa izmaiņas ir atkarīgas no diennakts laika un NH₃ līmenis ir augstāks laikā, kad putni ir aktīvi un zemāks vakarā un pa nakti.



3.attēls. NH₃ līmenis, ppm atkarībā no diennakts laika – pakaiši skaidas (1. grupa).

Izvērtējot kontroles 1. grupas datus, noteicām, ka NH₃ līmenis mainās diennakts laikā un tas ir augstāks laikā no pl. 14.00 līdz 17.00, kad putni ir aktīvi un zemāks vakarā un pa nakti (3.attēls).

Tika izvērtētas NH₃ izmaiņas **11. aprīlī; 23. aprīlī - 25. aprīlī**, kad max NH₃ līmenis pārsniedza 20 ppm (4.attēls).

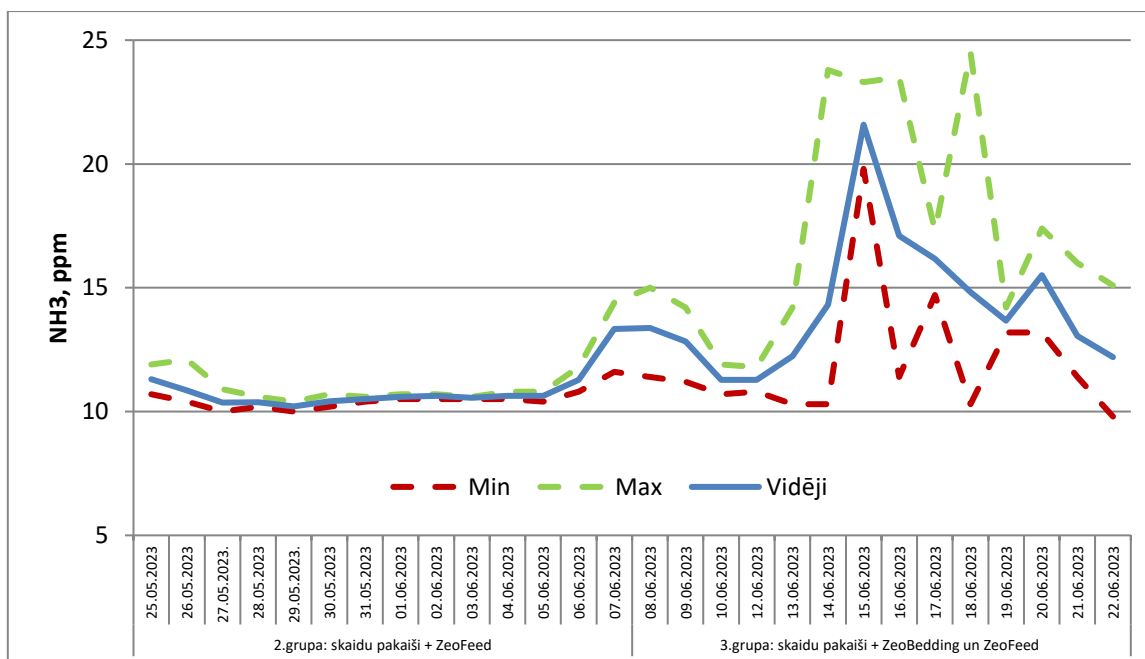


4.attēls. NH₃ līmenis, ppm 11. aprīlī; 23. aprīlī - 25. aprīlī atkarībā no diennakts laika – pakaiši skaidas (1.grupa).

Tiek novērots, ka no rīta līdz dienas vidus NH₃ līmenis pieaug un saglabājas augstāks un vakarā NH₃ līmenis samazinās un atrodas normas robežās (4.attēls).

3.2.3 NH₃ līmeņa analīze eksperimentālās grupās (2. un 3. grupa)

2.grupa un 3.grupa – eksperimentālās grupas: eksperimenta sākumā telpā tika ievietoti vienas dienas 300 cāļi un tie tika turēti vienu mēnesi no 25. maija līdz 22. jūnijam uz skaidu pakaišiem, izmantojot piedevas - pakaišiem ZeoBedding un barībai ZeoFeed. Laikā no 25. maija līdz 7. jūnijam pēc telpas tīrīšanas tika nobaroti 2. eksperimentālās grupas cāļi, kad tika izmantoti skaidu pakaiši un barībai bija pievienots ZeoFeed. Laikā no 8. jūnija līdz 22. jūnijam tika nobaroti 3. eksperimentālās grupas cāļi, šajā laikā skaidu pakaišiem bija pievienots ZeoBedding un barībai ZeoFeed.



5.attēls. Vidējais, minimālais un maksimālais NH₃ līmenis, ppm izmantojot skaidu pakaišus – 2. un 3. eksperimentālā grupa.

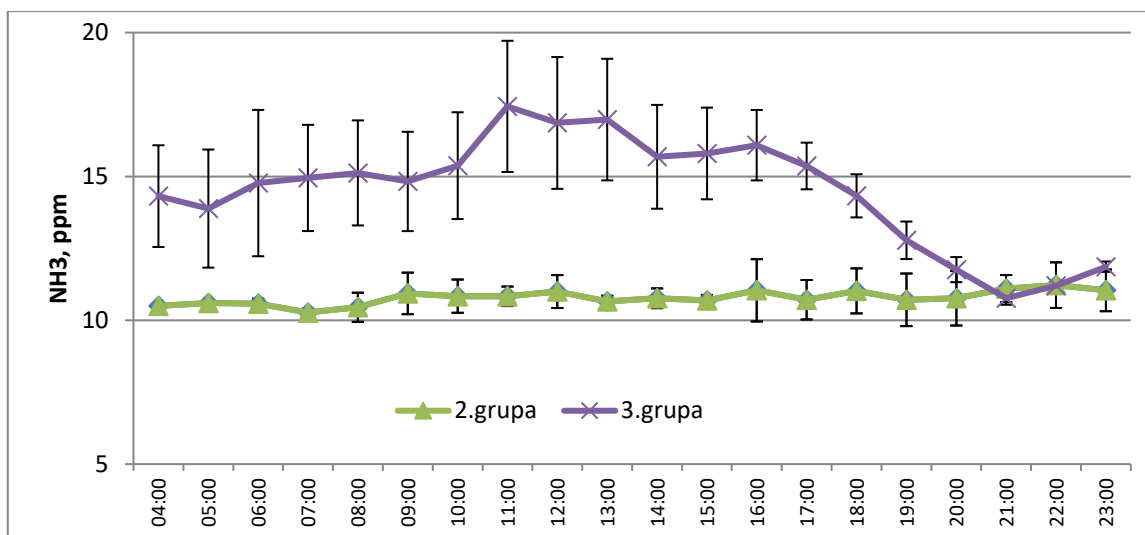
Amonjaka līmenis svārstījās robežās no 10.0 ppm (min) līdz 24.5 ppm (max) (5.attēls) un nepārsniedza 25 ppm un tas ir zemāks ne kā tam ir jābūt saskaņā ar „Word Organization of Animal Health (OIE)” ieteikumiem.

Vidējais amonjaka līmenis, nobarojot 2.grupas putnus, bija no robežās no 10.4 ppm līdz 13.3 ppm un 3.grupas putnus no 11.3 ppm līdz 17.0 ppm (5.att.). Vidējais NH₃ līmenis telpā pieauga līdz ar putnu vecumu, jo pieauga putnu masa un putnu blīvums, kā arī putni tiek turēti uz dziļiem pakaišiem, un tas var izraisīt NH₃ līmeņa pieaugumu.

Dažās no dienām jūnijā max līmenis bija virs 20 ppm, kas varētu būt sastopams īsā laika posmā, kad cāļi tiek baroti un ir aktīvi, kā var redzēt no attēla dienas laikā, ir lielas atšķirības starp minimālo un maksimālo NH₃ līmeni. NH₃ līmeņa koncentrācija arī tiks analizēta diennakts laikā.

3.2.4 NH₃ izmaiņas diennakts laikā eksperimentālās grupās (2. un 3.grupa)

Izvērtējot 2. grupas datus, noteicām, ka NH₃ līmenis mainās nebūtiski diennakts laikā un tā svārstības pa dienām ir augstākas laikā no pl. 16.00, tas nozīmē, ka ir vērojamas lielākas atšķirības starp dienām NH₃ mērījumos tieši pēcpusdienas laikā (6.attēls). 3.grupā NH₃ līmenis bija augstāks ar vidējo mērījumu virs 15 ppm dienas laikā un vakarā līmenis samazinājās līdz 10-11 ppm.



6.attēls. NH₃ līmenis, ppm atkarībā no diennakts laika – pakaiši skaidas, 2. grupa un 3. grupa.

Vidējais amonjaka līmenis diennakts laikā bija augstāks 3.grupai, salīdzinot ar 2.grupas rezultātiem.

Eiropā parasti kā pakaišus izmanto priedes koka skaidas, linus, kūdras un sasmalcinātus kviešu salmus. Tiek veikti pētījumi par dažādu pakaišu veidu izmantošanu un, piemēram, kā ir minēts Garcês et al. (2013) [14] pētījumā, koka skaidas ir ideāls pakaišu materiāls, tas ir saistīts ar skaidu daļiņu izmēru, tilpuma blīvumu, siltumvadītspēju, žāvēšanas ātrumu un saspiežamību. Taču, palielinoties koksnes atkritumu izmantošanai, kā kurināmā veidam, to pieejamība ir samazinājusies, un cena ir pieaugusi.

3.3 NH₃ līmeņa analīze izmantojot salmu pakaišus

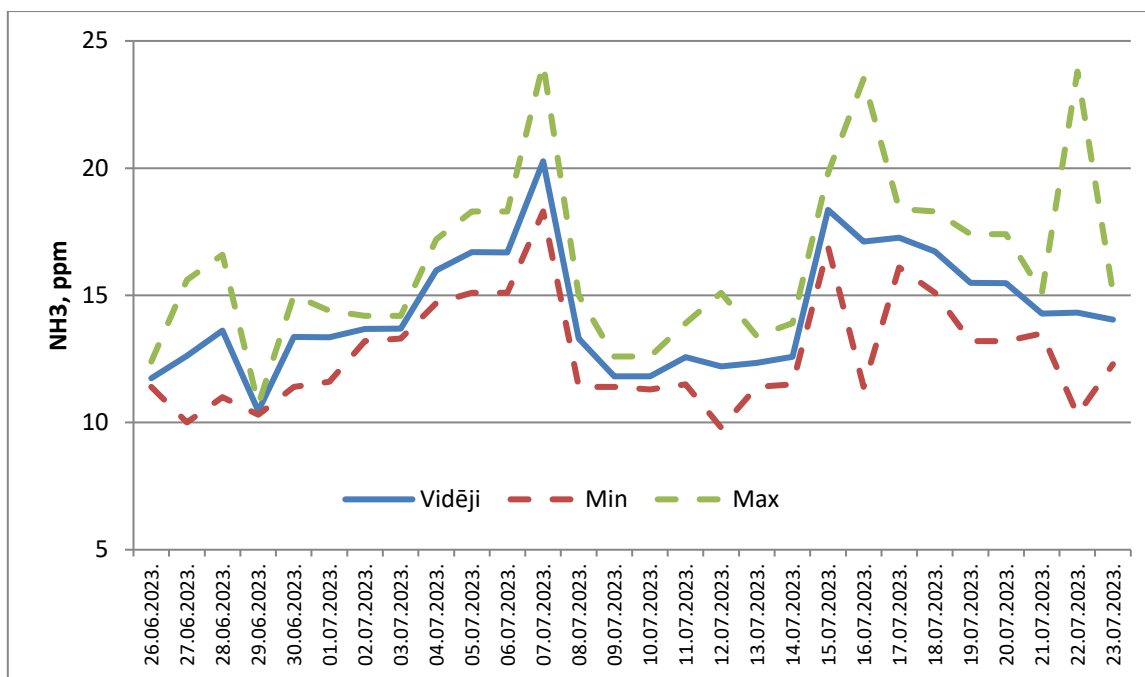
Salmu pakaiši tika izmantoti 3.cikla un 4.cikla eksperimentā.

3.3.1 NH₃ līmeņa analīze kontroles grupai (4. grupa)

3.cikls bija laika posmā no 26. jūnija līdz 23. jūlijam, nobarojot broilerus, tos turēja uz salmu pakaišiem (4.grupa).

Telpā tika ievietoti vienas dienas 300 cāļi un tie tika turēti vienu mēnesi uz salmu pakaišiem (4.grupa). Nobarojot 4.grupas putnus (pakaiši salmi), amonjaka līmenis svārstījās robežās no 10.0 ppm (min) līdz 24.1 ppm (max) ar vidējo amonjaka līmeni mītnē robežās no 10.5 ppm līdz 20.3 ppm (7.att.).

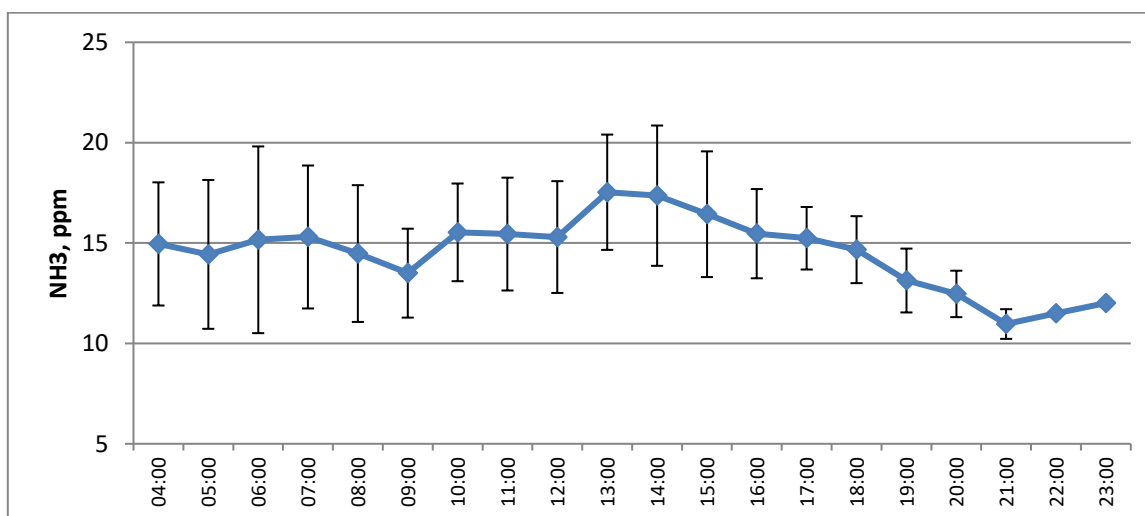
Vidējais NH₃ līmenis arī bija zemāks ne kā tas ir noteikts EU Padomes direktīvā 2007/43/EK, 2007 - koncentrācija nepārsniedz 20 ppm. Tomēr dažās no dienām max līmenis bija virs 20 ppm.



7.attēls. Vidējais, minimālais un maksimālais NH_3 līmenis, ppm izmantojot skaidu pakaišus – 4.grupa.

3.3.2 NH_3 izmaiņas diennakts laikā kontroles grupai (4. grupa)

NH_3 līmeņa koncentrācija tika analizēta diennakts laikā (8.att.).

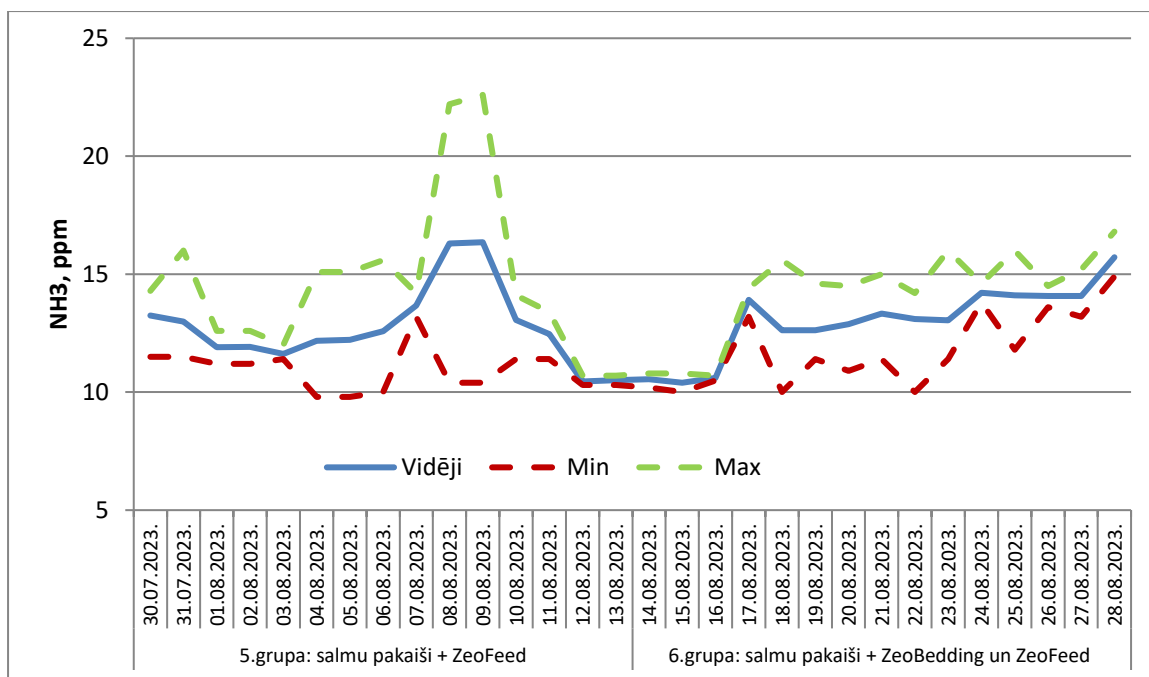


8.attēls. NH_3 līmenis, ppm atkarībā no diennakts laika – pakaiši salmi.

Izvērtējot 4. kontroles grupas datus, noteicām, ka NH_3 līmenis mainās diennakts laikā un izmaiņu tendence ir līdzīga, kā iepriekšējām grupām tas ir augstāks laikā no pl. 14.00 līdz 17.00, kad putni ir aktīvi un zemāks vakarā un pa nakti.

3.3.3 NH_3 līmeņa analīze eksperimentālās grupās (5. un 6. grupa)

4.cikla eksperiments ir uzsākts 30. jūlijā, uzsākot eksperimentu cāļu vecums ir viena diena, pakaišu veids - salmi.

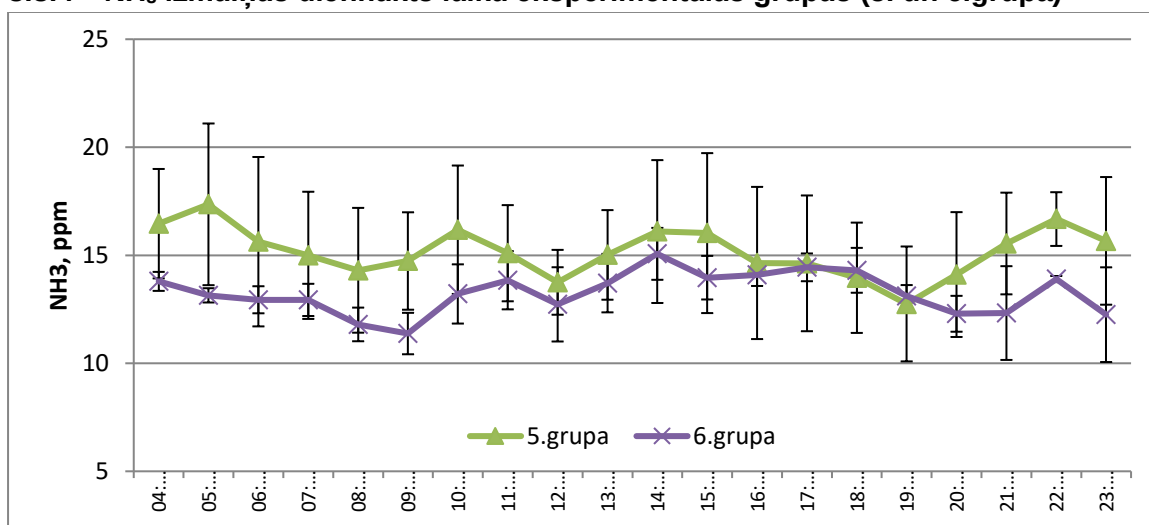


9.attēls. Vidējais, minimālais un maksimālais NH₃ līmenis, ppm izmantojot salmu pakaišus – 5. un 6.eksperimentālā grupa.

5. eksperimentālās grupas cāļus nobaroja no 30. jūlijam līdz 13. augustam, kad tika izmantoti salmu pakaiši un barībai bija pievienots ZeoFeed. 6. eksperimentālās grupas cāļus nobaroja no 14. augusta līdz 27. augustam, šajā laikā salmu pakaišiem un barībai bija pievienots pakaišiem ZeoBedding un barībai ZeoFeed.

Vidējais amonjaka līmenis, nobarojot 5.grupas putnus, bija no robežās no 10.4 ppm līdz 13.3 ppm un 6.grupas putnus no 11.3 ppm līdz 17.0 ppm (9.att.). Vidējais NH₃ līmenis telpā vienmērīgs viena mēneša garumā un nav novērota tendence, ka tas pieauga līdz ar putnu vecumu.

3.3.4 NH₃ izmaiņas diennakts laikā eksperimentālās grupās (5. un 6.grupa)

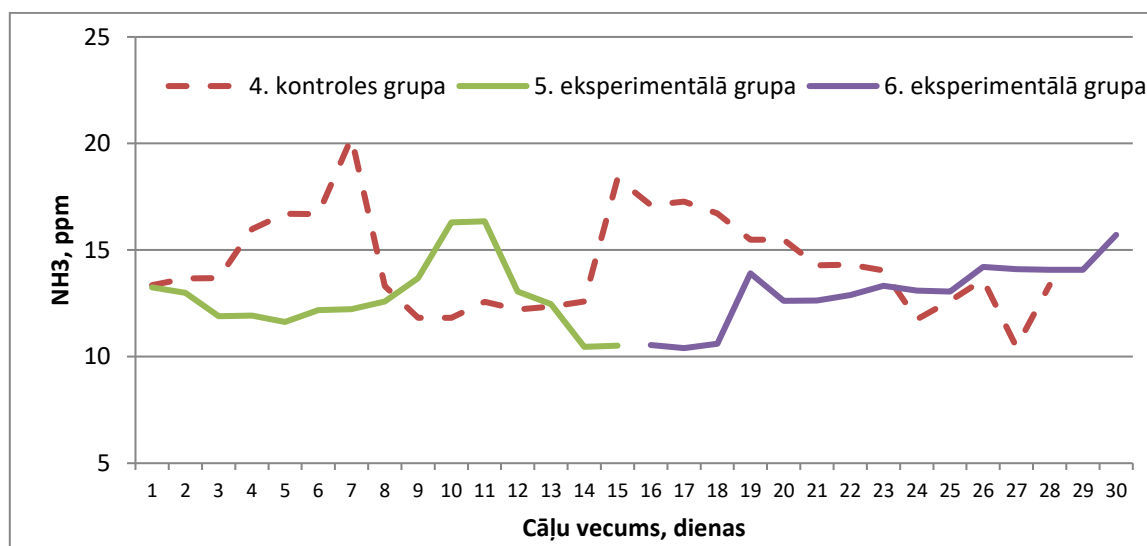


10.attēls. NH₃ līmenis, ppm atkarībā no diennakts laika – pakaiši salmi, 5. grupa un 6. grupa.

Izvērtējot 5. un 6. grupas datus, noteicām, ka NH_3 līmenis mainās nebūtiski diennakts laikā un ir novērota tendence, ka vidējais NH_3 līmenis ir augstāk 5. grupai, kad tika izmantoti salmi un barībai bija pievienots ZeoFeed un zemāks 6. grupai, kad salmu pakaišiem un barībai bija pievienots pakaišiem ZeoBedding un barībai ZeoFeed.

3.3.5 NH_3 līmeņa salīdzinājums kontroles ar eksperimentālām grupām (4. grupa ar 5. un 6. grupām)

Veikts salīdzinājums amonjaka līmenim mītnē nobarojot 4. kontroles grupas cāļus un nobarojot 5., 6. eksperimentālās grupas cāļus.



11.attēls. Vidējais, minimālais un maksimālais NH_3 līmenis, ppm izmantojot skaidu pakaišus – 4. kontroles grupa un 5., 6. eksperimentālā grupa.

Izvērtējot 4., 5. un 6. grupas datus, noteicām, ka NH_3 līmenis mainās nobarošanas laikā un ir novērota tendence, ka vidējais NH_3 līmenis ir augstāk 4. grupai, kad tika izmantoti tikai salmi bez piedevu pievienošanas.

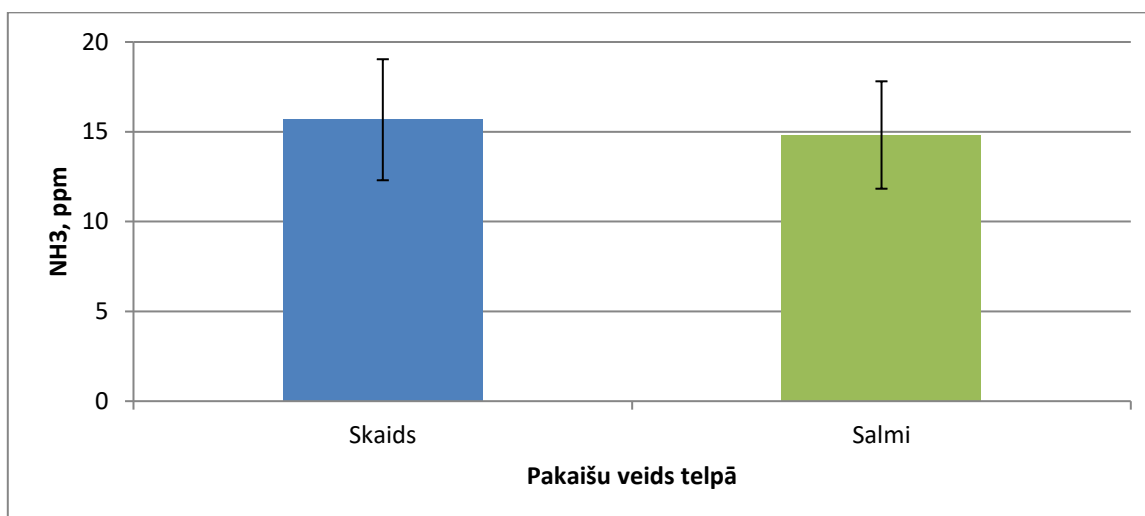
3.4 NH_3 līmeņa salīdzinājums izmantojot skaidu un salmu pakaišus

Tasistro et al. (2008) pētījumā [15], salīdzināja amonjaka līmeni pielietojot skaidu un kviešu salmu pakaišus, tika noteikts, ka NH_3 emisijas blakus dzirdnēm bija par 19% zemāks, ja lietoja salmus kā pakaišus, bet apkārt barotnēm netika novērotas atšķirības NH_3 izmešu līmenī. Autori norāda, ka pakaišu veids nav ietekmējis putnu krišanu, bet dzīvmasa broileriem bija augstāka, ja izmantoja skaidas [15]. Veicot organisko un neorganisko pakaišu veidu salīdzinājumu, autori noteica, ka organiskie pakaišu veidi samazina NH_3 emisijas un autori iesaka pakaišiem izmantot skaidas un rīsu čaumalas [16]. Kūdra salīdzinot ar koka skaidām, spēj efektīvāk piesaistīt NH_3 , jo tai ir augsta katjonu apmaiņas spēja, augsta ūdens absorbcijas spēja, dabiski zems pH līmenis un augsta C/N attiecība [16, 17]. Kūdra un kukurūzas skābbarība samazina NH_3 emisijas, tomēr ir dažas problēmas, jo kūdras ieguve ir siltumnīcefekta gāzu emisiju avots [18].

3.4.1 NH_3 līmeņa salīdzinājums starp kontroles grupām (1. un 4. grupa)

Veikts salīdzinājums amonjaka līmenim mītnē, nobarojot 1. kontroles grupas cāļus un 4. kontroles grupas cāļus. Netika iegūtas būtiskas atšķirības pēc vidējā NH_3 līmeņa kūtī, nobarojot cāļus viena mēneša laikā. Tiek vērota tendence, ka vidējais NH_3 līmenis bija zemāks

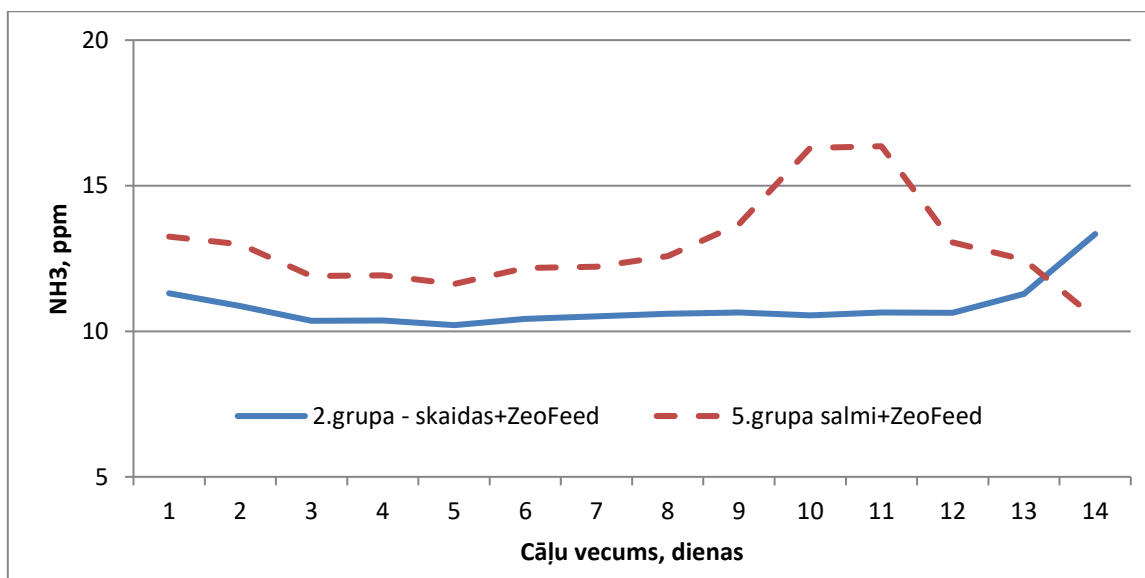
telpā, kad tika izmantoti salmi - 4. kontroles grupa (14.82 ppm) un augstāks, kad tika izmantotas skaidas - 1.kontroles grupas (15.67 ppm).



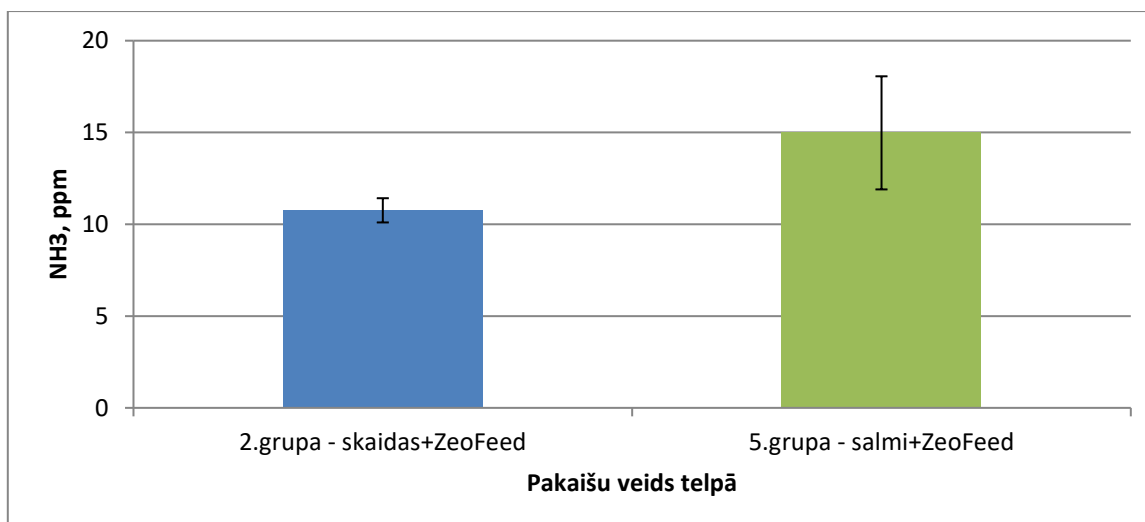
12.attēls. Vidējais NH₃ līmenis, ppm izmantojot skaidu (1. grupa) un salmu pakaišus (4. grupa).

3.4.2 NH₃ līmeņa salīdzinājums starp eksperimentālām grupām (2. un 5. grupa)

Veikts salīdzinājums amonjaka līmenim mītnē, nobarojot 2.kontroles grupas cāļus un 5.kontroles grupas cāļus. Cāļi bija vecumā viena līdz 14 dienas – vienā vecumā un šajā laika posmā barībai pievienoja ZeoFeed un pakaišiem izmantoja skaidas (2. grupa) un salmus (5. grupa).



13.attēls. Vidējais NH₃ līmenis, ppm atkarībā no cāļu vecuma izmantojot skaidu pakaišus + ZeoFeed (2. grupa) un salmu pakaišus + ZeoFeed (5. grupa).

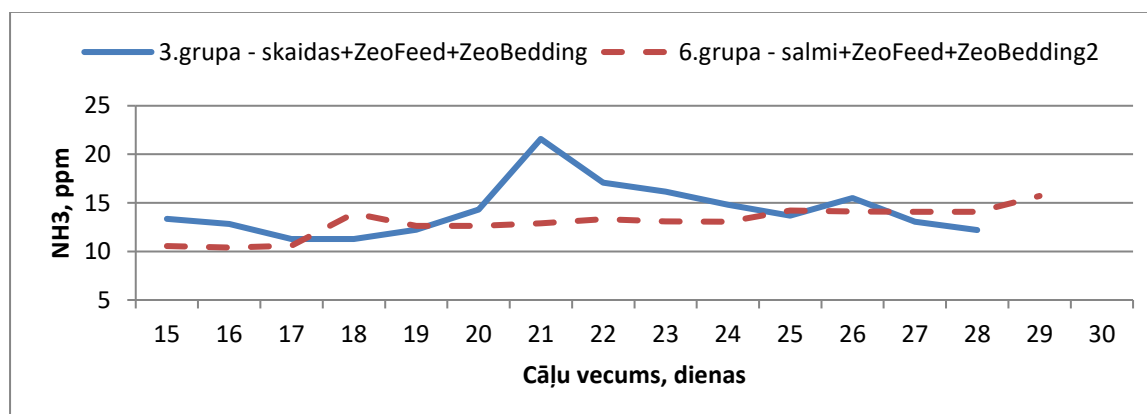


14.attēls. Vidējais NH₃ līmenis, ppm izmantojot skaidu+ ZeoFeed (2. grupa) un salmu pakaiši + ZeoFeed (5. grupa).

Novērots, ka zemāks amonjaka līmenis ir skaidas+ZeoFeed 2. grupai, gan divu nedēļu laikā (13.att.), gan vidēji šajā laika posmā (14.att.). Vidējais NH₃ līmenis bija zemāks telpā, kad tika izmantoti skaidu pakaiši + ZeoFeed (2.grupa - 10.8 ppm) un augstāks, kad tika izmantoti salmu pakaiši + ZeoFeed (5. grupa - 15.0 ppm).

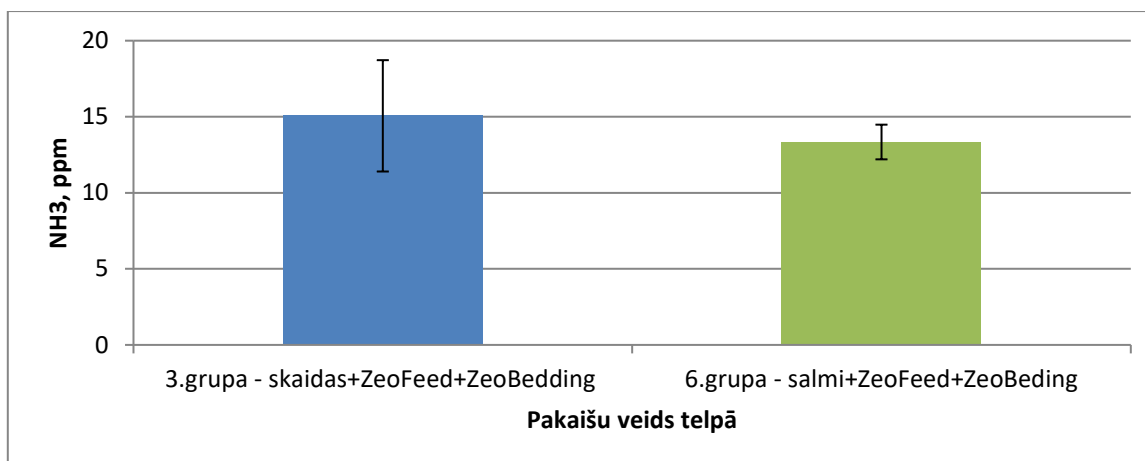
3.4.3 NH₃ līmeņa salīdzinājums starp eksperimentālām grupām (3. un 6. grupa)

Veikts salīdzinājums amonjaka līmenim mītnē, nobarojot 3.kontroles grupas cāļus un 6.kontroles grupas cāļus. Cāļi bija vecumā no 15 - 28 dienas veci – vienā vecumā un šajā laika posmā barībai pievienoja ZeoFeed un pakaišiem ZeoBedding, pakaišu veids skaidas (3. grupa) un salmi (6. grupa).



15.attēls. Vidējais NH₃ līmenis atkarībā no cāļu vecuma, ppm izmantojot skaidas+ZeoFeed+ZeoBedding (3. grupa) un salmus+ZeoFeed+ZeoBedding (6. grupa).

Novērots, ka zemāks amonjaka līmenis ir skaidas+ZeoFeed 6.grupai, gan divu nedēļu laikā (15.att.), gan vidēji šajā laika posmā (16.att.). Vidējais NH₃ līmenis bija zemāks telpā, kad tika izmantoti salmu pakaiši + ZeoFeed + ZeoBedding (6. grupa - 13.3 ppm) un augstāks, kad tika izmantoti skaudi pakaiši + ZeoFeed + ZeoBedding (3. grupa - 15.1 ppm). Līdz ar to, ilgākā laika posmā, pēc divām nedēļām salmu pakaišiem pievienojot ZeoFeed + ZeoBedding telpā krasi nepieauga amonjaka līmenis, ko varētu skaidrot ar salmu labām absorbcijas spējām.



16.attēls. Vidējais NH₃ līmenis, ppm izmantojot skaidas+ZeoFeed+ZeoBedding (3. grupa) un salmus+ZeoFeed+ZeoBedding (6. grupa).

3.5 Pakaišu izmantošanas ekonomiskais pamatojums

Pētījuma laikā tika iegādāti skaidu un salmu pakaiši, kā arī absorbents ZeoFeed un ZeoBedding. Pētījuma laikā pakaušu, barības, piedevu iepirktais daudzums un cena ir doti 5. pielikumā.

Lai salīdzinātu pakaišu izmaksas dažādās telpās ir veikts aprēķins uz vienu m² telpas (4. tabula). Nobarošanas laiks bija viens mēnesis, uzsākot eksperimentu cāļu vecums viena diena. Barības izlietotais daudzums ir vienāds, jo katrā grupā ir vienāds cāļu skaits.

Tabula 4. Pakaišu un izmantotais ZeoFeed un ZeoBedding daudzums uz 1m² telpas nobarošanas laikā

Veids	1.grupa	2. un 3.grupa	4.grupa	5. un 6.grupa
Pakaišu veids	Skaidas	Skaidas	Salmi	Salmi
Pakaiši, m ³	1.75t/14.34m ² = 122kg/m ²	1.75t/14.34m ² = 122kg/m ²	1.7t/14.34m ² = 118kg/m ²	1.7t/14.34m ² = 118kg/m ²
ZeoFeed, kg/m ²	-	9 kg/14.34m ² = 0.63 kg/m ²	-	9 kg/14.34m ² = 0.63 kg/m ²
ZeoBedding, kg/m ²	-	34 kg/14.34m ² = 2.37 kg/m ²	-	34kg/14.34m ² = 2.37 kg/m ²

Tabula 5. Pakaišu, ZeoFeed un ZeoBedding izmaksas (EUR) uz 1m² telpas nobarošanas laikā

Veids	1.grupa	2. un 3.grupa	4.grupa	5. un 6.grupa
Pakaišu veids	Skaidas	Skaidas	Salmi	Salmi
Pakaiši, m ³	262.5EUR/14.34m ² =18.31 EUR/m ²	262.5EUR/14.34m ² = 18.31 EUR/m ²	42.5EUR/14.34m ² = 2.96EUR/m ²	42.5EUR/14.34m ² = 2.96EUR/m ²
ZeoFeed, kg/m ²	-	2.4 EUR/14.34m ² = 0.17 EUR/m ²	-	2.4 EUR/14.34m ² = 0.17 EUR/m ²
ZeoBedding, kg/m ²	-	9.05 EUR/14.34m ² = 0.63 EUR/m ²	-	9.05 EUR/14.34m ² = 0.63 EUR/m ²

Pēc veiktiem aprēķiniem ir noteikts, ka pakaišu izmaksas uz 1 m² telpas, izmantojot skaidas, ir 18.31 EUR/m² un, izmantojot salmus, tās ir būtiski lētākas un sastāda 0.63 EUR/m² (5. tabula).

Tabula 6. Starpības starp NH₃ vidējām vērtībām pie dažāda pakaišu veida

Eksperimentālās grupas		NH ₃ vidējās vērtības, ppm		NH ₃ vidējo vērtību starpība, ppm
Pamats skaidas	Pamats salmi	Pamats skaidas	Pamats salmi	
1.grupa	4.grupa	15.7	14.8	+0.9 ppm
2.grupa	5.grupa	10.8	15.0	-4.2 ppm
3.grupa	6.grupa	15.1	13.3	+1.8 ppm

Lētākais pakaišu veids ir salmi, kaut gan šobrīd sakarā ar ekonomisko situāciju valstī cena par pakaišiem var pieaugt (5. tabula). Izmantojot salmus un skaidas, kā pakaišus, pievienojot tiem ZeoFeed un ZeoBedding, ir vērojama tendence, ka NH₃ līmenis bija zemāks (6.tabula).

3.6 Amonjaka emisiju samazināšanas analīze

Salīdzinot 1. kontroles grupas rezultātus ar 2. un 3. grupas rezultātiem, ir iegūts, ka lielāko NH₃ samazinājumu, kas sastāda vidēji 2.8 ppm vai 20.6% ieguva telpā, kad cāļi bija vienu – divas nedēļas veci un tika turēti uz skaidu pakaišiem. Līdz ar cāļu vecuma pieaugumu šī tendence netiek novērota.

Tabula 7. Amonjaka līmeņa starpības turot broilerus uz skaidu pakaišiem (11.04.23.-22.06.23.)

Telpas Nr.	Cikls	Eksperimenta grupas Nr.	NH ₃ , ppm cāļi vienu - divas nedēļas veci	NH ₃ , ppm cāļi trīs - četras nedēļas veci
Nr.2	1. cikls	1. - kontroles	13.6	13.8
Nr.2	2. cikls	2. un 3. – eksperimentālās	10.8	15.1
Starpība, ppm			- 2.8 ppm	+ 1.3 ppm
Starpība, %			- 20.6 %	+ 9.4 %

Salīdzinot 4. kontroles grupas rezultātus ar 5. un 6. grupas rezultātiem, ir iegūts, ka lielāko NH₃ samazinājumu, kas sastāda vidēji 1.0 ppm vai 7.0% ieguva telpā, kad cāļi bija trīs – četras nedēļas veci un tika turēti uz salmu pakaišiem. NH₃ līmenis telpā būtiski neatšķīrās, kad cāļi bija cāļi vienu - divas nedēļas veci.

Tabula 8. Amonjaka līmeņa starpības turot broiler cāļus uz salmu pakaišiem (26.06.23.-27.08.23.)

Telpas Nr.	Cikls	Eksperimenta grupas Nr.	NH ₃ , ppm cāļi vienu - divas nedēļas veci	NH ₃ , ppm cāļi trīs - četras nedēļas veci
Nr.1	3. cikls	4. - kontroles	14.4	14.3
Nr.1	4. cikls	5. un 6. –	15.0	13.3

		eksperimentālās		
		Starpība, ppm	+ 0.6 ppm	- 1.0 ppm
		Starpība, %	+ 4.2 %	- 7.0 %

Ka lielāko vidējo NH_3 samazinājumu, kas sastāda vidēji 20.6% ieguva telpā, kad cāļi bija vienu – divas nedēļas veci un tika turēti uz skaidu pakaišiem. Vidējo NH_3 samazinājumu 7% apmērā ieguva telpā, kad cāļi bija trīs – četras nedēļas veci un tika turēti uz salmu pakaišiem.

4 Secinājumi

- Broileru nobarošanas laikā putnu blīvums nepārsniedz 33 kg/m², kas ir saskaņā ar EU normatīvu.
- Izmantojot skaidu pakaišus, nobarojot 1.grupas putnus, vidējais amonjaka līmenis mītnē bija 15.67 ppm, ar min vērtību 10.3 ppm un max 24.5 ppm. Izmantojot salmu pakaišus, nobarojot 4.grupas putnus, vidējais amonjaka līmenis mītnē bija 14.82 ppm, ar min vērtību 10.3 ppm un max 24.5 ppm. NH₃ līmenis bija zemāks telpā, kad tika izmantoti salmi - 4.kontroles grupa (14.82 ppm) un augstāks, kad tika izmantotas skaidas (15.67 ppm). Atšķirības starp vidējo NH₃ līmeni, izmantojot skaidu un salmu pakaišus, nav būtiskas.
- Vidējais NH₃ līmenis bija zemāks telpā, kad tika izmantoti skaidu pakaiši + ZeoFeed (2.grupa - 10.8 ppm) un augstāks, kad tika izmantoti salmu pakaiši + ZeoFeed (5.grupa - 15.0 ppm).
- Vidējais NH₃ līmenis bija zemāks telpā, kad tika izmantoti salmu pakaiši + ZeoFeed + ZeoBedding (6.grupa - 13.3 ppm) un augstāks, kad tika izmantoti skaidu pakaiši + ZeoFeed + ZeoBedding (3.grupa - 15.1 ppm).
- NH₃ līmenis visās telpās nepārsniedza EU direktīvā noteikto normu (20 ppm), būtiskas starpības starp vidējiem NH₃ mērījumiem dažādās telpās nav iegūtas.
- NH₃ līmenis mainās diennakts laikā, un tas ir augstāks laikā, kad putni ir aktīvi un zemāks vakarā un pa nakti.
- Projekta ietvaros lielākas izmaksas pakaišiem rēķinot uz 1 m² ir, ja izmanto skaidu pakaišus (18.31 EUR uz m²). Salmu pakaišu cena uz 1 m² ir 2.96 EUR. ZeoBedding izmaksas uz 1 m² sastādīja 0.63 EUR un ZeoFeed – 0.17 EUR.
- Lētākais pakaišu veids ir salmi, kaut gan šobrīd sakarā ar ekonomisko situāciju valstī cena par pakaišiem var pieaugt. Izmantojot salmus un skaidas, kā pakaišus, pievienojot tiem ZeoFeed un ZeoBedding, ir vērojama tendence, ka NH₃ līmenis bija zemāks.
- Ka lielāko vidējo NH₃ samazinājumu, kas sastāda vidēji 20.6% ieguva telpā, kad cāļi bija vienu – divas nedēļas veci un tika turēti uz skaidu pakaišiem. Vidējo NH₃ samazinājumu 7% apmērā ieguva telpā, kad cāļi bija trīs – četras nedēļas veci un tika turēti uz salmu pakaišiem.

Literatūra

- [1] Asnate Skrebele, Vita Štelce, Laine Lupkina, Līga Rubene, Intars Čakars, Lauris Siņics. Latvia's Informative Inventory Report 1990 – 2017. <https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Gaiss/Piesarnojums/New/LV IIR 2019.pdf>
- [2] 2022. gadā iesniegtās gaisa piesārņojošo vielu inventarizācijas kopsavilkums. https://videscentrs.lv/gmc.lv/files/Gaiss/Gaisa_piesarnojums/2022_kops.pdf
- [3] Gaisa kvalitātes aizsardzība. https://www.zm.gov.lv/lv/gaisa-kvalitates-aizsardziba?utm_source=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- [4] J. D. Brake, C. R. Boyle, T. N. Chamblee, C. D. Sshultz, and E. D. Peebles, "Evaluation of the Chemical and Physical Properties of Hardwood Bark Used as a Broiler Litter Material," *Poult. Sci.*, vol. 71, no. 3, pp. 467–472, Mar. 1992, doi: 10.3382/ps.0710467.
- [5] T. G. Knowles *et al.*, "Leg Disorders in Broiler Chickens: Prevalence, Risk Factors and Prevention," *PLoS One*, vol. 3, no. 2, p. e1545, Feb. 2008, doi: 10.1371/journal.pone.0001545.
- [6] M. Brink, G. P. J. Janssens, P. Demeyer, Ö. Bağci, and E. Delezie, "Ammonia concentrations, litter quality, performance and some welfare parameters of broilers kept on different bedding materials," *Br. Poult. Sci.*, pp. 1–11, Sep. 2022, doi: 10.1080/00071668.2022.2106775.
- [7] Padomes Direktīva 2007/43/EK (2007. gada 28. jūnijs)
- [8] EU broiler chicken welfare: <https://betterchickencommitment.com/whitepapers/eu-broiler-chicken-welfare.pdf>
- [9] F. Abouelenien, F. KhalfAlla, T. MousaBalabel, and S. Nasser, "Effect of Stocking Density and Bird Age on Air Ammonia, Performance and Blood Parameters of Broilers," *World s Vet. J.*, vol. 6, no. 1, p. 130, 2016, doi: 10.5455/wvj.20160878.
- [10] M. Knížatová, J. Brouček, Š. Mihina, "Seasonal differences in levels of carbon dioxide and ammonia in broiler housing," *Slovak J. Anim. Sci.*, vol. 43, no. 2, pp. 105–112, 2010.
- [11] Animal welfare and broiler chicken production systems: https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_broiler_chicken.pdf
- [12] Padomes Direktīva 2007/43/EK (2007. gada 28. jūnijs): <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/43/oj>
- [13] E. M. Shepherd, B. D. Fairchild, and C. W. Ritz, "Alternative bedding materials and litter depth impact litter moisture and footpad dermatitis," *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 26, no. 4, pp. 518–528, Dec. 2017, doi: 10.3382/JAPR/PFX024.
- [14] A. Garcês, S. M. S. Afonso, A. Chilundo, and C. T. S. Jairoce, "Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality," *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 22, no. 2, pp. 168–176, Jul. 2013, doi: 10.3382/japr.2012-00547.
- [15] A. S. Tasistro, C. W. Ritz, and D. E. Kissel, "Ammonia emissions from broiler litter: Response to bedding materials and acidifiers," *Br. Poult. Sci.*, vol. 48, no. 4, pp. 399–

405, Aug. 2007, doi: 10.1080/00071660701473865.

- [16] D. M. Miles, D. E. Rowe, and T. C. Cathcart, "Litter ammonia generation: Moisture content and organic versus inorganic bedding materials," *Poult. Sci.*, vol. 90, no. 6, pp. 1162–1169, Jun. 2011, doi: 10.3382/ps.2010-01113.
- [17] E. Witter and H. Kirchmann, "Peat, zeolite and basalt as adsorbents of ammoniacal nitrogen during manure decomposition," *Plant Soil*, vol. 115, no. 1, pp. 43–52, Mar. 1989, doi: 10.1007/BF02220693.
- [18] J. Kern *et al.*, "Synergistic use of peat and charred material in growing media – an option to reduce the pressure on peatlands?," *J. Environ. Eng. Landsc. Manag.*, vol. 25, no. 2, pp. 160–174, Jun. 2017, doi: 10.3846/16486897.2017.1284665

1.pielikums. LBTU atskaite par projekta realizāciju 2021.–2022. posmā.

(Pievienots atsevišķā datnē Pielikums nr. 1-Atskaite_241122-LBTU(2021-2022).pdf)

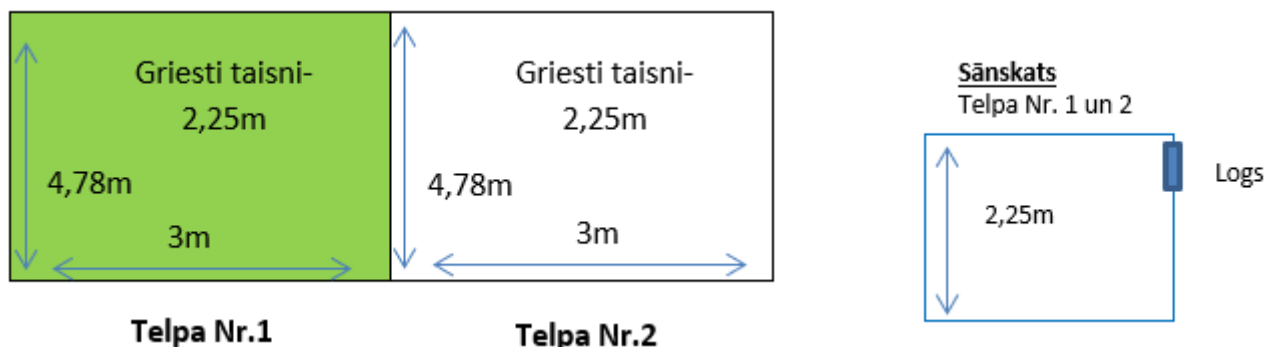
2.pielikums. Rezultātu anotācija “*Effect of peat and wood shaving bedding on the NH₃ level during the broiler fattening period*”.

Līga Paura, Irina Arhipova, Solvita Gulbe. *Effect of peat and wood shaving bedding on the NH₃ level during the broiler fattening period*. 7th Mediterranean Poultry Summit Of the Mediterranean Poultry Network of the WPSA : book of abstracts, Cordoba, Spain, June 8-10, 2022 / Spanish Branch of the World's Poultry Science Association Cordoba, 2022. 91.lpp

<http://www.mpn-wpsa.org/cordoba2020/proceedings/abstract.php?id=130255>



3.pielikums. Eksperimentam izmantoto telpu plāns Daces Andersones broileru audzēšanas saimniecībā



Kūts telpu platība, ko izmanto pētījumā (kopējā kūts platība ir 500 m²)

1.telpa 14.34 m² – Sensors 3

2.telpa 14.34 m² – Sensors 2

Sensors 5 atrodas novietnes koridorā (ārējā vide)

4.pielikums. Eksperimentam izmantoto sensoru apraksts

15J/30J – P1

GAS SENSOR TRANSMITTER



Safe Area Detector Head / Junction Box Assembly

Specification Sheet
ref C.1274Av.7

- Flexible output options
- CANbus, 4~20mA output
- Addressable or stand alone
- Hyperterminal communications RS232 line data and set up with 232 adapter
- Data logging
- Optional alarm relays
- Backlit alpha numeric full status display (optional)
- Robust and weatherproof



15J-P1

The 15/30J enclosure has been designed to allow quick and easy access to its interior by adjustment of two allen screws, this factor is a major consideration when large system service and calibrations are being carried out.

The detector is robust and weather-proof with improved response times due to the four mounting spacers allowing increased air movement around the detector these spacers also improve the mounting of the unit particularly on circular pillars typically found in car parks. Standard 4~20mA signalling with CANbus address enables the sensors to be networked via the GDS Combi control system or customer preferred monitoring system.

5.pielikums. Pētījuma laikā pakaišu un piedevu iepirktais daudzums un cena

Pakaišu un barības izlietojums						
				izlietojums t	cena par 1 tonnu	summa ar PVN
1	11.04-11.05.2023	telpa nr.2	Skaidas tukšas	1,75	150,00	262,50
2	25.05-07.06.2023	telpa nr.2	Skaidas, ceolīts barībā	1,75	150,00	262,50
	08.06-22.06.2023	telpa nr.2	Skaidas, ceolīts barībā un pakaiš			
3	24.06-24.07.2023	telpa nr.1	Salmi tukši	1,70	25,00	42,50
4	31.07-13.08.2023	telpa nr.1	Salmi, ceolīts barībā	1,70	25,00	42,50
	14.08-27.08.2023	telpa nr.1	Salmi, ceolīts barībā un pakaišos			
	34.nedēļā BEIDZAS					610,00
	BARĪBA-			izlietojums t	cena ar PVN par 1	summa ar PVN
cāi skaidās	11.04-11.05.2023	2ned ēd sākuma barību		0,4	786,50	314,6
		2ned ēd vidus posma barību		0,5	774,40	387,2
		projekta ietvaros 2 nedēļas ēd sākuma barību		0,4	786,50	314,6
		projekta ietvaros 2 nedēļas ēd vidus posma barību		0,5	774,40	387,2
						1403,60
	BARĪBA-			izlietojums t	cena ar PVN par 1	summa ar PVN
cāi salmos	24.06-24.07.2023	2ned ēd sākuma barību		0,4	786,50	314,6
		2ned ēd vidus posma barību		0,5	774,40	387,2
		projekta ietvaros 2 nedēļas ēd sākuma barību		0,4	786,50	314,6
		projekta ietvaros 2 nedēļas ēd vidus posma barību		0,5	774,40	387,2
						1403,60
Ceolīta izlietojums						
	Barībā, kg	Pakaišos, kg	KOPĀ IZLIETOTS	Ceolīta cena par tonnu	PVN	Cena ar PVN
1	-	-		220,00	46,2	266,20
2	4	-				
	5	34				
3	-	-				
4	4	-				
	5	34				
KOPĀ	18	68	86	18,92	3,9732	22,8932

6.pielikums. NH₃ līmenis pētījuma laikā pa dienām

Datums	Vidēji	Min	Max	S
1.cikls – 1.grupa				
11.04.2023.	14,82	10,3	24,5	4,18
12.04.2023.	11,52	11,4	11,7	0,09
13.04.2023.	11,74	11,4	12,4	0,22
14.04.2023.	11,54	11,4	11,7	0,09
20.04.2023.	11,70	11,4	12,3	0,20
23.04.2023.	15,69	11,4	21,9	2,40
24.04.2023.	17,30	11,4	23,2	2,80
25.04.2023.	17,35	11,4	23,6	3,25
26.04.2023.	13,37	11,4	15	0,69
10.05.2023.	11,62	11,4	12	0,16
11.05.2023.	12,86	11,4	15,9	1,28
Grand Total	15,67	10,3	24,5	3,37
2.cikls – 2.grupa				
25.05.2023.	11,31	10,7	11,9	0,27
26.05.2023.	10,86	10,4	12,1	0,34
27.05.2023.	10,36	10	10,9	0,17
28.05.2023.	10,37	10,2	10,6	0,11
29.05.2023.	10,21	10	10,4	0,07
30.05.2023.	10,42	10,2	10,7	0,10
31.05.2023.	10,51	10,4	10,6	0,07
01.06.2023.	10,60	10,5	10,7	0,07
02.06.2023.	10,64	10,5	10,7	0,07
03.06.2023.	10,55	10,5	10,6	0,07
04.06.2023.	10,64	10,5	10,8	0,09
05.06.2023.	10,63	10,4	10,8	0,09
06.06.2023.	11,28	10,8	11,8	0,27
07.06.2023.	13,34	11,6	14,4	0,92
Grand Total	10,75	10	14,4	0,66
2.cikls – 3.grupa				
08.06.2023.	13,37	11,4	15	0,68
09.06.2023.	12,83	11,2	14,2	0,63
10.06.2023.	11,28	10,7	11,9	0,28
12.06.2023.	11,28	10,8	11,8	0,27
13.06.2023.	12,24	10,3	14,2	0,98
14.06.2023.	14,32	10,3	23,8	4,03
15.06.2023.	21,59	19,8	23,3	0,88
16.06.2023.	17,10	11,4	23,5	3,20
17.06.2023.	16,17	14,7	17,3	0,48
18.06.2023.	14,82	10,3	24,5	4,18

Datums	Vidēji	Min	Max	S
19.06.2023.	13,68	13,2	14,2	0,19
20.06.2023.	15,50	13,2	17,4	0,93
21.06.2023.	13,05	11,4	16	1,22
22.06.2023.	12,20	9,8	15,1	1,07
Grand Total	15,07	9,8	24,5	3,67
3.cikls – 4.grupa				
26.06.2023.	11,74	11,4	12,4	0,22
27.06.2023.	12,62	10	15,6	1,48
28.06.2023.	13,61	11	16,6	1,47
29.06.2023.	10,46	10,3	10,7	0,12
30.06.2023.	13,36	11,4	15	0,69
01.07.2023.	13,35	11,6	14,4	0,90
02.07.2023.	13,68	13,2	14,2	0,19
03.07.2023.	13,69	13,3	14,2	0,19
04.07.2023.	15,99	14,7	17,2	0,48
05.07.2023.	16,70	15,1	18,3	0,52
06.07.2023.	16,69	15,1	18,3	0,52
07.07.2023.	20,27	18,3	24,1	1,29
08.07.2023.	13,30	11,4	15	0,65
09.07.2023.	11,82	11,4	12,6	0,27
10.07.2023.	11,82	11,3	12,6	0,27
11.07.2023.	12,57	11,5	13,9	0,47
12.07.2023.	12,21	9,8	15,1	1,06
13.07.2023.	12,34	11,4	13,4	0,50
14.07.2023.	12,58	11,5	13,9	0,46
15.07.2023.	18,36	16,9	19,8	0,62
16.07.2023.	17,11	11,4	23,5	3,23
17.07.2023.	17,27	16,1	18,4	0,54
18.07.2023.	16,72	15,1	18,3	0,50
19.07.2023.	15,49	13,2	17,4	0,94
20.07.2023.	15,48	13,2	17,4	0,96
21.07.2023.	14,28	13,5	15,1	0,43
22.07.2023.	14,32	10,3	23,8	4,03
23.07.2023.	14,04	12,3	15,1	0,92
Grand Total	14,82	9,8	24,1	2,99
3.cikls – 5.grupa				
30.07.2023.	13,25	11,5	14,3	0,92
31.07.2023.	12,99	11,5	16	1,28
01.08.2023.	11,90	11,2	12,6	0,30
02.08.2023.	11,92	11,2	12,6	0,28
03.08.2023.	11,62	11,4	12	0,16

Datums	Vidēji	Min	Max	S
04.08.2023.	12,18	9,8	15,1	1,06
05.08.2023.	12,22	9,8	15,1	1,05
06.08.2023.	12,59	10	15,6	1,63
07.08.2023.	13,68	13,2	14,2	0,19
08.08.2023.	16,30	10,4	22,2	2,80
09.08.2023.	16,35	10,4	22,6	3,25
10.08.2023.	13,05	11,4	14,1	0,46
11.08.2023.	12,46	11,4	13,4	0,54
12.08.2023.	10,46	10,3	10,7	0,12
13.08.2023.	10,51	10,3	10,7	0,10
Grand Total	14,98	9,8	22,6	3,09
3.cikls – 6.grupa				
14.08.2023.	10,55	10,2	10,8	0,13
15.08.2023.	10,40	10	10,8	0,24
16.08.2023.	10,60	10,5	10,7	0,07
17.08.2023.	13,91	13,2	14,4	0,24
18.08.2023.	12,62	10	15,6	1,48
19.08.2023.	12,63	11,4	14,6	0,75
20.08.2023.	12,88	10,9	14,5	0,69
21.08.2023.	13,33	11,4	15	0,66
22.08.2023.	13,10	10	14,2	1,07
23.08.2023.	13,05	11,4	16	1,22
24.08.2023.	14,21	13,8	14,6	0,19
25.08.2023.	14,10	11,8	16	0,93
26.08.2023.	14,08	13,6	14,5	0,18
27.08.2023.	14,08	13,2	15,2	0,36
28.08.2023.	15,71	14,9	16,8	0,36
Grand Total	13,35	10	16,8	1,14