

LIETUVOS SVAIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

TVIRTINU: .....

Pareigos

*Vardas, Pavardė*

2025 m. ....mėn. ....d.

**PROJEKTAS ĮGYVENDINTAS PAGAL ŽEMĖS ŪKIO, MAISTO ŪKIO IR ŽUVININKYSTĖS  
2023–2027 METŲ MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR EKSPERIMENTINĖS PLĖTROS  
FINANSAVIMO TAISYKLES**

**VERŠELIŲ ATSPARUMO LIGOMS DIDINIMAS, PANAUDOJANT *BACILLUS SUBTILIS*  
ENDOSPORAS, SIEKIANČI MAŽINTI ANTIBIOTIKŲ NAUDOJIMĄ**

**2025 M. GALUTINĖ ATASKAITA**

**Prof. Dr. Ramūnas Antanaitis**

*(Vardas, Pavardė)*

Kaunas

*(Vieta)*

**2025**

## IVADAS

Galvijai susiduria su įvairiais sveikatos iššūkiais, kurie gali turėti įtakos tiek gyvūnų gerovei, tiek sveikatingumui, tiek ekonominiam ūkio tvarumui. Viena iš dažniausių veršelių sveikatos problemų – ligos, sukeliančios viduriavimą, lemiančios reikšmingus ekonominius nuostolius gyvulininkystės sektoriuje visame pasaulyje ir Lietuvoje [1]. Viduriavimu pasireiškiančios ligos jaunų galvijų laikotarpiu išlieka viena pagrindinių neinfekcinių ir infekcinių ligų grupių, sukeliančių padidėjusį gaištamumą, lėtą augimą, vėluojančią vystymosi brandą ir didesnes gydymo sąnaudas [2]. Ši problema ypač aktuali pirmosiomis gyvenimo savaitėmis, kai veršelio imuninė sistema dar tik formuojasi, o pasyvus imunitetas, gaunamas su krekonomis, greitai silpnėja [3].

Dėl nuolat didėjančio antimikrobinio atsparumo pasauliniu mastu, antibiotikų naudojimo profilaktikai ar augimo skatinimui gyvulininkystėje galimybės yra stipriai ribojamos. Todėl pastaraisiais metais daug dėmesio skiriama alternatyvioms priemonėms, kurios galėtų užtikrinti panašų efektyvumą be antibiotikų neigiamo poveikio virškinamojo trakto mikroflorai [4]. Pavyzdžiui, Kalifornijoje neseniai atliktame moksliniame tyrime nustatyta, kad net 50,8 proc. iš veršelių išskirtų *Salmonella* padermių buvo atsparios keliems antimikrobiniais vaistams [5]. Siekdami sumažinti antimikrobinų medžiagų naudojimą, mokslininkai pasiūlė probiotikų naudojimą kaip perspektyvią alternatyvą gydymui.

Probiotikai yra gyvi mikroorganizmai, kurie, tinkamai dozuojami, teigiamai veikia šeiminko sveikatą, ypač virškinimo trakto mikrobiotos balansą [6]. Jie gali konkuruoti su patogenais dėl prisitvirtinimo vietų, gaminti antimikrobines medžiagas, stimuliuoti vietinį ir sisteminį imuninį atsaką bei stiprinti žarnyno barjero funkciją. Keletas tyrimų rodo, kad probiotikų taikymas veršelių mityboje gali sumažinti viduriavimą sukeliančių ligų dažnį, pagerinti pašarų įsisavinimą ir pagreitinti svorio prieaugį, kartu mažinant antibiotikų naudojimo poreikį [6,7].

Ypatingo dėmesio pastaraisiais metais sulaukė sporas formuojantys probiotikai, priklausantys *Bacillus* genčiai. Įrodyta, kad *Bacillus subtilis* ir *Bacillus licheniformis* skatina augimą, stiprina imuninę sistemą ir mažina patogenų išsiskyrimą su išmatomis [8,9]. Skirtingai nuo tradicinių laktobacilų ar bifidobakterijų, *Bacillus* padermės pasižymi aukštu atsparumu aplinkos poveikiui – jos išlieka gyvybingos rūgščioje skrandžio aplinkoje, aukštoje temperatūroje ir esant dehidratacijai. Dėl šių savybių *Bacillus subtilis* yra plačiai tiriama kaip stabilus, saugus ir veiksmingas probiotikas, tinkamas naudoti tiek gyvulių pašaruose, tiek aplinkos higienos produktuose. Tyrimai rodo, kad *Bacillus subtilis* gali: pagerinti virškinimo trakto mikrobiotos balansą, slopindamas patogeninius mikroorganizmus, tokius kaip *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* ar *Clostridium perfringens*; skatinti trumpųjų grandinių riebalų rūgščių gamybą, gerinančią žarnyno epitelio energinį balansą; stimuliuoti imunoglobulinų (IgA, IgG) sintezę bei fagocitozės aktyvumą; didinti pašarų konversijos efektyvumą ir svorio prieaugį jauniems

gyvūnams [10,11]. Be to, *Bacillus subtilis* naudojimas gyvūnų šėrimo sistemose siejamas su žarnyno mikrofloros stabilizacija po patiriamo streso (pvz., atjunkymo, temperatūros pokyčių ir kt.), uždegiminių procesų mažinimu, geresniu maistinių medžiagų pasisavinimu ir net teigiamu poveikiu kepenų metabolizmui [12]. Tokie poveikiai tiesiogiai prisideda prie geresnio augimo, sveikatingumo ir produktyvumo, o netiesiogiai – prie tvaresnės ir ekologiškesnės gyvulininkystės.

Lietuvoje šis klausimas ypač aktualus, nes šalies pieninių galvijų ūkiuose vis dar registruojami aukšti veršelių viduriavimo ir kvėpavimo ligų dažniai, o antibiotikų naudojimo mažinimas yra vienas iš svarbiausių nacionalinių gyvulininkystės strateginių tikslų. Inovatyvios biotechnologinės priemonės, tokios kaip *Bacillus subtilis* pagrindu sukurti preparatai, gali tapti praktiniu sprendimu – užtikrinančiu tiek gyvūnų sveikatą, tiek visuomenės sveikatos interesus. Atsižvelgiant į tai, šiame tyrime buvo siekiama įvertinti *Bacillus subtilis* endosporų poveikį pieninių veislių veršelių sveikatingumui, augimui, biocheminiams kraujo rodikliams ir antibiotikų vartojimo poreikiui. Be to, buvo tiriama, ar ankstyvasis probiotikų taikymas turi ilgalaikį teigiamą poveikį telyčių vaisos savybėms, vertinant jas po 12 mėnesių nuo pirmojo tyrimo etapo pabaigos.

**Tikslas:** atlikti mokslinius taikomuosius tyrimus, panaudojant inovatyvius *Bacillus subtilis* grupės (probiotinių bakterijų) endosporinius preparatus kaip alternatyvą sintetiniams antibiotikams veršelių virškinimo ligų gydymui ir profilaktikai sveikatingumo užtikrinimui.

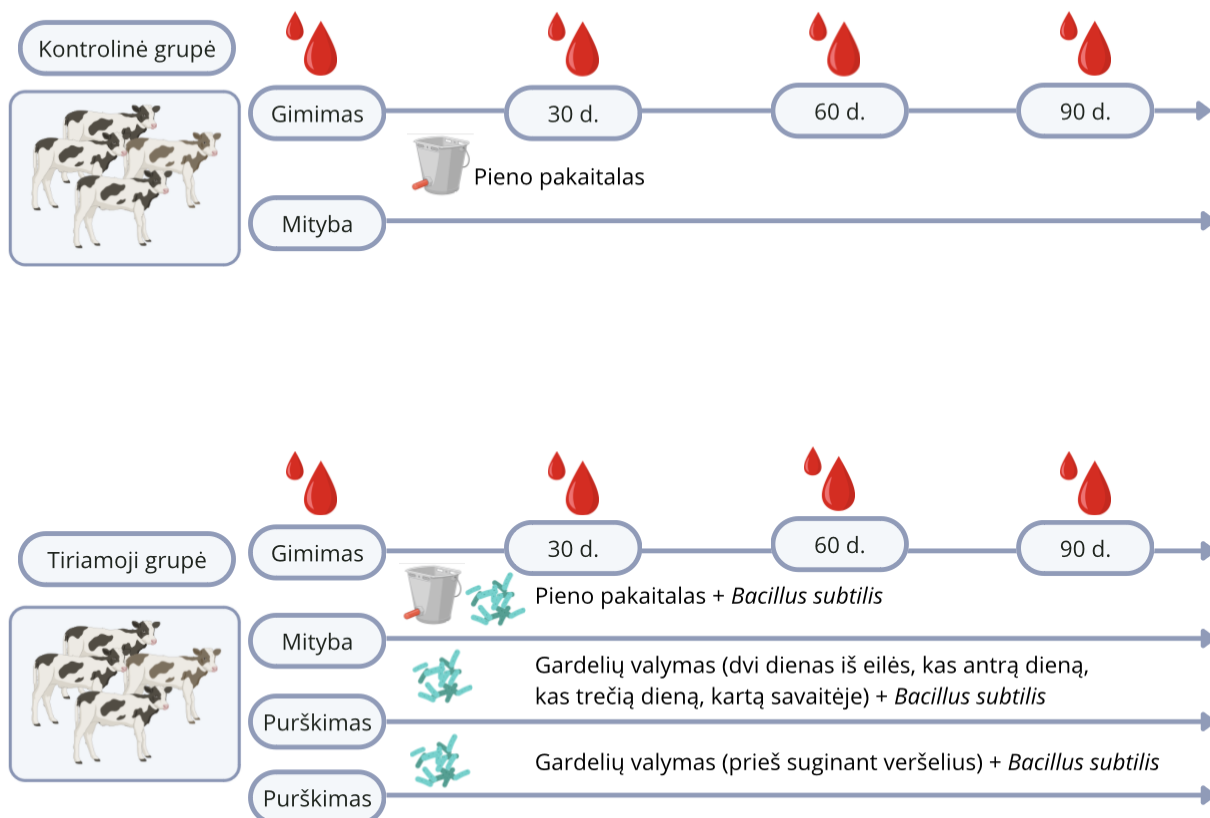
**Uždaviniai:**

1. Nustatyti ir įvertinti inovatyvių *Bacillus subtilis* endosporinių preparatų poveikį veršelių virškinimo ligų pasireiškimo dažniui bei bendram sveikatingumui;
2. Nustatyti ir įvertinti inovatyvių *Bacillus subtilis* endosporinių preparatų poveikį veršelių pašaro sunaudojimui ir priesvoriams;
3. Nustatyti ir įvertinti inovatyvių *Bacillus subtilis* endosporinių preparatų poveikį antibiotikų panaudojimo mažinimui;
4. Įvertinti gautų tyrimo rezultatų ekonominį efektyvumą;
5. Apibendrinant tyrimo rezultatus, sudaryti rekomendacijas veršelių atsparumo ligoms didinimui, antibiotikų naudojimo mažinimui panaudojant *Bacillus subtilis* endosporinius preparatus.

## **TYRIMO OBJEKTAS IR METODAI**

**Tyrimo objektas:** pieninio tipo galvijų ūkis, pieninio tipo veršeliai, jų sveikatingumo vertinimas. Tyrimo objektai buvo atrinkti pagal šiuos kriterijus: veršeliai gimę iš sveikų, produktyvių karvių; vienodo fiziologinio amžiaus (1–3 parų) tyrimo pradžioje; laikomi vienodomis mikroklimato, šėrimo ir veterinarinės priežiūros sąlygomis; neturintys klinikinių ligų požymių tyrimo pradžioje.

**Tyrimo metodai:** Tyrimas buvo atliktas Lietuvos pieninių galvijų ūkyje, laikantis gyvūnų gerovės ir etikos reikalavimų. Tyrimas buvo vykdomas trimis etapais laikotarpiu nuo 2023 m. iki 2025 m., siekiant kompleksiskai įvertinti *Bacillus subtilis* endosporų pagrindu sukurto probiotinio preparato poveikį veršelių sveikatingumui, augimui ir reprodukcijos rodikliams. Bendras tyrime dalyvavusių gyvūnų skaičius buvo 150 pieninių veislės veršelių (Holšteinais), gimusių tame pačiame ūkyje ir laikomų identiškomis sąlygomis. Atsitiktinės atrankos principu veršeliai buvo suskirstyti į dvi grupes iškart po gimimo: tiriamoji (n = 75) grupė (TG) ir kontrolinė (n = 75) grupė (KG). Abi grupės buvo suformuotos pagal gimimo datą, lytį (į tyrimą įtrauktos tik patelės) ir pradinį svorį, siekiant užtikrinti, kad pradiniai rodikliai būtų homogeniški. Viso tyrimo laikotarpiu vertinamas jų sveikatingumas, gaištamumas, kraujo biochemijos parametrai (aspartataminotransferazė (AST), geležis (Fe), kalcis (Ca), magnis (Mg), fosforas (P), gamaglutamiltransferazė (GGT), bendri baltymai (BB), albuminai (ALB)) atitinkamais laikotarpiais: gimimo metu, 30, 60 ir 90 dienų amžiaus. KG gauna įprastą pieno pakaitalą ir jokie probiotikai nėra naudojami. Tiriamoji grupė – pieno pakaitalas papildomas probiotikais – *Bacillus subtilis* endosporų preparatu (girdoma iki nujunkymo), naudojami probiotikai skirti gyvūnų laikymo vietoms valyti ir probiotikai skirti veršelių laikymo vietų teigiamam mikrobiologiniam klimatui palaikyti. Probiotikų naudojimo tyrimo schema pateikta 1 paveikslėlyje.



1 pav. Probiotikų naudojimo tyrimo schema.

**Per ataskaitinį laikotarpį suplanuotos veiklos ir jų vykdymas.**

Eil. Nr.	MTEP projekto etapo pavadinimas	MTEP projekto etapo ir jame numatomų atlikti darbų detalus aprašymas	Įvykdymo terminas	Veiklos, atliktos iki 2025.11.01
1.	Tiriamosios ir kontrolinės grupių sudarymas. Pasiruošimas tyrimui, priemonių ir probiotikų įsigijimas. Pasiruošimas <b>pirmam tyrimo etapui.</b>	<b>I Tyrimo etapas.</b> sudaryta tiriamoji ir kontrolinė grupės, įsigyta probiotikų kompleksas, su partneriu suderinta tyrimo metodika.	2023.08.01	<b>Atlikta:</b> sudaryta tiriamoji ir kontrolinė grupės, įsigytas probiotikų kompleksas, su partneriu suderinta tyrimo metodika.
2.	Probiotikų kompozicijos panaudojimas ir efektyvumo įvertinimas 2023 metais	<p>Analogų principu, atsižvelgiant į lytį, amžių, veislę ir kt. sudarytos dvi grupės – bandomoji (n=25) ir kontrolinė (n=25). Bandomajai grupei naudojama probiotikų kompozicija, kontrolinei – nenaudojama.</p> <p>Veršelių šėrimas <i>Bacillus subtilis</i> endosporinių preparatu.</p> <p>Tyrimo metu naudojama trijų komponentų probiotikų kompozicinė technologija. Šios probiotikų kompozicijos naudojimas sudarytas iš trijų probiotikų elementų:</p> <p>Probiotikų skirtų gyvulių laikymo vietoms valyti;</p> <p>Probiotikai skirti veršelių girdymui;</p> <p>Probiotikai skirti veršelių laikymo vietų teigiamam mikrobiologiniam klimatui palaikyti.</p> <p>Gyvulių laikymo vietos paruošimas:</p> <p>Probiotikų bioskaidrus koncentratas naudojamas gyvulių laikymo patalpų plovimui ir valymui. Koncentratas skiedžiamas vandeniu. Patalpų plovimas atliekamas vieną kartą prieš suginant gyvulius į laikymo vietas ir vieną kartą po 1,5 mėn po jų suginimo. Naudojant priemonę siekiama užtikrinti optimalią patalpų higieną. Naudojant priemonę tikimasi pašalinti purvą iš mažiausių paviršiaus porų, sudaryti teigiamą mikrobiologinę terpę ant valomų paviršių ir pašalinti pirmines nemalonių kvapų atsiradimo priežastis. Prieš naudojant parengta trumpa numatoma naudojimo instrukcija fermos darbuotojams.</p>	2023.11.01	<p><b>Atlikta:</b> probiotikų kompozicijos panaudojimas ir efektyvumo įvertinimas.</p> <p><b>Atlikta:</b> analogų principu, atsižvelgiant į lytį, amžių, veislę ir kt. buvo sudarytos dvi grupės – bandomoji (n=25) ir kontrolinė (n=25). Bandomajai grupei yra naudojama probiotikų kompozicija, kontrolinei – nenaudojama.</p> <p><b>Atlikta:</b> veršeliai šeriami <i>Bacillus subtilis</i> endosporinių preparatu.</p>

	<p><u>Probiotikai skirti naudoti veršelių girdymo metu:</u> Preparatas skirtas kasdieniniam naudojimui. Girdant veršelius stiprinama jų imuninė sistema ir atsparumas užkrečiamoms ligoms. Naudojant priemonę siekiama sumažinti veršelių mirtingumą, diarėjos atvejų skaičių vadoje taip pat sekamas poreikis antibiotikų naudojimui. Priemonės kiekis vienam veršeliui 5 – 10 ml/d. (parenkamas ir keičiamas atsižvelgiant į gyvūnų stebėseną tyrimo metu). Preparatas veršeliams sugirdomas kartu su įprastine vandens ar pieno dienos norma.</p> <p><u>Veršelių laikymo vietų teigiamo mikrobiologinio klimato palaikymas:</u> iš Probiotikų bioskaidus koncentrato gaminamas tirpalas kuris naudojamas purkšti gyvulių laikymo vietas. Tirpalas parengiamas gyvulių laikymo vietoje. Koncentratas skiedžiamas vandeniu. Veršelių laikymo vietų purškimas atliekamas periodiškai palaipsniui retinant purškimo dažnumą. Priemonė bus naudojama neišginat gyvulių iš gardų ar jų laikymo vietų. Naudojant tirpalą tikimasi palaikyti stabilią ir sveiką patalpos mikroflorą gyvulių laikymo vietose (po pirminio laikymo vietos paruošimo). Taip pat siekiama mažinti nemalonių kvapų sklidimą ir užtikrinti sveiką bei saugią aplinką gyvuliams. Tirpalo purškimu siekiama sukurti mikrobiologinį barjerą užkrečiamų ligų plitimui iš kitų patalpų, mažinti amoniako garų kiekį ir sukurti saugią mikrobiologinę aplinką gyvūnams. Sekamas naudojamos priemonės poveikis tiek patiems gyvuliams tiek jų laikymo vietų mikrobiologiniam klimatui. Parengiama trumpa numatoma naudojimo instrukcija fermos darbuotojams.</p> <p>Kiekvieną dieną atliekant bendrą klinikinį tyrimą atliekamas veršelių sveikatos būklės vertinimas. Pasirinktinai iš bandomosios ir kontrolinės grupių imami kraujo mėginiai biocheminiam tyrimui atlikti</p> <p>Atliekamas išmatų mikrobiologinis tyrimas. Viduriavimo atvejais laboratorijoje identifikuojamas galimas patogeninis sukėlėjas.</p> <p>Apibendrinant klinikinio tyrimo metu gautus rezultatus registruojamos ligos, gydymas, veršelių gaišimai. Visa ši informacija</p>		
--	--	--	--

		registruojama Excel formato faile.		
3.	Tarpinės ataskaitos pateikimas	Pateikiama ataskaita, apibendrinanti iki šio etapo gautus tyrimo rezultatus.	2023.11.01	<b>Atlikta:</b> ataskaita pateikta.
4.	Parengtas informacinis straipsnis spaudoje, skirtoje ūkininkams, veterinarijos gydytojams, gyvulininkystės specialistams.	Apibendrinus gautus tyrimo rezultatus parengtas informacinis straipsnis.	2024.02.01	<b>Atlikta:</b> informacinis straipsnis spaudoje, skirtoje ūkininkams, veterinarijos gydytojams, gyvulininkystės specialistams, pateiktas „Vetinfo“ žurnale, pavadinimas – „ <i>Kaip išvengti veršelių viduriavimo?</i> “ (kopija pridedama prieduose). Parengtas ir publikuotas mokslinis straipsnis žurnale, turinčiame citavimo rodiklį (Impact Factor (IF)), Web of Science duomenų bazėje, pavadinimas – „ <i>Effects of Bacillus Subtilis on Growth Performance, Metabolic Profile, and Health Status in Dairy Calves</i> “ (kopija pridedama prieduose; DOI: 10.3390/ani14172489).
5.	Pasiruošimas antram tyrimo etapui ir duomenų analizė	<b>II tyrimo etapas.</b> Pasiruošta sekančiam tyrimo etapui, sudarytos tiriamoji ir kontrolinė grupės.	2024.03.01	<b>Atlikta:</b> sudaryta tiriamoji ir kontrolinė grupė, analizuojami gauti duomenys, pateikti ir publikuoti rezultatai.
6.	Tarpinės ataskaitos pateikimas	Pateikiama ataskaita, apibendrinanti iki šio etapo gautus tyrimo rezultatus.	2024.10	<b>Atlikta:</b> ataskaita pateikta.
7.	Rezultatų vertinimas praėjus 12 mėn. po pirmo tyrimo etapo	Bus įvertintos buvusių tiriamosios ir kontrolinės grupės telyčių vaisos savybės bei svoriai praėjus 12 mėn. po pirmo tyrimo etapo.	2024.11.01	<b>Atlikta:</b> Praėjus dvylikai mėnesių po pirmo tyrimo etapo, buvo atliktas buvusių tiriamosios ir kontrolinės grupės telyčių tolesnis stebėjimas, siekiant įvertinti jų vaisos savybes bei kūno svorį. Šis vertinimas buvo skirtas nustatyti, ar ankstyvasis probiotiko <i>Bacillus subtilis</i> endosporų taikymas veršelių laikotarpiu turėjo ilgalaikį teigiamą poveikį telyčių augimo ir reprodukciniams rodikliams.
8.	Probiotikų kompozicijos panaudojimas ir efektyvumo įvertinimas 2024 metais	Analogų principu, atsižvelgiant į lytį, amžių, veislę ir kt. bus sudarytos dvi grupės – bandomoji (n=25) ir kontrolinė (n=25). Bandomajai grupei bus naudojama probiotikų kompozicija, kontrolinei – nebus naudojama  Bus tęsiami analogiški tyrimai, kaip I etape - „Probiotikų kompozicijos panaudojimas ir efektyvumo įvertinimas 2023 metais“	2024.12.31	<b>Atlikta:</b> analogų principu, atsižvelgiant į lytį, amžių, veislę ir kt. buvo sudarytos dvi grupės – bandomoji (n=25) ir kontrolinė (n=25). Bandomajai grupei yra naudojama probiotikų kompozicija, kontrolinei – nenaudojama.
9.	Parengtas informacinis straipsnis spaudoje, skirtoje ūkininkams, veterinarijos gydytojams, gyvulininkystės	Apibendrinus gautus tyrimo rezultatus, bus parengtas informacinis straipsnis	2024.12.31	<b>Atlikta:</b> informacinis straipsnis spaudoje, skirtoje ūkininkams, veterinarijos gydytojams, gyvulininkystės specialistams, pateiktas „Vetinfo“ žurnale, pavadinimas – „ <i>Veršelių sveikatos stiprinimas: probiotikai kaip alternatyva tradiciniams gydymo būdams</i> “ (kopija pridedama prieduose).

	specialistams.			
10.	Rezultatų vertinimas praėjus 12 mėn. po antrojo tyrimo etapo	Bus įvertintos buvusių tiriamosios ir kontrolinės grupės telyčių vaisos savybės bei svoriai praėjus 12 mėn. po antrojo tyrimo etapo	2025.03.01	<b>Atlikta:</b> Praėjus dvylikai mėnesių po pirmojo tyrimo etapo, buvo atliktas buvusių tiriamosios ir kontrolinės grupės telyčių tolesnis stebėjimas, siekiant įvertinti jų vaisos savybes bei kūno svorį. Šis vertinimas buvo skirtas nustatyti, ar ankstyvasis probiotiko <i>Bacillus subtilis</i> endosporų taikymas veršelių laikotarpiu turėjo ilgalaikį teigiamą poveikį telyčių augimo ir reprodukciniams rodikliams.
11.	Pasiruošimas trečiam tyrimo etapui ir duomenų analizė	III tyrimo etapas. Bus pasiruošta sekančiam tyrimo etapui, sudarytos tiriamoji ir kontrolinė grupės. Probiotikų naudojimas šiuo etapu bus vykdomas 9 mėn.	2025.05.01	<b>Atlikta:</b> probiotikų kompozicijos panaudojimas ir efektyvumo įvertinimas.
12.	Probiotikų kompozicijos panaudojimas ir efektyvumo įvertinimas 2025 metais	Analogų principu, atsižvelgiant į lytį, amžių, veislę ir kt. bus sudarytos dvi grupės – bandomoji (n=25) ir kontrolinė (n=25). Bandomajai grupei bus naudojama probiotikų kompozicija, kontrolinei – nebus naudojama  Bus atliekami analogiški tyrimai, kaip etape - „Probiotikų kompozicijos panaudojimas ir efektyvumo įvertinimas 2023 metais“	2025.06.01	<b>Atlikta:</b> analogų principu, atsižvelgiant į lytį, amžių, veislę ir kt. buvo sudarytos dvi grupės – bandomoji (n=25) ir kontrolinė (n=25). Bandomajai grupei yra naudojama probiotikų kompozicija, kontrolinei – nenaudojama. <b>Atlikta:</b> veršeliai šeriami <i>Bacillus subtilis</i> endosporinių preparatu.
13.	Parengtas informacinis straipsnis spaudoje, skirtoje ūkininkams, veterinarijos gydytojams, gyvulininkystės specialistams.	Apibendrinus gautus tyrimo rezultatus, bus parengtas informacinis straipsnis	2025.11.01	<b>Atlikta:</b> parengtas informacinis straipsnis socialiniuose tinkluose apie šio tyrimo rezultatus, pavadinimu - „ <i>Sveikesni veršeliai – mažiau antibiotikų: tvarios gyvulininkystės link su Bacillus subtilis</i> “ (nuoroda - <a href="https://www.instagram.com/stambiuju.gyvu.klinika/p/DQWvufZjMPT/">https://www.instagram.com/stambiuju.gyvu.klinika/p/DQWvufZjMPT/</a> ). Taip pat pasidalinta socialiniuose tinkluose apie šį projektą, metodiką ir tyrimą (nuoroda - <a href="https://www.instagram.com/p/DOLgO8CDd9R/?img_index=1&amp;igsh=dXR5dWd3luYzgy">https://www.instagram.com/p/DOLgO8CDd9R/?img_index=1&amp;igsh=dXR5dWd3luYzgy</a> )
14.	Publikacijų rengimas	Apibendrinus visų tyrimų etapų gautus rezultatus, bus paruoštos trys publikacijos	2025.11.01	<b>Atlikta:</b> parengti ir publikuoti trys informaciniai straipsniai mokslo populiarinimo spaudoje.  Informacinių straipsnių publikavimo planas – 2024 m. – vienas straipsnis („Vetinfo“ žurnale, pavadinimas – „ <i>Kaip išvengti veršelių viduriavimo?</i> “); 2025 m.- du straipsniai („Vetinfo“ žurnale, pavadinimas – „ <i>Veršelių sveikatos stiprinimas: probiotikai kaip alternatyva tradiciniams gydymo būdams</i> “; socialiniuose tinkluose pavadinimu - „ <i>Sveikesni veršeliai – mažiau antibiotikų: tvarios gyvulininkystės link su Bacillus subtilis</i> “).

				<p>Parengti ir publikuoti trys moksliniai straipsniai žurnaluose, turinčiuose citavimo rodiklį (Impact Factor (IF)), Web of Science duomenų bazėje:</p> <p>1., <i>Effects of Bacillus Subtilis on Growth Performance, Metabolic Profile, and Health Status in Dairy Calves</i>”(DOI: 10.3390/ani14172489), (kopija pridedama prieduose).</p> <p>2. <i>Evaluation of the Metabolic Relationship between Cows and Calves by Monitoring Calf Health and Cow Automatic Milking System and Metabolic Parameters</i> ( DOI: 10.3390/ani13162576), (kopija pridedama prieduose)</p> <p>3. <i>Risk factors during prepartum and their effect on calf health</i></p> <p><a href="https://research.ebsco.com/c/ngkpd4/search/details/xu3hr4k7yv?db=asn">https://research.ebsco.com/c/ngkpd4/search/details/xu3hr4k7yv?db=asn</a>), (kopija pridedama prieduose)</p>
15.	Pristatyti rezultatus mokslinėje konferencijoje.	Mokslinė konferencija, kurioje bus pristatyti gauti tyrimo rezultatai	2025.11.01	<p><b>Atlikta:</b> tyrimų rezultatai pristatyti mokslinėje konferencijoje „Gyvūnų sveikata, gerovė ir tvاری veterinarinė praktika“, kuri vyko LSMU VA Stambiųjų gyvūnų klinikoje 2025-10-20. Pristatymo pavadinimas - „Nuo probiotikų iki tvarios gyvulininkystės: kaip Bacillus subtilis padeda auginti sveikesnius veršelius ir mažinti antibiotikų naudojimą“.</p>
16.	Metodikos parengimas	Apibendrinus visų tyrimų etapų gautus rezultatus, bus paruošta naudotų probiotikų kompozicijų naudojimo metodika	2025.11.01	<p><b>Atlikta:</b> Parengta metodika, paremta šio projekto metu atliktų tyrimų rezultatais ir gautomis mokslinėmis išvalgomis. Metodikoje apibendrinti visų tyrimo etapų duomenys, pateiktos rekomendacijos dėl naudotų probiotikų kompozicijų taikymo, dozavimo bei jų poveikio įvertinimo kriterijų. Parengta metodika gali būti taikoma tolesniuose mokslo tyrimuose ir praktikoje vertinant probiotinių priedų efektyvumą galvijų produktyvumo ir sveikatingumo gerinimui.</p>
17.	Galutinės ataskaitos parengimas	Pateikiama ataskaita, apibendrinanti visų tyrimų etapų gautus rezultatus.	2025.11.01	<p><b>Atlikta:</b> ataskaita pateikta.</p>

## TYRIMŲ REZULTATAI

Tyrimas, vykdytas 2023–2025 m. trimis etapais, apėmė išsamų *Bacillus subtilis* probiotinių preparatų poveikio vertinimą pieninių veršelių sveikatingumui, augimui, kraujo biocheminiams rodikliams ir vėlesniems reprodukcijos parametrams. Siekiant užtikrinti visapusišką ir patikimą duomenų interpretaciją, visų trijų tyrimo etapų rezultatai buvo sujungti į vieną analizę, leidžiančią įvertinti probiotikų poveikį.

Per visą stebėjimo laikotarpį dalis tyrime dalyvavusių veršelių neišgyveno dėl įvairių priežasčių, įskaitant viduriavimą sukeliančių susirgimų komplikacijas, kvėpavimo takų infekcijas ir staigius gaišimus. Kadangi į tyrimą buvo įtraukti tik kliniškai sveiki, fiziologiškai stiprūs veršeliai, per pirmąsias tris gyvenimo savaites gaišimų nefiksuota nei tiriamosioje, nei kontrolinėje grupėje. Pirmieji gaišimo atvejai pasireiškė nuo ketvirtos gyvenimo savaitės, kai veršeliai pradėjo pereiti prie starterinio pašaro ir mažėjo pieno pakaitalo dalis racione. Šiuo laikotarpiu dažnesni gaišimai buvo KG (6,7 proc.), dažniausiai dėl mitybos pokyčių sukeltų virškinimo sutrikimų ir atjunkymo streso (1 lentelė). Tuo tarpu, 46–90 dienų amžiaus periode, kai dažniau pasitaiko kvėpavimo takų infekcijų, TG grupėje nugaišo 2 veršeliai (2,7 proc.), o KG grupėje – 4 veršeliai (5,3 proc.).

Veršelio amžiaus tarpnis	TG (n = 75)	TG (proc. nuo grupės)	KG (n = 75)	KG (proc. nuo grupės)
0 – 21 d. (iki 3 savaičių)	0	0,0	0	0,0
22 – 45 d.	2	2,7	5	6,7
46 – 90 d.	2	2,7	4	5,3
Iš viso	4	5,3	9	12,0

**1 lent.** Pieninių veršelių tiriamosios (TG) ir kontrolinės grupių (KG) gaišimų pasiskirstymas pagal amžiaus tarpnius.

Atsižvelgiant į tai, tolimesnei biocheminės analizės ir augimo rodiklių vertinimo daliai buvo įtraukti 137 išgyvenę veršeliai, iš kurių 71 priklausė tiriamajai grupei ir 66 – kontrolinei.

### **1. *Bacillus subtilis* poveikis pieninių veršelių svoriui per pirmąsias 90 amžiaus dienas**

Tiriamosios (*Bacillus subtilis* gavusios) ir kontrolinės grupių veršelių pradiniai kūno svoriai nesiskyrė statistiškai reikšmingai nei gimimo dieną (0 d.), nei po 15 dienų amžiaus ( $p > 0,05$ ), todėl abi grupės laikytinos homogeniškomis tyrimo pradžioje (2 lentelė). Tačiau nuo 30 gyvenimo dienos pradėjo ryškėti aiški augimo tendencija TG. Būtent, TG veršelių vidutinis svoris buvo  $54,0 \pm 1,79$  kg, o KG –  $52,3 \pm 1,84$  kg, ir šis skirtumas statistiškai reikšmingas ( $p = 0,041$ ). Augimo tempų skirtumas išliko ir vėlesniais stebėjimo etapais. 60 dienų amžiaus TG veršelių svoris siekė  $79,0 \pm 1,87$  kg, o KG –  $76,1 \pm$

1,95 kg ( $p = 0,032$ ), o 90 dienų amžiaus tiriamieji individai vidutiniškai svėrė  $112,6 \pm 1,74$  kg, kai kontrolinės grupės –  $108,8 \pm 1,62$  kg ( $p = 0,027$ ). Šie rezultatai rodo, kad *Bacillus subtilis* probiotiko taikymas teigiamai veikė veršelių augimo intensyvumą, skatindamas geresnį maistinių medžiagų įsisavinimą ir efektyvesnį pašarų panaudojimą. Be to, nuosekliai didėjantis statistinis skirtumas nuo 30 iki 90 dienų amžiaus leidžia teigti, kad probiotiko poveikis turėjo kaupiamąjį ir išliekantį efektą viso stebėjimo laikotarpiu.

Amžius	Grupė	N	Vidurkis (kg)	Std. Error	p
0 d.	KG	66	34,20	2,05	0,688
	TG	71	34,6	1,86	
15 d.	KG	66	43,80	2,05	0,942
	TG	71	44,10	2,68	
30 d.	KG	66	52,30	2,05	0,041
	TG	71	54,00	2,69	
60 d.	KG	66	76,10	2,05	0,032
	TG	71	79,00	1,86	
90 d.	KG	66	108,80	1,67	0,027
	TG	71	112,60	1,95	

**2 lent.** Pieninių veršelių, girdytų *Bacillus subtilis* (TG) ir kontrolinės grupės (KG), kūno svoris skirtinguose amžiaus tarpsniuose.

## 2. *Bacillus subtilis* poveikis veršelių sveikatingumui

Vertinant klinikinių susirgimų pasireiškimą skirtingais veršelių amžiaus tarpsniais, nustatyta, kad didžiausias virškinamojo trakto sutrikimų dažnis buvo fiksuotas ankstyvame augimo periode, ypač iki 30 dienų amžiaus (3 lentelė). KG 0–15 dienų laikotarpiu registruota net 23 atvejai (34,8 proc.) virškinamojo trakto sutrikimų, kai tuo tarpu TG – tik 9 atvejai (12,7 proc.). Šie duomenys rodo, kad jau pirmomis gyvenimo savaitėmis *Bacillus subtilis* probiotiko naudojimas turėti apsauginį poveikį žarnyno mikrobiotai ir padėti stabilizuoti virškinimo funkcijas ankstyvojo prisitaikymo laikotarpiu.

Praėjus 30 gyvenimo dienų, virškinamojo trakto sutrikimų dažnis išliko didesnis KG grupėje (13 atvejų, 19,7 proc.) nei TG grupėje (3 atvejai, 4,2 proc.), o pirmieji kvėpavimo sistemos sutrikimai buvo fiksuoti tik šiame amžiuje – 3 atvejai KG ir 1 atvejis TG grupėje. Tai rodo, kad kontrolinės grupės veršeliai buvo jautresni mitybos pokyčiams ir atjunkymo stresui, o probiotiko naudojimas galėjo prisidėti prie geresnės metabolinės adaptacijos.

60 dienų amžiaus periode, kai veršeliai paprastai labiau veikiami mikroklimate svyravimų, kvėpavimo sistemos ligos tapo dažnesnės, ypač KG grupėje (17 atvejų, 25,8 proc.), kai TG grupėje užfiksuota žymiai mažiau – 8 atvejai (11,3 proc.). Virškinamojo trakto sutrikimų šiuo laikotarpiu buvo

santykinai mažai abiejose grupėse (KG – 2 atvejai, TG – 3 atvejai), kas rodo bendrą adaptacijos pagerėjimą, tačiau tiriamojoje grupėje išliko mažesnis kvėpavimo sutrikimų dažnis, kas gali būti siejama su stipresniu bendru imuniniu atsaku.

Iki 90 dienų amžiaus kvėpavimo sutrikimų dažnis sumažėjo abiejose grupėse, tačiau kontrolinėje grupėje vis dar fiksuota 24 atvejai (36,4 proc.), o tiriamojoje – 13 atvejų (18,3 proc.). Analogiškai, virškinamojo trakto sutrikimai šiuo laikotarpiu pasitaikė atitinkamai 8 (12,1 proc.) ir 5 (7,0 proc.) atvejais.

Amžius	Grupė	N	Kvėpavimo sutrikimų dažnis	Virškinamojo trakto dažnis
0 – 15 d.	KG	66	0	23
	TG	71	0	9
30 d.	KG	66	3	13
	TG	71	1	3
60 d.	KG	66	17	2
	TG	71	8	3
90 d.	KG	66	24	8
	TG	71	13	5

**3 lent.** Pieninių veršelių, girdomų *Bacillus subtilis* ir kontrolinės grupės, kvėpavimo ir virškinimo sutrikimų dažnis.

### 3. *Bacillus subtilis* poveikis veršelių kraujo biocheminiams parametrams

Vertinant veršelių kepenų fermento – AST – aktyvumą, nustatyta, kad probiotiko *Bacillus subtilis* naudojimas turėjo reikšmingą poveikį fermento koncentracijai kraujyje 30 dienų amžiaus periode (4 lentelė). Šiuo laikotarpiu TG veršeliams nustatytas reikšmingai mažesnis AST aktyvumas ( $p < 0,001$ ) lyginant su KG. Vidutinis AST aktyvumas 30 d. amžiaus KG grupėje buvo  $71,84 \pm 2,62$  U/L, o TG grupėje –  $60,72 \pm 1,05$  U/L, t. y. mažesnis 15,5 proc., kas rodo mažesnę kepenų fermentinį aktyvumą ir galimai efektyvesnę metabolinį prisitaikymą. Ankstyvame laikotarpyje (0 d.) AST koncentracija tarp grupių nesiskyrė ( $p > 0,05$ ), o 60 ir 90 d. amžiaus periodais buvo stebima tik nedidelė, statistiškai nereikšminga mažėjimo tendencija TG grupėje. Tai leidžia daryti prielaidą, kad probiotiko poveikis buvo labiausiai išreikštas ankstyvojo augimo etape, kai vyksta intensyviausi fiziologiniai prisitaikymo procesai ir didžiausias kepenų metabolinis aktyvumas.

AST (U/L)	Grupė	N	Vidurkis	Std. Error	p
0 d.	KG	66	70,85	6,42	0,312
	TG	71	66,94	5,87	
30 d.	KG	66	71,84	2,62	< 0,001
	TG	71	60,72	1,05	

60 d.	KG	66	82,13	2,37	0,472
	TG	71	78,41	1,86	
90 d.	KG	66	68,92	1,54	0,583
	TG	71	65,38	1,27	

**4 lent.** Pieninių veršelių, girdytų *Bacillus subtilis* (TG) ir kontrolinės grupės (KG), AST fermento aktyvumas kraujyje.

Vertinant GGT kepenų fermento aktyvumą, nustatyta, kad *Bacillus subtilis* probiotiko naudojimas turėjo reikšmingą poveikį fermento koncentracijai 30 dienų amžiaus periode (5 lentelė). TG veršeliams nustatytas reikšmingai didesnis GGT aktyvumas ( $p < 0,001$ ) lyginant su KG veršeliais. Vidutinis GGT aktyvumas 30 d. amžiaus TG grupėje siekė  $41,35 \pm 3,12$  U/L, kai KG grupėje –  $14,82 \pm 0,76$  U/L, t. y. TG reikšmės buvo beveik tris kartus didesnės. Ankstyvame laikotarpyje (0 d.) GGT aktyvumo skirtumų tarp grupių nenustatyta, o 60 ir 90 dienų amžiaus periodais fiksuota tik nežymi, statistiškai nereikšminga didėjimo tendencija TG grupėje. Padidėjęs GGT aktyvumas 30 d. laikotarpiu gali būti susijęs su aktyvesniu kepenų metabolizmu ir detoksikacinių procesų intensyvėjimu, rodant *Bacillus subtilis* probiotiko gebėjimą skatinti fermentinį atsaką ir apsaugines funkcijas ankstyvojo augimo metu.

GGT (U/L)	Grupė	N	Vidurkis	Std. Error	p
0 d.	KG	66	352,47	79,35	0,173
	TG	71	498,21	70,12	
30 d.	KG	66	14,82	0,76	< 0,001
	TG	71	41,35	3,12	
60 d.	KG	66	33,72	1,02	0,162
	TG	71	38,21	1,36	
90 d.	KG	66	26,43	1,24	0,118
	TG	71	29,12	1,51	

**5 lent.** Pieninių veršelių, girdytų *Bacillus subtilis* (TG) ir kontrolinės grupės (KG), GGT fermento aktyvumas kraujyje.

Vertinant fosforo koncentraciją kraujo serume, nustatyta, kad *Bacillus subtilis* probiotiko naudojimas turėjo reikšmingą poveikį 30 dienų amžiaus periode (6 lentelė). TG veršelių fosforo koncentracija buvo statistiškai reikšmingai didesnė ( $p < 0,001$ ), palyginti su KG. Vidutinė fosforo koncentracija 30 d. amžiaus TG grupėje siekė  $3,29 \pm 0,06$  mmol/L, kai KG grupėje –  $2,97 \pm 0,05$  mmol/L, t. y. 10,8 % didesnė TG grupėje. Kituose laikotarpiuose (0, 60 ir 90 dienų) fosforo kiekio skirtumai tarp grupių buvo nereikšmingi, o visos reikšmės išliko fiziologinių normų ribose. Rezultatai leidžia teigti, kad *Bacillus subtilis* probiotikas pagerino mineralinių medžiagų pasisavinimą ir fosforo apykaitos efektyvumą, kas ypač svarbu sparčiai augantiems veršeliams.

Foforas (mmol/L)	Grupė	N	Vidurkis	Std. Error	p
------------------	-------	---	----------	------------	---

0 d.	KG	66	2,46	0,07	0,687
	TG	71	2,52	0,08	
30 d.	KG	66	2,97	0,05	< 0,001
	TG	71	3,29	0,06	
60 d.	KG	66	3,20	0,07	0,493
	TG	71	3,26	0,05	
90 d.	KG	66	3,28	0,06	0,451
	TG	71	3,33	0,07	

**6 lent.** Pieninių veršelių, girdytų *Bacillus subtilis* (TG) ir kontrolinės grupės (KG), fosforo koncentracija kraujyje.

Vertinant BB koncentraciją veršelių kraujo serume, nustatyta, kad *Bacillus subtilis* probiotiko naudojimas turėjo reikšmingą poveikį 30 ir 60 dienų amžiaus periodais (7 lentelė). TG veršeliams abiejuose šiuose laikotarpiuose buvo stebimas statistiškai reikšmingas BB kiekio sumažėjimas lyginant su KG veršeliais. Vidutinė BB koncentracija 30 dienų amžiaus TG grupėje siekė  $46,85 \pm 1,74$  g/L, kai KG grupėje –  $56,41 \pm 1,92$  g/L ( $p = 0.012$ ). Tuo tarpu 60 dienų amžiaus TG grupės veršelių baltymų koncentracija buvo  $48,59 \pm 2,05$  g/L, o KG –  $59,01 \pm 1,73$  g/L ( $p = 0.034$ ). 0 ir 90 dienų amžiaus laikotarpiuose reikšmingų skirtumų tarp grupių nenustatyta. Šie rezultatai rodo, kad *Bacillus subtilis* probiotiko naudojimas gali turėti laikiną moduluojantį poveikį baltymų sintezei ir kepenų metabolizmui, ypač aktyviausio augimo etapuose, kai didžiausias energijos poreikis tenka audinių formavimuisi ir imuniteto palaikymui.

Bendras baltymas (g/L)	Group	N	Vidurkis	Std. Error	<i>p</i>
0 d.	KG	66	47,62	2,08	0,541
	TG	71	49,18	2,19	
30 d.	KG	66	56,41	1,92	0,012
	TG	71	46,85	1,74	
60 d.	KG	66	59,01	1,73	0,034
	TG	71	48,59	2,05	
90 d.	KG	66	60,27	1,84	0,062
	TG	71	55,34	1,95	

**7 lent.** Pieninių veršelių, girdytų *Bacillus subtilis* (TG) ir kontrolinės grupės (KG), bendras baltymų kiekis kraujo serume.

Albuminai yra svarbiausi plazmos baltymai, atspindintys kepenų sintezės aktyvumą, onkotinį slėgį ir bendrą gyvūno mitybinę būklę. Vertinant *Bacillus subtilis* poveikį albuminų koncentracijai, nustatyta, kad probiotiko taikymas teigiamai veikė albuminų kiekį kraujyje, ypač 30 ir 60 dienų amžiaus periodais (8 lentelė). 30 dienų amžiaus TG grupės veršeliams nustatyta reikšmingai didesnė albuminų koncentracija ( $p = 0.018$ ) –  $32,15 \pm 0.78$  g/L, kai KG grupėje –  $29,42 \pm 0.83$  g/L. Šis skirtumas išliko ir 60 dienų amžiaus periode (TG –  $33,02 \pm 0.75$  g/L, KG –  $30,64 \pm 0.68$  g/L,  $p = 0.029$ ). 0 ir 90 dienų

laikotarpiuose reikšmingų skirtumų nenustatyta, tačiau TG grupės veršeliai viso stebėjimo laikotarpiu pasižymėjo tendenciškai didesnėmis albuminų reikšmėmis.

Albuminas (g/L)	Grupė	N	Vidurkis	Std. Error	p
0 d.	KG	66	28,91	0,91	0,384
	TG	71	29,54	0,87	
30 d.	KG	66	29,42	0,83	0,018
	TG	71	32,15	0,78	
60 d.	KG	66	30,64	0,68	0,029
	TG	71	33,02	0,75	
90 d.	KG	66	31,12	0,74	0,156
	TG	71	32,28	0,82	

**8 lent.** Pieninių veršelių, girdytų *Bacillus subtilis* (TG) ir kontrolinės grupės (KG), albuminų koncentracija kraujo serume.

#### 4. *Bacillus subtilis* poveikis telyčių pirmojo sėklinimo amžiui ir kūno svoriui

Vertinant telyčių, ankstyvame amžiuje gavusių *Bacillus subtilis* probiotiką, vaisos pradžios rodiklius, nustatyta, kad probiotiko taikymas teigiamai veikė tiek lytinės brandos pasiekimo laiką, tiek kūno kondiciją sėklinimo metu. TG telyčios pirmą kartą buvo sėklintos vidutiniškai anksčiau, tačiau jų kūno svoris buvo didesnis, palyginti su KG telyčiomis, o tai rodo geresnę augimo efektyvumą ir brandos pasiekimą fiziologiškai palankesnėmis sąlygomis. Vidutinis pirmojo sėklinimo amžius TG grupėje buvo  $412,3 \pm 9,5$  dienos, kai KG grupėje –  $438,7 \pm 11,2$  dienos, t. y. 6,0 proc. trumpesnis periodas iki lytinės brandos. Tuo pat metu kūno svoris pirmojo sėklinimo metu TG grupėje buvo  $398,2 \pm 8,7$  kg, o KG grupėje –  $386,4 \pm 9,1$  kg, t. y. 3,1 proc. didesnis ( $p = 0.046$ ). Šie duomenys rodo, kad *Bacillus subtilis* probiotiko taikymas ankstyvame augimo periode galėjo paskatinti efektyvesnę maistinių medžiagų panaudojimą, užtikrindamas greitesnę augimą be neigiamo poveikio fiziologinei brendai.

Rodiklis	KG (n = 66)	TG (n = 71)	Skirtumas (proc.)	p
Pirmojo sėklinimo amžius (dienomis)	$438,7 \pm 11,2$	$412,3 \pm 9,5$	-6,0	0,034
Kūno svoris pirmojo sėklinimo metu (kg)	$386,4 \pm 9,1$	$398,2 \pm 8,7$	+3,1	0,046

**9 lent.** Telyčių, girdytų *Bacillus subtilis* (TG) ir kontrolinės grupės (KG), pirmojo sėklinimo rodikliai.

Tyrimo metu buvo analizuota Fe, Ca ir Mg koncentracija veršelių kraujo serume, siekiant įvertinti, ar *Bacillus subtilis* probiotikų naudojimas turėjo poveikį šių mikroelementų apykaitai. Visų trijų elementų koncentracijos buvo fiziologinių normų ribose tiek TG, tiek KG visais amžiaus laikotarpiais (0, 30, 60 ir 90 d.). Nors TG grupėje kai kuriais atvejais stebėtos nedidelės didėjimo tendencijos, ypač magnio ir

kalcio atveju (atitinkamai +2–4 proc. palyginti su KG), statistiškai reikšmingų skirtumų tarp grupių nenustatyta ( $p > 0,05$ ). Tai rodo, kad *Bacillus subtilis* probiotikų taikymas neišbalansavo mineralų homeostazės, išlaikydamas pastovų elektrolitų ir mikroelementų santykį kraujyje. Geležies koncentracijos dinamika išliko stabili ir panaši abiejose grupėse, o tai leidžia teigti, kad probiotiko naudojimas nepaveikė eritropoezės procesų ir neturėjo įtakos deguonies pernašos funkcijai. Analogiškai, kalcio ir magnio koncentracijos nekito reikšmingai, o jų stabilumas leidžia manyti, kad *Bacillus subtilis* neturėjo neigiamo poveikio mineralų pasisavinimui ar išsiskyrimui. Atsižvelgiant į tai, galima teigti, kad *Bacillus subtilis* probiotikai, nors ir turėjo ryškų poveikį tam tikriems biocheminiams bei baltymų metabolizmo rodikliams, nesukėlė reikšmingų pokyčių kraujo mikroelementų koncentracijose, išlaikydamas elektrolitinės pusiausvyros ir homeostazės stabilumą augančių veršelių organizme.

### **5. *Bacillus subtilis* probiotikų poveikis antibiotikų naudojimo dažniui veršelių stebėsenos laikotarpiu**

Tyrimo rezultatai parodė aiškią tendenciją, kad *Bacillus subtilis* endosporinių probiotikų naudojimas reikšmingai sumažino antibiotikų naudojimo dažnį ir gydymo trukmę tiriamojoje grupėje, palyginti su kontroline. Kaip matyti iš 10 lentelės duomenų, antibiotikais gydytų veršelių dalis TG sudarė tik 21,1 proc, kai KG šis rodiklis siekė 42,4 proc.. Tai rodo 50,2 proc. sumažėjimą ( $p = 0,018$ ), kuris yra statistiškai reikšmingas ir turi praktinę svarbą gyvūnų sveikatingumo valdymui. Bendras antibiotikų sunaudojimas (DDD/animal) TG grupėje taip pat buvo beveik perpus mažesnis (0,53 ir 1,00), atitinkantis 47,0 proc. mažėjimą, o vidutinė gydymo trukmė probiotikus gavusios veršelių grupės buvo trumpesnė –  $3,2 \pm 0,5$  dienos, palyginti su  $5,8 \pm 0,7$  dienos KG grupėje ( $p = 0,029$ ).

Šie rezultatai rodo, kad *Bacillus subtilis* probiotikai padėjo sumažinti infekcinių ligų pasireiškimą ir jų gydymo poreikį, pagerino imuninės sistemos funkcionalumą, o taip pat sutrumpino gydymo laikotarpį tiems gyvūnams, kuriems vis dėlto prireikė antimikrobinės terapijos.

Tokiu būdu probiotikų naudojimas prisideda prie atsparumo antimikrobinėms medžiagoms mažinimo ir tvaraus gyvulininkystės vystymo, atitinkančio ES ir pasaulines „Vienos sveikatos“ strategijas. Šio tyrimo duomenys atitinka tarptautines tendencijas, rodančias, kad *Bacillus* genties probiotikai gali sumažinti antibiotikų poreikį 30–60 proc., nes stabilizuoja mikrobiotos balansą, stiprina imuninį atsaką ir sumažina infekcinių ligų pasireiškimą veršelių auginimo laikotarpiu.

Rodiklis	KG (n = 66)	TG (n = 71)	Skirtumas (proc.)	p
Veršelių, gydytų antibiotikais, dalis (proc.)	42,4	21,1	-50,2	0,018

Antibiotikų sunaudojimas (DDD/animal) <sup>1</sup>	1,00	0,53	-47,0	-
Vidutinė gydymo trukmė (dienomis)	5,8 ± 0,7	3,2 ± 0,5	-44,8	0,029

- 10 lent.** Antibiotikų naudojimo dažnis ir trukmė tiriamojoje (TG) ir kontrolinėje (KG) grupėse per 90 dienų laikotarpį.  
<sup>1</sup>DDD - „Defined Daily Dose“, apibūdina standartizuotą antibiotikų naudojimo kiekį vienam gyvūnui per stebėjimo laikotarpį.

## IŠVADOS

1. Nustatyta, kad inovatyvių *Bacillus subtilis* endosporinių preparatų taikymas turėjo reikšmingą teigiamą poveikį veršelių sveikatingumui. Tiriamojoje grupėje (TG) buvo užfiksuotas mažesnis virškinamojo ir kvėpavimo takų sutrikimų dažnis bei mažesnis gaišimo procentas (TG – 5–6 proc., KG – 11–12 proc.). Tai patvirtina, kad *Bacillus subtilis* probiotikai sustiprina imuninį atsaką, stabilizuoja žarnyno mikrobiotą ir mažina infekcinių ligų pasireiškimą ankstyvame augimo etape.
2. Probiotikų naudojimas turėjo teigiamą poveikį pašaro sunaudojimui ir didesniais veršelių svorio prieaugiais. Tiriamosios grupės veršeliai pasižymėjo geresniu pašaro virškinamumu ir efektyvesne energijos konversija į kūno masę. Vidutiniai dienos priesvoriai buvo didesni, o pašaro sąnaudos kilogramui prieaugio mažesnės, kas rodo geresnį maistinių medžiagų pasisavinimą. Tai siejama su *Bacillus subtilis* gebėjimu skatinti fermentinę veiklą virškinamajame trakte ir mažinti subklinikinio uždegimo poveikį metabolizmui.
3. Probiotikų naudojimas reikšmingai sumažino antibiotikų naudojimo poreikį veršelių auginimo laikotarpiu. TG grupėje antibiotikais gydyta tik 21,1 proc. veršelių, kai KG grupėje – 42,4 proc. Vidutinis antibiotikų kursų skaičius sumažėjo apie 50 proc., o gydymo trukmė – apie 45 proc. Tai rodo, kad *Bacillus subtilis* gali būti veiksminga priemonė mažinant antimikrobinių medžiagų naudojimą ir prisidedant prie atsparumo antibiotikams mažinimo strategijų.
4. Nors probiotinių preparatų įtraukimas į šėrimo programas padidina tiesiogines sąnaudas, sumažėjęs ligų dažnis, gydymo išlaidos ir geresnis pašaro įsisavinimas užtikrina teigiamą grąžą. Investicijos į probiotinius papildus atsiperka dėl mažesnių gydymo išlaidų ir didesnio augimo efektyvumo.
5. *Bacillus subtilis* endosporiniai probiotikai yra veiksminga, saugi ir tvari priemonė, galinti ženkliai pagerinti veršelių sveikatingumą ir produktyvumo rodiklius, mažinti antibiotikų poreikį bei stiprinti gyvūnų atsparumą ligoms. Probiotikų įtraukimas į šėrimo schemas prisideda prie

„Vienos sveikatos“ (One Health) principų įgyvendinimo, gerinant gyvūnų gerovę ir mažinant aplinkos poveikį, susijusį su antimikrobinų medžiagų naudojimu gyvulininkystėje.

## REKOMENDACIJOS

1. *Bacillus subtilis* endosporinių probiotikų įtraukimas į veršelių šėrimo programas turėtų būti taikomas kaip nuolatinė prevencinė priemonė, leidžianti gerinti veršelių sveikatingumą. Atlikto tyrimo rezultatai patvirtino, kad *Bacillus subtilis* probiotikų naudojimas reikšmingai sumažino virškinamojo ir kvėpavimo takų ligų pasireiškimą, gaištamumą bei poreikį taikyti antimikrobinį gydymą. Šių mikroorganizmų gebėjimas stabilizuoti žarnyno mikrobiotos pusiausvyrą, skatinti imuninį atsaką ir mažinti patogeninių bakterijų dauginimąsi leidžia išvengti ūmių ir subklinikinių infekcijų ankstyvame augimo periode. Rekomenduojama *Bacillus subtilis* probiotikus taikyti nuo pirmųjų gyvenimo dienų iki bent 90 dienų amžiaus, ypač intensyvaus auginimo ūkiuose.
2. Ankstyvas probiotikų įvedimas padeda greičiau suformuoti stabilų žarnyno mikrobiomą, mažina viduriavimu pasireiškiančių susirgimų riziką ir gerina maisto medžiagų pasisavinimą. Tokiu būdu užtikrinamas tolygesnis augimas ir geresnis priesvoris, kaip rodo tyrimo metu užfiksuoti didesni TG grupės svoriai 30, 60 ir 90 dienų amžiuje. Probiotikų naudojimas yra veiksminga strategija siekiant mažinti antibiotikų vartojimą ir atsparumo antimikrobinėms medžiagoms riziką. Tyrimo duomenys parodė, kad probiotikus gavusių veršelių grupėje antibiotikais gydytų gyvūnų dalis buvo daugiau nei 50 proc. mažesnė, o gydymo trukmė sutrumpėjo beveik perpus. Tai rodo, kad probiotikų taikymas gali būti laikomas vienu iš pagrindinių „Vienos sveikatos“ (One Health) principus atitinkančių sprendimų gyvulininkystės sektoriuje, prisidedančių prie visuomenės sveikatos apsaugos.
3. Siekiant užtikrinti maksimalų probiotikų efektyvumą, rekomenduojama probiotikus naudoti kartu su subalansuota mityba bei užtikrinant tinkamas gyvūnų laikymo sąlygas.
4. Ekonominiu požiūriu, *Bacillus subtilis* probiotikų naudojimas yra tvari ir atsiperkanti investicija. Nors probiotinių preparatų kaina padidina tiesiogines šėrimo sąnaudas, mažesnės gydymo išlaidos, trumpesnis ligų gydymo laikotarpis ir geresni augimo rodikliai kompensuoja šias išlaidas. Ūkiams rekomenduojama įtraukti probiotikus į kasdienes šėrimo schemas kaip prevencinę priemonę, siekiant ilgalaikės ekonominės naudos ir produktyvumo augimo.
5. Tolesni tyrimai turėtų būti orientuoti į skirtingų *Bacillus subtilis* padermių efektyvumo palyginimą bei jų sinergiją su kitais mikroorganizmais (pvz., *Lactobacillus*, *Enterococcus*). Tai leistų dar labiau optimizuoti probiotinių preparatų sudėtį, siekiant didesnio biologinio aktyvumo,

geresnio atsparumo nepalankioms aplinkos sąlygoms ir platesnio poveikio gyvūnų sveikatai bei produktyvumui.

6. Gauti duomenys leidžia rekomenduoti *Bacillus subtilis* probiotikus kaip efektyvią alternatyvą antimikrobinėms medžiagoms veršelių auginime. Šių preparatų taikymas yra svarbus žingsnis pereinant prie mažesnio antibiotikų vartojimo gyvulininkystėje, užtikrinant ne tik aukštesnius gyvūnų gerovės standartus, bet ir saugesnę, tvarią bei visuomenės sveikatai palankesnę maisto gamybos grandinę.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Branco-Lopes, R.; Winder, C.; Canozzi, M.E.; Lopez, Y.S.A.; Schmitz, B.; Silva-del-Río, N. Effects of Probiotic Supplementation on Growth Performance and Feed Intake of Dairy Calves: A Meta-Analysis. *J. Dairy Sci.* **2025**, *108*, 9501–9515, doi:10.3168/jds.2025-26540.
2. Lee, Y.; Rossow, H.A.; Williams, D.R.; Cheong, S.; Okella, H.; Widmer, L.; Okello, E. Effect of Multi-Species Probiotic Supplementation on Fecal Microbiota in Pre-Weaned Holstein Dairy Calves in California. *Microorganisms* **2025**, *13*, 1810, doi:10.3390/microorganisms13081810.
3. Sedky, D.; Ghazy, A.A.; Abou-Zeina, H.A.A. Advances in Diagnosis of Diseases Causing Diarrhea in Newborn Calves. *Vet. Res. Commun.* **2025**, *49*, 293, doi:10.1007/s11259-025-10855-0.
4. Zhai, Y.; Kim, M.; Fan, P.; Rajeev, S.; Kim, S.A.; Driver, J.D.; Galvão, K.N.; Boucher, C.; Jeong, K.C. Machine Learning-Enhanced Assessment of Potential Probiotics from Healthy Calves for the Treatment of Neonatal Calf Diarrhea. *Front. Microbiol.* **2024**, *15*, doi:10.3389/fmicb.2024.1507537.
5. Antimicrobial Resistance Trends in Fecal Salmonella Isolates from Northern California Dairy Cattle Admitted to a Veterinary Teaching Hospital, 2002-2016 | PLOS One Available online: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0199928> (accessed on 24 October 2025).
6. Daley, V.L.; Fernandes, S.R.; Freitas, J.A. The Effects of *Bacillus Subtilis* Spores and Yeast Cell Wall Supplementation on Growth and Health in Holstein Dairy Calves. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2024**, *316*, 116063, doi:10.1016/j.anifeedsci.2024.116063.
7. Tan, J.W.; Eicher, S.D.; Kritchevsky, J.E.; Bryan, K.A.; Dickey, A.; Chitko-McKown, C.G.; McDanel, T.G. Insights into Microbial Compositions of the Respiratory Tract of Neonatal Dairy Calves in a Longitudinal Probiotic Trial through 16S rRNA Sequencing. *Front. Microbiol.* **2025**, *15*, doi:10.3389/fmicb.2024.1499531.
8. Górká, P.; Budzińska, K.; Budziński, W.; Jankowiak, T.; Kehoe, S.; Kański, J. Effect of Probiotic and Nucleotide Supplementation in Milk Replacer on Growth Performance and Fecal Bacteria in Calves. *Livest. Sci.* **2021**, *250*, 104556, doi:10.1016/j.livsci.2021.104556.
9. Lucey, P.M.; Lean, I.J.; Aly, S.S.; Golder, H.M.; Block, E.; Thompson, J.S.; Rossow, H.A. Effects of Mannan-Oligosaccharide and *Bacillus Subtilis* Supplementation to Prewaning Holstein Dairy Heifers on Body Weight Gain, Diarrhea, and Shedding of Fecal Pathogens. *J. Dairy Sci.* **2021**, *104*, 4290–4302, doi:10.3168/jds.2020-19425.
10. Song, D.J.; Kang, H.Y.; Wang, J.Q.; Peng, H.; Bu, D.P. Effect of Feeding *Bacillus Subtilis* Natto on Hindgut Fermentation and Microbiota of Holstein Dairy Cows. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* **2014**, *27*, 495–502, doi:10.5713/ajas.2013.13522.
11. Copani, G.; Morrill, K.; Queiroz, O.C.M.; Cappelozza, B.I. *Bacillus* Spp. Supplementation Stimulates the Growth of Prewaning Bull Calves Offered Milk Replacer and Pelleted Starter Supplement. *Appl. Anim. Sci.* **2025**, *41*, 76–84, doi:10.15232/aas.2024-02626.
12. Salahlou, M.; Hajimohammadi, A.; Nazifi, S.; Rowshan-Ghasrodashti, A.; Nikzad, M.; Mirzaei, A. Effects of Probiotic and Yeast Extract Supplement on Liver Functionality Index and Metabolic Parameters in Transition Period of Dairy Cattle. *Vet. J.* **2025**, *309*, 106280, doi:10.1016/j.tvjl.2024.106280.