

TVIRTINU:

Pareigos

Vardas, Pavardė

2022 m.mėn.d.

**ŽEMĖS, MAISTO ŪKIO, ŽUVININKYSTĖS IR KAIMO PLĖTROS
MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR EKSPERIMENTINĖS PLĖTROS 2015–2022 METŲ PROGRAMA**

**Rekomendacijų dėl akvakultūros tvenkinių tręšimo organinėmis ir
mineralinėmis trąšomis normų ir laikotarpių parengimas**

2022 M. GALUTINĖ ATASKAITA

Tyrimo vadovė Gražina Žibienė



Kaunas, Akademija

2022

TURINYS

1. ĮVADAS.....	4
2. TYRIMŲ OBJEKTAI IR METODAI	5
2.1. Tyrimų sudėtis.....	5
2.1.1. Vandens fizikinių-cheminių rodiklių tyrimo metodika.....	5
2.1.2. Biologinių rodiklių tyrimo metodika.....	5
2.1.3. Mėšlo ir substrato tyrimai	6
2.1.4. Azoto ir fosforo skaidymosi intensyvumo ir trukmės tyrimai	6
2.2. Tyrimų objektai.....	7
REZULTATAI.....	8
3. Tvenkinių tręšimo poreikis	8
3.1.1. Tvenkinio natūralaus maisto grandinė	8
3.1.2. Trąšos žuvininkystės tvenkiniams.....	9
3.2. Neorganinės trąšos	9
3.2.1. Tvenkinių neorganinėmis trąšomis tręšimo prielaidos.....	10
3.3. Organinės trąšos	11
3.3.1. Gyvūnų ir augalinės kilmės mėšlo sudėtis	11
3.3.2. Tręšimo organinėmis trąšomis rekomendacijos pagal FAO	14
3.4. Probiotikų naudojimas tvenkinių tręšimui	14
3.10 lentelė. Probiotikų panaudojimo galimybės žuvininkystės tvenkiniuose (pagal http://www.avai.lt/biotechnologijos/zemes-ukiui/naminiu-gyvunu-auginimui/zuvininkyste/	15
3.5. Produkcija tręštuose žuvininkystės tvenkiniuose.....	16
3.6. Trąšų naudojimas	18
3.7. Trąšose esančių maistinių medžiagų sunaudojimas tvenkiniuose	19
3.8. Lietuvos tvenkininės žuvininkystės subjektų praktikos apžvalga.....	20
4. Azoto ir fosforo skaidymosi intensyvumo ir trukmės analizė	23
5. Vandens kokybės tyrimų aptarimas	33
6. Fitoplanktono bendra apžvalga	39
7. Zooplanktono bendra apžvalga	40
8. Fitoplanktono ir zooplanktono gausumas ir biomasė atskiruose tvenkiniuose.....	44
8.1. Tvenkinys Nr. 1PM.....	44
8.2. Tvenkinys Nr.2PM.....	47
8.3. Tvenkinys Nr. 3.....	49
8.4. Tvenkinys Nr.4GM	51
8.5. Tvenkinys Nr.5.....	53
8.6. Tvenkinys Nr. 6GM+N	55
8.7. Tvenkinys Nr. 7GM	57

8.8.	Tvenkinys Nr. 8Sub	59
8.9.	Tvenkinys Nr. 9GM+Š.....	61
8.10.	Tvenkinys Nr. 10GM+Š.....	63
8.11.	Tvenkinys Nr. 11PM+Š	65
8.12.	Tvenkinys Nr.12PM+Š	68
9.	Rekomendacijos dėl tvenkinių tręšimo organinėmis ir mineralinėmis trąšomis normų ir laikotarpių, kuriais būtų gaunamas didžiausias efektyvumas bei mažiausia tarša.....	71
10.	IŠVADOS.....	72
11.	Literatūra	74
Priedai	78

1. ĮVADAS

Lietuvos tvenkinių akvakultūros sektoriuje lig šiol nėra apibrėžtas ir reglamentuotas tvenkinių tręšimas, nėra rekomendacijų apie tręšimui naudotinas trąšas, tręšimo normas ir laikotarpius, neišanalizuotas tręšimo poveikis aplinkai. EK Nitrato direktyva yra taikoma žemės ūkyje, tačiau skirtingai nuo žemės ūkio naudmenų. Praktiniu požiūriu tvenkininės akvakultūros ūkiuose palankiausia tręšti tvenkinius žiemos pabaigoje, kol su tręšimo įranga įmanoma įvažiuoti į tvenkinių teritoriją, tačiau toks tręšimo laikas gali būti ne itin tinkamas aplinkosauginiu požiūriu. akvakultūros tvenkiniuose tręšti reikalinga „neišėjus“ išalui. Šio tręšimo tikslas yra ne dirvožemio praturtinimas, o būtinumas suformuoti pašarinę bazę į tvenkinius vėliau suleidžiamoms žuvų lervutėms.

Vykdamas šį MTTV projektą, bus siekiama sukurti papildomų žinių ir pasiekti specifinių praktinių tikslų: išanalizuoti esamą situaciją; numatyti tvenkinių tręšimui tinkamas mineralines ir organines trąšas; nustatyti optimalius tręšimo terminus; rekomenduoti kontrolės sistemą ir jos taikymo galimybes.

MTTV projekto tikslas - parengti rekomendacijas dėl akvakultūros tvenkinių tręšimo organinėmis ir mineralinėmis trąšomis normų ir laikotarpių.

Numatomi spręsti uždaviniai:

1. Apžvelgti Lietuvos tvenkininės žuvininkystės subjektų praktiką bei užsienio šalių patirtį žuvininkystės tvenkinių tręšimo srityje.
2. Išnagrinėti alternatyvias tręšimui organinėmis ir/ar mineralinėmis trąšomis priemones.
3. Išanalizuoti pagrindinių biogenų (azoto, fosforo, kalio) poveikį natūralios pirminės produkcijos susidarymui (fito-, zoo- planktonui), skaidymosi intensyvumą ir trukmę.
4. Parengti preliminarinius pasiūlymus eksperimentiniam tvenkinių tręšimui, naudojant įvairias trąšas, trąšų normas ir laikotarpius potencialių MTTV projekto rezultatų naudotojų tvenkiniuose.
5. Išanalizuoti eksperimentinio tvenkinių tręšimo MTTV projekto rezultatų naudotojų – UAB „Raseinių žuvininkystė“, UAB „Akvilėja“ ir UAB „Bartžuvė“ tvenkiniuose, rezultatus.
6. Nustatyti likutinę azoto, fosforo taršą aplinkai tręšiant tvenkinius skirtingomis trąšomis ir intensyvumu.
7. Pateikti rekomendacijas dėl tvenkinių tręšimo organinėmis ir mineralinėmis trąšomis normų ir laikotarpių, kuriais būtų gaunamas didžiausias efektyvumas bei mažiausia tarša.

Neseniai patvirtintoje Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2021–2027 m. programoje akcentuojama, kad „didelis potencialas numatomas Lietuvoje sparčiai augančioje gamyboje gamtos išteklius taupančiose uždaroje akvakultūros sistemose (toliau – UAS), pirmumas teikiamas žemesnio trofinio lygio rūšių (vėžiagyvių ir kitų bestuburių, dumblių) gamybai, integruotos daugiatrofinės akvakultūros vystymui. Siekiama, kad iki 2030 m. Lietuvoje per metus pagaminamas akvakultūros produkcijos kiekis sudarytų ne mažiau 8,5 tūkst. t, įžuvintų ekologinės gamybos akvakultūros tvenkinių ploto dalis išaugtų 16%, o ekologinė akvakultūros gamyba 39% (lyginant su 2020 m.). Tad viena iš priemonių, didinančių tvenkinių derlingumą bus jų tinkamas tręšimas prieš įleidžiant lervutes ar žuvų mailių (Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2021–2027 m. programa).

2. TYRIMŲ OBJEKTAI IR METODAI

2.1. Tyrimų sudėtis

Žuvininkystės tvenkiniuose buvo atlikti tokie tyrimai:

- *fizikinių-cheminių* vandens kokybės elementų rodiklių tyrimai - 2021 metais lapkričio mėnesį; 2022 metais balandžio mėnesį, gegužės mėnesiais, liepos mėnesį, rugpjūčio mėnesį, rugsėjo mėnesį.
- *fitoplanktono* ir *zooplanktono* tyrimai atlikti 2022 metais gegužės mėnesį, liepos mėnesį, rugpjūčio mėnesį.
- *Naudojamų trąšų* maistinių medžiagų sudėtis (pateikiama 2.1 lentelėje).

2.1 lent. Tiriamų tvenkinių trešimui naudotų trąšų sudėtis

Tyrimų rodiklis	Galvijų mėšlas 1	Galvijų mėšlas 2	Substratas	Paukščių mėšlas 1	Paukščių mėšlas 2
pH	9,4	8.4	8.0	9.1	9.2
Sausos medžiagos %	20,57	32.85	1.20	76.43	79.91
Organinė medžiaga%	8,99	10.08	0.10	48.00	66.26
Bendrasis azotas%	0,29	0.63	0.09	2.39	3.03
Bendrasis fosforas%	0,23	0.48	0.03	3.81	1.83
Bendrasis kalis%	0,59	0.66	0.01	2.41	2.53

2.1.1. Vandens fizikinių-cheminių rodiklių tyrimo metodika

Pagal fizikinius-cheminius vandens kokybės rodiklius įvertinama tvenkinių vandens kokybė. Vandens kokybės nustatymui buvo įvertinti šie rodikliai:

- nitratai (NO_3^-) (LST ISO 10304-1:2009);
- nitritai (NO_2^-) (LST EN 26777:1999);
- amonio azotas ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) (LST ISO 7150-1:1998);
- bendrasis azotas (N_b) (LST EN ISO 11905-1:2000);
- ortofosfatai ($\text{PO}_4\text{-P}$) (spektrofotometriniu metodu);
- bendrasis fosforas (P_b) (LST EN ISO 6878:2004);
- vandenilio jonų koncentracija (pH) (LST EN ISO 10523:2012).

Vandens kokybės rodikliai buvo paimti žiemą, pavasarį, vasarą ir rudenį. Gauti vandens kokybės parametrai buvo palyginti su ŽUVŲ AUGINIMO ŽUVININKYSTĖS TVENKINIUOSE TECHNOLOGINĖS NORMOS, pagal 9 skyrių Vandens kokybės normatyvai 9.2 punktą Vasarinių žuvininkystės tvenkinių vandens kokybė. Vandens kokybės rodikliai naudoti ir likutinės azoto, fosforo taršos aplinkai nustatymui.

2.1.2. Biologinių rodiklių tyrimo metodika

Fitoplanktono tyrimai buvo atlikti vadovaujantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 708 patvirtinta metodika LAND 53-2003 „Fitoplanktono tyrimo metodika paviršinio vandens telkiniuose.

Fitoplanktono mėginių ėmimui buvo naudoti 250 ml. plastikiniai gerai užsukami buteliukai, Liugolio tirpalas, 2 ml pipetė ir 5 L plastikinis kibiras. Mėginiai buvo imti iš tvenkinio vidurio iš vidutiniškai iš 0,5 m gylio, vandenį semiant per vandens storumę. Pasėmus vandenį su kibiru iš jo, švelniai sumaišius vandenį, piltuvėliu pilama į mėginiams skirtą talpą. Mėginiai buvo iš karto užfiksuoti Liugolio tirpalu, įlašinant 0,25-0,5 ml/100 ml mėginio. Užklijuojama etiketė, kurioje užrašyta mėginio

paėmimo data ir vieta. Paimti mėginiai buvo įdedami į nešiojamą šaldytuvą, nes turi būti transportuojami $\pm 4^{\circ}\text{C}$ temperatūroje ir tamsoje.

Zooplanktono tyrimai atlikti vadovaujantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 708 patvirtinta metodika LAND 54-2003 „Fitoperifitono tyrimo metodika paviršinio vandens telkiniuose“.

Zooplanktono mėginiai ėmimui naudoti 200 ml plastikiniai buteliukai, planktoninis tinklelis (akutės diametras 55 μm), formaldehido tirpalas (40%) ir graduotas 10-12 L talpos kibiras. Kibiru buvo pasemiamas 8L vandens, kuris buvo perfiltruotas per planktoninį tinklelį. Tada sukonzentruotas mėginys buvo supilamas į buteliuką. Tinkliukas iš išorės buvo praplautas tvenkinio vandeniu ir surinktas turinys vėl supilamas į buteliuką. Mėginys buvo užfiksuotas formaldehido tirpalu (100 ml mėginio + 4 ml formaldehido tirpalo). Užklijuojama etiketė su mėginio paėmimo data, vieta ir prafiltruotu vandens tūriu (8 L).

Paimti fitoplanktono ir zooplanktono mėginiai buvo tiriami Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto pajūrio aplinkos ir biogeochemijos laboratorijoje. Rezultatai gauti pagal gausumą ir biomasę: fitoplanktono gausumas nustatytas vnt. $\cdot 10^3/\text{ml}$, biomasė – mg/l; zooplanktono gausumas nustatytas ind./l, biomasė – mg/l. Tyrimų rezultatų analizė atlikta naudojant duomenų analitikos įrankiu POWER BI.

2.1.3. Mėšlo ir substrato tyrimai

Galvijų bei paukščių mėšlo ir substrato mėginiai buvo paimti iš kiekvieno tyrime dalyvavusio ūkio. Iš viso buvo paimti 5 mėginiai: du galvijų mėšlo, du paukščių mėšlo ir vienas substrato. Mėginiai buvo pristatyti į Lietuvos Agrarinių ir miškų mokslų centro Žemdirbystės instituto Agrocheminių tyrimų laboratorijos analitinį skyrių, kuriame buvo nustatytos maistinės medžiagos tręšimui naudojamame mėšle ir substrate.

2.1.4. Azoto ir fosforo skaidymosi intensyvumo ir trukmės tyrimai

Norint įvertinti biogeninių medžiagų skaidymosi intensyvumą ir trukmę, likutinę azoto ir fosforo taršą aplinkai, atlikti modeliniai laboratoriniai tyrimai. Azoto ir fosforo skaidymosi intensyvumo analizei, imituojuojant natūralias sąlygas (temperatūra), sukurti modeliai - į tvenkinio vandenį buvo įterpta 5 rūšių mėšlo: į 30 l talpos indą patalpinamas tiriamuose tvenkiniuose naudojamos, kurios užpilamos tvenkinio vandeniu. Į 30 litrų konteinerį įterptas trąšų kiekis: Galvijų Mėšlas 1 - 6 g; Galvijų Mėšlas 2- 18 g; Substratas -100 ml; Paukščių mėšlas 1 - 20 g; Paukščių mėšlas 2 - 20 g (2.1 pav.).



2.1 pav. Konteineriai su tvenkinio vandeniu ir tiriamąja trąša

Nustatyta kontrolinė biogeninių medžiagų koncentracija trąšose ir vandenyje.

Vandens kokybės nustatymui buvo įvertinti šie rodikliai:

- nitratai (NO_3^-) (LST ISO 10304-1:2009);
- nitritai (NO_2^-) (LST EN 26777:1999);

- amonio azotas (NH⁺₄-N) (LST ISO 7150-1:1998);
- bendrasis azotas (N_b) (LST EN ISO 11905-1:2000);
- ortofosfatai (PO₄-P) (spektrofotometriniu metodu);
- bendrasis fosforas (P_b) (LST EN ISO 6878:2004);
- vandenilio jonų koncentracija (pH) (LST EN ISO 10523:2012).

Pradinė vandens kokybė (kontrolinis tyrimas – prieš įterpiant trąšas) nustatyta 2022 04 05. Tyrimai vandenyje atlikti po paros nuo trąšų įterpimo - balandžio 06, po savaitės – balandžio 13, balandžio 20, gegužės 05; po mėnesio - birželio 20; liepos 20; rugpjūčio 16 ir rugsėjo 21 dieną.

Vandens rodiklių verčių kitimo tendencijai vertinti buvo naudotas trendas ir apskaičiuotas determinacijos koeficientas. Determinacijos koeficientas parodo, kuri vieno požymio bendro kitimo dalis (vandens koncentracija) gali būti paaiškinta kito požymio reikšmių kitimu (laikas).

Determinacijos koeficientas (R²) tiesinės priklausomybės atveju yra lygus koreliacijos tarp kintamųjų (požymių) X ir Y koeficiento kvadratui. Šis koeficientas interpretuojamas taip (2.1 formulė):

$$R^2 = 1 - \frac{S_{\varepsilon}^2}{S_y^2} \quad (2.1)$$

čia: S_ε² – liekanų (ε) dispersija, S_y² – stebimų kintamojo (Y) reikšmių dispersija.

Norint įvertinti vandens kokybės rodiklių tarpusavio ryšius skirtingomis trąšomis patreštuose vandenyse per tyrimo laikotarpį, apskaičiuoti koreliacijos koeficientai. Naudota programa STATISTICA, reikšmingumo lygmuo kai p≤0.05.

2.2. Tyrimų objektai

MTTV projekto tikslai, numatomi spręsti uždaviniai, laukiami rezultatai buvo pristatyti 2021 m. lapkričio 4 d. nuotoliniu būdu per ZOOM platformą vykusiame Nacionalinės akvakultūros ir žuvų produktų gamintojų asociacijos Tarybos posėdyje, taip pat aptarti LR Žemės ūkio ministerijoje vykusiame projekto tarpinės ataskaitos svarstyme.

Tyrimo dalyvavo trys žuvininkystės ūkiai: UAB „Akvilegija“, UAB „Bartžuvė“, UAB „Raseinių žuvininkystė“. Rašant ataskaitą, toliau tekste nebus minimi tyrimo dalyvavusių žuvininkystės ūkių pavadinimai, o tvenkinių numeracija sudaryta atsitiktinai.

Tyrimo turėjo dalyvauti ir Žuvininkystės tarnybos Šilavoto poskyris, tačiau LR Žemės ūkio ministerijos sprendimu šis poskyris 2022 m. pavasarį uždarytas, todėl dėl nuo MTTV projekto vykdytojų nepriklausančių aplinkybių nebuvo galimybės atlikti numatytų tyrimų šio poskyrio tvenkiniuose.

Tyrimo dalyvavusiuose žuvininkystės ūkiuose tvenkiniams tręšti naudotos trąšos ir tręšimo normos pateiktos 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Tvenkinių žymėjimas ir trąšų normos

Tvenkinio numeris ir pavadinimas	Naudota trąša ir tręšimo norma
1 PM	Paukščių mėšlas 2,4 t/ha
2 PM	Paukščių mėšlas 1,33 t/ha
3	Netręšta
4 GM	Galvijų mėšlas 10 t/ha
5	Netręšta
6 GM+N	Galvijų mėšlas 5 t/ha, nendrės 1,4 t/ha
7 GM	Galvijų mėšlas 2,5 t/ha
8 Sub	Substratas 10 t/ha
9 GM+Š	Galvijų mėšlas 2,5 t/ha, šiaudai 680 kg/ha
10 GM+Š	Galvijų mėšlas 1,5 t/ha, šiaudai 1,4 t/ha
11 PM+Š	Paukščių mėšlas 600 kg/ha, šiaudai 1800 kg/ha
12 PM+Š	Paukščių mėšlas 300 kg/ha, šiaudai 1800 kg/ha

REZULTATAI

3. Tvenkinių tręšimo poreikis

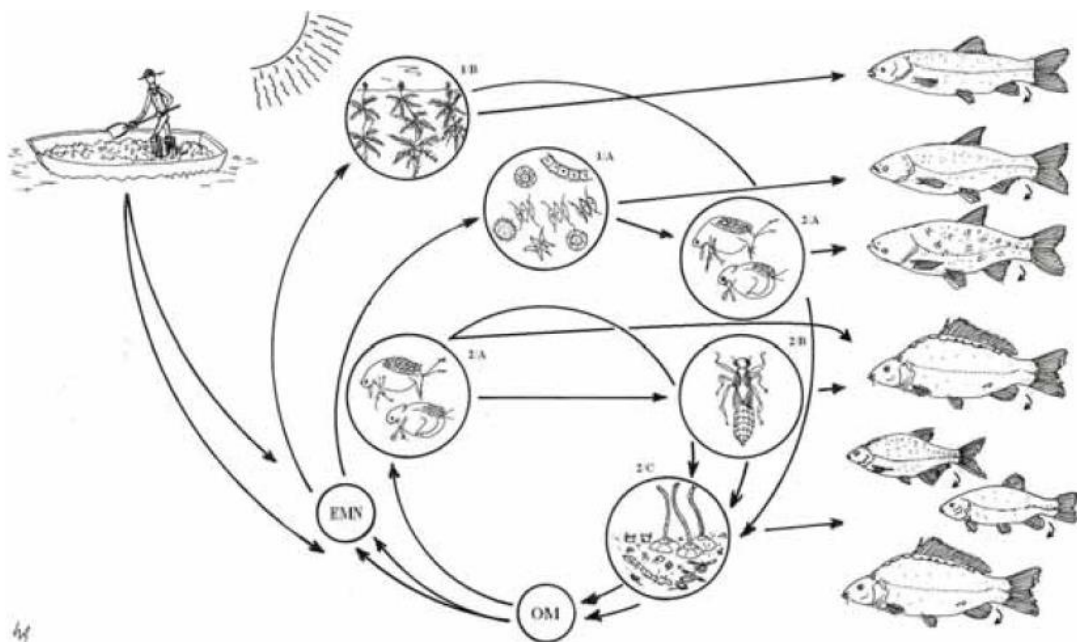
Žuvininkystės tvenkinių tręšimas didina fitoplanktono, kuris yra zooplanktono ir bentoso gyvūnų mitybos bazė, produktyvumą. Planktonas, planktono liekanos (detritas) ir bentosas yra žuvų ir vėžiagyvių maistas (Mischke, 2012). Akvakultūroje naudojamos tos pačios trąšos, kurios naudojamos tradiciniame žemės ūkyje. Dirbtinių pašarų naudojimas akvakultūros tvenkiniuose gali būti alternatyva tręšimui, tačiau tai yra brangi alternatyva. Todėl daugelis akvakultūros ūkių dar naudoja trąšas tvenkinių produktyvumo padidinimui. Trąšos, siekiant padidinti natūralų pašarą, taip pat dažnai naudojamos ankstyvuoju žuvų auginimo laikotarpiu žuvų lervučių ir mailiaus tvenkiniuose.

3.1.1. Tvenkinio natūralaus maisto grandinė

Tvenkinių tręšimas yra kaip priemonė skatinanti pagrindinių maistinių medžiagų (fitoplanktono ir zooplanktono) produktyvumą, kurios sudaro akvakultūros tvenkinio maisto grandinės pagrindą. Yra įrodyta, kad pirminis produktyvumas cheminėmis trąšomis patręštuose tvenkiniuose buvo 4-5 kartus didesnis, nei netręštuose tvenkiniuose (Hepher, 1962). Antrinis produktyvumas – tai visi heterotrofiniai organizmai, kurie savo maisto cheminę energiją paverčia biomase ir kuriuos sudaro zooplanktonas, pirmuonys, nematodai, oligochaetai, vabzdžiai, moliuskai ir bakterijos.

Fitoplanktono populiaciją žuvininkystės tvenkiniuose gali sudaryti vienaląsčių ir kolonijinių rūšių atstovai: *Cyanobacteria* (mėlynai žali dumbliai), *Chlorophyta* (žalieji dumbliai), *Bacillariophyta* (diatominiai dumbliai), *Euglenophyta* (euglenoidai) ir *Chrysophyta* (rudieji dumbliai). Zooplanktonas yra planktono gyvūnai, kurie maitinasi fitoplanktonu, protistais, ir detritu. Trys dažniausiai pasitaikantys zooplanktono tipai yra rotiferiai, irklakojai ir šakotaūsiai. Žuvininkystės tvenkiniuose aptinkama įvairių gyvenimo stadijų vamzdžių: *Odonata*, *Coleoptera*, *Hemiptera*, *Plecoptera* ir *Ephemeroptera* ir kt. Bentoso organizmai gali būti nematodai, oligochaetai, sraigės ir dvigeldžiai. Kokie bus mitybos grandinės komponentai priklauso nuo auginamų žuvų rūšies ir jos maitinimosi pobūdžio (Boyd and Tucker, 1998; Milstein, 2012).

Apibendrinta žuvininkystės tvenkinio natūralios mitybos grandinė pateikta 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Apibendrinta žuvininkystės tvenkinio natūralios mitybos grandinė (pagal Woynarovich, et al., 2010)

Biologinė maisto grandinė žuvininkystės tvenkinyje pagrįsta pagrindinėmis mineralinėmis maistinėmis medžiagomis, anglies dioksidu (CO₂) ir saulės energija, iš kurios fotosintezės būdu gaminamos organinės medžiagos. Dauguma naudojamų mineralinių maistinių medžiagų yra įvairios azoto (N) ir fosforo (P) formos. Anglis (C) gaunama iš CO₂. Tai yra organinių medžiagų bakterijų skilimo ir gyvų organizmų kvėpavimo rezultatas. Šviežio mėšlo organines medžiagas, žuvų išmatas ir detritą tiesiogiai sunaudoja zooplanktonas, vabzdžiai ir jų lervos bei kai kurios žuvų rūšys. Arba bakterijos juos suskaido iki mineralinių maistinių medžiagų ir tokia forma jos grįžta į grandinės pradžią. Mitybos grandinei sukurti ir palaikyti reikalingos medžiagos tiekiamos mėšlu ir (arba) tręsimu. Tai užtikrina didesnę natūralaus žuvų maisto gamybą tvenkiniuose.

Natūrali mitybinė bazė ypač reikalinga lervutėms pirmomis gyvenimo savaitėmis, perkėlus jas iš inkubavimo įrenginių į tvenkinius. Vėliau šios žuvys gali būti šeriamos kombinuotais arba visaverčiais pašarais (Hepher, 1978).

3.1.2. Trąšos žuvininkystės tvenkiniams

Auginant žuvis tvenkiniuose labai svarbu yra natūralus maistas, ypač pirmųjų metų individams: lervutėms, mailiui, šiųmetukams.

Siekiant aukšto natūralaus tvenkinių produktyvumo, pagrindinės naudojamos intensyvinimo priemonės yra tręšimas mineralinėmis ir organinėmis trąšomis., tarp jų srutomis, tvenkinių vasarinimas, melioracinės priemonės – kalkinimas, dugnų įdirbimas, seklių vietų naikinimas ir kt.

Tvenkiniams tręšti naudojamos dviejų tipų trąšos:

- *mineralinės* arba *neorganinės trąšos*, kurių sudėtyje yra tik mineralinės ir neorganinės maisto medžiagos; tokios trąšos gaminamos pramoniniu būdu ir naudojamos žemės ūkyje grūdų derliui padidinti ir perkamos iš specializuotų tiekėjų;
- *organinės trąšos*, kurių sudėtyje yra organinių medžiagų mišinys ir mineralinės maistinės medžiagos; jos gaminamos vietoje (vietinės trąšos), pavyzdžiui gyvulių mėšlas, augalų pasėlių liekanos, maisto perdirbimo atliekos, šviežiai nupjauta arba sausa žolė.

Mikroorganizmams skaidant organines trąšas, išskiriamos augalams tinkamos maistinės medžiagos, o iš cheminių trąšų maistinės medžiagos išsiskiria joms tirpstant (Boyd, 1995; Boyd ir Tucker, 1998). Azotas (N), fosforas (P) ir kalis (K) vadinami pagrindinėmis trąšų maistinėmis medžiagomis. Organinėse trąšose ir kai kuriose cheminėse trąšose yra antrinių maistinių medžiagų (kalcio (Ca), magnio (Mg) ir sieros (S)) ir mikroelementų (geležies (Fe), mangano (Mn), cinko (Zn), vario (Cu) ir kt.). Pirminės maistinių medžiagų koncentracijos trąšose tradiciškai yra nurodomos procentais N, P₂O₅ ir K₂O (Jones, 1979).

3.2. Neorganinės trąšos

Neorganinių trąšų, dažniausiai naudojamų žuvininkystės ūkiuose, tipinė sudėtis pateikta 3.1 lentelėje. Skirtingų tiekėjų trąšose maistinių medžiagų kiekis gali skirtis.

Remiantis (Boyd ir Tucker, 2014), žuvų, skirtų maistui, akvakultūroje mišrios trąšos nėra plačiai naudojamos. Dažniau tręšiama viena ar keliomis trąšomis, tokiomis kaip karbamidas ir trigubas superfosfatas. Tvenkiniuose, kuriuose yra daugiau kaip 1–2 mg K/l, tręšti K₂O nebūtina (Viriyatum ir Boyd, 2011). JAV sportinių žuvų tvenkiniai dažnai tręšiami amonio polifosfatu arba 20–20–5 mišriomis trąšomis (Boyd, 2014). Nors antrinės maistinės medžiagos ir mikroelementai dažnai dedami į žemės ūkiui skirtas trąšas, tvenkinių trąšose jų paprastai nereikia (Boyd ir Tucker, 2014).

Esant plačioms pH reikšmių riboms tvenkiniuose, amoniako azoto daugiausia yra NH₄⁺ pavidalu (Boyd ir Tucker, 2014). Amonis nitrifikuojamas iki NO₃⁻ nitrifikuojančių bakterijų, išskirdamas H⁺, kuris neutralizuoja šarmingumą (Hunt ir Boyd, 1981).

3.1 lentelė. Pirminės medžiagos koncentracija neorganinėse trąšose (procentais) (pagal Simple...)

Trąšos	Fosforas		Azotas	Kalis		Kalcio priedas	Tirpumas vandenyje
	P ₂ O ₅	P ¹	N	K ₂ O	K ²		
Fosfatai							
Šlakas	16-20	7.0-8.8	-	-	-	40% CaO	Mažas, jei Ca aukštas
Superfosfatas	14-20	6.2-8.8	-	-	taip	Aukštas (85%)	
Trigubas superfosfatas	44-54	19.4-23.8	-	-	-	taip	Aukštas (85%)
Azotas							
Amonio nitratas	-	-	33-35	-	-	-	Aukštas
Amonio sulfatas	-	-	20-22	-	-	-	Aukštas
Amonio fosfatas	20-48	8.8-21.1	11-16	-	-	-	Aukštas
Diamonio fosfatas	48-52	21.1-22.9	18-21	-	-	-	Aukštas
Kalcio nitratas	-	-	15-16	-	-	taip	Aukštas
Natrio nitratas	-	-	15-16	-	-	-	Aukštas
Karbamidas	-	-	42-47	-	-	-	Aukštas
Kalis							
Kalio nitratas	-	-	13-14	44-46	36.5-38.2	-	Aukštas
Kalio sulfatas	-	-	-	45-54	37.4-44.8	-	Aukštas
Kalio chloridas	-	-	-	50-62	41.5-51.5	-	Aukštas

¹Fosforas: padauginta iš 2.29, kad gauti P₂O₅ atitikmenį

²Kalis: padauginta iš 1.2, kad gauti K₂O atitikmenį

3.2.1. Tvenkinių neorganinėmis trąšomis tręšimo prielaidos

Nors produkcijos ratas yra labai trumpas, žuvininkystės tvenkiniuose neorganinės trąšos yra paprastai naudojamos reguliariai:

- jei tvenkinys užpildytas vandeniu - mažiausiai 10 - 15 dienų prieš suleidžiant žuvis;
- produkcijos auginimo metu, trumpais vienos –dviejų savaitių intervalais.

Neorganinių trąšų naudojimas produkcijos auginimo metu turi būti paremtas vandens kokybės ir žuvų elgesio stebėseną. Tręšti tvenkinius rekomenduojama, jei bent vienas rodiklis atitinka nurodytą 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Tvenkinių tręšimo poreikio rekomendacijos (pagal Simple...)

Tręšti tvenkinį, jei bent vienas rodiklis atitinka	Taip	Ne
Vandens temperatūra po pietų (per pietus)	Virš 16°C	Žemiau 16°C
Secchi disko skaidrumas	Daugiau nei 40 cm	Mažiau nei 40 cm
Vandens pH saulėlydžio metu	Mažiau nei 9	Daugiau nei 9
Ištirpęs deguonies kiekis prieš saulėtekį	Daugiau nei 3 mg/l	Mažiau nei 3 mg/l

Neorganinių trąšų naudojimo kriterijai ir kiekis pateiktas 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Neorganinių trąšų naudojimo kriterijai ir kiekis (pagal Simple ...)

	Fosfatų trąšos	Azoto trąšos	Kalio trąšos
Vandens kokybė: tinkama koncentracija gerai dumblių produkcijai:	Fosfatai > 0.2 mg/l bendras P > 0.4 mg/l	Nitratai > 2 mg/l bendras N > 1.5-3 mg/l	Kalis > 1 mg/l -
Geriausias P:N santykis	P:N = 1:4 iki 1:8		-
Neorganinės trąšos patartina naudoti:	<ul style="list-style-type: none"> • Mažai derlingame vandenyje/dirvoje • Rūgščiose dirvose ar lengvose dirvose ir/ar vandenyje, kuriame trūksta Ca: pirmiausia šlaką. • Dirvoje/vandenyje, kuriame yra daug Ca ir/ar sunkiose dirvose: geriau tinka superfosfatas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mažai derlingame vandenyje/dirvoje. • Naujuose tvenkiniuose • Tvenkiniuose kuriuose nėra dumblo. • Motininiuose tvenkiniuose • Daug intensyvesnėse sistemose, kur didelis tankumas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mažai derlingame vandenyje/dirvoje • Vandens bendras šarmingumas mažesnis kaip 25 mg/l CaCO₃ • pelkėtuose tvenkiniuose • durpėtuose dirvose • kietas tvenkinio dugnas ir mažai vandens augalijos.
Kiekis hektarui	30-60 kg P ₂ O ₅	40-100 kg N (patikrinti P:N santykį)	35 kg K ₂ O iki 60-80 kg durpėtuose dirvose

3.3. Organinės trąšos

Žuvininkystės tvenkinių tręsimui gali būti naudojamos šios organinės trąšos:

- gyvūnų mėšlas, daugiausia iš ūkinių gyvūnų;
- skerdyklų atliekos;
- agropramoninės atliekos;
- biodujų srutos;
- kakavos fermentacija;
- natūrali augmenija;
- kompostas, įvairių rūšių organinių medžiagų mišinys;
- prebiotikai, probiotikai, simbiotikai ir kt.

3.3.1. Gyvūnų ir augalinės kilmės mėšlo sudėtis

Organinio mėšlo cheminė sudėtis labai skiriasi priklausomai nuo gyvūno, iš kurio jis kilęs - rūšies, amžiaus, lyties, jo mitybos pobūdžio - ir pagal tai, kaip tvarkomas mėšlas, būtent jo santykinis šviežumas, laikymo sąlygos ir skiedimo vandeniu greitis. Kai kuriais atvejais yra bendras mėšlo ir šlapimo atliekų kiekis, o kitais atvejais gali būti surenkamos tik kietos atliekos.

Visame pasaulyje dauguma gyvulių mėšlo gaunama iš skirtingų rūšių gyvūnų, tokių kaip buivolai, galvijai (buliai, melžiamos karvės arba mėsinė jautiena), arkliai arba asilai, avys, ožkos, kiaulės, triušiai ir naminiai paukščiai (vištos, antys, žąsys). Vištų išmatos yra turtingiausios maistinėmis medžiagomis. Kiaulių mėšlas paprastai yra turtingesnis nei avių ar ožkų mėšlas. Galvijų ir arklių mėšlas yra prastesnis pagal maistinių medžiagų kiekį, ypač kai gyvūnai maitinami tik žole. Buivolų mėšlas yra skurdžiausias mėšlas iš visų.

Šviežiame mėšle yra daug drėgmės, o jo tūrinis tankis paprastai yra 0,98–1,04 g/cm³ (Lorimor, 2004). Melžiamų galvijų, mėsinų galvijų ir vištų mėšlo dalelių tankis yra didesnis – atitinkamai 1,17, 1,33 ir 1,55 g/m³ (Hafez et al.). Azoto koncentracija kietajame mėšle svyruoja nuo 0,50 % arklių mėšle iki 3,10 % vištų kraike (3.7 lentelė). P₂O₅ koncentracijos svyravo nuo 0,34 % arklių mėšle iki 3,43 % viščių kraike, o K₂O koncentracija svyravo nuo 0,52 % arklių mėšle iki 3,0 % vištų kraike. Kietajame

mėšle labai skiriasi sausųjų medžiagų koncentracija, nes skiriasi jų amžius ir tvarkymo bei laikymo būdai (Larney et al., 2006), o gyvulių racionas taip pat turi įtakos mėšlo sudėčiai (Morrison, 1961).

3.4, 3.5 ir 3.6 lentelėse pateikta informacija apie organinių trąšų sudėtį pagal skirtingus šaltinius.

3.4 lentelė. Vidutinis sausos medžiagos kiekis ir trąšų sudėtis (N, P₂O₅ ir K) skirtinguose mėšlo, vištų kraiko ir komposto trąšose

Pavadinimas	Mėginių kiekis	Koncentracija, %			
		Sausa medžiaga	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kiaulių mėšlas:					
kietas	80	30,8	0,93	1,12	0,68
skystas	2002	3,6	0,39	0,27	0,23
Pieno produktų trąša:					
skystas	364	24,1	0,72	0,46	0,73
kietas	2449	8,6	0,39	0,21	0,30
Galvijų mėšlas:					
skystas	781	31,4	0,92	0,76	0,79
kietas	154	8,6	0,37	0,18	0,28
Vištų mėšlas:					
skystas	1672	60,6	2,71	3,02	1,74
kietas	172	10,0	0,81	0,64	0,36
Arklių mėšlas:					
kietas	41	37,4	0,50	0,34	0,52
Avių mėšlas:	73	32,2	0,87	0,78	0,91
Kompostuotas, visų tipų	63	46,4	1,09	0,78	1,00
Vištų kraiko	297	30,8	3,10	3,43	3,00

Daugelyje gyvulininkystės ūkių mėšlas surenkamas kaip vandeningos srutos, kurių maistinių medžiagų koncentracija svorio vienetu yra mažesnė nei kietajame mėšle (3.4 lentelė). Sausos medžiagos koncentracija žolėje, pašariniuose augaluose ir žemės ūkio atliekose nustatyta mažesnė nei 25%, todėl N, P₂O₅ ir K₂O procentai buvo mažesni nei mėšle (lyginami 3.5 ir 3.6 lentelėse pateikti duomenys).

3.5 lentelė. Skirtingų žemės ūkio gyvūnų mėšlo cheminė sudėtis (pagal Woynarovich ir kt., 2010)

Cheminė sudėtis, %	Pieninių galvijų	Mėsinių galvijų	Jaučių	Kiaulių	Vištų		Arklių
					Dedeklių	Broilerių	
Sausa medžiaga, šviežio mėšlo	12,7	11,6	25,0	9,2	25,2	25,2	20,9
Sausa medžiaga,	100	100	100	100	100	100	100
Organinė medžiaga	82,5	85,0	85,0	80,0	70,0	70,0	80,0
Bendras azotas	3,9	4,9	4,5	7,5	5,4	6,8	2,9
Bendras fosforas	0,7	1,6	0,7	2,5	2,1	1,5	0,5
Bendras kalis	2,6	3,6	3,2	4,9	2,3	2,1	1,8
Biologinis deguonis sunaudojimas (5 d.)	16,5	23,0	9,0	33,0	27,0	-	-
Cheminis deguonis sunaudojimas	88,0	95,0	11,8	95,0	90,0	-	-

3.6 lentelė. Sausos medžiagos kiekis ir trąšų sudėtis (N, P₂O₅ ir K) šviežiai nupjautos žolės ir žemės ūkio atliekų trąšose (pagal Boyd, 2018)

Pavadinimas	Mėginių kiekis	Koncentracija, %			
		Sausa medžiaga	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Šviežiai nupjauta žolė ir javai:					
liucerna	243	24,4	0,74	0,14	0,64
miežiai	21	20,0	0,83	0,18	-
miglė	174	30,2	0,88	0,30	0,71
dobilas	22	24,6	0,59	0,14	0,73
javai	340	24,0	0,32	0,11	0,38
svidrė	25	26,6	0,48	0,16	0,61
ganyklų žolė maišyta	708	22,0	0,80	0,18	0,64
Žemės ūkio atliekos:					
cukrinių runkelių viršūnėlės	21	17,8	0,43	0,09	1,24
greipfrutų minkštimas	2	16,2	0,26	0,07	-
bulvių lupenos	1	21,2	0,34	0,09	0,32
netinkami pardavimui pomidorai	24	11,1	0,14	0,07	-
netinkami pardavimui apelsinai	1	15,9	0,19	0,05	-

Sausųjų medžiagų koncentracija augalinėje trąšoje didėja laikant šią trąšą sausoje vietoje, o žemės ūkio atliekų sausos medžiagos koncentracija skiriasi priklausomai nuo atliekų amžiaus ir laikymo bei tvarkymo procedūrų. Žuvų ir krevečių veisimo tvenkiniams tręšti kartais naudojami pašarų koncentratai (Geiger, 1983). Šių medžiagų sausos medžiagos koncentracija viršija 90% (3.7 lentelė).

3.7 lentelė. Sausos medžiagos kiekis ir trąšų sudėtis (N, P₂O₅ ir K) kai kuriuose maisto produktuose (pagal Morrison, 1961)

Pavadinimas	Mėginių kiekis	Koncentracija, %			
		Sausa medžiaga	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Medvilnės sėklų miltai	190	92,2	6,34	2,31	1,88
Mėsos ir kaulų atliekos	101	93,2	7,79	15,09	-
Palmių branduolių aliejaus miltai	6	91,4	3,07	1,58	0,50
Žemės riešutų aliejaus miltai	17	94,0	7,46	1,24	1,38
Sojų pupelių miltai	219	90,4	7,31	1,47	2,30
Ryžių sėlenos	93	93,0	1,98	3,16	2,09
Žuvų miltai	154	92,0	9,74	7,83	0,48

Neskaitant ryžių sėlenų ir palmių branduolių miltų, N koncentracija buvo didesnė nei 6% – maždaug dvigubai didesnė nei vištų mėšle ir kraikuose. Žuvies miltuose ir mėsos bei kaulų atliekose P₂O₅ buvo atitinkamai 7,83 ir 15,09%. Augaliniuose miltuose P₂O₅ koncentracija buvo nuo 1,24 iki 3,16% – panašiai kaip kietajame gyvulių mėšle, kuriame P₂O₅ procentas yra didžiausias. K₂O koncentracijos pašarų koncentratuose buvo panašios į K₂O koncentracijas kietajame mėšle. Mėšlas paprastai naudojamas tiriamiesiems tvenkiniams sausos medžiagos pagrindu, o jų cheminė sudėtis dažnai matuojama. Pagal (Boyd, 2018) žuvų augintojai nenustato Sausos Medžiagos ir maistinių medžiagų koncentracijų organinėse trąšose, todėl koks kiekis maistinių medžiagų patenka į tvenkinius nėra tiksliai žinoma.

Pagal 3.8 lentelės duomenis, anglies (C) koncentracija svyravo nuo 9,2 % pieninių galvijų mėšle iki 25,8 % vištų kraike, ir matyti, kad C koncentracija skirtingos rūšies mėšle skiriasi.

3.8 lentelė. Vidutinė ir ribinė bendrosios anglies koncentracija gyvūnų mėšle (pagal Boyd, 2018)

Pavadinimas	Anglies koncentracija, %	
	Vidutinė reikšmė	Ribos
Pieninių galvijų	9,2	7,7-11,4
Jaučių	13,5	-
Kiaulių	12,5	11,6-13,2
Avių	10,1	6,9-12,4
Vištų	19,7	13,0-23,9
Vištų kraiko	25,8	12,2-33,0

Sausoje žolėje yra apie 45% C (Brady, 1990), o remiantis vidutinėmis sausos medžiagos koncentracijomis (3.6 lentelė), šviežiai nupjautoje žolėje yra 10–12% anglies. Pašarų koncentratuose yra daug sausos medžiagos ir 40–45 % anglies. Anglies koncentracija yra svarbu, nes norint visiškai suskaidyti 1 kg organinės C reikia 2,67 kg O₂ (Boyd, 1995). Labili organinių liekanų frakcija suyra per kelis mėnesius, tačiau lėtai irstantys ir irimui atsparūs komponentai išlieka daugelį metų (Boyd, 1995). Šviežiam mėšlui 5 dienų biocheminis deguonies poreikis (deguonis, sunaudojamas skaidant organines medžiagas per 5 dienas 20°C temperatūroje) yra toks: pienujų ir mėšinių galvijų, 0,15–0,22 kg O₂/kg; avių, 0,24 kg O₂/kg; kiaulių, 0,31 kg O₂/kg; vištų, 0,53–0,57 kg O₂/kg (Lorimor, 2004). Boyd (2018) teigia, kad metodai, kaip įvertinti didžiausią leistiną organinių medžiagų patekimą, siekiant išvengti mažos ištirpusio deguonies koncentracijos tvenkiniuose, kol kas dar nėra sukurti.

3.3.2. Tręšimo organinėmis trąšomis rekomendacijos pagal FAO

Jeigu sunku gauti pakankamą gyvulių mėšlo kiekį visiems tvenkiniams tręšti, pirmenybę reikia teikti tiems, kuriems trąšų naudojimas bus naudingiausias, t.y. naujiems tvenkiniams, ypač jei jų dugno dirvožemis yra smėlio ir jame yra mažai organinių medžiagų; mailiaus tvenkiniai, jei jie dažnai nusausinami ir (arba) kur yra ribotas laikas natūralaus maisto gamybai skatinti. 3.9 lentelėje pateiktos tręšimo rekomendacijos.

3.9 lentelė. Tvenkinių tręšimo poreikio rekomendacijos (pagal Simple ...)

	Taip	Ne
Vandens temperatūra vidurdienį	Virš 20° C	Žemiau 20° C
Secchi disko skaidrumas	Daugiau kaip 40 cm	Mažesnis kaip 40 cm
Vandens pH saulėlydžio metu	Žemiau 9	Virš 9
Ištirpęs deguonis prieš saulėtekį ¹	Didesnė kaip 3-4 mg/l	Mažesnė kaip 3-4 mg/l

¹ Priklausomai nuo tvenkinyje esančių žuvų rūšių

3.4. Probiotikų naudojimas tvenkinių tręšimui

Norint optimizuoti žuvų auginimą, reikia skatinti natūralių pašarų vystymąsi tvenkinyje. Probiotikų gamintojai, teigia, kad dėmesys turi būti kreipiamas ne į elementinę procesų chemiją, bet į mikrobiologinės veiklos produktus. Vienas iš svarbiausių faktorių intensyvios akvakultūros vystymuisi – puvinimo proceso eliminavimas. Tai galima pasiekti mikrofloros, slopinančios puvinimą ir skatinančios fermentinius procesus, pagalba.

Tvenkinių tręšimas – vienas paprasčiausių būdų padidinti biotos (fitoplanktono, zooplanktono, bentoso ir kitos mikrofaunos) kiekį, likviduoti puvinimo procesus ir tuo pačiu išvengti nuodingų (H₂S, NH₃) išlakų. To galima pasiekti fermentuojant organines trąšas (mėšlą, nuotekų dumblą, augmeniją ir kitas bioskaidžias atliekas). Naudojant preparatą *ProbioStopOdor*, fermentavimo metu vyko ne tik organikos skaidymas iki mikrobiotai įsisavinamų maisto medžiagų, bet ir buvo slopinama patogeninė mikroflora, ženkliai sumažėjo toksinių medžiagų susidarymo galimybė.

Fermentuoto produkto paruošimas tvenkinių tręšimui yra gana paprastas. Žaliava, skirta gauti fermentuotą produktą – *bokachi*, turi atitikti reikalavimus, keliamus organinėms trąšoms, kompostams, raugams ir pan. Viena iš sąlygų – azoto ir anglies santykis turi būti ne mažiau nei 1:15, šios sąlygos išlaikomos normaliame kraikiniame mėšle. Fermentuojant kitas bioskaidžias atliekas reikia išlaikyti panašų anglies ir azoto santykį. Fermentuojama masė apipurškiama *ProbioStopOdor* vandeniniu tirpalu santykiu 1:100, masė kraunama į tranšėjas ar kaupus, suspaudžiama ir, esant oro temperatūrai ~10°C, fermentavimo trukmė būna 4-6 savaitės, galimas sandėliavimas 6-8 mėnesiams.

Naudojamas trąšų kiekis nustatomas pagal standartinę metodiką priklausomai nuo vandens kokybės bei esančio tvenkinyje organikos kiekio.

Fermentuotų trąšų (*bokachi*) naudojimas tvenkiniuose vykdomas trąšas (tinkliniuose maišuose po 30 – 40 kg) nuleidžiant sekliose (gylis <2 m) tvenkinio vietose. Trąšos sudaro taip vadinamas mailiaus salas. Jose vykdoma vandens kontrolė, ir, esant reikalui, trąšos tinkliniuose maišuose perkeliama į kitą tvenkinio vietą, nes, atliekant lokalius vandens tyrimus nustatyta, kad šėrimo vietose pertekliniai pašarai kartu su žuvų ekskrementais yra toksinių medžiagų (daugiausia amoniako) išsiskyrimo šaltinis, trukdantis žuvims maitintis, amoniakas apnuodija šėrimo vietas, biotą, bei žuvis Be to, trąšų perkėlimas į kitą tvenkinio vietą padidina mailiaus natūralaus maisto kiekį.

Lietuvoje yra atlikta keletas probiotikų *SmartFichery* mokslinių tyrimų. Klaipėdos universitetas tiek savo bazėje, tiek Kintų žuvininkystės ūkyje išbandė *SmartFishery* probiotikus optimizuojant tvenkinių biotą, t.y. pagerinant natūralią pašarų bazę (planktonas, vėžiagyviai). Nustatyta, kad panaudojus pašarų priedus pagerėjo tvenkinio ekosistemų būklė, žuvų prieaugis, teigiamai pakito žuvų morfologija.

Preparatas *SmartFishery* išbandytas ir uždaroje apytakinėse žuvų auginimo sistemose. VDU ŽŪA (anksčiau buvo ASU) Akvakultūros centre gauti rezultatai leidžia įvertinti preparatą kaip realią galimybę didinti produkcijos kiekį ir kokybę.

3.10 lentelė. Probiotikų panaudojimo galimybės žuvininkystės tvenkiniuose (pagal <http://www.avai.lt/biotechnologijos/zemes-ukiui/naminiu-gyvunu-auginimui/zuvininkyste/>)

Parametras	Probiotikai	Kiekis	Panaudojimas
Tvenkinių vandens kokybės gerinimas, puvimo procesų eliminavimas, amoniako šalinimas	ProbioSewage	5 – 15 litrų/1 ha (priklausomai nuo taršos)	Tolygus įvedimas į tvenkinio vandenį naudojant vandens tirpalą santykiu 1:100 – 1:200
Patogeninės mikrofloros šalinimas	SmartFishery	3 – 7 litrų/1 ha (priklausomai nuo taršos)	Tolygus įvedimas į tvenkinio vandenį naudojant vandens tirpalą santykiu 1:100 – 1:200
Siūlinių dumblių šalinimas	ProbioStopOdor/P robioSewage	1:100 – 1:200	Vandens telkinio paviršius purškiamas preparato tirpalu 1m ² sunaudojant 1-2 ml koncentruoto preparato. Darbus vykdyti ne saulėtą dieną
Kraikinio mėšlo ,biologiškai skaidžių atliekų ,nuotekų dumblių fermentavimas	ProbioStopOdor	1:100 – 1:200	Kraikinis mėšlas ,BSA, dumbliai supurškiami ProbioStopOdor tirpalu. 1 t mėšlo reikia 100 ml koncentruoto preparato. Uždengiama plėvele, fermentuojama 4-8 savaites kai temperatūra yra >10 °C. Brandinama.

Pastaba. Priklausomai nuo naudojamos auginimo įrangos, akvakultūros rūšies ir kitų faktorių tikslus naudojimas nustatomas kiekvienam atvejui individualiai

Probiotikų (kaip ir prebiotikų, simbiotikų) naudojimą žuvininkystės ūkiuose riboja aukšta jų kaina bei reikiami dideli kiekiai (kadangi atskirų žuvininkystės tvenkinių plotai yra dešimtys ar net šimtai hektarų).

3.5. Produkcija tręštuose žuvininkystės tvenkiniuose

Netręštuose žuvininkystės tvenkiniuose paprastai užauginama nuo 50 iki 500 kg/ha žuvies per metus (Edwards, 1980; 8, (Boyd ir Tucker, 1998). Maistinių medžiagų papildymas trąšomis padidina fitoplanktono produktyvumą, todėl padidėja tvenkinių produktyvumas.

Manoma, kad žuvininkystės tvenkiniuose žalieji ir diatominiai dumbliai yra labiau pageidaujami nei melsvadumbliai, tačiau patikimi fitoplanktono bendrijų rūšinės sudėties kontrolės metodai dar nėra sukurti (Mischke, 2012; Boyd ir Tucker, 1998). Fitoplanktono bendrijos tręštuose tvenkiniuose pasižymi greitu ir nenusėjamu rūšių dauginimusi. Tvenkiniai, esantys greta, kuriuos maitina tas pats vandens šaltinis ir tręšiama tomis pačiomis trąšomis bei kiekiais, paprastai labai skiriasi pagal fitoplanktono rūšių sudėtį. Tvenkiniai dažniausiai tręšiami siekiant optimalaus fitoplanktono gausumo lygio.

Žuvų produkcijos kiekiui tręštuose tvenkiniuose įtakos turi ir auginamų gyvūnų maitinimosi įpročiai. Rūšių, kurios minta daugiausia planktonu, produkcija paprastai yra didesnė, nei visaėdžių ir plėšrūnių žuvų rūšių produkcija. Tvenkiniai įžuvinami skirtingu greičiu, o tai taip pat gali turėti didelės įtakos produkcijai. Be to, vandens ir dirvožemio kokybės skirtumai tarp tvenkinių gali turėti įtakos trąšų efektyvumui skatinant fitoplanktono produktyvumą (Mischke, 2012; Boyd ir Tucker, 1998).

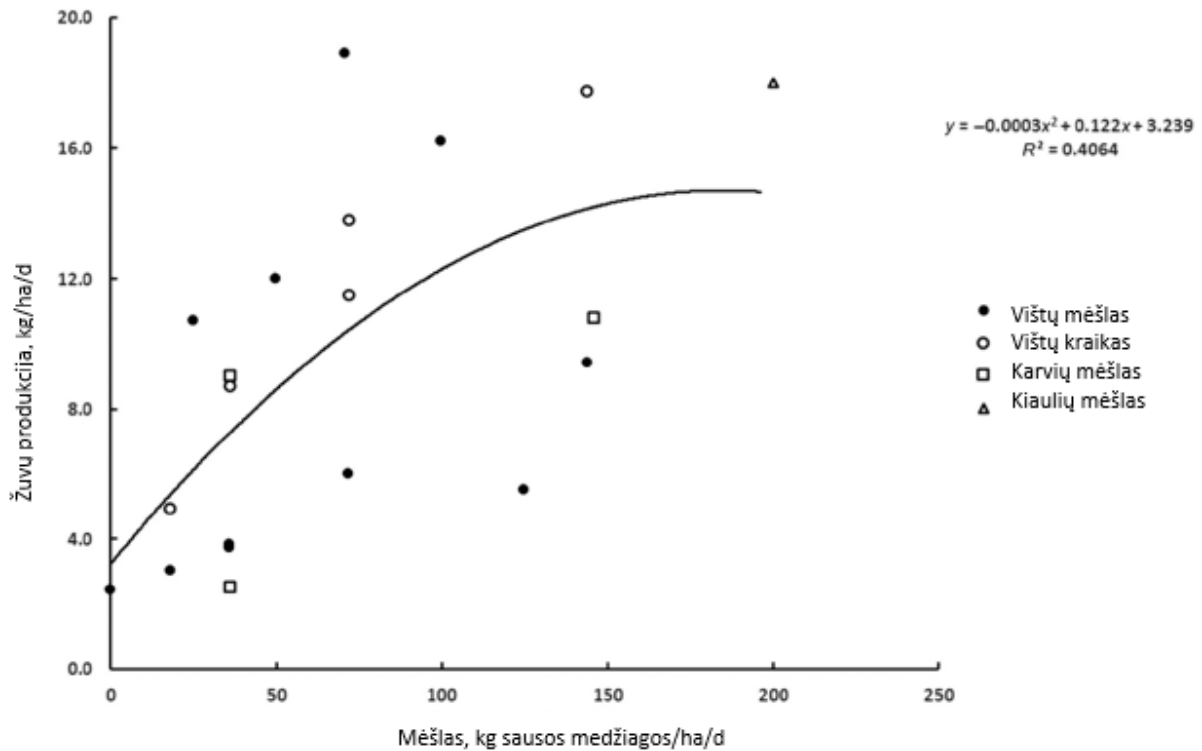
Fitoplanktono kiekis priklauso nuo maistinių medžiagų koncentracijų, todėl naudojamos trąšos, kad fitoplanktono augimas nebūtų apribotas dėl jų trūkumo. Tačiau tvenkinių valdytojai dažniausiai neturi priemonių N ir P koncentracijai tvenkiniuose matuoti, o trąšos tręšiamos pagal ploto vieneto svorį, pvz. kilogramas vienam hektarui, o ne koncentracijos pagrindu. Trąšų normų naudojimas pagal plotą nėra bloga praktika, nes tvenkiniai paprastai yra panašaus gylio – vidutiniškai 1,0–1,5 m gylio (Boyd ir Tucker, 1998). Naudojant chemines trąšas, įprastos tręšimo normos iš karto po įterpimo sudaro 0,25–0,5 ir 0,1–0,3 mg/l mišrų N ($\text{NO}_3\text{-N}$ plus $\text{NH}_4\text{-N}$) ir tirpaus P koncentraciją (Boyd ir Tucker, 1998; Boyd ir Tucker, 2014). Organinės trąšos maistingąsias medžiagas išskiria laipsniškai, tačiau ištirpusių maisto medžiagų koncentracijos padidėjimas nenusėjamas.

Labiausiai paplitusi organinė trąša yra mėšlas (Lin ir kt., 1997). Yra atliktų tyrimų apie mėšlo panaudojimą žuvininkystės tvenkiniuose. Kai kurie tyrimai buvo susiję su vienos rūšies mėšlu ir tręšimo norma (Diana ir kt., 1991; Burns ir Stickney, 1980; Green ir kt., 1990; Little ir kt., 2003), kituose tyrimuose buvo lyginamas dviejų ar daugiau rūšių mėšlas (Natarajan ir Varghese, 1980; Green ir kt., 1989; Rappaport ir Sarig, 1978; Rappaport ir kt., 1977) ir skirtingos naudojimo normos (Azim ir kt., 2002; Shevgoor ir kt., 1994; Wohlfarth ir kt., 1985; Knud-Hansen, 1991; Schroeder ir kt., 1990; Diana, 2012). Dauguma tyrimų buvo atlikti su įvairių rūšių karpiais, Nilo tilapijomis arba įvairiais karpų ir tilapijų deriniais. Mėšlo panaudojimas svyravo nuo vidutiniškai 5 kg sausos medžiagos/ha per dieną tilapijų auginimo tvenkiniuose (Little ir kt., 2003) iki 200 kg sausos medžiagos/ha per dieną tilapijų ir karpų tvenkiniuose (Zhang ir kt., 1987; Schoeder ir kt., 1990), tačiau ne visuose straipsniuose buvo pateikta informacija apie N ir P_2O_5 sąnaudas. Užauginta produkcija paprastai buvo nuo 1000 iki 4000 kg/ha. Vidutinės paros mėšlo sąnaudos, palyginti su vidutiniu paros neto žuvų produkcijos kiekiu (Diana ir kt., 1991; Burns ir Stickney, 1980; Green ir kt., 1990; Natarajan ir Varghese, 1980; Green ir kt., 1989; Knud-Hansen, 1991), atskleidė žuvų produktyvumo didėjimo tendenciją, kai mėšlo tręšimui buvo sunaudojama apie 150 kg sausos medžiagos/ha per dieną (3.2 pav.). Tvenkiniuose, tręštuose vištų mėšlu ir viščiukų kraiku, žuvų produkcijos kiekio skirtumų nenustatyta, tačiau duomenų, kad būtų galima palyginti žuvų produkciją naudojant karvių ir kiaulių mėšlą su vištų mėšlu ir kraiku, nepateikta.

Maždaug 20 metų JAV akvakultūros bendradarbiavimo mokslinių tyrimų paramos programos (Aquaculture CRSP) atlikti tvenkinių tręšimo tyrimai parodė, kad N dažnai riboja fitoplanktono gamybą mėšlu tręšiamuose tvenkiniuose (Diana, 2012). Naudojant vien vištų mėšlą, tilapijų produkcija buvo 4300 kg/ha per metus. Karbamido pridėjimas su vištienos mėšlu, siekiant gauti 4 kg N ir 2,1 kg P_2O_5 /ha/per dieną, padidino produkciją iki 6000 kg/ha/metus. Kaip optimali tręšimo norma buvo rekomenduojama 4 kg azoto ir 2,1 kg P_2O_5 /ha/parą su mėšlu ir karbamiidu.

Tręšiama buvo vidutiniškai 4 kg azoto ir 2,1 kg P_2O_5 /ha/dieną per visą augimo laikotarpį, tręšiant kasdien, du kartus per savaitę, kas savaitę, du kartus per 3 savaites ir kas 3 savaites (Knud-Hansen ir Batterson, 1994). Žuvų produkcija buvo susijusi ne su tręšimo dažniu, o su fitoplanktono gausa. Tręšimo programos turėtų būti sutelktos į reikiamo maistinių medžiagų kiekio tiekimą dumblių poreikiams, o ne pagal nustatytą tvarkaraštį.

Tręšimas ir šėrimas neaeruojamuose tvenkiniuose, kuriuose įveista 2–3 žuvis/m², buvo didesnė produkcija, nei naudojant vien pašarus (Diana ir kt., 1994; Diana ir kt. 1996). Tai leido manyti, kad padidėjus maistinių medžiagų prieinamumui dėl trąšų panaudojimo, buvo papildytos maistinės medžiagos iš pagamintų pašarų, todėl produkcija padidėjo. Tačiau tvenkinių tręšimas pagal CRSP rekomendacijas reikalauja daug duomenų rinkimo ir aiškinimo. Turi būti žinomos sausos medžiagos, N ir P₂O₅ koncentracijos mėšle ir apskaičiuotas karbamido kiekis, kurio reikia su mėšlu, kad būtų gaunama 4 kg azoto ir 2,1 kg P₂O₅/ha/parą. Deja, smulkiems ūkininkams būtų sunku gauti informaciją, reikalingą tiksliai laikytis CRSP rekomendacijų.



3.2 pav. Ryšys tarp žuvų produkcijos žuvininkystės tvenkiniuose ir tręšimo mėšlu kiekio (Pagal Boyd, 2018)

Kaip teigiama (Westerman, 1990), galima sukurti metodus, leidžiančius nustatyti optimalias cheminio tręšimo normas tvenkiniuose, taikant procedūras, analogiškas dirvožemio tyrimams dėl augalų maistinių medžiagų pakankamumo žemės ūkyje. Tačiau tręšimo normų nustatymas tvenkinio dugno dirvožemio tyrimais (Shrestha ir Lin, 1996; Banerjee ir kt., 2009) arba dumblių ir maistinių medžiagų biologiniais tyrimais (Knud-Hansen ir kt., 2003; Knud-Hansen, 2012) yra labai sudėtingas. 3.11 lentelėje pateikti apibendrintos cheminių trąšų naudojimo normos pagal skirtingus tyrimus.

3.11 lentelė. Tipinės komercinių N, P₂O₅ ir K₂O trąšų taikymo normos

Pavadinimas	Koncentracija, %			Šaltinis
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Tilapijos-polikultūra	-	7,5	-	Hickling, 1962
Melsvažiaunis saulešeris	8,5	9	4,5	Swingle, 1947
Melsvažiaunis saulešeris	9	9	2,25	Boyd, 2014
Tilapija arba karpis	12	12	-	Hepher, 1962; hepther, 1963
Tilapija	10-30	5-25	-	Knud-Hansen, 2006

Šie duomenys gali būti naudojami kaip gairės nustatant tvenkinių cheminio tręšimo normas, tačiau norint gauti optimalius rezultatus kitose vietose esančiuose tvenkiniuose, paprastai reikia pakoreguoti optimalias normas, nustatytas konkrečiuose tyrimų vietose. Tręšiant vien tik cheminėmis trąšomis paprastai gaunama šiek tiek mažesnė žuvų produkcija, nei tvenkiniuose, tręšiamuose mėšlu

(Diana, 1991; Green ir kt., 1989) arba mėšlo ir cheminių trąšų deriniais (Diana, 2012). Paprastai cheminėmis trąšomis tręštų tvenkinių produkcija yra 1000–3000 kg/ha.

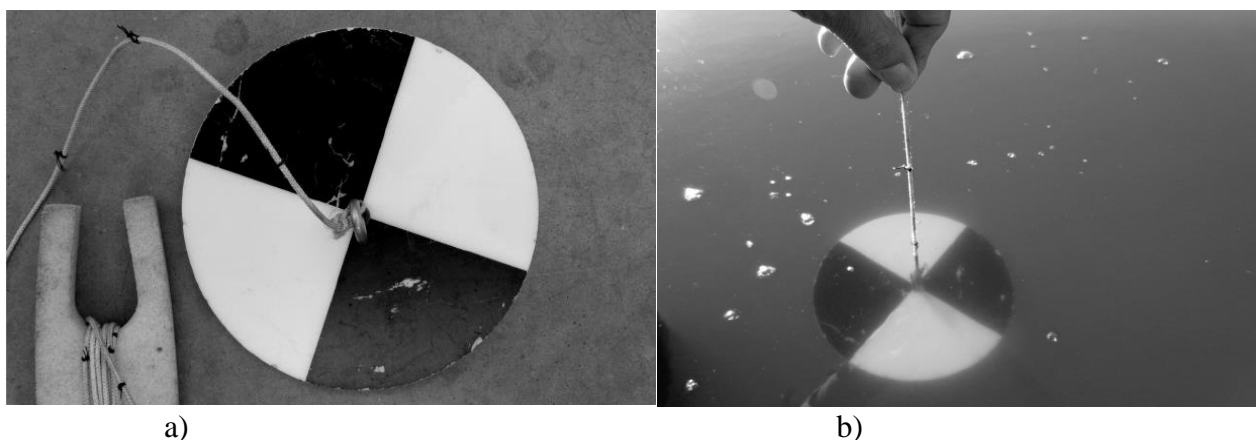
Kitame FAO leidinyje (Woynarovich ir kt., 2010) pateikta informacija apie rekomenduojamą bendrą mėšlo ir trąšų kiekį (3.12 lentelė). Taip pat nurodyta, trąšų išpylimo kiekis procentais tręšimo pradžioje ir pabaigoje, priklausomai nuo auginamų žuvų amžiaus.

3.12 lentelė. Rekomenduojami mėšlo ir trąšų kiekiai (pagal Woynarovich ir kt., 2010)

Pavadinimas	Bendras kiekis, t/ha	% nuo bendro kiekio	
		pradžioje	vėliau
Mailiaus auginimas			
Mėšlas	1,5 – 2,5	100	0
Karbamidas	0,15	100	0
Superfosfatas	0,1	100	0
Jauniklių ir suaugusių žuvų auginimas			
Mėšlas	3 - 5	25	75
Karbamidas	0,4 – 0,5	25	75
Superfosfatas	0,3 – 0,4	25	75

3.6. Trąšų naudojimas

Organinės trąšos tręšiamos neužpildytų tvenkinių dugne arba paskirstomos tvenkinių paviršiuose, jei tvenkiniai užpildyti vandeniu (Boyd ir Tucker, 1998). Cheminės trąšos, išbarstytos ant tvenkinių paviršių, greitai nusėda. Nors P yra tirpus ir greitai tirpsta, jis yra atskiriamas dugno dirvožemyje cheminių ar fizinių procesų metu (Boyd, 1981). Veiksmingiau granuliuotas trąšas maišyti vandenyje, o susidariusį tirpalą paskirstyti tvenkinių paviršiuje, išlaistant jas iš kibiro, naudojant valtės variklio sraigta, purškiant ar kitomis priemonėmis. Naudojant tokiais būdais, maistinės medžiagos daugiausia ištirpsta vandens stovymėje ir fitoplanktonas jas greitai pasisavina (Boyd ir Hollerman, 1981). Skystos trąšos yra tankesnės už vandenį, todėl jas reikia iš anksto sumaišyti su vandeniu ir paskirstyti tvenkinio paviršiuose (Boyd ir Hollerman, 1981). Trąšose esančios maistinės medžiagos greitai sunaudojamos ir jų nelieka vandenyje, todėl tręšimas turi būti kartojamas. Didžiausias efektyvumas pasiekiamas, kai trąšų naudojimas atliekamas atsižvelgiant į fitoplanktono gausą, o ne pagal nustatytą grafiką. Trąšų naudojimas turėtų būti atidėtas, kai fitoplanktono žydėjimas yra gausus, o jei žydėjimas yra nepakankamas, intervalas tarp tręsimų turėtų būti sutrumpintas (Boyd ir Tucker, 1998; Boyd, 2014; Knud-Hansen, 2012). Vandens planktoninis drumstumas išmatuotas Secchi disku (3.3 pav.), yra geras fitoplanktono gausos rodiklis tvenkiniuose, jei drumstumo nesukelia skendinčios medžiagos (Boyd ir Tucker, 1998).



3.3 paveikslas. Secchi diskas (a) ir Secchi disko naudojimas drumstumui matuoti (b)

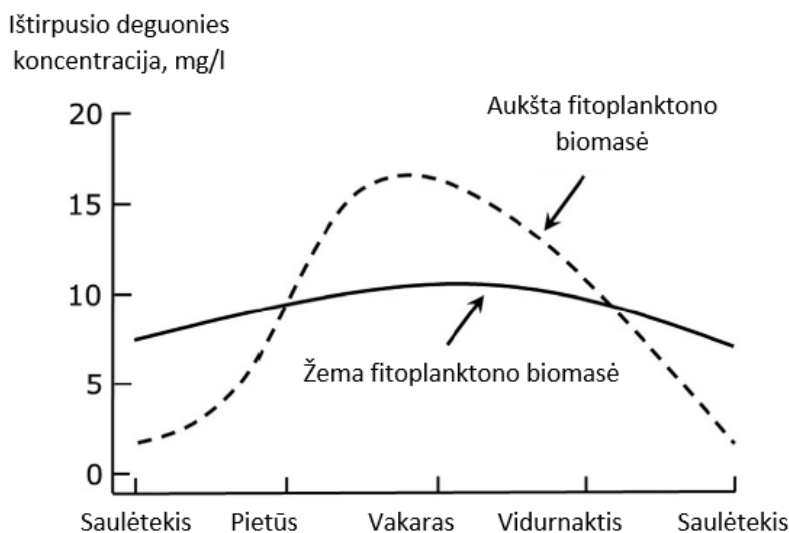
Optimalus Secchi disko matomumas skiriasi priklausomai nuo tvenkinio tipo ir aplinkos drumstumo (t.y. drumstumas yra net ir nenaudojant trąšų), tačiau žuvininkystės tvenkiniuose optimalus drumstumas turėtų būti 20–30 cm (Boyd ir Tucker, 1998; Knud-Hansen, 2012).

3.7. Trašose esančių maistinių medžiagų sunaudojimas tvenkiniuose

Apytiksliai 20–30 % azoto ir 10–20 % P esančio trąšose pašalinama išgaudant žuvis (Boyd, 2012). Nepašalintos maistinės medžiagos pasišalina kitais būdais. Amoniakas gali pasklisti į orą (Gross ir kt., 1999) arba gali būti oksiduotas nitrifikuojančių bakterijų iki NO_3^- (Hargreaves, 1999). Nitratai, anaerobinėse nuosėdose nitrifikavimo bakterijų gali būti paverčiamas į dujinį N_2 (Hargreaves, 1999). Organinėse medžiagose esanti azotą bakterijos perdirba kaip amoniako azotą.

Fosforą pašalina augalai, tačiau jis nedalyvauja mikrobiniuose procesuose tiek, kiek N (Boyd, 2015). Dugno dirvožemis sugeria fosforą netirpiuose Al, Fe ir Ca fosfatuose ir jį adsorbuodamas (Boyd, 2015), o kalcio fosfatas gali nusodinti fosforą iš vandens (Hepher, 1958). Maždaug du trečdaliai P, pridėto į tvenkinius trąšose ir pašaruose per 20 metų, buvo „užkonservuota“ nuosėdose ir iš esmės nepasiekiamas fitoplanktonui (Masuda ir Boyd, 1994).

Kalis mažai dalyvauja mikrobakterijų procesuose. Jį sugeria augalai, izoliuoja dugno dirvožemio katijonų mainų vietoje arba fiksuoja tarpsluoksniuose molio sluoksniuose (Boyd ir kt. 2007). Dugno dirvožemio giminingumas K yra mažesnis nei P ir daug kalio trąšų lieka tvenkinio vandenyje. Reikėtų vengti perteklinio trąšų patekimo, nes tai gali sukelti stiprų fitoplanktono žydėjimą, dėl kurio naktį susidaro pavojingai maža ištirpusio deguonies koncentracija (3.4 pav.), po tam tikrų oro sąlygų (Boyd ir Tucker, 1998) ir po fitoplanktono žūties (Boyd ir kt., 1995). Per didelis mėšlo patekimas taip pat gali sukelti ištirpusio deguonies koncentracijos išsekimą dėl deguonies poreikio mėšlui skaidyti.



3.4 paveikslas. Ištirpusio deguonies koncentracijos kitimas paros bėgyje tvenkiniuose su skirtingu fitoplanktono kiekiu

Mažo šarmingumo tvenkinių vandenyje gali nepakakti neorganinės anglies optimaliam fitoplanktono augimui, tokie tvenkiniai yra prastai apsaugoti nuo pH pokyčių, nes žemas dirvožemio pH slopina bentoso gamybą, o rūgščiame dirvožemyje P stipriai adsorbuoja aliuminis ir molis (Boyd ir Tucker, 1998). Šarmingumui ir pH didinti naudojamos kalkinimo medžiagos (Boyd, 2017). Šarmingumas žuvininkystės tvenkiniuose rekomenduojamas didesnis nei 50 mg/l.

Drumstumas dėl suspenduotų dirvožemio dalelių riboja šviesos prasiskverbimą, kuri reikalinga, kad vyktų fotosintezė tręštuose tvenkiniuose. Vien tik tręšimas kartais išvalo suspenduotas dirvožemio daleles iš tvenkinio vandens (Avnimelech ir Menzel, 1984). Mėšlas, žolė ir medvilnės sėklų miltai gali pašalinti pakibusias molio daleles, tačiau reikia 500–2000 kg/ha, todėl gali prireikti pakartotinio naudojimo (Irwin, 1984). Gipsas ir aliuminio sulfatas pašalina suspenduotas dirvožemio daleles (Boyd ir Tucker, 1998). Apdorojimo normos paprastai yra 1000–2000 kg/ha gipso ir 20–30 mg/l alūno. Aliuminio jonai iš alūno hidrolizuojasi ir susidaro $\text{Al}(\text{OH})_3$ ir H^+ . Kiekvienas miligramas litre alūno neutralizuoja maždaug 0,5 mg/l šarmingumo, o alūno panaudojimas mažai šarminiame vandenyje gali sumažinti pH ir pakenkti žuvis (Boyd ir Tucker, 1998).

Didelė Ca_2^+ koncentracija ir padidėjęs pH lemia kalcio fosfato nusodinimą (Hepher, 1978), todėl P_2O_5 trąšų poreikis yra didesnis.

Vandens makrofitai konkuruoja su fitoplanktonu dėl maisto medžiagų, o makrofitais apaugusio tvenkinio tręšimas dažniausiai stimuliuoja makrofitus, o ne fitoplanktoną (Boyd ir Tucker, 1998; Mischke, 2012). Tręšimas turėtų būti pradėtas iš karto po tvenkinių užpildymo arba ankstyvą pavasarį, jei tvenkiniai nėra nusausinti. Kad būtų išvengta makrofitų, rekomenduojama seklias vandens vietas (<20–30 cm gylio) pagilinti. Amūrai minta makrofitais, todėl gali padėti suvaldyti makrofitų augimą (Boyd ir Tucker, 1998).

Per didelį vandens apsikeitimas tvenkiniuose išplauna maistines medžiagas ir planktoną. Tvenkinių, kurių vidutinis vandens sulaikymo laikas < 3–4 savaitės, tręšimas paprastai neskatina fitoplanktono augimo (Boyd ir Tucker, 1998). Vandens mainai, naudojami siekiant pagerinti vandens kokybę, paprastai yra neproduktyvūs tręštuose tvenkiniuose, nes išplaunamos maistinės medžiagos ir planktonas.

Tręšimas lemia didesnę organinių medžiagų susikaupimą tvenkiniuose. Organinių medžiagų skilimas po ledo dangą, nors ir lėtas, gali sukelti ištirpusio deguonies išsekimą ir žuvų mirtį (Ball ir Tanner, 1951).

3.8. Lietuvos tvenkininės žuvininkystės subjektų praktikos apžvalga

Knygoje (Pečiukėnas, 1986) pateikiama informacija apie tvenkinių tręšimą Lietuvos okupacijos metais. Tvenkiniams tręšti naudojamos mineralinės trąšos: fosforo, azoto, kalkių, kalio, o iš organinių: mėšlas, kompostas, srutos, žaliosios trąšos.

Kaip teigiama šioje knygoje, Lietuvos žuvininkystės ūkiuose natūralaus maisto – zooplanktono – dauginimasis buvo skatinamas ir pašarinėmis mielėmis bei dafnijų kultūromis. Didžiausias efektas gaunamas tręšiant tvenkinius mišriai: azoto ir fosforo mineralinėmis druskomis su organinėmis trąšomis.

Detalias tręšimo normas atskiroms zonoms dar reikia paruošti, bet jau apytikriai žinomas fosforo ir azoto santykis. Naudojant amonio salietrą ir paprastą superfosfatą, jų santykis turi būti 1:1 – 2:1 arba gryno azoto ir fosforo 4:1 – 8:1. Jo orientacinės normos buvusios TSRS šiaurės vakarų zonai yra pateiktos 3.13 lentelėje.

3.13 lentelė. Trąšų poreikis (pagal Pečiukėnas, 1986)

Pradinis natūralus produktyvumas, kg/ha	Produktyvumas tręšiant, kg/ha	Reikalinga trąšų, kg/ha	
		Superfosfato	Amonio salietros
80 – 120	300 - 400	400 - 550	450 - 600

Mineralines trąšas į tvenkinį po užliejimo buvo rekomenduojama pilti tirpalo pavidalu porcijomis ir baigti maždaug mėnesį prieš išleidžiant vandenį iš tvenkinių. Kokiomis mineralinėmis trąšomis tręšti ir po kiek, buvo nustatoma pagal vandens hidrocheminius rodiklius (azoto ir fosforo kiekį jame). Mineralinėmis trąšomis buvo rekomenduojama tręšti tik tuomet, jeigu azoto ir fosforo koncentracija vandenyje sumažėja iki tam tikrų ribų (mažiau kaip 2 mg/l azoto ir 0,5 mg/l fosforo). Praktiškai tai galima nustatyti pagal vandens skaidrumą. Jeigu labai daug fitoplanktono (vanduo „žydi“) ir skaidrumas mažesnis pusė vidutinio tvenkinio gylio, netręšiama. Skaidrumui padidėjus daugiau negu pusė – vėl tręšiama.

Organinės trąšos buvo rekomenduojama įkultivuoti į dugną arba sukrauti nedidelėmis krūvomis ant dugno, kai tvenkinys dar neužlietas, arba tvenkinio pakraščiais, kai jis užlietas. Organinėmis trąšomis paprastai buvo tręšiama tik vegetacinio periodo pradžioje, kol pradėdama šerti dirbtiniais pašarais. Tręšimo normos buvo labai nevienodos – nuo kelių centnerių iki keliasdešimt tonų į hektarą ir buvo nustatomos pagal naudojamų trąšų rūšį, tvenkinio kokybę, tręšimo būdą. Svarbiausias parametras, ir tada ir dabar, kuris turėjo būti stebimas – ištirpusio deguonies kiekis – nuolat sekamas deguonies kiekis vandenyje, kad jis nesumažėtų iki pavojingų žuvų augimui ir gyvybei ribų.

Straipsnyje (Ragaišienė ir Juodkaitė, 1998) teigiama, kad Lietuvoje tvenkinių žuvininkystei gamtinės sąlygos nėra palankios, todėl reikiamą natūralų tvenkinių produktyvumą galima pasiekti tik kryptingai veikiant fizines ir chemines savybes. Todėl vandenyje padaugėja mikroorganizmų, kurie yra natūralus žuvų maistas. Tvenkinių ekonominis efektyvumas labai priklauso nuo kompleksinio tręšimo.

Norint apskaičiuoti reikiamą trąšų kiekį, buvo vertinamas biogenų (azoto ir fosforo) kiekis, atliekant vandens tyrimus laboratorijose ir, remiantis šių tyrimų duomenimis, (3.1) formule bei 3.14 ir

3.15 lentelių duomenimis. Jeigu vegetacijos periodo pradžioje vandenyje būdavo mažiau kaip 2 mg/l N ir 0,5 mg/l P ir nematyti akivaizdaus vandens „žydėjimo“, į vandens telkinius buvo rekomenduojama iversti tiek azoto ir fosforo trąšų, kiek gaunama apskaičiavus pagal (3.1) formulėje bei 3.14 ir 3.15 lentelėse. Paskutinėse šių lentelių grafose įrašyti trąšų kiekiai kilogramais 1 ha esant vidutiniam gyliui 1 m. Šių trąšų kiekį būtina padauginti iš vidutinio tvenkinio gylio metrais:

$$U = \frac{A-B}{P} \cdot G \cdot 1000 \quad (3.1)$$

čia: U – ieškoma trąšų dozė (kg/ha);
 A – rekomenduojama biogeno koncentracija (mg/l);
 B – faktinė biogeno koncentracija (mg/l);
 G – vidutinis tvenkinio gylis (m);
 P – biogeno kiekis trąšose (%).

Pavyzdžiui, būtina apskaičiuoti, kiek amonio nitrato reikia 1 ha tvenkinio, kad azoto koncentracija būtų 2 mg/l, jei azoto vandenyje yra 0,5 mg/l, vidutinis tvenkinio gylis – 1,3 m, o salietroje yra 35% azoto. Tada:

$$U = \frac{2,0-0,5}{35} \cdot 1,3 \cdot 1000 = \frac{1,5 \cdot 1,3 \cdot 1000}{35} = 56 \text{ kg/ha} \quad (3.2)$$

3.14 lentelė. Fosforo trąšų kiekis, reikalingas vienai tręšimo porcijai priklausomai nuo pradinio fosforo kiekio vandenyje

Fosforo kiekis tvenkinio vandenyje iki tręšimo, mg/l	Superfosfato dozė (P ₂ O ₅ %, t.y. 9.5% P)		Amofosas (P ₂ O ₅ %, t.y. 25% P)	
	kg/1000 m ³ vandens	kg/ha (gylis 1 m)	kg/1000 m ³ vandens	kg/ha (gylis 1 m)
0	5.3	53	2.4	24
0.1	4.2	42	1.95	19.5
0.2	3.15	31.5	1.43	14.3
0.3	2.1	21	1.0	10
0.4	1.05	10.5	0.5	5
0.5	-	-	-	-

3.15 lentelė. Viena azoto trąšų dozė priklausomai nuo pradinio azoto kiekio tvenkinio vandenyje

Azoto kiekis vandenyje prieš tręšimą, mg/l	Amonio nitratas (N=35%)		Karbamidas (N=46%)		Amonio sulfatas arba amoniakinis vanduo (N=20%)	
	kg/1000 m ³ vandens	kg/ha (gylis 1 m)	kg/1000 m ³ vandens	kg/ha (gylis 1 m)	kg/1000 m ³ vandens	kg/ha (gylis 1 m)
0	5.7	57	4.3	43	10	100
0.2	5.1	51	4.0	40	9	90
0.4	4.65	46.5	3.5	35	8	80
0.8	3.5	33	2.6	26	6	60
1.0	2.85	28.5	2.1	21	5	50
1.2	2.3	23	1.7	17	4	40
1.4	1.7	17	1.3	13	3	30
1.6	1.15	11.5	0.85	8.5	2	20
1.8	0.6	6	0.43	4.3	1	10
2.0	-	-	-	-	-	-

Šiame straipsnyje yra pateiktos tvenkinių agrotechnikos ir tręšimo rekomendacijos, į kurias atsižvelgta ir pateikiant šio MTTV darbo rezultatais grįstas rekomendacijas.

I eilės auginimo tvenkiniuose pagal galimybę dugnas kultivuojamas 5-7 cm gyliu, lengvesniuose gruntuose – įsėjama sideralinių kultūrų (geriausiai ankštinių, avižų ir kt., balandžio I ar II dekadą).

Organinės trąšos išvežamos žiemą, esant pašalui, tvenkinių pakraščiais, o prieš užliejimą paskleidžiama. Mėšlo normos gali būti įvairios – nuo 7 t/ha iki 19 t/ha.

Vanduo į tvenkinius leidžiamas likus maždaug 12-14 d. iki įžuvinimo, būtinai pro malūnų šilko filtrus Nr. 12-15 ar metalinius tinklelius, kad nepatektų menkaverčių bei plėšriųjų žuvų, jų jauniklių ikry ir kt.

Mineralinės trąšos – labai efektyvi intensifikacijos priemonė natūraliam produktyvumui didinti. Tik gerai panaudotos trąšos gali padėti didinant natūralų tvenkinių produktyvumą. Moksliniais tyrimais įrodyta, jog trūkstant vandenyje azoto per 6 val. fitoplanktono dauginimasis sumažėja 28%, o per 30 val. – nutrūksta. Stokojant fosforo, per 18 val. tvenkinių vandenyje fitoplanktonas vystosi labai nežymiai, o per 28 val. – sumažėja iki 0.

Buvo rekomenduojama tręšti kas 3-5 d., vienkartinė norma – 20-25 kg/ha azoto ir 20 -25 kg/ha fosforo trąšų. Mineralinės trąšos prieš įterpiant turėjo būti ištirpinamos: azoto – valtyje, o fosforo – prieš dieną iki tręšimo užmerkiamos voniose ir kt. netirpios balastinės medžiagos išpilstomos po tvenkinį. Tręšti buvo rekomenduojama, kol tvenkinio vanduo bus žalsvas, o skaidrumas – 40-50 cm tvenkinio gylio. Tręšti tik saulėtą dieną, kai vandens temperatūra 7-10°C ir daugiau.

Tvenkinių tręšimo mėšlu norma buvo rekomenduojama – 15-20 t/ha.

Pastaraisiais metais žuvininkystės tvenkinių savininkai tvenkinius tręšia vadovaudamiesi šiais dokumentais: Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinės normomis; Trąšos leidimu, Mėšlo ir srutų tvarkymo aplinkosaugos reikalavimų aprašu.

Lietuvoje žuvininkystės tvenkiniai tręšiami pagal „Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinės normos“ 5.5 punktą. Jame nurodyta, kad mineralinių trąšų sąnaudos per sezoną yra superfosfato 200-400 kg/ha ir salietros – 200-400 kg/ha.

Siekiant padidinti vandens telkinių produktyvumą būtina sudaryti palankias sąlygas natūraliai pašarinei bazei vystytis. Šiam tikslui pasiekti rekomenduojama tvenkinius tręšti. Žiemą ar anksti pavasarį patartina įterpti į tvenkinius organinių trąšų. Vertingiausia trąša tvenkiniams – mėšlas ir srutos. Mėšlo kokybė priklauso nuo kraiko, vertingesniu laikomas šiaudų nei durpių kraikas. Geriausių rezultatų tręšiant tvenkinius galima pasiekti tik tuomet, kai tvenkiniai tinkamai paruošti ir melioruoti, mažai uždumblėję, tvenkinio vanduo ir dugno žemė yra neutralios ar silpnai šarminės reakcijos. Mėšlo norma, priklausomai nuo tvenkinio grunto, yra nuo 2,5 t/ha iki 5 t/ha. Mėšlas paskleidžiamas tvenkinio dugne, arba išdėliojamas krūvomis po 50–100 kg pakrantėse, kas 100–200 metrų. Svarbu mėšlo nepadauginti, nes jo perteklius gali sukelti nepageidaujamus reiškinius – tvenkinių hidrocheminio režimo pablogėjimą, iššaukti vandens „žydėjimą“ ir net žuvų ligas, pvz. branchiomikozę.

Tręšiant tvenkinius srutomis, maksimalus efektas gaunamas, kai tvenkinių plotas ne didesnis kaip 17 ha, vidutinis gylis 1 m, aukštesniosios augmenijos ne daugiau kaip 30%. Tręšimas gali būti vykdomas žiemą, išlaistant srutas visame išalusio tvenkinio plote, arba pavasarį užliejant tvenkinius. Tręšiant tvenkinius žiemos pradžioje – paskleidžiama nuo 3 t/ha iki 10 t/ha, vasario – kovo mėnesiais įterpiamų srutų kiekis sumažinamas 25-30 %.

Tręšiant tvenkinius, reikalinga pastovi hidrocheminė ir hidrobiologinė kontrolė. Tvenkiniai po pagrindinio tręšimo papildomai tręšiami pagal galimybes patikrinus biogenų kiekį vandenyje ir nustačius fitoplanktono rūšinę sudėtį. Labai svarbu, kad tvenkinio vanduo prieš įžuvinimą nebūtų skaidrus (skaidrumas turi sumažėti iki 40-50 cm gylio) ir įgautų žalsvą atspalvį. Perkelti žuvis į auginimo tvenkinius, rekomenduojama atlikti biocheminius ir parazitologinius tyrimus ne vėliau kaip prieš 10 dienų. Tinkamai paruošus tvenkinius žuvų auginimui, tikėtini didesni žuvų produkcijos kiekiai.

Skyriaus išvados

Tiek organinės, tiek neorganinės trąšos gali padidinti fitoplanktono gamybą ir padidinti žuvininkystės produkciją tvenkiniuose. Organinėse trąšose N, P₂O₅ ir K₂O koncentracija yra mažesnė nei cheminėse trąšose, tačiau jos yra pigesnės ir gali būti tręšiamos didesniais kiekiais. Naudojant organines trąšas dažnai gaunama didesnė žuvų produkcija nei naudojant komercines trąšas, be to, jos yra veiksmingiausios, kai naudojamos kartu su neorganinėmis trąšomis. Nors daugumoje tvenkinių reikia tręšti tik N ir P₂O₅, kai kuriems tvenkiniams gali būti naudinga pridėti K₂O arba antrinių maistinių medžiagų. Organinėse trąšose yra N, P ir K, taip pat antrinių maistinių medžiagų. Trąšų naudojimo dažnumą geriausiai galima nustatyti pagal fitoplanktono reakciją, nustatytą matuojant vandens drumstumą. Nors tręšimas padidina žuvų produkciją, naudojant dirbtinius pašarus, galima gauti didesnę žuvų produkciją nei tręšiant, bet toks žuvų auginimo metodas yra brangesnis ir žuvies savikaina didėja. Todėl tręšimas artimiausioje ateityje išliks svarbi akvakultūros valdymo praktika.

4. Azoto ir fosforo skaidymosi intensyvumo ir trukmės analizė

Azoto ir fosforo skaidymosi intensyvumo analizei, likutinės azoto bei fosforo taršos aplinkai nustatymui į tvenkinio vandenį buvo įterpta 5 rūšių mėšlo, kuris buvo naudojamas tvenkinių tręšimui. Pradinė (kontrolinis – prieš įterpiant trąšas) vandens kokybė pateikta 4.1 lentelėje. Tiriamuose tvenkiniuose naudotų trąšų maistinės vertės tyrimų rezultatai pateikti 4.2 lentelėje.

4.1 lentelė. Tvenkinio vandens kokybė

BDS ₇ , mg O ₂ /l	O ₂ , mg O ₂ /l	pH	NH ₄ -N, mg/l N	NO ₂ -N, mg/l N	NO ₃ -N, mg/l N	PO ₄ -P, mg/l P	P _b , mg/l P	N _b , mg/l N
3.08	10.48	8.04	0.11	0.008	0.12	0.092	0.127	3.44

4.2 lentelė. Tiriamų tvenkinių tręšimui naudotų trąšų tyrimų rezultatai

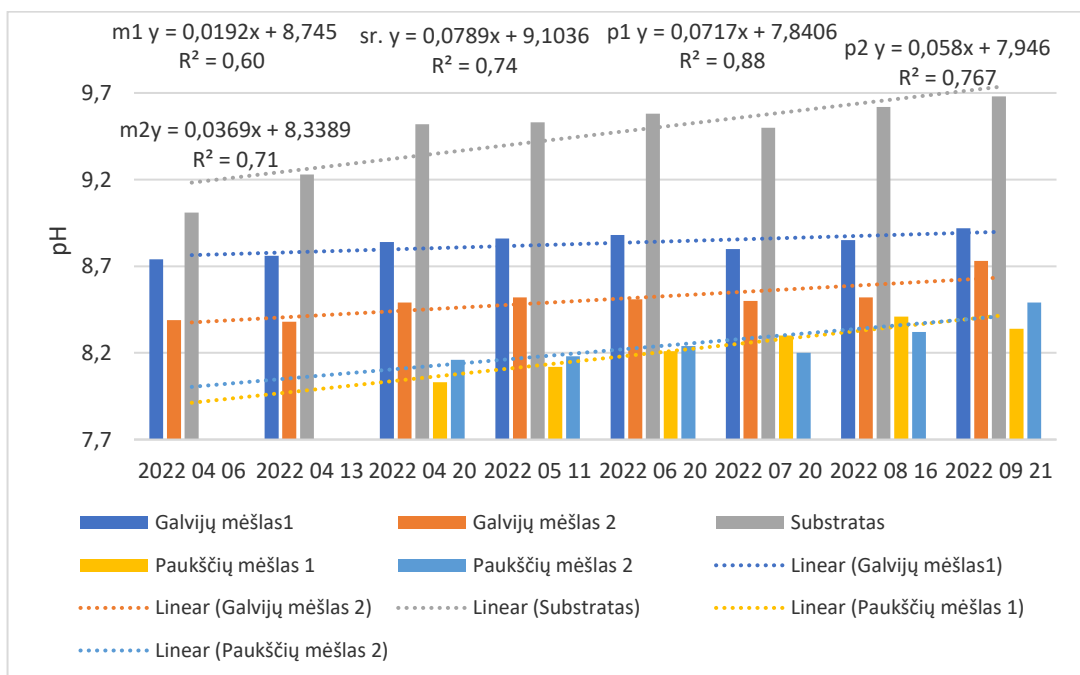
Tyrimų rodiklis	Galvijų mėšlas 1	Galvijų mėšlas 2	Substratas	Paukščių mėšlas 1	Paukščių mėšlas 2
1 pH	9,4	8.4	8.0	9.1	9.2
2 Sausos medžiagos %	20,57	32.85	1.20	76.43	79.91
3 Organinė medžiaga%	8,99	10.08	0.10	48.00	66.26
4 Bendrasis azotas%	0,29	0.63	0.09	2.39	3.03
5 Bendrasis fosforas%	0,23	0.48	0.03	3.81	1.83
6 Bendrasis kalis%	0,59	0.66	0.01	2.41	2.53

Didžiausia bendrojo azoto, bendrojo fosforo ir bendrojo kalio dalis nustatyta paukščių mėšle.

Azoto ir fosforo skaidymosi vandenyje intensyvumui įvertinti buvo tirti šie rodikliai: nitrato azotas (NO₃-N); nitrito azotas (NO₂-N), amonio azotas (NH₄-N), bendrasis azotas (N_b), fosfatų fosforas (PO₄-P), bendrasis fosforas (P_b), vandenilio jonų koncentracija (pH) ir ištirpusio deguonies koncentracija.

pH verčių dinamika pateikta 4.1 paveiksle.

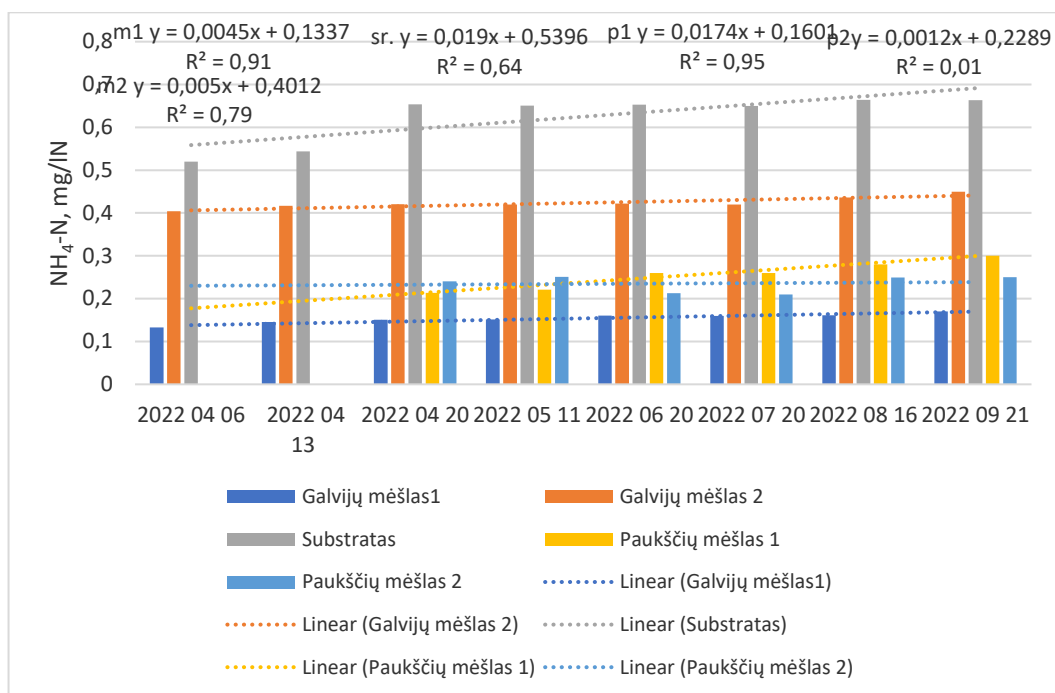
Didžiausia pH vertė vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas, kito intervale nuo 9,01 pH, praėjus parai nuo įterpimo iki 9,68 pH eksperimento pabaigoje, praėjus beveik šešiams mėnesiams. Mažiausia pH vertė nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1 ir kito intervale nuo 8,03 pH iki 8,41 pH po 4 mėnesių.



4.1 pav. pH vertės vandenyje

Nustatytas pH vertės didėjimas visuose tirtuose vandenyse ($R^2 = 0,60$ iki $R^2 = 0,88$), vanduo šarmėjo.

Amonio azoto ($\text{NH}_4\text{-N}$) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.2 paveiksle.



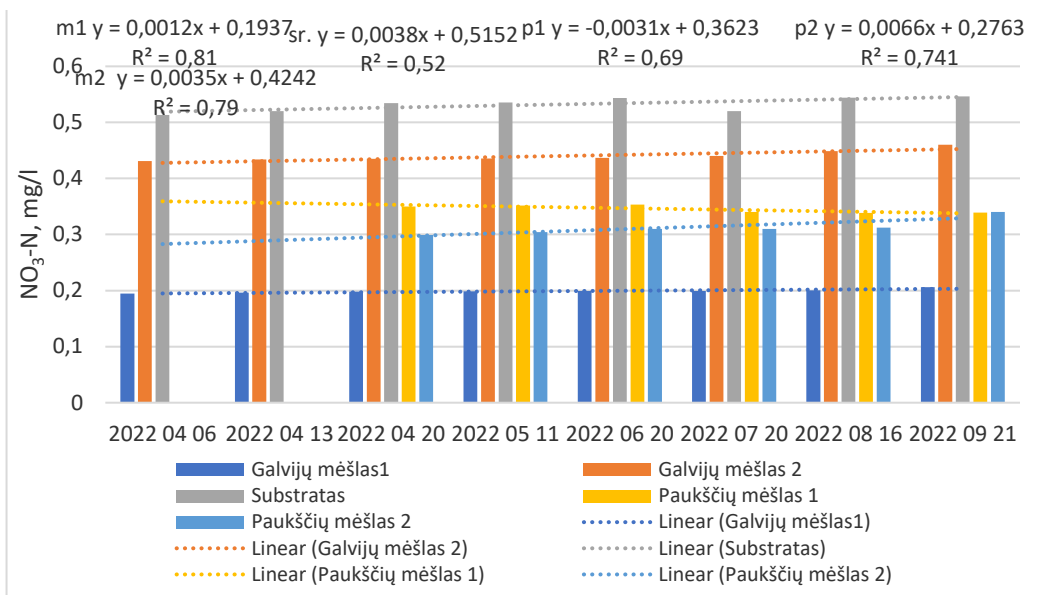
4.2 pav. Amonio azoto ($\text{NH}_4\text{-N}$) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatyta didžiausia amonio azoto koncentracija vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas. $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentracija po paros padidėjo 4,7 karto ir toliau kito intervale nuo 0,52 mg/l, praėjus parai nuo įterpimo, iki 0,66 mg/l eksperimento pabaigoje, praėjus šešiams mėnesiams. Mažiausia amonio azoto koncentracija nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros padidėjo tik 0,03 mg/l ir toliau kito intervale nuo 0,13 mg/l iki 0,17 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros padidėjo 3,64 karto ir toliau kito intervale 0,40 mg/l iki 0,66 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, po paros padidėjo 1 kartą ir toliau kito intervale 0,21 mg/l iki 0,30 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, po paros padidėjo 2,4 kartus ir toliau praktiškai nekito.

Nustatytas amonio azoto koncentracijos didėjimas visuose tirtuose vandenyse ($R^2 = 0,64$ iki $R^2 = 0,95$), išskyrus vandenyje, kur buvo įterptas paukščių mėšlas 2, koncentracija buvo panaši viso tyrimo metu.

Nitratų azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.3 paveiksle.

Nustatyta didžiausia nitratų azoto koncentracija vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas. $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracija po paros padidėjo 4,25 karto ir toliau kito intervale nuo 0,51 mg/l, praėjus parai nuo įterpimo, iki 0,54 mg/l eksperimento pabaigoje, praėjus šešiams mėnesiams. Mažiausia nitratų azoto koncentracija nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros padidėjo tik 1,58 karto ir toliau kito labai mažai, intervale 0,19 mg/l iki 0,20 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros padidėjo 3,58 karto ir toliau kito labai mažai intervale 0,43 mg/l iki 0,46 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, po paros padidėjo 2,92 kartus ir toliau kito intervale 0,35 mg/l iki 0,34 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, po paros padidėjo 2,5 kartus ir toliau kito intervale 0,30 mg/l iki 0,34 mg/l eksperimento pabaigoje.

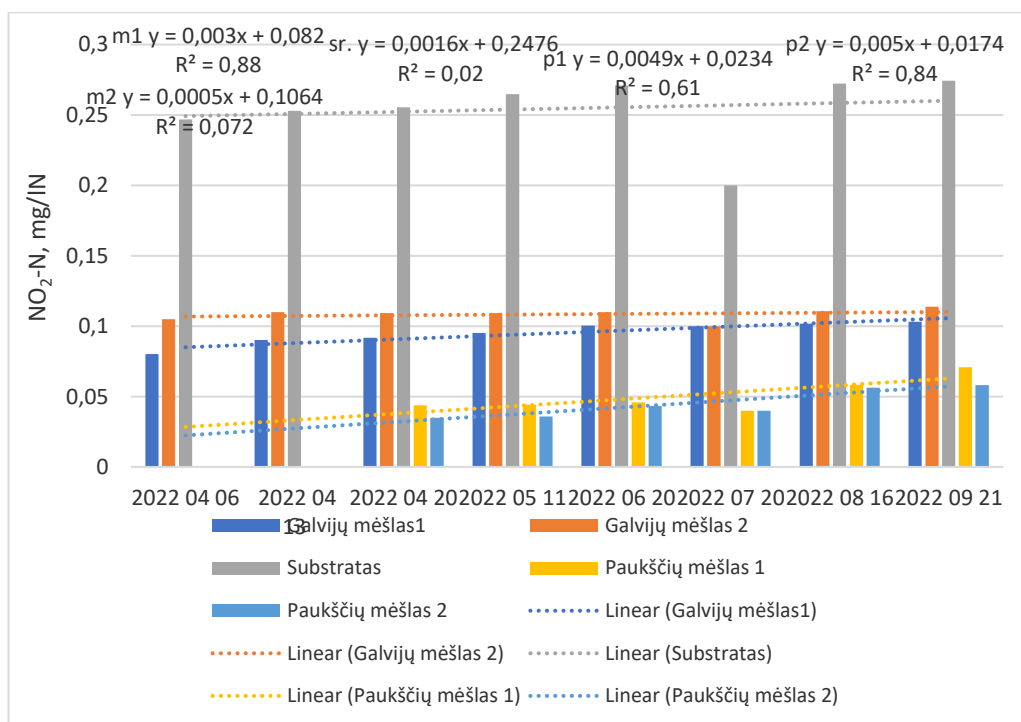


4.3 pav. Nitratų azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatytas nitratų azoto koncentracijos didėjimas visuose tirtuose vandenyse ($R^2 = 0,52$ iki $R^2 = 0,74$), išskyrus vandenyje, kur buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, koncentracija mažėjo.

Nitritų azoto ($\text{NO}_2\text{-N}$) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.4 paveiksle.

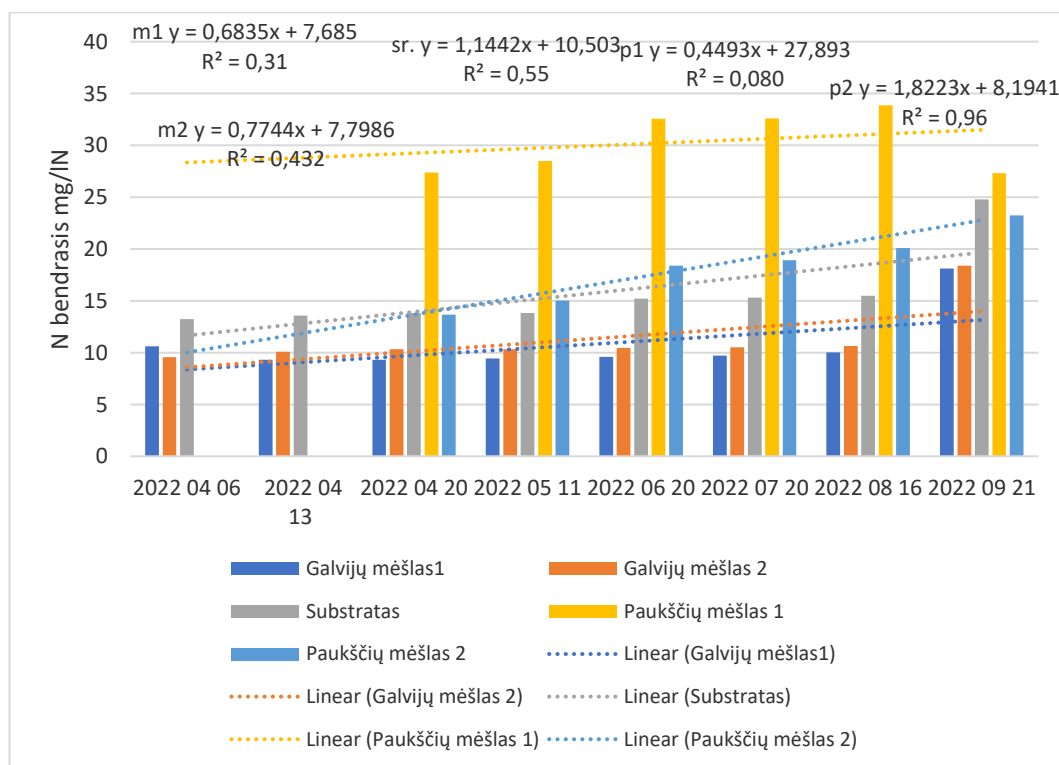
Nustatyta didžiausia nitritų azoto koncentracija vandenyje, kuriame buvo įterptas substratas. $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentracija po paros padidėjo 31,25 karto ir toliau kito intervale nuo 0,25 mg/l, praėjus parai nuo įterpimo, iki 0,27 mg/l eksperimento pabaigoje, praėjus šešioms mėnesiams. Mažiausia nitritų azoto koncentracija nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, po paros padidėjo 3,75 kartų ir toliau kito intervale 0,03 mg/l iki 0,06 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros padidėjo 10 kartų ir toliau kito labai mažai intervale 0,08 mg/l iki 0,11 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros padidėjo 12,5 karto ir toliau kito labai mažai intervale 0,10 mg/l iki 0,11 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, po paros padidėjo 5 kartus ir toliau kito intervale 0,04 mg/l iki 0,07 mg/l eksperimento pabaigoje.



4.4 pav. Nitritų azoto ($\text{NO}_2\text{-N}$) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatytas nitritų azoto koncentracijos didėjimas visuose tirtuose vandenyse ($R^2 = 0,61$ iki $R^2 = 0,88$), išskyrus vandenyje, kur buvo įterptas Substratas ir vandenyje kur buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, koncentracija buvo panaši viso eksperimento metu.

Bendrojo azoto (N) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.5 paveiksle.



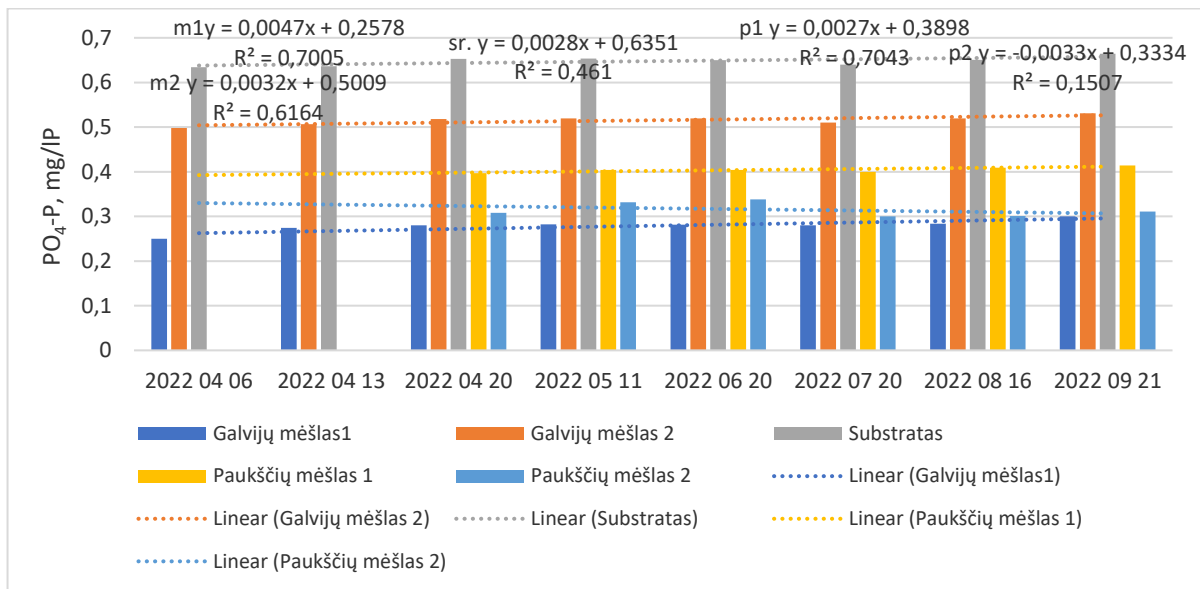
4.5 pav. Bendrojo azoto (N) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatyta didžiausia bendrojo azoto koncentracija vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1. N koncentracija po paros padidėjo 7,94 karto ir toliau kito intervale nuo 27,4 mg/l, praėjus parai nuo įterpimo, iki 33,8 mg/l eksperimento pabaigoje. Mažiausia bendrojo azoto koncentracija nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros padidėjo 3,1 karto ir toliau kito intervale 10,62 mg/l iki 18,02 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros padidėjo 2,8 karto ir toliau kito intervale 9,57 mg/l iki 18,38 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas po paros padidėjo 3,85 karto ir toliau kito labai mažai intervale 13,24 mg/l iki 24,77 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, po paros padidėjo 4 kartus ir toliau kito intervale 13,64 mg/l iki 23,25 mg/l eksperimento pabaigoje.

Nustatytas bendrojo azoto koncentracijos didėjimas visuose tirtuose vandenyse ($R^2 = 0,31$ iki $R^2 = 0,96$).

Fosfatų fosforo (PO_4-P) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.6 paveiksle.

Nustatyta didžiausia fosfatų fosforo koncentracija vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas. PO_4-P koncentracija po paros padidėjo 6,8 karto ir toliau labai mažai kito intervale nuo 0,63 mg/l, praėjus parai nuo įterpimo, iki 0,66 mg/l eksperimento pabaigoje. Mažiausia bendrojo azoto koncentracija nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros padidėjo 2,8 karto ir toliau kito intervale 0,25 mg/l iki 0,30 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros padidėjo 5,6 karto ir toliau labai mažai kito intervale 0,50 mg/l iki 0,53 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, po paros padidėjo 4,3 karto ir toliau kito intervale 0,40 mg/l iki 0,53 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas paukščių mėšlas 2, po paros padidėjo 3,4 kartus ir toliau kito intervale 0,31 mg/l iki 0,34 mg/l po dviejų mėnesių, po to mažėja iki eksperimento pabaigos.

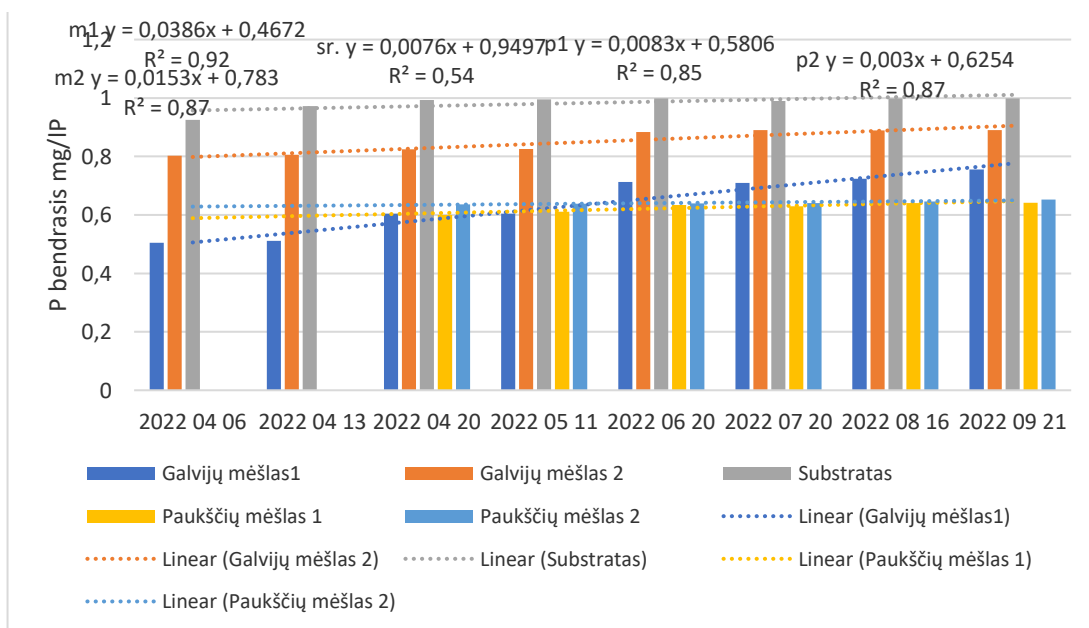


4.6 pav. Fosfatų fosforo (PO_4-P) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatytas fosfatų fosforo koncentracijos didėjimas visuose tirtuose vandenyse ($R^2 = 0,46$ iki $R^2 = 0,70$), išskyrus vandenyje, kur buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, koncentracija mažėjo.

Bendrojo fosforo (P) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.7 paveiksle.

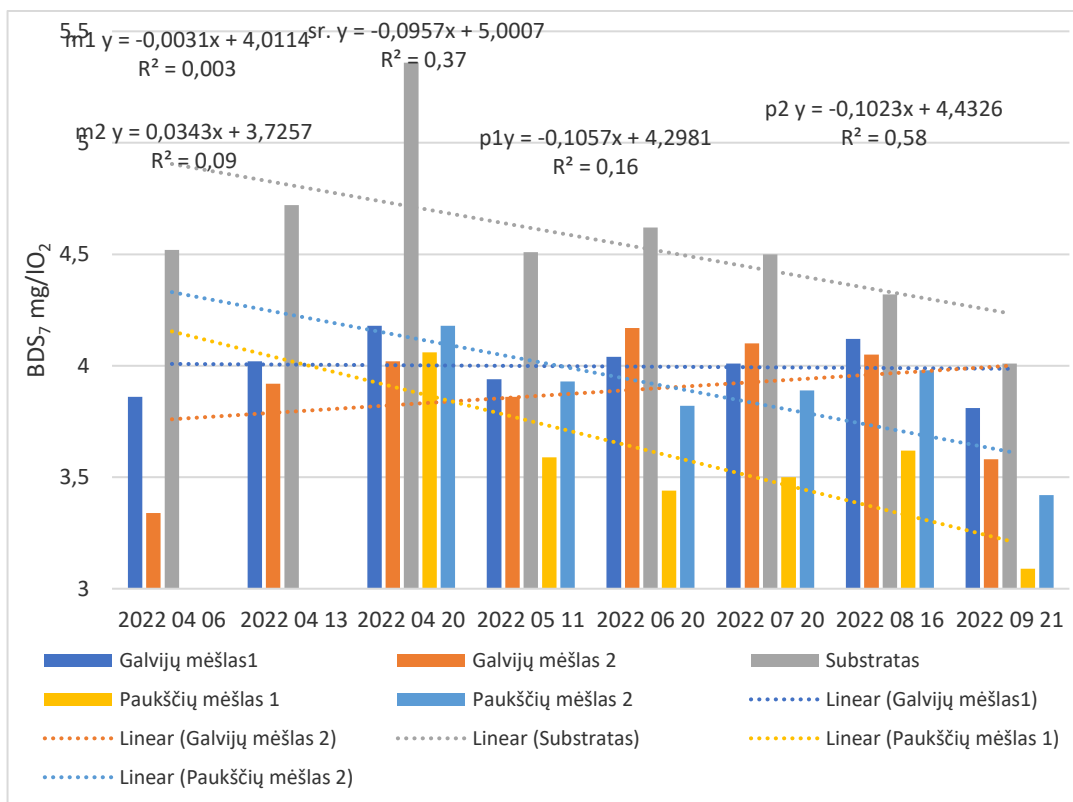
Nustatyta didžiausia bendrojo fosforo koncentracija vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas. P koncentracija po paros padidėjo 7,3 karto ir toliau labai mažai kito intervale nuo 0,925 mg/l, praėjus parai nuo įterpimo, iki 0,999 mg/l eksperimento pabaigoje. Mažiausia bendrojo azoto koncentracija nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros padidėjo 3,98 karto ir toliau kito intervale 0,505 mg/l iki 0,755 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros padidėjo 6,32 karto ir toliau labai mažai kito intervale 0,803 mg/l iki 0,890 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, po paros padidėjo 4,73 karto ir toliau kito intervale 0,600 mg/l iki 0,642 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, po paros padidėjo 5 kartus ir toliau kito intervale 0,636 mg/l iki 0,652 mg/l eksperimento pabaigoje.



4.7 pav. Bendrojo fosforo (P) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatytas bendrojo fosforo koncentracijos didėjimas visuose tirtuose vandenyse ($R^2 = 0,54$ iki $R^2 = 0,92$).

Biocheminio deguonies sunaudojimo (BDS₇) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.8 paveiksle. Nustatyta didžiausia biocheminio deguonies sunaudojimo vertė vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas. BDS₇ vertė po paros padidėjo 1,5 karto ir toliau stipriai kito intervale nuo 4,52 mg/l, praėjus parai nuo įterpimo, iki 5,36 mg/l po 2 savaitių, toliau mažėjo iki eksperimento pabaigos iki 4,01 mg/l. Mažiausia biocheminio deguonies sunaudojimo vertė nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros nežymiai padidėjo ir toliau kito intervale 3,34 mg/l iki 4,167 mg/l po 2 mėnesių, toliau mažėjo iki eksperimento pabaigos iki 3,58 mg/l. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros šiek tiek padidėjo nuo 3,08 mg/l iki 3,86 mg/l ir toliau labai mažai kito iki 4,18 mg/l po 2 savaitių, toliau mažėjo iki 3,81 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, po paros padidėjo nuo 3,08 mg/l iki 4,06 mg/l ir toliau mažėjo iki 3,09 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, po paros padidėjo nuo 3,08 mg/l iki 4,18 mg/l ir toliau mažėjo iki 3,42 mg/l eksperimento pabaigoje.

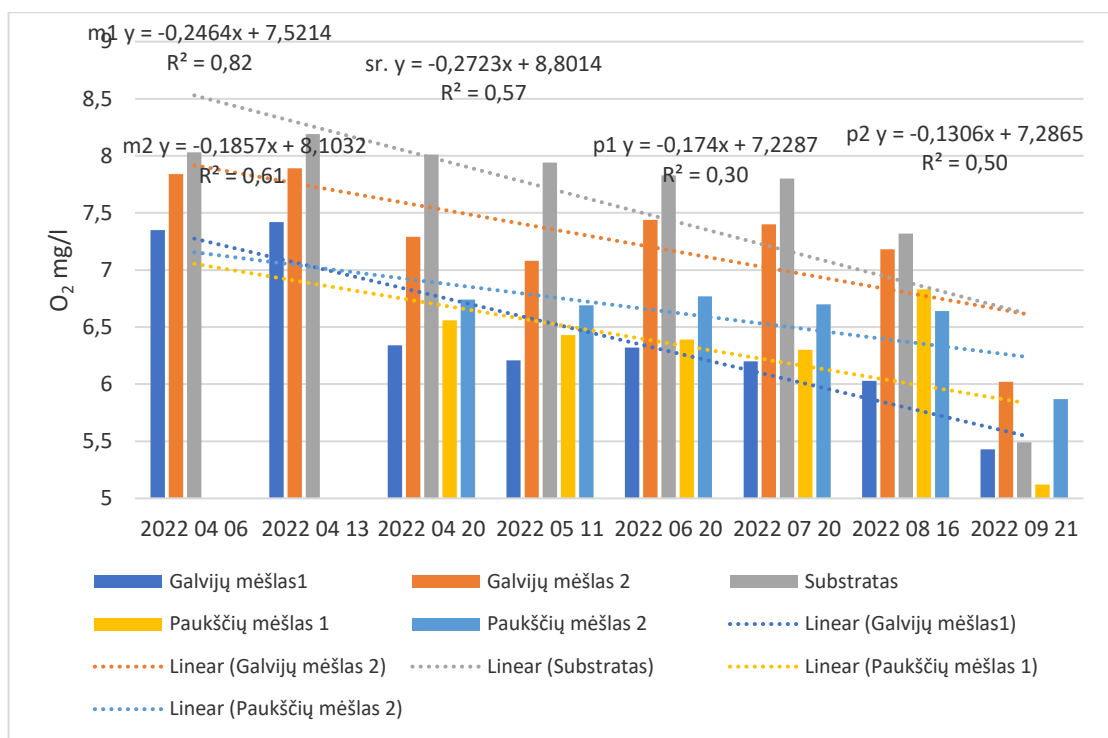


4.8 pav. Biocheminio deguonies sunaudojimo (BDS₇) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatytas biocheminio deguonies sunaudojimo vertės didėjimo menka tendencija tik vandenyje, kuriame buvo panaudotas galvijų mėšlas 2 ($R^2 = 0,09$), visuose kituose tirtuose vandenyse BDS₇ vertė mažėjo ($R^2 = 0,003$ iki $R^2 = 0,58$). Tai rodo, kad vyksta intensyvus biocheminis deguonies sunaudojimas, t.y. organinių medžiagų mineralizacija.

Deguonies (O₂) koncentracijos dinamika vandenyje pateikta 4.9 paveiksle.

Nustatyta didžiausia deguonies koncentracija vandenyje, kuriame buvo įterptas Substratas. O₂ vertė po paros sumažėjo nuo 10,48 mg/l iki 8,03 mg/l, toliau kito intervale nuo 8,19 mg/l, praėjus savaitei nuo įterpimo, iki 5,49 mg/l eksperimento pabaigoje. Mažiausia deguonies vertė nustatyta vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 1, po paros sumažėjo nuo 10,48 mg/l iki 6,56 mg/l, toliau mažėjo iki 5,12 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 1, po paros sumažėjo nuo 10,48 mg/l iki 7,35 mg/l, toliau mažėjo iki 5,43 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Galvijų mėšlas 2, po paros sumažėjo nuo 10,48 mg/l iki 6,7,84 mg/l, toliau mažėjo iki 6,02 mg/l eksperimento pabaigoje. Vandenyje, kuriame buvo įterptas Paukščių mėšlas 2, po paros sumažėjo nuo 10,48 mg/l iki 6,74 mg/l, toliau mažėjo iki 5,87 mg/l eksperimento pabaigoje.



4.9 pav. Deguonies (O₂) koncentracijos dinamika vandenyje

Nustatytas deguonies vertės mažėjimas visuose tirtuose vandenyse, O₂ vertė mažėjo (R² = 0,30 iki R² = 0,82). Tai rodo, kad vyksta intensyvus deguonies sunaudojimas, t.y. organinių medžiagų mineralizacija.

Vandens kokybės rodiklių transformacijai įvertinti paskaičiuoti koreliacijos koeficientai, rodantys tarpusavio ryšius skirtingomis trąšomis patreštuose vandenyse per tyrimo laikotarpį. Rezultatai pateikti 4.3 lentelėje.

4.3 lentelė. Vandens kokybės rodiklių koncentracijų tarpusavio ryšių, skirtingomis trąšomis patreštuose vandenyse, per tyrimo laikotarpį, koreliacinė matrica

	N, mg/l N	NH ₄ -N, mg/lN	NO ₃ -N, mg/lN	NO ₂ -N, mg/lN	PO ₄ -P, mg/lP	P, mg/lP	BDS ₇ , mg/lO ₂	O ₂ , mg/lO ₂
Galvijų mėšlas 1								
pH	r=0,533 p=0,174	r=0,84 p=0,009	r=0,86 p=0,006	r=0,80 p=0,018	r=0,87 p=0,005	r=0,80 p=0,018	r=-0,03 p=0,937	r=-0,903 p=0,002
N, mg/l N	1 p= ---	r=0,510 p=0,196	r=0,81 p=0,015	r=0,349 p=0,396	r=0,53 p=0,177	r=0,45 p=0,263	r=-0,66 p=0,043	r=-0,55 p=0,149
NH ₄ -N, mg/lN		1 p= ---	r=0,90 p=0,002	r=0,98 p=0,000	r=0,93 p=0,001	r=0,95 p=0,000	r=-0,049 p=0,907	r=-0,89 p=0,002
NO ₃ -N, mg/lN			1 p= ---	r=0,81 p=0,015	r=0,90 p=0,003	r=0,83 p=0,011	r=-0,26 p=0,541	r=-0,91 p=0,002
NO ₂ -N, mg/lN				1 p= ---	r=0,89 p=0,003	r=0,93 p=0,001	r=-0,14 p=0,741	r=-0,85 p=0,007
PO ₄ -P, mg/lP					1 p= ---	r=0,784 p=0,021	r=-0,05 p=0,900	r=-0,86 p=0,006
P, mg/lP						1 p= ---	r=-0,04 p=0,917	r=-0,90 p=0,002
BDS ₇ , mg/lO ₂							1 p= ---	r=0,039 p=0,926
Galvijų mėšlas 2								
pH	r=0,89 p=0,003	r=0,90 p=0,003	r=0,89 p=0,003	r=0,49 p=0,221	r=0,89 p=0,003	r=0,69 p=0,041	r=-0,05 p=0,913	r=-0,98 p=0,000
N, mg/l N	1 p= ---	r=0,83 p=0,010	r=0,88 p=0,004	r=0,53 p=0,172	r=0,70 p=0,044	r=0,47 p=0,239	r=-0,33 p=0,424	r=-0,90 p=0,002
NH ₄ -N, mg/lN		1 p= ---	r=0,96 p=0,000	r=0,62 p=0,100	r=0,88 p=0,004	r=0,71 p=0,049	r=0,11 p=0,804	r=-0,89 p=0,003

NO ₃ -N, mg/lN			1	r=0,49 p=0,220	r=0,76 p=0,029	r=0,72 p=0,042	r=-0,08 p=0,858	r=-0,89 p=0,003
NO ₂ -N, mg/lN				1	r=0,678 p=0,065	r=0,06 p=0,885	r=-0,08 p=0,854	r=-0,53 p=0,173
PO ₄ -P, mg/lP					1	r=0,62 p=0,048	r=0,27 p=0,510	r=-0,87 p=0,005
P, mg/lP						1	r=0,42 p=0,297	r=-0,57 p=0,139
BDS ₇ , mg/lO ₂							1	r=0,14 p=0,742
Substratas								
pH	r=0,54 p=0,164	r=0,97 p=0,000	r=0,87 p=0,005	r=0,30 p=0,463	r=0,84 p=0,009	r=0,95 p=0,000	r=-0,21 p=0,613	r=-0,54 p=0,163
N, mg/l N	1	r=0,41 p=0,302	r=0,55 p=0,156	r=0,29 p=0,473	r=0,49 p=0,47	r=0,37 p=0,364	r=-0,64 p=0,043	r=-0,98 p=0,000
NH ₄ -N, mg/lN		1	r=0,79 p=0,018	r=0,18 p=0,666	r=0,79 p=0,019	r=0,91 p=0,002	r=-0,11 p=0,795	r=-0,42 p=0,292
NO ₃ -N, mg/lN			1	r=0,71 p=0,046	r=0,88 p=0,003	r=0,78 p=0,021	r=-0,26 p=0,529	r=-0,58 p=0,125
NO ₂ -N, mg/lN				1	r=0,59 p=0,121	r=0,24 p=0,554	r=-0,16 p=0,697	r=-0,36 p=0,376
PO ₄ -P, mg/lP					1	r=0,72 p=0,041	r=-0,22 p=0,585	r=-0,71 p=0,047
P, mg/lP						1	r=-0,05 p=0,901	r=-0,35 p=0,395
BDS ₇ , mg/lO ₂							1	r=0,68 p=0,042
Paukščių mėšlas 1								
pH	r=0,57 p=0,236	1	r=0,32 p=0,534	r=-0,25 p=0,630	r=-0,21 p=0,694	r=0,01 p=0,989	r=0,53 p=0,278	r=0,26 p=0,612
N, mg/l N	1	r=0,57 p=0,236	r=0,91 p=0,012	r=-0,83 p=0,040	r=0,60 p=0,204	r=0,71 p=0,109	r=0,93 p=0,007	r=-0,22 p=0,663
NH ₄ -N, mg/lN		1	r=0,32 p=0,534	r=-0,25 p=0,630	r=-0,20 p=0,694	r=0,01 p=0,989	r=0,53 p=0,278	r=0,26 p=0,612
NO ₃ -N, mg/lN			1	r=-0,74 p=0,094	r=0,78 p=0,067	r=0,83 p=0,040	r=0,96 p=0,002	r=-0,46 p=0,359
NO ₂ -N, mg/lN				1	r=-0,57 p=0,238	r=-0,50 p=0,307	r=-0,63 p=0,176	r=-0,06 p=0,909
PO ₄ -P, mg/lP					1	r=0,92 p=0,009	r=0,63 p=0,181	r=-0,75 p=0,083
P, mg/lP						1	r=0,77 p=0,070	r=-0,81 p=0,048
BDS ₇ , mg/lO ₂							1	r=-0,42 p=0,409
Paukščių mėšlas 2								
pH	r=0,90 p=0,015	r=0,38 p=0,456	r=0,96 p=0,002	r=0,92 p=0,009	r=-0,19 p=0,708	r=0,99 p=0,000	r=-0,85 p=0,031	r=-0,91 p=0,011
N, mg/l N	1	r=0,02 p=0,962	r=0,90 p=0,013	r=0,90 p=0,014	r=-0,27 p=0,603	r=0,93 p=0,007	r=-0,84 p=0,038	r=-0,74 p=0,094
NH ₄ -N, mg/lN		1	r=0,24 p=0,645	r=0,34 p=0,507	r=-0,10 p=0,848	r=0,37 p=0,466	r=-0,09 p=0,867	r=-0,44 p=0,380
NO ₃ -N, mg/lN			1	r=0,81 p=0,048	r=-0,15 p=0,778	r=0,95 p=0,003	r=-0,95 p=0,004	r=-0,95 p=0,004
NO ₂ -N, mg/lN				1	r=-0,32 p=0,534	r=0,94 p=0,005	r=-0,65 p=0,159	r=-0,70 p=0,122
PO ₄ -P, mg/lP					1	r=-0,28 p=0,590	r=-0,11 p=0,828	r=0,19 p=0,722
P, mg/lP						1	r=-0,83 p=0,039	r=-0,89 p=0,019
BDS ₇ , mg/lO ₂							1	r=0,86 p=0,027

Vandenyje, kuriame buvo panaudotas **Galvijų mėšlas 1**, nustatytas statistškai patikimas teigiamas ryšys tarp pH vertės ir amonio azoto, nitratų azoto, nitritų azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijų ($p < 0,05$), neigiamas tarp deguonies koncentracijos. Didėjant pH vertei (vandeniui

šarmėjant), didėja amonio azoto, nitrato azoto, nitritų azoto, fosfatų fosforo ir bendrojo fosforo koncentracijos, mažėja deguonies koncentracija.

Statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp bendrojo azoto ir nitrato azoto, neigiamas tarp BDS₇. Didėjant bendrojo azoto koncentracijai didėja nitrato koncentracija, mažėja biocheminio deguonies sunaudojimo vertė.

Statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp amonio azoto koncentracijos ir nitrato azoto, nitritų azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijų ($p < 0,05$), neigiamas tarp deguonies koncentracijos. Didėjant amonio azoto koncentracijai mažėja deguonies koncentracija. Vyksta nitrifikacijos procesas.

Panaudojus Galvijų mėšlą 1, nustatyti statistiškai patikimi koreliaciniai ryšiai rodo organinių medžiagų oksidaciją (teigiama tarpusavio rodiklių koncentracijų koreliacija, neigiama su BDS₇ ir O₂ vertėmis).

Vandenyje, kuriame buvo panaudotas **Galvijų mėšlas 2**, nustatytas statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp pH vertės ir bendrojo azoto, amonio azoto, nitrato azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijų ($p < 0,05$), neigiamas tarp deguonies koncentracijos. Didėjant pH vertei (vandeniui šarmėjant), didėja bendrojo azoto, amonio azoto, nitrato azoto, nitritų azoto, fosfatų fosforo ir bendrojo fosforo koncentracijos, mažėja deguonies koncentracija.

Statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp bendrojo azoto ir amonio azoto, nitrato azoto, fosfatų fosforo, neigiamas tarp O₂ vertės. Didėjant bendrojo azoto koncentracijai didėja amonio azoto, nitrato koncentracija, fosfatų fosforo, mažėja deguonies vertė. Vyksta nitrifikacijos procesas.

Statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp amonio azoto koncentracijos ir nitrato azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijų ($p < 0,05$), neigiamas tarp deguonies koncentracijos. Didėjant amonio azoto koncentracijai mažėja deguonies koncentracija. Vyksta nitrifikacijos procesas.

Panaudojus galvijų mėšlą 2, nustatyti statistiškai patikimi koreliaciniai ryšiai rodo organinių medžiagų oksidaciją (teigiama tarpusavio rodiklių koncentracijų koreliacija, neigiama su O₂ vertėmis).

Vandenyje, kuriame buvo panaudotas **Substratas**, nustatytas statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp pH vertės ir amonio azoto, nitrato azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijų ($p < 0,05$). Didėjant pH vertei (vandeniui šarmėjant), didėja bendrojo azoto, amonio azoto, nitrato azoto, nitritų azoto, fosfatų fosforo ir bendrojo fosforo koncentracijos.

Statistiškai patikimas neigiamas ryšys tarp bendrojo azoto ir BDS₇ bei O₂ verčių. Didėjant bendrojo azoto koncentracijai mažėja biocheminio deguonies suvartojimo ir deguonies vertė. Vyksta nitrifikacijos procesas.

Statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp amonio azoto koncentracijos ir nitrato azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijų ($p < 0,05$).

Panaudojus substratą, nustatyti statistiškai patikimi koreliaciniai ryšiai rodo bendrojo azoto oksidaciją (neigiama koreliacija su BDS₇ ir O₂ vertėmis).

Vandenyje, kuriame buvo panaudotas **Paukščių mėšlas 1**, nustatytas statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp pH vertės ir amonio azoto koncentracijos ($p < 0,05$), didėjant pH vertei (vandeniui šarmėjant), didėja amonio azoto koncentracija.

Statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp bendrojo azoto ir nitrato azoto bei BDS₇, neigiamas tarp nitritų azoto. Didėjant bendrojo azoto koncentracijai didėja nitrato koncentracija, biocheminio deguonies sunaudojimo vertė, mažėja nitritų azoto. Kadangi paukščių mėšle yra didelė organinių medžiagų koncentracija, vyksta organinio azoto tirpimas. Nitritų azoto koncentracijos su visais vandens kokybės rodikliais koncentracijomis neigiama koreliacija rodo intensyvų nitrifikacijos procesą.

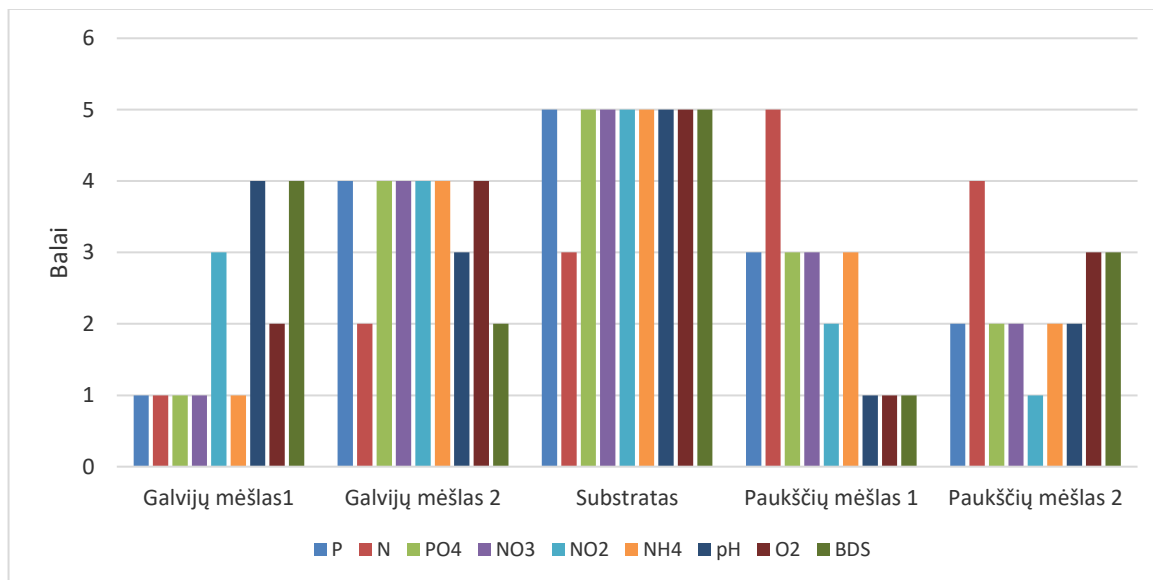
Vandenyje, kuriame buvo panaudotas **Paukščių mėšlas 2**, nustatytas statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp pH vertės ir bendrojo azoto, nitrato azoto, nitritų azoto bei bendrojo fosforo koncentracijų ($p < 0,05$), neigiamas tarp biocheminio deguonies sunaudojimo ir deguonies koncentracijos. Didėjant pH vertei (vandeniui šarmėjant), didėja bendrojo azoto, nitrato azoto, nitritų azoto ir bendrojo fosforo koncentracijos, mažėja biocheminio deguonies sunaudojimo vertė ir deguonies koncentracija.

Statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp bendrojo azoto ir nitrato azoto, nitritų azoto neigiamas tarp BDS₇ ir O₂ verčių. Didėjant bendrojo azoto koncentracijai didėja nitrato, nitritų koncentracija, mažėja biocheminio deguonies sunaudojimo ir deguonies vertė. Vyksta organinio azoto mineralizacija.

Panaudojus Paukščių mėšlą 2, nustatyti statistiškai patikimi koreliaciniai ryšiai rodo organinių medžiagų oksidaciją (teigiama tarpusavio rodiklių koncentracijų koreliacija, neigiama su BDS₇ ir O₂ vertėmis).

Norint įvertinti, kurių trąšų įterpimas daro didžiausią poveikį vandens kokybei, apskaičiuotos vandens kokybės rodiklių vidutinės vertės, ir susiskirstytos balais. 5 balai – didžiausia vidutinė vertė, 4 – didelė vertė, 3- vidutinė vertė, 2- maža vertė, 1 – mažiausia vertė.

Rezultatai pateikti 4.10 paveiksle.



4.10 pav. Naudotų trąšų tirpumas vandenyje

Paveiksle pateikti duomenys rodo, kad panaudojus Substratą nustatytos didžiausios rodiklių vidutinės vertės vandenyje (pagal visus rodiklius išskyrus bendrąjį azotą N). Vandens pH didžiausias ir ištirpusio deguonies koncentracija taip pat didžiausia.

Panaudojus Galvijų mėšlą 1 nustatytos mažiausios rodiklių vidutinės vertės vandenyje (pagal bendrąjį fosforą, azotą, fosfatų fosforą, nitratų azotą, amonio azotą), nors ištirpusio deguonies koncentracija maža, didelė BDS₇ vertė.

Skyriaus išvados

Visos panaudotos trąšos vandenyje tirpo intensyviai, didžiausios koncentracijos fiksuojamos praėjus parai po panaudojimo.

Intensyviausia organinių medžiagų mineralizacija vyksta panaudojus Paukščių mėšlą 2 (BDS₇ vertės mažėjimo tendencija $R^2 = 0,58$) ir substratą ($R^2 = 0,32$).

Ištirpusio deguonies koncentracija labiausia sumažėja panaudojus Galvijų mėšlą 1 ir Galvijų mėšlą 2 ($R^2 = 0,22$ ir $R^2 = 0,61$), mažiausias poveikis O₂ koncentracijai panaudojus paukščių mėšlą 1 ($R^2 = 0,30$).

Panaudojus Galvijų mėšlą 1, Galvijų mėšlą 2, Paukščių mėšlą 2 ir substratą nustatyti statistiškai patikimi koreliaciniai ryšiai rodo organinių medžiagų oksidaciją (teigiama tarpusavio rodiklių koncentracijų koreliacija, neigiama su BDS₇ ir O₂ vertėmis).

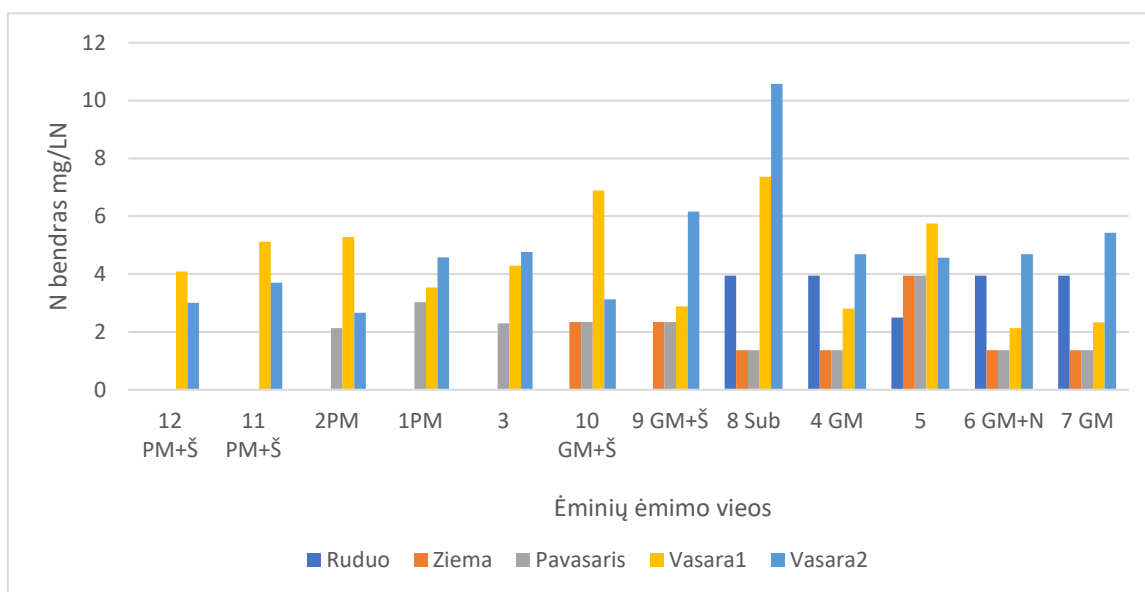
Panaudojus Substratą nustatytos didžiausios rodiklių vidutinės vertės vandenyje (pagal visus rodiklius išskyrus bendrąjį azotą N). Vandens pH didžiausias ir ištirpusio deguonies koncentracija taip pat didžiausia.

5. Vandens kokybės tyrimų aptarimas

Vandens kokybė rodikliai buvo matuoti ir tirti žiemą, pavasarį, vasarą ir rudenį. Gauti vandens kokybės parametrai buvo palyginti su ŽUVŲ AUGINIMO ŽUVININKYSTĖS TVENKINIUOSE TECHNOLOGINĖS NORMOS, pagal 9 skyrių Vandens kokybės normatyvai 9.2 punktą Vasarinių žuvininkystės tvenkinių vandens kokybė.

Analizuojant gautus vandens kokybės duomenis pagal *bendrą azotą*, nustatyta, kad didžiausios bendrojo azoto koncentracijos buvo vasaros metu visuose tirtuose tvenkiniuose (5.1 pav.). Tvenkinyje Nr. 8Sub (trąša – substratas 10 t/ha) bendrojo azoto koncentracija svyravo nuo 1,37 mgN/l iki 10,58 mgN/L visą tyrimo laikotarpį.

Tvenkiniuose, kuriuose naudojamas galvijų mėšlas kaip trąša (Tvenkiniai, kurių numeriai yra 4GM, 6GM+N, 7GM, 10GM+Š), bendrojo azoto kiekiai didesni nustatyti rudenį bei antroje vasaros pusėje ir buvo vidutiniškai 3,95 mgN/l ir 4,69 mgN/l atitinkamai. Išskyrus tvenkinį Nr. 10 GM+Š, kurio vandenyje bendrojo azoto koncentracija stebėta didesnė pirmoje vasaros pusėje (trąša – galvijų mėšlas 15 t/ha ir šiaudai 1,4 t/ha): vidutiniškai 6,89 mgN/l.

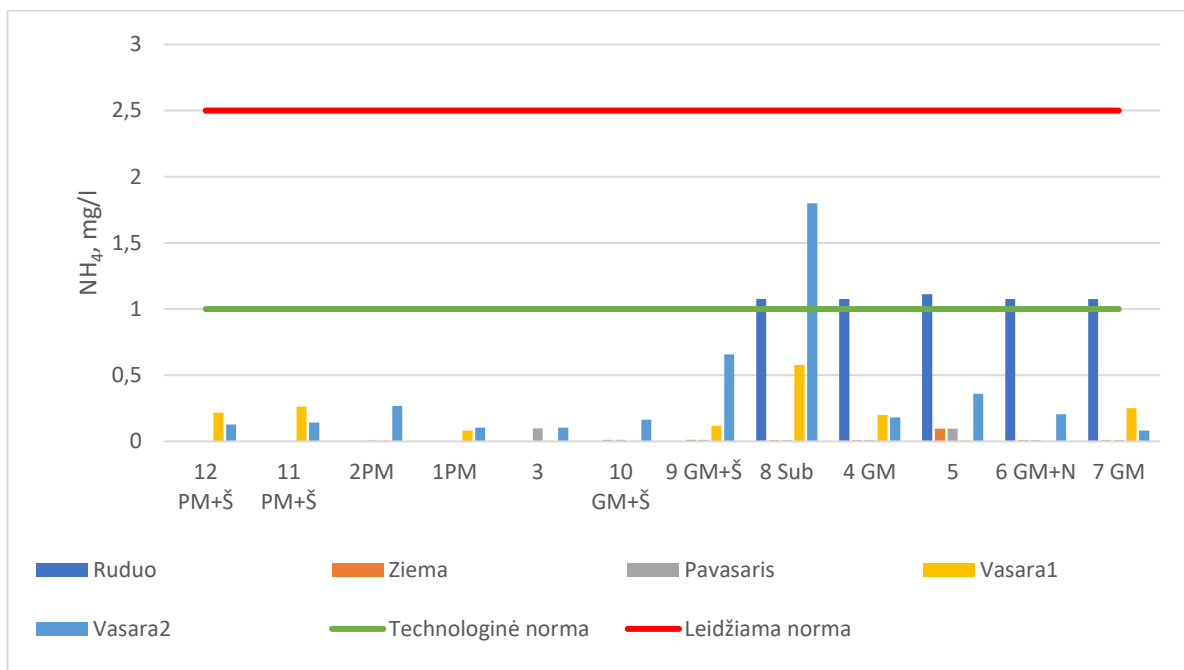


5.1 pav. Bendrojo azoto koncentracija tirtų tvenkinių vandenyje

Lyginant tręštų ir netręštų tvenkinių (Nr. 5 ir Nr. 3) tyrimo rezultatus, bendrojo azoto koncentracijos juose buvo panašios į tręštų tvenkinių, o atskirais sezonais buvo netgi didesnės (Tvenkinys Nr. 5).

Analizuojant gautus vandens kokybės duomenis pagal amonio azotą, nustatyta, kad didžiausios amonio azoto koncentracijos visuose tirtuose tvenkiniuose buvo vasaros metu (5.2 pav.). Tvenkinyje Nr. 8Sub (trąša – substratas 10 t/ha) amonio azoto koncentracija buvo 0,01 mgN/l ir 1,8 mgN/L tyrimo laikotarpiu.

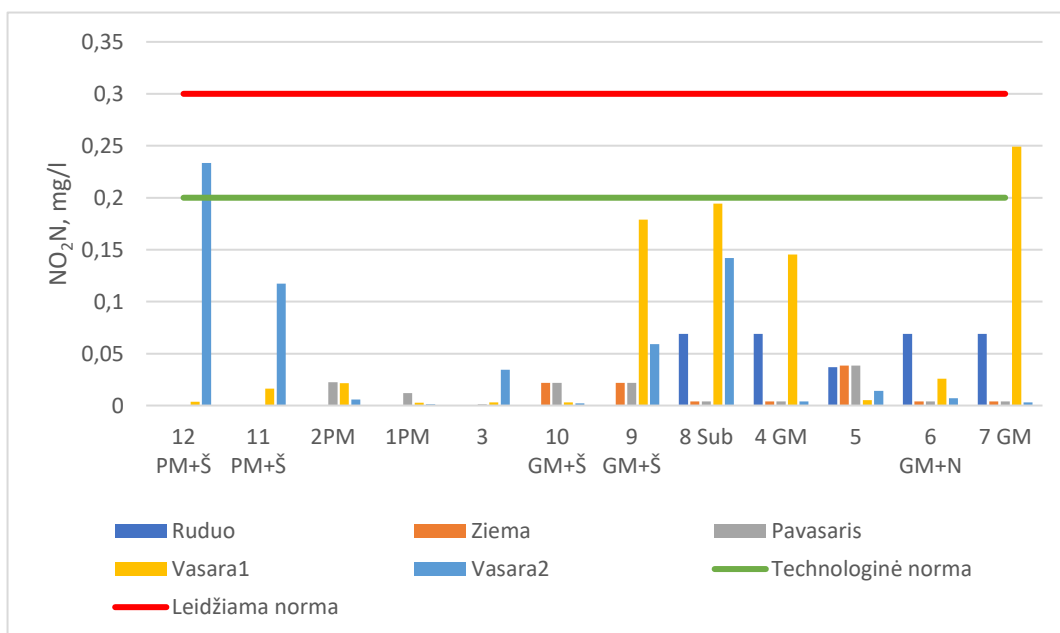
Tvenkiniuose, kuriuose naudojamas galvijų mėšlas kaip trąša (Tvenkiniai Nr. 4GM, Nr. 5, Nr. 6GM+N, Nr. 7GM), amonio azoto koncentracija buvo nustatyta didesnė rudenį ir buvo nuo 1,075 iki 1,116 mgN/l. Ši koncentracija šiek tiek viršijo technologinę normą (1 mgN/l), bet buvo žemesnė už leistiną (2,5 mg/l). Kituose tirtuose tvenkiniuose amonio azoto koncentracijos buvo žemiau technologinės normos visą tyrimo laikotarpį.



5.2 pav. Amonio azoto koncentracija tirtų tvenkinių vandenyje

Lyginant tręštų ir netręštų tvenkinių (Nr. 5 ir Nr. 3) amonio azoto tyrimo rezultatus, koncentracijos juose buvo panašios į tręštų tvenkinių.

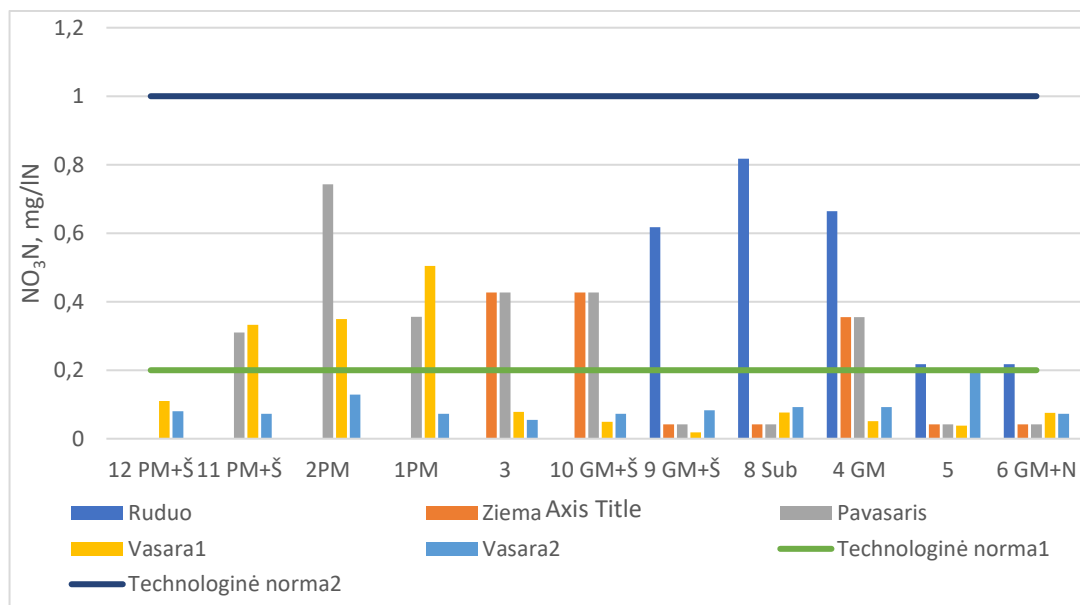
Nitritų koncentracijos didesnės už technologinę normą (0,2 mgN/l) buvo dviejuose tvenkiniuose (Nr. 12PM+Š ir Nr. 7GM). Tvenkinys Nr. 12PM+Š buvo tręštas paukščių mėšlu (300 kg/ha) ir šiaudais (1800 kg/ha), o tvenkinys Nr. 7GM buvo tręštas galvijų mėšlu (2,5 t/ha). Vasaros antroje pusėje nitritų koncentracija tvenkinyje Nr. 7GM buvo sumažėjusi iki 0,003 mgN/l. Tvenkiniuose Nr. 9GM+Š, Nr. 8Sub ir Nr. 4GM didesnės nitritų koncentracijos stebėtos vasaros pirmoje pusėje, bet technologinė norma nebuvo viršyta (5.3 pav.).



5.3 pav. Nitritų koncentracijos tirtų tvenkinių vandenyje

Lyginant tręštų ir netręštų tvenkinių (Nr. 5 ir Nr. 3) nitritų tyrimo rezultatus, koncentracijos juose buvo žemesnės. Tvenkinyje Nr. 3 nitritų koncentracija padidėjo vasaros pabaigoje vidutiniškai iki 0,0346 mgN/l. Tvenkinyje Nr. 5 nitritų koncentracijos rudeni, žiemą ir pavasarį buvo panašios ir buvo vidutiniškai 0,038 mgN/l.

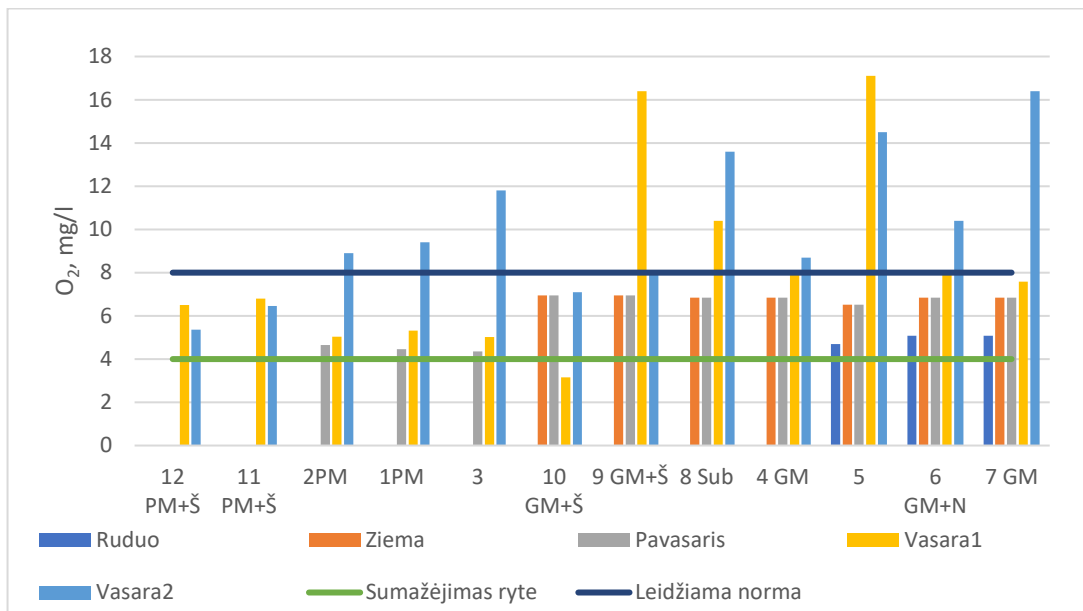
Nitratų koncentracijos visuose tvenkiniuose buvo žemiau viršutinės technologinės normos ribos (0,2-1 mgN/l) visą tyrimo laikotarpį. Didesnės nei 0,2 mgN/l (technologinės normos žemutinė riba) nitratų koncentracijos stebėtos beveik visuose tvenkiniuose, išskyrus tvenkinius Nr. 11PM+Š, Nr. 12PM+Š, Nr. 6GM+N ir Nr. 7GM (5.4 pav.). Didesnės nitratų koncentracijos nustatytos skirtingu metu laiku skirtinguose tvenkiniuose. Galima išvelgti tendenciją, kad didesni nitratų kiekiai nustatyti rudenį tvenkiniuose, tręštuose galvijų mėšlu ir substratu - koncentracijos buvo nuo 0,617 iki 0,818 mgN/l. Tvenkiniuose Nr. 10GM+Š ir Nr. 9GM+Š didesnės nitratų koncentracijos nustatytos žiemą ir pavasarį. už technologinę normą (0,2 mg/l) buvo dviejuose tvenkiniuose (Nr. 12PM+Š ir Nr. 7GM). Vasaros antroje pusėje nitritų koncentracija tvenkinyje Nr. 7GM buvo sumažėjusi iki 0,003 mg/l. Tvenkiniuose Nr. 9GM+Š, Nr. 8Sub ir Nr. 4GM didesnės nitritų koncentracijos stebėtos vasaros pirmoje pusėje, bet technologinė norma nebuvo viršyta.



5.4 pav. Nitratų koncentracijos tirtų tvenkinių vandenyje

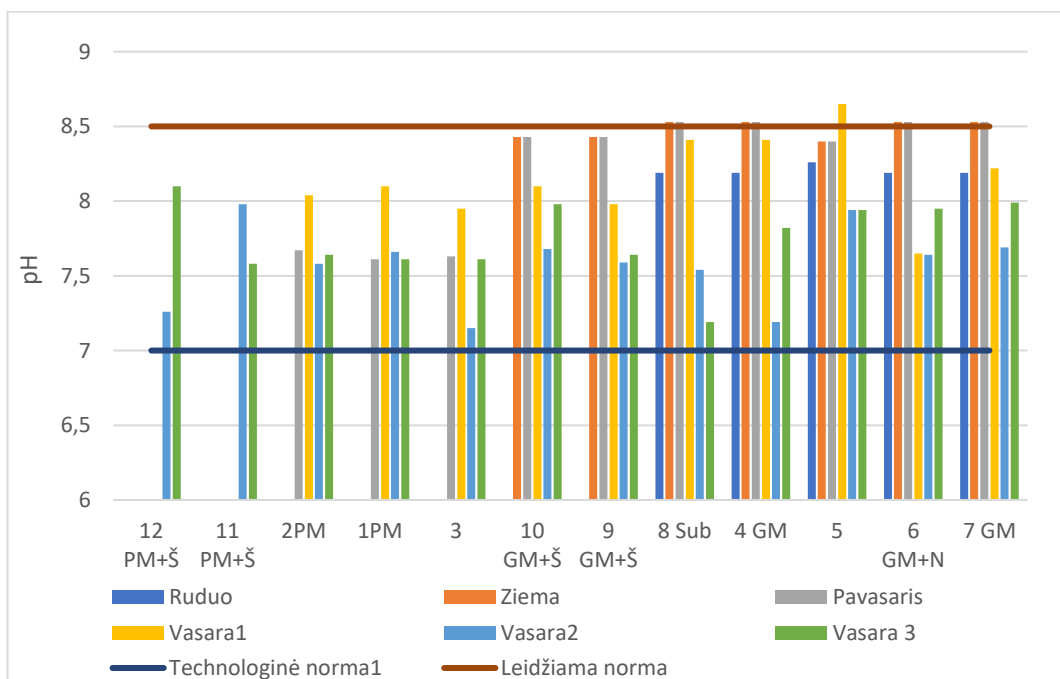
Lyginant tręštų ir netręštų tvenkinių (Nr. 5 ir Nr. 3) nitratų tyrimo rezultatus, tvenkinyje Nr. 3 didesnės nitratų koncentracijos nustatytos pavasarį ir vasaros pirmoje pusėje (vidutiniškai: 0,355 mgN/l ir 0,505 mgN/l) ir buvo panašios kaip ir tręštuose tvenkiniuose. Tvenkinyje Nr. 5 didesnės nitratų koncentracijos stebėtos rudenį (vidutiniškai 0,663 mgN/l), žiemą ir pavasarį (vidutiniškai 0,355 mgN/l) ir buvo panašios į tręštuose tvenkiniuose nustatytas nitratų koncentracijas.

Ištirpusio deguonies kiekio koncentracijos visuose tvenkiniuose atitiko technologinę normą (4 mg/l rytinėmis valandomis) (5.5 pav.). Didesnė už leistiną (8 mg/l) ištirpusio deguonies koncentracija vasaros pirmoje pusėje stebėta tvenkiniuose Nr. 8Sub (vidutiniškai 10,4 mg/l) ir Nr. 9GM+Š (vidutiniškai 16,4 mg/l), kurie buvo tręšti substratu (10 t/ha) ir šiaudais (680 kg/ha). Tvenkinyje Nr. 8Sub ištirpusio deguonies kiekio koncentracija buvo didesnė už leistiną ir vasaros pabaigoje (vidutiniškai 13,6 mg/l). Tvenkiniuose Nr. 1PM ir Nr. 2PM (tręšta paukščių mėšlu 2,4 t/ha ir 1,33 t/ha atitinkamai) bei Nr. 6GM+N ir Nr. 7GM (galvijų mėšlas 5 t/ha bei nendrės 1,4 t/ha ir galvijų mėšlas 2,5 t/ha atitinkamai) ištirpusio deguonies kiekio koncentracija buvo didesnė už leistiną antroje vasaros pusėje. Tačiau nustatyta, kad netręštuose tvenkiniuose ištirpusio deguonies kiekio koncentracija taip pat buvo aukštesnė už leistiną: tvenkinyje Nr. 3 antroje vasaros pusėje (vidutiniškai buvo 11,8 mg/l), o tvenkinyje Nr. 5 kito vidutiniškai nuo 17,1 mg/l vasaros pradžioje iki 14,5 mg/l vasaros pabaigoje.



5.5 pav. Ištirpusio deguonies kiekio koncentracijos tirtų tvenkinių vandenyje

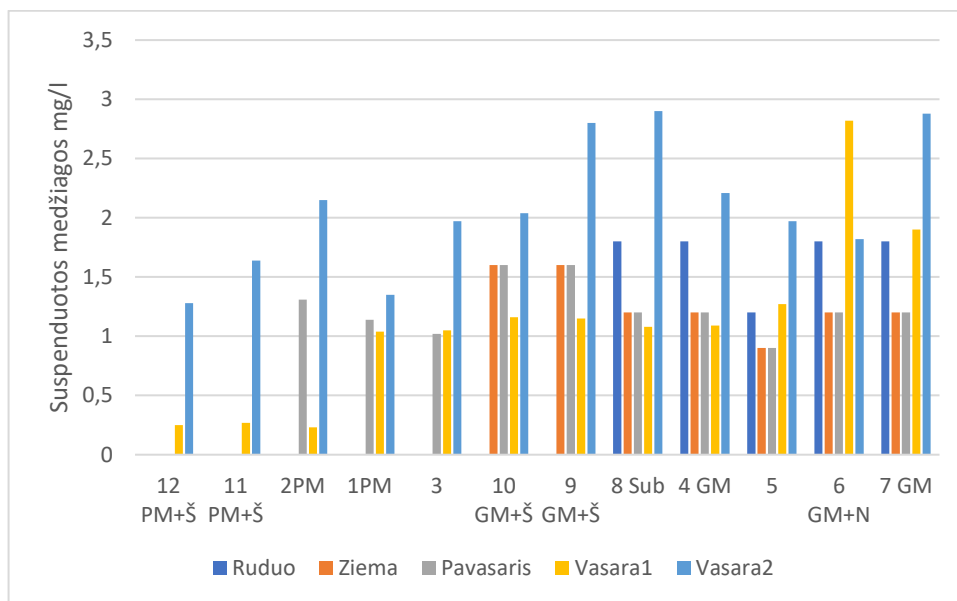
Rodiklis *pH* visuose tvenkiniuose buvo aukštesnė nei technologinė norma visą tyrimo laikotarpį tiek tręštuose tiek netręštuose tvenkiniuose (5.6 pav.). Pirmoje vasaros pusėje netręštame tvenkinyje Nr. 5 *pH* reikšmė buvo šiek tiek didesnė (vidutiniškai buvo 8,65) už leistiną reikšmę (8,5). Šiame tvenkinyje visą stebėjimo laikotarpį vidutinės *pH* reikšmės buvo netgi aukštesnės, nei tręštuose tvenkiniuose. Aukštesnės *pH* reikšmės buvo stebimos žiemą ir pavasarį ir tvenkiniuose, kurie buvo tręšti šiaudais, galvijų mėšlu bei substratu nepriklausomai nuo tręšimo normos dydžio, ir vidutiniškai svyravo nuo 8,4 tyrimo pradžioje iki 7,4 tyrimo pabaigoje. Tvenkiniuose, tręštuose paukščių mėšlu *pH* reikšmės vidutiniškai buvo nuo 7,2 iki 8,1.



5.6 pav. *pH* reikšmės tirtų tvenkinių vandenyje (Vandens kokybės mėginiai buvo imti vidudienį)

Netręštame tvenkinyje Nr. 3 *pH* reikšmės šiek tiek žemesnės, bet taip pat buvo didesnės už technologinę normą.

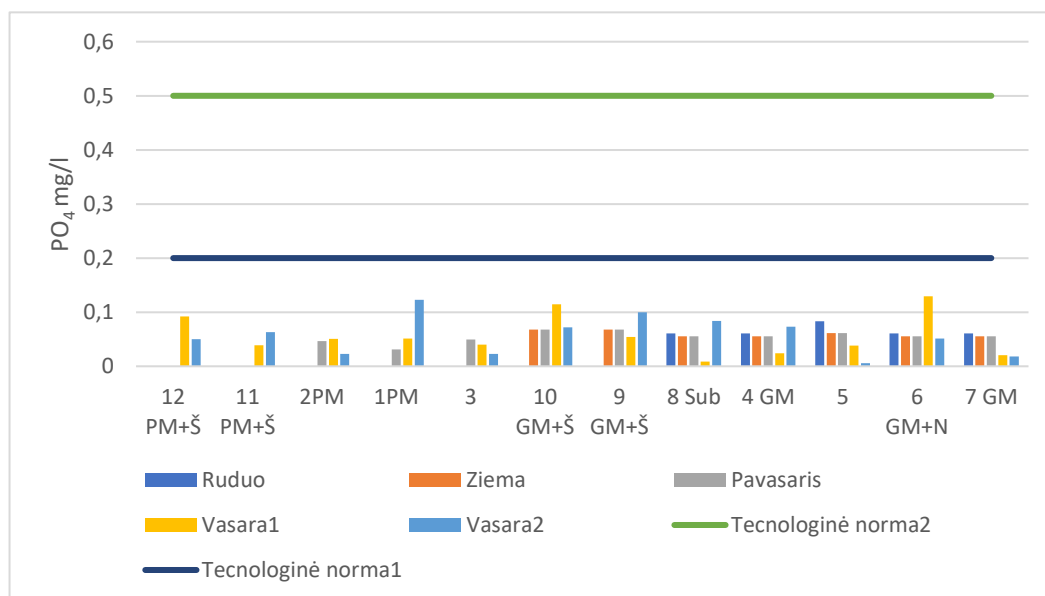
Vertinant *suspenduotų medžiagų (SM) kiekius* tirtų tvenkinių vandenyje, nustatyta, kad didžiausių kiekių nustatyti antroje vasaros pusėje visuose tvenkiniuose, išskyrus tvenkinį Nr. 6GM+N (5.7 pav.). Šiame tvenkinyje didžiausias SM kiekis (2,82 mg/l) nustatytas pirmoje vasaros pusėje (tręšta galvijų mėšlu 5 t/ha ir nendrėmis 1,4 t/ha). Tvenkiniai, kurie buvo tręšti paukščių mėšlu, SM kiekiai buvo vidutiniškai nuo 1,4 mg/l iki 2,15 mg/l. Didesnis SM kiekis nustatytas tvenkinyje, kuris buvo tręstas 1,33 t/ha paukščių mėšlo norma. Tvenkiniuose Nr.7 GM (galvijų mėšlas 2,5 t/ha) ir Nr. 9GM+Š (šiaudai 680 kg/ha) bei Nr. 8Sub (substratas 10 t/ha) vasaros pabaigoje nustatytos didesnės SM reikšmės, nei kituose tvenkiniuose (2,88 mg/l, 2,8 mg/l ir 2,9 mg/l atitinkamai).



5.7 pav. Suspenduotų medžiagų kiekiai tirtų tvenkinių vandenyje

Analizuojant SM kiekius netręštuose tvenkiniuose, matyti, kad SM kiekiai vertinant atskirais sezonais yra panašūs, kaip ir tręštuose tvenkiniuose. Netręštuose tvenkiniuose didesnis SM kiekis taip pat nustatytas vasaros pabaigoje.

Fosfatų koncentracijos visuose tvenkiniuose buvo žemiau žemutinės technologinės normos ribos (0,2-0,5 mgN/l) visą tyrimo laikotarpį (5.8 pav.).

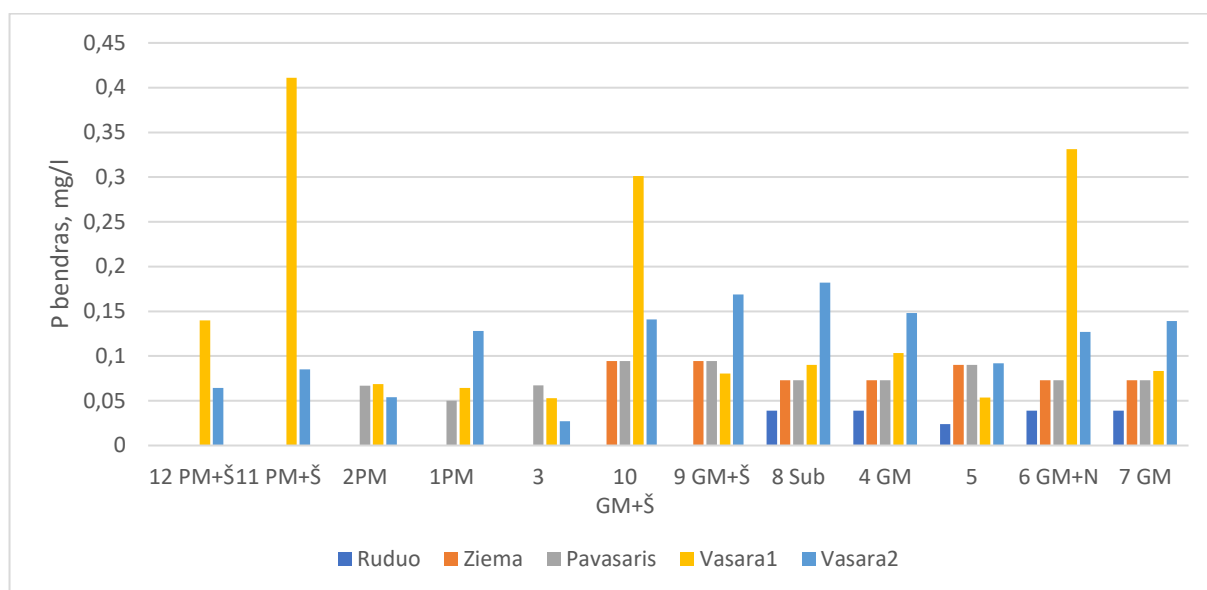


5.8 pav. Fosfatų tyrimo rezultatai tirtuose tvenkiniuose

Didesnės nei 0,1 mgP/l fosfatų koncentracijos stebėtos tvenkiniuose Nr. 1PM paukščių mėšlas 2,4 t/ha), Nr. 10GM+Š (galvijų mėšlas 1,5 t/ha ir šiaudai 1,4 t/ha) ir Nr. 6GM+N (galvijų mėšlas 5 t/ha ir nendrės 1,4 t/ha). Fosfatų reikšmės šiuose tvenkiniuose vidutiniškai buvo nuo 0,114 mgP/l iki 0,129 mgP/l. Kituose tręštuose tvenkiniuose visą tyrimo laikotarpį fosfatų kiekiai kito nežymiai visą tyrimo laikotarpį. Tvenkiniuose Nr. 1PM, Nr. 4GM, Nr. 8Sub ir Nr. 9GM+Š fosfatų kiekiai nustatyti didesni vasaros pabaigoje, kituose tręštuose tvenkiniuose fosfatų kiekiai vasaros pabaigoje mažėjo.

Lyginant tręštų ir netręštų tvenkinių (Nr. 5 ir Nr. 3) fosfatų tyrimo rezultatus, matoma pastovi fosfatų mažėjimo tendencija vertinant atskirais sezonais.

Vertinant bendrojo fosforo kiekius tirtų tvenkinių vandenyje, nustatyta, kad didžiausi jų kiekiai nustatyti pirmoje vasaros pusėje tvenkiniuose Nr. 6GM+N (galvijų mėšlas 5 t/ha ir nendrės 1,4 t/ha), Nr. 10GM+Š (galvijų mėšlas 1,5 t/ha ir šiaudai 1,4 t/ha) ir Nr.11PM+Š (Šiaudai 1800 kg/ha) 0,33 mgP/l, 0,30 mgP/l ir 0,41 mgP/l atitinkamai. Didesni bendrojo fosforo kiekiai tręštuose tvenkiniuose nustatyti vasaros antroje pusėje nepriklausomai nuo trąšos tipo ir normos (5.9 pav.).

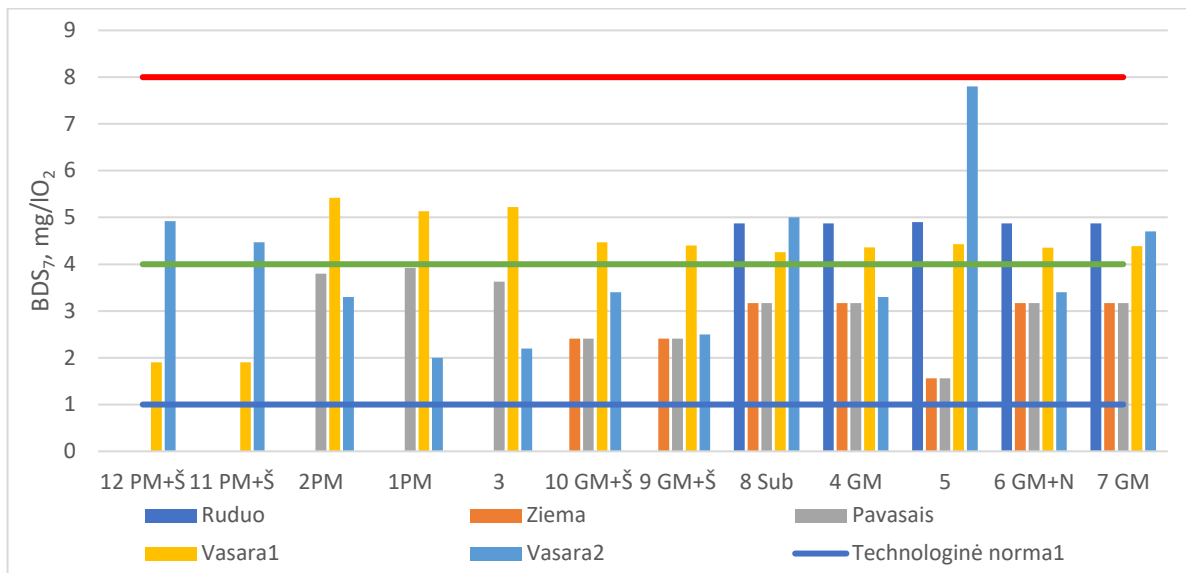


5.9 pav. Bendrojo fosforo tyrimo rezultatai tirtuose tvenkiniuose

Netręštuose tvenkiniuose bendrojo fosforo kiekiai nustatyti šiek tiek mažesni nei tręštuose tvenkiniuose.

Biocheminio deguonies suvartojimo (BDS₇) visuose tvenkiniuose atitiko technologines žuvų auginimo normos ribas (5.10 pav.). Didesnės BDS₇ reikšmės stebimos rudenį ir vasaros pabaigoje tvenkiniuose, kurie buvo tręšti galvijų mėšlu ir substratu (Nr. 8Sub, Nr. 4GM, Nr. 6GM+N ir Nr. 7GM). Tvenkiniuose, kurie buvo tręšti paukščių mėšlu ir šiaudais arba galvijų mėšlu ir šiaudais (Nr. 2PM, Nr. 1PM, Nr. 10GM+Š ir Nr. 9GM+Š) didesnės BDS₇ reikšmės gautos vasaros pirmoje pusėje. Netręštame tvenkinyje Nr. 5 didžiausia BDS₇ reikšmė stebima vasaros pabaigoje (vidutiniškai 7,8 mgO₂/l), o žemiausios reikšmė nustatytos žiemą ir pavasarį (vidutiniškai 1,58 mgO₂/l).

Netręštame tvenkinyje Nr. 3 didžiausia BDS₇ reikšmė nustatyta vasaros pirmoje pusėje (5,22 mgO₂/l), o vasaros pabaigoje sumažėjo iki 2,2 mgO₂/l.



5.10 pav. Biocheminio deguonies sunaudojimo tyrimo rezultatai tirtuose tvenkiniuose

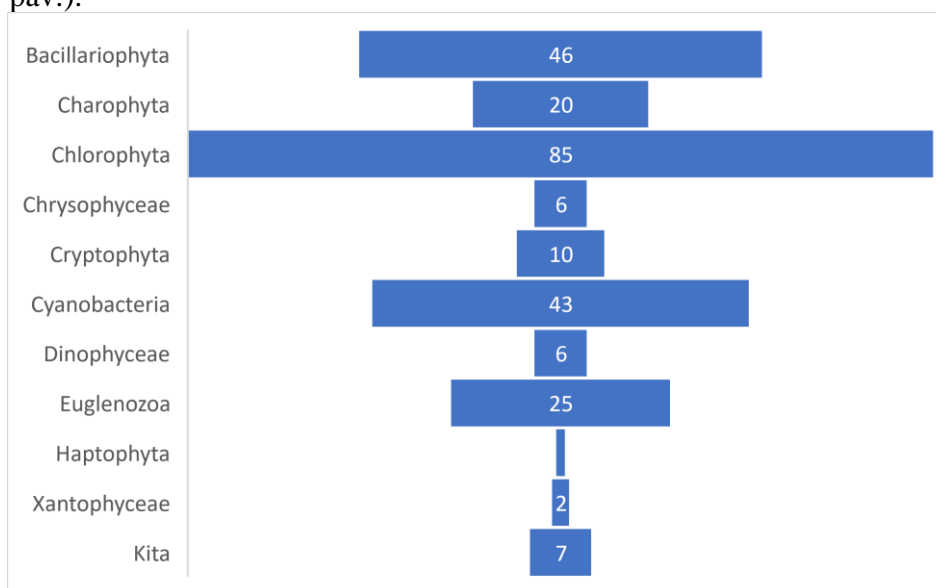
Skyriaus išvados

Eksperimentinio tręšimo metu žuvininkystės ūkiuose nebuvo užfiksuoti jokie vandens kokybės rodiklių leidžiamos normos viršijimai, neleistina likutinė azoto, fosforo tarša aplinkai. Kai kurie vandens kokybės rodikliai netgi buvo aukštesni netręštuose tvenkiniuose. Tai patvirtina, kad žuvininkystės tvenkinių tręšimas nedaro reikšmingos neigiamos įtakos vandens telkiniams, į kuriuos išleidžiamas žuvininkystės tvenkiniuose žuvų auginimui naudotas vanduo.

6. Fitoplanktono bendra apžvalga

Vertinant gautus rezultatus, iš viso rasta 11 fitoplanktono klasių: žaliadumbliai *Chlorophyta* (33.86%) ir *Charophyta*; (7.97%) titnagdumbliai *Bacillariophyta* (18,33%); auksadumbliai *Chrysophyceae* (2.39%); šarvadumbliai *Cryptophyta* (kriptofitainiai) (3.98%) ir *Dinophyceae* (dinofitainiai)(2.39%); melsvabakterės *Cyanobacteria* (17.13%); euglendumbliai *Euglenozoa* (9.96%); gelsvadumbliai *Xantophyceae* (0.80%); *Haptophyta* (0.40%) ir kita (2.79%).

Nustatyta 251 dumblų rūšis. Didžiausia rūšine įvairove pasižymėjo žaliadumbliai *Chlorophyta* ir *Charophyta* (105 rūšys), titnagdumbliai *Bacillariophyta* (46 rūšys) ir melsvabakterės *Cyanobacteria* (43 rūšys) (6.1 pav.).

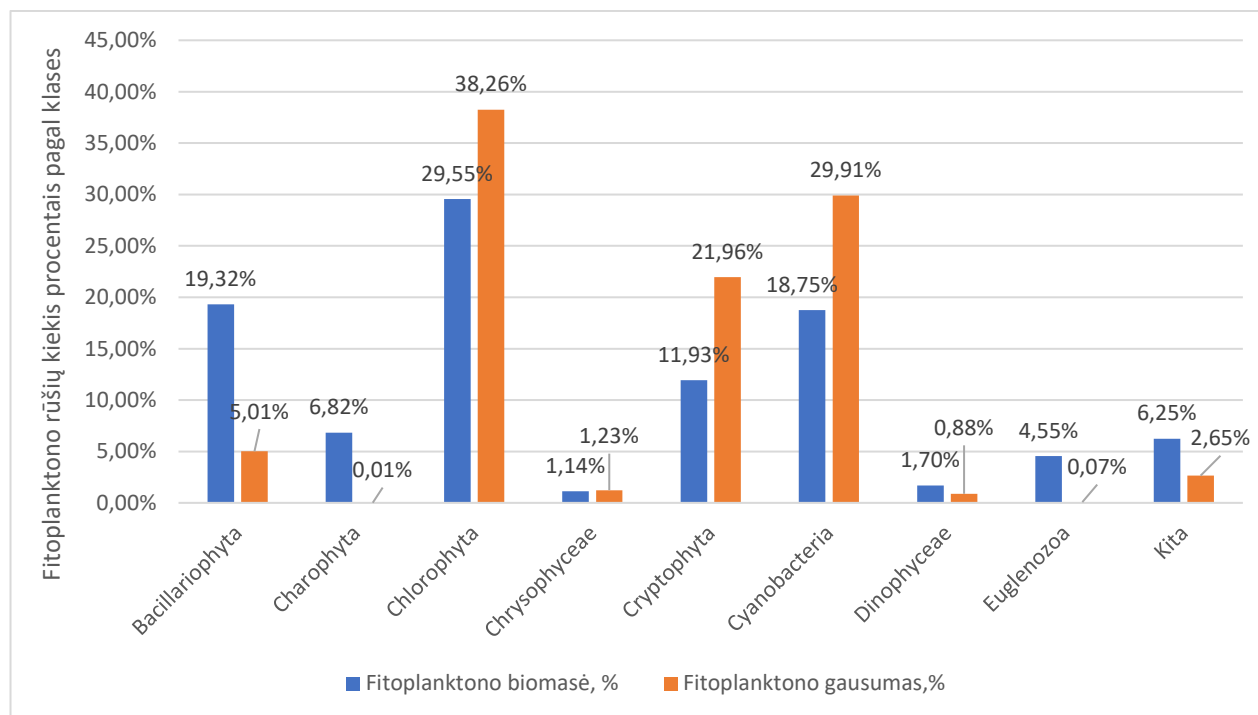


6.1 pav. Nustatytų fitoplanktono klasių rūšių kiekis

Analizuojant bendrą fitoplanktono biomasę, nustatyta, kad pagal biomasę vyravo žaliadumbliai (36,37%): *Chlorophyta* (29,55%) ir *Charophyta*; (6,82%); titnagdumbliai *Bacillariophyta* (19,32%); melsvabakterės *Cyanobacteria* (18,75%). Pagal gausumą vyravo žaliadumbliai *Chlorophyta* (38,36%); melsvabakterės *Cyanobacteria* (29,91%); šarvadumbliai *Cryptophyta* (kriptofitainiai) (21,96%) (6.2 pav.).

Vasaros pradžioje didžiausia fitoplanktono įvairovė (41 rūšis) nustatyta tvenkinyje Nr. 10GM+Š, kuris buvo tręštas galvijų mėšlu ir šiaudais (1,5 t/ha mėšlo ir 680 kg/ha šiaudų). Vasaros pabaigoje šiame tvenkinyje buvo nustatytos 46 dumblių rūšys. Tvenkinyje Nr. 4GM, kuris buvo tręštas galvijų mėšlu (10 t/ha), vasaros pradžioje nustatyta tik 18 dumblių rūšių, o vasaros pabaigoje šiame tvenkinyje buvo didžiausia dumblių įvairovė iš visų tirtų tvenkinių, rastos 64 dumblių rūšys.

Mažiausia fitoplanktono įvairovė tiek vasaros pradžioje (9 rūšys) tiek vasaros pabaigoje (12 rūšių) nustatyta tvenkinyje Nr. 8Sub, kuris buvo tręštas substratu (10 t/ha).

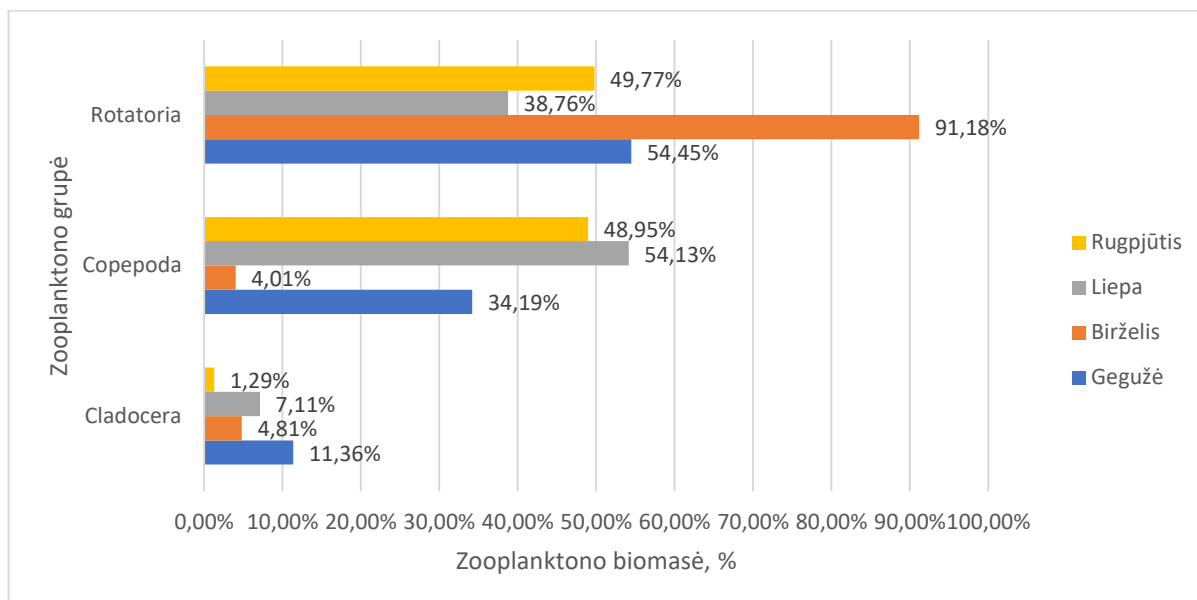


6.2 pav. Bendras fitoplanktono rūšių kiekis procentais tirtuose tvenkiniuose pagal fitoplanktono klases

Tiktai viename tvenkinyje (Nr. 4GM) aptiktos *Haptophyta* (0,02% nuo bendro dumblių kiekio) ir gelsvadumblių *Xantophyceae* (0,04% nuo bendro dumblių kiekio) rūšys. Labai mažas *Xantophyceae* dumblių kiekis aptiktas ir tvenkinyje Nr. 11PM+Š.

7. Zooplanktono bendra apžvalga

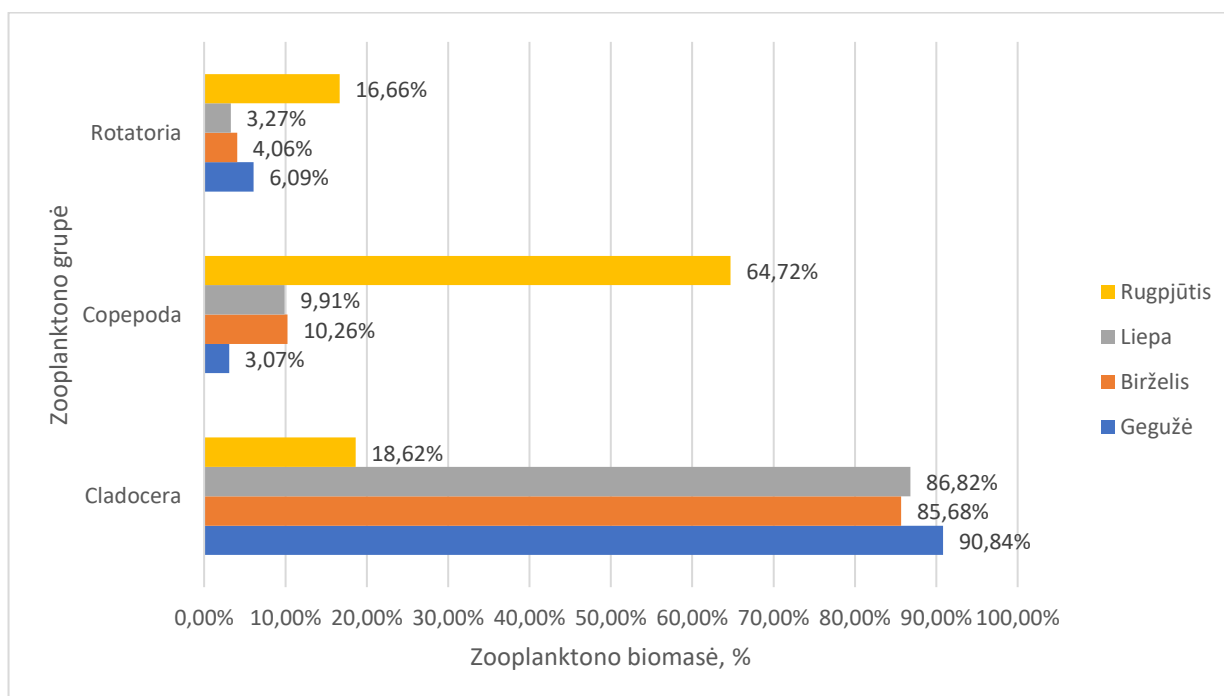
Tyrimo metu buvo aptiktos trys zooplanktono grupės: verpetės *Rotatoria*, šakotaūšiai vėžiagyviai *Cladocera* ir irklakojai vėžiagyviai *Copepoda*. Vertinant zooplanktono kiekį pagal gausumą, nustatyta, kad gausiausia grupė buvo verpečių *Rotatoria*, net 79,10% nuo bendro gausumo, po to irklakojai vėžiagyviai *Copepoda*, kurie sudarė 15,84%. Šakotaūšiai vėžiagyviai *Cladocera* pagal gausumą sudarė tik 5,06% nuo bendro zooplanktono gausumo kiekio (7.1 pav.).



7.1 pav. Zooplanktono grupių gausumas procentais atskirais tyrimo mėnesiais

7.1 pav. galima matyti, kad *Rotatoria* grupės zooplanktono didžiausias kiekis pagal gausumą buvo birželio mėnesį (91,18%), po to mažėjo nes jais maitinosis žuvis. Ta pati situacija stebima ir vertinant *Cladocera* grupės zooplanktono gausumą: didžiausias kiekis nustatytas gegužės mėnesį (11,36%), o rugpjūčio mėnesį sumažėjo (iki 1,29%). *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas didžiausias buvo liepos (54,13%) ir rugpjūčio (48,95%) mėnesiais.

Pagal bendrą biomasę, didžiausią dalį sudarė šakotaūsių vėžiagyviai *Cladocera* - vidutiniškai 85,83%; irklakojai vėžiagyviai *Copepoda* sudarė 10,41%, o verpetės *Rotatoria* 3,86% nuo bendros zooplanktono biomasės (7.2 pav.).

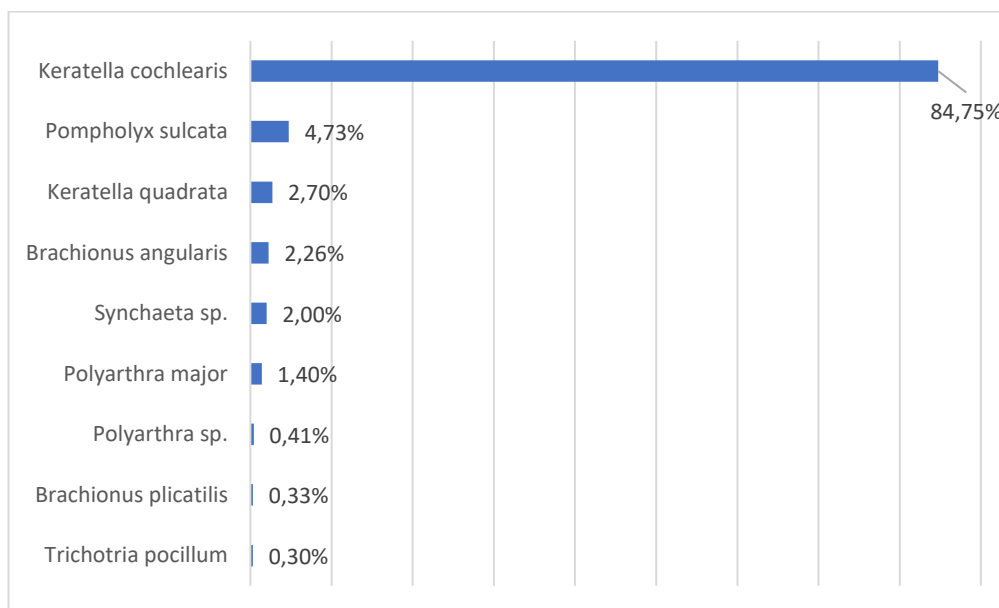


7.2 pav. Zooplanktono grupių kiekis procentais atskirais tyrimo mėnesiais

7.2 pav. galima matyti, kad *Rotatoria* ir *Copepoda* grupės zooplanktono didžiausias kiekis pagal biomasę buvo rugpjūčio mėnesį (16,66% ir 64,72%), o *Cladocera* grupės zooplanktono kiekiai pagal

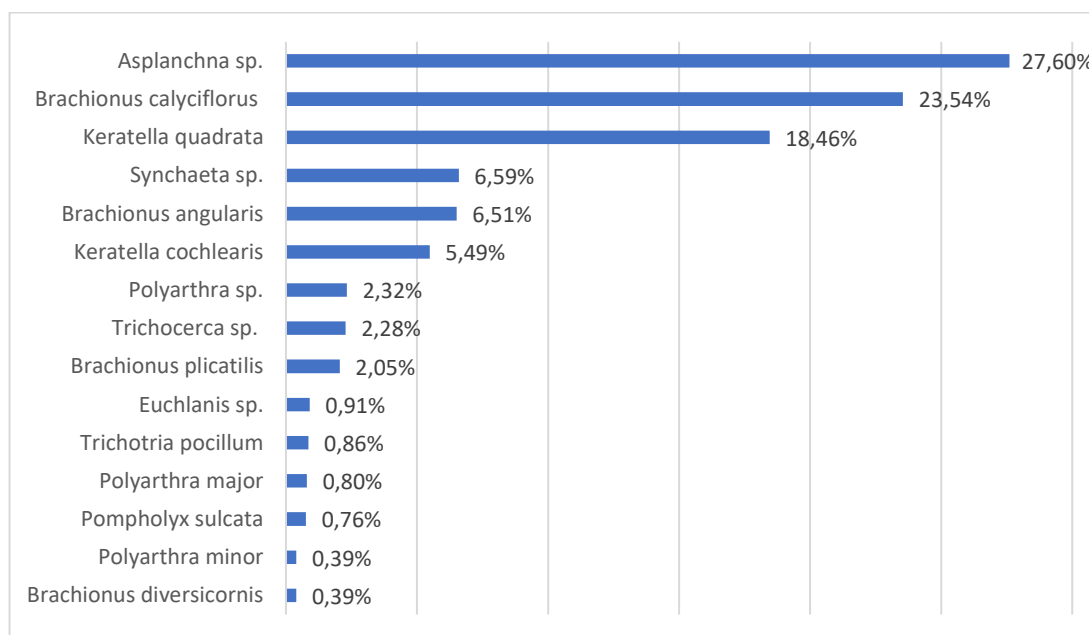
biomasę rugpjūčio mėnesį stipriai sumažėjo, nors kitais tyrimo mėnesiais šios grupės vėžiagyvių buvo didesnis kiekis nei kitų zooplanktono grupių.

Iš *Rotatoria* grupės zooplanktono pagal gausumą vyravo *Keratella cochlearis* rūšis (84,75%). Visų kitų rūšių gausumas kito nuo 0,01% iki 4,73% (7.3 pav.).



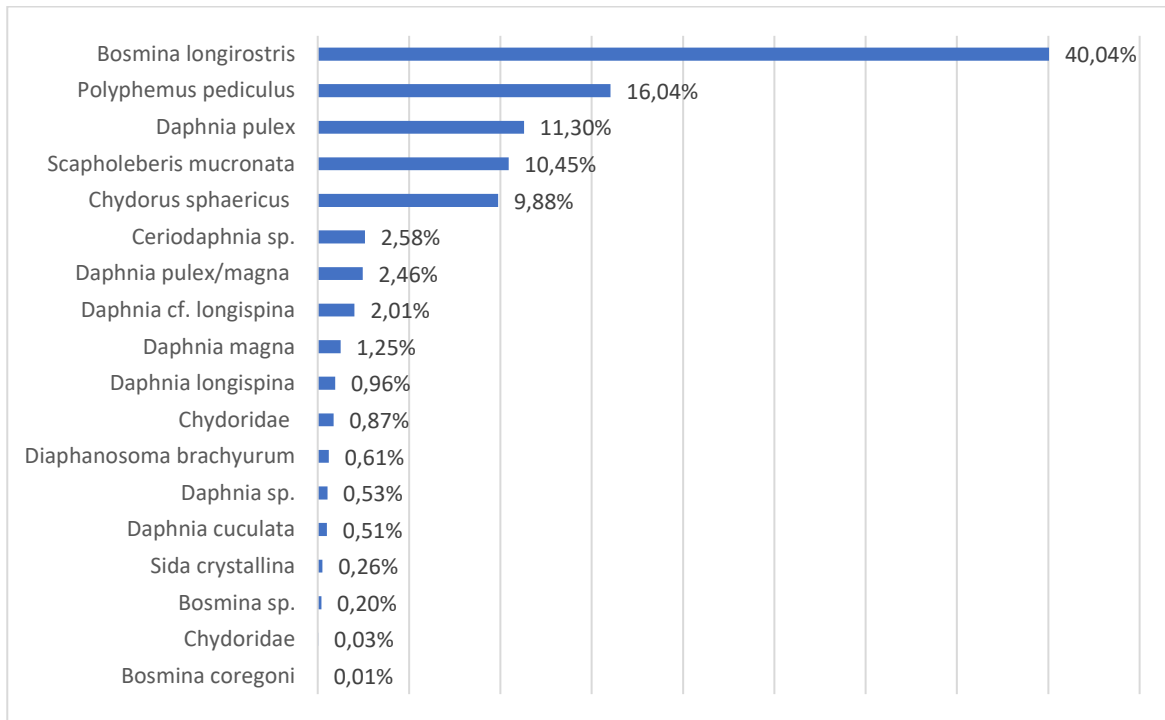
7.3 pav. *Rotatoria* zooplanktono rūšių bendras gausumas (fragmentas)

Vertinant *Rotatoria* grupės zooplanktoną pagal biomasę, vyravo *Asplanchna sp.* rūšis (27,60%). Taip pat pagal biomasę išsiskyrė *Brachionus calyciflorus* (23,54%) ir *Keratella quadrata* (18,46%) rūšys (7.4 pav.).



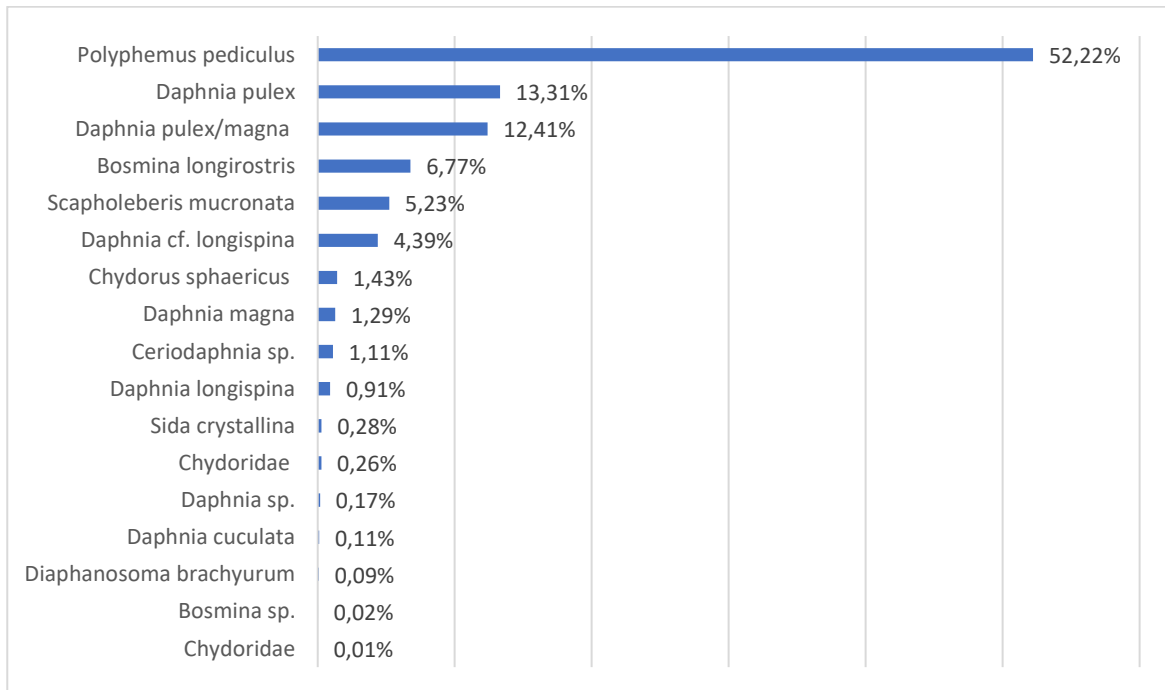
7.4 pav. *Rotatoria* zooplanktono rūšių bendra biomasė (fragmentas)

Iš *Cladocera* grupės zooplanktono pagal gausumą vyravo *Bosmina longirostris* rūšis (40,04%). Taip pat gausios buvo *Polyphemus pediculus* (16,04%); *Daphnia pulex* (11,30%), *Scapholeberis mucronate* (10,45%) ir *Chydorus sphaericus* (9,88%). Visų kitų rūšių gausumas kito nuo 0,01% iki 2,58% (7.5 pav.).



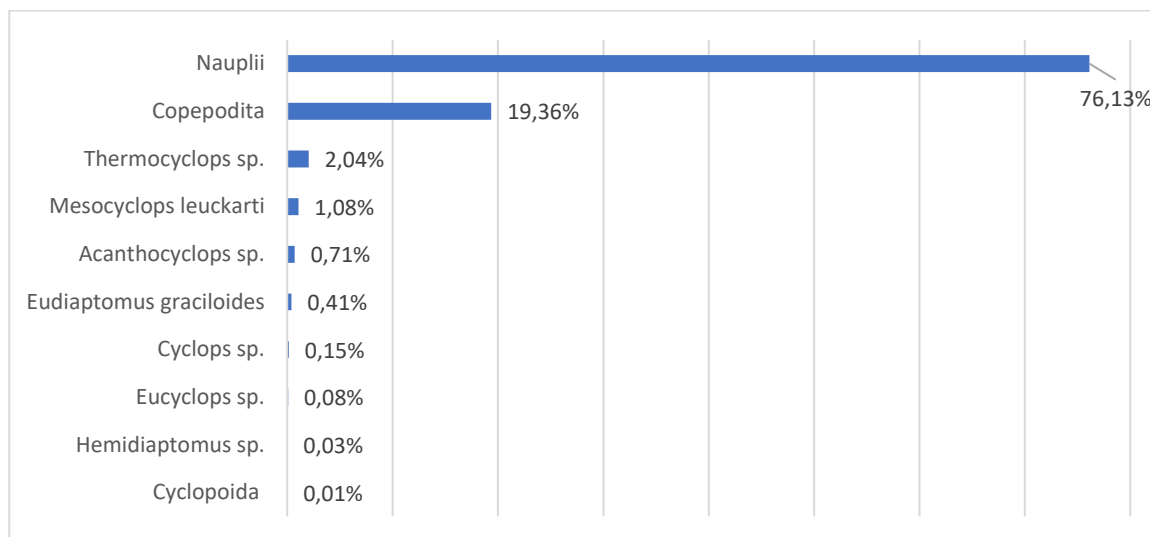
7.5 pav. *Cladocera* zooplanktono rūšių bendras gausumas (fragmentas)

Vertinant *Cladocera* grupės zooplanktoną pagal biomąsę, vyravo *Polyphemus pediculus*. rūšis (52,22%). Taip pat pagal biomąsę išsiskyrė *Daphnia pulex* (13,31%) ir *Daphnia pulex/magna* (12,41%) rūšys (pav.).



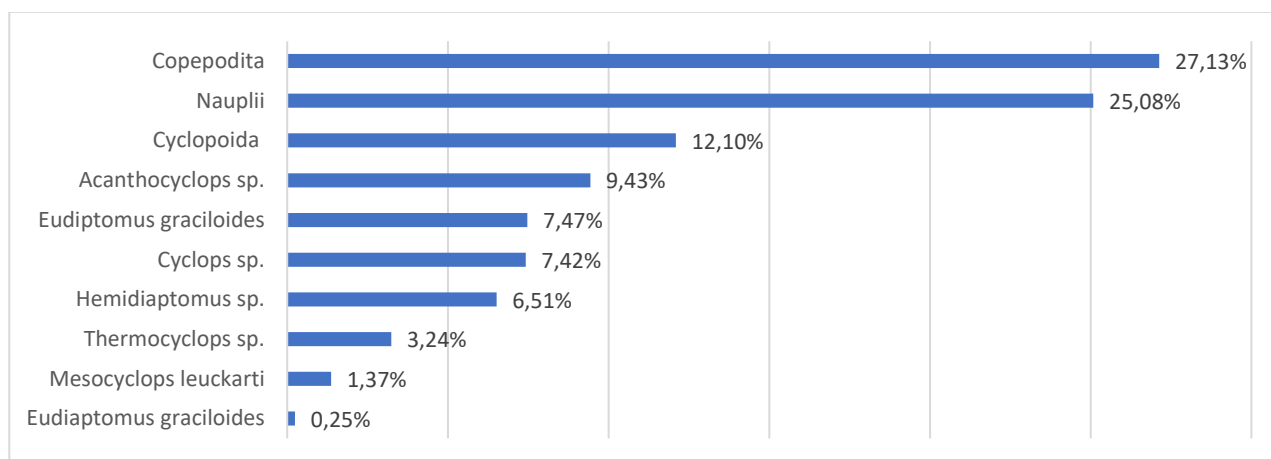
7.6 pav. *Cladocera* zooplanktono rūšių bendra biomąsė (fragmentas)

Iš *Copepoda* grupės zooplanktono pagal gausumą vyravo *Nauplii* rūšis (76.13%). Taip pat gausi buvo *Copepodita* (19.36%) zooplanktono rūšis. Visų kitų rūšių gausumas kito nuo 0,01% iki 2,04% (7.7 pav.).



7.7 pav. *Copepoda* zooplanktono rūšių bendras gausumas (fragmentas)

Vertinant *Copepoda* grupės zooplanktoną pagal biomasę, vyravo *Copepodita*. rūšis (27,13%). Taip pat pagal biomasę išsiskyrė *Nauplii* (25,08%) rūšys (žr.7.8 pav.).



7.8 pav. *Copepoda* zooplanktono rūšių bendra biomasė (fragmentas)

8. Fitoplanktono ir zooplanktono gausumas ir biomasė atskiruose tvenkiniuose

8.1. Tvenkinys Nr. 1PM

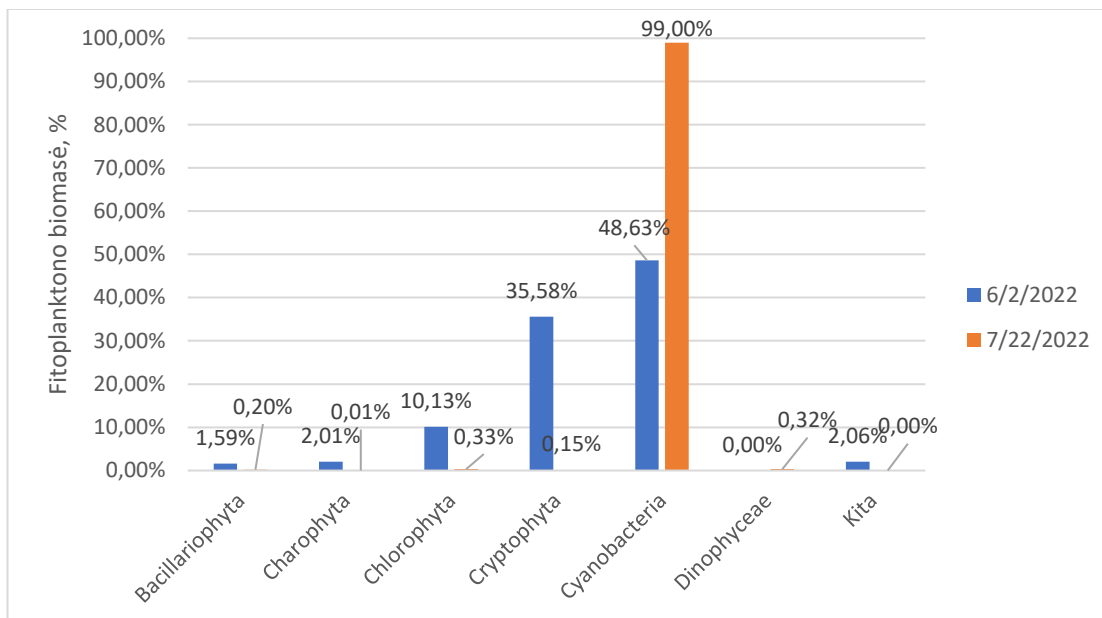
Tvenkinys Nr. 1PM, kurio plotas 10,3 ha, pirmą kartą buvo patręštas 2022 m. gegužės 14 d., sunaudojant 1,25 t/ha paukščių mėšlo; po dviejų savaitių į tvenkinį suleistos žuvų lervutės (karpių lervutės - 300 000 vnt., amūrų lervučių – 100 000 vnt., ir plačiakakčių lervučių – 100 000 vnt.); dar po dviejų savaitių tvenkinys dar kartą patręštas 1,25 t/ha. Žuvys pradėtos šerti birželio 21 d. AllerAqua 2 mm pašarais. Šėrimo norma pradžioje buvo 25 kg pašaro kiekvieną darbo dieną, o nuo liepos 19 d. padidinta iki 50 kg kiekvieną darbo dieną. Kontroliniai žuvų gaudymai vyko birželio mėnesį – nepagauta žuvų; liepos mėnesį kontroliniai svėrimai atlikti du kartus: vidutinis žuvų svoris buvo pradžioje 6,5 g ir pabaigoje 26 g; rugpjūčio mėnesį žuvų vidutinis svoris buvo 40 g. Šiame tvenkinyje nustatytas bendras žuvų svoris, t.y. neišskiriant atskiros žuvų rūšies.

Fitoplanktonas.

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės (8.1 pav.) ir 20 dumblių rūšių. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomasę šiame tvenkinyje vyravo melsvabakterės *Cyanobacteria* (48,63%). Iš šių dumblių pagal gausumą vyravo *Pseudanabaena sp.* dumblių rūšis (42,95%), pagal biomasę –

Dolichospermum affine (40,52%). Pagal gausumą vyraujanti dumblių klasė buvo šarvadumbliai *Cryptophyta* (kriptofitainiai) (35,58%). Iš šių dumblių pagal biomasę ir pagal gausumą vyravo *Rhodomonas cf. lacustris* dumblių rūšis (84,37% ir 99,42%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 7 dumblių klasės. Buvo nustatytos 29 dumblių rūšys. Pagal biomasę ir gausumą pradėjo vyrauti melsvabakterių *Cyanobacteria* (99,00% ir 91,23% atitinkamai) klasės dumbliai. Iš šių dumblių pagal biomasę ir pagal gausumą vyravo *Gloeotrichia echinula* dumblių rūšis – 99,88% ir 99,51% atitinkamai.

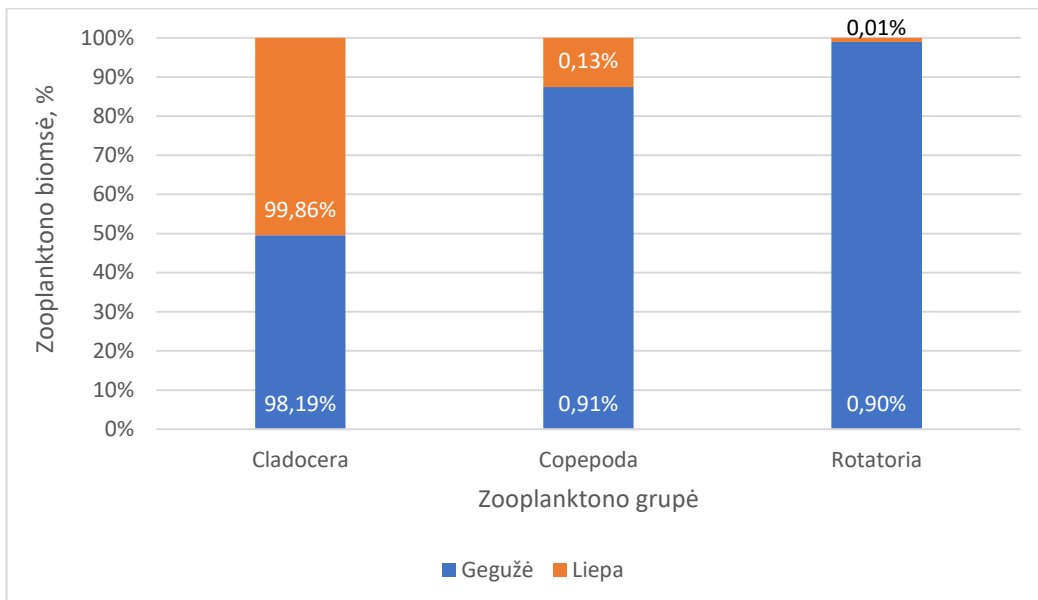


8.1 pav. Fitoplanktono klasių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 1PM

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 5,7% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių, o pagal biomasę – 19,62% nuo bendros visų aptiktų dumblių rūšių.

Zooplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 12 rūšių; *Cladocera* – 5 rūšys ir *Copepoda* – 3 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Cladocera* grupė (98,19%); *Copepoda* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 0,91% ir *Rotatoria* – 0,90% (8.2 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal biomasę ir gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės vyravo *Brachionus calyciflorus* (63,43% ir 31,90%) rūšis; iš *Cladocera* - *Daphnia pulex* rūšis (78,07% ir 34,442%); iš *Copepoda* – pagal biomasę vyravo Copepodita rūšis (60,95%), o pagal gausumą – Nauplii (88,10%) rūšis.

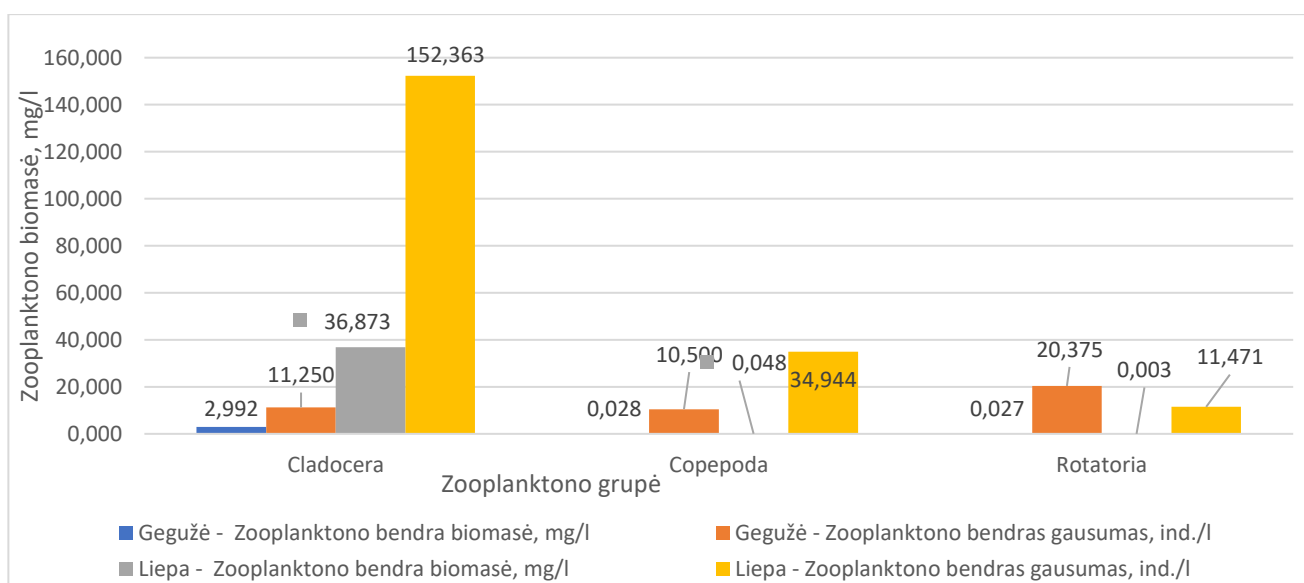


8.2 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 1PM

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta (pav.): *Rotatoria* – 6 rūšys, kurios ir vyraavo *Cladocera* – 5 rūšys ir *Copepoda* – 3 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę liepos mėnesį vyraavo *Cladocera* grupė (99,86%); *Copepoda* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 0,13% ir *Rotatoria* – 0,01% (8.2 pav.). Antroje vasaros pusėje pagal biomasę šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės vyraavo *Asplanchna sp.* (78,91%) rūšis, o pagal gausumą išsiskyrė *Keratella cochlearis* (88,46%); iš *Cladocera* pagal biomasę ir gausumą išsiskyrė *Polyphemus pediculus* rūšis (98,87% ir 94,93%); iš *Copepoda* – pagal biomasę vyraavo Copepodita rūšis (44,46%), o pagal gausumą – Nauplii (80,09%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Cladocera* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą padidėjo nuo 11,25 ind./l iki 152,363 ind./l, o biomasė padidėjo nuo 2,99 mg/l iki 36,873 mg/l. *Copepoda* grupės zooplanktono biomasė padidėjo neįžymiai, *Rotatoria* grupės zooplanktono gausumas ir biomasė sumažėjo, greičiausiai dėl žuvų maitinimosi (8.3 pav.).

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 1.13% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 40.01% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.



8.3 pav. Zooplanktono gausumas ir biomasė tvenkinyje Nr. 1PM

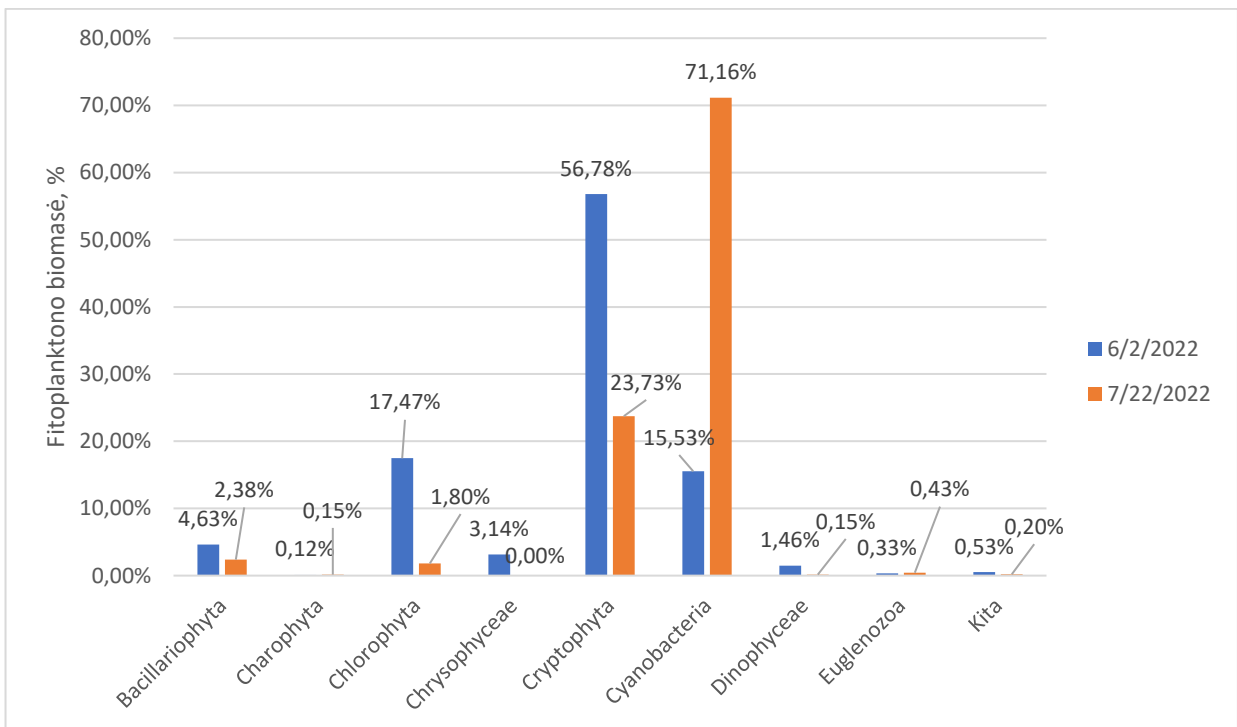
8.2. Tvenkinys Nr.2PM

Tvenkinys Nr.2PM, kurio plotas 9,0 ha, pirmą kartą buvo patręštas 2022 m. gegužės 14 d., sunaudojant 700 kg/ha paukščių mėšlo; po dviejų savaitių į tvenkinį suleista 400 000 karpių lervučių; dar po dviejų savaitių tvenkinys dar kartą patręštas 700 kg/ha paukščių mėšlu. Žuvys pradėtos šerti birželio 21 d. AllerAqua 2 mm pašarais. Šėrimo norma pradžioje buvo 25 kg pašaro kiekvieną darbo dieną, nuo liepos 19 d. padidinta iki 50 kg kiekvieną darbo dieną, o nuo rugpjūčio mėnesio šėrimo norma padidinta iki 75 kg kiekvieną darbo dieną. Kontroliniai žuvų svorio prieaugio patikrinimai vyko birželio mėnesį – vidutinis žuvų svoris buvo 3 g; liepos mėnesį kontroliniai svėrimai atlikti du kartus: vidutinis žuvų svoris buvo pradžioje 7,0 g ir pabaigoje 20 g; rugpjūčio mėnesį žuvų vidutinis svoris buvo 50 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 8 dumblių klasės (8.4 pav.) ir 28 dumblių rūšys. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomasę vyravo šarvadumbliai kriptofitainiai *Cryptophyta* (56,78%). Iš šių dumblių pagal biomasę ir gausumą vyravo *Cryptomonas marrsonii* dumblių rūšis (59,55% ir 38,77%). Žymus kiekis pagal biomasę nustatytas ir žaliadumblių *Chlorophyta* (17,47%) ir melsvabakterių *Cyanobacteria* klasės dumblių (15,53%). Pagal gausumą vyravo žaliadumbliai *Chlorophyta* (51,82%). Iš šių dumblių pagal gausumą vyravo *Monoraphidium minutum* dumblių rūšis (89,33%), o pagal biomasę *Pandorina morum* dumbliai (77,22%). Taip pat aptiktas žymus kiekis šarvadumblių *Cryptophyta* (kriptofitainiai) (21,16%) ir melsvabakterių *Cyanobacteria* klasės dumblių (15,28%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 9 dumblių klasės. Buvo nustatyta 31 dumblių rūšis. Pagal biomasę vyravo melsvabakterių *Cyanobacteria* (71,16%) klasės dumbliai. Iš šių dumblių pagal biomasę ir pagal gausumą vyravo *Aphanizomenon flosaquae* dumblių rūšis – 88,03% ir 96,21% atitinkamai. Pagal gausumą vyravo šarvadumbliai *Cryptophyta* (kriptofitainiai) (44,29%) ir melsvabakterių *Cyanobacteria* klasės dumblių (43,37%).

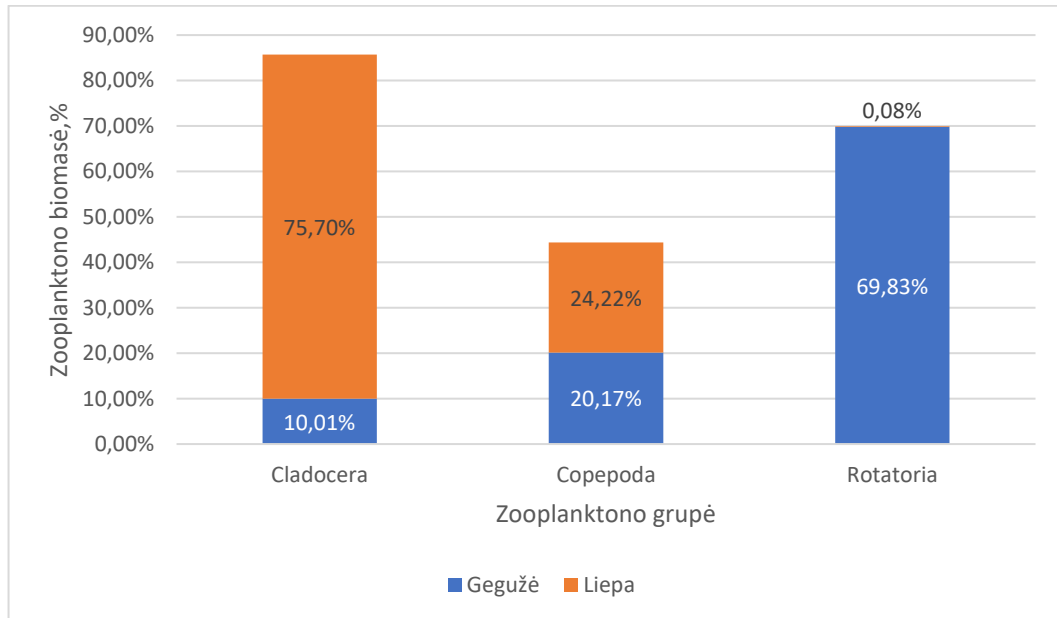


8.4 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 2PM

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 28,96% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių, o pagal biomasę – 15,06% nuo bendros visų aptiktų dumblių rūšių.

Zooplanktonas

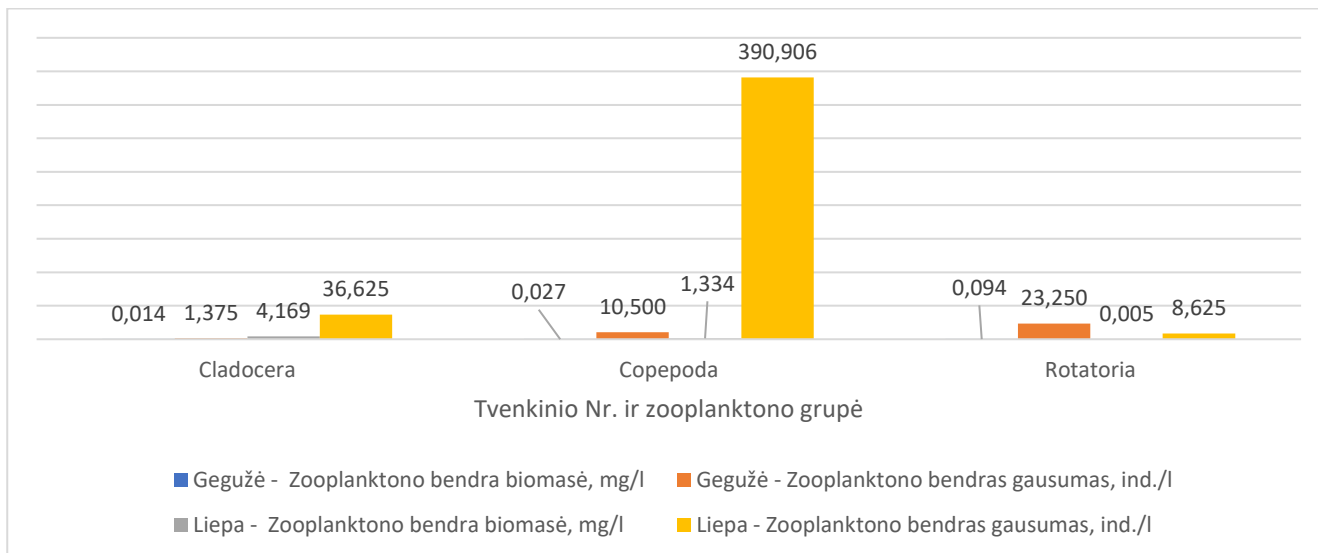
Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 8 rūšys; *Cladocera* – 3 rūšys ir *Copepoda* – 3 rūšys. Pagal biomą vasaros pradžioje vyravo *Rotatoria* grupė (69,83%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomą sudarė 10,01% ir *Copepoda* – 20,17% (8.5 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Brachionus calyciflorus* (48,92%) rūšis, pagal biomą vyravo *Asplanchna sp.* (74,500%) rūšis; iš *Cladocera* pagal gausumą ir biomą vyravo *Bosmina longirostris* rūšis (88,80% ir 77,23%); iš *Copepoda* – pagal biomą vyravo Copepodita rūšis (75,40%), o pagal gausumą – Nauplii (79,76%) rūšis



8.5 pav. Zooplanktono grupių biomą (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 2PM

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 6 rūšys, kurios ir vyravo *Cladocera* – 6 rūšys ir *Copepoda* – 5 zooplanktono rūšys. Pagal biomą liepos mėnesį vyravo *Cladocera* grupė (75,70%); *Copepoda* grupės zooplanktonas pagal biomą sudarė 24,22% ir *Rotatoria* – 0,08% (8.5 pav.). Antroje vasaros pusėje pagal biomą ir gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės vyravo *Euchlanis sp.* (88,40% ir 73,91%); iš *Cladocera* pagal biomą ir gausumą išsiskyrė *Polyphemus pediculus* rūšis (82,57% ir 36,18%); iš *Copepoda* – pagal biomą vyravo *Thermocyclops sp.* rūšis (50,15%), o pagal gausumą – Nauplii (59,13%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Copepoda* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą padidėjo nuo 10,5 ind./l iki 390,096 ind./l, o biomą padidėjo nuo 0,027 mg/l iki 1,334 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomą padidėjo nežymiai, *Rotatoria* grupės zooplanktono gausumas ir biomą sumažėjo, greičiausiai dėl žuvų maitinimosi (8.6 pav.).



8.6 pav. Zooplanktono gausumas ir biomasė tvenkinyje Nr. 2PM

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 2.19% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 5.65% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

8.3. Tvenkinys Nr. 3

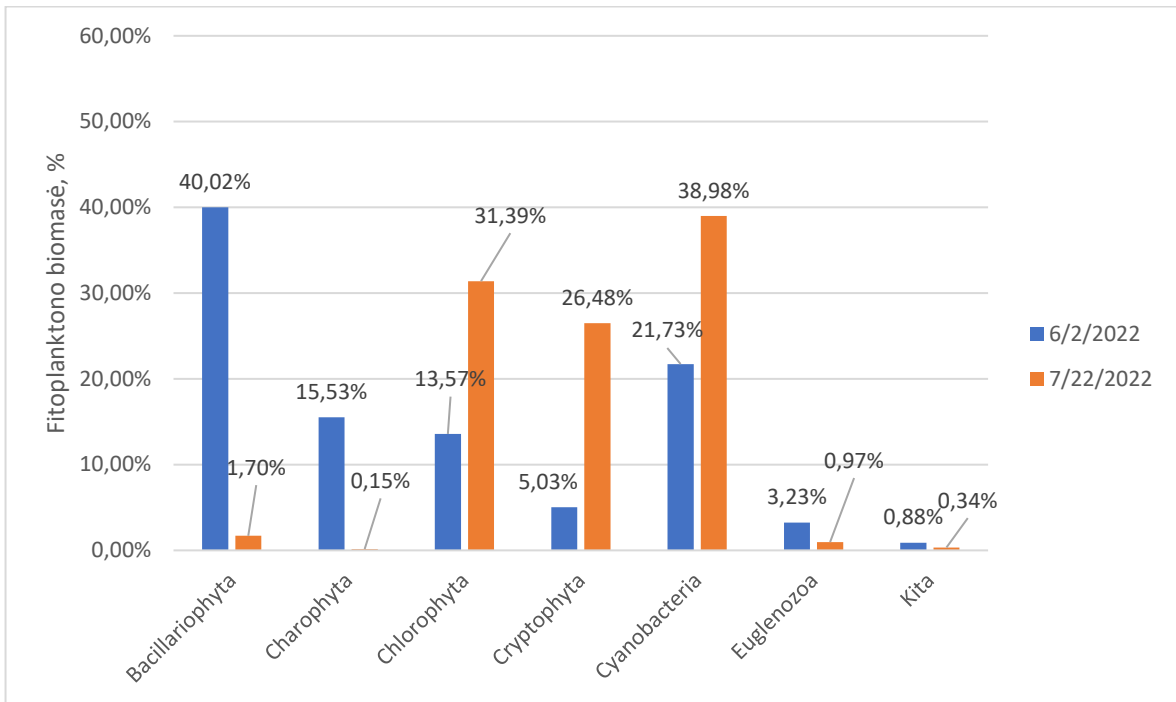
Tvenkinys Nr.3, kurio plotas 143.0 ha, buvo netręštas. Šiame tvenkinyje nustatyti fitoplanktono, zooplanktono ir vandens kokybės tyrimų rezultatai buvo lyginami su tręštuose tvenkiniuose gautais rezultatais. Šiame tvenkinyje buvo auginamos prekinės žuvis.

Fitoplanktonas.

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės ir kita (8.7 pav). Buvo nustatytos 35 dumblių rūšys. Pagal biomasę ir pagal gausumą vyravo titnagdumbliai *Bacillariophyta* (40,02% ir 33,75%). Iš *Bacillariophyta* dumblių pagal gausumą vyravo dvi rūšys: *Fragilaria sp. 1* dumblių rūšis (26,98%) ir *Nitzschia spp.*(20,23%), pagal biomasę vyravo šie dumbliai: *Navicula sp. 1* (28.54%); *Fragilaria capucina* (18,70%) ir *Fragilaria sp. 1* (18,64%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės ir kita. Buvo nustatytos 32 dumblių rūšys. Pagal biomasę ir gausumą pradėjo vyrauti *Chlorophyta* (38,98% ir 56,13% atitinkamai) klasės dumbliai. Iš šių dumblių pagal biomasę ir pagal gausumą vyravo *Willea irregularis* dumblių rūšis – 63,07% ir 80,50% atitinkamai.

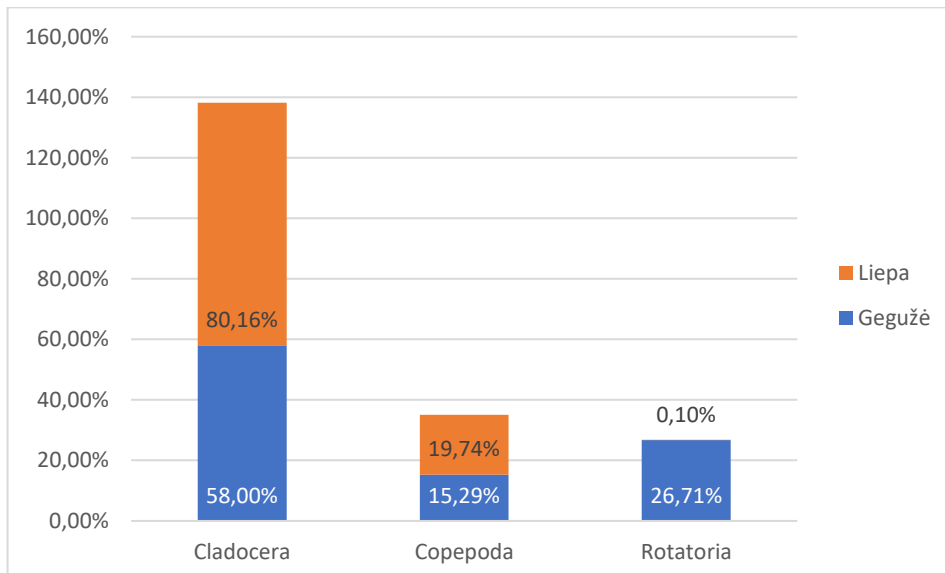
Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 0,77% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių, o pagal biomasę – 0,44% nuo bendros visų aptiktų dumblių rūšių.



8.7 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 3

Zooplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 10 rūšys; *Cladocera* – 2 rūšys ir *Copepoda* – 2 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Cladocera* grupė (58,00%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 26,71% ir *Copepoda* – 15,29% (8.8 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje vyravo iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Lecane sp.* (35,37%) rūšis. Taip pat pagal gausumą vyravo *Trichocerca sp.* rūšies zooplanktonas (28,05%), kuris vyravo ir pagal biomasę (93,72%); iš *Cladocera* pagal gausumą ir biomasę vyravo *Daphnia pulex* rūšis (66,67% ir 99,38%); iš *Copepoda* – pagal gausumą ir biomasę vyravo Nauplii (97,40% ir 53,49%) rūšis.

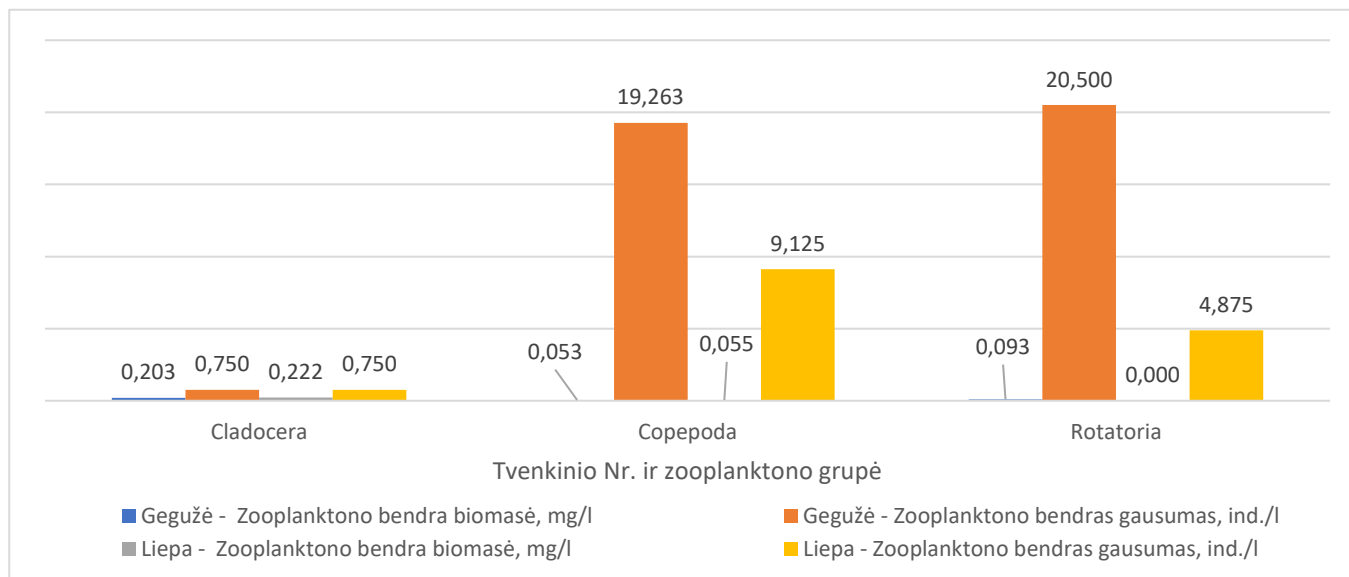


8.8 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 3

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 3 rūšys, *Cladocera* – 4 rūšys ir *Copepoda* – 2 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę liepos mėnesį vyravo *Cladocera* grupė (80,16%); *Copepoda* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 19,74% ir *Rotatoria* – 0,10% (8.8 pav.). Antroje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės vyravo

Keratella cochlearis (94,87%), pagal biomasę vyravo *Keratella quadrata* (73,91%) rūšys; iš *Cladocera* pagal biomasę ir gausumą išsiskyrė *Polyphemus pediculus* rūšis (59,42% ir 50,00%); iš *Copepoda* – pagal biomasę vyravo *Eudiaptomus graciloides* rūšis (87,94%), o pagal gausumą – Nauplii (71,23%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Copepoda* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 19,263 ind./l iki 9,125 ind./l, o biomasė išliko panaši: gegužės mėnesį buvo 0,053 mg/l, liepos – 0,055 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomasė ir gausumas padidėjo nežymiai, *Rotatoria* grupės zooplanktono gausumas ir biomasė sumažėjo, greičiausiai dėl žuvų maitinimosi (8.9 pav).



8.9 pav. Zooplanktono gausumas ir biomasė tvenkinyje Nr. 3

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 0.26% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 0.63% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

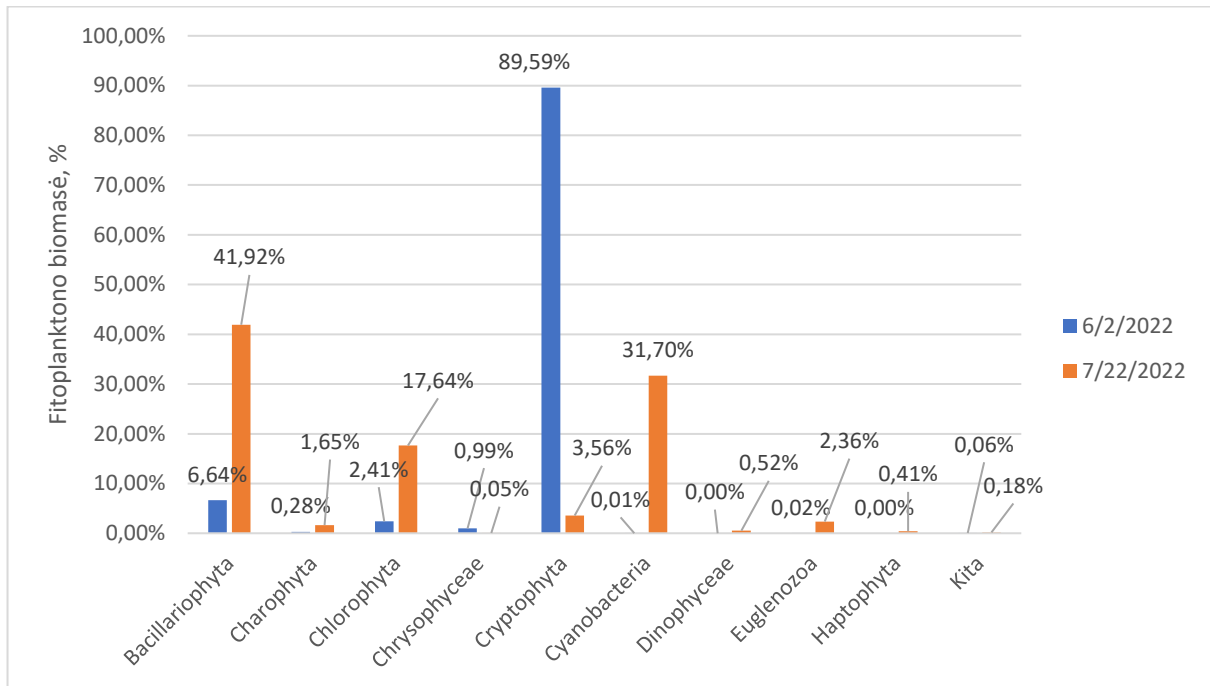
8.4. Tvenkinys Nr.4GM

Tvenkinys Nr.4GM, kurio plotas 6,0 ha, buvo patręštas 2022 m. sausio mėn. sunaudojant 10 t/ha galvijų mėšlo; 2022 m. gegužės 26 d. buvo suleista 500 000 vnt. karpių lervučių. Žuvys papildomai šertos mažai – 2 t grūdų per visą sezoną. Kontrolinis žuvų svoris buvo nustatytas rugsėjo mėnesį. Vidutinis svoris buvo 18 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 7 dumblių klasės (8.10 pav.). Buvo nustatytos 18 dumblių rūšių. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomasę ir gausumą vyravo šarvadumbliai *Cryptophyta* (89,59% ir 46,12%). Iš šių dumblių pagal biomasę ir gausumą vyravo *Cryptomonas marrsonii* dumblių rūšis (82,34% ir 82,42%). Žymus kiekis pagal gausumą nustatytas ir žaliadumblių *Chlorophyta* (37,53%), tačiau pagal biomasę šių dumblių buvo tik 2,41%.

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 11 dumblių klasių. Buvo nustatytos 64 dumblių rūšys. Pagal biomasę vyravo titnagdumbliai *Bacillariophyta* (41,62%). Iš šių dumblių pagal biomasę vyravo *Aulacoseira islandica* dumblių rūšis – 56,52%, o pagal gausumą *Cyclotella / Stephnodiscus* (42,84%). Pagal gausumą vyravo žaliadumbliai *Chlorophyta* (37,53%) ir melsvabakterių *Cyanobacteria* klasės dumblių (36,71%). Iš žaliadumblių *Chlorophyta* klasės pagal gausumą ir biomasę vyravo dvi rūšys: *Desmodesmus quadricaudatus* dumblių rūšis, kurios gausumas buvo 22,62%, o biomasė – 20,82%; *Mucidosphaerium pulchellum* – gausumas – 21,43%, o biomasė – 27,92%.

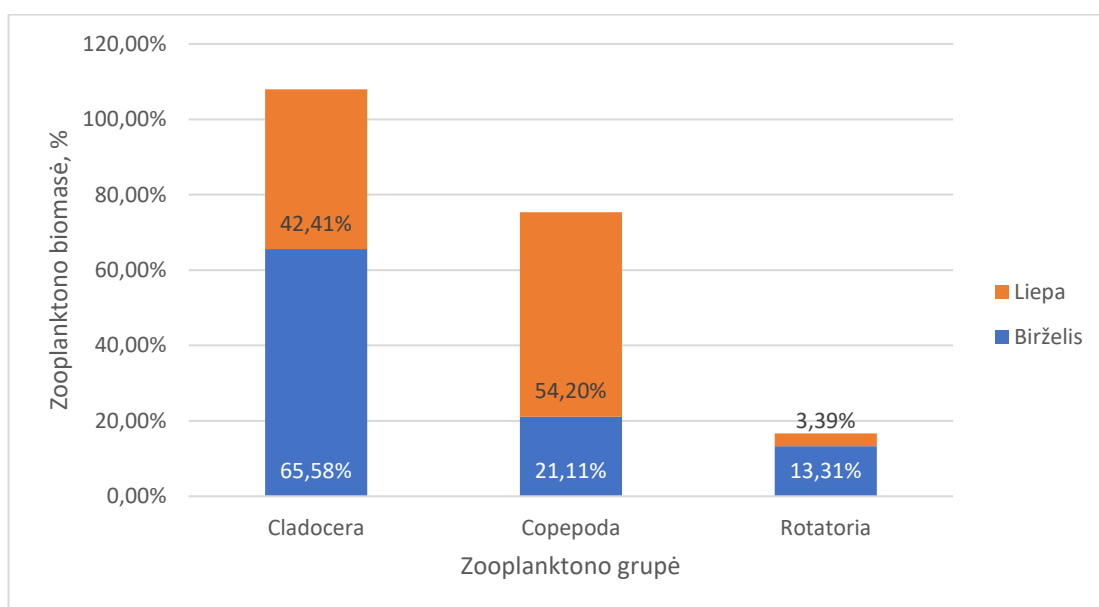


8.10 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 4GM

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 6,32% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių, o pagal biomasę – 6,11% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių.

Zooplanktonas

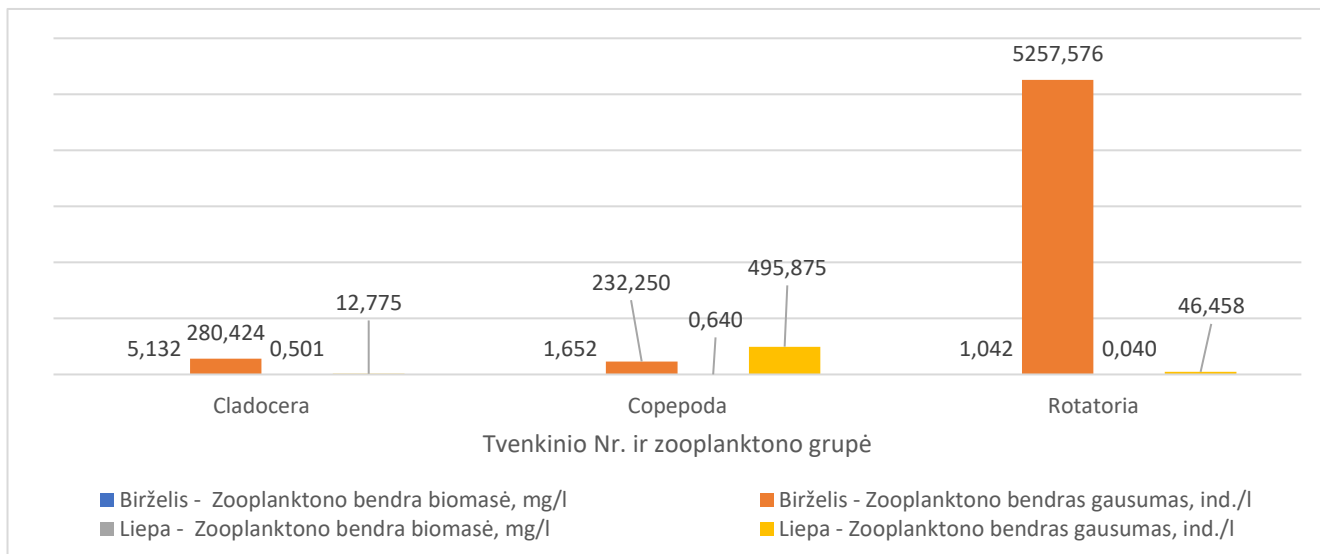
Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 6 rūšys; *Cladocera* – 5 rūšys ir *Copepoda* – 7 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Cladocera* grupė (65,58%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 13,31% ir *Copepoda* – 21,11% (8.11 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje vyravo iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Keratella cochlearis* (96,05%) rūšis. Pagal biomasę vyravo *Asplanchna sp.* rūšies zooplanktonas (67,84%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomasę vyravo *Bosmina longirostris* rūšis (83,80% ir 73,34%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo *Nauplii* (93,65) rūšis, o pagal biomasę vyravo *Acanthocyclops sp.* (84,49%).



8.11 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 4GM

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 9 rūšys, *Cladocera* – 6 rūšys ir *Copepoda* – 5 zooplanktono rūšys. Pagal biomąsę liepos mėnesį vyravo *Copepoda* grupė (54,20%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomąsę sudarė 42,41% ir *Rotatoria* – 3,39% (8.11 pav.). Antroje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės vyravo *Brachionus angularis* (41,31%), pagal biomąsę vyravo *Keratella quadrata* rūšys (52,52%); iš *Cladocera* pagal gausumą išsiskyrė *Bosmina longirostris* rūšis (52,24%), o pagal biomąsę vyravo *Daphnia longispina* (62,55%); iš *Copepoda* – pagal biomąsę vyravo Copepodita (82,13%), o pagal gausumą – Nauplii (64,66%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 5257,576 ind./l iki 46,458 ind./l, biomąsė taip pat sumažėjo: birželio mėnesį buvo 1,042 mg/l, liepos mėn. – 0,040 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomąsė ir gausumas sumažėjo (nuo 5,132 mg/l iki 0,501 mg/l ir nuo 280,424 ind./l iki 12,775 ind./l), *Copepoda* grupės zooplanktono biomąsė sumažėjo nuo 1,652 mg/l iki 0,640 mg/l, bet gausumas padidėjo nuo 232,250 ind./l iki 495,875 ind./l (8.12 pav.).



8.12 pav. Zooplanktono gausumas ir biomąsė tvenkinyje Nr. 4GM

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 29,50% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomąsę – 9,01% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

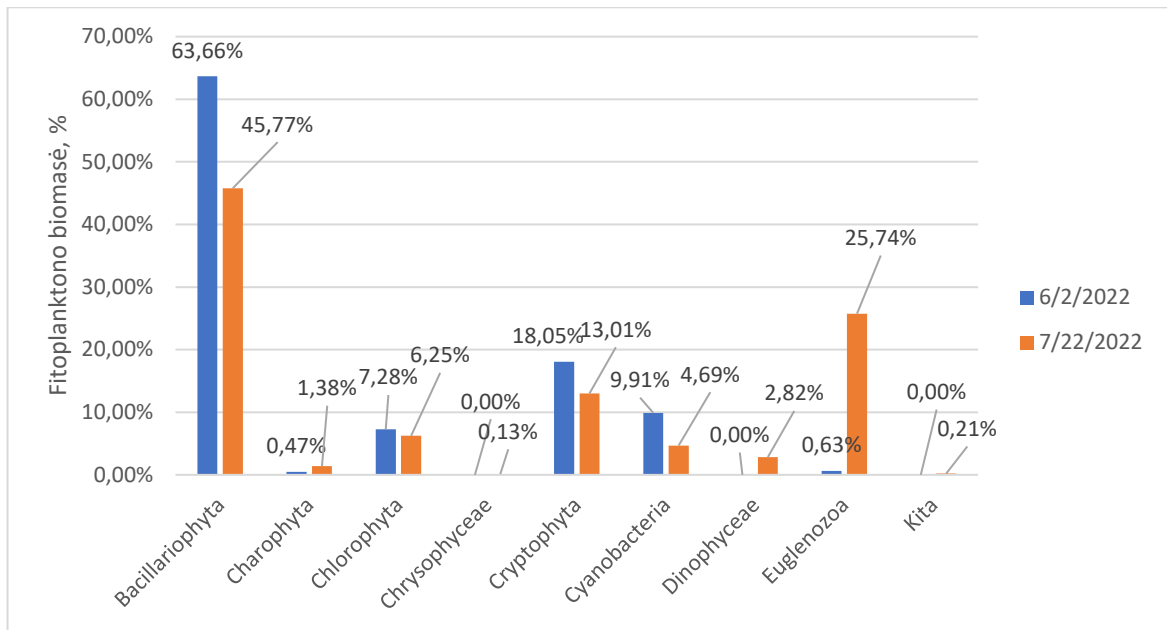
8.5. Tvenkinys Nr.5

Tvenkinys Nr.5 buvo netręštas, tačiau šis tvenkinys yra vandens saugykla, į kurią pavasariį tiesiai įteka upės vanduo, su kuriuo patenka dideli kiekiai skendinčių medžiagų, biogeninių medžiagų, šis tvenkinys veikia kaip natūralus sėsdintuvas, kadangi iš jo ištekančio vandens kokybė yra ženkliai geresnė (lyginant su įtekančio vandens kokybe, žr. 1 priedą „AAA atliktų vandens kokybės tyrimų užpildant ir išleidžiant tvenkinius UAB „Raseinių žuvininkystė“ rezultatų suvestinė“). Sukaupiama v. Šiame tvenkinyje nustatyti fitoplanktono, zooplanktono ir vandens kokybės tyrimų rezultatai buvo lyginami su tręštuose tvenkiniuose gautais rezultatais.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės (8.13 pav.). Buvo nustatytos 36 dumblių rūšių. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomąsę ir gausumą vyravo titnagdumbliai *Bacillariophyta* klasės dumbliai (63,66% ir 61,03%). Iš šių dumblių pagal biomąsę ir gausumą vyravo *Cyclotella spp.* dumblių rūšis (79,67% ir 78,52%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 9 dumblių klasės. Buvo nustatytos 62 dumblių rūšys. Pagal biomąsę ir gausumą vyravo titnagdumbliai *Bacillariophyta* (45,77% ir 46,32 atitinkamai) klasės dumbliai. Iš šių dumblių pagal biomąsę ir gausumą vyravo *Nitzschia acicularis* dumblių rūšis (71,34% ir 83,73% atitinkamai).

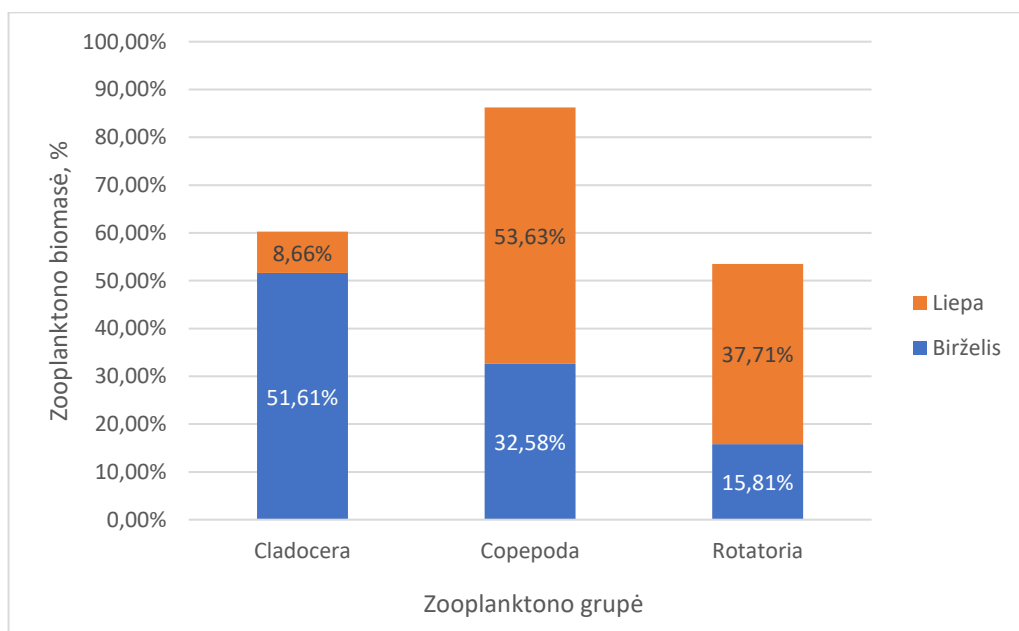


8.13 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 5

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 22,47% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių, o pagal biomasę – 22,83% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių.

Zooplanktonas

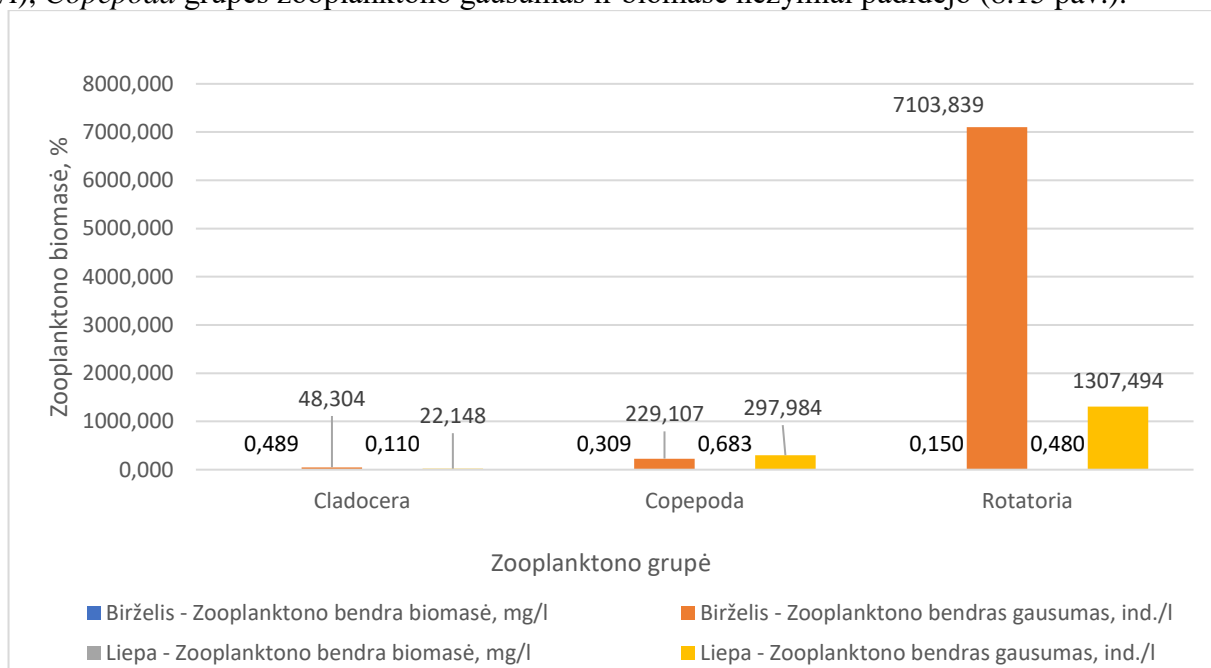
Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 8 rūšys; *Cladocera* – 4 rūšys ir *Copepoda* – 4 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Cladocera* grupė (51,61%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 15,81% ir *Copepoda* – 32,58% (8.14 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Keratella cochlearis* (98,98%) rūšis. Pagal biomasę vyravo *Keratella quadrata* (29,46%) ir *Polyarthra sp.* (29,41%) rūšių zooplanktonas; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomasę vyravo *Bosmina longirostris* rūšis (79,25% ir 74,39%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Nauplii (79,11%) rūšis, o pagal biomasę vyravo Copepodita (48,98%).



8.14 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 5

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 7 rūšys, *Cladocera* – 2 rūšys ir *Copepoda* – 5 zooplanktono rūšys. Pagal biomąsę liepos mėnesį vyravo *Copepoda* grupė (53,63%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomąsę sudarė tik 8,66% ir *Rotatoria* – 37,71% (8.14 pav.). Antroje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės vyravo *Pompholyx sulcatais* (61,38%), pagal biomąsę vyravo dvi rūšys: *Brachionus angularis* (46,45%) ir *Keratella quadrata* (46,122%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomąsę išsiskyrė *Chydorus sphaericus* rūšis (88,89% ir 85,81%); iš *Copepoda* – pagal biomąsę vyravo *Mesocyclops leuckarti* (42,91%), o pagal gausumą – Nauplii (82,30%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 7103,839 ind./l iki 1307,494 ind./l, o biomąsė padidėjo nuo 0,150 mg/l iki 0,480 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomąsė ir gausumas mažėjo (nuo 0,489 mg/l iki 0,110 mg/l ir nuo 48,304 ind./l iki 22,148 ind./l), *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas ir biomąsė nežymiai padidėjo (8.15 pav.).



8.15 pav. Zooplanktono biomąsė tvenkinyje Nr. 5

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 42.01% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomąsę – 2.22% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

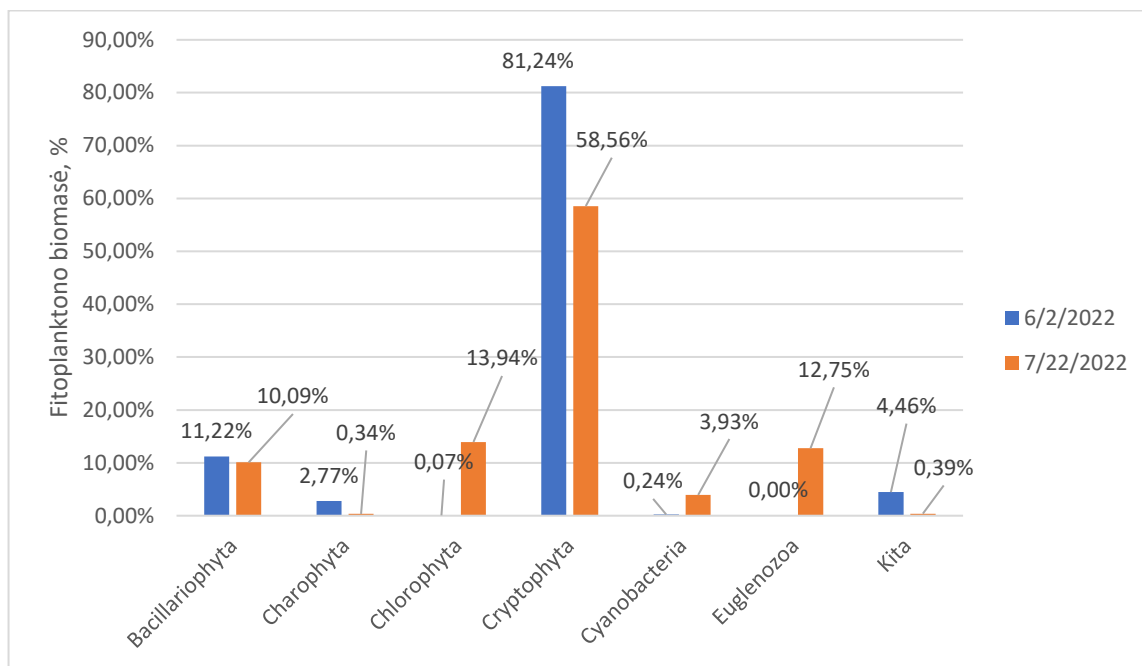
8.6. Tvenkinys Nr. 6GM+N

Tvenkinys Nr.6GM+N, kurio plotas 48,6 ha, buvo patręštas 2022 m. sausio mėn. sunaudojant 5 t/ha galvijų mėšlo. Taip pat buvo nupjautos tvenkinyje esančios nendrės ir paliktos, kaip trąša (70 t/48,6 ha). 2022 m. gegužės 26 d. buvo suleista 3 mln. vnt. karpių lervučių. Iš pradžių žuvis maitinosi natūraliu pašaru, o vėliau buvo šerta traiškytais grūdais – 18 t/sezoną. Kontrolinis žuvų svoris buvo nustatytas rugsėjo mėnesį ir vidutinis svoris buvo 25 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės (8.16 pav.). Buvo nustatyta 14 dumblių rūšių. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomąsę ir gausumą vyravo šarvadumbliai *Cryptophyta* klasės dumbliai (81,24% ir 49,56%). Iš šių dumblių pagal biomąsę ir gausumą vyravo *Cryptomonas marrsonii* dumblių rūšis (96,85% ir 79,932%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 7 dumblių klasės. Buvo nustatytos 44 dumblių rūšys. Pagal biomąsę ir gausumą vyravo šarvadumbliai *Cryptophyta* (58,56% ir 50,52%). Iš šių dumblių pagal biomąsę vyravo *Cryptomonas marrsonii* dumblių rūšis (65,61%), o pagal gausumą vyravo *Rhodomonas cf.lacustris* (65,69%) dumblių rūšis.

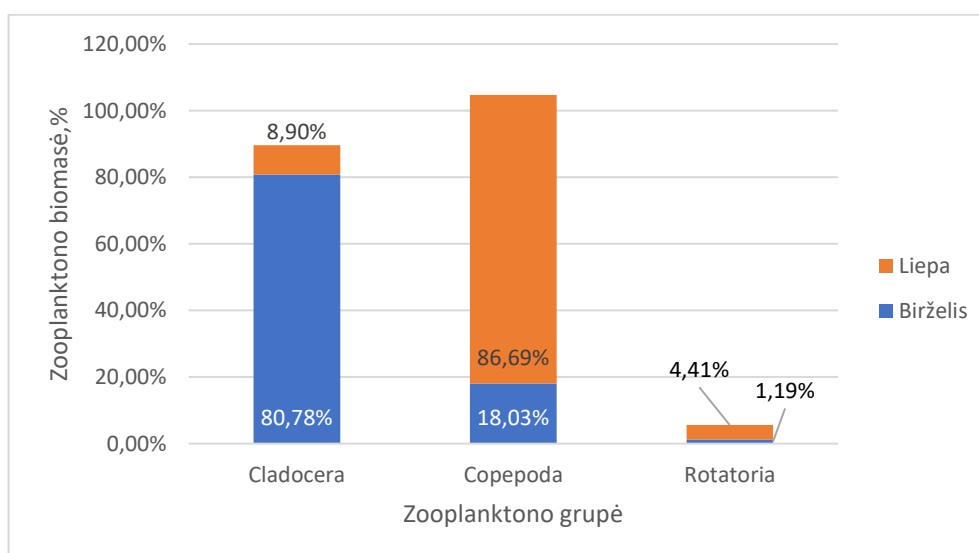


8.16 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 6GM+N

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 3,90% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių skaičiaus, o pagal biomasę – 2,39% nuo bendro visų aptiktų dumblių skaičiaus.

Zooplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 7 rūšys; *Cladocera* – 7 rūšys ir *Copepoda* – 7 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Cladocera* grupė (80,78%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 1,17% ir *Copepoda* – 18,03% (8.17 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą ir biomasę šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Keratella cochlearis* (94,44% ir 59,26%) rūšis; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą vyravo *Bosmina longirostris* (33,89%), o pagal biomasę vyravo *Polyphemus pediculus* rūšis (36,22%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo *Nauplii* (54,53%) rūšis, o pagal biomasę vyravo *Hemidiaptomus sp.* (38,71%).

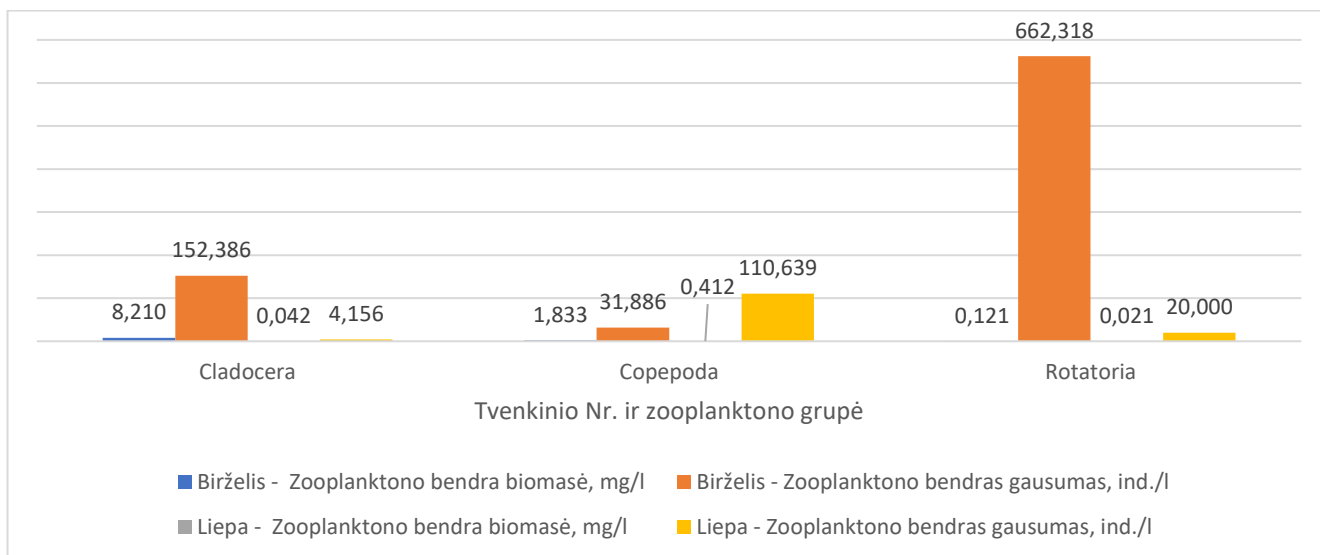


8.17 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 6GM+N

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 12 rūšių, *Cladocera* – 5 rūšys ir *Copepoda* – 6 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę liepos mėnesį vyravo *Copepoda* grupė (86,69%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė tik 8,90% ir *Rotatoria* – 4,41%

(8.17 pav.). Antroje vasaros pusėje šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės pagal gausumą ir biomasę vyravo *Brachionus angularis* (55,00% ir 39,21%),; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomasę išsiskyrė *Ceriodaphnia sp.* rūšis (66,17% ir 36,71%); iš *Copepoda* – pagal biomasę vyravo *Eudiaptomus graciloides* (44,74%), o pagal gausumą – Nauplii (68,95%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 662,318 ind./l iki 20,00 ind./l, biomasė sumažėjo taip pat: buvo 0,121 mg/l iki 0,021 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomasė ir gausumas sumažėjo (nuo 8,210 mg/l iki 0,042 mg/l ir nuo 152,386 ind./l iki 4,156 ind./l), *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas padidėjo nuo 31,886 ind./l iki 110,639 ind./l, o biomasė mažėjo nuo 1,833 iki 0,412 mg/l (8.18 pav.).



8.18 pav. Zooplanktono biomasė tvenkinyje Nr. 6GM+N

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 4.59% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 10.65% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

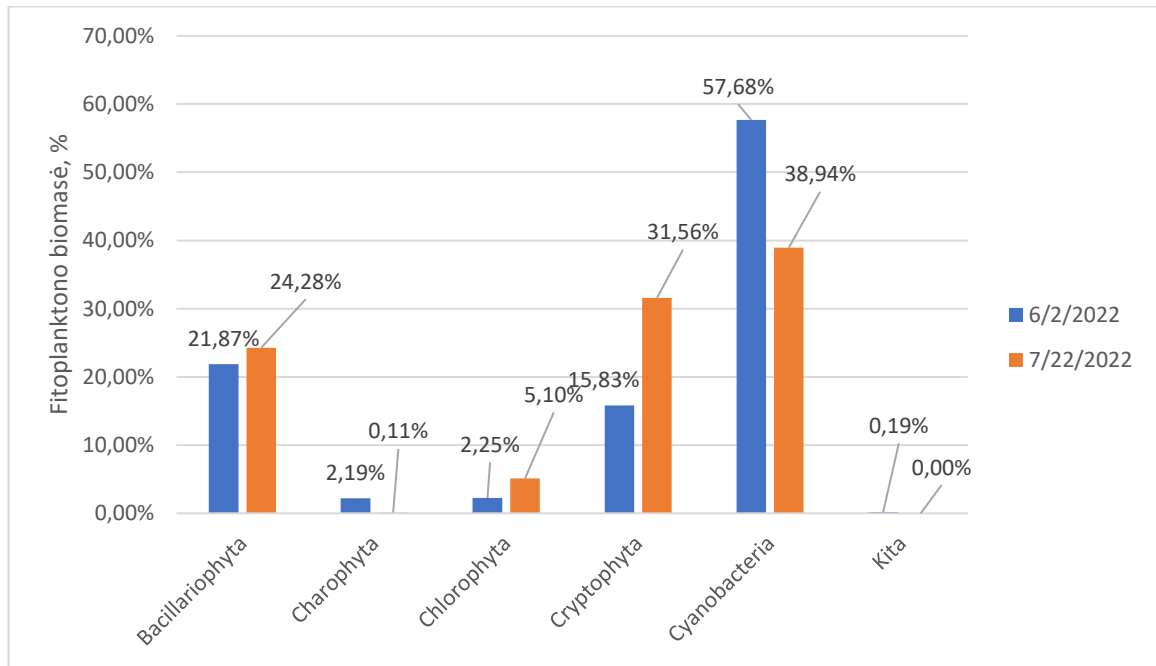
8.7. Tvenkinys Nr. 7GM

Tvenkinys Nr. 7GM, kurio plotas 41,0 ha, buvo patręštas 2022 m. sausio mėn. sunaudojant 2,5 t/ha galvijų mėšlo; 2022 m. gegužės 26 d. buvo suleisti 120 g svorio karpų metinukai (30 tūkst.) Iš pradžių žuvis maitinasi natūraliu pašaru, o nuo birželio pradžios pradėta šerti grūdais 20 t per sezoną. Kontroliniai žuvų svoriai buvo: birželio mėnesio pradžioje vidutinis svoris buvo 500 g, liepos mėnesio pradžioje vidutinis svoris buvo – 800 g, rugsėjo mėnesį – 1,4 kg. Karpų išeiga – 67%.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 5 dumblių klasės (8.19 pav.). Buvo nustatytos 14 dumblių rūšių. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomasę vyravo melsvabakterės *Cyanobacteria* (57,68%), o pagal gausumą vyravo žaliadumblių *Chlorophyta* klasės dumbliai (31,36%). Iš *Cyanobacteria* klasės dumblių pagal gausumą ir biomasę vyravo *Oscillatoria limosa* dumblių rūšis (48,14% ir 95,94%). Iš *Chlorophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Ankya judayi* dumblių rūšis (82,81%), o pagal biomasę *Pseudopediastrum boryanum var. longicorne* dumblių rūšis (54,74%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 5 dumblių klasės. Buvo nustatytos 24 dumblių rūšys. Pagal biomasę vyravo melsvabakterės *Cyanobacteria* klasės dumbliai (38,94%), o pagal gausumą vyravo šarvadumbliai *Cryptophyta* klasės dumbliai (32,85%). Iš *Cyanobacteria* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Merismopedia tenuisima* dumblių rūšis (60,91%), o pagal biomasę vyravo cf. *Microcystis novacekii* (88,26%) dumblių rūšis. Iš *Cryptophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Rhodomonas cf. lacustris* dumblių rūšis (77,78%), o pagal biomasę *Cryptomonas marrsonii* dumblių rūšis (71,22%).

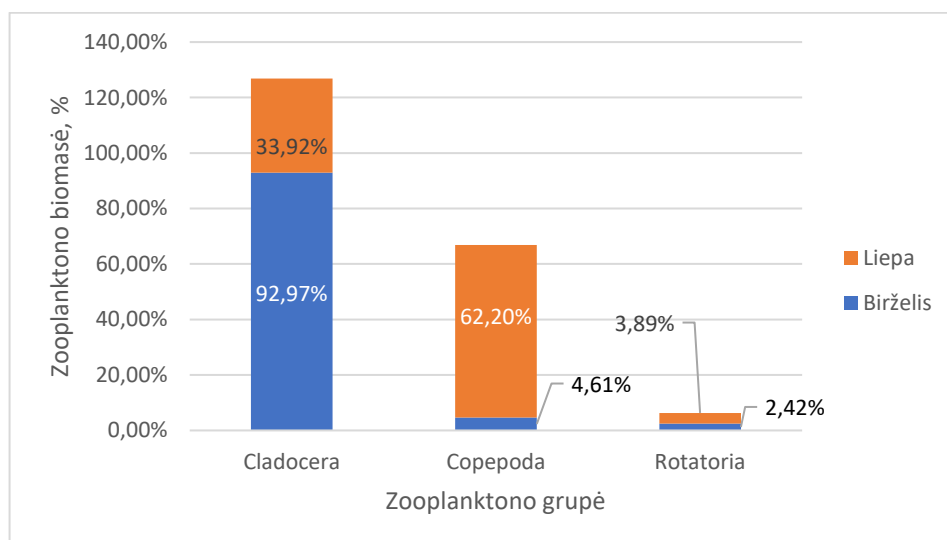


8.19 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblėlių klases tvenkinyje Nr. 7GM

Vertinant bendrą dumblėlių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumblėliai pagal gausumą sudarė 4,37% nuo bendro visų aptiktų dumblėlių rūšių skaičiaus, o pagal biomasę – 4,66% nuo bendro visų aptiktų dumblėlių skaičiaus.

Zooplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 9 rūšys; *Cladocera* – 6 rūšys ir *Copepoda* – 8 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Cladocera* grupė (92,97%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 2,42% ir *Copepoda* – 4,61% (8.20 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Keratella cochlearis* (90,00%), o pagal biomasę vyravo *Asplanchna sp.* (47,73%) rūšis; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą vyravo *Bosmina longirostris* (43,00%), o pagal biomasę vyravo *Daphnia cf. Longispina* rūšis (62,87%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Nauplii (85,76%) rūšis, o pagal biomasę vyravo *Cyclops sp.* (50,18%).

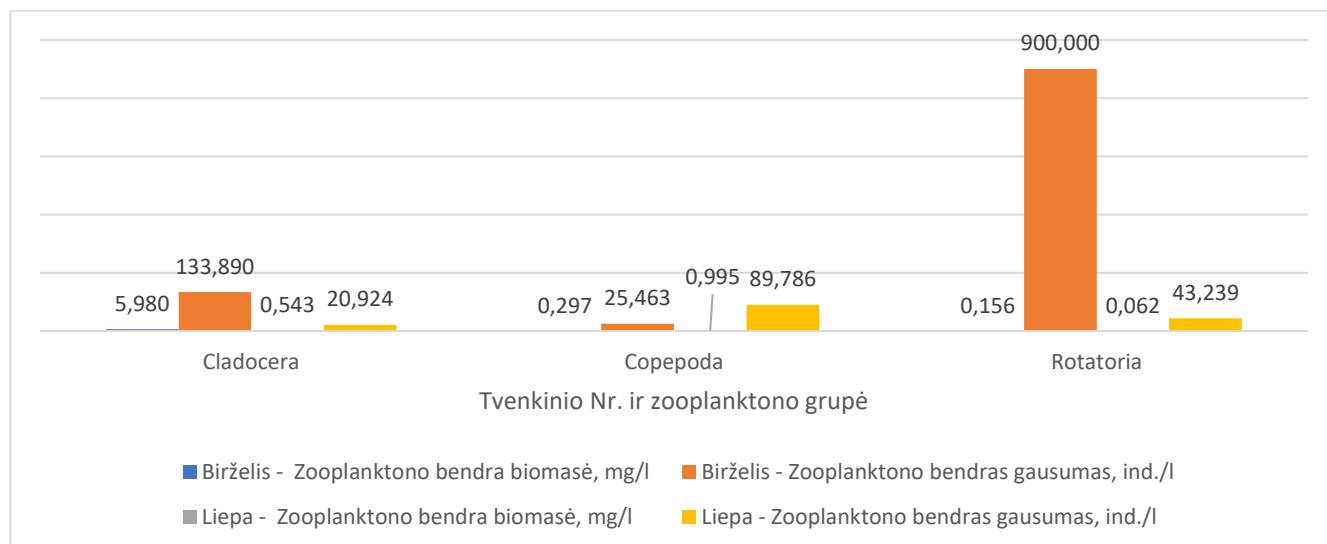


8.20 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblėlių klases tvenkinyje Nr. 7GM

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 8 rūšių, *Cladocera* – 6 rūšys ir *Copepoda* – 6 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę liepos mėnesį vyravo *Copepoda* grupė (62,20%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė tik 33,92% ir *Rotatoria* – 3,89%

(8.20 pav.). Antroje vasaros pusėje šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės pagal gausumą vyravo *Keratella cochlearis* (57,48%), o pagal biomasę vyravo *Synchaeta sp.* (73,31%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą išsiskyrė *Chydorus sphaericus* rūšis (44,29%), o pagal biomasę vyravo *Daphnia magna* (66,85%); iš *Copepoda* – pagal gausumą ir biomasę vyravo Copepodita rūšis (61,87% ir 43,34%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 900,00 ind./l iki 243,239 ind./l, biomasė sumažėjo taip pat: nuo 0,156 mg/l iki 0,062 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomasė ir gausumas sumažėjo (nuo 133,890 ind./l iki 20,924 ind./l ir nuo 5,980 mg/l iki 0,543 mg/l), *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas padidėjo nuo 25,463 ind./l iki 89,786 ind./l, o biomasė padidėjo nuo 0,297 mg/l iki 0,995 mg/l. (8.21 pav.)



8.21 pav. Zooplanktono biomasė tvenkinyje Nr. 7GM

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 5,66% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 8,04% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

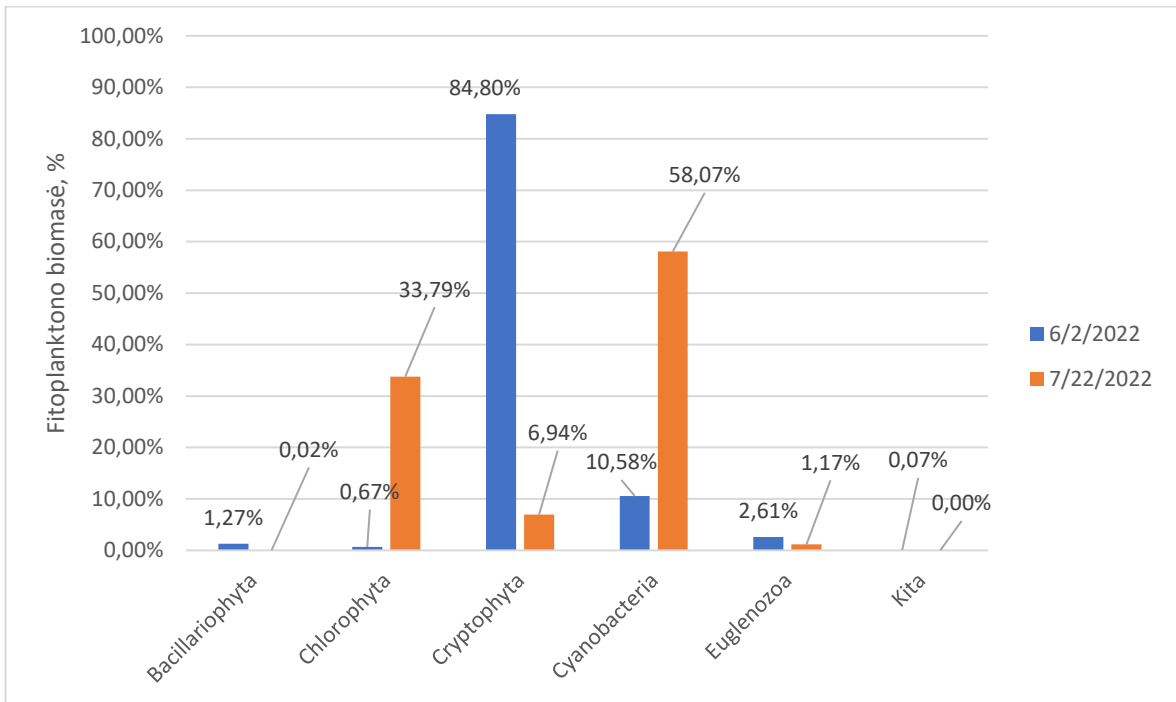
8.8. Tvenkinys Nr. 8Sub

Tvenkinys Nr.8Sub, kurio plotas 10,0 ha, buvo patręštas 2022 m. sausio mėn. sunaudojant 10 t/ha biojėgainės substrato; 2022 m. gegužės 26 d. buvo suleisti 1500 vnt./ha 30 g svorio karpių metinukų. Žuvis maitinasi tik natūraliu pašaru, papildomai nebuvo šertos. Vidutinis žuvų svoris rugsėjo mėnesį buvo 700 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 5 dumblių klasės ir kita (8.22 pav.). Buvo nustatytos 9 dumblių rūšys. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomasę ir pagal gausumą vyravo šarvadumbliai *Cryptophyta* (84,80% ir 72,43%). Iš *Cryptophyta* klasės dumblių pagal gausumą ir biomasę vyravo tik viena *Cryptomonas marrsonii* dumblių rūšis (100,00%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos taip pat 5 dumblių klasės. Buvo nustatyta 12 dumblių rūšių. Pagal biomasę ir gausumą vyravo melsvabakterės *Cyanobacteria* (58,07% ir 62,40%). Iš *Cyanobacteria* klasės dumblių ir pagal gausumą ir pagal biomasę vyravo tik viena dumblių rūšis *Aphanizomenon flosaquae*.

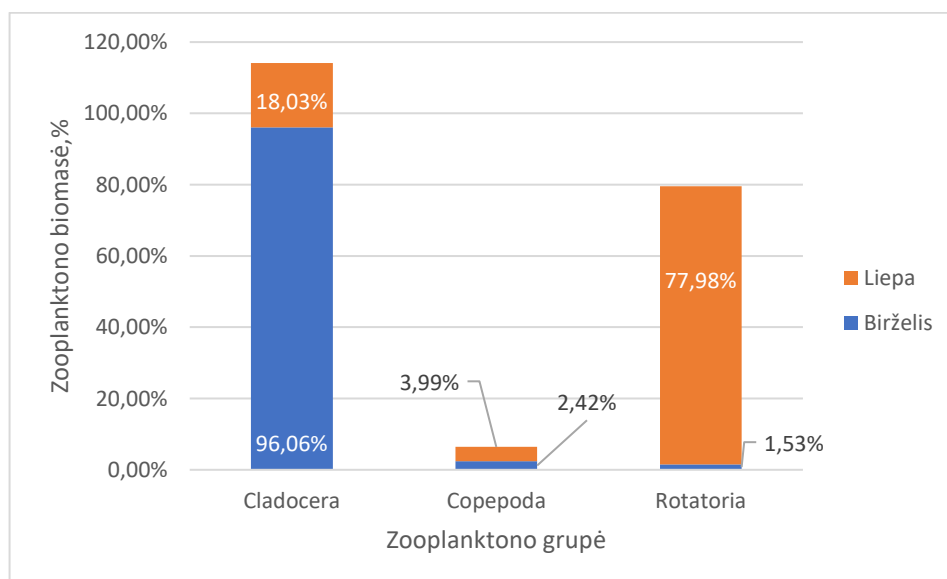


8.22 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 8Sub

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 4,29% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių skaičiaus, o pagal biomasę – 9,80% nuo bendro visų aptiktų dumblių skaičiaus.

Zooplanktonas

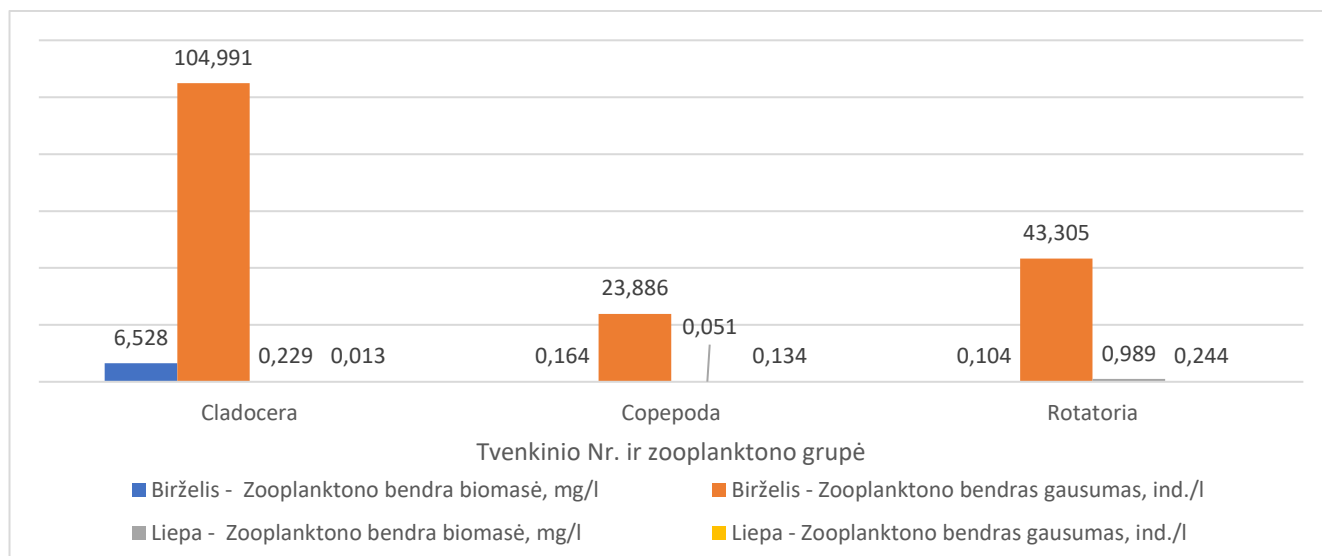
Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 6 rūšys; *Cladocera* – 3 rūšys ir *Copepoda* – 4 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Cladocera* grupė (96,06%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 1,53% ir *Copepoda* – 2,42% (8.23 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Brachionus plicatilis* (78,20%), o pagal biomasę vyravo *Asplanchna sp.* (55,45%) rūšis; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomasę vyravo *Daphnia pulex* (99,76% ir 99,81%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Nauplii (88,49%) rūšis, o pagal biomasę vyravo *Acanthocyclops sp.* (86,40%).



8.23 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 8Sub

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 6 rūšių, *Cladocera* – 3 rūšys ir *Copepoda* – 3 zooplanktono rūšys. Pagal biomąsę liepos mėnesį vyravo *Rotatoria* grupė (77,98%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomąsę sudarė tik 18,03% ir *Copepoda* – 3,99% (8.23 pav.). Antroje vasaros pusėje šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės pagal gausumą ir biomąsę vyravo *Brachionus calyciflorus* (96,48% ir 87,01%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomąsę išsiskyrė *Scapholeberis mucronata* rūšis (66,25% ir 45,91%); iš *Copepoda* – pagal gausumą ir biomąsę vyravo Nauplii rūšis (95,35% ir 63,44%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 43,305 ind./l iki 0,244 ind./l, o biomąsė padidėjo nuo 0,104 mg/l iki 0,989 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomąsė ir gausumas sumažėjo (nuo 1104,991 ind./l iki 0,013 ind./l ir nuo 6,528 mg/l iki 0,229 mg/l), *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas sumažėjo nuo 23,886 ind./l iki 0,134 ind./l, o biomąsė sumažėjo nuo 0,164 mg/l iki 0,051 mg/l (8.24 pav.)



8.24 pav. Zooplanktono biomąsė tvenkinyje Nr. 8Sub

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 0.80% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomąsę – 8.07% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

8.9. Tvenkinys Nr. 9GM+Š

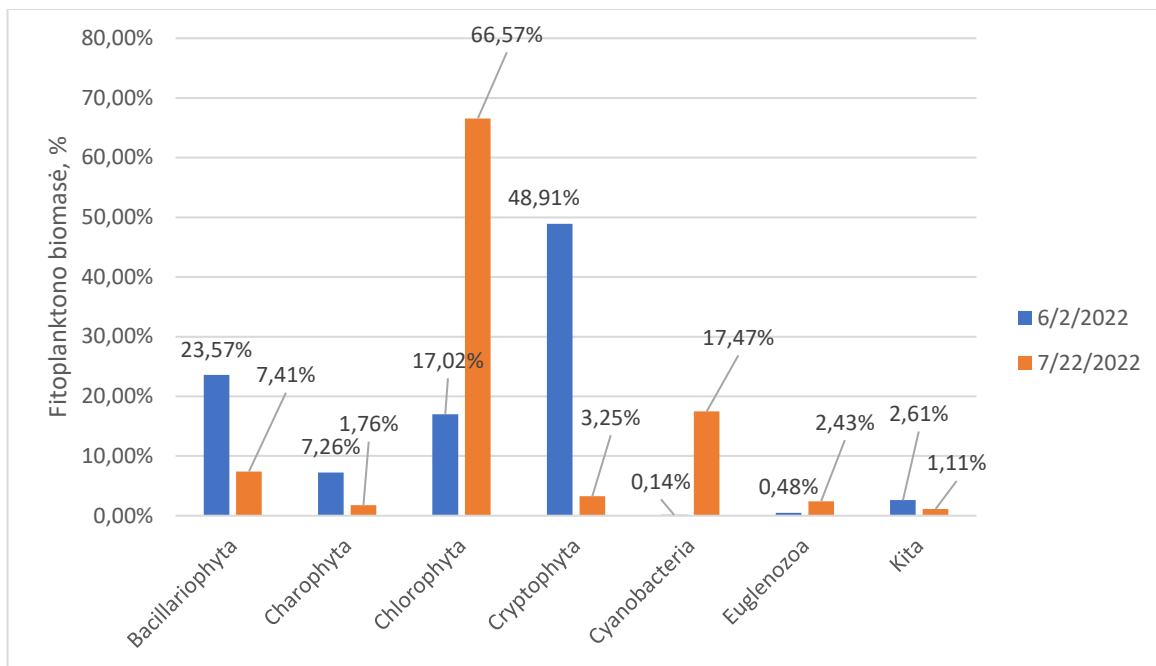
Tvenkinys Nr.9Š, kurio plotas 11,0 ha, buvo patręstas 2022 m. sausio mėn. sunaudojant 25 rulonų šiaudų ir 2 t/ha galvijų mėšlo; 2022 m. gegužės 26 d. buvo suleista 100 000 vnt./ha karpių lervučių. Iš pradžių žuvis maitinasi natūraliu pašaru, o nuo birželio pradžios pradėta šerti AllerAqua pašarais, sušerta 16 t pašaro per sezoną. Kontroliniai žuvų svoriai buvo: praėjus 3 savaitėms po suleidimo lervučių vidutinis svoris buvo 3 g, dar po 4 savaičių – 4 g, rugsėjo mėnesį - 35 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės ir kita (8.25 pav.). Buvo nustatytos 26 dumblių rūšys. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomąsę vyravo šarvadumbliai *Cryptophyta* (48,91%), o pagal gausumą vyravo žaliadumbliai *Chlorophyta* (44,99%). Iš *Cryptophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Teleaulax amphioxeia* dumblių rūšis (66,47%), o pagal biomąsę vyravo *Cryptomonas marrsonii* (90,50%). Iš *Chlorophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Monoraphidium contortum* dumblių rūšis (36,34%), o pagal biomąsę *Chlamydomonas sp.* dumblių rūšis (26,47%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės ir kita. Buvo nustatytos 26 dumblių rūšys. Pagal biomąsę ir gausumą vyravo žaliadumbliai *Chlorophyta* (66,57%

ir 62,62%). Iš *Chlorophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyraavo *Scenedesmus sp.* dumblių rūšis (23,62%), o pagal biomasę vyraavo *Korshikoviella limnetica* (30,58%) dumblių rūšis.

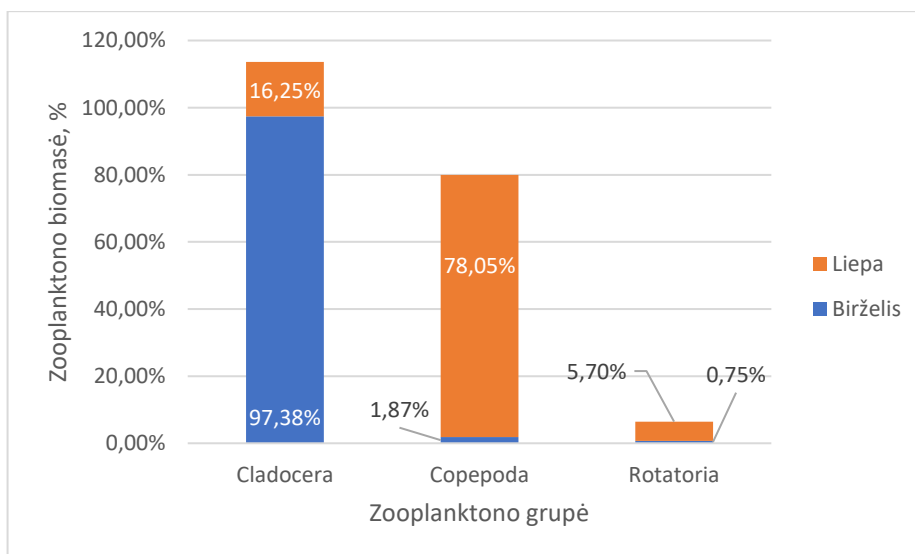


8.25 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 9Š

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 0,66% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių skaičiaus, o pagal biomasę – 0,26% nuo bendro visų aptiktų dumblių skaičiaus.

Zooplanktonas

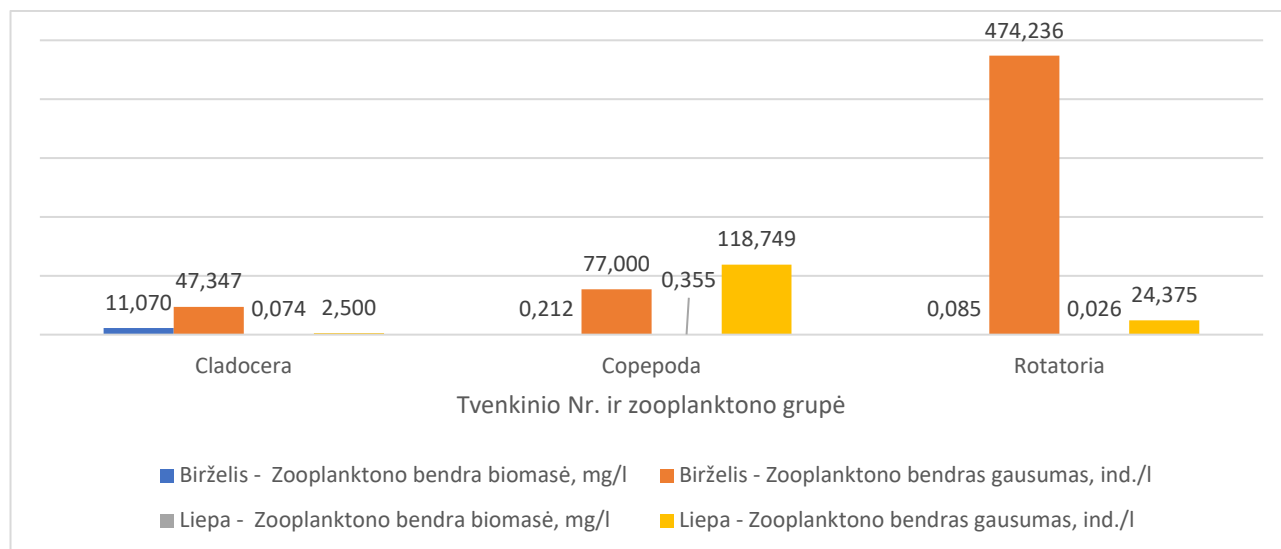
Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 9 rūšys; *Cladocera* – 5 rūšys ir *Copepoda* – 5 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyraavo *Cladocera* grupė (97,38%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 0,75% ir *Copepoda* – 1,87% (8.26 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą ir biomasę šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyraavo *Keratella cochlearis* (90,00% ir 70,56%) rūšis; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomasę vyraavo *Daphnia pulex/magna* (56,32% ir 96,02%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyraavo Nauplii (92,53%) rūšis, o pagal biomasę vyraavo *Cyclops sp.* (35,50%).



8.26 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 9Š

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 10 rūšių, *Cladocera* – 8 rūšys ir *Copepoda* – 6 zooplanktono rūšys. Pagal biomąsę liepos mėnesį vyravo *Copepoda* grupė (78,05%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomąsę sudarė tik 16,25% ir *Rotatoria* – 5,70% (8.26 pav.). Antroje vasaros pusėje šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės pagal gausumą ir biomąsę vyravo *Keratella quadrata* (61,84% ir 77,78%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą išsiskyrė *Bosmina longirostris* rūšis (69,99%), o pagal biomąsę vyravo *Daphnia magna* (44,90%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Nauplii rūšis (90,47%), o pagal biomąsę vyravo Copepodita (58,14%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 474,236 ind./l iki 24,375 ind./l, biomąsę sumažėjo taip pat nuo 0,085 mg/l iki 0,026 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomąsė ir gausumas sumažėjo (nuo 47,347 ind./l iki 2,50 ind./l ir nuo 11,070 mg/l iki 0,074 mg/l), *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas padidėjo nuo 77,00 ind./l iki 118,749 ind./l, o biomąsė padidėjo nuo 0,212 mg/l iki 0,355 mg/l (8.27 pav.)



8.27 pav. Zooplanktono biomąsė tvenkinyje Nr. 9Š

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 3,47% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomąsę – 11,84% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

8.10. Tvenkinys Nr. 10GM+Š

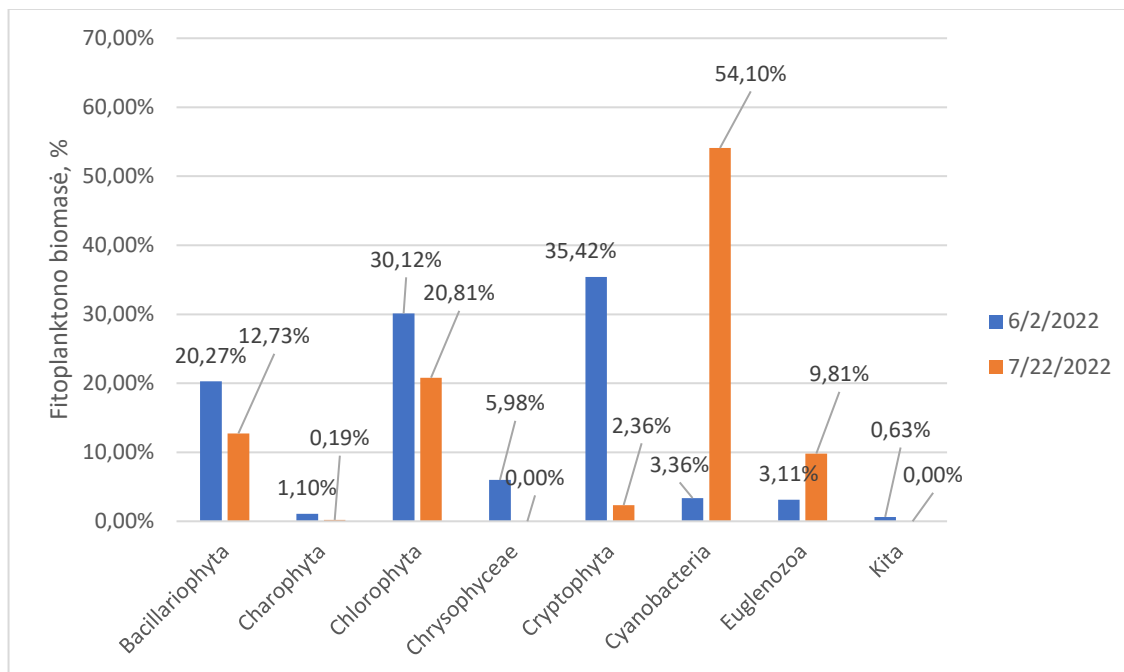
Tvenkinys Nr.10GM+Š, kurio plotas 44,0 ha, buvo patręštas 2022 m. sausio mėn. sunaudojant 60 t/ha šiaudų ir 1,5 t/ha galvijų mėšlo; 2022 m. kovo mėnesio pabaigoje. buvo suleista 120 000 vnt./44ha karpių metinukų. Vidutinis pradinis žuvų svoris buvo 25 g.; balandžio mėnesį vidutinis žuvų svoris buvo 280 g; rugsėjo mėnesį – 950 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 6 dumblių klasės (8.28 pav.). Buvo nustatyta 41 dumblių rūšis. Pirmoje vasaros pusėje pagal biomąsę vyravo šarvadumblių *Cryptophyta* klasės dumbliai (35,42%), o pagal gausumą vyravo žaliadumblių *Chlorophyta* klasės dumbliai (60,19%). Iš *Cryptophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo 3 dumblių rūšys: *Cryptomonas curvata*, *Cryptomonas marrsonii*, *Cryptomonas nordstedtii* (po 27,00% kiekviena), o pagal biomąsę vyravo *Cryptomonas rostratiformis* (41,33%). Iš *Chlorophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Monoraphidium contortum* dumblių rūšis (40,22%), o pagal biomąsę *Acutodesmus obliquus* dumblių rūšis (21,18%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 7 dumblių klasės. Buvo nustatytos 46 dumblių rūšys. Pagal gausumą vyravo žaliadumblių *Chlorophyta* klasės dumbliai (77,75%), o pagal biomąsę vyravo melsvabakterės *Cyanobacteria* klasės dumbliai (54,10%). Iš

Chlorophyta klasės dumblių pagal gausumą vyraavo *Micractinium pusillum*. dumblių rūšis (17,38%), o pagal biomasę vyraavo *Desmodesmus quadricaudatus* (13,34%) dumblių rūšis.

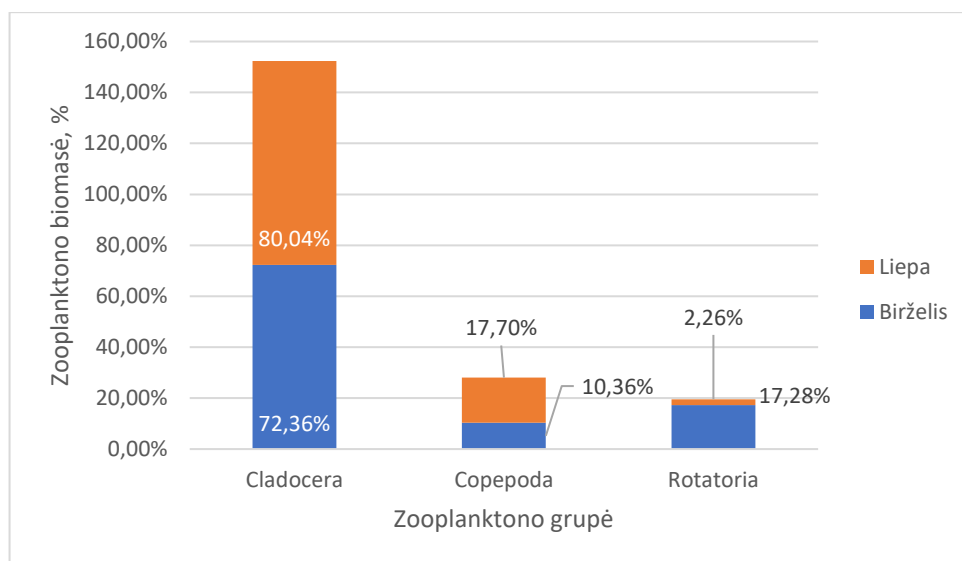


8.28 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 10GM+Š

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 12,36% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių skaičiaus, o pagal biomasę – 6,15% nuo bendro visų aptiktų dumblių skaičiaus.

Zooplanktonas

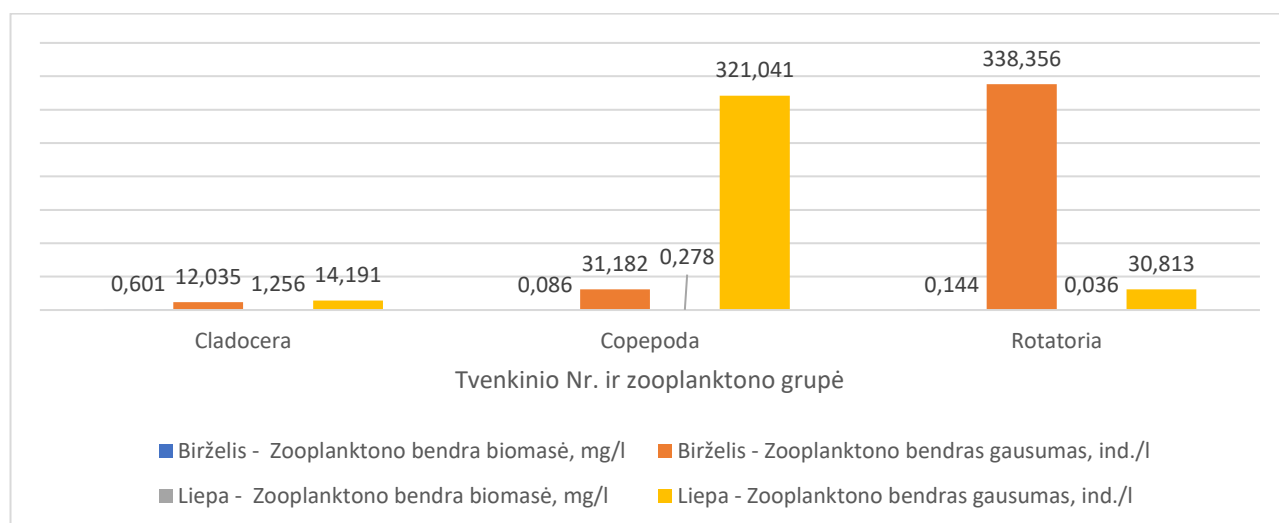
Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 8 rūšys; *Cladocera* – 3 rūšys ir *Copepoda* – 3 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyraavo *Cladocera* grupė (72,36%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 17,28% ir *Copepoda* – 10,36% (8.29 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą ir biomasę šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyraavo *Synchaeta sp.* (49,31% ir 71,16%) rūšis; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą vyraavo *Daphnia pulex* (73,00%), o pagal biomasę vyraavo ir 96,02%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyraavo Nauplii (78,95%) rūšis, o pagal biomasę vyraavo *Acanthocyclops sp.* (50,11%).



8.29 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 10GM+Š

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 10 rūšių, *Cladocera* – 4 rūšys ir *Copepoda* – 4 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę liepos mėnesį vyravo *Cladocera* grupė (80,04%); *Copepoda* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 17,70% ir *Rotatoria* – 2,26% (8.29 pav.). Antroje vasaros pusėje šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės pagal gausumą ir biomasę vyravo *Keratella quadrata* (38,97% ir 53,13%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą išsiskyrė *Bosmina longirostris* rūšis (70,00%), o pagal biomasę vyravo *Polyphemus pediculus* (52,94%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Naupliū rūšis (83,12%), o pagal biomasę vyravo *Eudiaptomus graciloides* (69,26%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą sumažėjo nuo 338,356 ind./l iki 30,813 ind./l, biomasė sumažėjo taip pat nuo 0,144 mg/l iki 0,026 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomasė ir gausumas padidėjo nežymiai. *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas padidėjo nuo 31,182 ind./l iki 321,041 ind./l, o biomasė padidėjo nuo 0,086 mg/l iki 0,278 mg/l (8.30 pav.).



8.30 pav. Zooplanktono biomasė tvenkinyje Nr. 10GM+Š

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 3.49% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 2.40% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

8.11. Tvenkinys Nr. 11PM+Š

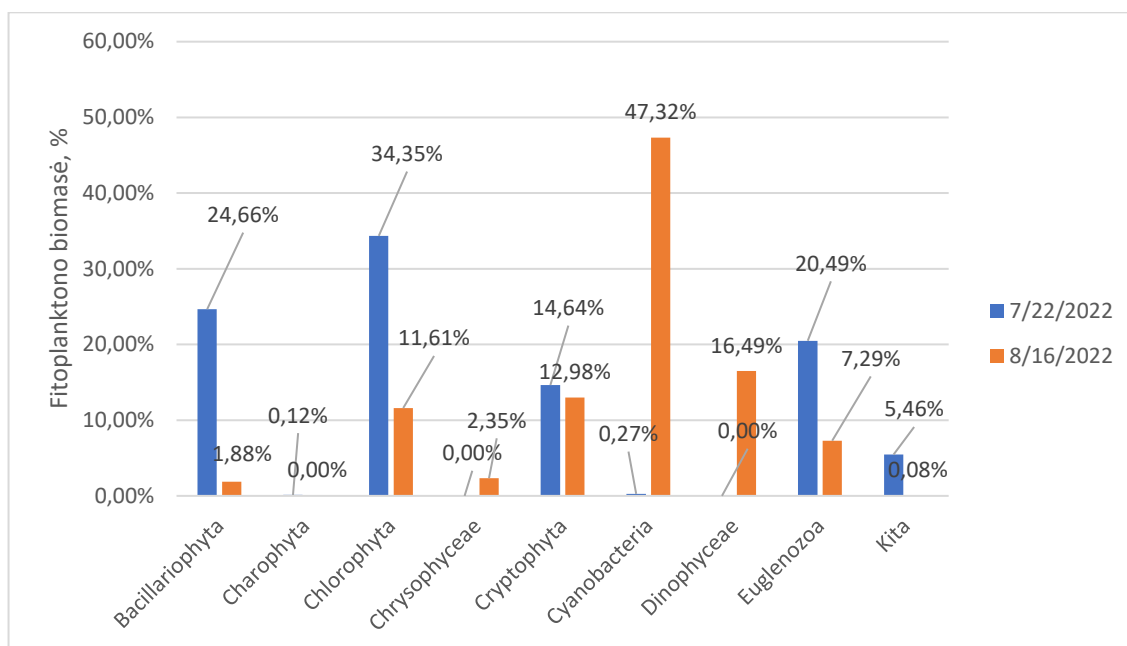
Tvenkinys Nr.11Š, kurio plotas 1,4 ha, buvo patręšti sunaudojant 6 šieno rulonus (1800 kg/ha) ir 600 kg/ha paukščių mėšlo. Karpių lervutės suleistos birželio 13 d. suleista – 100 tūkst./ha. Lervutės pradėtos šerti “Kauno grūdai” visaverčiais pašarais šiųmetėms žuvims po 3 savaitių po suleidimo. Lervučių kontroliniai svėrimai buvo atlikti: liepos 8 d. vidutinis svoris buvo 3-5 g, rugpjūčio 16 d. - 47 g ir rugsėjo 15 d. – vidutinis svoris buvo 57 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 7 dumblių klasės (8.31 pav.). Buvo nustatyta 39 dumblių rūšys. Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą vyravo šarvadumblių *Cryptophyta* klasės dumbliai (62,94%), o pagal biomasę vyravo žaliadumblių *Chlorophyta* klasės dumbliai (34,35%). Iš *Cryptophyta* klasės dumblių pagal gausumą ir biomasę vyravo *Teleaulax amphioxeia* dumblių rūšis (99,09% ir 56,34%). Iš *Chlorophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Ankyra judayi* dumblių rūšis (57,31%), o pagal biomasę *Pseudopediastrum boryanum* var. *longicorne* dumblių rūšis (20,97%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 9 dumblių klasės. Buvo nustatytos 39 dumblių rūšys. Pagal gausumą vyravo auksadumblių *Chrysophyceae* klasės dumbliai

(30,41%), o pagal biomasę vyravo melsvabakterių *Cyanobacteria* klasės dumbliai (47,32%). Iš *Chlorophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Synura sp.* dumblių rūšis (78,75%), o pagal biomasę vyravo *Mallomonas sp.* (50,98%) dumblių rūšis. Iš *Cyanobacteria* klasės dumblių pagal gausumą vyravo *Aphanizomenon flosaquae* dumblių rūšis (46,58%), o pagal biomasę vyravo *Dolichospermum smithii* (60,71%) dumblių rūšis.

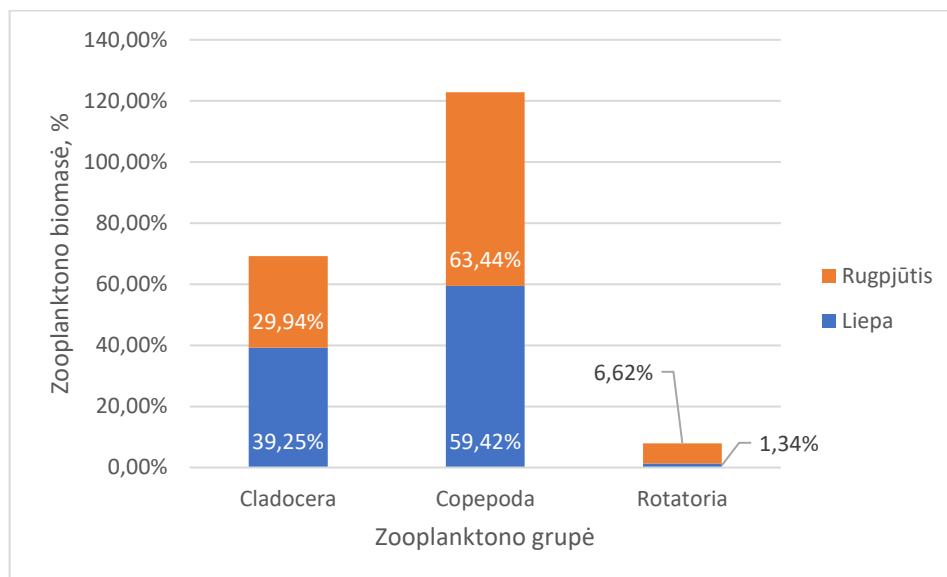


8.31 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 11Š

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 6,03% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių skaičiaus, o pagal biomasę – 8,19% nuo bendro visų aptiktų dumblių skaičiaus.

Zooplanktonas

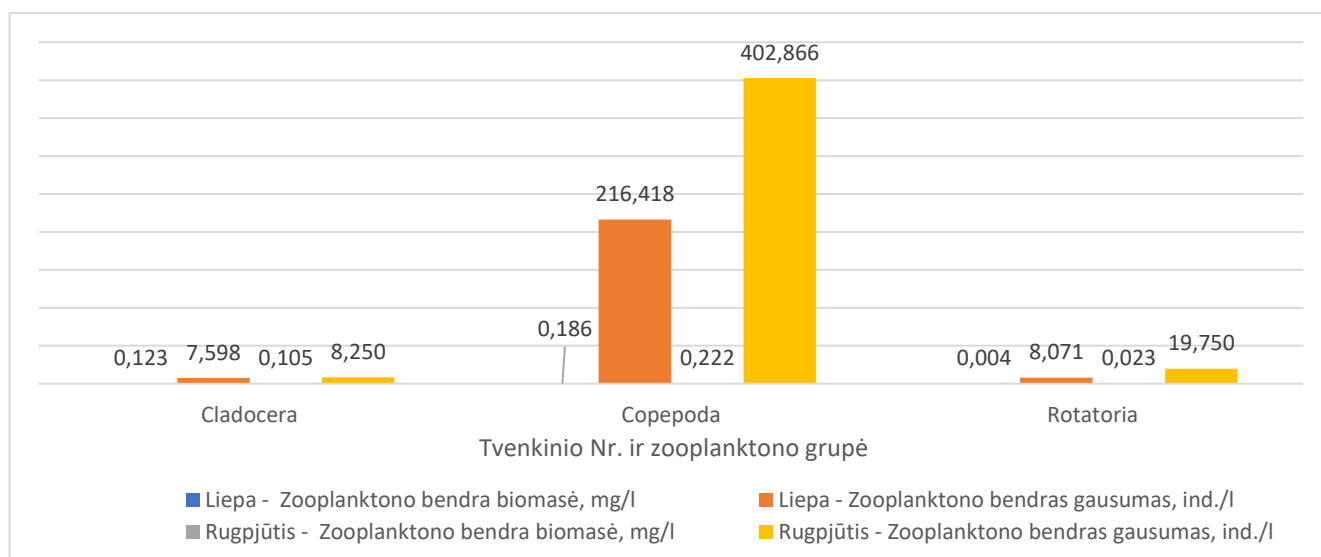
Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 3 rūšys; *Cladocera* – 5 rūšys ir *Copepoda* – 3 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyravo *Copepoda* grupė (59,42%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 1,34% ir *Cladocera* – 39,25% (8.32 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą ir biomasę šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyravo *Keratella quadrata* (64,29% ir 95,06%) rūšis; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą vyravo *Chydorus sphaericus* rūšis (63,16%), o pagal biomasę vyravo *Polyphemus pediculus* rūšis (87,89%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Nauplii (85,99%) rūšis, o pagal biomasę vyravo Copepodita (57,84%).



8.32 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 11Š

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 11 rūšių, *Cladocera* – 6 rūšys ir *Copepoda* – 4 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę liepos mėnesį vyravo *Copepoda* grupė (63,44%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 29,94% ir *Rotatoria* – 6,62% (8.32 pav.). Antroje vasaros pusėje šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės pagal gausumą ir biomasę vyravo *Polyarthra sp.* (48,10% ir 45,01%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomasę išsiskyrė *Chydorus sphaericus* rūšis (46,97% ir 49,56%); iš *Copepoda* – pagal gausumą ir biomasę vyravo Nauplii rūšis (96,54% ir 42,12%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą padidėjo nuo 8,071 ind./l iki 19,750 ind./l, biomasė padidėjo nuo 0,004 mg/l iki 0,023 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomasė ir gausumas padidėjo nežymiai, *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas padidėjo nuo 216,418 ind./l iki 402,866 ind./l, o biomasė padidėjo nuo 0,186 mg/l iki 0,222 mg/l (8.33 pav.).



8.33 pav. Zooplanktono biomasė tvenkinyje Nr. 11Š

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 3.09% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 0.66% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

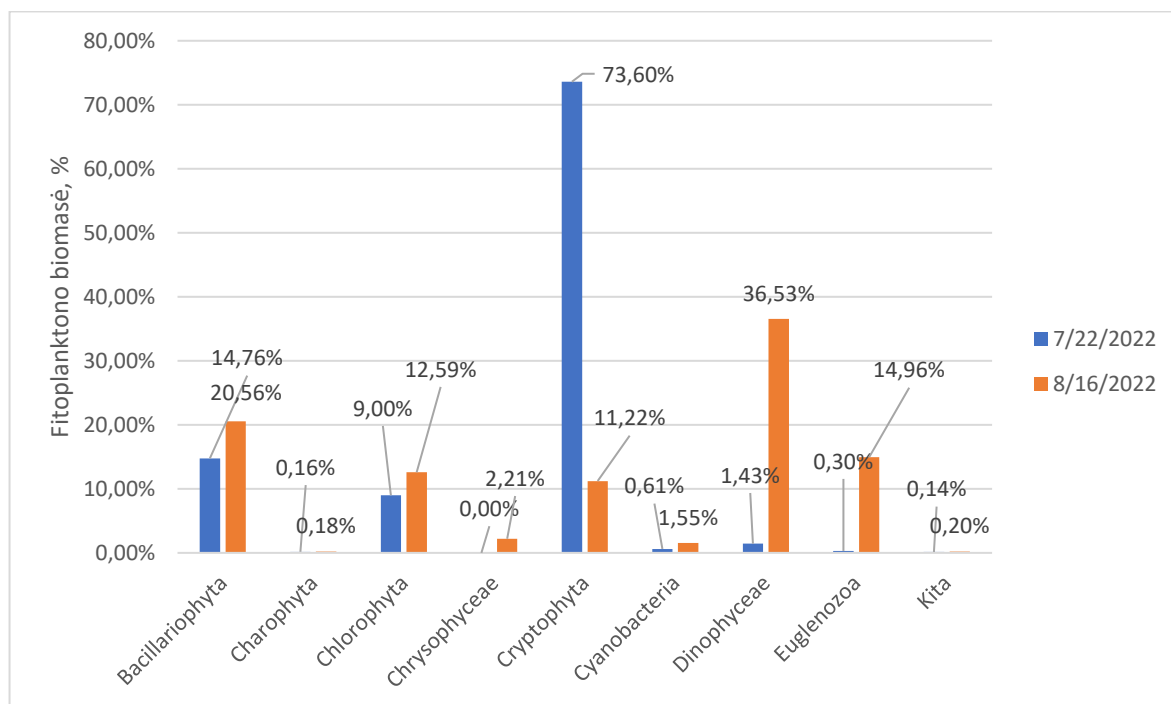
8.12. Tvenkinys Nr.12PM+Š

Tvenkinys Nr.12PM+Š, kurio plotas 1,0 ha, buvo patręštas sunaudojant 300 kg/ha paukščių mėšlo ir 6 rulonais šieno (1800 kg/ha). Karpių lervutės suleistos birželio 13 d. suleista – 100 tūkst./ha. Lervutės pradėtos šerti “Kauno grūdai” visaverčiais pašarais šiųmetėms žuvims po 3 savaitių po suleidimo. Lervučių kontroliniai svėrimai buvo atlikti: liepos 8 d. vidutinis svoris buvo 3-5 g, rugpjūčio 16 d. - 24 g ir rugsėjo 15 d. – vidutinis svoris buvo 32 g.

Fitoplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatytos 8 dumblių klasės (8.34 pav.). Buvo nustatytos 35 dumblių rūšys. Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą ir biomasę vyraavo šarvadumblių *Cryptophyta* klasės dumbliai (54,04% ir 73,60%). Iš *Cryptophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyraavo *Cryptomonas ovata* dumblių rūšis (43,75), o pagal biomasę vyraavo *Cryptomonas marrsonii* (38,58%).

Atlikus fitoplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatytos 8 dumblių klasės ir kita. Buvo nustatytos 51 dumblių rūšis. Pagal gausumą vyraavo žaliadumblių *Chlorophyta* klasės dumbliai (43,50%), o pagal biomasę vyraavo šarvadumblių *Dinophyceae* (dinofitainiai) klasės dumbliai (36,53%). Iš *Chlorophyta* klasės dumblių pagal gausumą vyraavo *cf. Stichococcus bacillaris* dumblių rūšis (42,23%), o pagal biomasę vyraavo *Lemmermannia tetrapedia* (18,56%) dumblių rūšis. Iš *Dinophyceae* klasės dumblių pagal gausumą vyraavo *Dinophyceae* dumblių rūšis (50,49%), o pagal biomasę vyraavo *Peridinium sp.* (74,08%) dumblių rūšis.



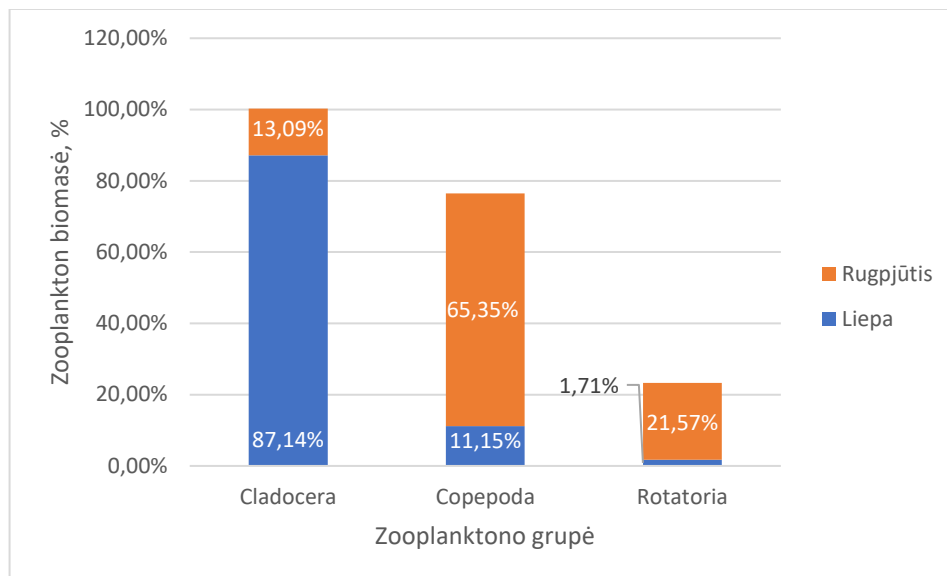
8.34 pav. Fitoplanktono biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 12PM+Š

Vertinant bendrą dumblių rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptikti dumbliai pagal gausumą sudarė 4,15% nuo bendro visų aptiktų dumblių rūšių skaičiaus, o pagal biomasę – 4,41% nuo bendro visų aptiktų dumblių skaičiaus.

Zooplanktonas

Vasaros pradžioje šiame tvenkinyje nustatyta; *Rotatoria* – 5 rūšys; *Cladocera* – 7 rūšys ir *Copepoda* – 6 rūšys. Pagal biomasę vasaros pradžioje vyraavo *Cladocera* grupė (87,14%); *Rotatoria* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 1,71% ir *Copepoda* – 11,15% (8.35 pav.). Pirmoje vasaros pusėje pagal gausumą ir biomasę šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės zooplanktono vyraavo *Synchaeta sp.* (54,55% ir 65,75%) rūšis; iš *Cladocera* grupės pagal gausumą vyraavo *Daphnia sp.* rūšis (48,28%), o

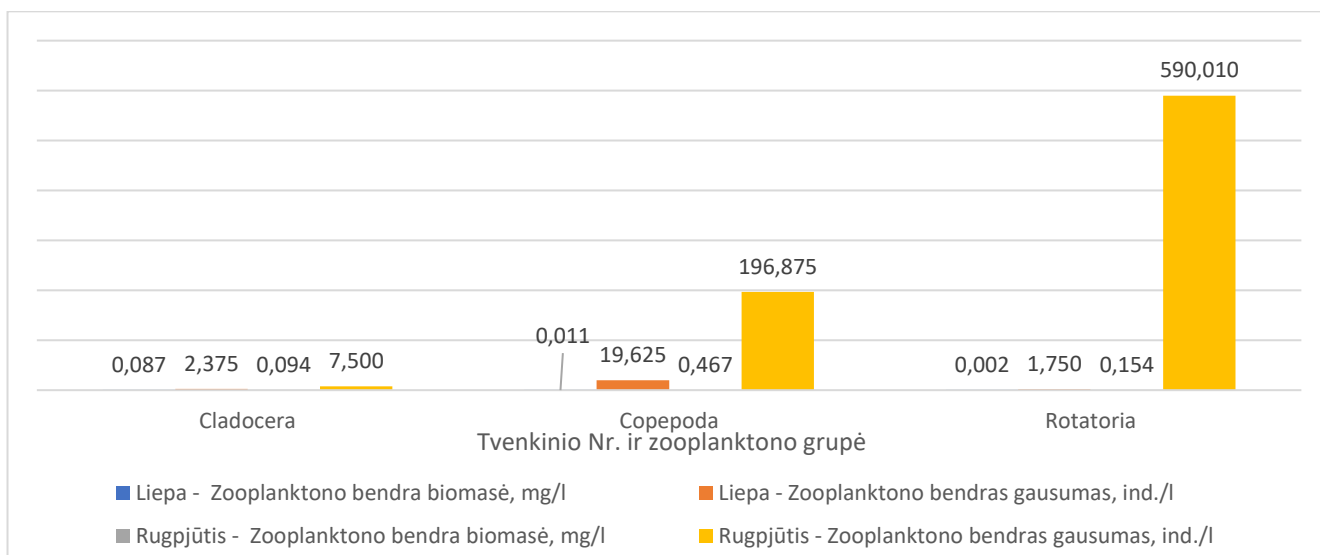
pagal biomasę vyravo *Daphnia pulex* rūšis (61,85%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Nauplii (80,34%) rūšis, o pagal biomasę vyravo Copepodita (52,23%).



8.35 pav. Zooplanktono grupių biomasė (%) pagal dumblių klases tvenkinyje Nr. 12PM+Š

Atlikus zooplanktono tyrimus po mėnesio, šiame tvenkinyje nustatyta: *Rotatoria* – 10 rūšių, *Cladocera* – 7 rūšys ir *Copepoda* – 3 zooplanktono rūšys. Pagal biomasę liepos mėnesį vyravo *Copepoda* grupė (65,35%); *Cladocera* grupės zooplanktonas pagal biomasę sudarė 13,09% ir *Rotatoria* – 21,57% (8.35 pav.). Antroje vasaros pusėje šiame tvenkinyje iš *Rotatoria* grupės pagal gausumą ir biomasę vyravo *Polyarthra major* (40,22% ir 19,94%); iš *Cladocera* grupės pagal gausumą ir biomasę išsiskyrė *Daphnia magna* rūšis (60,00% ir 56,77%); iš *Copepoda* – pagal gausumą vyravo Nauplii rūšis (52,86%), o pagal biomasę vyravo Copepodita (90,91%) rūšis.

Tyrimo laikotarpiu *Rotatoria* grupės zooplanktono kiekis pagal gausumą padidėjo nuo 1,750 ind./l iki 590,010 ind./l, biomasė padidėjo nuo 0,002 mg/l iki 0,154 mg/l. *Cladocera* grupės zooplanktono biomasė ir gausumas padidėjo nežymiai, *Copepoda* grupės zooplanktono gausumas padidėjo nuo 19,625 ind./l iki 196,875 ind./l, o biomasė padidėjo nuo 0,011 mg/l iki 0,467 mg/l (8.36 pav.)



8.36 pav. Zooplanktono biomasė tvenkinyje Nr. 12PM+Š

Vertinant bendrą zooplanktono rūšių skaičių, šiame tvenkinyje aptiktas zooplanktonas pagal gausumą sudarė 3.81% nuo bendro visų aptiktų zooplanktono rūšių, o pagal biomasę – 0.82% nuo bendros visų aptiktų zooplanktono rūšių.

Skyriaus išvados

Tyrimo metu nustatyta, kad pagal biomasę vyravo žaliadumbliai (36,37%): *Chlorophyta* (29,55%) ir *Charophyta*; (6,82%); titnagdumbliai *Bacillariophyta* (19,32%); melsvabakterės *Cyanobacteria* (18,75%). Pagal gausumą vyravo žaliadumbliai *Chlorophyta* (38,36%); melsvabakterės *Cyanobacteria* (29,91%); šarvadumbliai *Cryptophyta* (kriptofitainiai) (21,96%).

Vasaros pradžioje didžiausia fitoplanktono įvairovė (41 rūšis) nustatyta tvenkinyje Nr. 10GM+Š, kuris buvo tręštas galvijų mėšlu ir šiaudais (1,5 t/ha mėšlo ir 680 kg/ha šiaudų). Vasaros pabaigoje šiame tvenkinyje buvo nustatytos 46 dumblių rūšys. Tvenkinyje Nr. 4GM, kuris buvo tręštas galvijų mėšlu (10 t/ha), vasaros pradžioje nustatyta tik 18 dumblių rūšių, o vasaros pabaigoje šiame tvenkinyje buvo didžiausia dumblių įvairovė iš visų tirtų tvenkinių, rastos 64 dumblių rūšys.

Mažiausia fitoplanktono įvairovė tiek vasaros pradžioje (9 rūšys) tiek vasaros pabaigoje (12 rūšių) nustatyta tvenkinyje Nr. 8Sub, kuris buvo tręštas substratu.

Didžiausias fitoplanktono kiekis pagal gausumą nustatytas tvenkiniuose, tręštuose paukščių mėšlu (tręšimo norma 2,4 t/ha) – vidutiniškai 19 980 vnt. $\times 10^3$ /ml (28,96% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio). Netręštame tvenkinyje Nr.5 taip pat nustatytas didelis dumblių gausumas – vidutiniškai 15 505 vnt. $\times 10^3$ /ml (22,47% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio), tačiau šis tvenkinys yra vandens saugykla, į kurį pavasarį tiesiai įteka upės vanduo, su kuriuo patenka dideli kiekiai skendinčių medžiagų, biogeninių medžiagų, šis tvenkinys veikia kaip natūralus sėsdintuvas, Mažiausias gausumas buvo tvenkinyje Nr. 9GM+Š, tręštame galvijų mėšlu ir šiaudais, - vidutiniškai 456 vnt. $\times 10^3$ /ml. (0,66% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio). Šiame tvenkinyje buvo mažiausiai ir fitoplanktono biomasa – vidutiniškai 0.13 mg/l (0,26% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio).

Didžiausia fitoplanktono biomasa buvo netręštame Nr. 5, - vidutiniškai 11,22 mg/l (22.83%) (kaip jau minėta, šis tvenkinys yra vandens saugykla, į kurį pavasarį tiesiai įteka upės vanduo, su kuriuo patenka dideli kiekiai skendinčių medžiagų, biogeninių medžiagų, šis tvenkinys veikia kaip natūralus sėsdintuvas). Tvenkinyje Nr. 1PM fitoplanktono biomasa buvo 9,68 mg/l (19,62%).

Tyrimo metu buvo aptiktos trys zooplanktono grupės: verpetės *Rotatoria*, šakotaūšiai vėžiagyviai *Cladocera* ir irklakojai vėžiagyviai *Copepoda*. Vertinant zooplanktono kiekį pagal gausumą, nustatyta, kad gausiausia grupė buvo verpečių *Rotatoria*, net 79,10% nuo bendro gausumo, po to irklakojai vėžiagyviai *Copepoda*, kurie sudarė 15,84%. Šakotaūšiai vėžiagyviai *Cladocera* pagal gausumą sudarė tik 5,06% nuo bendro zooplanktono gausumo kiekio.

Zooplanktono rūšinė įvairovė buvo didžiausia tvenkiniuose, tręštuose galvijų mėšlu – nustatyta 21 rūšis. Netręštame tvenkinyje Nr. 5 (šis tvenkinys yra vandens saugykla, į kurį pavasarį tiesiai įteka upės vanduo, su kuriuo patenka dideli kiekiai skendinčių medžiagų, biogeninių medžiagų, šis tvenkinys veikia kaip natūralus sėsdintuvas) nustatytas didžiausias zooplanktono gausumas – 4504 ind./l (42,01%). Tačiau didžiausia zooplanktono biomasa nustatyta tvenkinyje Nr. 1PM – 20.4 mg/l. Mažiausias zooplanktono gausumas nustatytas tvenkinyje netręštame tvenkinyje Nr. 3 – 28 ind./l. (0.26%). Šiame tvenkinyje nustatyta ir mažiausia zooplanktono biomasa – 0.32 mg/l (0,63%).

9. Rekomendacijos dėl tvenkinių tręšimo organinėmis ir mineralinėmis trąšomis normų ir laikotarpių, kuriais būtų gaunamas didžiausias efektyvumas bei mažiausia tarša

1. Siūloma mineralinių trąšų naudojimo žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose normas taikyti kaip numatyta galiojančiose „Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinės normose“, patvirtintose Žuvininkystės departamento prie Žemės ūkio ministerijos direktoriaus 2005 m. lapkričio 21 d., įsakymu Nr. V1-49 „Dėl Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinių normų patvirtinimo“ (toliau vadinama – Žuvų auginimo tvenkiniuose technologinėmis normomis).

2. Siūloma papildyti Žuvų auginimo tvenkiniuose technologines normas natūralių organinių trąšų naudojimo normomis ir tvarka:

NORMOS

- Paukščių mėšlo – iki 5t/ha
- Galvijų mėšlo (bekraikio) - iki 10 t/ha;
- Galvijų mėšlo (su kraiku) - iki 15 t/ha;
- Šieno, šiaudų, komposto ar augmenijos - iki 20 t/ha;
- Biojėginių skysto substrato – iki 20 t/ha;

Atlikus papildomus mokslinius tyrimus ir praktinius eksperimentus galima būtų papildomai siūlyti ir šias normas:

- Arklių, avių, ožkų mėšlo (bekraikio) – iki 10 t/ha;
- Arklių, avių, ožkų mėšlo (su kraiku) – iki 15 t/ha;
- Galvijų, arklių, avių, ožkų srutų – iki 10 t/ha;
- Pieno pramonės atliekų (pasukų, išrūgų, kt.) – iki 10 t/ha
- Alaus pramonės atliekų - iki 10 t/ha.

Siūloma neleisti tręšti kiaulių mėšlu, kiaulių srutomis.

TVARKA

Tręšimo organinėmis trąšomis terminai.

Leidžiama tręšti žuvų auginimo tvenkinius organinėmis trąšomis nuo sausio 1 d. iki liepos 31 d., bet ne vėliau kaip 30 d. iki vandens išleidimo iš tvenkinio pradžios.

○ Nuo sausio 1 d. - tik esant išalui, galima įvažiuoti į tvenkinio (be vandens) vidų ir paskleisti organines trąšas. Tuo metu turi būti uždarytas vandens ištekėjimas iš tvenkinio, kad tirpsmo, atlydžio vanduo neišplautų organinių trąšų iš tvenkinio į aplinką.

○ Iki liepos 31 d., ž vasarą stipri fotosintezė, vyksta aktyvūs fitoplantono, zooplanktono vystymosi procesai, taip pat denitrifikacija mineralizuoja azoto junginius, suskaido organines trąšas teoriškai per 28 d, o praktiškai dar greičiau. Todėl net vėliausiai liepos 31 d. baigus tręšimą turi pakakti azoto (N) iki rugsėjo, t.y. visam šiltajam žuvų auginimo tvenkinyje periodui. Įprastai, iš tvenkinių vanduo pradedamas išleisti nuo rugsėjo vidurio ir tai pakankamas laiko tarpas, kad organinės trąšos būtų sunaudotos ir nepatektų su išleidžiamu vandeniu į aplinką.

Organinės trąšos turi būti naudojamas tik tvenkinyje (ant dugno ar ant pylimo vidinio šlaito, vidinėje tvenkinio pusėje). Kad būtų išvengta galimybės trąšoms patekti iš tvenkinio į aplinką.

Jei tvenkinys neužpildytas vandeniu, jo dugną rekomenduojama išlyginti, išakėti (supurenti), po to suvaluoti – toks dugno paruošimas labai padeda žuvų lervučių ar mailiaus tvenkiniuose. Likus ne mažiau kaip 30 dienų iki tvenkinio pildymo vandeniu reikėtų patikrinti tvenkinio dugno grunto pH ir jei šis rodiklis žemesnis nei 6,5, rekomenduojama pakalkinti (0,3-2 t/ha, kai pH atitinkamai 6,0 – 4,0)

Draudžiama skystą mėšlą ar srutas skleisti poilsio dienomis ir valstybinių švenčių dienomis arčiau kaip per 100 m nuo gyvenamojo namo be gyventojų sutikimo ir 300 m nuo gyvenvietės be seniūnijos sutikimo, kaip numatyta LR Aplinkos ministro ir LR Žemės ūkio ministro 2005 m. liepos 14 d. įsakymu Nr.D-367/3D-342 patvirtinto „Mėšlo ir srutų tvarkymo aplinkosaugos reikalavimų apraše (aprašo 20 punkte).

10. IŠVADOS

1. Lietuvoje tvenkinių žuvininkystei gamtinės sąlygos yra mažiau palankios, nei labiau į pietus esančiose Europos šalyse, todėl siekiant išlaikyti Lietuvos žuvininkystės ūkių konkurencingumą ir padidinti natūralų tvenkinių produktyvumą būtina tinkamai naudoti jų kompleksinį tręšimą.

2. Tvenkinyje biologinio ciklo intensyvumas priklauso nuo pagrindinių mineralinių maistinių medžiagų, anglies dioksido (CO₂) ir saulės energijos, iš kurios fotosintezės būdu gaminamos organinės medžiagos. Dauguma naudojamų mineralinių maistinių medžiagų yra įvairios azoto (N) ir fosforo (P) formos. Anglis (C) gaunama iš CO₂, kuris yra organinių medžiagų bakterijų skilimo ir gyvų organizmų kvėpavimo rezultatas. Organines medžiagas (taip pat ir įterpto mėšlo), žuvų išmatas ir detritą tiesiogiai sunaudoja zooplanktonas, vabzdžiai, arba bakterijos jas suskaido iki mineralinių maistinių medžiagų ir tokia forma jos grįžta į ciklo pradžią. Įterpus mėšlo ar kitų trąšų, keliskart padidinama natūralaus žuvų maisto gamyba tvenkinyje. Natūrali mitybinė bazė ypač reikalinga žuvų lervutėms pirmomis gyvenimo savaitėmis, o didesnės žuvys gali būti mažiau šeriamos papildomai.

3. Tvenkinių tręšimo tikslas - ne dirvožemio praturtinimas, o būtinumas suformuoti pašarinę bazę į tvenkinius vėliau suleidžiamoms žuvų lervutėms ar mailiui. Tvenkinių tręšimas padidina fitoplanktono, kuris yra zooplanktono ir bentoso gyvūnų mitybos bazė, produktyvumą. Zooplanktonas, planktono liekanos (detritas) ir bentosas yra natūralus žuvų ir vėžiagyvių maistas. Netręšiant tvenkinių susidaro prielaidos į tvenkinius suleidžiamų žuvų lervučių ar mailiaus žuvimui dėl natūralaus maisto stokos.

4. Tiek organinės, tiek neorganinės trąšos gali reikšmingai padidinti fitoplanktono ir zooplanktono įvairovę ir biomasę žuvininkystės tvenkiniuose ir sudaryti prielaidas reikšmingam šių tvenkinių produktyvumo padidėjimui.

5. Organinėse trąšose N, P₂O₅ ir K₂O koncentracija yra mažesnė nei cheminėse trąšose, tačiau jos yra pigesnės ir gali būti tręšiamos didesniais kiekiais. Tręšiant organinėmis trąšomis, labiau formuojasi detritas.

6. Eksperimento metu netręštame tvenkinyje nustatyta didžiausia fitoplanktono rūšių įvairovė, net 62 rūšys. Mažiausia fitoplanktono rūšių įvairovė (12 rūšių) buvo tvenkinyje tręštame biojėgaines substratu (10 t/ha).

7. Vasaros pradžioje didžiausia fitoplanktono įvairovė (41 rūšis) nustatyta tvenkinyje Nr. 10GM+Š, kuris buvo tręštas galvijų mėšlu ir šiaudais (1,5 t/ha mėšlo ir 680 kg/ha šiaudų). Vasaros pabaigoje šiame tvenkinyje buvo nustatytos 46 dumblių rūšys. Tvenkinyje Nr. 4GM, kuris buvo tręštas galvijų mėšlu (10 t/ha), vasaros pradžioje nustatyta tik 18 dumblių rūšių, o vasaros pabaigoje šiame tvenkinyje buvo didžiausia dumblių įvairovė iš visų tirtų tvenkinių, rastos 64 dumblių rūšys.

8. Mažiausia fitoplanktono įvairovė tiek vasaros pradžioje (9 rūšys) tiek vasaros pabaigoje (12 rūšių) nustatyta tvenkinyje Nr. 8Sub, kuris buvo tręštas substratu.

9. Didžiausias fitoplanktono kiekis pagal gausumą nustatytas tvenkiniuose, tręštuose paukščių mėšlu (tręšimo norma 2,4 t/ha) – vidutiniškai 19 980 vnt. ×10³ /ml (28,96% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio). Netręštame tvenkinyje Nr.5 taip pat nustatytas didelis dumblių gausumas – vidutiniškai 15 505 vnt. ×10³ /ml (22,47% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio). Mažiausias gausumas buvo tvenkinyje Nr. 9GM+Š, tręštame galvijų mėšlu ir šiaudais, - vidutiniškai 456 vnt. ×10³ /ml. (0,66% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio). Šiame tvenkinyje buvo mažiausiai ir fitoplanktono biomasė –vidutiniškai 0.13 mg/l (0,26% nuo bendro visų tvenkinių fitoplanktono kiekio).

10. Didžiausia fitoplanktono biomasė buvo netręštame Nr. 5, - vidutiniškai 11,22 mg/l (22.83%). Tvenkinyje Nr. 1PM fitoplanktono biomasė buvo 9,68 mg/l (19,62%).

11. Tyrimo metu buvo aptiktos trys zooplanktono grupės: verpetės *Rotatoria*, šakotaūšiai vėžiagyviai *Cladocera* ir irklakojai vėžiagyviai *Copepoda*. Vertinant zooplanktono kiekį pagal gausumą, nustatyta, kad gausiausia grupė buvo verpečių *Rotatoria*, net 79,10% nuo bendro gausumo, po to irklakojai vėžiagyviai *Copepoda*, kurie sudarė 15,84%. Šakotaūšiai vėžiagyviai *Cladocera* pagal gausumą sudarė tik 5,06% nuo bendro zooplanktono gausumo kiekio

12. Zooplanktono rūšinė įvairovė buvo didžiausia tvenkiniuose, tręštuose galvijų mėšlu – nustatyta 21 rūšis. Netręštame tvenkinyje Nr. 5 nustatytas didžiausias zooplanktono gausumas – 4504 ind./l

(42,01%). Tačiau didžiausia zooplanktono biomasė nustatyta tvenkinyje Nr. 1PM – 20.4 mg/l. Mažiausias zooplanktono gausumas nustatytas tvenkinyje netręštame tvenkinyje Nr. 3 – 28 ind./l. (0.26%). Šiame tvenkinyje nustatyta ir mažiausia zooplanktono biomasė – 0.32 mg/l (0,63%).

13. Zooplanktono rūšinė įvairovė buvo didžiausia tvenkiniuose, tręštuose galvijų mėšlu – nustatyta 21 rūšis. Šiame tvenkinyje nustatytas ir didžiausias zooplanktono gausumas 3653 ind./l. Tačiau didžiausia zooplanktono biomasė nustatyta tvenkiniuose tręštuose paukščių mėšlu – 22,81 mg/l. Mažiausias zooplanktono gausumas nustatytas tvenkinyje tręštame biojėgainės substratu (86 ind./l), bet zooplanktono mažiausia biomasė nustatyta tvenkiniuose tręštuose šiaudais, t.y. tik 0,13 mg/l.

14. Pagal „Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinių normos“ (Vilnius, 2005 m. lapkričio 21 d. Nr. V1-49), paaugintų per vasarą karpių lervučių vidutinis svoris nuo 1 mg turėtų pasiekti 20 g. Reikalaujamą minimalų svorį pasiekė lervutės, kurios buvo augintos tvenkiniuose, tręštuose galvijų mėšlu, jų vidutinis svoris nuo 1 mg padidėjo iki 23 g. Tvenkiniuose, tręštuose paukščių mėšlu karpių lervutės minimalų svorį viršijo du kartus, t.y. vidutinis svoris buvo 45 g. Naudojant šiaudus kaip trąšą, žuvų lervutės per vasarą užaugo iki 35 g.

15. Paukščių mėšlo naudojimas žuvininkystės tvenkinių tręšimui gali būti net iki 4 kartų efektyvesnis, nei tręšimas galvijų mėšlu ar šiaudais, todėl rekomenduotina žuvininkystės tvenkiniuose naudoti šią natūralią organinę trąšą (taip pat ir ekologiniuose ūkiuose), jos galima naudoti mažesnę normą, siekiant pasiekti tą patį tvenkinio efektyvumą.

16. Tvenkinių tręšimas mažomis trąšų normomis neturi reikšmingo teigiamo poveikio fitoplanktono ir zooplanktono biomasės, tuo pačiu – ir tvenkinio natūralaus produktyvumo padidėjimui.

17. Eksperimentinio tręšimo metu žuvininkystės ūkiuose nebuvo užfiksuoti jokie vandens kokybės rodiklių viršijimai, nors įprasta tvarka kontrolę vykdė Aplinkos apsaugos departamentai. Tai patvirtina, kad žuvininkystės tvenkinių tręšimas nedaro reikšmingos neigiamos įtakos vandens telkiniams, į kuriuos išleidžiamas žuvininkystės tvenkiniuose žuvų auginimui naudotas vanduo.

18. Prebiotikų ir/ar probiotikų naudojimas tvenkinių natūralaus produktyvumo didinimui galėtų būti taikomas Lietuvoje, tačiau kol kas šių alternatyvių priemonių platesniam naudojimui ūkiai neturi pakankamai lėšų, tam reikėtų valstybės ar ES finansinių instrumentų paramos.

19. Tikslinga papildyti (ne pakeisti, o papildyti trūkstamomis!) Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologines normas, nustatant technologines normas ir kitoms tvenkiniuose auginamų žuvų rūšims.

20. Siūloma teisiniuose aktuose naudoti ne sąvoką „tvenkinių tręšimas“, o sąvoką „tvenkinių natūralaus derlingumo padidinimas“. Pastarąją sąvoką su paaiškinimu siūloma įtraukti į visus susijusius dokumentus prie sąvokų ir apibrėžimų (šių dokumentų keitimo ar redagavimo atvejais).

21. Žuvininkystė yra ūkinė veikla (kaip ir kitos pramonės rūšys) kurios metu susidaro nuotekos (nors ir jų užterštumas ženkliai mažesnis už buitinių ar pramoninių nuotekų.). Žuvininkystės tvenkiniuose vanduo yra panaudojamas gamybai – žuvų auginimui didesniu tankiu, nei natūraliuose vandens telkiniuose ir papildomai auginamas žuvis maitinant, tad iš žuvininkystės tvenkinių išleidžiamas vanduo galėtų būti laikytinas gamybai panaudotu vandeniu, arba pramoninėmis nuotekomis ir jo išleidimui į paviršinius vandens telkinius galėtų būti taikytinos nuotekoms naudojamos didžiausios leistinos reikšmės.

22. Žuvininkystės tvenkinių užpildymo metu į vandens saugyklą ar tiesiogiai į žuvininkystės tvenkinius atiteka vanduo su dideliu skendinčių medžiagų kiekiu, atskirais atvejais – aukšta azoto ar fosforo junginių koncentracija (dėl pasklidusios taršos) (vienas iš pavyzdžių pateikiamas 1 priede). Žuvininkystės tvenkiniai veikia kaip sėsdintuvai bei natūralūs vandens valymo įrenginiai. Iš šių tvenkinių išleidžiamam vandeniui galima būtų taikyti tas pačias vandens užterštumo normas, kaip ir į paviršinius vandenį išleidžiamoms išvalytoms buitinėms ar pramoninėms nuotekoms.

11. Literatūra

1. Abedi-Koupai J., Varshosaz J., Mesforoosh M., Khoshgoftarmanesh A., H. 2012. Controlled release of fertilizer microcapsules using ethylene vinyl acetate polymer to enhance micronutrient and water use efficiency. *Journal of Plant Nutrition*;35(8):1130–8.
2. Azim M., E., Verdegem M., C., J., Khatoon H., Wahab M., A., van Dam A., A., Beveridge M., C., M. 2002. A comparison of fertilization, feeding and three periphyton substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture in Bangladesh. *Aquaculture*; 212:227–43.
3. Avnimelech Y., Menzel R., G. 1984. Algal clay flocculations as a means to clarify turbid impoundments. *Journal of Soil and Water Conservation*; 39:200–3.
4. Banerjee A., Chattopadhyay G., N., Boyd C., E. 2009. Determination of critical limits of soil nutrients for use in optimizing fertilizer rates for ponds in red, lateritic soil zones. *Aquacultural Engineering*; 40(3):144–8.
5. Ball R., C., Tanner H., A. 1951. *The Biological Effects of Fertilizer in A Warm-Water Lake in Michigan*. Michigan State College Agricultural Experiment Station, East Lansing, MI, USA; Technical Bulletin 223.
6. Brady, N., C. *The Nature and Properties of Soils*. 2nd ed. MacMillan Publishing Company, New York, USA; 1990.
7. Blouin, G., M., Rindt, D., W., Moore, O., E. 1971. Sulfur-coated fertilizers for controlled release pilot plant production. *Journal of Agricultural Food Chemistry*; 19(5):801–8.
8. Boyd C., E. 1981. Solubility of granular inorganic fertilizers for fish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*; 110:451–54.
9. Boyd C., E., Hollerman W., D. 1981. Methods of applying liquid fertilizer to fish ponds. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies*; 35:525–30.
10. Boyd C., E., Prather E., E., Parks R., W. 1995. *Sudden mortality of massive phytoplankton* Boyd C., E. *Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture*. Chapman and Hall, New York, NY, USA; 1995.
11. Boyd, C. E., Tucker, C.S., 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
12. Boyd C., A., Boyd C., E., Rouse D., B. 2007. Potassium adsorption by bottom soils in ponds for inland culture of marine shrimp in Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*; 38:85–91.
13. Boyd C., E., Li L. 2012. Environmental issues in pond fertilization. In: Mischke CC, editor. *Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Input on Production*. Ames, IA, USA: Wiley-Blackwell; p. 47–63.
14. Boyd CE. 2014. A review of sportfish pond fertilization studies at Auburn University. *World Aquaculture*;45(1):41–5.
15. Boyd C. E. 2015. *Water Quality, an Introduction*. 2nd ed. Springer, New York, USA. *Water Quality, an Introduction*; 23:61–7
16. Boyd C., E. 2017. Use of agricultural limestone and lime in aquaculture. *CAB Reviews*; 12:15.
17. Boyd, C., E. 2018. *Aquaculture pond fertilization*. *CAB Reviews* 13, No. 002. doi: 10.1079/PAVSNNR201813002
18. Burns, R., P., Stickney, R., R. 1980. Growth of *Tilapia aurea* in ponds receiving poultry wastes. *Aquaculture*; 20:117–21.
19. Diana, J., S., Lin, C., K., Schneeberger, P., J. 1991. Relationships among nutrient inputs, water nutrient concentrations, primary production and yield of *Oreochromis niloticus* in ponds. *Aquaculture*; 92:323
20. Diana J., S., Lin C., K., Jaiyen K. 1994. Supplemental feeding of tilapia in fertilized ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*; 25:497–506.
21. Diana J., S., Lin C., K., Yi Y. 1996. Timing of supplemental feeding for tilapia production. *Journal of the World Aquaculture Society*; 27:410–19.

22. Diana J., S. 2012. Some principles of pond fertilization for Nile tilapia using organic and inorganic inputs. In: Mischke CC, editor. *Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Input on Production*. Wiley-Blackwell, Ames, IA, USA. p. 163–77
23. Edwards, P. 1980. A review of recycling organic waste in fish, with emphasis on the tropics. *Aquaculture*; 21:261–79.
24. Geiger, J., C. 1983. A review of pond zooplankton production and fertilization for the culture of larval and fingerling striped bass. *Aquaculture*; 35:353–69.
25. Green, B., W., Phelps, R., P., Alvarenga, H., T. 1989. The effect of manures and chemical fertilizers on the production of *Oreochromis niloticus* in earthen ponds. *Aquaculture*; 76:37–42.
26. Green, B., W., Teichert-Coddington, D., R., Phelps, R., P. 1990. Response of tilapia yield and economics to varying rates of organic fertilization and season in two central American countries. *Aquaculture*; 100:580–2.
27. Gross A., Boyd C., E., Wood C., W. 1999. Ammonia volatilization from freshwater ponds. *Journal of Environmental Quality*; 28:793–97.
28. Hafez, A., A., R., Azevedo, J., Rubin, J., Stout, P., R. *Physical Properties of Animal Manures*. Davis, CA, USA: California Agricultural Experiment Station, Bulletin 867.
29. Hargreaves J., A. 1999. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture*; 116:181–212.
30. Hefher B. 1958. On the dynamics of phosphorus added to fish ponds in Israel. *Limnology and Oceanography*; 3:84–100.
31. Hefher, B. 1962. Primary production in fish ponds and its application to fertilization experiments. *Limnol. Oceanogr.* 7, 131e136.
32. Hefher B. Ten years of research on fish pond fertilization in Israel. I. The effect of fertilization on fish yields. *Bamidgeh* 1962; 14:29–38.
33. Hefher B. Ten years of research on fish pond fertilization in Israel. II. Fertilizers dose and frequency of fertilization. *Bamidgeh* 1963;15:78–92Hickling, C.,F. *fish Cultures*. Faber and Faber, London, United Kingdom; 1962.
34. Hefher, B. 1978. Ecological aspects of warm-water fish pond management. In: Gerking, S.D. (Ed.), *Ecology of Freshwater Fish Production*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 447e468.
35. Hunt, D., Boyd, C., E. 1981. Alkalinity losses from ammonium fertilizers used in fish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*; 110:81–5.
36. Irwin W., H.1984. *Methods of Precipitation Colloidal Soil Particles from Impounded Waters of Central Oklahoma*. Oklahoma Agricultural and Mechanical College, Stillwater, OK, USA; Bulletin No. 48:1–54.
37. Jones U., S. *Fertilizers and Soil Fertility*. Reston Publishing Company, Reston, VA, USA; 1979.
38. Kastner RJ, Boyd CE. 1996. Production of sunfish (*Lepomis* spp.) in ponds treated with controlled-release fertilizers. *Journal of the World Aquaculture Society*; 27:228–34.
39. Knud-Hansen C., F., Batterson T., R., McNabb C., D., Harahat I., S., 1991. Sumantadinata K, Eidman HM. Nitrogen input, primary productivity and fish yield in fertilized freshwater ponds in Indonesia. *Aquaculture*; 94:49–63
40. Knud-Hansen C., F., Batterson T., R. 1994. Effects of fertilization frequency on the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*; 123:271–80.
41. Knud-Hansen C., F., Hopkins K., D., Guttman H. 2003. A comparative analysis of the fixed-input, computer modeling, and algal bioassay approaches for identifying pond fertilization requirements for semi-intensive aquaculture. *Aquaculture*; 228:189–214.
42. Knud-Hansen CF. 2006. *Pond Fertilization: Ecological Approach and Practical Application*. Aquaculture Collaborative Research Program, Oregon State University, Corvallis, OR, USA.
43. Knud-Hansen C., F. 2012. Management strategy 2: the algal bioassay fertilization strategy – an ecological approach to efficient pond fertilization. In: Mischke CC, editor. *Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Input on Production*. Ames, IA, USA: Wiley-Blackwell. p. 111–134.

44. Larney, F., J., Buckley K., E., Hao, X., McCaughey W., P. 2006. Fresh, stockpiled, and composted beef cattle feedlot manure: nutrient levels and mass balance estimates in Alberta and Manitoba. *Journal of Environmental Quality*; 35:1844–54.
45. Lin, C., K., Teichert-Coddington, D., R., Green, B., W., Veverica, K., L. 1997. Fertilization regimes. In: Egna H, Boyd CE, editors. *Dynamics of Pond Aquaculture*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA; p. 73–107.
46. Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2021-2027 m. programa. <https://zum.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/zuvininkyste/es-parama/2021-2027-m-parama-zuvininkystes-sektoriui/lietuvos-zuvininkystes-sektoriaus-2021-2027-m-programa>
47. Little, D., C., Bhujel, R., C., Pham, T., A. 2003. Advanced nursing of mixed-sex and mono-sex tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry, and its impact on subsequent growth in fertilized ponds. *Aquaculture*; 221:265–76.
48. Lorimor, J. 2004. *Manure Characteristics*. Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, IA, USA.
49. Masuda Y., Boyd C., E. 1994. Phosphorus fractions in soil and water of aquaculture ponds built on clayey, Ultisols at Auburn, Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*; 25:379–95.
50. Mischke C., C. 2012. Channel catfish pond fertilization. In: Mischke CC, editor. *Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Inputs on Production*. Ames, IA, USA: Wiley Blackwell; p. 137–46.
51. Milstein, A., 2012. Pond ecology. In: Mischke, C.C. (Ed.), *Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Input on Production*. Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 23e32.
52. Mortimer CH. *Fertilizers in Fish Ponds*. Her Majesty's Stationery Office, London, United Kingdom; 1954.
53. Mischke, C., C, editor. 2012. *Aquaculture Pond Fertilization: Impacts of Nutrient Input on Production*. Wiley Blackwell, Ames, IA, USA.
54. Misra R.V., Hesse, P. R. 1982. Comparative analyses of organic manures, FAO/UNDP Regional Project RAS/75/004, Project Field Document 24, 97p.
55. Morrison F., B. 1961. *Feeds and Feeding*. The Morrison Publishing Company, Clinton, IA, USA.
56. Natarajan, M., Varghese, T., J. 1980. Studies of the effects of poultry manure, digested sewage sludge cake, and cow dung on the growth rate of *Catla catla* (Hamilton) and *Cyprinus carpio* var. *communis* (Linnaeus). *Agricultural Wastes*; 2:261–71.
57. Pečiukėnas A., Karpis. Vilnius, Mokslas. 1986. 125 p.
58. Oertli, J. J., Lunt O., R. 1962. Controlled release minerals by encapsulating membranes. *Soil Science Society of America Proceedings*; 26:579–587.
59. Rappaport, U., Sarig, S. 1978. The results of manuring on intensive growth fish farming at the Ginosar station ponds in 1977. *Bamidgeh*; 30:27–36.
60. Rappaport, U., Sarig, S., Bejerano, Y. 1977. Observations on the use of organic fertilizers in intensive fish farming at the Ginosar station in 1976. *Bamidgeh*; 29:57–70.
61. Shrestha M., Lin C., K. Phosphorus fertilization strategy in fishponds based on sediment phosphorus saturation level. *Aquaculture* 1996; 142:207–19.
62. Shevgoor L., Knud-Hansen C., F., Edwards P. 1994. An assessment of the role of buffalo manure for pond culture of tilapia. III. Limiting factors. *Aquaculture*; 126:107–18.
63. Schroeder G., L., Wohlfarth G., Alkon A., Halevy A., Krueger H. 1990. The dominance of algal-based food webs in fish ponds receiving chemical fertilizers plus organic manures. *Aquaculture*; 86:219–29.
64. Simple methods for aquaculture. FAO. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709e/x6709e06.htm
65. Swingle H., S. *Experiments on Pond Fertilization*. Alabama Agricultural Experiment Station, Alabama Polytechnic Institute, Auburn, AL, USA, Bulletin 264; 1947.
66. Viriyatum, R., Boyd C., E. 2011. Re-evaluation of potassium fertilization of bluegill, *Lepomis macrochirus*, ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*; 42:332–8.

67. Westerman R., L., editor. Soil Testing and Plant Analysis. 3rd ed. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA; 1990.
68. Woynarovich, A., Moth-Poulsen T., Péteri A. 2010. Carp Polyculture in Central and Eastern Europe, the Caucaus and Central Asia. FAO: 554. 73 p.
69. Wohlfarth G., W., Hulata G., Karplus I., Halevy A. 1985. Polyculture of the freshwater prawn *Machrobrachium rosenbergii* in intensely manured ponds, and the effect on stocking rate of prawns and fish on their production characteristics. *Aquaculture*; 46:143–56.
70. Zhang F., L., Zhu Y., Zhou X., Y. 1987. Studies on the ecological effects of varying the size of fish ponds loaded with manures and feeds. *Aquaculture*; 60:107–16.

PADĖKA

MTTV projekto ataskaitos rengėjai už vertingą pagalbą ir nuoširdų bendradarbiavimą įgyvendinant šį projektą dėkoja Rolandui Morkūnui, Nacionalinės akvakultūros ir žuvų produktų gamintojų asociacijos direktoriui, Antanui Grigalavičiui, UAB „Raseinių žuvininkystė“ direktoriui, Astai Grimbovskienei, UAB „Akvilegija“ direktoriaus pavaduotojai, Viktorui Čaikovskiui, UAB „Bartžuvė“ direktoriaus pavaduotojui.

MTTV PROJEKTO REZULTATŲ POPULIARINIMAS

Tarptautinėje žemės ūkio parodoje, „Ką pasėsi ... 2022“ organizuotas seminaras „Reikalavimai vandens kokybei žuvininkystės ūkiuose. Lektoriai L. Česonienė, G. Žibienė, A. Žibas. 2022-04-01.

Skaitytas pranešimas tarptautinėje konferencijoje: G.Žibienė, A.Žibas, L.Česonienė, M.Brazauskas. Influence of different fertilizers on the water quality of aquaculture ponds. 4-oji tarptautinė mokslinė konferencija AgroEco2022: „Agroekosistemų tvarumas: anglies sancaupų dirvožemyje, maisto saugos ir klimato pokyčių sąsajos“, VDU ŽŪA 2022 m. spalio 26–27 d.

2022 m. žurnale „Mano ūkis“ gruodžio mėnesio numeryje bus publikuotas straipsnis: G. Žibienė, A. Žibas, L. Česonienė, M. Brazauskas. Tvenkinių našumo didinimo galimybės.

SUDERINTA:

(Tyrimų priežiūros komisijos pirmininkas)

(Vardas, Pavardė)

Priedai

1 priedas

AAA atliktų vandens kokybės tyrimų užpildant ir išleidžiant tvenkinius UAB „Raseinių žuvininkystė“ rezultatų suvestinė


Mėginio ištyrimo data	BDS ₇ , mg/l O ₂	ChDS (permanganatinė oksidacija), mgO/l	Bendras azotas, mg/l	Bendras fosforas, mg/l	Amonio azotas, mg/l N	Nitratų azotas, mg/l N	Nitritų azotas, mg/l N	Fosfatų fosforas, mg/l P	SM, mg/l	Ištirpęs deguonis, mg/l	pH	Savitasis elektrinis laidis, μS/cm	T°C
<i>UAB „Raseinių žuvininkystė“, Raseinių skyrius, iš Prabaudos tvenkinių pildymo metu</i>													
2022-03-01	3,0±0,1	23	13	0,31±0,02	0,049±0,003	9,7±0,3	0,026±0,001	0,076±0,008	200±22	16,9	8,1	537	3,7
2022-02-25	3,1±0,1	34	15	0,40±0,03	0,036±0,003	11±0,4	0,018±0,001	0,058±0,006	170±18	16,9	8,1	671	2,9
2022-02-22	4,9±0,2	34	13	0,62±0,04	0,033±0,002	11±0,4	0,016±0,001	0,044±0,005	540±58	15,8	8,1	584	3,1
<i>UAB „Raseinių žuvininkystė“, Raseinių skyrius, Kalnupis nuleidimo metu</i>													
2021-09-27	2,2±0,1	13	1,4	0,13±0,001	0,46±0,03	0,057	0,012±0,001	0,020±0,002	9,1±1,1	-	7,6	-	18,2
2021-09-13	3,1±0,1	12	1,1	0,16±0,01	0,24±0,01	0,11	0,011±0,001	0,020±0,002	23±3	-	8,2	-	15,9
<i>UAB „Raseinių žuvininkystė“, Lovaičių skyrius, iš Šešuvis tvenkinių pildymo metu</i>													
2022-03-01	6,3±1,3	45	10	0,71±0,05	0,11±0,01	6,9±0,2	0,039±0,002	0,085±0,009	450±49	17,1	8,1	873	3,0
2022-02-25	4,1±0,2	194	10	0,74±0,05	0,15±0,01	6,2±0,2	0,003±0,0002	0,11±0,01	1220±132	17,0	8,2	876	3,4
2022-02-22	2,8±0,1	22	10	0,30±0,02	0,060±0,004	9,7±0,3	0,024±0,001	0,047±0,005	640±69	16,2	8,3	801	2,3
<i>UAB „Raseinių žuvininkystė“, Lovaičių skyrius, Upė nuleidimo metu</i>													
2021-09-27	3,0±0,1	15	2,0	0,15±0,01	0,25±0,02	0,16	0,075±0,004	0,016±0,002	18±2	-	7,9	-	18,1
2021-09-13	3,8±0,1	13	2,2	0,22±0,02	1,1±0,1	0,18	0,098±0,005	0,029±0,003	19±2	-	8,1	-	16,1
<i>UAB „Raseinių žuvininkystė“, Alsos skyrius, Upė tvenkinių pildymo metu</i>													
2022-03-01	3,4±0,2	25	9,7	0,34±0,02	0,069±0,005	7,6±0,3	0,031±0,002	0,055±0,006	530±57	16,5	8,2	678	3,1
2022-02-25	2,8±0,1	12	9,7	0,32±0,02	0,065±0,005	7,1±0,2	0,034±0,002	0,093±0,01	720±78	16,1	8,2	703	3,1
2022-02-22	3,3±0,2	21	11	0,32±0,02	0,087±0,006	7,3±0,2	0,034±0,002	0,061±0,007	480±52	17,1	8,3	441	2,2
<i>UAB „Raseinių žuvininkystė“, Alsos skyrius, Šešuvis nuleidimo metu</i>													
2021-09-27	2,3±0,1	13	0,94	0,089±0,007	0,026±0,002	0,055	0,006±0,0003	0,013±0,001	17±2	-	8,3	-	18,5
2021-09-13	4,4±0,1	13	0,80	0,14±0,01	0,08±0,005	0,11	0,012±0,001	0,091±0,010	8,5±1,0	-	8,1	-	16,3

Eil. Nr.	Vardas, pavardė	Atstovaujama organizacija	Telefonas	Parašas
1.	Stasėna Dapliūnė	VDU ŽŪA	869838739	
2.	Anelė Dautotė	VDU ŽŪA	861013741	
3.	Radna Riekšė	VDU ŽŪA MEF	869259443	
4.	Judrė Štijauskaitė	VPJ „Stogas“	8634-35643	
5.	Indrė Plepiukaitė	VPJ „Stogas“	8686-43307	
6.	Justina Tamoliūkaitė	VDU ŽŪA	8612-48828	
7.	Kristina Jurgaitė	VDU ŽŪA	86931561	
8.	Leva Gaidelė	VDU ŽŪA	863492687	
9.	Nijolė Mačiulienė	VĮ ŽŪKŪG	868711754	
10.	Rasa Čibinė	Sveikatos saug. administr.	861881506	
11.	Simona Černeckė	KMAIK	865544544	
12.	Indrė Rukšė	VAB Žilimbis ir Cb	8-66242036	
13.	Laima Černiūnė	VNU ŽŪA MEF	861468442	
14.	Daiva Prickienė	VDU ŽŪA MF	861005447	
15.	Mantas Prasauskas	VDU ŽŪA ARKIVULTŪROS CENTRAS	865085053	
16.	Elzbieta Žibienė	VDU ŽŪA Akv. ūkio centras	867425057	
17.	Guovė Žibienė	VDU ŽŪA, I	867490602	
18.				

**Pranešimo „Influence of different fertilizers on the water quality of aquaculture ponds“
pristatymo skaidrės**

**INFLUENCE OF DIFFERENT FERTILIZERS ON
THE WATER QUALITY OF AQUACULTURE PONDS**

Gražina Žibienė, Laima Česonienė, Alvydas Žibas,
Mantas Brazauskas
Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Lithuania



**Aquaculture production (fish, shrimp etc.)
is an most effective source of proteins**



1 kg of beef ~ 18 kg of feed (~ 15,5 m³ of water)



1 kg of pork ~ 4 kg of feed (~ 4,8 m³ of water)

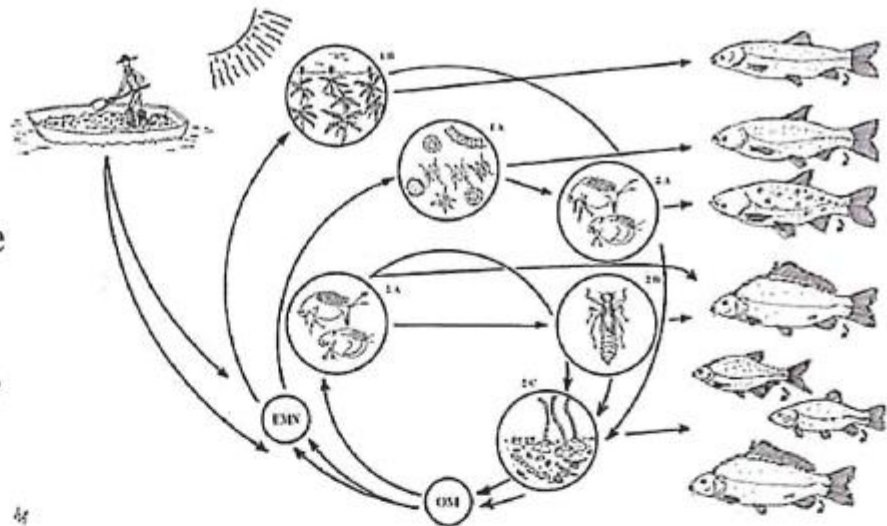


1 kg of pork ~ 3,2 kg of feed (~ 3,9 m³ of water)



1 kg of fish ~ 1,1 kg of feed (~ 0,35 m³ of water)

The aim of fertilizing of aquaculture ponds - to form a feed base for the fish, especially – fish larvae, later introduced into the ponds (not enriching the soil!).



- In a pond, the intensity of the biological cycle depends on the main mineral nutrients, carbon dioxide (CO₂) and solar energy, from which organic matter is produced by photosynthesis.
- Most of the mineral nutrients used are various forms of nitrogen (N) and phosphorus (P). Carbon (C) comes from CO₂, which is the result of bacterial decomposition of organic matter and the respiration of living organisms. Organic matter (including incorporated manure), fish faeces and detritus are directly consumed by zooplankton, insects, or broken down by bacteria into mineral nutrients and returned to the beginning of the cycle in this form.
- Adding manure or other fertilizers increases the production of natural fish food in the pond several times. A natural nutritional base is especially necessary for fish larvae in the first weeks of life, and larger fish can be fed less additionally.



The purpose of our study:

to evaluate an effect of different natural organic fertilizers and different fertilization rates on the water quality of aquaculture ponds and the increase of the natural nutritional base for fish larvae and fish.

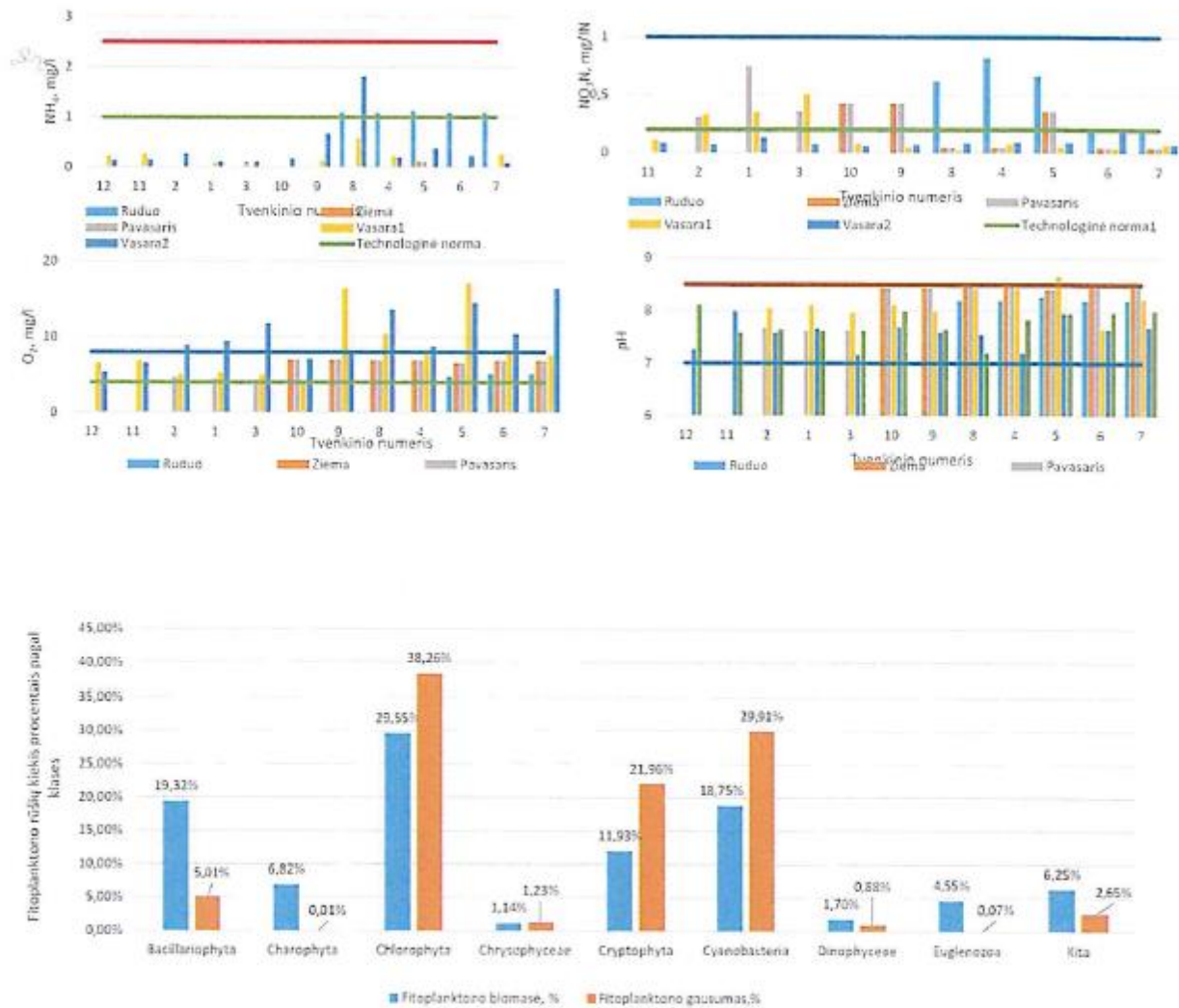


- This study involved aquaculture farms that used chicken manure, cattle manure, straw, and bioenergy substrate for fertilization.
- Aquaculture ponds were fertilized using different fertilizer rates.
- Samples were taken to determine water quality and biomass of phytoplankton and zooplankton.

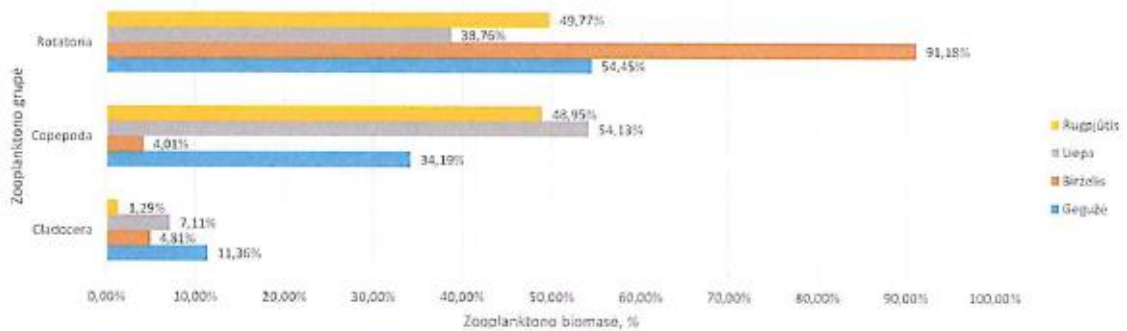


The obtained results were compared with the Technological water quality standards for fish farming („Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinės normos“, 2005-11-21, Nr. V1-49),)

An analysis of the results of the main parameters of water quality showed that in all aquaculture ponds where fertilizers were used, the water quality met the established Technological water quality standards for fish farming all time.



- Applying chicken manure twice in 4 week (half of fertilizer rate each time) increased phytoplankton biomass from 0.063 mg/l to 19.3 mg/l (fertilizer rate – 2,5 t/ha of chicken manure).
- Use of cattle manure increase phytoplankton biomass, but not so significant. Applying full fertilizer rate at once gave little increase of phytoplankton biomass 4 weeks after fertilization.
- In the ponds where straw was used as fertilizer (rate – 570 kg/ha of straw), the amount of phytoplankton reached 0.18 mg/l and then decreased till 0.07 mg/l in 4 weeks (fish larvae used phytoplankton as feed).



- An analysis of zooplankton biomass showed that biomass, determined at the beginning of summer, increased almost double in 4 weeks in all ponds. At the same time fish larvae used zooplankton as feed.
- Higher growth of zooplankton biomass was observed in ponds, where chicken manure was used, especially with a higher fertilizer rate: zooplankton biomass increased from 0.14 mg/l to 5.51 mg/l (fertilizer rate - 1,4 t/ha) and from 3.05 to 36.92 mg/l (fertilizer rate - 2,5t/ha).
- In the ponds where straw was used as fertilizer, the amount of zooplankton reached 11.7 mg/l and decreased in 4 weeks till 1.57 mg/l (fertilizer rate 0,57 t/ha of straw).

- According Technological water quality standards for fish farming the average weight of carp larvae raised during the summer from 1 mg should reach 20 g.
- The required minimum weight was reached by larvae that were raised in ponds fertilized with cattle manure, their average weight increased from 1 mg to 23 g.
- Using straw as fertilizer, carp larvae grew to 35 g during the summer.
- In ponds fertilized with bird manure, carp larvae exceeded the minimum weight twice, i.e. the average weight was 45 g.



- The obtained results show that the use of natural organic fertilizers does not deteriorate the water quality of the ponds and is an excellent measure for increasing the natural nutritional base of the fish, especially fish larvae.
- Unfertilized ponds typically produce 50 to 500 kg/ha of fish per year. Productivity of fertilized ponds increases up to 4-5 times or even more. The amount of fish production in fertilized ponds is also influenced by the feeding habits of fish.



AQUACULTURE CENTER

- equipped with a complex of closed recirculating systems (Fish breeding and Fish growing laboratories)
- an experimental fish farming system for innovative technological solutions.



Alvydas Žibas, Head of Aquaculture Center
alvydas.zibas@vdu.lt, tel. 8-614-25057.

Žurnale „Mano ūkis“ publikuojamas straipsnis

Tvenkinių našumo didinimo galimybės

Gražina Žibienė, Alvydas Žibas, Laima Česonienė, Mantas Brazauskas

Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija

Daugumai skaitytojų gali skambėti keistai, kad reikia tręšti ne tik naudojamus žemės plotus, tačiau ir „mėlynuosius arimus“, t.y. tvenkinius. Ne vienas ūkininkas, įsirengęs tvenkinį ir suleidęs žuvų, ypač – žuvų lervučių, buvo nustebintas, kad tos žuvys neauga, kaip tikėtasi, kartais išvis dingsta arba pagaunamos tik menkavertės savaimė atsiradusios kuojojės, ešeriukai, karosiukai. Dažna to priežastis – tvenkinys neparuoštas įžuvinimui, dirbtinai nepadidintas natūralaus žuvų maisto – fitoplanktono ar zooplanktono kiekis, nepadidintas tvenkinio našumas.

Tvenkininės žuvininkystės ūkiai tvenkinių našumą padidina tręsdami organinėmis ar neorganinėmis, (mineralinėmis) trąšomis. Organinės trąšos, kurių sudėtyje yra organinių medžiagų mišinys ir mineralinės maistinės medžiagos, dažniausiai yra vietinės trąšos – gyvulių ir paukščių mėšlas, šiaudai, augalų pasėlių liekanos, maisto perdirbimo atliekos, šviežiai nupjauta arba sausa žolė. Neorganinių trąšų sudėtyje yra tik mineralinės ir neorganinės maisto medžiagos. Tvenkininės žuvininkystės ūkiuose naudojamos tokios pat neorganinės trąšos, kaip ir žemės ūkyje: superfosfatas, amonio sulfatas, šlakas, diamonio fosfatas, kalio nitratas, kalio sulfatas, karbamidas ir kt. Azotas, fosforas (P) ir kalis (K) vadinami pagrindinėmis trąšų maistinėmis medžiagomis. Mikroorganizmams skaidant organines trąšas, išskiriamos augalams tinkamos maistinės medžiagos, o iš cheminių trąšų maistinės medžiagos išsiskiria joms tirpstant.

Lietuvoje žuvininkystės tvenkiniai tręšiami pagal „Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinės normos“ 5.5 punktą. Jame nurodyta, kad mineralinių trąšų sąnaudos per sezoną yra superfosfato 200-400 kg/ha ir salietros – 200-400 kg/ha. Kokia turėtų būti organinių trąšų norma žuvininkystės tvenkiniams tręšti, nėra nurodyta.

Tvenkinių tręšimo tikslas - ne dirvožemio praturtinimas, o būtinumas suformuoti pašarinę bazę į tvenkinius vėliau suleidžiamoms žuvų lervutėms ar mailiui. Tvenkinių tręšimas padidina fitoplanktono, kuris yra zooplanktono ir bentoso gyvūnų mitybos bazė, produktyvumą. Zooplanktonas, planktono liekanos (detritas) ir bentosas yra natūralus žuvų ir vėžiagyvių maistas.

Dirbtinių pašarų naudojimas žuvininkystės tvenkiniuose gali būti alternatyva tręšimui, tačiau tai yra brangi alternatyva. Todėl daugelis akvakultūros ūkių dar naudoja trąšas tvenkinių produktyvumo padidimui. Trąšos, siekiant padidinti natūralų pašarą, taip pat dažnai naudojamos ankstyvuoju žuvų auginimo laikotarpiu žuvų lervučių ir mailiaus tvenkiniuose.

Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos darbuotojai 2021-2022 metais atliko galimybių studiją „Rekomendacijų dėl akvakultūros tvenkinių tręšimo organinėmis ir mineralinėmis trąšomis normų ir laikotarpių parengimas“. Įvairiuose Lietuvos žuvininkystės ūkiuose buvo atlikti tvenkinių eksperimentiniai tręšimai skirtingomis trąšomis ir intensyvumu, išanalizuota tręšimo įtaka fitoplanktono ir zooplanktono susidarymui bei tvenkinių našumo padidėjimas.

Kodėl tvenkinių tręšimas naudingas, kas jame vyksta įterpus trąšų?

Tvenkinyje biologinio ciklo intensyvumas priklauso nuo pagrindinių mineralinių maistinių medžiagų, anglies dioksido (CO₂) ir saulės energijos, iš kurios fotosintezės būdu gaminamos organinės medžiagos. Dauguma naudojamų mineralinių maistinių medžiagų yra įvairios azoto (N) ir fosforo (P)

formos. Anglis (C) gaunama iš CO₂, kuris yra organinių medžiagų bakterijų skilimo ir gyvų organizmų kvėpavimo rezultatas. Organines medžiagas (taip pat ir įterpto mėšlo), žuvų išmatas ir detritą tiesiogiai sunaudoja zooplanktonas, vabzdžiai, arba bakterijos jas suskaido iki mineralinių maistinių medžiagų ir tokia forma jos grįžta į ciklo pradžią. Įterpus mėšlo ar kitų trąšų, keliskart padidinama natūralaus žuvų maisto gamyba tvenkinyje. Natūrali mitybinė bazė ypač reikalinga žuvų lervutėms pirmomis gyvenimo savaitėmis, o didesnės žuvys gali būti mažiau šeriamos papildomai.

Kaip ir kada tinkamai padidinti tvenkinio našumą?

Darbai pradunami vėlyvą rudenį arba žiemą, kai prie tvenkinių ir į jų vidų galima patekti su technika. Prie tvenkinio krantų atvežamas mėšlas (norma 0,5 – 3,0 t/ha; kuo mažiau derlingas gruntas, tuo didesnė norma rekomenduojama), sukraunamas krūvose visu tvenkinio perimetru (išilgai kranto).

Jei tvenkinys neužpildytas vandeniu, jo dugną rekomenduojama išlyginti, išakėti (supurenti), po to suvaluoti – toks dugno paruošimas labai padeda žuvų lervučių ar mailiaus tvenkiniuose. Likus ne mažiau kaip 30 dienų iki tvenkinio pildymo vandeniu reikėtų pasitikrinti tvenkinio dugno grunto pH ir jei šis rodiklis žemesnis nei 6,5, rekomenduojama pakalkinti (0,3-2 t/ha, kai pH atitinkamai 6,0 – 4,0).

Likus 30 dienų iki tvenkinio užpildymo vandeniu, termiškai perkaitęs mėšlas ar kompostas paskleidžiamas tvenkinio pakraščiuose, sekliose pakrantėse.

Tvenkinys pilnai užpildomas vandeniu ne vėliau kaip 1-2 dienas prieš nepaaugintų lervučių suleidimą, o jei lervutės paaugintos – jos suleidžiamos į tvenkinį po 5-7 dienų nuo užpildymo. Natūrali mitybinė bazė ypač reikalinga lervutėms pirmomis gyvenimo savaitėmis.

Netręštuose žuvininkystės tvenkiniuose paprastai užauginama nuo 50 iki 500 kg/ha žuvies per metus. Tręštų tvenkinių produktyvumas išauga iki 4 – 5 kartų ar net daugiau. Žuvų produkcijos kiekiui tręštuose tvenkiniuose įtakos turi ir auginamų gyvūnų maitinimosi įpročiai. Rūšių, kurios minta daugiausia planktonu, produkcija paprastai yra didesnė, nei visaėdžių ir plėšrūnių žuvų rūšių produkcija.

Trumpai apie tyrimo rezultatus

Apibendrinant gautus tyrimo rezultatus, nustatyta, kad netręštame tvenkinyje nustatyta didžiausia fitoplanktono rūšių įvairovė, net 62 rūšys. Mažiausia fitoplanktono rūšių įvairovė (12 rūšių) buvo tvenkinyje tręštame biojėgainės substratu (10 t/ha).

Didžiausias fitoplanktono kiekis pagal gausumą nustatytas tvenkiniuose, tręštuose paukščių mėšlu (24 147 vnt. · 10³/ml) ir netręštuose tvenkiniuose (16 041 vnt. · 10³/ml). Mažiausias gausumas buvo tvenkiniuose tręštuose šiaudais (680 kg/ha). Šiame tvenkinyje fitoplanktono gausumas buvo 457 vnt. · 10³/ml.

Didžiausia fitoplanktono biomasė buvo tvenkiniuose tręštuose paukščių mėšlu (17,11 mg/l). Tvenkiniuose tręštuose galvijų mėšlu fitoplanktono biomasė buvo 14,22 mg/l, netręštame tvenkinyje fitoplanktono biomasė buvo 10,65 mg/l. Mažiausia fitoplanktono biomasė buvo tvenkiniuose tręštuose šiaudais, tik 0,13 mg/l.

Zooplanktono rūšinė įvairovė buvo didžiausia tvenkiniuose, tręštuose galvijų mėšlu – nustatyta 21 rūšis. Šiuose tvenkiniuose nustatytas ir didžiausias zooplanktono gausumas - 3653 ind./l. Tačiau didžiausia zooplanktono biomasė nustatyta tvenkiniuose tręštuose paukščių mėšlu – 22,81 mg/l. Mažiausias zooplanktono gausumas nustatytas tvenkinyje tręštame biojėgainės substratu (86 ind./l), bet zooplanktono mažiausia biomasė nustatyta tvenkiniuose tręštuose šiaudais, t.y. tik 0,13 mg/l.

Pagal „Žuvų auginimo žuvininkystės tvenkiniuose technologinių normos“ (Vilnius, 2005 m. lapkričio 21 d. Nr. V1-49), paaugintų per vasarą karpių lervučių vidutinis svoris nuo 1 mg turėtų pasiekti 20 g.

Reikalaujamą minimalų svorį pasiekė lervutės, kurios buvo augintos tvenkiniuose, tręštuose galvijų mėšlu, jų vidutinis svoris nuo 1 mg padidėjo iki 23 g. Tvenkiniuose, tręštuose paukščių mėšlu karpinių lervutės minimalų svorį viršijo du kartus, t.y. vidutinis svoris buvo 45 g. Naudojant šiaudus kaip trąšą, žuvų lervutės per vasarą užaugo iki 35 g.

Tiek organinės, tiek neorganinės trąšos gali padidinti fitoplanktono gamybą ir padidinti žuvininkystės produkciją tvenkiniuose. Organinėse trąšose N, P₂O₅ ir K₂O koncentracija yra mažesnė nei cheminėse trąšose, tačiau jos yra pigesnės ir gali būti tręšiamos didesniais kiekiais. Nors tręšimas padidina žuvų produkciją, naudojant dirbtinius pašarus, galima gauti didesnę žuvų produkciją nei tręšiant, bet toks žuvų auginimo metodas yra brangesnis ir žuvis savikaina didėja. Todėl tręšimas artimiausioje ateityje išliks svarbi akvakultūros valdymo praktika.



Vandens kokybės ir planktono mėginių ėmimas



Tręšimui paruošti šiaudų rulonai



Išleistas žuvininkystės tvenkinys



Šiaudų rulonai tvenkinyje