



AMONIAKO EMISIJOS IŠ MĖŠLO MAŽINIMAS BIODANGOMIS

Rolandas BLEIZGYS, Vytauto Didžiojo universitetas Žemės ūkio akademija

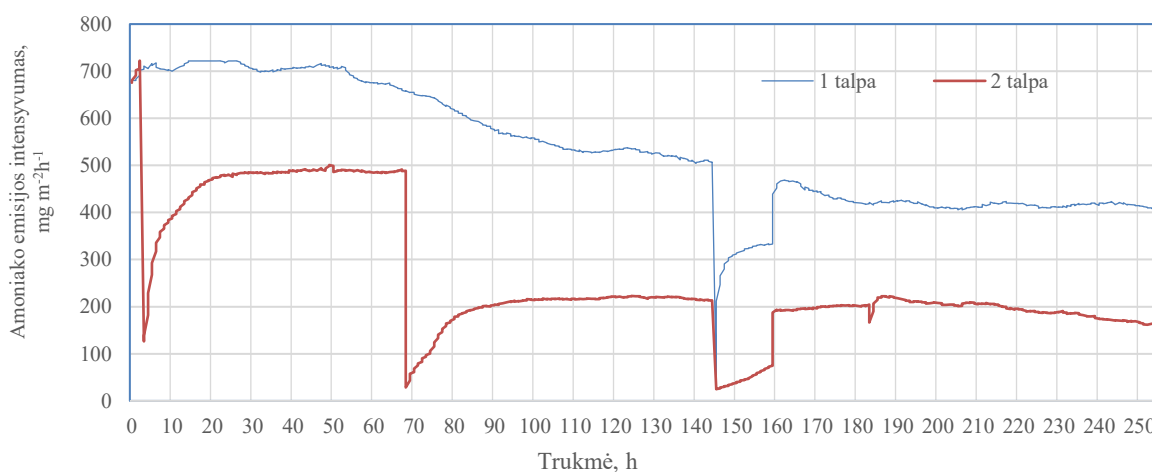
Vykdamas projektą „Taršos mažinimas galvijininkystėje“ (projekto Nr. 23PA-KK-23-1-05554-PR001) galvijų ūkiuose diegiamos inovacijos, kurios mažina oro taršą ir didina ūkių tvarumą. Projektas vykdomas pagal Lietuvos žemės ūkio ir kaimo plėtros 2023–2027 metų strateginio plano intervencinę priemonę „Parodomieji projektai ir informavimo veikla“.

Siekiant mažinti amoniako emisiją, galima naudoti įvairias biodangas mėšlui – smulkintus šiaudus, įvairios medienos smulkias pjuvenas, smulkintus kanapių spalius, durpes, aliejų, ceolitą, šiaudų granules ir kt. Didžiausias kiekis kenksmingų dujų į aplinką patenka urino bakterijoms skaidant baltymus, esančius galvijų šlapime ir mėšle. Tačiau, iš mėšlo garuojant vandeniui, jo paviršius apdžiūsta ir šis procesas lėtėja. Dujų emisijos kaita laikant mėšlą labai priklauso nuo naudojamos biodangos mėšlui.

Iš šviežio galvijų mėšlo intensyviai garuoja amoniakas: nustatyta didžiausia amoniako emisija vidutiniškai lygi $730 \pm 67 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ (1 pav.). Per 5 dienas amoniako garavimo intensyvumas iš mėšlo vidutiniškai sumažėja 26,5 proc., iki $525 \pm 24 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, kai mėšlo paviršius nedengiamas ir paviršiuje natūraliomis sąlygomis formuojasi pluta. Intensyviausia kenksmingos dujos garuoja pirmas 8 tyrimo dienas, kurių metu į aplinką patenka didžioji dalis amoniako, susidariusio per visą tyrimų laikotarpį. Amoniako emisija iš mėšlo yra didelė, todėl mėšlą reikia dengti. Naudojant tinkamas mėšlo dengimo technologijas, NH_3 emisiją į aplinką galima sumažinti 35-80%. Tačiau netinkamai parinkta ar pritaikyta amoniako mažinimo strategija gali emisijas ir padidinti.

Naudojant biodangas mėšlo uždengimui labai svarbu įvertinti pasirinktos medžiagos savybes sudaryti neporingą sluoksnį ir sugerti mėšlo paviršiuje esančius skysčius. Neporingos ir sunkiai praleidžiančios orą mėšlo dangos sumažina amoniako emisiją į aplinką iki 60 proc.

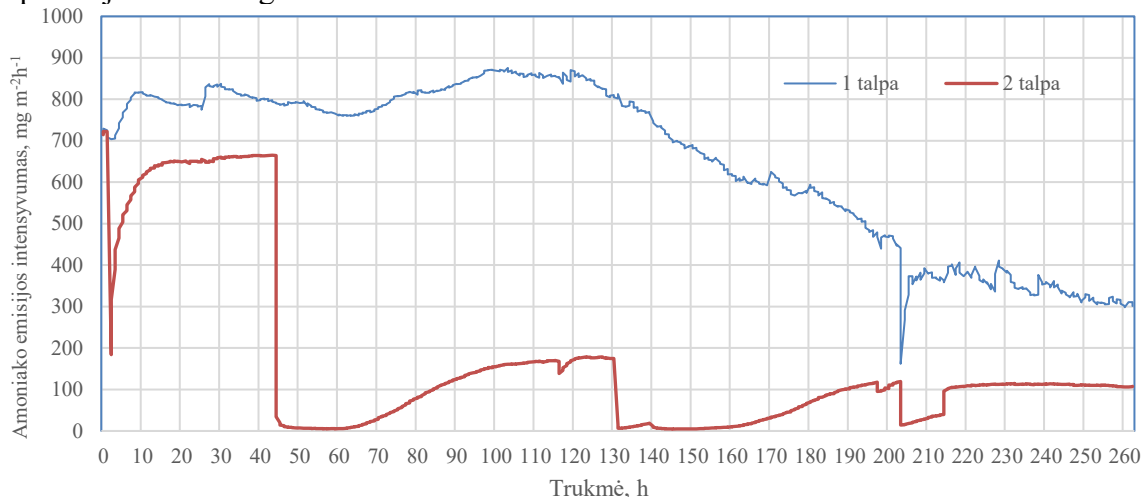
Ūkiuose dažnai pakratams naudojami šiaudai, kurie gali būti naudojami ir tirštojo mėšlo rietuvių uždengimui. Net ir nedidelis smulkintų šiaudų sluoksnis ženkliai sumažina amoniako garavimą į aplinką (1 pav.).



1 pav. Amoniako emisija iš pusskysčio mėšlo be dangos (1 talpa) ir uždengto smulkintais šiaudais (2 talpa): 3 val. užpilta 5 cm šiaudų sluoksnis, 69 val. – 12 cm šiaudų sluoksnis, 145 val. – abiejose talpose ant mėšlo užpilta po 4,3 mm vandens.

Mėšlo paviršių padengus 5 cm storio smulkintų šiaudų sluoksniu, garavimo intensyvumas sumažėja nuo $707 \pm 19 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ iki $135 \pm 12 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ (t.y. net 80 proc.). Tačiau vėliau vykstant srutų su amoniakiniu azotu difuzijai iš vidinių mėšlo sluoksnių į paviršių ir drėgstant šiaudams, per kelias valandas amoniako emisija padidėja iki $479 \pm 24 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$. Šiaudų sluoksnį padidinus iki 12 cm, amoniako emisija sumažėja iki $48 \pm 7 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, vėliau per kelias valandas stabilizuojasi amoniako garavimas tokiu intensyvumu - $210 \pm 4 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$. Imituojant kritulius patenkančius ant mėšlo, ant mėšlo buvo užpilta 4,3 mm vandens sluoksnis. Vandens poveikis amoniako garavimui panašus abejais atvejais: kai mėšlas be dangos ir kai mėšlas uždengtas 12 cm storio šiaudų sluoksniu. Vandens poveikis amoniako emisijai didelis, tačiau labai trumpalaikis. Užpylus vandenį ant mėšlo, amoniako emisija sumažėja iki 89-92 proc., tačiau per 15 val. vėl padidėja beveik iki buvusio lygio (emisija būna mažesnė tik 10-13 proc.). Ant mėšlo patekęs švarus vanduo difunduoja į vidinius mėšlo sluoksnius, o į mėšlo paviršių – azoto junginiai. Švarus vanduo pavirsta srutomis, iš kurių intensyviai garuoja amoniakas. Ant mėšlo patekę krituliai (švarus vanduo) nedidina amoniako emisijos, tačiau efektyviai ir nemažina: sumažėja tik keliais procentais.

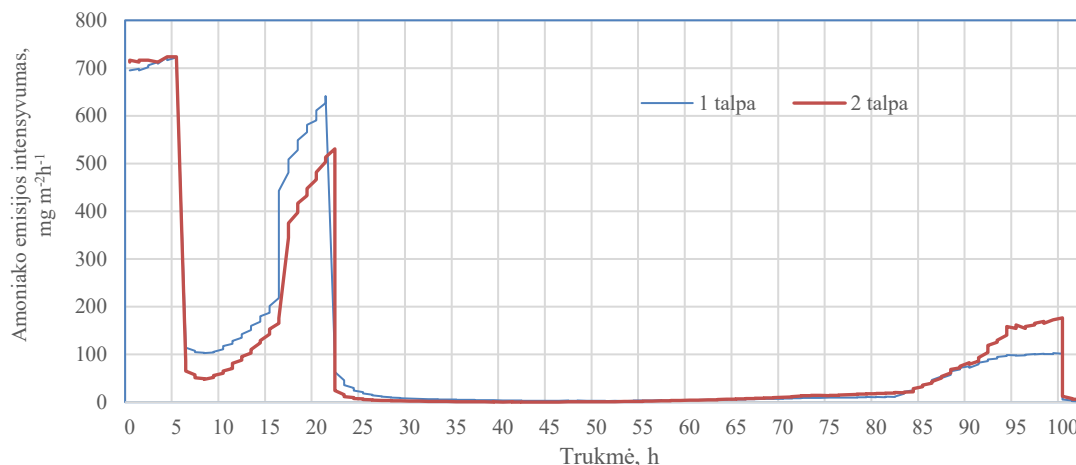
Spygliuočių medienos pjuvenų poveikis amoniako emisijai iš mėšlo labai didelis (2 pav.). Ant mėšlo užpylus nedidelį sluoksnį (apie 1 cm) smulkių pjuvenų (2-4 mm), amoniako garavimo intensyvumas sumažėja nuo $704 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ iki $194 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, t.y. net 73 proc., nes buvo sudarytas mažo poringumo ištisinis sluoksnis mėšlo paviršiuje. Tačiau srutoms mėšle difunduojant į paviršių ir drėgstant pjuvenoms, po 5 val. amoniako emisija padidėja iki $558 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, po 11 val. padidėja iki $640 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ir toliau kinta neženkiai.



2 pav. Amoniako emisija iš pusskysčio mėšlo be dangos (1 talpa) ir uždengto smulkiomis pjuvenomis (2 talpa): 2 val. užpilta 1 cm pjuvenų sluoksnis, 45 val. – 5 cm pjuvenų sluoksnis, 131 val. – 10 cm pjuvenų sluoksnis, 203 val. - abiejose talpose ant mėšlo užpilta po 4,3 mm vandens.

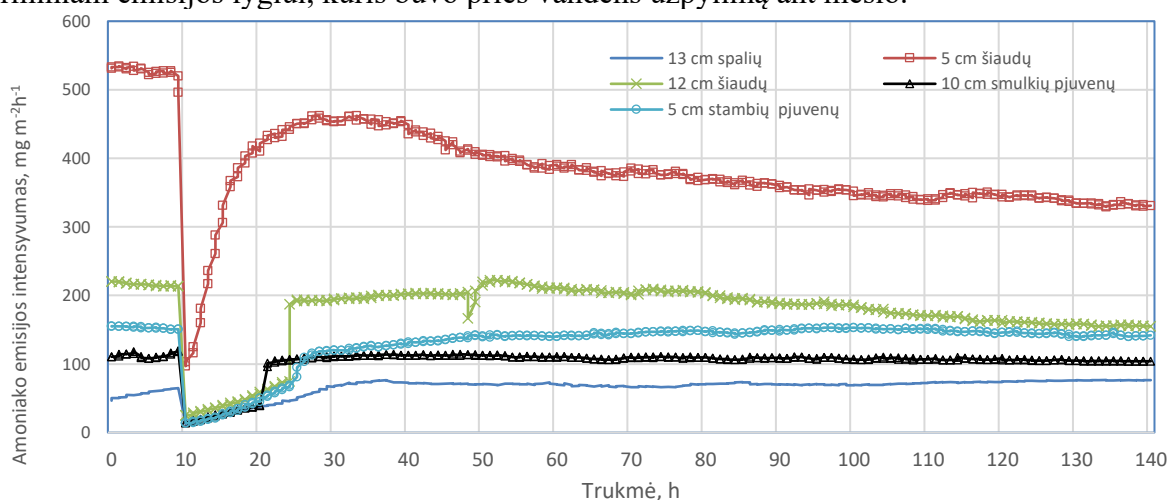
Ant mėšlo užpylus didesnę smulkių pjuvenų sluoksnį (5 cm), amoniako emisija sumažėja nuo $665 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ iki $20 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, t.y. net 97 proc. Po 24 valandų mėšlo paviršiuje esančios pjuvenos pradeda drėgti dėl iš mėšlo difunduojančių srutų, kartu suintensyvėja ir amoniako emisija, kuri padidėja iki $175 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$. Ant mėšlo užpylus 10 cm storio pjuvenų sluoksnį, amoniako emisija pratiškai nevyksta, būna lygi tik $5-8 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ir tik po 40 valandų padidėja iki $31 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$. Ant mėšlo užpildo 4,3 mm vandens sluoksnio poveikis amoniako emisijai trumpalaikis: užpylus amoniako emisija sumažėja 63-85 proc., mėšle be dangos emisijos intensyvumas grįžta į artimą ankstesniam lygiui jau po 3,5 val., o mėšle su pjuvenų danga – po 12 val.

Labai efektyvu mėslą dengti durpėmis: mėslą užpylus 5 mm storio rūgščių durpių (3,8 pH) sluoksniu, amoniako emisija sumažėja net 88 proc. (3 pav.). Sruotos iš mėšlo difunduoja į durpių paviršių lėčiau nei šiauduose ar pjuvenose. Todėl 10-13 val. amoniako emisija išlieka maža ir tik vėliau padidėja iki $450-530 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$. Ant mėšlo užpylus apie 3 cm storio durpių sluoksnį amoniako emisija būna labai maža: tik $3-6 \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ir šiek tiek padidėja tik po daugiau kaip 60 valandų.



3 pav. Amoniako emisija iš pusskysčio mėšlo uždengto durpėmis (1 talpa; 2 talpa): 6 val. abiejose talpose užpilta po 5 mm durpių, 23 val. – po 3 cm durpių sluoksnis, 101 val. – 5 cm durpių.

Kritulių (švaraus vandens) patekimas ant mėšlo daro poveikį amoniako garavimo intensyvumui iš mėšlo. Užpylus 4,3 mm vandens, amoniako garavimo intensyvumas ženkliai sumažėja iš visų rūšių mėšlo, esant įvairioms mėšlo dangoms (4 pav.). Tačiau tai būna trumpalaikis poveikis. Vandeniui difunduojant į vidinius mėšlo sluoksnius, o srutomis – į mėšlo paviršių, mėšlo paviršiuje didėja drėgnumas ir amoniakinio azoto kiekis, todėl intensyvėja ir amoniako emisija. Per kelias valandas pasiekiamas amoniako emisijos intensyvumas artimas pirminiam emisijos lygiui, kuris buvo prieš vandens užpylimą ant mėšlo.

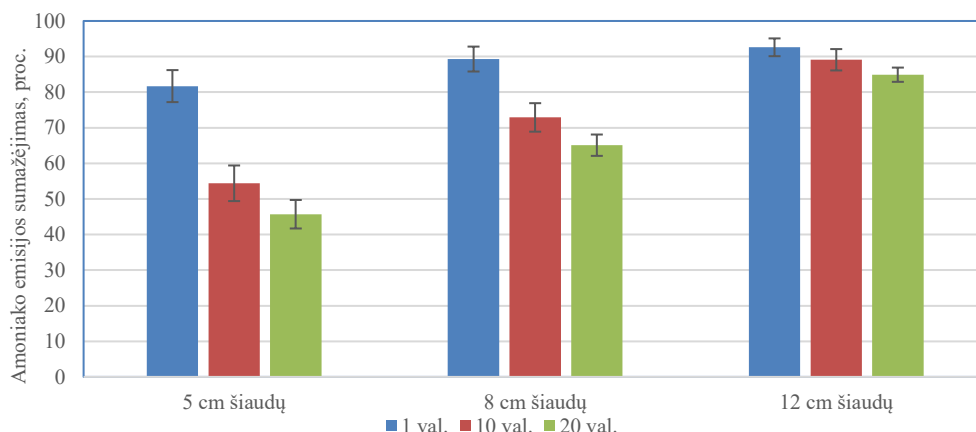


4 pav. Amoniako emisijos intensyvumo kaita iš mėšlo, ant jo užpylus 4,3 mm vandens (10 h), kai mėšlas uždengtas įvairiomis dangomis

Norint, kad smulkinti šiaudai arba kitos mėšlo biodangos efektyviau sumažintų oro taršą kenksmingomis dujomis, reikia sutankinti biodangos sluoksnį. Šiaudai suformuoja poringą sluoksnį, pro kurį aplinkos oras patenka prie mėšlo paviršiaus ir esant dideliame amoniako koncentracijų gradientui ore ir mėšlo paviršiuje, intensyviai garuoja amoniakas. Norint, kad mėšlo paviršių dengiantis sluoksnis būtų mažiau poringas, reikia naudoti smulkesnės frakcijos biodangas.

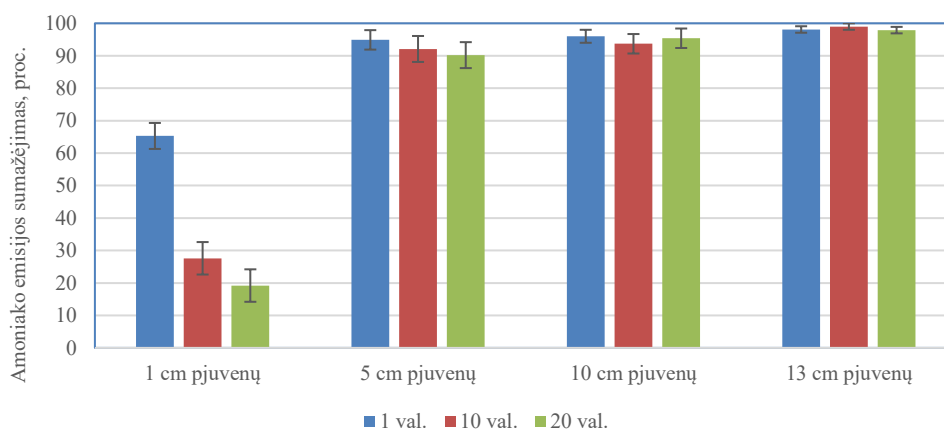
Biodangų poveikis amoniako garavimo intensyvumui iš mėšlo priklauso nuo biodangos tankio, poringumo, dangos sluoksnio storio bei skysčių absorbcinių savybių. Todėl tyrimams naudotų biodangų - organinių medžiagų poveikis dujų emisijai ženkliai skiriasi. Pastebimas didesnis skirtumas per ilgesnį mėšlo laikymo laikotarpį. Ant mėšlo užpylus smulkių organinių medžiagų, amoniako emisija ženkliai sumažėja, tačiau dėl srutų difuzijos į dangos paviršių, dujų emisija vėl greitai suintensyvėja. Norint efektyviai sumažinti amoniako emisiją iš mėšlo, jį reikia dengti tokiu pjuvenų ar kitų dangų sluoksniu, kad srutos negalėtų difunduoti į paviršių.

Ant mėšlo užpylus smulkintų kviečių šiaudų 5 cm storio sluoksnį, amoniako emisijos vidutinis sumažėjimas per vieną valandą buvo iki $82 \pm 5,8$ proc., per 10 val. – iki $54 \pm 5,3$ proc., o per 20 val. – iki $46 \pm 3,9$ proc. (5 pav.). Amoniako emisijos kaitos pokyčiai intensyviausia vyksta per 20 val. po mėšlo uždengimo biodanga. Todėl buvo pasirinkti tokie tyrimų laikotarpiai. Didinant šiaudų sluoksnio storį, poveikis amoniako emisijai didėja per trumpąjį (1 val.) ir per ilgąjį (20 val.) tyrimų laikotarpį. Kuo didesnis šiaudų sluoksnis, tuo amoniako emisija daugiau sumažinama ilgesniam laikotarpiui. Esant mažam šiaudų sluoksniui (5 cm), srutos intensyviai difunduoja į paviršių ir amoniako emisija ženkliai sumažėjusi būna tik trumpąjį laikotarpį. Šiaudų sluoksnį padidinus iki didesnio kaip 10 cm storio, srutų mažai difunduoja į paviršių ir amoniako emisijos sumažėjimas išlieka ilgai (per 20 val. – iki 85 proc.). Rekomenduotina mėšlą dengti ne mažesniu kaip 10 cm storio šiaudų sluoksniu. Esant tokiam šiaudų sluoksniui, amoniako emisijos intensyvumas ilgai (daugiau kaip 20 val.) būna mažesnis daugiau kaip 60 proc.



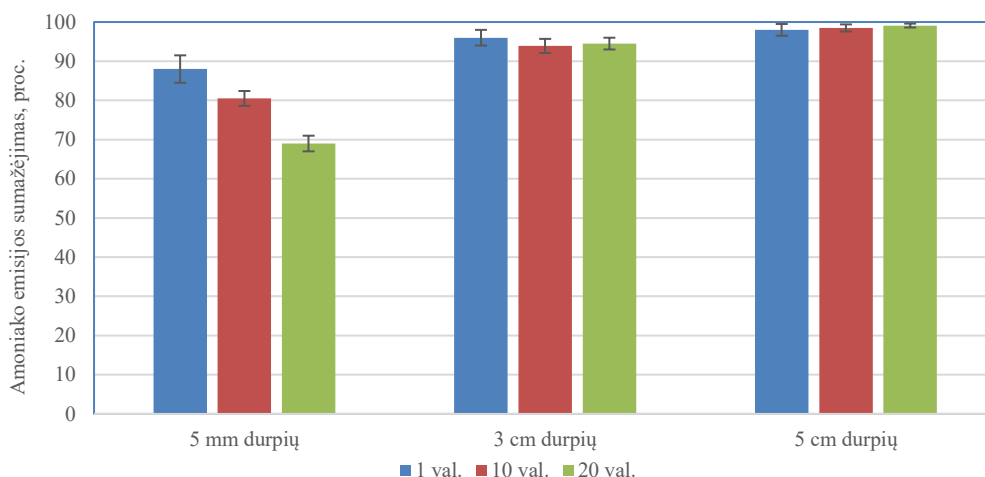
5 pav. Amoniako emisijos iš mėšlo vidutinis sumažėjimas per įvairius laikotarpius, ant mėšlo užpylus smulkintų kviečių šiaudų sluoksnį

Efektyviai amoniako emisiją iš mėšlo mažina užpiltas ir nelabai didelis spygliuočių medienos pjuvenų sluoksnis. Užpylus labai mažą (1 cm storio) pjuvenų sluoksnį, į jų paviršių iš mėšlo intensyviai difunduoja srutos ir amoniako emisijos vidutinis sumažėjimas per 1 val. būna tik iki $64 \pm 6,1$ proc., per 20 val. – tik $19 \pm 5,3$ proc. (6 pav.). Ant mėšlo didinant pjuvenų sluoksnio storį, pjuvenos absorbuoja skysčius ir mažiau srutų difunduoja į jų paviršių. Esant 5 cm pjuvenų sluoksnio storiui, jau efektyviai sumažinama amoniako emisija. Vidutinė amoniako emisija per trumpąjį ir ilgąjį laikotarpį sumažėja daugiau kaip 90 proc. Rekomenduotina mėšlą dengti didesniu kaip 5 cm pjuvenų sluoksniu, amoniako emisija sumažėja daugiau kaip 70 proc. (per ilgesnį laikotarpį kaip 20 val.).



6 pav. Amoniako emisijos iš mėšlo vidutinis sumažėjimas per įvairius laikotarpius, ant mėšlo užpylus spygliuočių medienos smulkių pjuvenų sluoksnį

Geresnėmis skysčių absorbcinėmis savybėmis pasižymi durpės, jos 2-3 kartus daugiau absorbuoja skysčių nei šiaudai. Ant mėšlo užpylus durpių, mažiau iš mėšlo į paviršių difunduoja srutų, durpės taip pat rūgština mėšlą, todėl net ir nedidelis durpių sluoksnis efektyviai mažina amoniako emisiją (7 pav.). Tik 5 mm storio durpių sluoksnis sumažina amoniako emisiją iki $88 \pm 5,3$ proc. per trumpąjį laikotarpį (1 val.). Tokio mažo durpių sluoksnio nepakanka absorbuoti visas mėšlo paviršiuje esančias srutas, jos difunduoja į durpių paviršių. Todėl ant mėšlo užpylus 5 mm storio durpių sluoksnį, per 20 val. vidutinis amoniako emisijos sumažėjimas yra tik $68 \pm 3,1$ proc. Ant mėšlo padidinus durpių sluoksnio storį iki daugiau kaip 3 cm, amoniako emisija mažėja labai efektyviai: daugiau kaip 93 proc. Rekomenduotina mėšlą dengti didesniu kaip 3 cm storio durpių sluoksniu, amoniako emisija sumažėja daugiau kaip 70 proc. ilgesniam kaip 20 val. laikotarpiui.



7 pav. Amoniako emisijos iš mėšlo vidutinis sumažėjimas per įvairius laikotarpius, ant mėšlo užpylus durpių sluoksnį

Mėšlą uždengiant šiaudais, kanapių spaliais, spygliuočių medienos pjuvenomis, durpėmis, gaunamas esminis amoniako emisijos iš mėšlo sumažėjimas lyginant su nedengtu mėšlu ($p \leq 0,05$). Amoniako emisijos sumažėjimas iš mėšlo didesnis, jį dengiant mažesnio poringumo ir daugiau skysčių absorbuojančiomis biodangommis-organinėmis medžiagomis. Siekiant didelio efektyvumo mažinant amoniako emisiją iš mėšlo (emisija mažėja daugiau kaip 60 proc. ilgesniam kaip 20 val. laikotarpiui), mėšlą rekomenduotina dengti didesniu kaip 10 cm storio šiaudų sluoksniu, 8 cm smulkintų kanapių spalių sluoksniu, 5 cm spygliuočių medienos pjuvenų sluoksniu, 3 cm durpių sluoksniu.