



TAL TECH

SILOMAHLA OMADUSED JA KUIDAS NEED MÕJUTAVAD VEEKVALITEETI

Arvo Iital
Vee- ja keskkonnatehnika uurimisrühm
Tallinna Tehnikaülikool

12.04.2022

SILOMAHLA OMADUSED

- **Silo hoidmisel tekkinud jääkvedelik (silomahl) – taimede rakumahl + hoiustamisel tekkiv kilevesi + sademevesi**
- Juba niitmisel vabaneb taimemahl – laotub ühtlaselt üle põllu
- Keskkonnamõju tagasihoidlik
- Pragu/auk siloaugu põhjas/seinas või silopallis - silomahl läheb kaotsi (lisaks aitab õhul silole ligi pääseda – silo rikneb)

**TAL
TECH**



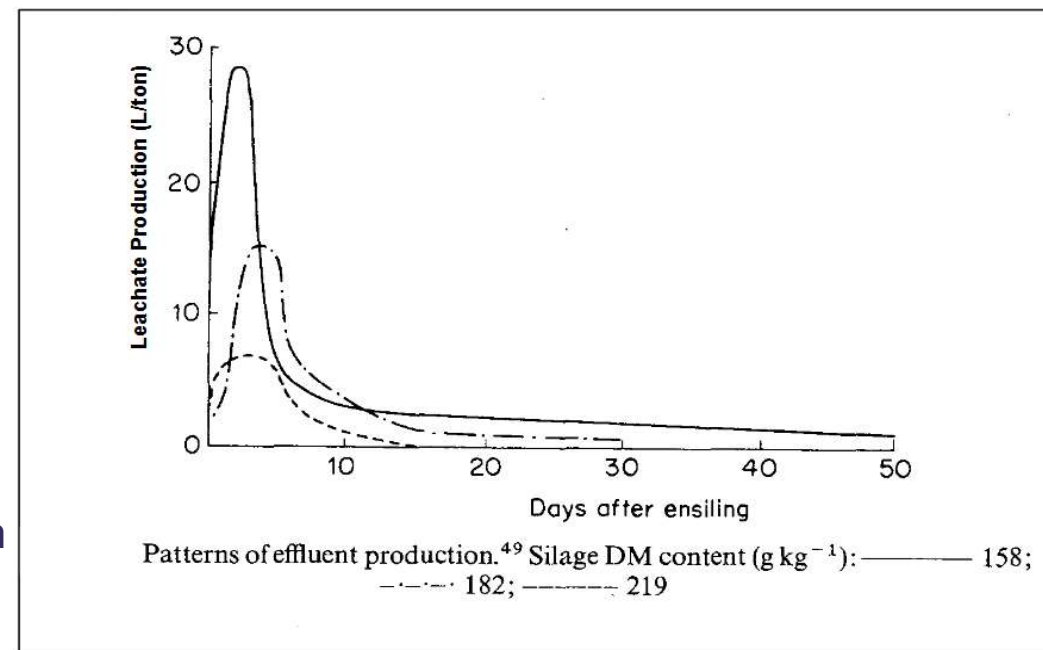
Photo courtesy of UW Discovery Farms

SILOMAHLA ERALDUMINE

- Silomahl hakkab eralduma mõni tund pärast haljasmassi hoidlasse ladustamist
- Suurem osa (kuni 80%) esimese kolme-nelja päevaga
- Ülejäänu 20-30 päeva kestel
- Vähesel määral imbub pikka aega

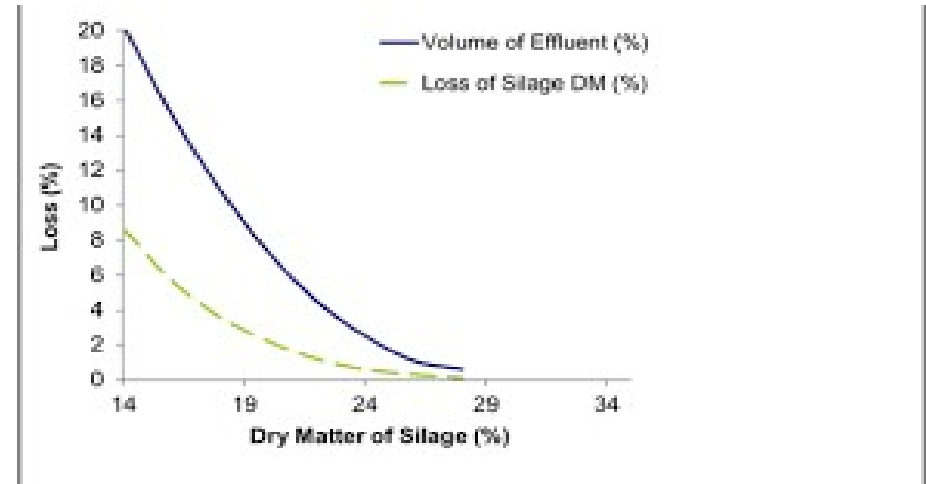
Teisene ärakanne:

- Suurte sademete tagajärjel, kui kantakse minema materjali (nt siloaugu kate ei pea vett)
- Silomahla lahjendatakse aga samas selle kokkukogumine keeruline



Mc Donald 1981, Referencing Bastiman 1976

- Nii kogus kui eraldumise kiirus sõltub materjali kuivaine sisaldusest
- Märjem silo annab rohkem silomahla
- Seetõttu on silo tegemisel oluline tagada optimaalne kuivaine sisaldus
- Mis tagab kääritamise ja samas vähendab silomahla eraldumist ja ka silo ärakannet
- Sellest ka Hea Põllumajandustava soovitus:
 - Rullisilo tegemisel on soovitatav, et materjal enne kilesse pakendamist oleks närvutatud vähemalt 25% kuivainesisalduseni



Kuivaine, %	Liitrit silomahla /tonni haljasmassi kohta
<15	200-500
15-20	100-200
20-25	20-100
25 -32	0-20

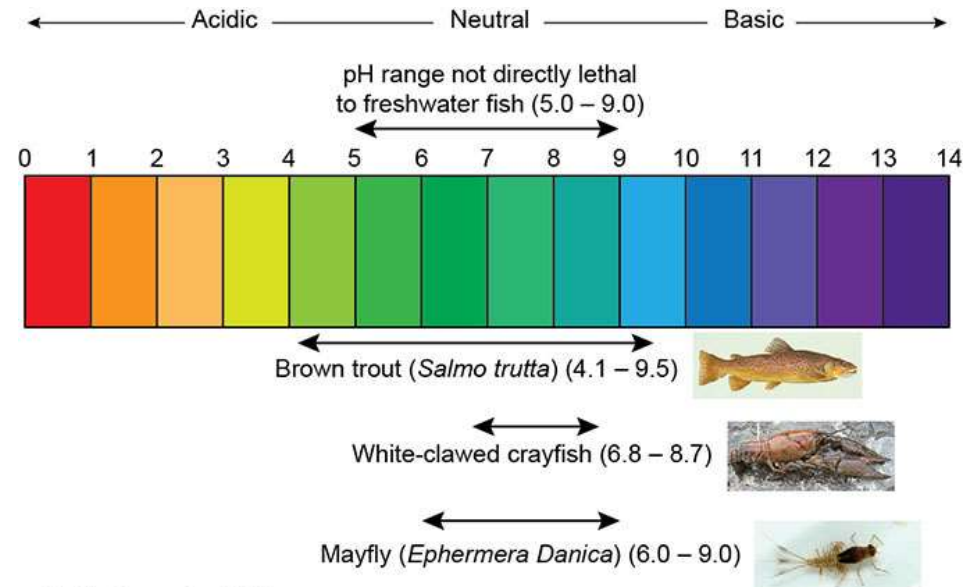
- Silomahla eraldumine sõltub ka kasutatavast lisandist
- Keemilised lisandid suurendavad silomahla kogust
- Tükeldatavate osade pikkus mõjutab silomahla eritumise kiirust (mida väiksemad tükid, seda kiirem)



SILOMAHLA OMADUSED

- 90-95% vesi
- Ca 5% (2-10%) süsivesikud, piim- ja äädikhape, suhkrud, mineraalid jm.
- Silo kääritamisprotsessis toodavad piimhappebakterid piimhapet ja äädikhapet.
- pH langeb (pH 3,5-5) – korrodeeriv ning veekeskkonna happesust suurendav
- Vesinikiooni sisaldust kirjeldav logaritmskaala (üldjuhul 0-14)
- Pinnavee pH 7-9
- Vihmavee pH 5,5
- Kaladele ohutu pH 5-9
- Happed suurendavad ka silomahlade moodustumist, mille tõttu suureneb toitainete kadu ja väheneb sööda väärtus.

**TAL
TECH**



Credit: Geography, QMUL

Vedelik	pH
Silomahl	3,5-5
Õlu	4-4,5
Õunamahl, apelsini mahl	3,5
Äädikhape	3
Coca-Cola, Pepsi	2,5
Sidrunimahl	2
Maohape	1,5-2

SILOMAHLA NPK SISALDUS

	Silomahl	Veiseläga,
	mg/l	mg/l
Nüld	1400-4300	2600
Püld	300-700	1100
K	3400-5100	2500

Eesti uuringud:

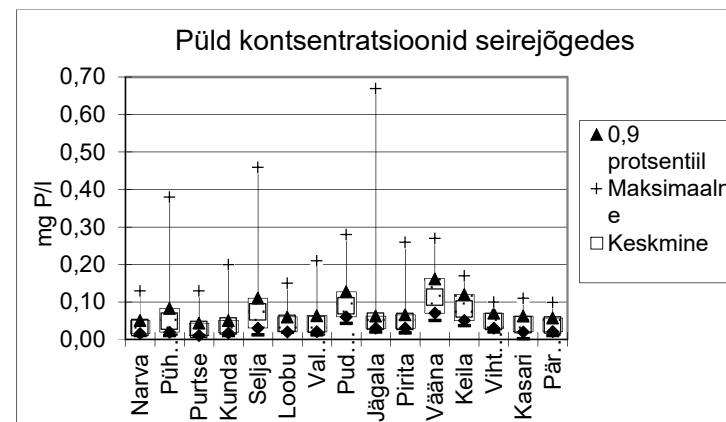
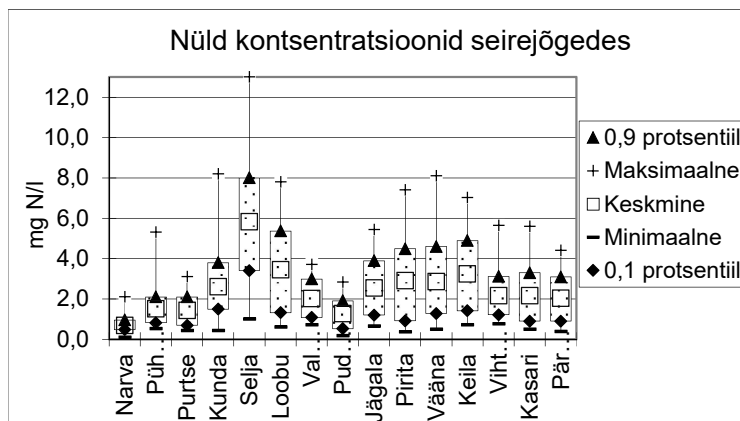
- Nüld- 1700 mg/l
- Püld -700 mg/l

Võrreldav veiseläga

Oluliselt kõrgemad näitajad kui piimafarmi reovees

Allikas: Clarke and Stone 1995; Cornell 1994

TAL
TECH



SUUR TOITAINETE SISALDUSE MÕJU

- Eutrofeerumine suublas
- Vetikate ja veetaimestiku vohamine
- Hapnikupuudus



SILOMAHLA KESKKONNAMÕJU

Veeseadus: Veega 1:1 vahekorras segatud silomahla võib ühe hektari kohta laotada kuni 30 tonni aastas.

See teeb ca:

- 21 – 65 kg N/ha
- 4,5 – 10,5 kg P/ha
- 51 - 77 kg K/ha

PEAMINE PROBLEEM - KÕRGE BHT SISALDUS

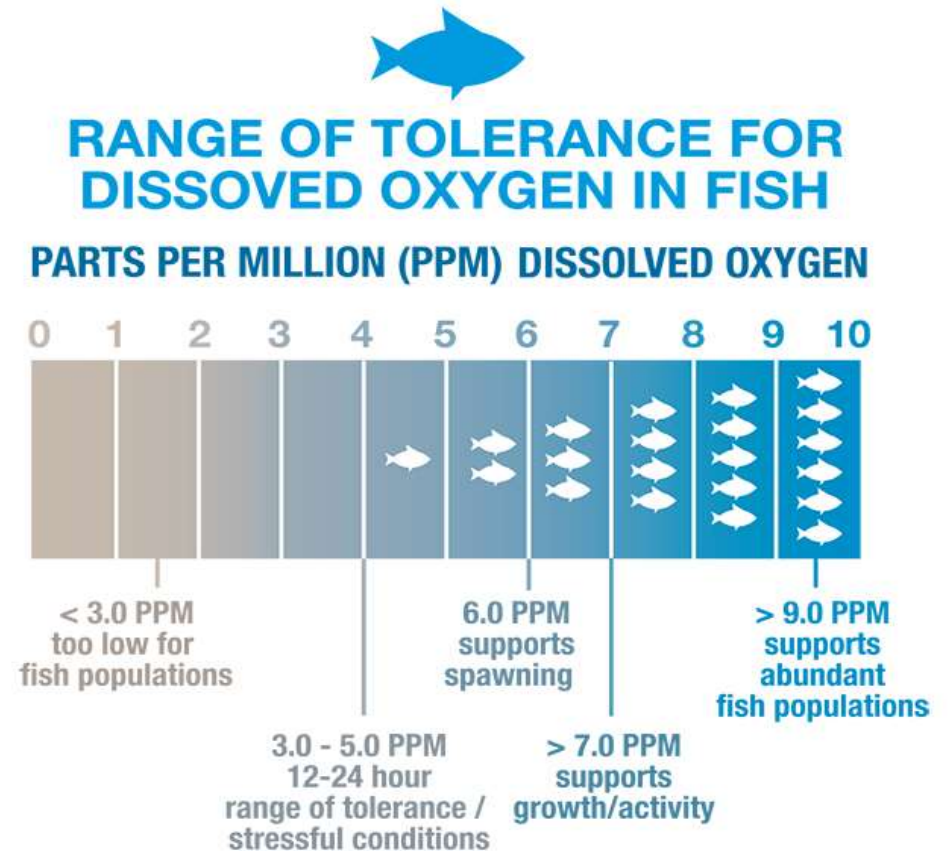


Source: Roger Tabor, USFWS

- BHT - biokeemiline hapnikutarvidus
- Kergesti laguneva orgaanilise aine sisalduse indikaator
- Sisaldust hinnatakse kaudselt orgaanilise aine lagundamiseks vajaliku hapniku koguse alusel
- Orgaaniline aine (nt suhkrud, muu taimematerjal) lagundatakse mikroorganismide poolt
- Silomahla biokeemiline lagunemine on väga kiire protsess
- Seetõttu suureneb hapnikutarve plahvatuslikult
- Selle käigus võidakse ära kasutada suur osa vees leiduvast hapnikust.

HAPNIK SILOMAHLA SUUBLAS

- Hapnik vajalik veelustikule hingamiseks
- Probleemid juba kui, vees lahustunud $O_2 < 3 \text{ mg/l}$
- Kui $< 1 \text{ mg/L}$ loetakse hapnikuvaeseks



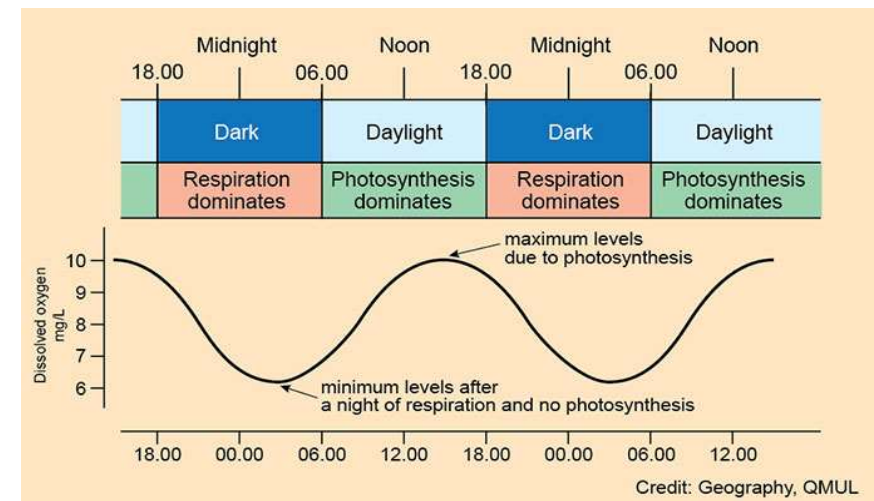
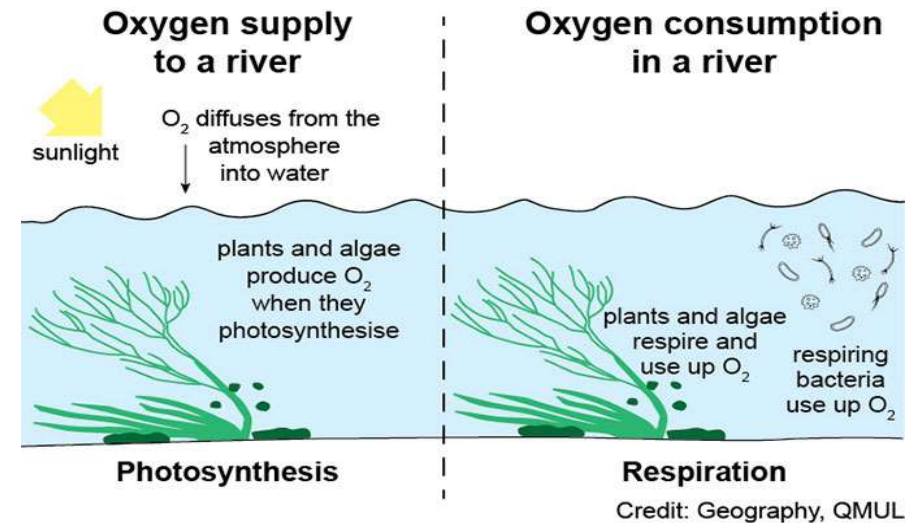
ERINEVATE VEDELIKE BHT SISALDUS

Tüüpiline BHT sisaldus	mg O ₂ /l
Jõed	0,5-5,0
Reovesi	200-800
Heitvesi	3-50
Linnusõnnik	24000-67000
Veiseläga	10000-20000
Sealäga	10000-12000
Piim	140000
Apelsinimahl	80000
Õlu	90000
Silomahl	12000-90000

- Silomahla reostuspotentsiaal ca 200-300 korda suurem kui kodumajapidamiste reoveel
- 300 tonni silomahla reostuspotentsiaal on võrdne 80000-90000 elanikuga linna päevase reovee kogusega
- 1 liitri silomahla lahjendamiseks ja hea veekvaliteedi saavutamiseks BHT alusel vaja kümneid tuhandeid liitrit vett

ÖÖPAEVANE JA SESOONNE MUUTLIKKUS

- Öösel veetaimed tarbivad hingamiseks hapnikku
- Lahustunud O_2 sisaldus vees alaneb
- Kõrge BHT sisaldusega silomahl alandab O_2 sisaldust veelgi
- Suvel on reostuse mõju veekogumitele potentsiaalselt suurem (nii nagu igasugusel reo-või heitveel)
- Jõgede vooluhulk on väiksem
- Kõrgema temperatuuri juures on vees lahustunud hapniku sisaldus madalam



MÕJU PÕHJAVEELE

- Silomahl võib imbuda põhjavette
- Virtsast hõlpsamini, sest ei ummista pinnasepoore.
- Veeseirega leitud kõrgeid NO_3 sisaldusi salvkaevudes, mille põhjuseks võib olla lähedasest silohoidlast põhjavette jõudev lämmastik.
- Kuna filtratsioon on aeglane protsess, võib põhjavee reostus ilmnedas alles tükk aega pärast sileerimist.
- Isegi suure lahjenduse (10000 korda) korral annab silomahl veele kõrvalmaitse ja -lõhna
- Mõjutab põhjavee kasutamist

KOKKUVÕTTEKS

- Silomahla mõju üsna lokaalne, ehkki võib silo käitlemiskohas olla väga suur
- Eriti ohtlik on silomahlareostus väikejõgedele, ojadele, kuivenduskraavides.
- Ei ole saanud niipalju tähelepanu kui nt. sõnnikukäitlus ja selle keskkonnamõju – seetõttu andmeid vähe
- Silomahla bioloogiline puhastus ei ole võimalik – lühiajaline eraldumine, suhteliselt väikese kogus, kõrge BHT ja toitainete sisaldus.
- Pinnasesse immutada ka ei saa - reostab põhjavett.
- Seega tuleb rakendada sobivaid tehnikaid:
 1. Mahlaeralduse vähendamiseks kuivaine sisalduse optimeerimisega (suurendamisega)
 2. Kokku kogumiseks ja põllule laotamiseks (1:1 veega)
 3. Väga oluline on hoidlate katmine veekindlalt, et sademed silomahla kogust ei suurendaks.

Täna

**TAL
TECH**

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO

Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn,

taltech.ee