

TYPPIYHDISTEIDEN HALLINTA KIERTOVEDSIKASVATUKSESSA

Vesiviljelyn innovaatio-ohjelma

Jani Pulkkinen

8.11.2019 Kalatalouden innovaatiopäivät
Vantaa

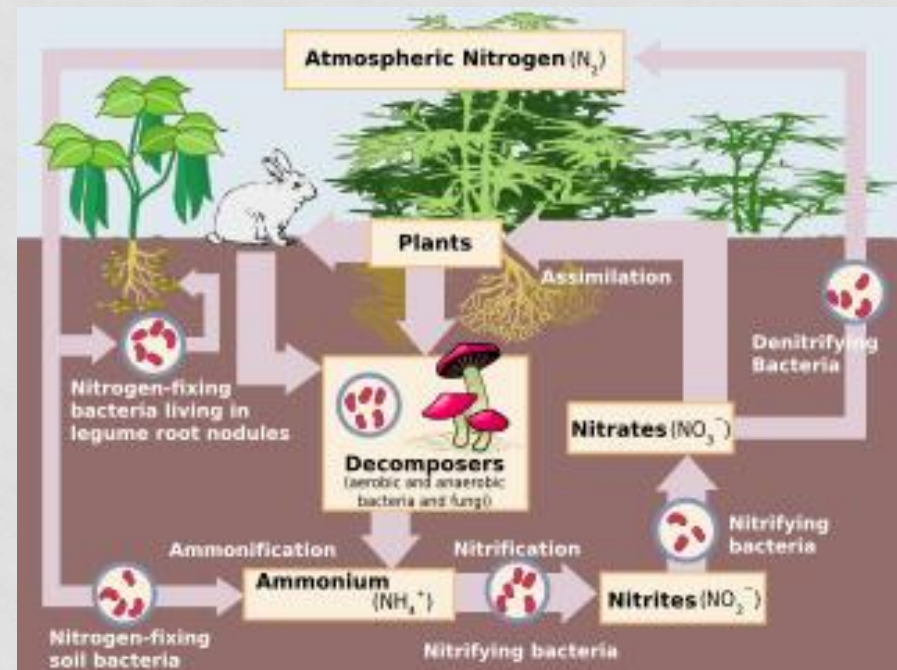


EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020

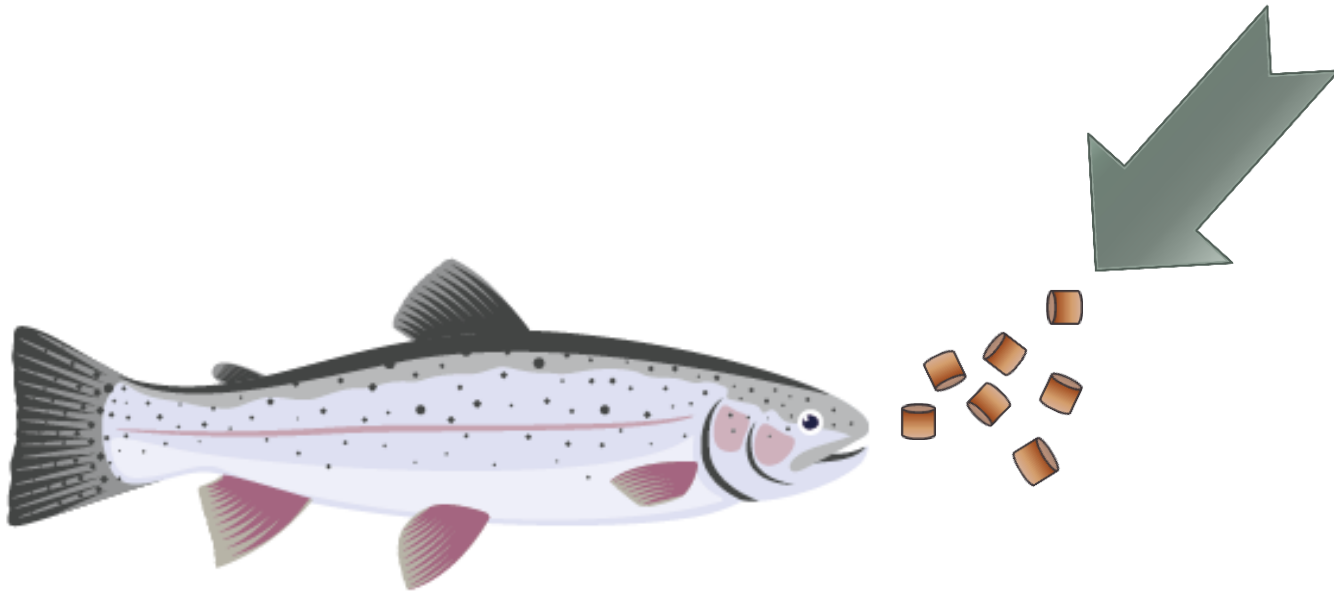


JOHDANTO

- Typen kierto perustuu samoihin luonnollisiin prosesseihin mitä luonnossa
- Kiertovedessä prosessit ovat tärkeitä kalojen hyvinvoinnin kannalta

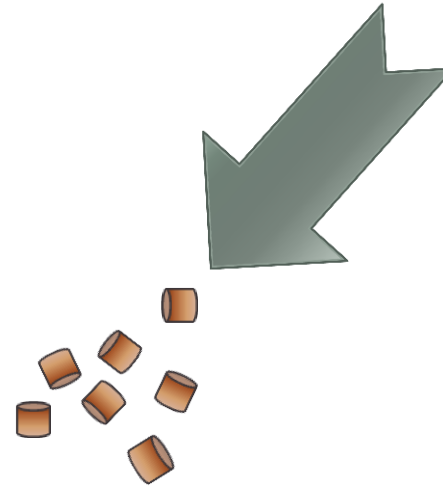
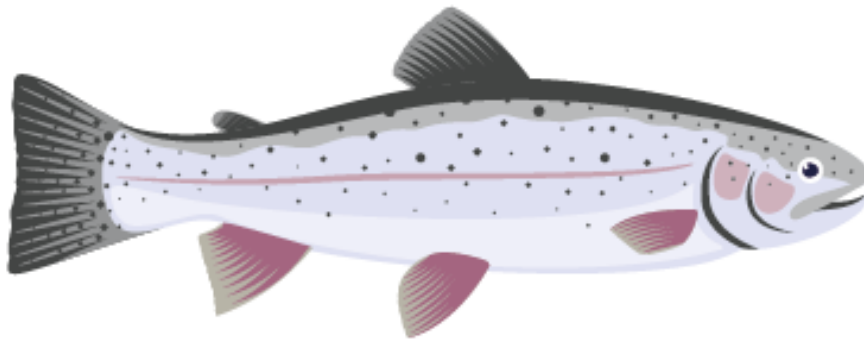


Typpi rehun mukana 7 % (6-10 %)



Typpi rehun mukana 70 g/kg

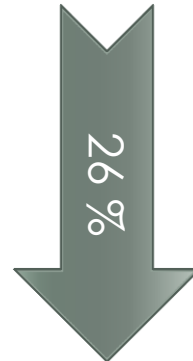
Assimiloituu 60 % (50-60 %)



Partikkelimainen
typpi



Urea +
muut

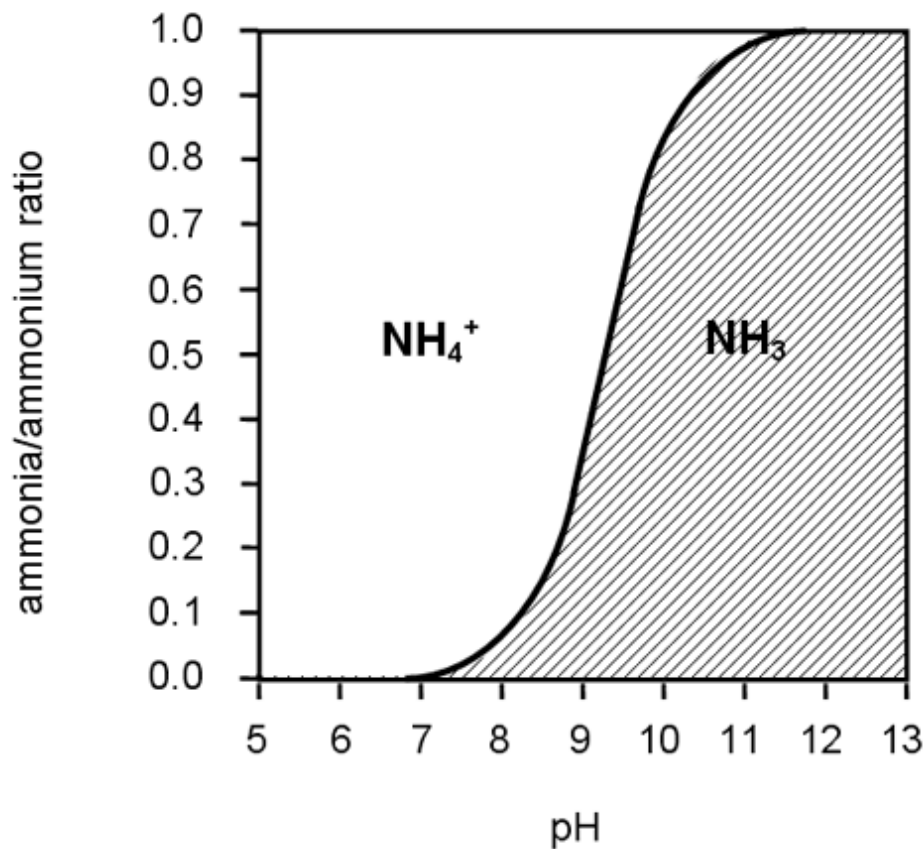


$\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$

TAN

Liukoinen typpi 33 % 23 g/kg

TAN, KOKONAISAMMONIUMTYPPI



- Ammoniakki on erittäin myrkyllinen kaloille > 0.03 mg NH_3 -N/L
- TAN myrkyllisyys riippuu pH:sta
- Akkumuloituu veteen -> pitää poistaa

NITRIFIKAATIO



- Kaksivaiheinen prosessi, jonka välivaihe on myrkyllinen kaloille $>1 \text{ mg NO}_2^- \text{-N/L}$
- Autotrofisia bakteereita (epäorgaaninen hiilen lähde)
- Prosesseja tekevät eri bakteerit (AOB ja NOB) mutta nykytiedon mukaan myös yksi bakteeri (COMAMMOX)
- Tapahtuu kaikilla vesipinnoilla
- Nitraattityppimyrkyllisyys? $>100 \text{ mg NO}_3^- \text{-N/L}$



NITRIFIKAATIO

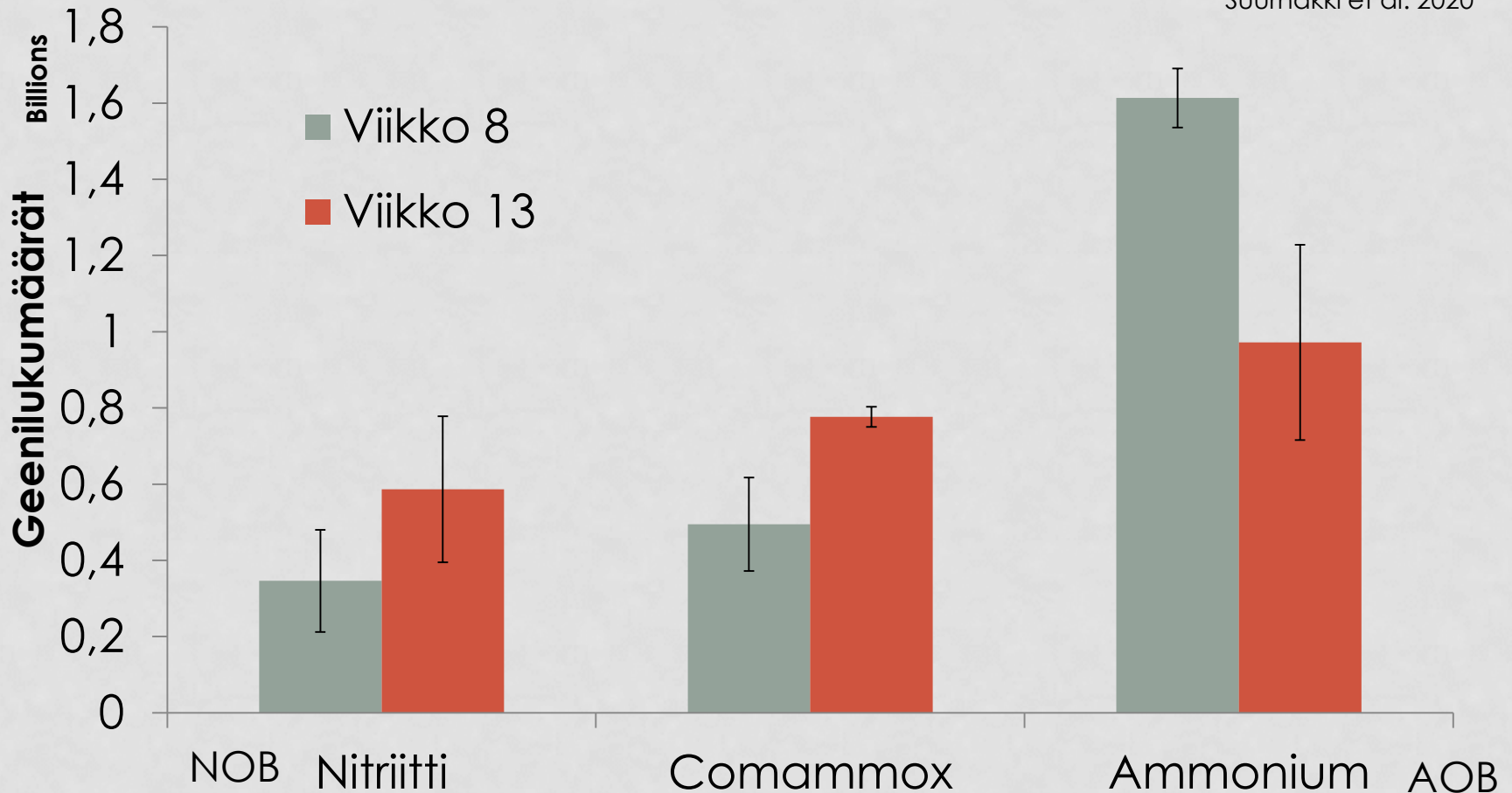
Nitrifikaatiobakteereiden suhteelliset osuudet kaikista bakteereista

		Ammoniumin hapettajat		Nitriitin hapettajat		
	Paikka	Nitrosomonas	Muut Nitrosomonadaceae	Nitrospira	Candidatus Nitrotoga	Yhteensä
Makeavesi	Kiinteäpetinen bioreaktori	0.4 %	0.2 %	1.7 %	0.3 %	2.6 %
	Liikkuvapetinen bioreaktori	0.2 %	0.1 %	0.5 %	1.4 %	2.3 %
	Ilmastustorni	0.1 %	0.1 %	0.6 %	0.6 %	1.5 %
	Kala-allas	0.4 %	0.1 %	1.4 %	1.7 %	3.6 %
	Vesi	0.1 %	0.1 %	0.3 %	1.3 %	1.8 %
	Yhteensä	0.2 %	0.1 %	0.9 %	1.1 %	2.4 %
Suolavesi 7 ppt	Kiinteäpetinen bioreaktori	2.7 %	0.1 %	0.1 %		2.9 %
	Liikkuvapetinen bioreaktori	0.3 %	0.6 %	1.6 %	0.5 %	3.0 %
	Ilmastustorni	0.3 %				0.4 %
	Kala-allas	1.0 %				1.0 %
	Vesi	0.1 %				0.1 %
	Yhteensä	0.9 %	0.2 %	0.3 %	0.1 %	1.5 %

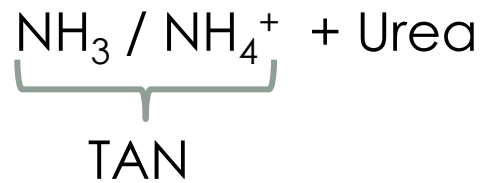
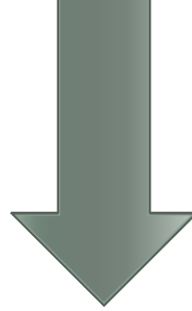
COMAMMOX

(COMPLETE AMMONIA OXIDATION)

Suurnäkki et al. 2020

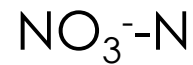
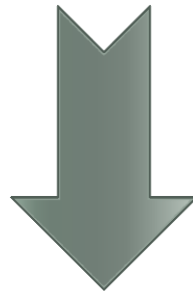


KALA

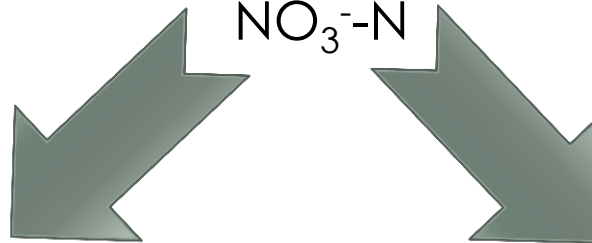


23-30 g/kg

Nitrifikaatiobakteerit



23-30 g/kg



Typen poisto

Päästö



DENITRIFIKAATIO, TYPEN POISTO



- Monivaiheinen prosessi,
- Lukuisia denitrifikaatiobakteereita
- Hapettomat olosuhteet
- Heterotrofisia bakteereita eli tarvitsevat orgaanisen hiilen lähteen
 - Metanoli/Etanoli/Asetaatti
 - Puulastu
 - Sisäinen lähde eli liete



HIILEN LÄHDE

Hiili	Tarve (1 kg rehu)	Typenpoistonopeus	Reaktoritilavuus (1 kg rehu)
Puulastu	-	8-20 g N / m ³ / päivä	1,5 m ³
Metanoli	150 g	240-670 g N / m ³ / päivä	0,04 m ³
Etikkahappo	51 g	670-1630 g N / m ³ / päivä	0,02 m ³
Liete	+ 66 %	100 g N / m ³ / päivä	0,3 m ³

Hamlin et al., 2008, Letelier-Gordo unpublished, Pulkkinen et al. unpublished

ERIKOISTAPAUKSIA

ANAMMOX

(ANAEROBIC AMMONIA OXIDATION)

- Anaerobinen ammoniumin hapetus typpikaasuksi



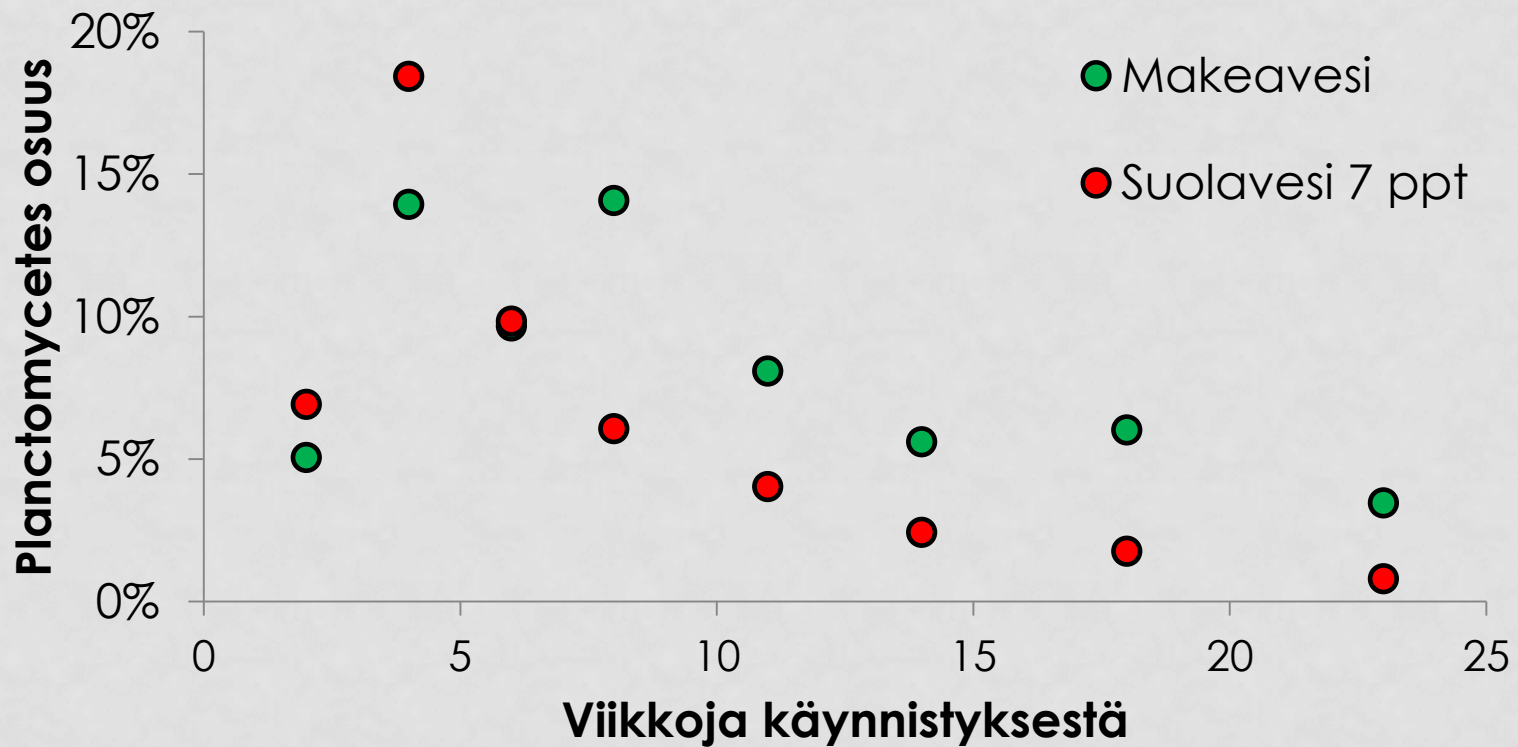
- Samassa reaktorissa osittainen nitrifikaatio ja “denitrifikaatio”
- Epäorgaaninen hiilen lähde
- Hitaasti kasvavia bakteereita (7-20 päivää tuplaantumisaika)



Kuva © Wikipedia

ANAMMOX

- Planctomycetes pääjakson bakteereita



ERIKOISTAPAUKSIA DNRA

(DISSIMILATORY NITRATE REDUCTION TO AMMONIA)

- Anaerobinen nitraatin pelkistys ammoniumiksi



- Orgaaninen hiilen lähde
- Tapahtuu yleensä, kun nitraattia on rajoitettu määrä
- Tuottaa ammoniumia, joten kierron sisäisessä denitrifikaatiossa kuormittaa bioreaktoreita



