

Fytaasi kalanrehussa

Fytaasi

Fosfori (P) on välttämätön mineraali kaloille, mutta samalla se voi olla ympäristöongelma, mikäli käyttämätöntä fosforia pääsee luontoon. Ensisijainen fosforin lähde on kalajauho, joka yleensä sisältää n. 2 - 2,5 % fosforia. Silloin kun kalarehun pääraaka-aine on kalajauho, kalan fosforin tarve on täysin katettu. Poikasrehuun saatetaan silti tarvita fosforin lisäystä.

Kalajauhon fosfori esiintyy muodossa, josta kala pystyy hyödyntämään suurimman osan, kun vastaavasti jopa 80 % kasviperäisestä fosforista (kasvilajista riippuen) on sidottu fytaattimuotoon ja on kaloille vaikeasti hyödynnettävissä.

Fytaattisiteet voidaan vapauttaa lisäämällä fytaasi entsyymiä. Entsyymit ovat molekyyliä, jotka edesauttavat prosessia, vaikka eivät itse osallistu prosessiin eivätkä kulu prosessin aikana. Ne esiintyvät luonnossa, kuten myös fytaasi, mutta niitä voidaan kuten esim. astaksantiini, valmistaa myös teollisesti.

Fytaasin teho

Fytaasia käytetään esimerkiksi sikarehuissa, joissa kasviperäiset raaka-aineet dominoivat. Näin voidaan pienentää/välttää fosforin lisäämistä ja säästää reseptikustannuksissa sekä pienentää ulosteen fosforimäärää.

Merellisten resurssien rajallisuudesta johtuen niiden hinnat ovat nousseet ja monen vuoden ajan on jo asteittain siirrytty pienempiin kalarehujen kalajauhomääriin lisäämällä kasviperäisen valkuaisen osuutta. Tämä on johtanut pienempiin luonnollisiin fosforimääriin, jolloin näiden hyödynnettävyyden parantaminen on tullut ajankohtaiseksi.

Fytaasin käyttö tuo näin ollen mukanaan kaksi hyötyä:

1. Fosforin parempi hyödynnettävyys kasviperäisestä valkuaisesta, jolloin voidaan kattaa kalan tarpeet pienemmällä fosforin määrällä kalarehussa. Fytaasin käyttö on näin ollen vaihtoehto fosforin lisäämiselle vähän fosforia sisältäviin rehuihin.
2. Kokonaisfosforipäästöjen pienentäminen

Fytaasi kalarehuissa

Fytaasin käyttö kalarehuissa saattaa siis olla mielenkiintoinen vaihtoehto. Edellytys tähän on, että rehun fosforipitoisuus on niin alhainen, ettei se kata kalan tarpeita. Näin alhaisen fosforitason saavuttaminen isokokoisen kalan rehuissa vaatii joko erittäin vähän tuhkaa / fosforia sisältävän erikoiskalajauhon käyttöä tai että kalajauhon osuus rehussa on alhainen.

Fosfori vedessä

Tavallisesti fosforipäästöt ympäristöön lasketaan seuraavasti:

Fosfori käytetyssä rehussa – fosfori kasvatetussa kalassa (sis. kuolleet) = päästöt

Näin laskettu arvo osoittaa fosforin bruttopäästöt. Kaikki luontoon päästetty fosfori ei kuitenkaan toimi leväkasvuston potentiaalisena ravinnon lähteenä. Fosfori esiintyy monessa muodossa, joista suuri osa ei ole käyttökelpoista luonnossa.

Sten-Åke Carlsonin, Vattenresurs, Bro, Ruotsissa vuodelta 2008 tekemän raportin mukaan vain pieni osa kirjolohen ulosteen fosforista on käyttökelpoista biologiselle tuotannolle (raportti, syyskuu 2008). Keskivertoarvot tutkimuksista vuosina 2001, 2003 ja 2007 taulukossa 1.

Fosforin sitoutumismuodot ulosteessa prosentteina koko fosforin sisällöstä Lihavalla tyylillä mainitut pidetään biologisesti hyödynnettävissä.						
Sitout.	Liuennot	Rauta	Alumiini	Orgaaninen	Kalsiumi	Loput
%	13	5	2	3	50	28

Taulukko 1. Lähde: Sten-Åke Carlson

Kuten taulukosta ilmenee, vain n. 20 % ulosteen fosforista on käyttökelpoista veden rehevöittämiseen. Tämä koskee kaupallista rehua, jossa ei ole käytetty fytaasia.

Fytaasi luonnossa

Kuten yllä mainittu, fytaasilla on merkittävä positiivinen vaikutus kalan mahdollisuuksiin hyödyntää rehun fosforisisältöä. Fytaasikäsittely ei kuitenkaan vaikuta pelkästään kalan fosforin saatavuuteen. Fytaasikäsittely vaikuttaa myös fosforin muotoon ympäristössä. Mikäli rehun fosforisisältö ei ole hyvin tarkkaan tasapainotettu kalan tarpeen mukaan, biologisesti helposti hyödynnettävän fosforin päästöt kasvavat dramaattisesti (Dalsgaard et al., 2008):

Koodit A, B ja C sisälsivät kokonaisfosforia seuraavasti: 0,89, 0,97 ja 1,12%.

Koodit A1, B1 ja C1 olivat identtiset rehujen A, B, ja C:n kanssa, mutta näihin oli lisätty fytaasia.

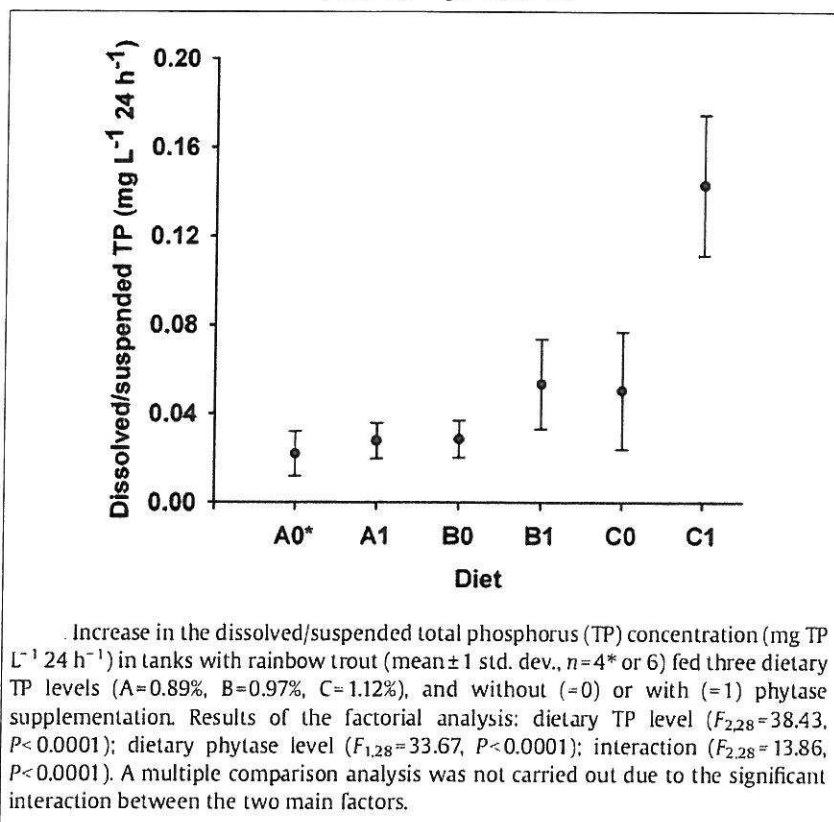
Kokeen aikana kalat kasvoivat 84 grammasta n. 117 grammaan.

Kuten näkyy, fytaasilla ei ollut negatiivista vaikutusta liuenneen fosforin määriin vähän fosforia sisältävien rehujen osalta. Sitä vastoin liuenneen ja helposti hyödynnettävän fosforin osuus nousi huomattavasti mitä enemmän fosforia rehu sisälsi.

Rehun fosforisisällön määrä verrattuna kalan tarpeeseen on siis ensiarvoisen tärkeää fytaasin

ympäristöystävälliselle käytölle. Fosforiylijäämä rehussa nostaa voimakkaasti käyttökelpoisen fosforin päästöjä.

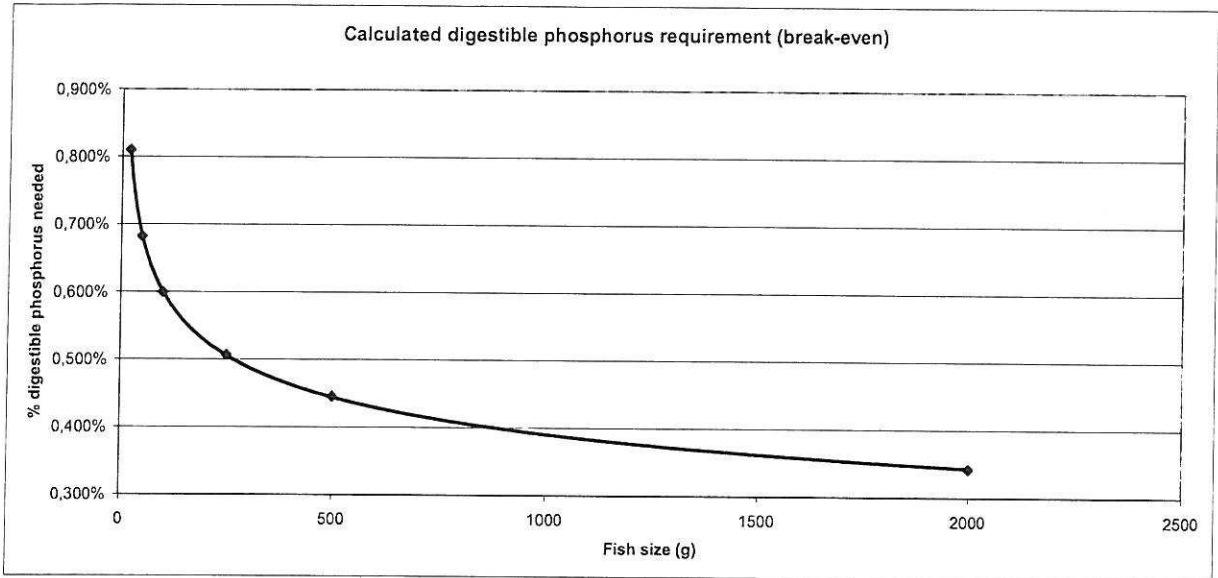
Rehussa pyritään optimoimaan sen sisältö niin, että valkuaisen / aminohappojen, energian ja mineraalien, sisältäen fosforin, määrät kattavat kalan tarpeet. Näin saavutettu kattavuus kertoo rehun optimaalisen potentiaalin. Mikäli kasvattaja ei käytä rehun potentiaalia, syntyy ympäristöpäästöjä. Käytännössä tätä ei voi välttää.



Figur 1

Kirjolohen fosforin tarve

Kalan fosforin tarve rehussa riippuu fosforin hyödynnettävyydestä. Fosforin tarve pienenee myös kalan koon mukaan. Alla oleva käyrä osoittaa kirjolohen laskennallisen hyödynnettävän fosforin tarpeen normaalilla rehukertoimella annetulla kalaloolla.



Kuva 2. Lähde: Kim Ekmann.

Kuten näkyy, laitoksilla yleensä tilavuudeltaan dominoivan 1 – 2 kg:n kalan käyttökelpoisen fosforin tarve on alle 0,4 % rehusta. Tämä on laskettu rehukertoimella 0,9 – 0,95. Mikäli rehukerroin kasvaa, tarve laskee vastaavasti.

Fytaasikäsitellyn rehun fosforin hyödynnettävyys on yli 70 % (Dalsgaard et al. 2008). Tästä voidaan laskea että 2000 gramman kala tarvitsee:

$$0,35 / 0,7 = 0,5 \% \text{ kokonaisfosforia rehussa}$$

Rehussa käytettävien raaka-aineiden osalta fytaasin käyttö ei ole perusteltua hyödynnettävyyden parantamiseksi. Fytaasin käyttö vain lisää väistämättömien päästöjen biologista hyödynnettävyyttä.

Fytaasikäsitelty rehu – ympäristövaikutukset

Perinteisessä fosforipäästöjen laskelmassa laitoksella ilman veden puhdistusta voidaan laskea eri fosforimääriä sisältävien rehujen ympäristövaikutuksia. Alla olevassa taulukossa verrataan tavallisen 0,8 % fosforia sisältävän rehun päästöjä rehuun, jonka fosforipitoisuus on laskettu 0,7 %:iin.

Edellyttäen että rehukerroin pysyy samana, kokonaisfosforin päästöt pienenevät 25 %.

Taulukko 2 osoittaa fosforin bruttopäästöt, mutta miltä näyttävät biologisesti hyödynnettävän fosforin laskelmat?

Taulukon alaosa osoittaa mitä tapahtuu, mikäli vain puolet ulosteen kalsiumiin sidotusta fosforista saadaan biologisesti hyödynnettävään muotoon fytaasikäsitelyllä. Tällöin ulosteen biologisesti hyödynnettävän fosforin osuus nousee n. 20 prosentista n. 45 prosenttiin ja tällä on huomattavan suuri negatiivinen vaikutus ympäristöä rehevöittävä fosforin määrään. Näin käännetäänkin 25 prosentin parannus 69 prosentin laskuksi.

Fosforin päästölaskelma per 1000 kg lisäkasvua			
REHUN LAATU	0,8 % P	0,7 % P	Vähennys
RAVINTOSISÄLTÖ			
Ilmoitettu fosfori rehussa %	0,80	0,70	13 %
Fosfori kalassa %	0,40		
REHUN KULUTUS			
Tonnia rehua	1,0	1,0	
Rehukerroin	1,00	1,00	
Lisäkasvu tonnia	1,0	1,0	
Päästöt per tonni lisäkasvua			
Kokonaisfosfori, kg	4,0	3,0	25 %
BIOL. HYÖDYNNETTÄVÄ FOSFORI			
Biol. hyödynnettävän osuus kokonaisfosforista	20 %	45% *)	
Biologisesti hyödynnettävä fosfori kg	0,80	1,35	-69 %
*) 20 % biologisesti hyödynnettävä fosfori + puolet 50% kalsiumiin sidotusta fosforista ei fytaasikäsitellyssä rehussa (jf. Steen Åke Person, raportti vuodelta 2008)			

Taulukko 2.

Yhteenveto

Fosforin parempi hyödynnettävyys fytaasia käyttämällä selittyy mineraalisidosten vapauttamisella. Tämä vaikuttaa myös ulosteiden mineraalisidonnaiseen fosforiin, joka muuttuu huomattavan paljon helppokäyttöisemmäksi luonnossa.

Fosforilaskelmista voidaan vetää seuraavat johtopäätökset:

- Fytaasi mahdollistaa kalan kasviperäisen fosforin käyttöä, jolloin voidaan vähentää rehun fosforisisältöä.
- Rehun pienentynyt fosforin sisältö pienentää fosforin kokonaispäästöjä ympäristöön.
- Fytaasin käytöllä voi olla huomattava ja todellinen negatiivinen ympäristövaikutus lisääntyneen biologisen hyödynnettävän fosforin muodossa.

Fytaasiteknologian käyttöönottoa tulee siis varoa. Tarvitaan huomattavia lisätutkimuksia ennen kuin merkittävästi voidaan vähentää rehun fosforisisältöä heikentämättä rehun tehoa ja ennen kuin mahdollisesti on mielenkiintoista käyttää fytaasia muissa kuin poikasrehuissa.

CustomerSupport
BioMar A/S

Peter Jessen