



Sikojen ruokinnan vaikutus lannan ravinnesisältöön

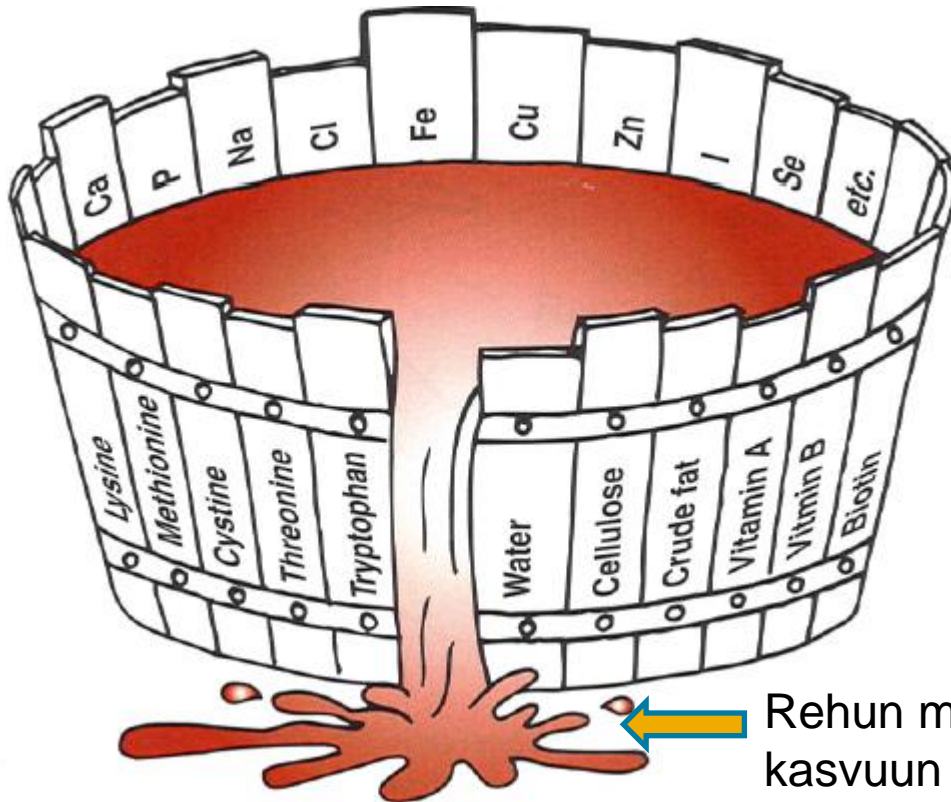
Maija Karhapää



Sikojen optimoitu valkuaisruokinta

- Lihasika tarvitsee valkuaista/aminohappoja elintoimintojen ylläpitoon ja kasvuun
- Aminohappojen tulee olla **oikeassa suhteessa toisiinsa nähden**, jotta niiden hyväksikäyttö kasvuun olisi mahdollisimman tehokasta
- **Ns. ihannevalkuainen sisältää kaikkia sian tarvitsemia aminohappoja optimaalisessa suhteessa sian valkuaisentarpeeseen nähden (lähellä kudosvalkuaisen koostumusta), myös riittävästi ei-välttämättömiä aminohappoja (noin puolet)**
- Tärkeimpien rajoittavien aminohappojen optimisuhteet lihasialla
 - Lysiini 100
 - Metioniini+kystiini 59
 - Treoniini 25 – 80 kg: 60, 80 – 120 kg: 63

Aminohappojen epätasapaino



Liebigin minimilaki:

”Kasvin kasvua rajoittaa ravinneaine, jota on maaperässä liian vähän.”



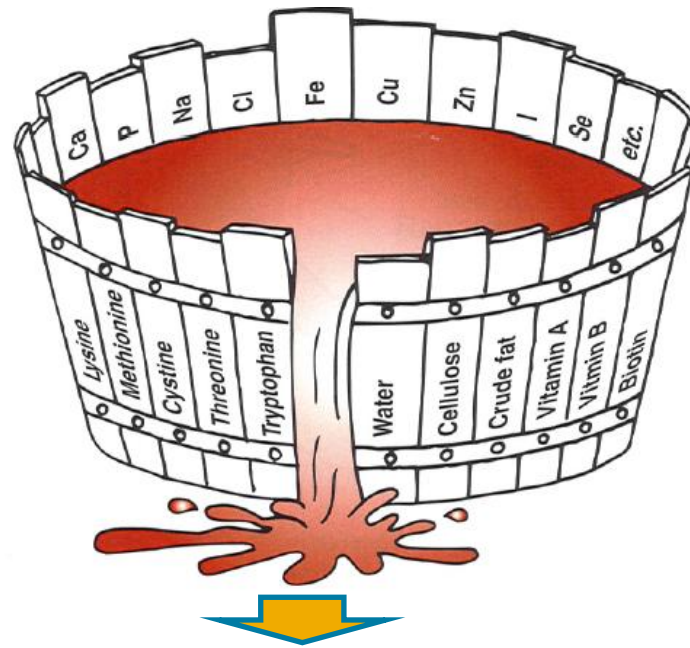
”Sian kasvua rajoittaa se välttämätön aminohappo, jota sian rehussa on liian vähän tarpeeseen nähden.”



Rehun muitakaan proteiineja ei voida käyttää kasvuun vaan ylimäärä menee hukkaan

Esimerkiksi jonkun välttämättömän aminohapon 5 % vajaus rehussa aiheuttaa 15 g pienemmän päiväkasvun lihasikojen loppukasvatuksessa.

Typpipäästöt



Ne aminohapot, joita on ylimäärin, eivät tule käytetyksi kasvuun, vaan ne hajotetaan elimistössä ammoniakiksi



Ammoniakki muutetaan maksassa ureaksi ja eritetään virtsassa
=> virtsan/lannan typpipitoisuus nousee

Puhtaat aminohapot

- Rehun aminohappojen tasapainoa korjataan puhtaiden aminohappojen avulla
- Yleisimmin käytetään **L-Lysiiniä**, **L-treoniinia** ja **DL-metioniinia**, joissakin rehuissa (porsaat, imettävät emakot) myös **L-tryptofaania**
- Puhtaiden aminohappojen avulla voidaan alentaa rehun valkuaispitoisuutta, joka vähentää sontoa ja virtsaan erittyvän typen määrää
 - Vältä huonosti sulavaa/aminohappokoostumukseltaan epäedullista valkuaisraaka-ainetta rehussa

Sikojen rehun fosfori

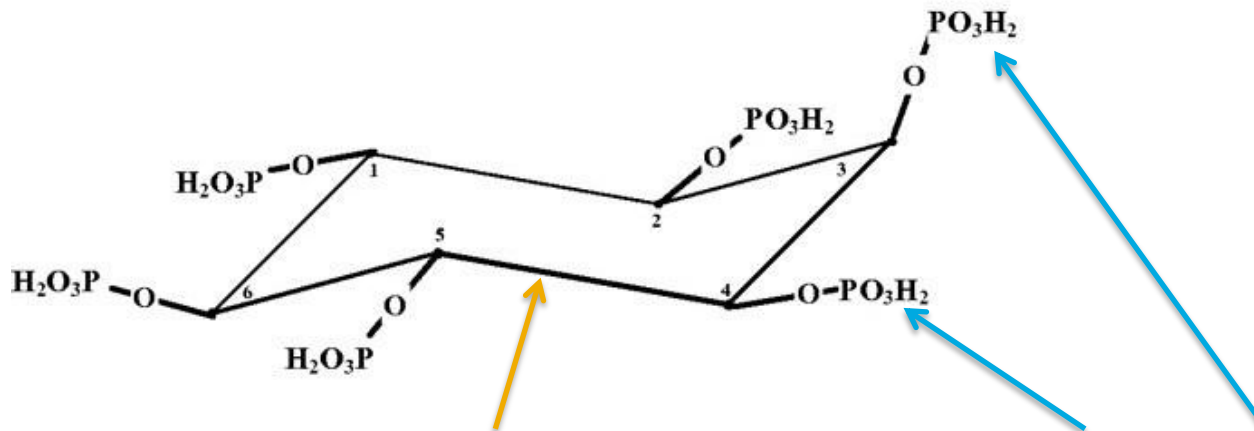
Sika tarvitsee fosforia mm.

- Luiden orgaanisen aineen muodostumiseen ja mineralisoitumiseen (noin 80 % elimistön fosforista)
- Deoksi- ja ribonukleiinihappoihin (RNA, DNA, valkuaisaineiden synteesi – esim. lihakset)
- Solukalvojen fosfolipideihin (mm. solukalvon happo-emäs ja Na^+/K^+ -tasapaino – edellytys elintoiminnoille)
- Energia-aineenvaihduntaan (ATP, ADP, AMP – esim. lihasten toiminta)
- Fosforin puute ei näy ensimmäisenä kasvussa, vaan luun murtolujuudessa, mikä ei ole helposti todennettavissa

Sikojen rehun fosforin hyväksikäyttö

Fosfori varastoituu kasvien siemeniin pääasiassa fytiinihappona, jota yksimahaisten eläinten ruuansulatusentsyymit eivät juuri pysty pilkkomaan

- Viljojen ja valkuaisrehujen fosforista yleensä yli puolet, mutta jopa yli 90 % voi olla sitoutuneena fytiinihappoon
- Fytiinihappo voi sitoa itseensä myös kalsiumia, magnesiumia, sinkkiä ja proteiineja



Fytiinihappossa on **inositolirengas**, johon on liittynyt **fosfaattiryhmiä** (myo-inositoliheksafosfaatti, IP6, C⁶H¹⁸O²⁴P⁶) (Graf ym. 1987).

Fosforin hyväksikäyttö:

Rehun sisältämä fosfori
(kasvin vapaa fosfori +
fytiinihappoon sidottu fosfori
+ lisätty fosforivalmiste)

LIHASIKA

Kasvifosforin sulavuus n. 30-40 %
(esim. ohra 30, soija 38 ja OVR 68 %)



Ulosteen sisältämä fosfori n. 55 %

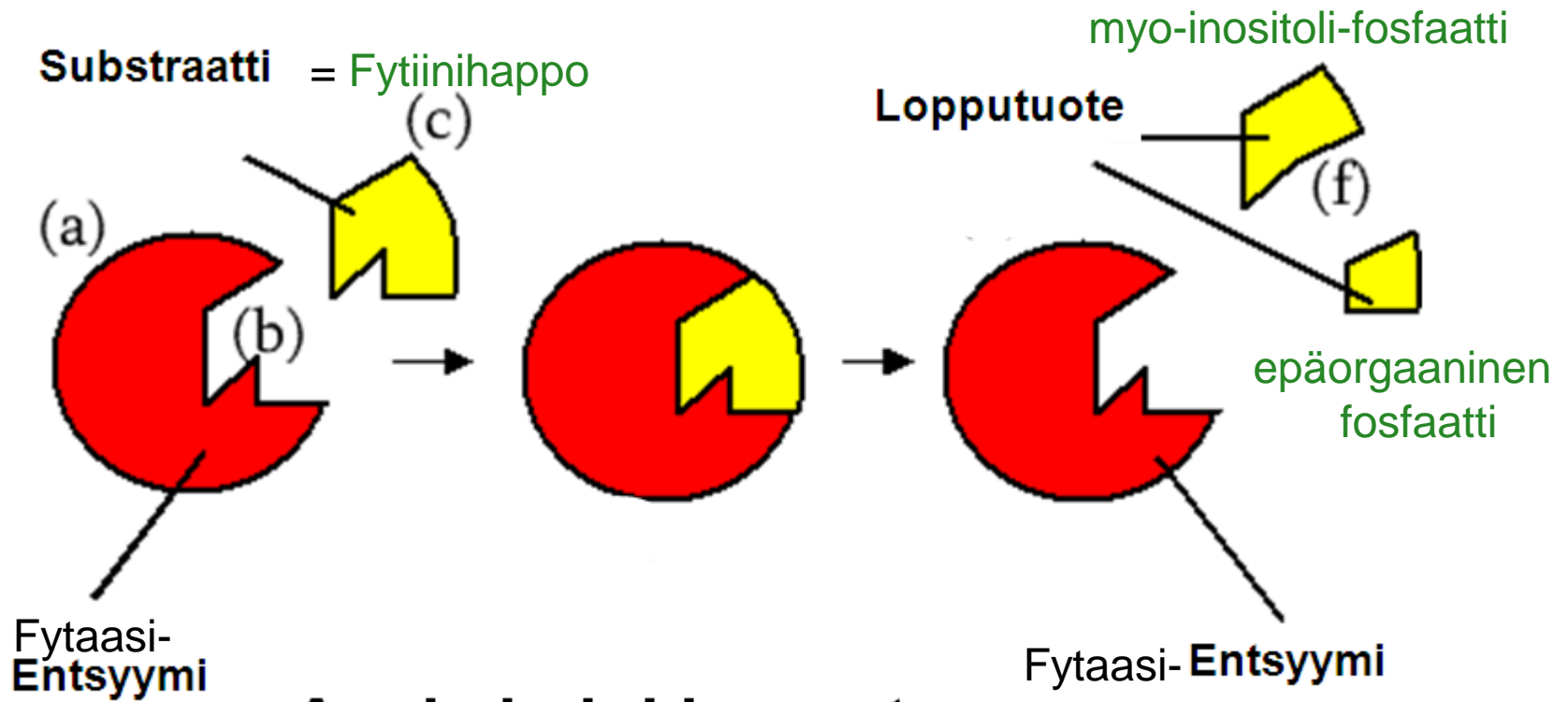
Virtsan sisältämä fosfori n. 15 %

Lannan sisältämä fosfori n. 70 %

Fytaaasi-entsyymin hyväksikäyttö

- ❑ Fytaaasi-entsyymi muuntaa kasvien sisältämää fytiinifosforia **sialle käyttökelpoiseksi sulavaksi fosforiksi**
- ❑ Entsyymien toimintaan vaikuttavat mm. **lämpötila** ja **pH**
 - vaarana entsyymin tuhoutuminen (proteiini)
- ❑ Jotkut entsyymit vaativat toimiakseen **kofaktorin**
- ❑ **Inhibiittorit** voivat estää entsyymin toiminnan
- ❑ FTU= fytaaasiaktiivisuuden yksikkö :
 - **1 FTU** vapauttaa natriumfytaatista 1 mikromoolin epäorgaanista fosfaattia minuutissa (pH 5,5 ja lämpö 37 °C).
- ❑ Kasvien siemenissä, kuten viljassa on ns. **luontaista fytaasia**, mutta luontainen fytaaasi tuhoutuu helposti lämpökäsittelyssä (viljan kuivaus, rakeistus)
- ❑ Rehuihin voidaan lisätä mikrobeilla tuotettua fytaasia, joka kestää prosessointia paremmin

Fytaaasi-entsyymin toiminta



Avain ja lukko vertaus

Entsyymit (a) ohjaavat ja nopeuttavat (katalysoivat) reaktioita, jolloin reagoiva aine eli substraatti kiinnittyy joksikin aikaa entsyymin aktiiviseen kohtaan (b). Reaktiossa substraatti (c) muuttuu lopputuotteiksi (f). Entsyymi ei muutu reaktion aikana.

Mikrobifytaasi

- EU:ssa on useita sikojen ruokintaan hyväksytyjä fytaasivalmisteita
- Ylisimmin käytetty annos on 500 yksikköä ja hyväksytty suurin annos 1000 yksikköä
- Tanskalaisissa ruokintasuosituksissa (www.infosvin.dk) eri fytaasivalmisteiden 'standardiannokset' ovat seuraavat:
 - Ronozyme-P 750 FYT/kg
 - Natuphos 500 FTU/kg
 - Phyzyme 500 PPU/kg
- Fytaasista on kehitetty tehokkaampia ja paremmin prosessointia kestävämpiä muotoja
- Fytaasin hinta on laskenut samalla kun fosforin hinta on noussut
- Fytaasi parantaa myös proteiinien sulavuutta ja rehuhyötysuhdetta

Lantaan erittyvän fosforin määrää voidaan vähentää:

- **Täsmällisemmällä ruokinnalla**, joka edellyttää tietoa rehujen **raaka-aineiden fosforipitoisuudesta, fosforin sulavuudesta**, fytaattifosforin määrästä ja luontaisen fytaasin määrästä ja aktiivisuudesta (= ”varmuusvaran” pienentäminen)
Huom. Rehuanalyysit!
→ Fosfori pitoisuus vaihtelee viljoissa vuosittain (lajikkeittain)?
- Käyttämällä **raaka-aineita, joissa fosfori on hyvin sulavaa**
(esim. OVR fosforin sulavuus n. 33-68 %)
- Lisäämällä rehuun **fytaasientsyymiä**, joka parantaa kasvien fytiinihappoon sitoutuneen fosforin (kasvifosforin) sulavuutta ja vähentää rehufosfaattien käyttötarvetta sianrehuissa.

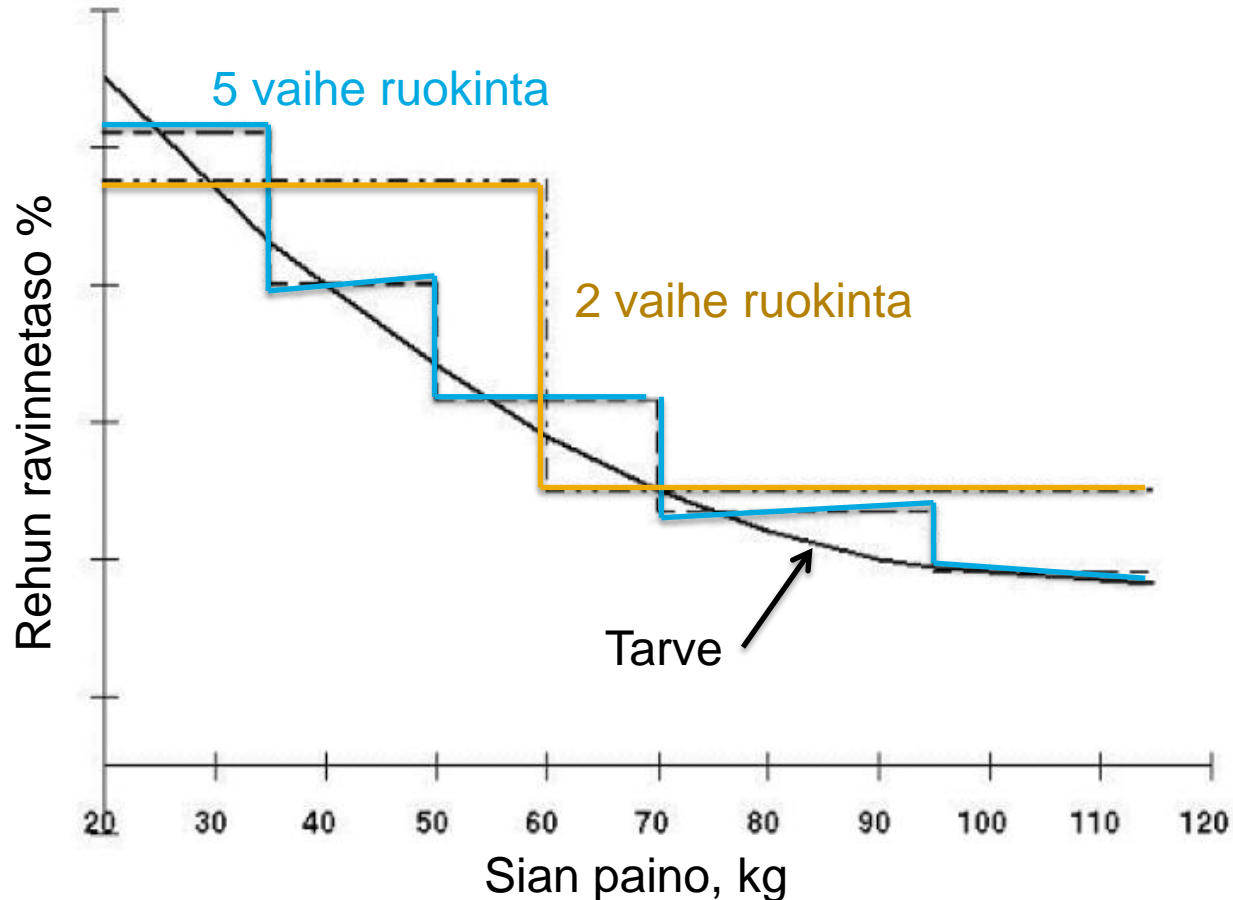
Lantaan erittyvän fosforin määrää voidaan vähentää:

- **Optimoimalla rehujen sulavan fosforin määrä sikojen tarpeita vastaavaksi** (vaiheruokinta ja sukupuoli-lajittelu)
- Edellyttää, että **tiedetään** sikojen **kasvu/tuotanto vaiheen ja sukupuolen** (karju, imisä, leikko) mukainen sulavan fosforin tarve (rotu?)
- **Vaiheruokinta** = sian ravinnontarve muuttuu eläimen kasvaessa => ravintoaineen pitoisuutta rehussa voidaan pienentää elopainon kasvaessa
- **Sukupuoli-lajittelu** = karjut, imisät ja leikot kasvatetaan ja ruokitaan oman ruokintaoptiminsa mukaan
- → Sikojen **optimaalinen ruokinta parantaa kasvunopeutta ja rehuhyötysuhdetta**, jolloin sika kasvaa pienemmällä rehumäärällä, jolloin **syntyy vähemmän lantaa**

Voidaanko lannan fosfori/typpipitoisuutta alentaa vielä lisää ja millä keinoin?

1. 3-vaiheruokinnasta monivaiheruokintaan?
2. Fytaasin korkeampi annostus?
3. Rehun hyväksikäytön tehostaminen?

3-vaiheruokinnasta monivaiheruokintaan?



→Kuhunkin kasvuvaiheeseen pyritään saamaan optimaalinen rehun koostumus, joka ylläpitää potentiaalista kasvua, mutta ei johda energian, fosforin tai aminohappojen tuhlaukseen

Fytaasin korkeampi annostus? (ruokintakoe 500 vs. 5000 FTU)

- Sikojen kasvu oli suuremmalla fytaasipitoisuudella nopeampaa ja tasaisempaa, jolloin **kierto on nopeampi**.
- Alku- ja keskikasvatusrehuissa suurempaa fytaasipitoisuutta saaneet siat säilyttivät **liikuntakykynsä** ja riittävän **luiden lujuuden** myös loppukasvatusvaiheessa, vaikka loppukasvatusrehuun ei oltu lisätty rehufosfaattia eikä fytaasia.
- Lihasikojen syömästä rehusta noin **40 % kuluu loppukasvatuksen** aikana (80 kg – teurastus)
- Epäorgaanisen fosfaattilisän tarve loppukasvatusrehussa on minimaalinen, jos käytetään **runsaasti sulavaa fosforia sisältävää sivutuoterehua** ja/tai parannetaan kasviperäisen fytiinihappoon sitoutuneen fosforin hyväksikäyttöä lisäämällä rehuun **fytaasi-entsyymiä**
- Kun loppukasvatusrehun rehufosfaatti voidaan jättää kokonaan pois, lannan fosforipäästöt vähenevät merkittävästi!

Voidaanko lannan fosfori/typpipitoisuutta alentaa vielä lisää ja millä keinoin?

1. 3-vaiheruokinnasta monivaiheruokintaan?
2. Fytaasin korkeampi annostus?
- 3. Rehun hyväksikäytön tehostaminen?**
 - Rehun lisäaineet (entsyymit, probiootit)
 - Rehun optimi partikkelijakauma, rakeistaminen
 - Huolehditaan **eläinten terveydestä ja hyvinvoinnista**
→ parempi kasvu ja rehuhyötysuhde
 - Optimi lämpötila tuotantorakennuksissa

Muita huomioitavia tekijöitä:

- Sian lannassa on **runsaasti fosforia suhteessa typpeen**, ja lannan fosforipitoisuus rajoittaa typpeä enemmän lannan käyttöä kasvien ravinteena
- **Ruokintamuodot** (liemiruokinta, kuivaruokinta).
- Huom. **fosforin määritysmenetelmissä ja analyyseissä** heittoja laboratorioden ja käytettyjen menetelmien välillä (ainakin eri maissa).
- **Rehuhukan** eliminointi
- Rehun suuri **suolapitoisuus** lisää veden juontia ja virtsan (lietteen) määrää
- Ympäristösyistä useille **hivenaineille** on myös asetettu enimmäismäärät, jotta ko. hivenaineita ei kertyisi liiaksi maaperään → Esimerkiksi Cu ja Zn ovat suurina pitoisuuksina haitallisia maamikrobien toiminnalle

Miten paljon näillä menetelmillä voidaan vähentää typpi ja fosfori päästöjä ?

Ruokintastrategia	Typpi-päästöjen vähennys %	Fosfori-päästöjen vähennys %
Rehun optimointi vastaamaan paremmin tarvetta	10–15	10–15
Alennettu proteiinipitoisuus/ aminohappotäydennys	20–40	-
Hyvin sulavat rehun raaka-aineet	5	5
Fytaasin käyttö/matala P	2-5	20–30
Entsyymivalmiste sekoitus	5	5
Vaiheruokinta	5-10	5-10
Sukupuolilajittelu kasvatuksessa/ruokinnassa	5-8	-

Tähän taulukkoon on koottu sikojen ruokintastrategioiden potentiaaliset vaikutukset typpi- ja fosforipäästöihin. Huom. vaikutukset eivät ole yhteenlaskettavissa silloin kun käytetään montaa strategiaa samaan aikaan.

Sikojen rehuarvojärjestelmän uudistaminen

- **Nykyinen sikojen rehuarvojärjestelmä on vanhentunut** sekä energia- että valkuaisarvojen laskentaperusteiden osalta.
- → Uudeksi rehuarvojärjestelmäksi tulee Ranskassa kehitetty **INRA-AFZ:n** rehuarvojärjestelmä.
- Uudessa rehuarvojärjestelmässä rehujen energia-arvot perustuvat **nettoenergiaan** ja ne lasketaan rehun **kemiallisen koostumuksen perusteella käyttäen rehuainekohtaisia tai yleisiä yhtälöitä**. Energia-arvon yksikkönä on megajoule.
- **Valkuaisarvo** lasketaan rehun **aminohappokoostumuksen ja aminohappojen standardoitujen ohutsuolisulavuuksien** perusteella.
- Fosforipitoisuus arvioidaan **sulavana fosforina**. Järjestelmä huomioi sekä rehun sisältämän **luontaisen fytaasin** että rehuseoksen **lisätyn fytaasin** vaikutuksen fosforin sulavuuteen.

Sikojen rehuarvojärjestelmän uudistaminen

- Käytännössä rehuarvot lasketaan **EvaPig®-ohjelmalla**, josta on tehty suomenkielinen versio ja käyttöohjeet. EvaPig®-ohjelman voi ladata osoitteesta www.evapig.com ja sen käyttö on ilmaista. Ohjelma sisältää yli sadan rehuaineen koostumustiedot ja rehuarvot, joiden pohjalta ohjelmalla on helppo laskea omien analyysitietojen perusteella viljan ja monien muiden rehuaineiden rehuarvot.
- Uusi rehuarvojärjestelmä otetaan virallisesti käyttöön vuoden 2014 aikana.
- Lisätietoja: Hilikka Siljander-Rasi,
hilikka.siljander-rasi@mtt.fi, puh. 029 5317750

Ruokinnan ravinnetaseen laskeminen

- = **Rehun N ja P vähennettynä sikaan pidättynyt N ja P**
- Rehun N-pitoisuus = raakavalkuainen / 6.25
- RV ja P-pitoisuus reseptistä / vakuustodistuksesta
- Sian N-pitoisuus on noin 2,8 % elopainosta
- Sian P-pitoisuus on noin 0,55 % elopainosta (→ 1 % ?)
- N / P:n Pidättyminen = kasvu (loppupaino – alkupaino) x sian N / P -pitoisuus
- Tase = lantaan päätyvä ravinnemäärä (sisältää myös ammoniakkina haihtuvan N:n)
- = (Rehua, kg x rehun N / P -pitoisuus) – (Sian kasvu x sian N / P -pitoisuus)

Esimerkki ravinnetaselaskelmasta

	1-vaihe- ruokinta	2-vaihe- ruokinta	3-vaihe- ruokinta	Rehussa	
				RV %	P, g/kg
Yhdistelmärehua	250			15,8	5,8
1-rehua		65	65	16,5	6,0
2-rehua		185	80	15,0	5,5
3-rehua			105	14,0	5,0
Kg yhteensä	250	250	250		
Kasvatusaikana sika syönyt					
Rehussa N, kg	6,32	6,16	5,99		
Rehussa P, kg	1,45	1,41	1,36		
Siassa N 2,8 %					
30 kg painossa	0,84	0,84	0,84		
120 kg painossa, kg	3,4	3,4	3,4		
Pidätyntyt N, kg	2,5	2,5	2,5		
Pidätyntyt N, %	40 %	41 %	42 %		
N ylijäämä, kg/sika	3,8	3,6	3,5		
Lihasiassa P, 0,55%					
25 kg	0,17	0,17	0,17		
P loppupainossa, kg	0,66	0,66	0,66		
Pidätyntyt P, kg	0,50	0,50	0,50		
Pidätyntyt P, %	34 %	35 %	37 %		
P ylijäämä, kg/sika	1,0	0,9	0,9		

Luvut x kiertonopeus =
ravinneylijäämä per
sikapaikka per vuosi

