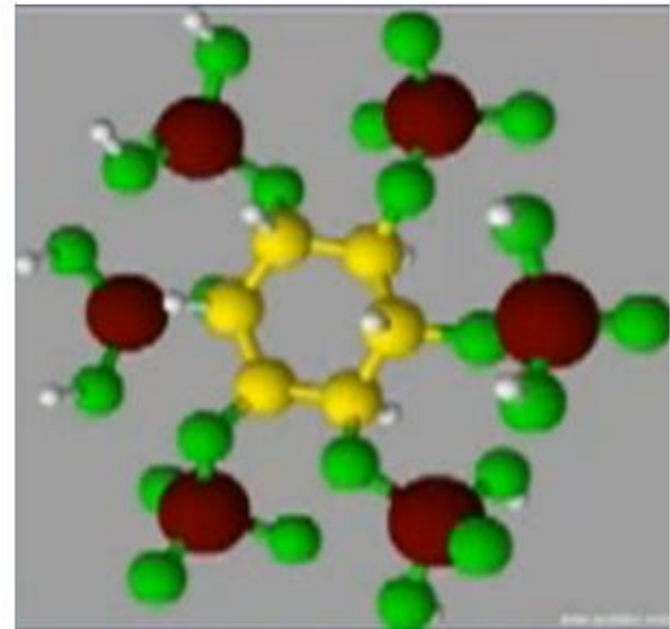


# EvaPig®



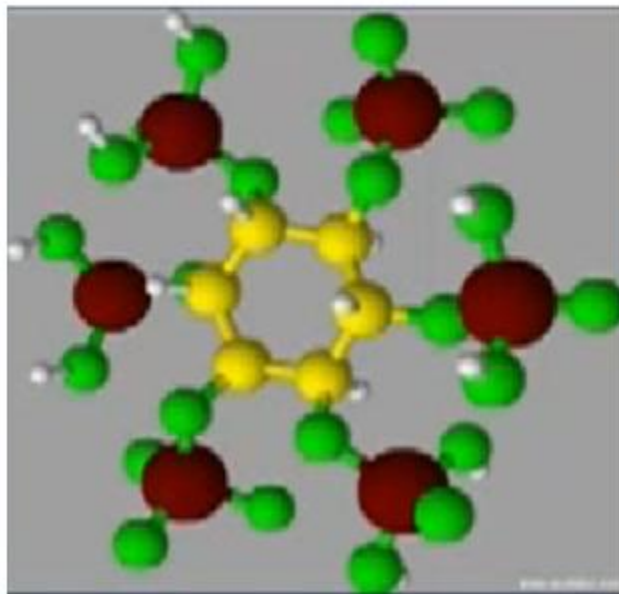
## Fytaasi ja uusi rehuarvojärjestelmä

Maija Karhapää

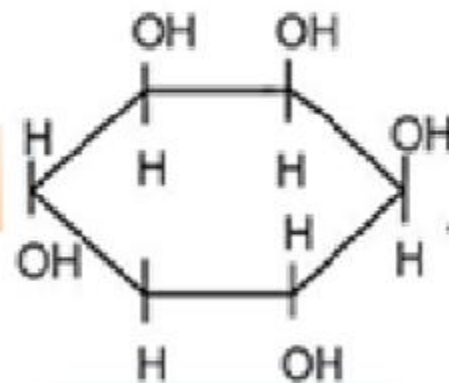
# Fytiinihappo ja fytaasi

- **Fytiinihappo (myo-inositoli heksafosforihappo) on fosforin (P) pääasiallinen varastomuoto siemenissä.**
- Viljojen fosforista **72 – 95 %** on sitoutuneena fytiinihappoon, jota yksimahaisten eläinten ruuansulatusentsyymit eivät juuri pysty pilkkomaan.
- Fytiinihappo sitoo itseensä myös muita tärkeitä mineraaleja kuten **kalsiumia, magnesiumia, rautaa ja sinkkiä.**
- Fytiinihappo voi sitoa myös **aminoacidoja ja proteiineja.**
- Fytiinihappo **inhiboi ruuansulatusentsyymejä** ja tämän vuoksi fytiinihapon hydrolysointi on suotavaa.
- **Fytaasientsyymi muuntaa (hydrolysoi) kasvien sisältämää fytiinihappoon sidottua fosforia sialle käyttökelpoiseksi sulavaksi fosforiksi.**
- Fytaasia on joissakin kasveissa luontaisestikin, mutta mikrobien avulla valmistetut fytaasit ovat tehokkaampia ja kestävämpiä.

# Fytaaasientsyymi purkaa fytiinihappoon sidottua fosforia sulavaan muotoon



*Fytaaasi*



Inositoli



Fosfaatti

Fytaasiyksikkö (FTU, U) kuvaa sitä entsyymin määrää, joka tarvitaan vapauttamaan yhden mikromoolin epäorgaanista fosforia minuutissa 5,1 millimolaarisesta natriumfytaatista, kun pH on 5,5 ja lämpötila 37 °C.

# Fytaaentsyymin hyväksikäyttö sikojen ruokinnassa

- ❖ Lisäämällä rehuun fytaaentsyymiä fytiinihappoon sitoutuneesta fosforista saadaan mahdollisimman paljon eläimen käyttöön ja fosforin kokonaissulavuus paranee.
- ❖ Samalla ulosteen kautta ympäristöön kulkeutuvan fosforin määrä pienenee.
- ❖ Entsyymit ovat turvallisia käyttää, koska ne ovat usein proteiineja ja ylimäärä aiheuttaa vain sen, että siitä ei ole mitään hyötyäkään.
- ❖ Koska entsyymit ovat proteiineja, ne tuhoutuvat lämmössä herkästi.
- ❖ Entsyymeillä on optimi toimintaympäristö (pH ja lämpötila), jossa ne toimivat tehokkaimmin.
- ❖ Viimevuosina fytaasivalmisteista on tullut yhä kestävämpiä ja tehokkaampia samalla kun hinta on laskenut.

Siihen, miten tehokkaasti fytaasientsyymi pystyy muuntamaan fytiinihappoon sitoutunutta fosforia sulavaksi fosforiksi vaikuttavat mm:

- ❖ Eläimen ikä (nuoremmalla toimii paremmin?).
- ❖ Rehun kalsium - fosfori – suhde (liian suuri huonontaa).
- ❖ Rehussa oleva D3-vitamiini.
- ❖ Rehun kuitukoostumus (fytiinihappo kuorikerroksissa).
- ❖ Rehun prosessointi (kuumuus tuhoaa).
- ❖ Rehuraaka-aineet (fytiinihappo pitoisuus).
- ❖ Rehuraaka-aineiden luontainen fytaasiaktiivisuus.
- ❖ Lisätyn fytaasivalmisteen tehokkuus.

Esim. liemiruokinta parantaa fytiinihappoon sidotun fosforin sulavuutta, koska liemiruokinnassa lämpötila ja happamuus tehostavat fytaasin toimintaa ja fytaasi ”esisulattaa” fytiinihappoon sidottua fosforia jo ennen ruoansulatuskanavaa.

# Kasvien siemenissä, kuten viljassa on ns. luontaista fytaasia, mutta luontainen fytaasi tuhoutuu helposti lämpökäsittelyssä esim. viljan kuivaus tai rehun rakeistus tai muu prosessointi.

Rehuaineiden fosforipitoisuus ja fytaatti-fosforipitoisuus sekä fytaasiaktiivisuus (Eeckhout & de Paepe, 1994)

Rehuaine <sup>1</sup>	g P/kg	g fytaatti-P/kg	Fytaatti-P/ Kokonais-P	Fytaasi, FTU/kg <sup>2</sup>	(vaihteluväli)
Vehnä	3,3	2,2	0,67	1193	(915–1581)
Ohra	3,7	2,2	0,60	582	(408–882)
Ruisvehnä	3,7	2,5	0,67	1688	(1475–2039)
Ruis	3,6	2,2	0,61	5130	(4132–6127)
Kaura	3,6	2,1	0,59	42	(0–108)
Maissi	2,8	1,9	0,68	15	(0–46)
Vehnänlese	11,6	9,7	0,84	2957	(1180–5208)
Soijarouhe	6,6	3,5	0,53	40	(0–120)
Rypsirouhe	11,2	4,0	0,36	16	(0–36)

<sup>1</sup>Viljoja ei ole lämpökäsitelty.

## Sikojen uusi rehuarvojärjestelmä

- Uudessa rehuarvojärjestelmässä rehuarvot lasketaan **EvaPig®-ohjelmalla**, jonka rehutiedot ovat peräisin pääosin **INRA-AFZ:n rehutaulukoista**.
- Suomen- ja ruotsinkielinen ohjelma on ladattavissa osoitteesta [www.evapig.com](http://www.evapig.com) ja pikaopas sekä käyttäjän käsikirja löytyvät MTT:n Rehutaulukot-palvelun kautta [www.mtt.fi/rehutaulukot](http://www.mtt.fi/rehutaulukot).
- EvaPig®-ohjelmassa on annettu rehuaineiden kokonaisfosforipitoisuus ja sulavan fosforin pitoisuus.
- EvaPig®-ohjelmassa on omat kaavat fytaasin laskemiselle lämpökäsitellylle (rae) ja prosessoimattomalle (jauho) rehuseokselle.

# Download EvaPig® for free!

Please fill out the form provided below, including the security code. To be informed about future releases of EvaPig® (new supported languages, new ingredients...), please check the corresponding box. After completing the form, click on the Download button.









\* Indicates required field

**First name & last name \***

**Email address \***

**Country \***

EvaPig® is available for Windows XP™, Windows Vista™ and Windows 7™ in:

-  Chinese
-  Danish
-  Dutch
-  English
-  Finnish
-  French
-  German
-  Hungarian
-  Italian
-  Polish
-  Portuguese (PT)
-  Portuguese (BR)
-  Spanish
-  Swedish



Nimi

Harjoitus seos MK

Rehuingineet

Luokka

(Kaikki)

Nimi
Auringonkukansiemenet
Auringonkukkarouhe, kuorimattomista siemenistä
Auringonkukkarouhe, kuorituista siemenistä
Bataatti, kuivattu
Dikalsiumfosfaatti, hydraatti
Dikalsiumfosfaatti, vedetön
DL-Metioniini
Herajauhe, raakasvasva 2 %, laktoosi 63 %
Herajauhe, raakasvasva 2 %, laktoosi 73 %
Herne
Herneen liukoiset aineet, tärkkelysteoll. sivutuote
Hernelese, tärkkelysteollisuuden sivutuote
Hernepulppa, tärkkelysteollisuuden sivutuote
Hernevalkuainen, tärkkelysteollisuuden sivutuote
Hirssi
Härkäpapu, kirjavakukkainen
Härkäpapu, valkokukkainen
Höyhenjauho
Ihra

Puuttavia kemiallisen koostumuksen ja rehuarvojen tietoja ei lasketa rehuseoksissa, joissa on tätä rehuinginettä

Olomuoto

Rae

Rehuseoksen koostumus

Nimi	ka (g/kg)	Taso (%)
Ohra	867,0	57,990
Kaura	881,0	19,000
Rypsiroouhe	887,0	10,000
Soijarouhe, raakavalkuainen 46 %	876,0	10,000
Vitamiini- ja hivenaineseos	1 000,0	1,000
Monokalsiumfosfaatti	1 000,0	1,000
Kalsiumkarbonaatti (ruokintakalkki)	1 000,0	1,000

Fytasiiisäys

Fytasiiin tyyppi



0,80

Väkevyys

5 000

Pitoisuus

500

0,010

Yhteensä 100,000

Muistutus 0,000

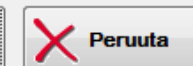
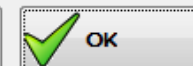
Energiabonus (%)

Kasvava sika

0,0

Aikuinen sika

0,0



# Sikojen uusi rehuarvojärjestelmä

- Suomen rehutaulukossa **fosforin sulavuutena ohralle ja vehnälle** käytetään EvaPig®-ohjelman antamaa **rakeistetun** rehun sulavuutta, koska suurin osa viljoista on lämpökuivurilla kuivattua, jolloin voidaan olettaa, että luontainen fytaasi on ainakin osittain tuhoutunut.
- Luontainen fytaasi tuhoutuu myös rakeistusprosessissa, koska lämpötila nousee korkeaksi.
- Kaupalliset rehut on prosessoinnin aikana lämpökäsitelty, jolloin luontainen fytaasiaktiivisuus häviää.
- Jos vilja kuivataan  **kylmäilmakuivurilla** ja rehu tehdään tilalla **rakeistamatta, luontainen fytaasi säilyy aktiivisena.** Luontainen fytaasiaktiivisuus on suurimmillaan sadonkorjuun jälkeen ja pienenee varastoitaessa.

# Fytaaasin vaikutus rehuseoksessa

- **EvaPig®-ohjelma laskee kuinka paljon sulavan fosforin määrä lisääntyy fytaaasin avulla** (EvaPig® Käyttäjän ohjekirja).
- Laskentaa varten EvaPig®-ohjelma tarvitsee tiedon fytaasivalmisteen biologisesta aktiivisuudesta, eli **kuinka monta grammaa sulavaa fosforia 500 U fytaasia vapauttaa fytiinihappoon sidotusta fosforista** (fytaaasin valmistajan antama tieto). Tyypilliset arvot vaihtelevat 0,5–0,9 g fosforia 500 U fytaasia kohden (fytaaasin tyyppi).
- Ohjelmaan syötetään myös tieto fytaasivalmisteen väkevyydestä, eli kuinka paljon **gramma fytaasivalmistetta sisältää aktiivista fytaasia** (FTU, U, usein fytaaasin nimessä ilmoitettu).
- Tavoiteltu aktiivisuus rehuseoksessa (U / kg rehua).

# EvaPig®-ohjelma laskee kuinka paljon sulavan fosforin määrä lisääntyy fytaasin avulla

- Fytaasientsyymin fytiinihaposta tuottama sulava fosfori lasketaan käyttäen yhtälöä 1 ([EvaPig® Yhtälöt ja kertoimet](#)).

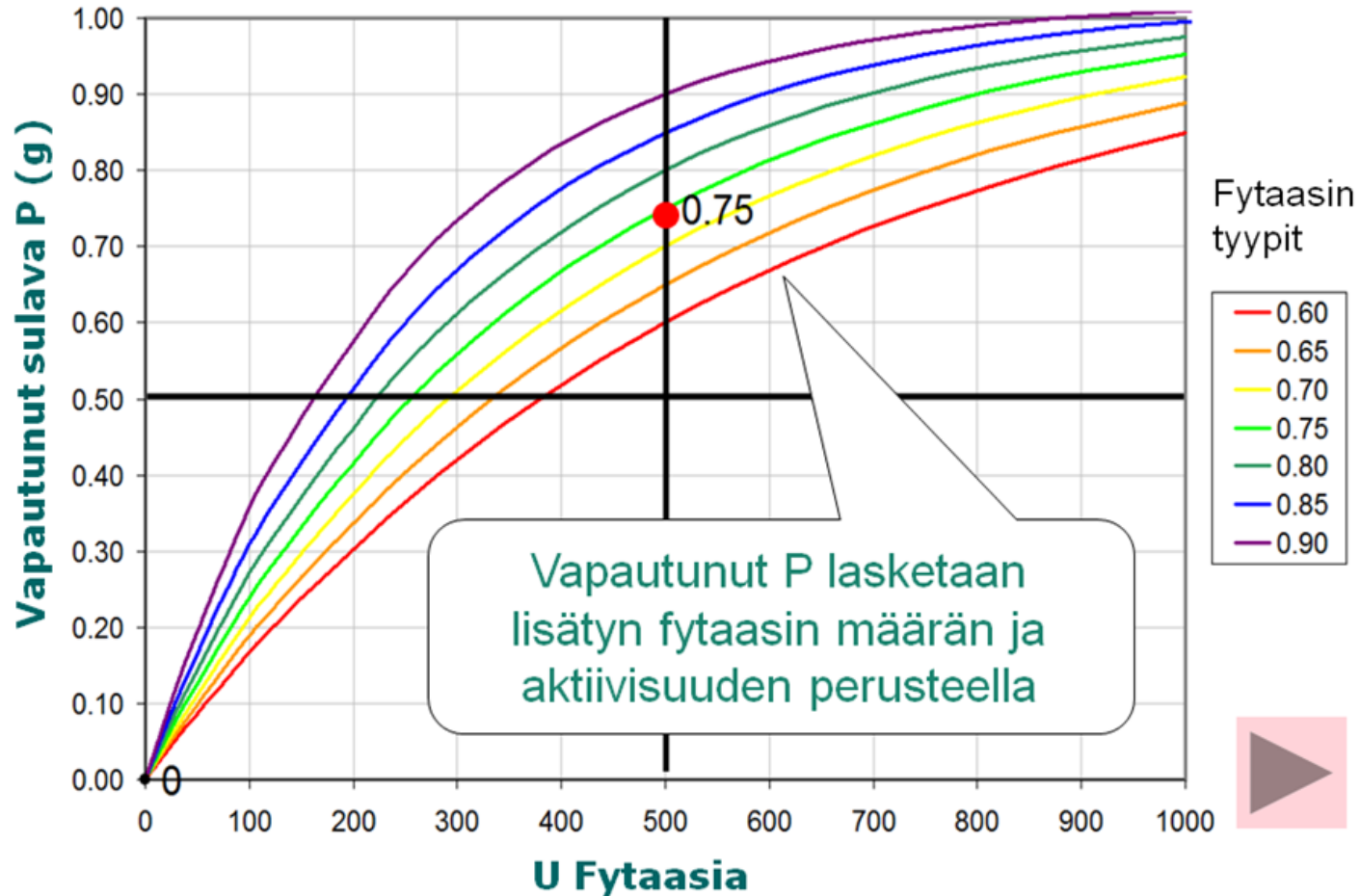
Yhtälö 1

$$\text{Vapautunut P} = 1,026 \times (1 - e^{(-0,00263 \times \text{Fytaasiyksiköt} \times c)})$$

Kertoimet fytaasiyksiköiden laskemista varten

Fytaasin tehokkuus	c
0,60	0,668
0,65	0,763
0,70	0,872
0,75	0,999
0,80	1,151
0,85	1,340
0,90	1,595

Rehun fytaasiaktiivisuuden ja fytiinihaposta vapautuneen fosforin välinen suhde on käyräviivainen, jolloin fytaasilla saatu lisähyöty pienenee, kun fytaasiaktiivisuus kasvaa.



→ Mitä suurempi fytaasiannos on, sitä pienempi lisävaikutus sillä on sulavan fosforin määrään.



# Fytaasin lisäys

## Tyyppi-arvo

- Fytaasi parantaa fosforin sulavuutta ja vaikutuksen laskemiseksi tarvitaan 3 arvoa:

Biologinen aktiivisuus: g sulavaa fosforia, joka vapautuu 500 U fytaasilisäystä kohti (fytaasin valmistajan antama tieto)

Fytaasin väkevyys: U per g aktiivista fytaasi-valmistetta

Tavoiteltu pitoisuus: U per kg rehua

Type	Concentration	Incorporation	
<input checked="" type="checkbox"/> 0.8	5000	500	0.01

RONOZYME® P5000

Laskettu fytaasi-valmisteen käyttömäärä % rehussa

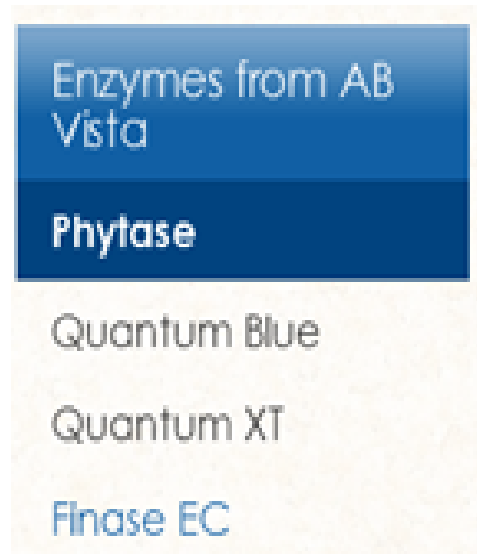
- Johdanto
- Nettoenergia
- Aminohapot
- Fosfori
- Pääva
- Rehuta
- Luo reh
- Rehuseos
- Luo rehuseos
- Rehuseosten kuvat
- Energialaskin
- www.evapig.com
- Tekijät

# EU:n lisäainerekisteri

[http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/comm\\_register\\_feed\\_additives\\_1831-03.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/comm_register_feed_additives_1831-03.pdf)

Additive	Additive
<b>3-phytase</b> EC 3.1.3.8 (ROVABIO PHY AP and ROVABIO PHY LC) (holder of the authorisation Adisseo); Piglets (weaned); [Pigs for fattening]	Preparation of <b>6-phytase</b> (EC 3.1.3.26) produced by <i>Trichoderma reesei</i> (CBS 122001) (holder of authorisation Roal Oy) [Pigs other than sows]
<b>3-phytase</b> (Natuphos) produced by <i>Aspergillus niger</i> (CBS 101.672) (holder of authorisation BASF SE) [Chickens for fattening; Piglets (weaned); Pigs for fattening]	Preparation of <b>6-phytase</b> (EC 3.1.3.26) produced by <i>Trichoderma reesei</i> (CBS 122001) (holder of authorisation Roal Oy) [Sows]
<b>3-phytase</b> produced by <i>Aspergillus niger</i> (CBS 101.672) (Natuphos 5 000 / Natuphos 5 000 G / Natuphos 5 000 L / Natuphos 10 000 G / Natuphos 10 000 L) (holder of authorisation BASF SE) [Sows]	Preparation of <b>6-phytase</b> (EC 3.1.3.26) produced by <i>Trichoderma reesei</i> (CBS 126897) (holder of authorisation Roal Oy) [Weaned piglets; Pigs for fattening and sows ]
<b>3-Phytase</b> / EC 3.1.3.8 produced by <i>Trichoderma reesei</i> (CBS 528.94) [Sows]	Preparation <b>6-phytase</b> (EC 3.1.3.26) produced by <i>Pichia pastoris</i> (DSM 23036) (holder of the authorisation Huvepharma AD) [Sows; Pigs for fattening; Piglets (weaned)]
<b>6-Phytase</b> / EC 3.1.3.26 produced by <i>Aspergillus oryzae</i> (DSM 22594) (holder of authorisation DSM Nutritional Products); [Pigs for fattening; Piglets (weaned); Sows]	<b>6-phytase</b> produced by <i>Pichia pastoris</i> (DSM 15927) (Quantum Phytase 2500 D; Quantum Phytase 5000 L) (holder of the authorisation AB Enzyme GmbH) [Piglets (weaned)]
<b>6-Phytase</b> / EC 3.1.3.26 produced by <i>Aspergillus oryzae</i> (DSM 17594) (holder of authorisation DSM Nutritional Products Ltd., represented by DSM Nutritional Products Sp. Z.o.o.) [Piglets (weaned), Pigs for fattening]	<b>6-Phytase</b> / EC 3.1.3.26 produced by <i>Schizosaccharomyces pombe</i> (ATCC 5233) Solid form: 5 000 FTU/g; Liquid form: 5 000 FTU/ml (Phyzyme XP 5000G Phyzyme XP 5000L) (holder of the authorisation Danisco Animal Nutrition ) [Piglets (weaned); Pigs for fattening; Sows]
<b>6-Phytase</b> / EC 3.1.3.26 produced by <i>Aspergillus oryzae</i> (DSM 17594) (holder of authorisation DSM Nutritional Products Ltd., represented by DSM Nutritional Products Sp. Z.o.o.) [Sows]	<b>6-Phytase</b> / EC 3.1.3.26 produced by <i>Schizosaccharomyces pombe</i> (ATCC 5233) Solid coated form: 10 000 FTU/g; Liquid form: 10 000 FTU/ml (holder of the authorisation Danisco Animal Nutrition, legal entity Danisco (UK) Limited) [Piglets (weaned); Pigs for fattening; Sows]
<b>6-Phytase</b> / EC 3.1.3.26 produced by <i>Aspergillus oryzae</i> (DSM 14223) (holder of the authorisation DSM Nutritional Products Ltd represented by DSM Nutritional products Sp. z o.o) [Pigs for breeding and minor porcine species for breeding]	

# Fytaasin tyyppi



Finace = tyyppiarvo = 0,8

Finace EC = tyyppiarvo = 1,0

Quantum XT = tyyppiarvo = 1,0

Quantum TR = tyyppiarvo = 1,0

Quantum Blue = tyyppiarvo = 1,2

(Dr Mike Bedford, Research Director, AB Vista)



# Fytaasin tyyppi



Natuphos fytaasivalmisteet vapauttavat aktiivisuustasolla 500 U 0,8 g fytiinihappoon sidottua fosforia/kg rehua.

Tyyppiarvo 0,8

= fytaasin ansiosta sulavan fosforin määrä lisääntyy  
0,8 g/ kg rehua (Dr. Ulrich Roser, Head of Sales Animal Nutrition).

# Fytaasin tyyppi



DSM in Animal nutrition & health

**RONOZYME<sup>®</sup> phytases**

Suomessa käytetään Ronozyme HiPhos 10 000 GT fytaasivalmistetta, joka aktiivisuustasolla 500 FTU vapauttaa 0,8 g fytiinihappoon sidottua fosforia /kg rehua.

Tyyppiarvo 0,8

= sulavan fosforin määrä lisääntyy 0,8 g/ kg rehua.

(Bo-Groth Bendsen, Sales Manager, DSM Nutritional Products)

# Fytaasin tyyppi

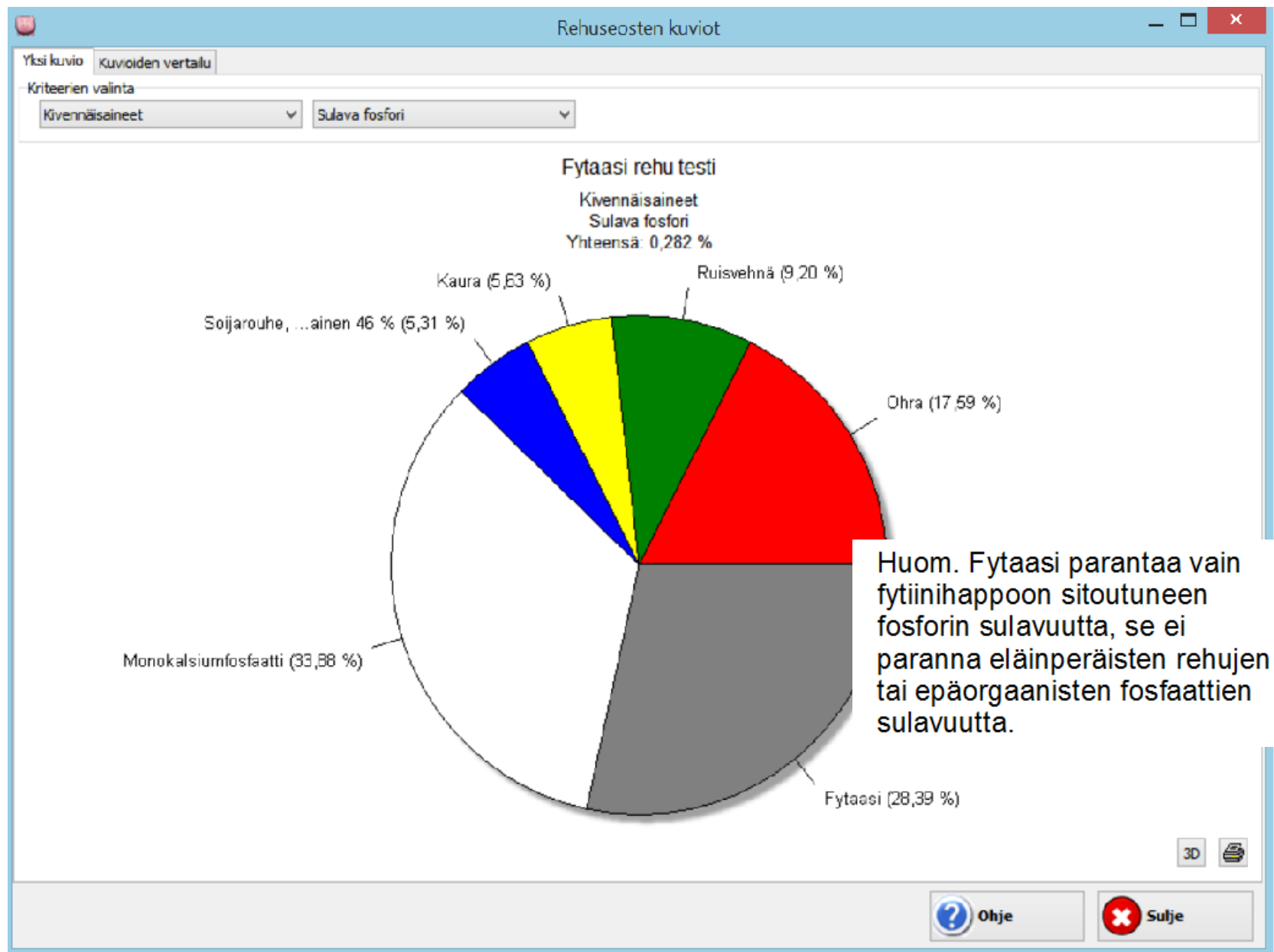


Phyzyme fytaasivalmiste vapauttaa aktiivisuustasolla 500 U  
0,92 g fytiinihappoon sidottua fosforia/kg rehua.

Tyyppiarvo 0,9

= fytaasin ansiosta sulavan fosforin määrä lisääntyy 0,9 g/ kg rehua.

(Anne-Marie Debicki-Garnier, Technical Director, Danisco Animal Nutrition/Dupont IB)





*Kiitokset !*