

# EvaPig®

[www.evapig.com](http://www.evapig.com)



## Yhtälöt ja kertoimet

Versio 1.1



**AJINOMOTO**  
AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION  
**AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S.**

# Sisältö

<b>Vastuuvapauslauseke</b> .....	<b>3</b>
<b>Tekijät ja kiitokset</b> .....	<b>3</b>
<b>Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>Yksiköt ja lyhenteet</b> .....	<b>4</b>
<b>Kelpoisuuden tarkistaminen</b> .....	<b>5</b>
<b>Laskelmat</b> .....	<b>5</b>
1. <i>Rehuaineen luominen viiterehuaineen perusteella</i> .....	6
1.1 Yleiset periaatteet.....	6
1.2 Energia-arvot.....	6
1.2.1 Laskennan yleiskuvaus .....	6
1.2.2 Bruttoenergia .....	6
1.2.3 Energian sulavuus (Es) ja sulava energia (DE) .....	6
1.2.4 Muuntokelpoinen / sulava energia -suhde .....	7
1.2.5 Nettoenergia / muuntokelpoinen energia.....	7
1.2.6 Sulava energia aikuisille sioille .....	7
1.3 Typen kokonaissulavuus.....	8
2. <i>Rehuseosten luominen rehuaineiden listasta</i> .....	8
2.1 Yleiset periaatteet.....	8
2.2 Sulava fosfori.....	8
3. <i>Rehuaineiden ja rehuseosten luominen kemiallisen koostumuksen perusteella</i> .....	10
3.1 Energia-arvot.....	11
3.1.1 Laskennan yleiskuvaus .....	11
3.1.2 Bruttoenergia .....	11
3.1.3 Energian sulavuus .....	12
3.1.4 Muuntokelpoinen energia.....	13
3.1.5 Nettoenergia.....	14
3.2 Typen kokonaissulavuus.....	14
3.3 Aminohappojen standardoitujen ohutsuolisulavuuksien oletusarvot.....	14
3.4 Fosforin sulavuuden oletusarvo .....	15
<b>Rehuainekohtaiset kertoimet ja suhteet</b> .....	<b>16</b>

## Vastuuvapauslauseke

AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S., INRA ja AFZ eivät ole vastuussa mistään suorasta tai epäsuorasta vahingosta, joka johtuu EvaPig®-ohjelman käytöstä ja/tai EvaPig®-ohjelmalla luodun tiedon käytöstä. Nimenomaisesti todetaan, että mikä tahansa taloudellinen tai kaupallinen menetys (esimerkiksi: tietojen häviäminen, asiakkaiden tai tilausten menetys, hyödyn menetys, liiketappio, mahdollisuuksien menetys, kaupallinen ongelma) tai mikä tahansa kolmannen osapuolen EvaPig®-ohjelmaa vastaan kohdistama toimi katsotaan epäsuoraksi vahingoksi, eikä oikeuta vahingonkorvauksen saantiin AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S.:lta, INRA:lta tai AFZ:lta.

## Tekijät ja kiitokset

EvaPig® on laskentaohjelma, jonka ovat luoneet, suunnitelleet ja kehittäneet Jean Noblet (INRA, UMR SENAH), Alain Valancogne (INRA, UMR SENAH), Gilles Tran (AFZ) ja AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S.



**INRA, UMR Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine (SENAH)** – Domaine de la Prise, 35590 Saint-Gilles, France  
[www.rennes.inra.fr/senah](http://www.rennes.inra.fr/senah)

**Association Française de Zootechnie (AFZ)** – 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05, France.  
[www.zootechnie.fr](http://www.zootechnie.fr)

**AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S.**  
– 153, rue de Courcelles, 75817 PARIS Cedex 17, France [www.ajinomoto-eurolysine.com](http://www.ajinomoto-eurolysine.com)

Tekijät kiittävät monia INRA:n henkilöitä – erityisesti Jean-Yves Dourmadia hänen tärkeästä panostuksesta ohjelman osaan, joka huomioi rehun luontaisen ja siihen lisätyn eksogeenisen fytaasin biologiset vaikutukset, ja Jaap Van Milgeniä, Serge Dubois'ta ja Henri Flageul'ä ohjelman tekemiseen saaduista neuvoista, rohkaisusta, palautteesta ja avusta.

EvaPig® kiittää INRA-AFZ:n rehutaulukoiden tekijöitä, erityisesti sen toimittajat Daniel Sauvart, Jean-Marc Perez ja Gilles Tran saavat kiitokset mahdollisuudesta käyttää INRA-AFZ:n dataa. Kiitokset myös Bernard Sèveille ja Catherine Jondrevillelle (INRA), jotka kehittivät INRA-AFZ:n rehutaulukoissa käytetyt ja EvaPig®-ohjelmassa sovelletut aminohappo- ja kivennäisainojen konseptit ja datan. Aminohappojen sulavuuksien aineisto on peräisin julkaisusta: AFZ, Ajinomoto Eurolysine, Aventis Animal Nutrition, INRA, ITCF, 2000. *AmiPig. Standardised Ileal Digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs*, AFZ, Paris.

INRA:n ja AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S.:n lisäksi seuraavat organisaatiot ovat tukeneet AFZ:n ranskalaista rehutietokantaa vuodesta 1989 lähtien ja mahdollistaneet INRA-AFZ Rehutaulukot ja sitä seuranneiden julkaisujen tekemisen, mukaan lukien EvaPig®-ohjelman tekemisen: Arvalis Institut du Végétal, CCPA, Centralys, CETIOM, CIRAD, Cooperl-Hunaudaye, Désialis, Glon-Sanders, IFIP, INZO°, MG2mix, ONIDOL, Primex, Techna, UNIP, ja USICA.

Lopuksi kiitämme etukäteen Teitä, jotka haluatte auttaa kehittämään EvaPig®-ohjelmaa paremmaksi ja hyödyllisemmäksi, erityisesti toimittamalla meille uusien rehuaineiden ravintoarvoja tai tarkempaa ja päivitettyä tietoa. Jos organisaatiosi haluaa jakaa tällaista dataa, ole ystävällinen ja lähetä tiedustelu ja ehdotuksesi verkkosivujemme kautta: [www.evapig.com](http://www.evapig.com).

Suomennos: Kirsi Partanen, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT

## Johdanto

Tämän ohjekirjan tarkoituksena on antaa EvaPig®-ohjelman käyttäjille kattavat tiedot yhtälöistä ja kertoimista, joita ohjelma käyttää rehujen energia- valkuais- ja kivennäisarvojen laskemiseen.

Näitä yhtälöitä käytetään neljässä EvaPig®-ohjelman osassa:

- Rehuaineen luomien ohjelman viiterehuaineen perusteella
- Rehuseoksen luominen ohjelman rehutaulukon rehuaineiden perusteella
- Rehuaineen luominen vain sen kemialliseen koostumuksen perusteella
- Rehuseoksen luominen vain sen kemialliseen koostumuksen perusteella

Laskelmat, jotka perustuvat rehuaineen ja rehuseoksen kemialliseen koostumukseen, ovat hyvin samankaltaisia ja ne on sen vuoksi esitetty samassa kappaleessa.

## Yksiköt ja lyhenteet

Tässä ohjekirjassa esitetyt yhtälöt ja kertoimet on ilmaistu käyttäen seuraavia yksiköitä:

- MJ/kg kuiva-ainetta (ka) energia-arvoille
- % kuiva-aineen kemialliselle koostumukselle
- % suhteille ja sulavuuksille.

**Kertoimet pätevät ainoastaan silloin, kun tiedot on annettu näissä yksiköissä.**

Jos haluat käyttää muita yksiköitä, kuten kcal/kg energiapitoisuudelle tai g/kg kemialliselle koostumukselle, kertoimia on muutettava vastaavasti.

Huomaa, että monet yhtälöt toimivat vain jos lähtötiedot on annettu kuiva-ainepitoisuutta kohti.

Taulukossa 1 on esitetty tässä ohjekirjasta käytetyt lyhenteet.

**Taulukko 1. Lyhenteet ja niiden selitykset**

ADF	Happodetergenttikuitu eli ADF-kuitu
DE	Sulava energia
DEa	Sulava energia aikuisille sioille
DEk	Sulava energia kasvaville sioille
ka	Kuiva-aine
sP	Sulava fosfori
Es	Energian sulavuus
Esa	Energian sulavuus aikuisille sioille
Esk	Energian sulavuus kasvaville sioille

EVir	Energia, joka menetetään virtsan typpinä
GE	Bruttoenergia
ME	Muuntokelpoinen energia
MEa	Muuntokelpoinen energia aikuisille sioille
MEk	Muuntokelpoinen energia kasvaville sioille
MJ	Megajoule
Ns	Typhen kokonaissulavuus
NDF	Neutraalidetergenttikuitu eli NDF-kuitu
NE	Nettoenergia
NEa	Nettoenergia aikuisille sioille
NEk	Nettoenergia kasvaville sioille
NVir	Virtsassa menetetty typpi
OAs	Orgaanisen aineen <i>in vivo</i> -sulavuus
OAsk	Orgaanisen aineen <i>in vivo</i> -sulavuus kasvavilla sioilla
OAsv	Orgaanisen aineen <i>in vitro</i> -sulavuus
Ps	Fosforin sulavuus
Jns	Jäännös = 100 – Tuhka – Valkuainen – Rasva – Tärkkelys – Sokerit
JnsS	Sulava jäännös

## Kelpoisuuden tarkistaminen

Ohjelma suorittaa useita tarkistuksia sen varmistamiseksi, että lähtötiedot kelpaavat ja ovat yhtenäisiä toistensa kanssa.

- Rehuseoksen tai rehuaineen ravintoaineiden summa ei saisi olla suurempi kuin 105 %, kun NDF-kuitu kuvaa kuidun osuutta rehussa. Kun NDF-kuitu puuttuu analyysitiedoista, se estimoidaan 3 x ADF-kuitu (jos käytettävissä) tai 3.5 x raakakuitu (jos muita kuituanalyysijä ei ole käytettävissä).
- Aminohappojen summa ei saisi olla yli 110 % raakavalkuaisesta.

## Laskelmat

EvaPig® käyttää yhtälöitä uusien rehuaineiden ja rehuseosten ravintoarvojen laskemiseen. Nämä yhtälöt perustuvat INRA:n tekemiin tutkimuksiin ja kirjallisuudesta koottuihin tietoihin.

Yhtälöiden käytön pääasiallinen hyöty on siinä, että ennustetut arvot ovat tarkempia kuin kiinteät arvot. Ennusteen tarkkuuteen vaikuttavat kuitenkin monet tekijät, joista kaikkia ei tunneta, ja ohjelman käyttäjien tulisi aina olla varovaisia käyttäessään ennustettuja arvoja.

## 1. Rehuaineen luominen viiterehuaineen perusteella

### 1.1 Yleiset periaatteet

Uusi rehuaine on suositeltavaa luoda ohjelman viiterehuaineen pohjalta. Laskenta yhdistää viiterehuaineen rehuarvon ja kertoimet, joiden avulla huomioidaan uuden rehuaineen ja viiterehuaineen kemiallisen koostumuksen väliset erot. Joillakin yhtälöillä on yleiset kertoimet, kun taas toisilla on rehuainekohtaiset kertoimet.

Yhtälö on seuraavaa yleistä muotoa:

$$Y_{\text{Uusi}} = Y_{\text{Ref}} + a \times (X_{\text{Uusi}} - X_{\text{Ref}}) + b \times (Z_{\text{Uusi}} - Z_{\text{Ref}}) + \dots$$

missä Y on ennustettu arvo ja X, Z jne. ovat ennustamiseen käytettyjä selittäviä tekijöitä. "Uusi" viittaa uuteen rehuaineeseen ja "Ref" referenssiin eli viiterehuaineeseen.

### 1.2 Energia-arvot

#### 1.2.1 Laskennan yleiskuvaus

Energia-arvojen laskennassa on seuraavat vaiheet (f = funktio):

- $GE = f(\text{valkuainen, rasva, tuhka})$
- $Es = f(\text{kuitu})$
- $DE = GE \times Es$
- $DEa = f(DEk, Esk, tuhka)$
- $ME/DE = f(\text{valkuainen, DE})$
- $ME = DE \times ME/DE$
- $NE/ME = f(\text{valkuainen, rasva, tärkkelys, ME})$
- $NE = ME \times NE/ME$ .

#### 1.2.2 Bruttoenergia

Bruttoenergia (GE) lasketaan viiterehuaineesta käyttäen seuraavia kertoimia:

$$GE_{\text{Uusi}} = GE_{\text{Ref}} + 0.0616 \times (\text{Valkuainen}_{\text{Uusi}} - \text{Valkuainen}_{\text{Ref}}) + 0.2192 \times (\text{Rasva}_{\text{Uusi}} - \text{Rasva}_{\text{Ref}}) - 0.1866 \times (\text{Tuhka}_{\text{Uusi}} - \text{Tuhka}_{\text{Ref}})$$

#### 1.2.3 Energian sulavuus (Es) ja sulava energia (DE)

Energian sulavuus (Es) kasvaville sioille lasketaan viiterehuaineesta käyttäen raaka-ainekohtaisia yhtälöitä, joissa kuitupitoisuus on selittävänä tekijänä. Kuitu voi olla raakakuitua, NDF-kuitua tai ADF-kuitua, joilla kaikilla on omat kertoimet.

$$ES_{Uusi} = ES_{Ref} + a \times (Kuitu_{Uusi} - Kuitu_{Ref})$$

missä **a** on rehuainekohtainen kerroin raakakuidulle, NDF-kuidulle tai ADF-kuidulle.

**Kuidun kertoimet on annettu tämän ohjekirjan lopussa olevassa taulukossa 5.**

Koska käyttäjä voi antaa uusia arvoja raakakuidulle, NDF-kuidulle ja ADF-kuidulle, lopullinen energian sulavuus lasketaan annetuilla uusilla kuitupitoisuuksilla saatujen arvojen keskiarvona. Esimerkiksi, jos käyttäjä antaa uudet pitoisuudet NDF- ja ADF-kuidulle, laskenta on seuraava:

$$ES_{UusiNDF} = ES_{Ref} + a_{NDF} \times (NDF_{Uusi} - NDF_{Ref})$$

$$ES_{UusiADF} = ES_{Ref} + a_{ADF} \times (ADF_{Uusi} - ADF_{Ref})$$

$$ES_{Uusi} = (ES_{UusiNDF} + ES_{UusiADF}) / 2$$

**a<sub>NDF</sub>** ja **a<sub>ADF</sub>** ovat kertoimet, joita käytetään NDF- ja ADF-kuidun pitoisuuteen perustuvissa yhtälöissä.

Energiabonus lisätään energian sulavuuskertoimeen:

$$ES_{Uusi} = ES_{Uusi} \times (100 + Bonus) / 100$$

Sulava energia lasketaan seuraavasti:

$$DE_{Uusi} = ES_{Uusi} \times GE_{Uusi} / 100$$

#### 1.2.4 Muuntokelpoinen / sulava energia -suhde

ME/DE-suhde kasvaville ja aikuisille sioille lasketaan käyttäen yleistä kerrointa valkuaiselle.

$$ME/DE_{Uusi} = ME/DE_{Ref} - 1.98 \times (Valkuainen_{Uusi} - Valkuainen_{Ref}) / DE_{Uusi}$$

Viitrehujen ME/DE-suhteet on annettu tämän ohjekirjan lopussa olevassa taulukossa 6.

#### 1.2.5 Nettoenergia / muuntokelpoinen energia

NE/ME suhde kasvaville ja aikuisille sioille lasketaan käyttäen yleisiä kertoimia:

$$NE/ME_{Uusi} = NE/ME_{Ref} + (( 5.5 \times (Rasva_{Uusi} - Rasva_{Ref}) + 1.5 \times (Tärkkelys_{Uusi} - Tärkkelys_{Ref}) - 2.8 \times (Valkuainen_{Uusi} - Valkuainen_{Ref}) ) / ME_{Uusi}$$

Viitrehujen NE/ME-suhteet on annettu tämän ohjekirjan lopussa olevassa taulukossa 6.

#### 1.2.6 Sulava energia aikuisille sioille

Sulavan energian pitoisuus aikuisille sioille (DEa) lasketaan sulavan energian pitoisuudesta kasvaville sioille (DEk) käyttäen rehuainekohtaisia kertoimia.

$$DEa_{Uusi} = DEk_{Uusi} + a_{Ref} \times (1 - Tuhka_{Uusi} / 100) \times (1 - b_{Ref} \times Esk_{Uusi} / 100)$$

Jos uudelle rehuaineelle ei ole annettu tuhkapitoisuutta, laskennassa käytetään viiterehuaineen tuhkapitoisuutta.

$$DEa_{Uusi} = DEk_{Uusi} + a_{Ref} \times (1 - Tuhka_{Ref} / 100) \times (1 - b_{Ref} \times Esk_{Uusi} / 100)$$

Yllä olevien yhtälöiden kertoimet a ja b on esitetty tämän ohjekirjan lopussa olevassa Taulukossa 6.

### 1.3 Typen kokonaissulavuus

Uuden rehuaineen typen kokonaissulavuus (Ns) lasketaan viiterehuaineesta käyttäen yleisiä kertoimia valkuaiselle ja kuidulle. Kertoimet ovat erilaiset kasvaville ja aikuisille sioille.

$$Ns_{Uusi} = Ns_{Ref} + a \times (Valkuainen_{Uusi} - Valkuainen_{Ref}) + b \times (Kuitu_{Uusi} - Kuitu_{Ref})$$

Kertoimet a ja b on esitetty Taulukossa 2.

Taulukko 2. Typen sulavuuden laskemiseen käytetyt kuidun ja valkuaisen kertoimet

Sika	Kuitu	a (valkuainen)	b (kuitu)
Kasvava	RK	0.69	-1.21
	NDF	0.79	-0.69
	ADF	0.70	-1.16
Aikuinen	RK	0.77	-0.87
	NDF	0.86	-0.44
	ADF	0.78	-0.83

## 2. Rehuseosten luominen rehuaineiden listasta

### 2.1 Yleiset periaatteet

Rehuseokset luodaan yleensä käyttäen EvaPig®-ohjelman rehutaulukon rehuaineiden listaa. Kemiallinen koostumus ja ravintoarvo lasketaan sen perusteella, mikä rehuaineiden suhteellinen osuus on rehun painosta, ottaen huomioon käyttömäärä ja kuiva-ainepitoisuus.

**Tästä syystä, jos jokin ravintoaine puuttuu rehuaineesta, tätä ravintoainetta ei oteta mukaan rehuseoksen laskelmaan.** Esimerkiksi, jos rehuaineella ei ole nettoenergia-arvoa, nettoenergia-arvoa ei lasketa millekään rehuseokselle, jossa on tätä rehuainetta.

### 2.2 Sulava fosfori

Prosessointi, joka alentaa luontaisen fytaasin aktiivisuutta, voi huonontaa rehuaineen fosforin sulavuutta, ja eksogeenisen fytaasin lisääminen rehuun voi parantaa rehuaineen fosforin sulavuutta. Rehuseoksen sulavan fosforin pitoisuuden laskemiseksi tarvitaan seuraavat tiedot:

- Yksittäisten rehuaineiden fosforipitoisuudet
- Näiden rehuaineiden fosforin sulavuus, sekä jauhossa (prosessoitamaton) että rakeisessa (prosessoitu) muodossa
- Rehun olomuoto (jauho tai rae)
- Rehuseokseen lisätyn eksogeenisen fytaasin määrä ja pitoisuus, mikä vapauttaa osan fytaattifosforista
- Fytaasin laatu ilmaistuna sulavan fosforin määränä, minkä 500 U fytaasia vapauttaa.

Kun fytaasia ei lisätä, laskenta on suoraviivaista ja koostuu seoksen jokaisen raaka-aineen vaikutuksesta, huomioiden rehuaineen käyttömäärän ja olomuodon: rakeistamattoman rehuseoksen arvot saadaan jauheisten rehuaineiden arvoista, ja rakeistettujen rehuseosten arvot lasketaan rakeistettujen rehuaineiden arvoista. Kun rehuun lisätään fytaasia, laskenta lisää sen vaikutuksen fosforin vapautumiseen. Rehun fytaasitason ja vapautuneen fytaasin välinen suhde on käyräviivainen:

### Yhtälö #1

$$\text{Vapautunut P} = 1.026 \times (1 - e^{(-0.00263 \times \text{Fytaasiyksiköt} \times c)})$$

Tunnettua vapautuvan P:n määrää varten tarvittava fytaasiyksiköiden määrä voidaan laskea seuraavasti:

### Yhtälö #2

$$\text{Fytaasiyksiköt} = -\text{Ln}(1 - P_{\text{vapautunut}}/1.026) / (-0.00263 \times c)$$

P:n yksikkö on g ja fytaasin yksikkö on U.

Kerroin c riippuu käytetyn fytaasin aktiivisuudesta, ilmaistuna g vapautunutta P 500 U fytaasia kohti.

Taulukko 3. Kertoimet fytaasiyksiköiden laskemista varten

Fytaasin aktiivisuus	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

Rehuseoksen sulava fosfori lasketaan seuraavasti:

Ensin lasketaan sulava P käyttäen rehuaineiden arvoja. Tämä laskenta käyttää jauheisen tai rakeistetun rehuaineen arvoja rehun olomuodon mukaan.

**Jos rehuseos on rakeistettu**, rehuaineet eivät vaikuta fosforin vapautumiseen, koska rehuaineiden luontainen fytaasi on tuhoutunut, ja fytaatti-P:n vapautuminen johtuu kokonaan rehuun lisäystä fytaasista. Vapautunut P lasketaan käyttäen Yhtälöä #1 ja lisätään sulavan fosforin määrään.

**Jos rehuseoksen olomuoto on jauho**, myös rehuaineet vaikuttavat fosforin vapautumiseen, joten fosforin vapautumiseen vaikuttavat sekä rehuaineiden luontainen fytaasi että rehuun lisätty fytaasi.

1. Jauheisen ja rakeistetun rehun sulavan fosforin arvojen erotusta käytetään Yhtälössä #2 endogeenisen fytaasin pitoisuuden laskemiseen:

$$\mathbf{Fy\text{taasi}_{Endo} = f(sP_{Jauho} - sP_{Rae})}$$
 missä  $f$  on Yhtälö #2

2. Fytaasin kokonaismäärä lasketaan lisäämällä (tunnettu) määrä eksogeenista fytaasia edellä lasketun endogeenisen fytaasin määrään:

$$\mathbf{Fy\text{taasi}_{Totaali} = Fy\text{taasi}_{Ekso} + Fy\text{taasi}_{Endo}}$$

3. Tätä arvoa käytetään yhtälössä #1 sekä endogeenisen että eksogeenisen fytaasin vapauttaman fosforimäärän laskemiseen:

$$\mathbf{P_{vapautunutTotaali} = f(Fy\text{taasi}_{Totaali})}$$
 missä  $f$  on Yhtälö #1

4. Eksogeenisen fytaasin vapauttama P lasketaan edellisessä vaiheessa lasketun vapautuneen P:n kokonaismäärästä vähentämällä siitä endogeenisen fytaasin vapauttama P.

$$\mathbf{P_{vapautunutEkso} = P_{vapautunutTotaali} - P_{vapautunutEndo}}$$

5. Sulavan fosforin kokonaismäärä saadaan laskemalla yhteen jauhoisesta rehuaineen sisältämä sulava fosfori ja rehuun lisätyn fytaasin siitä vapauttama sulava fosfori.

$$\mathbf{sP_{Totaali} = sP_{Jauho} + P_{vapautunutEkso}}$$

### 3. Rehuaineiden ja rehuseosten luominen kemiallisen koostumuksen perusteella

Uusi rehuaine ja rehuseos voidaan myös luoda ainoastaan sen kemiallisen koostumuksen perusteella. Tässä tapauksessa laskelmat perustuvat yleisten yhtälöiden käyttöön.

Tämä laskentamenetelmä on epätarkempi, eikä huomioi rehuainekohtaisia tekijöitä, kuten haitta-aineita ja solunseinämien rakennetta. Sen vuoksi tätä laskentatapaa tulisi käyttää vain silloin, kun laskentaa ei voida tehdä minkään tunnetun rehuaineen pohjalta.

### 3.1 Energia-arvot

#### 3.1.1 Laskennan yleiskuvaus

Energia-arvojen laskennassa on seuraavat vaiheet. Osa siinä käytettävistä tekijöistä on vaihtoehtoisia.

- $GE = f(\text{valkuainen, rasva, tuhka, kuitu, sokerit, tärkkelys})$ ; Analysoitu GE-arvo voidaan myös antaa, jolloin sitä käytetään kemiallisen koostumuksen perusteella lasketun GE-arvon asemesta.
- Rehuaineen  $Es = f(\text{kuitu})$ ; tuhkapitoisuutta ei tulisi käyttää
- Rehuseoksen  $Es = f(\text{kuitu, tuhka, in vitro -sulava orgaaninen aine})$
- $DE = GE \times Es$
- $DEa = f(DEk, Esk, tuhka, valkuainen)$
- Energian hävikki virtsaan =  $f(\text{valkuainen})$
- Energian hävikki metaanina =  $f(\text{tuhka, valkuainen, rasva, tärkkelys, sokerit})$
- $ME = f(DE, \text{Virtsan energia, Metaanin energia})$
- $NE = f(DE, \text{valkuainen, rasva, tärkkelys, kuitu})$ .

Toisin kuin rehuaineille, näissä yhtälöissä käytetään vain yleisiä kertoimia.

#### 3.1.2 Bruttoenergia

EvaPig® käyttää useita yhtälöitä kokonaisenergiapitoisuuden laskemiseen. Yhtälö riippuu käytettävissä olevista koostumustiedoista.

**Yhtälöt, joissa tarvitaan kuitupitoisuus ja sokerit**

$$GE = 17.56 + 0.0551 \times \text{Valkuainen} + 0.2148 \times \text{Rasva} + 0.0259 \times \text{Raakakuitu} - 0.1774 \times \text{Tuhka} - 0.0114 \times \text{Sokerit}$$

$$GE = 17.56 + 0.0545 \times \text{Valkuainen} + 0.2150 \times \text{Rasva} + 0.0216 \times \text{ADF} - 0.1769 \times \text{Tuhka} - 0.0115 \times \text{Sokerit}$$

$$GE = 17.41 + 0.0579 \times \text{Valkuainen} + 0.2163 \times \text{Rasva} - 0.1812 \times \text{Tuhka} + 0.0148 \times \text{NDF} - 0.0072 \times \text{Sokerit}$$

Kun käytettävissä on useampi kuin yksi kuitupitoisuus, lopullinen GE on kaikkien laskettujen arvojen keskiarvo.

**Yhtälöt, joissa tarvitaan kuitupitoisuus, mutta ei sokereita**

$$GE = 17.57 + 0.0535 \times \text{Valkuainen} + 0.2168 \times \text{Rasva} + 0.0284 \times \text{Raakakuitu} - 0.1861 \times \text{Tuhka}$$

$$GE = 17.58 + 0.0529 \times \text{Valkuainen} + 0.2171 \times \text{Rasva} + 0.0238 \times \text{ADF} - 0.1858 \times \text{Tuhka}$$

$$GE = 17.40 + 0.0573 \times \text{Valkuainen} + 0.2176 \times \text{Rasva} + 0.0161 \times \text{NDF} - 0.1873 \times \text{Tuhka}$$

Kun käytettävissä on useampi kuin yksi kuitupitoisuus, lopullinen GE on kaikkien laskettujen arvojen keskiarvo.

Yhtälö ilman kuitua

$$GE = 18.88 + 0.0424 \times \text{Valkuainen} + 0.2025 \times \text{Rasva} - 0.2037 \times \text{Tuhka} - 0.0142 \times \text{Tärkkelys} - 0.0238 \times \text{Sokerit}$$

Yhtälö ilman kuitua ja sokereita

$$GE = 18.47 + 0.0414 \times \text{Valkuainen} + 0.2108 \times \text{Rasva} - 0.1964 \times \text{Tuhka} - 0.0092 \times \text{Tärkkelys}$$

Yhtälö ilman kuitua ja tärkkelystä

$$GE = 17.61 + 0.0505 \times \text{Valkuainen} + 0.2153 \times \text{Rasva} - 0.1506 \times \text{Tuhka} - 0.0148 \times \text{Sokerit}$$

Yhtälö ilman kuitua, sokereita ja tärkkelystä

$$GE = 17.64 + 0.0478 \times \text{Valkuainen} + 0.2180 \times \text{Rasva} - 0.1588 \times \text{Tuhka}$$

### 3.1.3 Energian sulavuus

Energian sulavuuden laskemiseksi kasvaville sioille tarvitaan vähintään yksi kuitupitoisuus.

Rehuaineille ja rehuseoksille

$$Esk = 90.1 - 1.57 \times \text{Raakakuitu}$$

$$Esk = 98.3 - 0.90 \times \text{NDF}$$

$$Esk = 90.8 - 1.43 \times \text{ADF}$$

Kun käytettävissä on useampi kuin yksi kuitupitoisuus, lopullinen Es on kaikkien laskettujen arvojen keksiarvo.

Ainoastaan rehuseoksille

Kun rehuseos luodaan kemiallisen koostumuksen perusteella, ennustamiseen on myös mahdollista käyttää tuhkapitoisuutta ja orgaanisen aineen *in vitro* -sulavuutta (OAsv, %); Noblet and Jaguelin-Peyraud, 2007).

Yhtälöt, joissa on kuitu ja tuhka

$$Esk = 98.0 - 1.60 \times \text{Tuhka} - 1.26 \times \text{Raakakuitu}$$

$$Esk = 102.6 - 1.06 \times \text{Tuhka} - 0.79 \times \text{NDF}$$

$$Esk = 97.9 - 1.46 \times \text{Tuhka} - 1.17 \times \text{ADF}$$

Yhtälöt, joissa on OAsv (%), kuitu ja tuhka

$$Esk = 35.5 + 0.64 \times \text{OAsv} - 0.68 \times \text{Raakakuitu} - 0.68 \times \text{Tuhka}$$

$$Esk = 41.0 + 0.58 \times \text{OAsv} - 0.74 \times \text{ADF} - 0.64 \times \text{Tuhka}$$

Yhtälöt, joissa on OAsv ja kuitu

$$\text{Esk} = 30.1 + 0.66 \times \text{OAsv} - 0.77 \times \text{Raakakuitu}$$

$$\text{Esk} = 36.2 + 0.60 \times \text{OAsv} - 0.82 \times \text{ADF}$$

Yhtälöt, joissa on vain OAsv

$$\text{Esk} = 0.976 \times \text{OAsv}$$

**Aikuiset siat**

Sulava energia aikuisille sioille lasketaan sulavasta energiasta kasvaville sioille korjattuna orgaanisen aineen *in vivo* sulavuudella (OAs, %):

$$\text{OMs} = (7.45 + 0.949 \times \text{Esk} - 0.04 \times \text{Valkuainen})$$

$$\text{DEa} = \text{DEk} + 4.2 \times (1 - \text{Tuhka} / 100) \times (1 - \text{OAs} / 100)$$

### 3.1.4 Muuntokelpoinen energia

Muuntokelpoinen energia lasketaan sulavasta energiasta käyttäen estimoinnissa energian hävikkiä metaanina ja virtsaan. Laskennassa on seuraavat vaiheet.

**Typen hävikki virtsaan (40 % rehun N:stä; % rehun kuiva-aineessa)**

$$\text{NVir} = 0.4 \times \text{Valkuainen} / 6.25$$

**Energian hävikki virtsan typpenä**

$$\text{Kasvavat siat: } \text{EVir} = 0.19 + 0.31 \times \text{NVir}$$

$$\text{Aikuiset siat: } \text{EVir} = 0.22 + 0.31 \times \text{NVir}$$

**Jäännös**

$$\text{Jns} = 100 - \text{Tuhka} - \text{Valkuainen} - \text{Rasva} - \text{Tärkkelys} - \text{Sokerit}$$

Kun sokeripitoisuus puuttuu, ohjelma käyttää sen oletusarvona 2 % kuiva-aineessa.

**Sulava jäännös**

$$\text{Kasvavat siat: } \text{JnsS} = 0.5 \times \text{Jns}$$

$$\text{Aikuiset siat: } \text{JnsS} = 0.6 \times \text{Jns}$$

**Energian hävikki metaanina**

$$\text{Kasvavat siat: } \text{ECH4} = 0.67 \times \text{JnsS} / 100$$

$$\text{Aikuiset siat: } \text{ECH4} = 1.34 \times \text{JnsS} / 100$$

**Muuntokelpoinen energia**

$$\text{Kasvavat siat: } \text{MEk} = \text{DEk} - \text{EVir} - \text{ECH4}$$

$$\text{Aikuiset siat: } MEa = DEa - EVir - ECH4$$

### 3.1.5 Nettoenergia

Nettoenergia lasketaan sulavan energian, valkuaisen, rasvan, tärkkelyksen ja kuidun pitoisuuksista. Yhtälö on sama kasvaville ja aikuisille sioille, mutta sulavan energian arvot ovat erilaiset kasvaville ja aikuisille sioille (DEk and DEa).

$$NE = 0.703 \times DE - 0.0404 \times \text{Valkuainen} + 0.0662 \times \text{Rasva} + 0.0197 \times \text{Tärkkelys} - 0.0409 \times \text{Raakakuitu}$$

$$NE = 0.703 \times DE + 0.0410 \times \text{Valkuainen} + 0.0664 \times \text{Rasva} + 0.0197 \times \text{Tärkkelys} - 0.0134 \times \text{NDF}$$

$$NE = 0.700 \times DE - 0.0382 \times \text{Valkuainen} + 0.0674 \times \text{Rasva} + 0.0202 \times \text{Tärkkelys} - 0.0365 \times \text{ADF}$$

Kun käytettävissä on useampi kuin yksi kuitupitoisuus, lopullinen NE-arvo on kaikkien laskettujen arvojen keskiarvo.

### 3.2 Typen kokonaissulavuus

Uuden rehuaineen tai rehuseoksen typen kokonaissulavuus (Ns) lasketaan käyttäen valkuaiselle ja kuidulle yleisiä kertoimia, jotka ovat erilaiset kasvaville ja aikuisille sioille.

#### Kasvat siat

$$Ns = 76.8 + 0.69 \times \text{Valkuainen} - 1.22 \times \text{Raakakuitu}$$

$$Ns = 81.3 + 0.79 \times \text{Valkuainen} - 0.69 \times \text{NDF}$$

$$Ns = 77.4 + 0.70 \times \text{Valkuainen} - 1.16 \times \text{ADF}$$

#### Aikuiset siat

$$Ns = 77.9 + 0.77 \times \text{Valkuainen} - 0.87 \times \text{Raakakuitu}$$

$$Ns = 79.9 + 0.86 \times \text{Valkuainen} - 0.44 \times \text{NDF}$$

$$Ns = 78.3 + 0.78 \times \text{Valkuainen} - 0.83 \times \text{ADF}$$

Kun käytettävissä on useampi kuin yksi kuitupitoisuus, lopullinen typen kokonaissulavuus Ns on kaikkien laskettujen arvojen keskiarvo.

### 3.3 Aminohappojen standardoitujen ohutsuolisulavuuksien oletusarvot

Kun rehuaine luodaan kemiallisen koostumuksen perusteella, aminohappojen standardoiduille ohutsuolisulavuuksille annetaan seuraavat oletusarvot (Taulukko 4.).

Taulukko 4. Aminohappojen standardoitujen ohutsuolisulavuuksien oletusarvot

Aminohappo	Sulavuus
Lys	77.0
Tre	76.0
Met	84.6
Kys	73.3
Met+Kys	78.8

Aminohappo	Sulavuus
Try	77.2
Ile	80.7
Val	77.7
Leu	83.3
Fen	84.2
Tyr	85.5
Fen+Tyr	84.7
His	84.1
Arg	88.7
Ala	77.3
Asp	79.1
Glu	86.1
Gly	71.8
Ser	80.7
Pro	78.7

### 3.4 Fosforin sulavuuden oletusarvo

Kun rehuaine luodaan kemiallisen koostumuksen perusteella, fosforin sulavuuden oletusarvo (jauho ja rae) on 20 %.

# Rehuainekohtaiset kertoimet ja suhteet

Seuraavissa taulukoissa on esitetty kertoimet ja suhteet, joita käytetään ohjelman viiterehuaineisiin perustuvassa rehuaineiden energia-arvon laskennassa.

**Taulukko 5. Kuidun kertoimet energian sulavuuden laskemista varten (sEk; % muutos energian sulavuudessa kasvaville sioille (sEk) kuitupitoisuuden 1 prosenttiyksikön muutosta kohti)**

Nimi	Raakakuitu	NDF	ADF
Sinimailasvalkuainen, tiivistetty	-1.57	-0.79	-1.43
Sinimailanen, kuivattu, valk. 17-18 % ka:ssa	-1.57	-0.90	-1.43
Sinimailanen, kuivattu, valk. 18-19 % ka:ssa	-1.57	-0.90	-1.43
Sinimailanen, kuivattu, valk. 22-25 % ka:ssa	-1.57	-0.90	-1.43
Sinimailanen, kuivattu, valk. < 16 % ka:ssa	-1.57	-0.90	-1.43
Ohra	-2.53	-0.90	-1.72
Ohrämäski, kuivattu	-2.53	-0.90	-1.72
Mallasidut, ohra, kuivattu	-2.53	-0.90	-1.72
Sokerijuurikasleike, kuivattu	-1.57	-0.90	-1.43
Sokerijuurikasleike, kuivattu, melassoitu	-1.57	-0.90	-1.43
Sokerijuurikasleike, tuore	-1.57	-0.90	-1.43
Verijauho	0.00	0.00	0.00
Tattarin kuoret	-1.57	-0.90	-1.43
Johanneksenleipäpuun palkorouhe	-1.57	-0.88	-1.43
Maniokki (tapioka), tärkkelys 67%	-1.66	-0.90	-1.43
Maniokki (tapioka), tärkkelys 72%	-1.66	-0.90	-1.43
Kahvihemeet	-1.57	-0.90	-1.43
Sitruspulppa	-1.57	-0.90	-1.43
Kaakaopavun kuoret	-1.57	-0.90	-1.43
Kaakaorouhe, uutettu, rasva 6 %	-1.57	-0.90	-1.43
Kalanmaksaöljy	0.00	0.00	0.00
Kookosrouhe	-1.57	-0.90	-1.43
Kookosöljy	0.00	0.00	0.00
Maissirankki, kuivattu	-3.93	-0.90	-3.11
Maissigluteenirehu	-3.93	-0.90	-3.11
Maissigluteeni	-3.93	-0.90	-3.11
Puuvillansiemenet	-1.57	-0.90	-1.43
Puuvillansiemenrouhe, raakakuitu 14-20 %	-1.57	-0.90	-1.43
Puuvillansiemenrouhe, raakakuitu 7-14 %	-1.57	-0.90	-1.43
DL-Metioniini	0.00	0.00	0.00
Härkäpapu, kirjavakukkainen	-1.57	-0.90	-1.43
Härkäpapu, valkokukkainen	-1.57	-0.90	-1.43
Höyhenjauho	0.00	0.00	0.00
Kalajauho, valkuainen 62 %	0.00	0.00	0.00
Kalajauho, valkuainen 65 %	0.00	0.00	0.00
Kalajauho, valkuainen 70 %	0.00	0.00	0.00
Kalaöljy, anjovis	0.00	0.00	0.00
Kalaöljy, villakuore	0.00	0.00	0.00
Kalaöljy, silli	0.00	0.00	0.00
Kalaöljy, menhaden	0.00	0.00	0.00
Kalaöljy, puna-ahven (Sebastes)	0.00	0.00	0.00
Kalaöljy, lohi	0.00	0.00	0.00
Kalaöljy, sardiini	0.00	0.00	0.00
Kalavalkuainen, tiivistetty, rasva 5 %	0.00	0.00	0.00

Nimi	Raakakuitu	NDF	ADF
Kalavalkuainen, tiivistetty, rasva 21 %	0.00	0.00	0.00
Viinirypäleen siemenet	-1.57	-0.90	-1.43
Viinirypäleiden siemenrouhe	-1.57	-0.90	-1.43
Ruoho, kuivattu	-1.57	-0.90	-1.43
Maapähkinärouhe	-1.57	-0.90	-1.43
Maapähkinärouhe, haitta-ain.poist., raakakuitu < 9 %	-1.57	-0.90	-1.43
Maissi, emäskäsitelty (Hominy)	-3.93	-0.90	-3.11
Ihra	0.00	0.00	0.00
Pellavan siemet	-1.57	-0.90	-1.43
Pellavapuriste	-1.57	-0.90	-1.43
Pellavarouhe	-1.57	-0.90	-1.43
Perunarheu, tuore	-1.57	-0.90	-1.43
L-Lysiini HCL	0.00	0.00	0.00
L-Treoniini	0.00	0.00	0.00
Sinilupiini	-1.57	-0.90	-1.43
Valkolupiini	-1.57	-0.90	-1.43
Maissi	-3.83	-0.90	-3.11
Maissilese	-1.57	-0.90	-1.43
Maissirehujauho	-3.93	-0.90	-3.11
Maissinalkiorouhe, rasvaton	-1.57	-0.90	-1.43
Maissinalkiorouhe, rasva 14 %	-1.57	-0.90	-1.43
Lihaluujauho, rasva < 7,5 %	0.00	0.00	0.00
Lihaluujauho, rasva > 7,5 %	0.00	0.00	0.00
Metioniinihydroksianalgi MHA	0.00	0.00	0.00
Maitojauhe, rasvaton	0.00	0.00	0.00
Maitojauhe	0.00	0.00	0.00
Sokerijuurikasmelassi	-1.57	-0.90	-1.43
Sokeriruokomelassi	-1.57	-0.90	-1.43
Kaura	-2.13	-0.90	-1.43
Kaura, kuorittu	-2.13	-0.90	-1.43
Palmuydinrouhe	-1.57	-0.90	-1.43
Palmuöljy	0.00	0.00	0.00
Herne	-1.57	-0.90	-1.43
Perunarehu, kuivattu	-1.57	-0.90	-1.43
Peruna, kuivattu	-1.57	-0.90	-1.43
Perunavalkuainen	-1.57	-0.79	-1.43
Siipikarjan rasva	0.00	0.00	0.00
Rypsin/rapsin siemenet	-1.57	-0.90	-1.43
Rypsirouhe	-1.57	-1.21	-1.34
Rypsiöljy	0.00	0.00	0.00
Riisilese, rasvaton	-1.57	-0.90	-1.43
Riisilese	-1.57	-0.90	-1.43
Riisi, rouhittu	-1.57	-0.90	-1.43
Riisi, esikuorittu	-1.57	-0.90	-1.43
Ruis	-1.57	-0.90	-1.43
Seesaminsienrouhe	-1.57	-0.90	-1.43
Hirssi	-1.57	-0.90	-1.43
Soijan kuoret	-1.01	-0.71	-1.43
Soijaorouhe, valkuainen 46 %	-1.01	-0.71	-1.43
Soijaorouhe, valkuainen 48 %	-1.01	-0.71	-1.43
Soijaorouhe, valkuainen 50 %	-1.01	-0.71	-1.43
Sojaöljy	0.00	0.00	0.00
Sojapavut, extrudoitu	-1.57	-0.90	-1.43
Sojapavut, extrudoitu	-1.57	-0.90	-1.43
Tärkkelys, maissi	-1.57	-0.90	-1.43
Auringonkukkarouhe, kuorituista siemenistä	-1.27	-1.04	-1.32

Nimi	Raakakuitu	NDF	ADF
Auringonkukkarouhe, kuorimattomista siemenistä	-1.27	-1.04	-1.32
Auringonkukkaöljy	0.00	0.00	0.00
Auringonkukansiemenet	-1.57	-0.90	-1.43
Bataatti, kuivattu	-1.57	-0.90	-1.43
Tali	0.00	0.00	0.00
Ruisvehnä	-3.33	-0.90	-1.43
L-Tryptofaani	0.00	0.00	0.00
Vinassi, alkuperä vaihtelee	-1.57	-0.90	-1.43
Vinassi, glutamiinihapon tuotannosta	-1.57	-0.90	-1.43
Vinassi, hiivantuotannosta	-1.57	-0.90	-1.43
Vehnälese	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnälese, durum	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnäränkki, kuivattu, tärkkelys < 7%	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnäränkki, kuivattu, tärkkelys > 7%	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnärehujuuho, tärkkelys 60 %	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnägluteeni, tärkkelys 25 %	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnägluteenirehu, tärkkelys 28 %	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnärehujuuho, tärkkelys 60 %	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnärehujuuho, durum	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnärehujuuho, tärkkelys 38 %	-3.90	-0.92	-1.43
Vehnän oljet	-1.57	-0.90	-1.43
Vehnä, durum	-3.94	-0.90	-1.43
Vehnä	-3.94	-0.90	-1.43
Herajauhe, raakasva 2 %, laktoosi 63 %	0.00	0.00	0.00
Herajauhe, raakasva 2 %, laktoosi 73 %	0.00	0.00	0.00
Panimohiiva, kuivattu	-1.57	-0.90	-1.43

Taulukko 6. Energia-arvojen suhteet (%) ja kertoimet kasvavien sikojen DE-arvon muuttamiseksi aikuisten sikojen DE-arvoksi.

Nimi	Kasvat		Aikuiset		DEa/DEk	DEk → DEa	
	ME/DE	NE/ME	ME/DE	NE/ME		a	b
Sinimailasvalkuainen, tiivistetty	91.8	63.7	90.9	64.9	102.0	0.7	4.33
Sinimailanen, kuivattu, valk. 17-18 % ka:ssa	92.8	54.5	90.2	56.3	118.3	0.7	4.61
Sinimailanen, kuivattu, valk. 18-19 % ka:ssa	92.8	55.2	90.3	56.9	117.4	0.7	4.59
Sinimailanen, kuivattu, valk. 22-25 % ka:ssa	92.7	58.7	90.7	59.9	112.8	0.7	4.48
Sinimailanen, kuivattu, valk. < 16% ka:ssa	92.7	53.0	90.0	55.1	120.5	0.7	4.66
Ohra	96.8	76.7	96.1	76.8	102.7	0.6	4.33
Ohrämäski, kuivattu	92.3	67.9	91.0	67.5	109.8	0.6	4.46
Mallasidut, ohra, kuivattu	93.0	64.6	91.6	65.1	107.7	0.6	4.42
Sokerijuurikasleike, kuivattu	94.3	60.2	91.2	63.4	112.9	1.7	4.39
Sokerijuurikasleike, kuivattu, melassoitu	94.4	60.4	91.4	63.4	112.3	1.7	4.38
Sokerijuurikasleike, tuore	94.1	59.7	90.9	63.0	113.0	1.7	4.39
Verijauho	89.4	56.2	89.3	56.6	100.0	0.0	4.18
Tattarin kuoret	91.2	46.3	88.3	47.2	128.5	0.5	5.17
Johannesseipäpuun palkorouhe	96.7	70.5	95.9	69.3	109.5	0.5	4.55
Maniokki (tapioka), tärkkelys 67%	98.3	81.4	97.8	80.9	102.2	0.7	4.30
Maniokki (tapioka), tärkkelys 72%	98.4	80.5	98.0	80.4	101.3	0.7	4.19
Kahvihemeet	96.0	75.1	95.5	75.1	103.7	1.4	4.28
Sitruspulppa	95.6	64.6	93.2	66.9	111.3	1.7	4.38
Kaakaopavun kuoret	93.0	68.6	91.0	63.3	136.7	0.5	5.02
Kaakaorouhe, uutettu, rasva 6 %	92.3	61.1	90.6	62.0	108.7	0.7	4.41
Kalanmaksäöljy	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kookosrouhe	93.3	68.0	91.8	67.9	110.9	0.7	4.46
Kookosöljy	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Maissirankki, kuivattu	93.6	66.6	91.9	67.7	115.9	1.7	4.38
Maissigluteenirehu	94.2	67.0	92.5	68.1	116.4	1.7	4.40
Maissigluteeni	92.2	64.3	91.9	65.2	102.0	1.7	4.17
Puuvillansiemenet	95.0	71.0	93.6	70.8	107.2	0.7	4.29
Puuvillansiemenrouhe, raakakuitu 14-20 %	91.3	57.9	89.9	59.3	106.5	0.7	4.33
Puuvillansiemenrouhe, raakakuitu 7-14 %	90.8	60.1	90.0	61.0	104.8	0.7	4.27
DL-Metioniini	94.9	77.1	94.8	77.1	100.0	0.0	4.18
Härkäpapu, kirjavakkainen	94.6	71.0	93.9	70.9	102.8	0.7	4.29
Härkäpapu, valkokukkainen	94.4	70.4	93.8	70.4	102.2	0.7	4.27
Höyhenjauho	90.0	60.6	89.9	60.4	100.0	0.0	4.18
Kalajauho, valkuainen 62%	90.5	65.0	90.3	64.8	100.0	0.0	4.18
Kalajauho, valkuainen 65%	90.5	64.8	90.3	64.6	100.0	0.0	4.18
Kalajauho, valkuainen 70%	90.4	64.5	90.3	64.2	100.0	0.0	4.18
Kalaöljy, anjovis	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kalaöljy, villakuore	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kalaöljy, silli	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kalaöljy, menhaden	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kalaöljy, puna-ahven (Sebastes)	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kalaöljy, lohi	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kalaöljy, sardiini	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Kalavalkuainen, tiivistetty, rasva 5 %	89.6	60.9	89.4	60.7	100.0	0.0	4.18
Kalavalkuainen, tiivistetty, rasva 21 %	91.9	69.4	91.8	69.1	100.0	0.0	4.18

- a (kJ/g) : DEa - DEk (MJ/kg) = (a / 1000) x Sulamaton orgaaninen aine (g)
- b (ei yksikköä) : OAsk = b x Esk

Nimi	Kasvat		Aikuiset		DEa/DEk	DEk → DEa	
	ME/DE	NE/ME	ME/DE	NE/ME		a	b
	Viinirypäleen siemenet	94.4	66.2	91.9		64.6	112.8
Viinirypäleiden siemenrouhe	92.2	45.5	89.0	46.7	119.5	0.5	4.90
Ruoho, kuivattu	92.7	58.6	90.8	59.1	122.1	0.7	4.66
Maapähkinärouhe	90.4	58.6	89.7	59.3	103.7	0.7	4.23
Maapähkinärouhe, haitta-ain.poist., rk < 9 %	91.2	61.3	90.4	62.1	102.7	0.7	4.22
Maissi, emäskäsitelty (Hominy)	96.1	75.4	94.9	75.1	110.7	1.7	4.36
Ihra	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Pellavan siemenet	95.8	77.9	94.9	78.0	103.8	0.7	4.29
Pellavapuriste	92.6	65.0	91.1	66.3	104.2	0.7	4.29
Pellavarouhe	91.8	61.5	90.2	63.1	104.3	0.7	4.29
Perunarheu, tuore	96.0	73.2	94.7	74.3	102.4	1.0	4.22
L-Lysiini HCL	90.9	77.9	90.8	77.9	100.0	0.0	4.18
L-Treoniini	91.6	77.7	91.5	77.8	100.0	0.0	4.18
Sinilupiini	92.6	62.2	91.0	63.9	110.4	1.9	4.29
Valkolupiini	92.9	64.4	91.6	65.7	105.9	1.4	4.26
Maissi	97.6	80.1	97.1	79.6	104.0	1.7	4.31
Maissilese	96.0	75.8	94.5	72.3	138.4	1.7	4.62
Maissirehujuho	97.0	77.9	96.0	76.9	111.7	1.7	4.37
Maissinalkiorouhe, rasvaton	93.4	63.9	91.6	65.7	104.8	0.7	4.33
Maissinalkiorouhe, rasva 14 %	96.2	76.8	95.2	77.0	104.0	0.7	4.33
Lihaluujauho, rasva < 7.5%	88.3	63.8	88.1	62.6	100.0	0.0	4.18
Lihaluujauho, rasva > 7.5%	89.7	68.9	89.5	67.9	100.0	0.0	4.18
Metioninihydroksianalgi MHA	94.9	77.1	94.8	77.1	100.0	0.0	4.18
Maitojauhe, rasvaton	94.1	73.3	93.9	73.1	100.0	0.0	4.30
Maitojauhe	96.5	78.9	96.4	79.2	100.0	0.0	4.23
Sokerijuurikasmelassi	97.2	68.5	97.0	68.6	103.0	0.7	4.18
Sokeriruokomelassi	98.1	69.9	97.8	70.3	103.0	0.7	4.18
Kaura	96.2	74.9	95.2	74.5	106.3	0.6	4.42
Kaura, kuorittu	96.8	76.5	96.1	76.7	102.1	0.6	4.32
Palmuydinrouhe	92.6	68.6	90.6	68.0	118.0	0.7	4.62
Palmuöljy	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Herne	95.3	73.2	94.6	73.1	103.6	1.4	4.28
Perunarehu, kuivattu	96.6	72.1	95.0	72.2	107.8	1.0	4.35
Peruna, kuivattu	97.6	78.5	97.1	78.5	101.4	0.7	4.24
Perunavalkuainen	89.4	59.0	89.0	59.8	100.7	0.7	4.19
Siipikarjan rasva	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Rypsin/rapsin siemenet	97.0	78.3	96.3	78.9	102.3	0.7	4.08
Rypsirouhe	91.7	59.7	90.4	61.0	107.4	0.8	4.34
Rypsiöljy	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Riisilese	95.5	73.5	94.5	72.5	111.4	0.8	4.46
Riisi, rouhittu	96.8	80.6	96.1	79.2	107.4	0.8	4.40
Riisi, esikuorittu	97.7	81.7	97.6	81.2	100.4	0.7	4.36
Ruis	97.8	80.0	97.6	80.0	100.3	0.7	4.20
Seesaminsienrouhe	97.0	77.3	96.2	77.5	102.6	0.7	4.33
Hirssi	91.9	66.5	91.1	67.1	103.2	0.7	4.24
Soijan kuoret	97.5	78.9	97.1	78.9	101.8	0.7	4.31
Soijan kuoret	93.2	53.4	90.5	57.6	136.8	1.9	4.43

- $a$  (kJ/g) :  $DEa - DEk$  (MJ/kg) =  $(a / 1000) \times$  Sulamaton orgaaninen aine (g)
- $b$  (ei yksikköä):  $OMsk = b \times Esk$

nimi	Kasvat		Aikuiset		DEa/DEk	DEk → DEa	
	ME/DE	NE/ME	ME/DE	NE/ME		a	b
Soijaorouhe, valkuainen 46 %	91.4	60.5	90.3	62.0	106.3	1.9	4.23
Soijaorouhe, valkuainen 48 %	91.3	60.5	90.3	61.9	106.2	1.9	4.23
Soijaorouhe, valkuainen 50 %	91.1	60.8	90.2	62.1	105.0	1.9	4.21
Soijaöljy	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Soijapavut, extrudoitu	93.8	71.9	93.0	71.8	108.6	1.9	4.26
Soijapavut, extrudoitu	93.9	72.4	93.2	72.2	108.5	1.9	4.25
Tärkkelys, maissi	98.8	81.7	98.5	81.9	100.0	0.0	4.18
Auringonkukkarouhe, kuorituista siemenistä	91.0	56.8	89.7	57.6	110.8	0.8	4.39
Auringonkukkarouhe, kuorimattomista siem.	91.2	55.9	89.7	56.7	114.3	0.8	4.47
Auringonkukkaöljy	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Auringonkukansiemenet	97.1	83.7	96.5	82.4	104.4	0.7	4.08
Bataatti, kuivattu	98.1	79.3	97.7	79.3	101.5	0.7	4.26
Tali	99.4	89.7	99.3	89.8	100.0	0.0	4.18
Ruisvehnä	97.1	78.4	96.6	78.3	101.7	0.6	4.31
L-Tryptofaani	94.0	77.3	93.9	77.3	100.0	0.0	4.18
Vinassi, alkuperä vaihtelee	90.8	59.9	90.6	59.8	100.0	0.0	4.18
Vinassi, glutamiinihapon tuotannosta	90.4	59.4	90.2	59.2	100.0	0.0	4.18
Vinassi, hiivatuotannosta	90.2	59.9	90.0	59.5	100.0	0.0	4.18
Vehnälese	94.8	70.8	93.6	70.6	110.4	0.7	4.47
Vehnälese, durum	94.9	72.5	93.8	71.5	112.3	0.7	4.51
Vehnäränkki, kuivattu, tärkkelys < 7%	92.3	63.9	90.9	64.8	108.8	0.7	4.40
Vehnäränkki, kuivattu, tärkkelys > 7%	93.6	65.8	92.2	67.3	104.5	0.7	4.32
Vehnärehujuhuo, tärkkelys 60 %	96.9	77.0	96.5	77.2	101.3	0.7	4.29
Vehnägluteeni, tärkkelys 25 %	95.1	70.3	93.7	71.6	105.0	0.7	4.36
Vehnägluteenirehu, tärkkelys 28 %	95.4	70.9	94.2	71.7	105.7	0.7	4.38
Vehnärehujuhuo, tärkkelys 60 %	95.3	72.2	94.3	72.3	106.8	0.7	4.39
Vehnärehujuhuo, durum	95.5	73.6	94.7	73.3	107.0	0.7	4.40
Vehnärehujuhuo, tärkkelys 38 %	95.9	74.0	95.1	74.2	104.3	0.7	4.34
Vehnän oljet	88.6	54.2	87.5	54.1	155.7	0.4	4.18
Vehnä, durum	96.5	76.8	96.0	76.7	102.2	0.7	4.31
Vehnä	97.0	78.3	96.5	78.2	101.8	0.7	4.31
Herajauhe, rasva 2 %, laktoosi 63 %	97.1	81.7	96.9	80.9	100.0	0.0	4.36
Herajauhe, rasva 2 %, laktoosi 73 %	96.8	83.4	96.6	82.3	100.0	0.0	4.36
Panimohiiva, kuivattu	91.4	62.4	90.1	64.0	102.3	0.7	4.23

- a (kJ/g) : DEa - DEk (MJ/kg) = (a / 1000) x Sulamaton orgaaninen aine (g)
- b (ei yksikköä) : OAsk = b x Esk