

Inleiding

Voedsel = al wat tot voeding kan dienen.

Nutriënt = noodzakelijke voedingsstof die niet door het lichaam kan worden aangemaakt, indeling mbv. Weende-analyse:

$$OK = DS - RAS - RE - RVET - RC$$

$$DS = \text{totaal} - VO = RAS + RE + RVET + RC + OK$$

$$OS = \text{totaal} - VO - RAS \text{ (organische stof)}$$

- RAS = ruwe as, wat overblijft na verassen = mineralen, opgesplitst in oplosbare (mineralen benutbaar voor dier) en onoplosbare fractie (soms indicatie voor contaminatie met aarde)
- RE = ruw eiwit, Kjeldahl-analyse voor N-gehalte * 6,25 (gem. 16% N in eiwit), overschatting door NPN, afwijking door samenstelling of conversiefactor
- RVET = ruw vet, bij bepalen ook vetoplosbare vitamines meegenomen
- RC = ruwe celstof = indicatie vezelgehalte, ook: NDF = neutral detergent fibre: schatting celwandfractie
- OK = overige koolhydraten, alle KHD die niet tot vezels behoren, vnl. zetmeel en suikers.

Prebiotica = voeding voor goede bacteriën in darm, bv. fructooligosacchariden (fos).

Probiotica = bacteriën zelf toedienen.

Nierpatiënten: N-arm voeder → N uit bloedbaan naar DD → overschot ureum afgebroken door bacteriën.

Water

Vette dieren: minder water, want vet niet-wateroplosbaar.

Oudere: minder water door ↓eiwit (spiermassa).

Nodig voor thermoregulatie, transport (excreties = uitscheiding toxische stoffen, secreties = afscheiding nuttige stoffen), biochemische reacties (hydrolyse, eindpunt oxidaties), bescherming (schokdemper, smeermiddel).

Ter beschikking als vrij water (drinkwater, natte voeding), gebonden water (bv. in gras), metabolisch water (na verwerking voeder), endogeen water (door afbraak lichaamsweefsel).

Droge voeding: gedeeltelijke compensatie door meer drinken.

Te natte voeding: moeilijkheden voldoende nutriënten op te nemen, mineralenbalans kan in onevenwicht raken doordat naar lumen getrokken door osmose.

Gem. 1,5 – 2,5x meer water nodig dan DS, f((1) klimaat, (2) grootte, (3) leeftijd, productie, (4) voedingsbestanddelen)

(1) warm klimaat: meer drinken voor warmteafgifte en ↓eetlust

(2) kleine dieren rel. meer opp., grotere Ru → meer competitie tussen organen → ↓waterresorptie

(3) jong dier bevat rel. meer water → meer nodig (meer vet als ouder)

(4) bv. zout, vezels (houden water vast), teveel eiwit (ureum moet via urine afgevoerd worden), Fe²⁺ (minder lekker);

>18°C niet lekker meer, Eq teveel koud water → koliek

VB:

Blik 70% vocht, 6,25% RE	Korrel 10% vocht, 22,5% RE
100g → 30g DS 6,25g RE	100g → 90g DS 22,5g RE
6,25/30 * 100 = 20,8% ≈	22,5/90 * 100 = 25%RE in DS

Eiwit

Geringe energetische efficiëntie, leveren AZ (vrije AZ in voeding minder benut, omdat ze te vroeg (voor AZ uit eiwit) ter plaatse komen → onbenut afgevoerd).

Niet-essentiële AZ: kunnen door dier aangemaakt worden.

Essentiële AZ: moeten in voeder aanwezig zijn, kan ook door aanbieden C-skelet → transaminase

(niet 100% behoefte-dekkend); isoleucine, leucine, lysine, methionine, fenylalanine, threonine, tryptofaan, valine (pluimvee: glycine) (Fe+pluimvee: arginine), histidine (niet Ho); verwantschap structuur methionine & cystine en fenylalanine & tyrosine → kunnen deels uit elkaar gevormd worden,

maar geen omkeerbaarheid; Ru: pensflora kan alle AZ synthetiseren → niet/minder afhankelijk van AZ-patroon voeder; niet-essentiële AZ ook nodig in voeder voor uitwisselbare NH_2 -bron. Limiterend AZ = bepaalt & beperkt eiwitsynthese, altijd essentieel (graan: lysine, bonen: methionine). Natuurlijke AZ enkel L-vorm, synthetische ook D = niet te gebruiken, muv. D-methionine (D-lysine juist antagonistisch).

Beperkingen supplementatie enkelvoudige AZ: tijdsfactor eiwitsynthese, onderlinge interacties (onevenwicht, antagonisme, intoxicatie) → ↓spontane voederopname = bescherming tegen onevenwichtige eiwitrantsoenen.

Proximale vertering:

- maag: oiv. maagzuur pepsinogeen → pepsine → splitsing thv. aromatische AZ (oiv. rennine caseïne → paracaseïne)
- dd: oiv. enterokinase trypsinogeen → trypsine (splitst Arg & Lys af), zet chymotrypsinogeen → chymotrypsine (aromatische AZ), elastase (alifatische AZ); alle endopeptidasen, splitsen niet-terminale AZ ↔ exopeptidasen uit
- pancreas: carboxypeptidase, ddmucosa: aminopeptidasen;

dipeptiden gesplitst door dipeptidasen uit darmslijmvlies. Transport Na^+ -afh., gemeenschappelijke carriers → verwante AZ kunnen elkaar in resorptie hinderen, complete eiwitmoleculen kunnen darmwand enkel passeren bij voedingsallergieën en neonati (Ig).

Distale vertering: vnl. bacterieel → fermentatie, bepaald door aard & grootte & verteerbaarheid koolhydratenfractie, N-aanbod ileum, ureum uit bloed.

Geabsorbeerde AZ: synthese, desaminatie, transaminatie.

NPN = non-protein nitrogen = alle N-verbindingen die geen eiwitreactie (=neerslaan door koken in CuO) vertonen: eiwitbouwstenen (vrije AZ, eenvoudige peptiden), amiden, nitraten (kunnen gereduceerd worden in pens tot toxische NO_2^-), amines (mogelijk toxische verschijnselen, bv. histamine) (betaïne uit bietenbladeren → vismaak eieren/melk, * nitriet → kankerverwekkende trimethylnitrosamine), alkaloiden, B-vitaminen, nucleïne-zuren & purine-/pyrimidinebasen; geen voedingswaarde, belasten nieren.

Biologische waarde = fractie werkelijk verteerd N dat door dier benut kan worden voor onderhoud en aanzet.

Metabool faecale N = N in mest afkomstig van secreties, epitheelcellen ed.

Endogene urinaire N = N uit endogene stofwisseling eiwitmassa (weefsel turnover), in proportie met eiwitmassa = vetvrije substantie metabolisch gewicht = $G^{0,75}$.

Biologische beschikbaarheid: microbiologische test, groei-test, chemische test, vrije AZ in poortaderbloed, verteerbaarheid AZ (betere schatting dmv. ileale verteerbaarheid).

Koolhydraten

Saccharose = sucrose = glucose + fructose, mengsel linksdraaiend, op overgang rechts-linksdraaiend = inversie → glucose + fructose = invertsuiker

Maltose = 2x glucose

Lactose = glucose + galactose, verhoogt pH darm → rottingsbacteriën geremd, verhoogt resorptie Ca, P, Mg ea. metalen.

fructose, maltose, galactose enzymatisch verteerd, rest oligosacchariden gefermenteerd

Cellobiose = deel cellulose.

Synbiotica = prebiotica + probiotica.

Zetmeel: amylosefractie: α -1-4-glucosidische binding spiraal, amylopectinefractie: α -1-6-bindingen, vertakkingen, resistent zetmeel is niet verteerbaar door lichaamsenzymen.

Inuline = polymerisatieproduct fructose (homoglycaan), in zaden van graminieën (grassen), benutbaar door dier.

Pectine (heteroglycaan) = polymeer galacturonzuur, deel veresterd met methyl-/acetylgroepen (hoe meer veresterd, hoe meer gelifiërende eigenschappen), bindt stoffen in darmkanaal (+: ook schadelijke stoffen).

Hemicellulose = vaak aanwezig met cellulose in blad/stengel.

Lignine = geen KHD, x cellulose → lignocellulose, in celwand houtachtige delen plant, totaal onverteerbaar ook voor Ru → verlaagt ook verteerbaarheid cellulose, ook celinhoud niet bereikbaar, ontbonden door behandeling met basen.

RC = cellulose, pentosanen, lignine } in vivo verteerbaarheid anders → Van Soestmethode:
OK = suikers, zetmeel, glycogeen, pectines } opsplitsing DS in celwand – celinhoud, celwand =
natural detergent fiber → verder gescheiden in hemicellulose en lignocellulose = acid detergent fiber
→ verder gescheiden, NDF > RC.

Vertering voor de maag: alfa-amylase speeksel.

Vertering maag: alfa-amylase gestopt door lage pH (krop: fermentatie → melkzuur → ↓pH, ook Su en Eq met geen HCl productie in cardia-deel maag).

Vertering dd¹: alfa-amylase pancreas, oligosacchariden → monomeren o.i.v. enzymen duodenum en jejunum, opname bv. Na⁺-pomp, fermentatie door bacteriën → vluchtige VZ → geresorbeerd.

Vertering DD: fermentatie van vnl. RC (als nog onverteerde OK → deze eerst → DDgisting en flatulentie met koliek), afh. v. verhouding OK-RC, soort RC, passagesnelheid en volume, ouderdom dier, presentatievorm.

Bestemming: energie (Krebs), glycogeen, lipogenese.

Vet

Energiereserve, thermische isolatie, schokabsorberend, drager van essentiële voedingsstoffen (vit. A, D, E, K), membranen, precursoren van hormonen (prostaglandines).

Verzeepbare fractie: FFA, neutrale vetten, fosfolipiden.

FA	fatty acids
SFA	saturated FA
MUFA	mono unsaturated FA
PUFA	poly unsaturated FA
VFA	volatile FA
FFA	free fatty acids
NEFA	non esterified FA = FFA

VFA: kortste VZ: azijn- (C2), propion- (C3), boter- (C4) en valeriaanzuur (C5), meest bij fermentatieprocessen, zelden bouwstenen.

FFA = NEFA, meestal metabolieten van stofwisseling, vooral in bloedbaan (C16-20), ook in voedervetten tgv. bacteriële lipolyse → slechte bewaring.

Onverzadigde VZ: cis – trans, in natuur meestal cis, trans door bacteriële synthese of gedeeltelijke hydrogenering oliën.

Neutrale vetten = glycerol + VZ → triglyceriden, buitenste

plaatsen = α-plaatsen, middelste = β-plaats (beter verteerbaar).

oliezuur	C18:1, Ω9
linolzuur	C18:2, Ω6
linoleenzuur	C18:3, Ω3

Dierlijke vetten:

- melkvet, bij Ru korte en middellange VZ-ketens, minder onverzadigde lange VZ tgv. vorming VFA pens

- karkasvet landdieren, hardst bij Ru, zachtst bij pluimvee, meestal mengvetten

- karkasvet vissen, onverzadigd (→ makkelijk ranzig), geur kan in melk komen, nu selectief gehard → geen smaakbezwaren meer.

Fosfolipiden: glycerol + VZ + P + organische N-base, minder apolair.

Steroïden: niet verzeepbaar, sterolen, galzuren, bijnier- en geslachtshormonen, bv. cholesterol (7-dehydrocholesterol is voorloper vit. D3).

Vertering: TAG + pancreaslipase → 2x VZ + monoglyceride (middelste VZ blijft zitten) (emulgerende werking), korte (< C14) VZ direct opgenomen → lever, lange VZ in micellen mbv. galzouten (→ enterohepatische cyclus of uitgescheiden), lecithine + fosfolipase → lysolecithine + 1 VZ → direct opgenomen, sterolesters → VZ + vrije sterolen (waarschijnlijk niet geresorbeerd); in mucosacel resynthese TAG → chilomicronen → lymfe.

Vetresorptie beïnvloed door: lengte ketens, verzadiging, aanwezigheid emulgatoren (veel VZ → minder verteerbaar want minder monoglyceriden), aanwezigheid mineralen (Ca²⁺, Mg²⁺ → onverteerbare zepen), aanwezigheid lipase, ouderdom, hoeveelheid voedervet en kwaliteit, wisselwerking vetsoorten, fysische vorm.

Schijnbare verteringscoëfficiënt = als niet gecorrigeerd voor vet in afgeschilferde mucosacellen en bacterieel vet.

Bestemming: energie, reserve, structurele/metabole doeleinden, in lever → lipoproteïnen → verbruik (Krebs)/stockering (lipogenese).

Depotvet: TG met C16:0, C18:0, C18:1, gevormd van KHD en eiwitten, voedervetten kunnen onveranderd opgenomen worden → veranderen samenstelling endogene vet, bij koudere locaties meer onverzadigd, bij Ru penstransformatie → voedervet minder invloed op karkasvet.

¹ dd = dunne darm, DD = dikke darm

Essentiële VZ = PUFA: linol- (C18:2), linoleen- (C18:3) en arachidonzuur (C20:4) (vnl. voor katachtigen), want dieren kunnen geen dubbele bindingen maken t/m $\Omega 6$, linolzuur ($\Omega 6$) kan worden omgevormd tot arachidonzuur (ook $\Omega 6$).

Parameter deficiëntie essentiële VZ = C20:3 $\Omega 9$ /C20:4 $\Omega 6$.

Bederf door:

- hydrolyse: chemisch (licht, zware metalen; esters korte VZ gesplitst), enzymatisch (lipasen), bacterieel, zuurgetal is maat, hoe \uparrow FFA gehalte hoe \downarrow vertering (relatief \downarrow MG) en hoe \uparrow kansen andere veranderingen, bv.:

- oxidatie: vnl. aan dubbele bindingen, vorming peroxiden \rightarrow aldehyden en ketonen, o.i.v. licht en warmte, gekatalyseerd door Fe^{2+} en Cu^{2+} , sterke geur (ketonen), bij intensieve verhitting ontstaan verbindingen tussen VZ \rightarrow di-, tri- en polymeren: thermische polymeren (-C-C-), oxypolymeren (-C-O-C-), weinig/geen voedingswaarde, oxidatie vermeden door anti-oxidantia (alleen voorkomen, niet stoppen want autokatalytisch), natuurlijke (vit. E, C, Se, veel van nodig) en synthetische.

Energie

Bruto energie (BE) = maximale vrijstelling van energie, verbrandingswarmte, afh. v. grondstof, kJ/kg. RQ = verhouding bekomen CO_2 tov. verbruikte O_2 , $[CO_2]/[O_2]$, hoe meer O_2 in molecule, hoe meer E, RQ=1 voor KHD, RQ=0,70 voor vet, voor eiwitten ertussen, afh. v. DS.

Formule van Schieman: BE = 23,9 RE + 39,7 RVET + 20,0 RC + 17,4 OK (g/kg).

Verteerbare energie (VE) = BE – faecale E = schijnbare VE: geen rekening gehouden met metabool faecale verliezen.

Voederfactoren: nutriëntensamenstelling (vnl. RC, afh. v. type vezels (oplosbaar vs. onoplosbaar)), additieven, textuur, opname (capaciteit vertering overschreden als te hoog \rightarrow beter vaker minder).

Dierfactoren: DS, rasverschillen, leeftijd (oud beter dan jong), bedrijf (klimaatomstandigheden).

VERund (kJ/kg) = 24,2 VRE + 34,1 VRVET + 18,5 VRC + 17 VOK (g/kg)

VEvarken (kJ/kg) = 24,2 VRE + 39,4 VRVET + 18,4 VRC + 17 VOK (g/kg)

\rightarrow VRVET < RVET Bo: pensbacteriën breken galzouten af

\rightarrow VRC < RC: lignine onverteerbaar.

Metaboliseerbare energie (ME) = E van een voeder dat in het organisme kan omgezet worden = VE – $E_{urine} - E_{maagdarmgassen}$ (Ru).

E_{urine} sterk afhankelijk van eiwitgehalte voeder i.v.m. N-retentievermogen: $ME_n = \text{voeder E} - \text{faeces E} - \text{urine E} - \text{gassen E} \pm k * g$ geretineerde N

(k = constante (36 kJ Av, 31 kJ Ru, 28 kJ Su), afh. v. excretievorm).

Fermentatiewarmte Ru: niet te onderscheiden van andere warmteproductie.

ME Bo (kJ/kg) = 18,1 VRE + 32,3 VRVET + 15 VRC + 15,2 VOK (g/kg)

ME Su (kJ/kg) = 20,9 VRE + 37,3 VRVET + 14,4 VRC + 17,1 VOK (g/kg)

\rightarrow VRVET: weinig gefermenteerd, niet in urine geëlimineerd.

Netto energie (NE) = ME – Everlies door vermeerde warmteafgifte, E waarmee dier in onderhoud kan voorzien, eventueel produceren, enkel NE_p afzonderlijk te meten: indirect (bepaling totale warmte prod.: $NE_p = ME - TWP$) of direct (C-N-balans of vergelijkende slachttechniek).

Thermogeen effect = verschil warmteproductie na maaltijd – vastend dier, uitgedrukt als %ME, kauwarbeid + verteringsarbeid + voedingsstoffen na resorptie (lever) (dit is echte thermogeen effect: meten 30 min na maaltijd, net zo bij parenterale voeding), glucose: 67% van de E in glucose kan gebruikt worden \rightarrow 33% warmte, vet: afh. v. ketenlengte, 88-96% relatief tot glucose (100%), AZ: afh. v. C-keten, 83-88% \rightarrow meer ME nodig bij eiwitrijk voer.

Efficiëntie ME \rightarrow NE: $k = NE/ME$, k_m = onderhoud, k_p = eiwitvorming, k_f = vetvorming, k_o = eileg, k_{pr} = dracht, k_g = groei, k_l = lactatie, afh. v. samenstelling voeder (meer warmte bij veel eiwit, afh. v. wat er geproduceerd wordt), vorm waarin ME omgezet (NE_m meest efficiënt, $k_p < k_f$, $k_l > k_g$, $k_o \approx k_l$, totale efficiëntie lager bij hogere productie), diersoort (Ru minder efficiënt, stoffen die fermentatie remmen verhogen efficiëntie), metaboliseerbaarheid voeder (= proportie BE die als ME beschikbaar is, $q = ME/BE$, hoe hoger q hoe hoger energetische kwaliteit voeder), voedingsniveau (onafhankelijk hiervan, wel verlaging benutting, verhoogde transit \rightarrow verlaging verteerbaarheid).

Verband gaswisseling – warmteproductie gaat niet op bij stoornis, bv. ketonemie.

TWP = onderhoudswarmte (NE_m) + thermogeen effect (van $ME_m + ME_p$), op onderhoudsniveau gaat alle ME over in warmte: ook NE_m zelf.

Vergelijkende slachttechniek: $NE_p = \text{Einhoud einde proef} - \text{Einhoud begin proef}$, met vergelijkbare dieren of niet-invasieve techniek (bv. dual X-ray absorptiometrie, DEXA), moeilijker bij grote HD.

Energiebehoefte onderhoud: basaalmetabolisme: bij rust en nuchtere toestand, moeilijk bij dieren (vooral Ru), warmte productie evenredig met metabolisch gewicht ($G^{0,75}$), onderhoudsbehoefte = hoeveelheid E waarbij Ebalans=0, hoger dan ruststofwisseling want voederopname \rightarrow bewegen en thermische effecten, $k_m = \text{uitgespaarde lichaamsE/ingenomen ME} = 0,7-0,75$, ME voor onderhoud = $300/0,72=420\text{kJ ME/kg}^{0,75}$, in thermische comfortzone.

Energiebehoefte arbeid: overgang beschikbare E \rightarrow mechanische E efficiëntie van 37,5%, activiteiten vragen alleen veel extra ME als ze intensief zijn en lang duren.

Energiebehoefte groei en productie:

Foetus: vnl. einde dracht, lage Einhoud want meer eiwit en dus water en minder vet, ook E voor vruchtvliezen en melkklieren, efficiëntie maar 20-25% want vnl. eiwit en vorming celkernmateriaal energetisch duur.

Jonge dieren in volle groei zetten ook eiwit aan als ze onder onderhoudsniveau worden gevoederd, pas gestopt als N-tekort, later compensatoire groei, maar blijvende groeivertraging als Erestrictie in 2^e helft groeiperiode.

Melkproductie tot 5x stofwisseling onderhoud, voederopname maar 1,5-2x onderhoud, benutting ME_i , $Bo = 0,6$, eenmagigen rendement 70-75%.

Eieren: conversie-efficiëntie 75% \rightarrow Ebehoefte leggen maar 1,65x onderhoud.

Energetische waardering voeders: zelfde uitdrukingsvorm als behoefte dier, NE meest nauwkeurig, ook nog ME en VE.

- paard: VEP: 1 kg gerst = 1000 VEP, gebaseerd op onderhoud, vroeger VEM maar overschat bij ruwvoeder (geen pens) en onderschat bij krachtvoeder (efficiënter), nieuw: EVPa = energiewaarde paard, 1 kg gerst = 1 EWPa (-: kleine verschillen)
- melkvee: VEM = NE_i van 1 kg gerst = 6,9 kJ NE_i , 1 kg gerst = 1000 VEM, equivalentiesysteem, berekening ME \rightarrow berekening NE ifv. q (metaboliseerbaarheid) \rightarrow correctie voor Eniveau \rightarrow conversie kJ \rightarrow VEM ($VEM/kg = NE_i/6,9$ (NE_i in kJ/kg prod)).
- vleesvee: VEVI (voedereenheid vleesvee intensief), groei lagere efficiëntie dan lactatie \rightarrow andere k-waarde, 1 kg gerst = 1060 VEVI
- varkens: B, NL, DK: NE-systeem, vroeger: mbv. verterings- en respiratie-onderzoek naar vetvorming volwassen varkens, 1 kg gerst = 8800 NE_v , 1 EW = 1 $KE_v = 8800$ kJ NE_v , nu: VRES (verteerbare rest) = NSP (non-starch polysaccharides) = VOK + VRC – zetmeel – suikers, DK: NE obv. groeiende magere varkens met vergelijkbare slachttechniek, -: uniforme waarde ME benutting (0,75); F: NE-systeem, steeds hogere NE na NL,B vanwege hogere inschatting onderhoudsbehoefte, ook VE-systeem: weinig ingewikkeld \rightarrow nauwkeuriger, eiwitrijke voedingsmiddelen steeds overschat; GB,D: ME-systeem, geen rekening gehouden met extra warmte, BFS (bacteriële fermenteerbare substantie) = VOK + VRC – (zetmeel + suikers) = VRES, OR (organische rest) = DS – AS – RE – RVET – zetmeel – suikers – RC, metaboliseerbaarheid (ME/BE) te bepalen.
- pluimvee: ME, gecorrigeerd naar N-balans 0 \rightarrow ME_n , overstap schijnbare ME (AME) \rightarrow ware ME (TME), $TME = BE - \text{excreta E} - (mfE (\text{metabool faecale Everliezen}) + euE (\text{endogeen urinaire Everliezen}))$, ook gecorrigeerd naar N-evenwicht: $TME_n = BE - \text{excreta E} - k * N\text{-retentie } mfE + euE$ ($k = 36$ kJ/kg), AME_n geschat = 15,5 RE + 34,3 RVET + 16,7 zetmeel + 13,0 suikers (kJ/kg).
- carnivoren: soort ME = Atwater: $BE - \text{urine} * \text{verteerbaarheid} \rightarrow$ Atwater-factoren (eiwit 15, vet 35, KHD 15 (voor hond)), RC levert geen ME op, afh. v. voeder en individu \rightarrow VE-systeem: geen arbitraire aftrek urineE, E-waarde voedermiddelen zelf, overschatting bij eiwitoverschot, wel rekening gehouden met bepaalde mate van verteerbaarheid RC.

Vitaminen

Organische verbindingen in kleine hoeveelheden nodig voor normale groei en onderhoud levensfuncties, actieve rol biochemische enzymsystemen.

Metabolisch essentieel maar niet noodzakelijk diëtisch: vit. A voor alle dieren (uit β -caroteen) muv. Fe, vit. B voor Ru, vit. C voor alle muv. primaten en cavia, vit. D bij voldoende UV, vit. K bij normale flora muv. pluimvee.

Anti-vitaminen: substitutie, complexvorming, enzymatische vernietiging

Vetoplosbare vitaminen

Vitamine A

Retinol, polyonverzadigd alcohol, trans meest actief, gemakkelijk geoxideerd, alleen in dierlijke voedermiddelen (vetfractie): lever (30 µg/g Su, 3000 µg/g heilbot), leverolie vissen, melkvet, eidooier (afh. v. voeding). Nauwelijks in planten. Carotenoïden als provitamine: geel-rood, maïs, gras, luzerne, eencellige wieren, krill, garnalen, insecten, zalm, botervet, eidooier, karkasvet (niet Su). Ingedeeld in carotenen (vnl. β-caroteen) en xanthofyllen (niet → vit. A), ook gevoelig voor oxidatie → ↓hoeveelheid bij drogen gewassen aan de zon, splitst terminaal → 1 mol β-caroteen ≈ 1 mol vit. A (in praktijk minder).

Bij Bo functies bij ovulatie, oestrus, bevruchting. 1 IU = 0,3 µg retinol, in retina samen met opsine → rhodopsine, regulatie celdifferentiatie: vorming en bescherming epitheel en mucosa, ziekteverstand, genezing, antioxidant, activiteit osteoblasten.

Tekort: desquamatie epitheelcellen cornea (nachtblindheid), ↓Ig, vervorming beenderen, groeiremmingen, behandeling parenteraal (want ↓resorptie door beschadiging darmepitheel).

Toxiciteit: beenderafwijkingen, zenuwaandoeningen, bloedingen, ontstekingsverschijnselen.

Fe gevoelig voor tekort en toxiciteit want geen omzetting van en naar β-caroteen.

Vitamine D2

Ergocalciferol, vit. D3 = cholecalciferol, gesulfateerde vorm in melk wel wateroplosbaar, resistent tegen oxidatie dan vit. A. Zelden in planten mv. zongedroogde ruwvoerders en dode bladeren, in beperkte mate in organen landdieren, rijk in levertraan, eidooier, melk arm (biest 6-10x meer), precursoren (ergosterol en 7-dehydroxycholesterol) omgezet mbv. UV-straling, afh. v. pigmentatie, opgenomen doorheen huid, 1 IU = 0,025 µg vit. D3.

Geabsorbeerd in dd → lever → 25-hydroxycholecalciferol → weefsels en organen, 1,25-(OH)₂-D3 regelt Ca²⁺-absorptie (+ P) en -resorptie uit bot, gecontroleerd door PTH.

Tekort: onvoldoende mineralisatie jonge dieren = rachitis, ontkalking volwassenen = osteomalacie (door Ca²⁺-tekort), tetanie, rozenkrans pluimvee, verdunde eischaal, immunosuppressief, remt groei kankercellen, steeds ↑[alkalische fosfatase]_{bloed}.

Toxiciteit: hypercalcemie, metastatische calcinose nier en BV, overdreven beenderresorptie.

Vitamine E

Tocopherol, verzadigde vormen: α, β, γ, δ-tocopherol (α>β>γ>δ), onverzadigde vormen: α, β, γ, δ-tocotrienol (alleen α beetje actief). Groenvoeders, granen (tarwe en gerst, in maïs meer γ), minder in dierlijke producten, afh. v. voeding, moeilijk door placenta maar wel in colostrum, 1 IU = 1 mg synthetisch racemisch mengsel α-tocopherolacetaat.

Vult selenium aan in antioxidante werking, beschermt celmembranen (vnl. de PUFA) = preventief, Se (onderdeel glutathionperoxidase) curatief (wateroplosbaar), remmen veroudering, immunostimulerend (As).

Tekort: zeer verscheiden vormen, want alle membranen effect, gradaties in gevoeligheid, ↑behoefte als ↑onverzadigd vet in rantsoen, musculaire dystrofie, steatose, encefalomalacie, voortplantingsstoornissen, white muscle disease (kromme rug).

Vitamine K

Phylloquinone, "Koagulation factor", K1 = fylloquinone, plantaardig, K2 = menaquinone, bacterieel, k3 = menadione, synthetisch (wateroplosbaar). K2 productie in dd → opname in DD/coprofagie, K1 in alle groen bladmateriaal (vnl. luzerne en kolen), in dieren (afh. v. voeding), eidooier, lever, vismeel.

Nodig voor synthese prothrombine lever → thrombine (fibrinogeen → fibrine).

Tekort: spontane bloedingen, ↑bloedstollingstijd (anti-vit. K = Warfarin), beperktere opslag dan vit. E.

Eenheid = mg.

Wateroplosbare vitaminen

Deel van co-enzymen, geen opslag, geen toxiciteit want overschot uitgescheiden, bij Ru aangemaakt door pensflora, Eq en Cun in DD.

Vitamine B1

Thiamine, stabiel in zuur milieu, instabiel in neutraal milieu, thermolabiel, veel voorkomend, aleuronlaag (buitenste laag) zaden, granen, kiemen, groeiende delen, biergist, zuivel, lever, eidooier, nier, (varkens) vlees, thiaminepyrofosfaat/thiaminedifosfaat: co-enzym bij oxidatieve decarboxylatie (Krebs), pentose-fosfaat-pathway, thiaminetrifosfaat bij activatie chloridekanaal zenuwmembranen. Tekort: gebrek eetlust, spierzwakte, zenuwstoornissen, opstapeling pyruvaat en lactaat, bij Ru door verstoring pensflora, ook door opname antivitaminen: varens (Eq), rauwe vis bevat thiaminasen.

Vitamine B2

Riboflavine, thermostabiel in zuur en neutraal milieu, afgebroken door UV-licht, in alle groene planten (luzerne), gisten, schimmels, meeste bacteriën (muv. lactobacillen), lever, melk (weipoeder), granen eerder arm. Bestanddeel flavoproteïnen → flavine-adenine-dinucleotide (FAD) → oxidatieve fosforylatie (Krebs), metabolisme KHD en AZ. Tekorten: zelden, huidaandoeningen, perifere zenuwdegeneratie kuikens.

Vitamine B3

Pantotheenzuur, bijna alle voedermiddelen (lever, eidooier, pinda's, gisten, melasse, granen, aardappelen), onderdeel co-enzym A: vetzuurverbranding, synthese cholesterol en steroiden, remming As-vorming. Tekort: zelden, huidproblemen, "ganzenstap" varkens (experimenteel uitgelokt).

Vitamine B5

Niacine = nicotinamide en nicotinezuur (resp. dierlijk en plantaardig), synthese vanaf tryptofaan (weinig in maïs → ruwe huid = Pelle agra → vit. PP (pellagra preventie)), onderdeel NAD^+ en $NADP^+$.

Vitamine B6

Pyridoxine (planten), pyridoxaalfosfaat, pyridoxamine (dieren), gisten, peulvruchten, granen, lever, melk. Pyridoxaal-S-P actieve vorm, omzettingen van AZ, absorptie AZ darm, nodig voor synthese niacine uit tryptofaan. Tekort: zelden, krampen tgv. accumulatie glutaminezuur.

Vitamine B12

(cyano)cobalamine, meest complexe structuur, uitsluitend door micro-organismen gemaakt (pens en DD), in voedermiddelen van dierlijke oorsprong, nauwelijks in planten. Rol in enzymreacties en synthese nucleoproteïnen. Opslag in lever, nood aan kobalt, bij tekort parenteraal toedienen.

Foliumzuur

Rijk in groene bladeren, synthese in darmflora, ook granen, oliezaadschroten. Synthese purine → rijping bloedcellen, methyl donor (serine, glycine), synthese RNA, DNA en NT, effect op vruchtbaarheid zeugen. Tekort: zelden, wel kippen- en kalkoen-kuikens, extra supplementatie bevordert groei en differentiatie embryonale weefsels.

Vitamine H

Biotine, veel in lever, melk, gist, oliezaden, groenten, soms gebonden → onbeschikbaar (vnl. tarwe, gerst), goed beschikbaar in maïs en soja, synthese in colon → coprofagie, zwavelhoudend (net als B1). Pyruvaatcarboxylase (melkzuur → KHD), acetylCoA carboxylase (VZ synthese), propionylCoA carboxylase (propionzuur → succinylCoA) → rol Ebenutting. Tekort: vanwege beperkte biobeschikbaarheid, Su: schilferige huid, haaruitval, kloven, Av: dermatitis, slechte bevedering, pootproblemen, fatty liver and kidney syndrome (FLICS) = acuut, Eq: hoeven. Avidine = anti-biotine, in rauw eiwit.

Choline

Groen bladmateriaal, gist, eidooier, granen. Essentieel structureel element (onderdeel lecithine), rol vetmetabolisme lever (stimuleert verbruik), deel acetylcholine (NT), methyl donor in transmethylieringsreacties (ism. cobalamine en foliumzuur). Synthese in lever vanuit methionine (muv. Av). Tekort: zelden (ook al relatief veel van nodig), groeiremming, leververvetting, perosis kip en kalkoen (opgezette tarsus), splay leg biggen (?).

Vitamine C

Ascorbinezuur. Weinig stabiel, gemakkelijk geoxideerd, vernietigd door koken en drogen. Aardappel, bieten, magere melkpoeder, groene planten, citrusvruchten, door meeste dieren gevormd uit glucose → geen echt vitamine (muv. primaten en cavia). Synthese collageen, opbouw NA, ijzerstofwisseling (↑resorptie), bloedstolling, afweer, eischalvorming (vnl. bij ↑T°).

Tekort: aandoeningen BW, bloedingen, vertraagde wondheling, levernecrose, vergrootte met vet geïnfiltreerde bijnieren (scheurbuik), geen reserves → grote behoefte.

Mineralen

Ruwe as (RAS). Macromineralen (Ca, P, Mg, S, Na, K, Cl; hogere hoeveelheid noodzakelijk) en micromineralen (= sporenelementen, Fe en I = oligoelementen). Homeostatisch principe: beïnvloeding resorptie, stapeling in bufferorganen, mobilisatie aangelegde reserves. Scheikundige vormen (bepalen benutbaarheid): anorganisch, organisch, chelaten. Sommige beïnvloeden elkaar in resorptiemogelijkheid. Toxische verschijnselen: overmaat element, ↑[] door ↓water. Structurele functie (→ handiger om structuur te bepalen dan [] in bloed), bestanddelen in lichaamsvochten, catalysatoren en co-enzymen (vnl. metallo-enzymen).

Behoeft: voorziening in voeder, ingenomen worden (smakelijkheid), geresorbeerd worden, niet onbenut uitgescheiden. Werkelijke behoeften = g/dag/dier ipv. % of ppm van het voeder.

Gewone verteringscoëfficiënten beperkte waarde want darm meestal natuurlijke eliminatieweg.

Urinaire verliezen meten over langere periode ivm. fluctuaties.

Voorziening van het dier: indirect: bijv. bemesting bodem (moet niet toxisch zijn voor planten, wel opgenomen kunnen worden, bodem-plant-mineraal interacties), direct: top-dressing (soms erg onsmakelijk), likstenen (dieren likken niet ivm. behoefte), aangerijkt drinkwater (mogelijk caustisch op slijmvliezen (Cu), geen normaal drinkwater om intoxicatie te voorkomen (NaCl)), in samengesteld voeder, bolussen (Ru, vnl. voor permanente aanvoer), pasta's (aan uiers voor jongen), drenches, parenterale injecties.

Ca en P

70% RAS, vnl. beenderen, regeling mbv. PTH, vit. D, calcitonine. Ca in zuivelproducten, knolgewassen, grassen, weinig in vlees en granen. P in granen, vlees, zuivel, beenderen, in planten tot 2/3 als fytinezuur = onbeschikbaar. Ca-resorptie: beter bij zure pH (→ duodenum), afh. v. oplosbaarheid (zoutvorm: CaCO_3 < Ca-lactaat, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ < di(CaHPO_4)/ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, Ca-oxalaat en – fytfaat, Ca-zepen), Ca:P verhouding (1:1-2:1 ideaal), vit. D (vorming Ca-bindend eiwit), P-resorptie: onoplosbare fytaten met Ca, Mg, Fe, fytinezuur → onoplosbare fytaten met Ca Mg Fe Zn, fytineP wel beschikbaar na hydrolyse door fytase (planten (tarwe, rogge) en micro-organismen), bacteriële fytase in pens/DD (→ weinig nut), vit. D (↑Ca-resorptie → ↓Ca-fosfaten → ↑P benutbaarheid). Excretie via darm (P vnl. bij Ru ivm. speeksel), via urine bij Car (gelinkt aan zuren), bij teveel P wordt Ca mee uitgescheiden → acidose (eerst alkalische P, later pas zure P met Ca).

Acuut Ca-tekort: hypocalcemie, ↓reactievermogen, paralyse extremiteiten lacterende dieren, eclampsie (= zwangerschapsstuipen) teef, ↓stollingstijd.

Chronisch Ca-tekort (relatief tov. P): rachitis jonge dieren, osteomalacie, osteoporose (als ook beendermatrix defect), melkdaling, dunne eischalen, ↓leg.

P-tekort (relatief tov. Ca): abnormale eetlust (allotriofagie, pica), batterijmoeheid leggen.

Ca-overmaat: relatief P-tekort, hypercalcemie, calcinose nier en BV, ↓resorptie andere mineralen, osteochondrosis siddecans (OCD, Can en Eq).

P-overmaat: chronisch Ca-tekort, molenaarsziekte Eq, "all meat syndrome" Car (in wild ook botten!) = osteodystrofische stoornissen tgv. secundaire hyperparathyroïdie.

Mg

60% in skelet, 1/3 x P, in weke weefsels meer in de cel. Rol in KHDstofwisseling (hersenfuncties), oxidatieve fosforylatie (ATP), activatie vit. D, alkalische fosfatase, spiercontractie, prikkeloverdracht. Voldoende aanwezig, muv. melk, secundaire tekorten door ↓resorbeerbaarheid vnl. Ru, oliehoudende zaden 2x zoveel als granen, veel in dierlijke productie afh. v. hoeveelheid been. Resorptie ca. 50%, 5-30% in pens door K en NH_3 , ook in DD, Ca en P remmen, MgO , MgCO_3 en MgSO_4 goed, zouten icm. Ca/P slecht.

Tekorten: enkel Bo: kalveren en hoogproductief melkvee, afh. v. bemesting.

Overmaat: niet toxisch, wel osmotische diarree, urolithiasis (struvietstenen) Fe.

Na, K, Cl

Vnl. lichaamsvochten en weke weefsels. Osmotische druk, zuur-base, waterhuishouding, pompsysteem resorptie, hartfunctie. Na: schaars in plant, rijk in melk, dier- en vismeel. K: overvloedig

dEB = diëtaire elektrolytenbalans
(d)CAB = diëtaire kation-anionbalans
 $Na^+ + K^+ - Cl^-$ (meq/kg)
(Na 23 g/eq, K 39 g/eq, Cl 35,5 g/eq)

in planten, ook in dierlijk. Cl: meestal ook rijk. Zeer hoge resorbeerbaarheid (60-85%).

Na-tekort: vnl. Ru, snelgroeiende dieren, lactatie, eileg, zweten, braken/diarree, alleen na langere tijd of extreme tekorten symptomen: \downarrow eetlust, likzucht, \downarrow turgor, \uparrow Hc, spierkrampen, diagnose: $Na/K < 1$ (moet > 20).

K-tekort: tgv. pathologische toestanden.

Na-overmaat: alleen bij gelijktijdig watertekort, dorst, voedselweigering, hypertensie, zwakte, alkalose.

Cl-overmaat: acidose (te lage dEB), zuurt urine (+: nier- en blaasstenen).

K-overmaat: remt resorptie Mg bij Ru, \uparrow aldosteron als ook lage Na.

0,5% NaCl in DS genoeg.

S

AZ methionine, cysteïne, cystine, keratine, vitamine H en B1, insuline, glutathion, KB, taurine (in gal, essentieel voor Fe), 0,15% in dier. In eiwitrijke producten \rightarrow S-tekort = eiwittekort, wel mogelijk tekort bij gebruik NPN bij Ru (N/S < 12 melkvee, < 10 vleesvee).

Taurinedeficiëntie Fe: alleen in rauw vlees want thermolabiel, zeer traag, retina-degeneratie en cardiomyopathie, nu in commerciële voeders.

Anorganisch S zou methionine en cysteïne sparen bij eenmagigen. S interfereert met Cu en Mo.

Overmaat niet beschreven.

Fe

Oxidatie-reductie-reacties (haem- en non-haem-enzymen), zuurstoftransport, opslag en transport ijzer. Planten afh. v. bodem en soort, veel in bodem \rightarrow aarde in kuil, leguminosen en oliehoudende zaden $>$ granen, dierlijk rijk muv. melk, $FeSO_4$ als supplement. Resorptie Fe^{2+} maag en duodenum, afh. v. leeftijd, behoefte, vorm, andere factoren in voeder (+: vit. C, organische zuren, -: EDTA, divalente ionen), opslag plasmatransferrine \rightarrow ferritine (Fe^{3+}), dmv. ferroxidase (Cu-houdend) vrijgesteld, kan placenta passeren muv. Su.

Tekort: hypochrome microcytaire anemie, \downarrow groei, \downarrow weerstand.

Toxiciteit: zelden, lokaal spier necrose na injectie (oxidatief \rightarrow voorkomen mbv. anti-oxidantia).

Cu

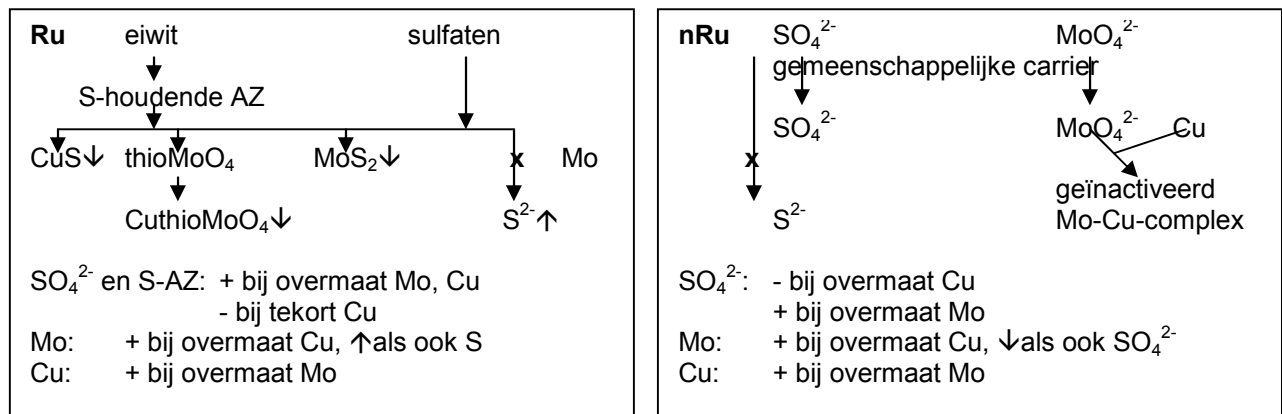
Hemoglobinevorming (ceruloplasmine haalt Fe uit ferritine), collageen- en elastinevorming (BV), myelinevorming, tyrosinase (tyrosine \rightarrow melanine), keratinevorming. Leguminosen $>$ grassen, afh. v. bodem, nu rijk aan Cu door varkensmest, dierlijk matig, lever rijk (stapelorgaan), melk arm. Resorptie dd, afh. v. oplosbaarheid (Cu^{2+} -zouten $>$ Cu^+ -zouten $>$ CuS , -: hoge pH en Zn, Mo, Cd), stapeling in lever, gemobiliseerd als ceruloplasmine, excretie via gal, beetje via nier. Mo en S antagonistische rol Ru: $S \rightarrow S^{2-}$ in pens \rightarrow x Mo \rightarrow x Cu \rightarrow Cu-thiomolybdaat, Cu/Mo 2:1-4:1. Cu gebrek bij eiwitrijk rantsoen (\rightarrow CuS). Transplacentair in lever foetus gestapeld.

Tekort: anemie (defecte incorporatie Fe), beengebreeken (\downarrow collageen), cardiavasculaire stoornissen, neonatale ataxie (myeline aplasie, Cu tekort moeder door teveel S en Mo), abnormale pigmentatie en wolstructuur ("koperbril"), weide diarree (teveel Mo), vruchtbaarheidsstoornissen (Bo en pluimvee).

Toxiciteit: vnl. Ov (lammeren), leverdegeneratie \rightarrow geelzucht, bloedingen, hemoglobinurie, toevoegen Mo. Bij biggenvoer toegevoegd voor \uparrow groei.

Mo

Molybdeen. Component xanthine-oxydase (purinemetabolisme, vorming urinezuur), nodig voor pensflora. Behoeften laag \rightarrow eerder teveel dan te weinig, melk mogelijk rijk. Goed resorbeerbaar, alleen MoS_2 niet (vorming in pens), S en Mo zelfde carrier, geen stapeling, remt S^{2-} -resorptie pens \rightarrow $\uparrow S^{2-} \rightarrow$ vorming moeilijk resorbeerbaar CuS en MoS_2 , niet bij nietRu:



Geen deficiënties.

Toxiciteit: antagonisme met Cu → symptomen als Cu-tekort, bij Ru hevige diarree. Toevoeging enkel bij Cu-overmaat.

I

Schildklierhormoon (thyroxine (T₄), tri-jodothyronine (T₃)). Hoeveelheid in planten afh. v. hoeveelheid in bodem, vismeel, visolie en ziewieren I-rijk, ook melk (vnl. colostrum), antagonisme: goitrogene, strumagene, kropvormende planten (vnl. kruisbloemigen (rapen, koolzaad, kolen), ook soja en aardnoot). Geresorbeerd met Br⁻, Cl⁻, specifiek proces in maag en duodenum. Excretie via urine en melk. Stockage in schildklier, inbouw in hormoon verhinderd door thiocyanaten (maniok, kruisbloemigen) en thiocarbamiden (synthetisch).

Tekort: groeiremming, opzetten schildklier, ↓mobiliteit SVS, ↓wolkwaliteit Ov, ↓reproductie (opgezwollen en kale jongen), ↓eiproductie en rui uitgesteld Av, ↓melkproductie → ↓basale stofwisseling en O₂-verbruik.

Toxiciteit: geen grote kans. Toevoeging zeeproducten, KI, Cul, stabiliteit beter met zout.

Se

Selenium. Onderdeel glutathion-peroxidase (katalyseert reductie H₂O₂), vult vit. E aan, wateroplosbare component in cytosol (vit. E aan membraan). Hoeveelheid in plant afh. v. bodem, indicatorplanten kunnen Se accumuleren → toxisch, tarwe>gerst en haver, vismeel e.a. rijkst. Resorptie in dd, niet in pens, uit planten beter dan uit dierlijke producten (wel rijker), organische>anorganische vorm, ↓resorptie door omzetting in pens tot Se²⁻, ↑SO₄²⁻ → ↓Se beschikbaar, idem voor ↑eiwit (S-AZ → SO₄²⁻). Stapeling in lever, nier, spieren (haren, hoeven). Door placenta. Excretie in melk en ei.

Tekort: ≈ vit. E tekort, vnl. bij grondloos gehouden DS zonder toevoeging Se, ook bij ↑onverzadigd vet (↑vit. E behoefte).

Toxiciteit: nauwe grens. Toevoeging vanwege economische gevolgen bij tekort.

Co

Kobalt. Bestanddeel vit. B₁₂, afh. v. bodem, kalkbemesting → ↓opname door plant, kruiden>grassen, granen arm, dierlijke arm, vnl. melk, levermeel rijk (*in dia's staat andersom!*). In pens ingebouwd in B₁₂, door placenta (+: want weinig in melk), weinig gestapeld, extra toediening oraal anders niet in pens.

Tekort: enkel Ru, anorexie, anemie, leververvetting e.d., vnl. zandgronden arm.

Toxiciteit: geen. Toevoeging als CoSO₄, bijna altijd want geen enkele natuurlijke bron.

Mn

Mangaan. In metaal-enzym-complexen, te vervangen voor Mg e.a., muv. in glycosyl transferasen (synthese mucopolysacchariden), essentieel voor normale vruchtbaarheid (↓beweeglijkheid sperma). Inhoud afh. v. plantensoort, bodem, bemesting, maïskuil>gras, maïs en Milo<gerst, tarwe, haver, vnl. in buitenste lagen graankorrel, dierlijke producten arm, vnl. zuivel. Zeer weinig geresorbeerd, excretie via gal, geringe reserve, ↓resorptie als ↑Ca, P, Fe.

Tekort: mbt. mucopolysacchariden: perosis (afglijden achillespees) e.a. pootproblemen Av, slechte eischaal, fertiliteitsproblemen (bij Ru secundair door antagonisme Ca, P, Fe).

Toxiciteit: geen, negatieve interactie Fe-resorptie lammeren. Toevoeging als MnO.

Zn

Enzymsystemen, te vervangen door Mn, Mg e.a., bij processen snelle celdeling, -groei en – vermenigvuldiging: epitheel, embryo, genezing, vit. A mobilisatie lever, deel insuline, caseïne, sperma. Inhoud afh. v. bemesting, bodem, pollutie, wel voldoende, buitenste delen graankorrel meest, plant mogelijk fytinezuur, meer Zn in dieren en beter beschikbaar, melk rijk ivm. caseïne. Resorptie laag uit natuurlijke bronnen, hoog uit zouten, ↓door fytinezuur, Ca, P, Cu, goed opgenomen door huid.

Excretie via zweet en pancreas, weinig via urine, ook melk.

Tekort: Av hogere behoefte, vnl. secundair (te hoog Ca, Cu, fytinezuur), huid (parakeratose, alopecie, dermatitis), been, reproductie (hypogonadisme).

Toxiciteit: weinig, toxisch voor pensflora → ↓voederopname, weinig smakelijk → anorectisch.

Toegevoegd voor opwekken rui Av, tussen maaltijden geven → ↓negatieve effecten andere bestanddelen.

Additieven

Verbeteren productiviteit (bv. celwandafbrekende enzymen), voorkomen ziekten (bv. organische zuren → ↓Salmonella), verbeteren kwaliteit product (bv. functional feeds, visoliën), verminderen negatieve impact op milieu (fytase → ↓P), voedertecnologisch (kitstof).

Beïnvloeden darmflora: AB (groeibevorderaar, voederbespaarder), koper (biggen), organische zuren (conserveermiddel, ↑voederbenutting (antibacteriële werking bij voldoende lage pH)), pro- en prebiotica (synbiotica, NDO = non digestible oligosaccharides), immunomodulators (stimulatie GALT, aspecifiek, versnelde groei intestinale villi, ↑detoxicatiecapaciteit lever).

Enzymen: prodigestiemiddel, aanvulling, aanvoer exogene enzymen (bv. fytase, carbohydrase).

Anti-oxidanten: voorkomen ranzig worden vetten (oiv. O₂) → ↑bewaarbaarheid, beschermen spieren tegen oxidatieve stress, werking verhoogd door zuren.

Smaakstoffen: verbeteren opname (vnl. jonge biggen), meestal icm. aangename reuk.

Kleurstoffen: voor kleuren voeder zelf of dierlijk eindproduct (boter, ei, karkas).

Ruwvoerders

Vezelrijk, in grote en minder exacte hoeveelheid verstrekt. Groenvoeders = vers gevoederde grassen (Graminaceae), vlinderbloemigen (Leguminosae) en kruisbloemigen (Cruciferae).

Groenvoeders: vochtrijk, relatief eiwitrijk (1/3 NPN), vet vnl. onverzadigd en lange ketens, RC aanzienlijk, afh. v. groeistadium blad:stengel, OK vnl. fructosanen, pentosanen, suikers, weinig zetmeel, NE voor nRu laag, voor Ru afh. v. lignificatiegraad. Mineralen afh. v. groeiplaats, bemesting, soort, plantendeel, ouderdom, klavers en kruiden > grassen, Ca, P als fytinezuur, veel K, Na laag, Mg matig (↓beschikbaarheid bij K en Na). Rijk aan vit. E, B, K, A afwezig maar wel carotenen, vit. D schaars: ontstaat pas na maaien.

- gramineeën: grassen, klavers en kruiden verdreven bij veel N-mest, rijk aan eiwit en mineralen. 2 groeistadia → samenstelling wijzigt, relatief overmaat eiwit. Maaiweide of graasweide (standweide of enkel beweiding overdag). Ook snijgranen: nog zelden vers vervoederd, snijrogge, snijtriticale, snijmaïs (vnl. ingekuild)
- leguminosen: rode klaver (rijk aan Ω3 VZ), luzerne
- kruisbloemigen: koolsoorten, toxische stoffen → verschillende variëteiten. Rapen ("stoppelknollen"), bladkool, eiwitrijk, veel vocht, nauwe VEM/DVE verhouding. Voederbieten, suikerbieten, vnl. loof, liefst vers, smakelijker dan gras maar minder E en DS, kan oxaalzuur bevatten (→ ↓Ca opname)

Geconserveerde groenvoeders:

- kuilvoerders: zoveel mogelijk bewaren organische stof → composteren, eerst ademhalingsfase, daarna verzuringsfase (anaeroob), lactobacillen zorgen voor snelle pH daling (homofermentatieve gram-+ staafjes (1 C₆ → 2 C₃, beste) en heterotrofe gram-negatieve coccon (1 C₆ → 1 C₃ + 1 C₂ + 1 CO₂, minder gewenst)). Besmetting met coli's (mest) → vergisten suiker, breken eiwitten af, sterven af bij pH <4,5. Besmetting met Clostridia (grond) → melkzuur → boterzuur → ↑pH, proteolytische activiteit. → pH moet zo snel mogelijk dalen: coli's en Clostridia onderdrukken → relatief meer lactobacillen, maaien in vooravond → ↑KHD, toevoegen cellulase (cellulose → suikers), verkleinen materiaal, toevoegen extra substraat (melasse-stroop), verzuring

kunstmatig verhogen (mbv. propionzuur), verhinderen \downarrow pH wegnemen (S/E verhouding $>1,2$ goed, evt. formaldehyde toevoegen), onderdrukken boterzuurbacteriën (Clostridia gevoelig aan hoge osmotische waarde, oa. door vooraf drogen).

- graskuil: \uparrow E en eiwit dan hooi. Voldoende droog, jonge snede, hakselen (\uparrow bewaring en opneembaarheid). Beschimmeling (onvoldoende anaeroob, teveel vocht, voorkomen door propionzuur), broei (door aerobe fermentatie, meestal bij uitkuilen), Clostridium (afwijkende gistingen bij kaasproductie), listeriose. $\text{NH}_3 < 5-10\%$, boterzuur $< 0,5\%$, zand $< 10\%$.
- maïskuil: te oogsten in deegrijp stadium (25% DS, half-oktober, volledige plant, RC rijk, VEM/DVE = 19 \rightarrow Erijk) of hard deegrijp stadium (30% DS, begin november, enkel kolf \rightarrow nat ingekuild maïsgraan = enkel korrel (zeer laag RC)/corn cob mix (CCM) = maïs + spil (hoger RC \rightarrow \downarrow E)/kolvenmeel = hele kolf incl. schutbladeren (\uparrow RC)). Veel suikers \rightarrow makkelijk in te kuilen, veel organische zuren aanwezig (melkzuur), weinig mineralen en eiwit. Goede aanvulling grasproducten melkvee.
- gedroogde groenvoeders: aan zon (hooi)/kunstmatig (meel), meer verlies voedingswaarde dan bij inkoulen. Gras \rightarrow hooi, luzerne \rightarrow korrels.
 - grashooi: later gemaaid gras, hoe hoger opbrengst hoe lager kwaliteit want late snede meer RC. Verschillende verliesposten: AH verliezen, mechanische, uitloging (regen), verteerbaarheid (meer E nodig voor afbraak RC), broei. Drogen kan op grond, op ruiters (vnl. luzerne), in de schuur (ventilatiehooi). VEM/DVE = 12. Zon: \downarrow caroteen, \uparrow vit. D.
 - luzerne: lucht N-fixatie. Hoe jonger hoe meer eiwit. Gedroogd in trommels. Meer eiwit dan gras en van betere kwaliteit, \downarrow E, \uparrow mineralen (vnl. Ca), carotenoïden (\uparrow als jonger).

Stro en kaf: bijproducten graanoogst, oud gewas, zomergraan hogere voederwaarde dan wintergraan, meer voederwaarde als dichter bij aar. RC-rijk, zeer weinig eiwit, mineralen, vet, niet veel NE, wel veel fermentatiewarmte (+ in winter). Haver-, zomergerst-, zomertarwestro beste voederwaarde. 84% DS, VEM/DVE = 144. Ballastmiddel. Loof na pluk erwten en bonen \rightarrow Ov en Eq. Kaf niet meer gescheiden. Vlaskaf van lijnzaad \rightarrow mestvee, Eq. Vorming lignocellulose \rightarrow weinig benutbaar \rightarrow cellulose vrijgesteld door dompelen in NaOH/vernevelen van NH_3 .

Wortel- en knolgewassen: veel water, vnl. zetmeel, weinig eiwit, Ca, P, veel K, vit. A en D alleen in rode wortelen (caroteen) \approx granen, verteerbaarheid hoog, veel vit C. itt. granen.

- aardappelen: vnl. zetmeel, beter beschikbaar na verhitten (muv. Ru, Su), voor Car minder verteerbaar dan rijst. Laag eiwit maar goede samenstelling. Gifstof solanine in spruiten en groene delen knol, thermolabiel.
- voederbieten: veel water, KHDrijk (pectinen, oligosacchariden, suikers). Eenzijdig \rightarrow gecombineerd. Hoogste opbrengst VEM/ha.
- rode wortel: veel suiker, duur.
- aardpeer = topinamboer: loof voor Bo, knol voor Su.
- (zoete aardappel en) maniok: meer krachtvoer, 60-70% zetmeel \rightarrow graanvervanger. Eiwitarm, veel K, soms cyanogene stoffen.
- nevenproducten suikerbieten: suikerbietenpulp: Bo, eiwitarm, \approx voederbieten, meer suiker. Perspulp: 20-22% DS, \approx snijmaïskuil. Pulpkorrels: 90% DS, samengesteld voeder Ru, voorgeweekt voor Eq, soms 20% melasse toegevoegd \rightarrow melassepulp: donkerder, minder verteerbaar, soms NPN toegevoegd \rightarrow ureumpulp. Melasse: bruine stroop, 75% DS, 2/3 suiker, 1/3 mineralen (vnl. K), organische zuren, N-houdende stoffen (weinig echt eiwit), zoet- en kitstof, laxerend, verder verwerkt in gistingsindustrie \rightarrow vinasse: \downarrow suiker, \uparrow N en mineralen.

Krachtvoerders

Veel E, weinig DS en/of RC, vnl. zetmeel (granen)/vet (oliehoudende zaden).

Onbewerkte plantaardige producten:

- granen: vruchten van gramineeën, veel zetmeel in meellichaam, laag eiwit, goed verteerbaar, naaktzadige (maïs, tarwe, rogge, triticale, milo) en bedektzadige (gerst, haver, spelt, rijst, gierst). Vruchtwand + zaadhuid = pericarp (+ dog bij bedektzadige) = minst verteerbaar en belet vertering rest korrel, aleuronlaag: eiwit, meellichaam: zetmeel, eiwit (gluten), kiem: onverzadigd vet. Haver hoogste eiwitkwaliteit, triticale hoog lysinegehalte, maïs zeer arm aan tryptofaan, tarwe en triticale deficiënt aan threonine, alle deficiënter aan lysine dan S-houdende AZ. Vet: onverzadigd, meest haver, maïs. RC hoogst haver, laagst maïs. OK omgekeerd evenredig met RC, klein deel β -

glucanen (rogge) → SV-stoornissen. Mineralen matig, laag Ca, hoog K, P (lage Ca/P), 2/3 fytate (fytase in tarwe, rogge, triticale). Veel vitamines, vnl. B (vnl. buitenlagen), nicotinezuur en biotine gering beschikbaar, vit. E vnl. in kiem, geen A en D, caroteen in maïs. ANF relatief onbelangrijk, tanninen Milo, β-glucanen gerst, rogge, mycotoxicosen. Thermisch behandeld voor ontsluiten zetmelen. ontdoppen bedektzadige → ↑Einhoud.

- maïs: hoog zetmeel en vet, laag RC → Erijkst, +: traag afgebroken in pens, efficiënt tryptofaan, nicotinezuur weinig beschikbaar, -: koliek Eq.
 - tarwe en spelt: broodgraan, lichte soorten 20-30% rantsoen (-: koliek Eq, kleverig aan bek Av), vnl. voor samengestelde voeders, fytineP goed benutbaar want ook fytase → Ca/P onevenwichtiger. Spelt = bedektzadige variëteit, hogere RC → veiliger voor Ru en Eq.
 - gerst: brouwersgerst (2 rijig), voedergraan (6 rijig), vnl. Su, voldoende hoog RC, niet te fermenteerbare KHD → darmregulator, geen fytase.
 - rogge: broodgraan, bitter → 10-20% rantsoen, resorcinolen → branderige huidaanandoening, E lager tgv. ↑β-glucanen en pentosanen (→ niet voor Av en Car), gevoelig aan *Claviceps purpurea* (moederkoren).
 - triticale: tarwe x rogge, armere bodems dan tarwe, nutritioneel ≈ tarwe, ↓niet-zetmeel polysacchariden (NSP), betere bakwaarde dan rogge, vrij hoog fytase, ↑eiwitkwaliteit, Su, Ru hoge mate aanwendbaar.
 - haver: hoog RC, gepeld → vlokken, vnl. Eq: weinig zetmeel → minder koliek, veel onverzadigd vet (linolzuur) → glans haar, geen fytase → betere Ca/P.
 - Milo: ≈ maïs, soms tanninen → ↓eiwitverteerbaarheid, geen carotenoïden → bleke karkassen (maar tarwe goedkoper).
 - rijst: weinig aan dieren gevoerd, bijproducten wel.
 - gierst = millet: ≈ haver, vnl. volièrevogels, niet Su.
 - boekweit: geen graminee, polygonaceëen (veelknoppigen), ≈ haver (veel dop), P lager, eiwitkwaliteit beter, Eq, Su, mestvee, bij witte vlekken Bo fotosensibiliteit tgv. fagopyrine, ontdoopt hogere voedingswaarde (enkel Ho).
- aanvullen met: eiwitrijke producten, vitamines en mineralen supplementeren.
- peulvruchten: van vlinderbloemigen, eiwitrijker dan granen, vnl. legumine, ook andere N-verbindingen (soms toxisch), OK vnl. zetmeel, deel weinig verteerbaar maar wel fermenteerbaar (flatulentie), veel vet, lecithine en sterolen, RC soms hoog maar goed verteerbaar, RAS hoger dan granen, veel K, P, weinig Ca maar Ca/P minder nauw, caroteen in groene zaden, B1, E, C en D afwezig. Gebruiken lucht-N.
 - veldbonen: meer eiwit dan erwten maar mindere kwaliteit, meer lysine dan granen → S-houdende AZ limiterend, E lager dan erwten, bittere smaak → weken/stomen.
 - erwten: geen bitterstoffen, minder ANF, vnl. Su.
 - wikken: onsmakelijk, soms cyanogene glucosiden, niet Eq, Su, wel duiven, verteerbaarheid hoger dan veldboon.
 - sojaboon: hoge kwaliteit eiwit!!!, hoog gehalte eiwit, 50% linolzuur, geen bitterstoffen, hoge verteerbaarheid, lecithine (+: emulgator), -: KHD slechts deel zetmeel → andere oligosacchariden → DDfermentatie met gasvorming, meerdere ANF's → toasten, fytinezuur (ook fytaten Ca, Mg, Fe, Zn), geen fytase, beïnvloeden negatief karkasvet.
 - oliehoudende zaden: vnl. voor oliewinning, schroot als veevoeder.
 - lijnzaad: vlasplant, Erijk, eiwitrijk, veel linoleenzuur (C18:3), 3-10% slijmstoffen (x water → gel → laxerend), linamarine + myrosinase + water → blauwzuur → vooraf weken voor slijmstoffen gevaarlijk, snel ranzig, Eq, melkvee, duiven, niet Su, slachtkippen ivm. slecht karkasvet.
 - koolzaad: ≈ soja, hoog lysine, minder eiwit maar veel vet. -: erucazuur C22:1 → 0 variëteit < 2%, -: glucosinolaten x myrosinase → thiocyanaten → hypothyroïdie → 00 variëteit < 20 μmol/g, -: hoog RC → 000 variëteit, -: sinapine (vissmaak eieren), na toasten betere kwaliteit, koolzaadschroot na oliewinning.
 - zonnebloemzaad: veel RC, lage verteerbaarheid → ontdoppen, relatief rijk aan S-houdende AZ, hoger methionine en cysteine dan lysine, gegeerd bij rui vogels, weinig toxische elementen.

Bewerkte plantaardige voedermiddelen:

- bijproducten oliehoudende zaden: eiwitleveranciers. Ontdoppen/van bast ontdoen (soja, koolzaad) → grof malen → mechanische verwijdering dmv. persen (koud → koek, 6-10% olie)/wringen (verhit → schilfer, 4-6% olie) of chemische verwijdering (→ schroot, <1% olie) → nabehandeling (malen, toasten (voor afbreken ANF), looien (eiwit bestendiger maken), doppen (bruikbaar maken voor bepaalde DS)). Eiwit: vnl. AZ-N, weinig nucleïnezuur-N (itt. biergist), omgekeerd evenredig

met RC, RC afh. v. aanwezigheid doppen en zemelen, voor soort $RE+RC=constante$ (sojaschroot 50%, grondnotenschroot 60%, zonnepitschroot 56%), methionine eerst limiterend: soja, grondnoot, palmpit, lysine eerst limiterend: zonnebloempit, lijnzaad, kokos. Vet: afh. v. ontvettingsprocédé, vnl. lange VZ-ketens, vnl. poly-onverzadigd (kokos en palmpit: veel middellange ketens (MCT), slechts 1% poly-onverzadigd). RC: ↓door verwijderen dop/bast. Mineralen en vitamines: rijk aan P, arm aan Ca, 1/3 (minder wijd dan granen: 1/6), fytinezuur, arm aan Na, rijker aan Mg, veel K, wateroplosbare vitamines veel, vetoplosbare niet. ANF: niet-vetoplosbare want in schroot, ook exogene contaminatie, tanninen (vnl. bast koolzaad, +: reduceren Fe opname beo's), mycotoxinen (beschimmelingsbevorderd door groeiwijze). Door hoge eiwitgehalte groot verschil VE↔ME,NE. Vullen uitstekend Erijke granen aan.

- bijproducten granen:
 - tarwe: meellichaam 82,5%, tegument 15%, kiem 2,5%, witte bloem: lagen tegument afgeslepen, afval = zemelen, kiem + zemelen = grint, gries, nameel. RC vnl. hemicellulose, slecht verteerbaar → energieverdunner. Vetgehalte hoogst in kiem, extractie → tarwekiemolie, rijk aan vit. E. Rijk aan vitamines en mineralen, vnl. B vitamines, slechte Ca/P 1/3,5, fytase aanwezig → molenaarsziekte. Rijk aan K, Mn, Se, arm aan Na. Laag soortelijk gewicht. Laxatief.
 - maïs: zetmeel (maïzena), soort bloem (maïsgries, polenta), stokerij (vnl. VS) → bijproducten eiwitrijk, veel RC. Kiemen – maïsolie = maïskiemenschroot. Zemelen = maïsvoermeel = tegument + zetmeel van meellichaam, afh. v. bloemmolens. Schroot – tegument + ingedampt weekwater (vit. B en eiwitrijk) → maïsglutenvoer → centrifugatie → zetmeel + glutenmeel (hierin kleurstoffen → maïzena is wit). Vnl. Bo (smakelijk, bestendig eiwit) en pluimvee (gele dooier, linolzuur). Arm aan lysine, tryptofaan, isoleucine, RC weinig verteerbaar voor nRu.
 - gerst: bast verwijderd (→ Cun) → gort (Car, volièrevogels). Bierbereiding: tot kieming gebracht → kiem gescheiden van mout → gedroogd → gemalen → verwarmd in water → zetmeel omgezet in maltose + glucose → lossen op in water met eiwitten, vitamines, mineralen → moutextract → bier, niet-oplosbare stoffen (eiwitten, RC) = natte bierdrif, door gisten prolifereren gistcellen tot massa = biergist. Moutkiemen, bierdrif, biergist gedroogd, RCrijk (muv. gist) → Earm, veel eiwit, ook NPN (wel bestendig in pens). Moutkiemen gebruikt als ballast en vanwege veel vit. B. Biergist is geen gerst, eiwit tot 20% nucleïnezuuren, rest eiwit goede kwaliteit, veel vit. B.
 - haver: droog en koud geplet, dop verwijderd. Havermout voor Ho. Ontdoppen → havergort (doppen voor Cun) → voerhavermout (→ geest voor Ho voor ↓lipoxygenase activiteit). Laag RC, zetmeel goed ontsloten, veel vet (olie). Vnl. biggen en Car.
 - rijst: doppen bevatten silicium → ↓verteerbaarheid, ontdopt → gepeld en gepolijst, kiem + tegument = rijstvoedermeel, vetrijk, sterk onverzadigd (ranzigheid).

Voedermiddelen van dierlijke oorsprong

Geen RC, weinig KHD, veel goed eiwit, verzadigd vet (muv. vis), goed benutbare mineralen, geen fytaten, meer Na, minder K, vitamines A, D, E, K, B12.

- zuivelproducten: melk en ei, oorspronkelijk natte producten
 - ei: hoogwaardige eiwitbron, 4x meer P dan Ca (eischaal geen P), gedroogd tot eipoeder, nevenproduct gemalen eischalen (bron van $CaCO_3$)
 - melkproducten: volle melk (niet voor pluimvee ivm. lactose), waardevol AZpatroon, eerste limiterend methionine en cysteïne ivm. caseïne fractie, vet- en wateroplosbare vitamines, rijk aan Ca, P, I, Zn, arm aan Mg, Mn, Fe. Colostrum meer DS, vet, eiwitten, veel vit. A, minder lactose. Lebferment stremt melk → kaaswringel (vnl. caseïne incl. vetten en mineralen) + vloeibare wei (lactalbumine en lactoglobuline, Ca (meer bij zure wei), lactose → vnl. E bron dan eiwitbron). Weipoeder basis kunstmelkpoeder. Kaas bevat geen lactose, 40% eiwit (caseïne, mist veel cysteïne), 45% vet, Ca/P 2/1, veel Na. Ontromen melk → ondermelk (vetvrij) + room → karnen (verzuring dmv. lactobacillen) → karnemelk + boter (15% vocht). Karnemelk goed verteerbaar, gedroogd door poeder. Ondermelk → magere yoghurt en –kaas, gedroogd tot poeder voor opslag, alle componenten van melk muv. vet en vetoplosbare vitamines, meer eiwit dan weipoeder, basis kunstmelkpoeder.
- andere producten van landdieren: hoogkwalitatief eiwit, goed opneembare mineralen, efficiënte recyclage. Hittebehandeling tegen Salmonella → -: bruiningsreactie/Maillard-reactie (verbindingen tussen AZ (lys) en KHD). Eiwit belangrijkste, N*6,25 spier, N*5,6 voor producten met veel collageen, keratine, chitine; collageen en spiereiwit goed verteerbaar → waarde afh. v. AZsamenstelling: spier beter dan collageen, keratine veel cysteïne, maar slecht verteerbaar tenzij gehydrolyseerd, hoe meer RAS → hoe meer beenderen → hoe meer minderwaardig eiwit. Vet vnl.

verzadigd, <10% gehouden in diermelen. Mineralen vnl. in been (Ca, P, Mg), minder in weke delen (P, K, Na), goed verteerbaar. RC enkel van maaginhoud. Glycogeen afgebouwd tijdens verwerking. Vitaminen meest door oxidatie afgebroken, B1 thermolabiel → verdwenen, wel B12 en nicotinezuur.

- o dierveemel: 40-60% RE, 10% vocht, 10% vet, 20-40% RAS, kwaliteit RE enkel zeker door AZ-bepaling, veel Ca, P. Enkel voor Ca en Fe.
- o beendermeel: (zie hoofdstuk minerale voedermiddelen)
- o pluimveeslactafvalmeel: ≈ vleesbeendermeel (dierveemel), na verwijdering veren en evt. bloed.
- o verenmeel: slechte eiwitkwaliteit → hydrolyse
- o bloedmeel: waardevoller dan slactafval, gesteriliseerd, coagulaat + bloedwei gescheiden, 97% RE/DS, te rijk aan leucine, te arm aan isoleucine, niet goed verteerbaar, niet smakelijk, supplement voor lysine.
- o dierlijke vetten: goedkoopste Ebron, essentiële VZ (linolzuur), tegen stofvorming melen, smaakmaker, weinig vit. A, D, E, K, moeilijk >10% toe te voegen, teveel vet → ↓verteerbaarheid, vnl. lange onverzadigde ketens.
- producten van zeedieren: vismeel: onderscheid obv. eiwitgehalte (niet vet!), haringmeel >70% RE, bepaald door relatief aanwezig vet en mineralen, vet ongeveer gelijk omdat visolie al is afgezonderd, vnl. mineralen-gehalte beïnvloedt negatief het eiwitgehalte, Maillardreactie bij verhitting tijdens productie, tijd tussen vangst en bewaren kritiek want visewit vlug aan bederf onderhevig, ↓kwaliteit door toevoegen perssap, wel meer vit. B. Vet C16, 18, 20 en 22, meervoudig onverzadigd, Ω3-reeks. Mineralen vnl. Ca, P (1/1,4-1,6), Mg, NaCl, Fe, I, Se. Gebruikt in melkpoeder. Soms Salmonellabesmetting.

Niet-conventionele voedermiddelen

Afval-, neven- en recyclingproducten, lage voedingswaarde, hoog RAS en RC.

- synthetische AZ: lysine en methionine, reductie N-gift (bij voeren eiwit ook veel onnodig N gegeven), verteerbaarheid zeer hoog (100%), niet per se betere prestaties want opname AZ vaak als di-/tripeptide. Bij methionine D+L vorm actief, ook analoge ketozuur kan gebruikt worden (niet bij Ru), pensbestendig gemaakt door middel van compenseren Zn/formaldehyde → pas in dd vrij, ook als urineverzuurder (in overmaat gegeven want moet afgebroken worden, SO_4^{2-} in urine). Alleen L-lysine, ook niet dmv. analoge ketozuur.

Anti-nutritionele factoren

ANF, negatieve werking op vertering en/of benutting door het dier → ↓groei cq. voederconversie.

- proteaseremmers: ↓eiwitplitsende werking pancreasenzymen, ↑uitscheiding pancreasenzymen (verstoorde feedback) → ↓S-AZ in AZpool van het dier. DS met grote pancreas gevoeliger (kip, rat >> varken, kalveren).
- lectinen: eiwitten met bindingsaffiniteit voor suikers (bv. van darmepitheel → atrofie → verstoring vertering en resorptie) → indirect dysbacteriose, ↑uitscheiding mucuseiwit. Phaseolusbonen >> sojalectinen (in maag geïnactiveerd).
- tanninen: polyfenolen, vormen complexen met eiwit- en cellulosemoleculen (voereiwitten en verteringsenzymen) → groeiremming, darmbeschadigingen, ↓smakelijkheid voer → ↓opname, kunnen ook Fe binden (+: beo's).
- vicine en convicine: nucleotideachtige structuren x KHD, in veldboon (*Vicia faba*), favisme → acute hemolytische anemie (Ho), bij pluimvee groeiremming, ↓eigewicht, ↓reproductie.
- alkaloiden: bitterstoffen, leveraandoeningen, ↓voeropname, ↓groei, ↓voederconversie.
- flatulentiefactoren: α-galactosiden peulvruchten, geen enzym hiervoor → DD → fermentatie → ↑VZ, melkzuur, gassen → ↑OD digesta → ↓waterresorptie, ↑microflora → diarree, winderigheid. Lagere gehalten gebruikt als prebiotica.
- fytinezuur = fytaat, complexen met mineralen (Ca, Zn, Mg), vrijgesteld door fytase.
- glucosiden:
 - o saponinen (lupinen, klaver)

- o glucosinolaten (kool-, raapzaad): mosterdolie x glucose en sulfaat, intacte GSL onschadelijk, omgezet door myrosinase (vrijgemaakt door verbreking celstructuur) → (iso)thiocyanaten, vinyl-thio-oxazolidine, nitrillen, aminen, epithionitrillen. Scherpe smaak, hyperthyroïdie, ↓productie schildklierhormoon → groeivertraging
- o cyanogene glucosiden (bonen, sorghum, maniok): vorming blauwzuur (HCN), niet toxisch in intacte weefsels, bij beschadiging hydrolytisch enzym vrij → O₂-gebrek weefsels → sterfte, Ru meer gevoelig want enzym niet geneutraliseerd door HCl.

Schimmeligiften: schimmel onttrekt E aan voedermiddel (↓DS, ↓vitaminen, AZ). Productie mycotoxinen (↓prestaties, mogelijk in melk/vlees/eieren), hitte-stabiel, cytostatische en carcinogene werking, sterke verspreiding.

Minerale voedermiddelen

Soms tekort aan mineralen (groei, lactatie, eileg).

Fosfor

In planten vaak als slecht opneembaar fytaat-P. Bij overtollige toediening teveel in bodem → verteerbaarheid belangrijk, best: mononatriumfosfaat (NaH₂PO₄), meest gebruikt: Ca-P (mono-/di-/tri-), productie uit beenderen en rotsP (Pmijnen), P aanwezig als Ca-apaptiet (hydroxyapaptiet in beenderen, P-apaptiet in rotsP), beendermeel niet meer toegelaten voor consumptiedieren → diCaP = voederfosfaat, 18% P, 23% Ca. In rotsP soms toxisch F en Cd, → monoCaP na inwerking met fosforzuur, 25% P, 16% Ca. → triCaP na verdere neutralisatie met kalkmelk. Ook nog mono- en diNaP, CaMgP, NaMgP, F-arme rotsP.

Calcium

CaP, CaCO₃ (voederkrijt, 40% Ca, minder goed resorbeerbaar omdat CO₃²⁻ zuur neutraliseert) van kalksteen, schelpen, eischalen, CaSO₄ (gips), CaCl₂ (verzuurder van urine), organische Ca-zouten (duur, laag Ca-gehalte), Ca-gluconaat (inspuitbaar).

Magnesium

Vaak gedekt door natuurlijke grondstoffen, in melkveevoerders toegevoegd ivm. grastetanie. chronische overmaat → blaasstenen. MgSO₄ (kieserit, slechte smaak, moeilijk resorbeerbaar, laxerend, vervangen door MgO), MgO (50-55% Mg, zuurwerkend middel), MgCl₂ (goed wateroplosbaar, hygroscopisch, etsend voor darmwand, laxerend, verzuurt urine), MgCO₃ en CaMgCO₃ (magnesiet en dolomiet, slecht resorbeerbaar), organische bronnen (antibacteriële werking).

Natrium

Goed oplosbaar, zeer goed resorbeerbaar (muv. NaSO₄ → laxerend), NaHCO₃ (antacied (anti-zuur)), NaP, NaCl (38% Na, smaakmaker). Plantaardige voedermiddelen altijd arm → likstenen voor Ru.