

Samenvatting onderzoeksproject ADLO

Naar een efficiëntere mineralenbenutting in de voeding van biologisch melkvee

Situering en doelstelling

Uit onderzoek is gebleken dat biologisch gehouden melkvee in Vlaanderen een aantal mineralentekorten kent, zeker wanneer niet gesupplementeerd wordt. Biologische landbouw draait echter om duurzaam gebruik van grondstoffen, en externe aanvoer van mineralen zou daarom minimaal moeten zijn.

Dit project wil nagaan of de efficiëntie waarmee mineralen worden gebruikt in melkveerantsoenen kan worden verhoogd door de biobeschikbaarheid van deze mineralen te verbeteren of hoe mineralen die aanwezig zijn in de mineralencyclus op het bedrijf zo goed mogelijk kunnen benut worden door de dieren.

Het project vertrok daarom van een brede benadering waarbij op de deelnemende biologische melkveebedrijven de mineralencyclus in beeld wordt gebracht. De focus werd gelegd op de relatie plant-dier, evenwel zonder het totaalbeeld uit het oog te verliezen. Door ook bodemstalen te analyseren werd ook de mineralenbeschikbaarheid op het niveau bodem-plant in beeld gebracht. De verantwoording voor deze benadering bestaat hierin dat het stimuleren van de mineralenbenutting via rantsoenwijzigingen veel sneller en eenvoudiger is dan het wijzigen van bodemkarakteristieken om de overdracht van mineralen uit de bodem naar de plant te bevorderen.

Vertrekkende vanuit de mineralensamenstelling en de voederwaarde van het rantsoen werd nagegaan wat de invloed op de mineralenstatus van de dieren is. We willen in het bijzonder zoeken naar de voedingsfactoren (andere dan de concentraties van de betreffende mineralen) die de mineralenbiobeschikbaarheid beïnvloeden, en zo een strategie kunnen aanreiken aan de veehouders om mineralentekorten te vermijden.

De analyses op bedrijfsniveau werden aangevuld met een experiment in het labo. Hierbij werd door in vitro simulatie van het fermentatie- en verteringsproces de relatie tussen rantsoenkenmerken en mineralenstatus van de dieren verder onderzocht.

Samengevat wil dit project duidelijkheid brengen omtrent deze aspecten:

- 1) Waar zitten de limitaties inzake mineralenvoorziening van biologisch melkvee
- 2) Hoe groot zijn de verschillen in biobeschikbaarheid van mineralen tussen biologische melkveebedrijven en kan dit gekoppeld worden aan rantsoenformulatie
- 3) Kan een aanpassing van de rantsoenformulatie een wezenlijke verbetering brengen in de benuttingsefficiëntie van mineralen voor biologisch melkvee

Betrokkenen

Dit project is bedoeld om de belangrijkste groep uit de biologische dierlijke sector, met name de melkveehouders, een methode aan te reiken om de mineralentekorten en bijhorende oorzaak bij hun dieren in te schatten, en aan te geven of de efficiëntie van mineralenbenutting op hun bedrijf kan worden bijgestuurd via voederstrategieën, teneinde de productiviteit en gezondheid van hun dieren te bewaken.

Waar dit project zich beperkt tot rundvee, is het duidelijk dat de informatie mits bijkomende validatie ook kan worden aangewend bij andere diersoorten, bijvoorbeeld biologische melkgeiten.

De resultaten uit dit project zullen bovendien ook belangrijke informatie bieden aan dierenartsen en bedrijfsvoorlichters, omdat de belangrijkste knelpunten omtrent mineralenvoorziening zullen blootgelegd worden, en omdat ook duidelijk zal worden hoe de samenstelling van rantsoenen kunnen dienen om de mineralenbenutting op te drijven.

Het probleem van mineralentekorten is niet louter beperkt tot biologisch melkvee, maar stelt zich ook in de gangbare sector, omdat ook daar een groeiend aantal melkveeboeren streeft naar maximaal gebruik van bedrijfseigen ruwvoerders, en daarmee minder externe mineralen aanvoert. Dit betekent dat de bevindingen uit dit voorliggende project ook nuttig zullen zijn voor de gehele rundveesector.

Aanpak en verloop

Staalname

Een eerste stap in dit project is het meten van de mineralenconcentraties in de verschillende delen van de bedrijfscyclus (bodem-plant-dier-mest-) bij 10 biologische melkveebedrijven.

In het stalseizoen tijdens de winter van 2010-2011 en het weideseizoen van 2011 werden op de bedrijven bodem-, bloed-, mest-, voeder-, en waterstalen genomen. Van deze stalen werd de mineralensamenstelling bepaald. Van de voeders wordt daarnaast de voederwaarde geanalyseerd om hieruit relaties met mineralenstatus af te leiden.

Volgende macromineralen werden onderzocht : Ca (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), zwavel (S). De micromineralen of sporenelementen die werden geanalyseerd zijn : zink (Zn), ijzer (Fe), koper (Cu), selenium (Se), molybdeen (Mo) en jodium (I).

Bodemstalen :

Op elk bedrijf werden een vijftal grote percelen aangeduid die werden gebruikt voor de ruwvoederproductie. Dit zijn enerzijds de percelen die behoren tot de huiskavel van de bedrijven en anderzijds een aantal percelen die gebruikt worden voor het oogsten van ruwvoerders voor de wintervoeding en bijvoeding. De grondstalen per perceel werden samengevoegd en grondig gemengd om te komen tot één mengstaal per bedrijf.

Voederstalen

Met een kuilboor werden stalen genomen van de verschillende ruwvoerders (grasklaver / snijmaïs/voederbieten..) aanwezig op het bedrijf die voor de wintervoeding werden gebruikt. Op het moment van de bloedstaalname werd een rantsoenmonster genomen aan de voederkribbe of uit de voedermengwagen. Indien geen representatief mengstaal kon worden genomen werden stalen van de verschillende bijkomende rantsoencomponenten (krachtvoeder, mineralenmengsels...) genomen. Op basis van het aandeel in het rantsoen werd een mengstaal gemaakt.

Voor de zomerrantsoenen werden stalen genomen van het weidegras aangevuld met een staal van de aanvullende voeders.

Bloed- en meststalen

Er werden telkens 5 koeien geselecteerd in de tweede tot vierde maand van de lactatie die ongeveer 30 kg meetmelk produceren. Een bloedstaal werd genomen in de staartvene. Het bloed wordt verzameld in gehepariniseerde vacuumbuisjes die onmiddellijk op ijswater worden gezet, en zo snel mogelijk werden afgecentrifugeerd om plasma af te zonderen en in te vriezen. Deze stalen werden genomen op het einde van de stalperiode en de weideperiode zodat maximaal de invloed van het rantsoen kon worden geëvalueerd. De plasmastalen werden geanalyseerd op mineralengehalte en gezondheidsparameters die een indicatie geven van oxidatieve stress. Van elke koe werd ook een meststaal genomen dat werd geanalyseerd op mineralengehalte.

Waterstaal

Op elk bedrijf werd een staal van het drinkwater genomen en geanalyseerd op mineralengehalte.

In vitro verteringsproef

Om een aantal relaties tussen voederkenmerken en biobeschikbaarheid van mineralen nader te onderzoeken werden 23 voederstalen geselecteerd die onderling verschillen in ruwe celstof-gehalte (RC), S-gehalte, eiwitgehalte. Deze voederstalen werden onderworpen aan in vitro verteringssimulatie.

Alle voederstalen werden geïncubeerd met en zonder toevoeging van 1g S per kg droge stof (DS) als natriumsulfaat. Deze hoeveelheid werd gekozen om variaties in totaal S-gehalte te bekomen die ook nog realistisch waren in de praktijk.

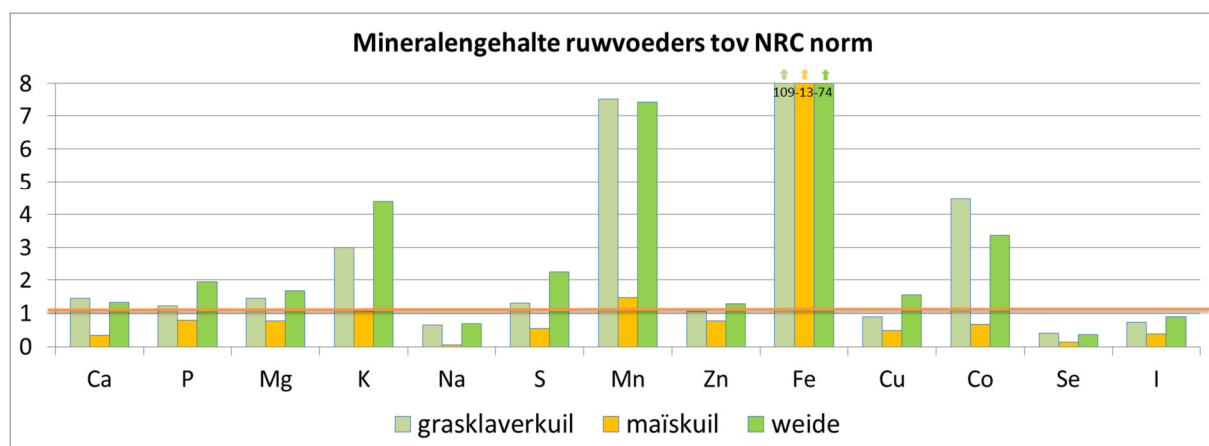
De voederstalen werden geïncubeerd met pensvocht gedurende 20 u gevolgd door 2u lebmaag (zure pH + pepsine) en 4u duodenum (pH 9 + pancreatine) verteringssimulatie. De stalen werden vervolgens onderworpen aan ultracentrifugatie aan 10000g waarna het mineralen gehalte van het supernatans (mineralen in oplossing) werd geanalyseerd.

Statistische verwerking

Alle statistische analyses waarden uitgevoerd met SPSS. De data werden algemeen als niet normaal verdeeld beschouwd, gebaseerd op de Kolmogorov-Smirnov test. Om die reden werden niet-parametrische tests gebruikt. De resultaten werden beschreven door middel van de mediaan en kwartielen, en voor associaties tussen parameters werd de Spearman rank correlatietest gebruikt.

Mineralengehalte ruwvoerders

In Figuur 1 worden de gemiddelde mineralengehalten per kg DS van grasklaverkuilen, maïskuilen en weidegras(klaver) vergeleken met de NRC normen (Nutrient Requirements of Dairy Cattle, National Research Council) voor een rantsoen van lacterende koeien. De balkjes geven voor elk mineraal aan of het gehalte per kg DS zich boven (>1) of onder de norm (<1) bevindt. Hieruit blijkt de marginale mineralenaanvoer van snijmaïskuil in vergelijking met weidegras en ingekuilde grasklaver. Hoge K aanbreng in de rantsoenen is voornamelijk op rekening van grasklaver te schrijven.



Figuur 1

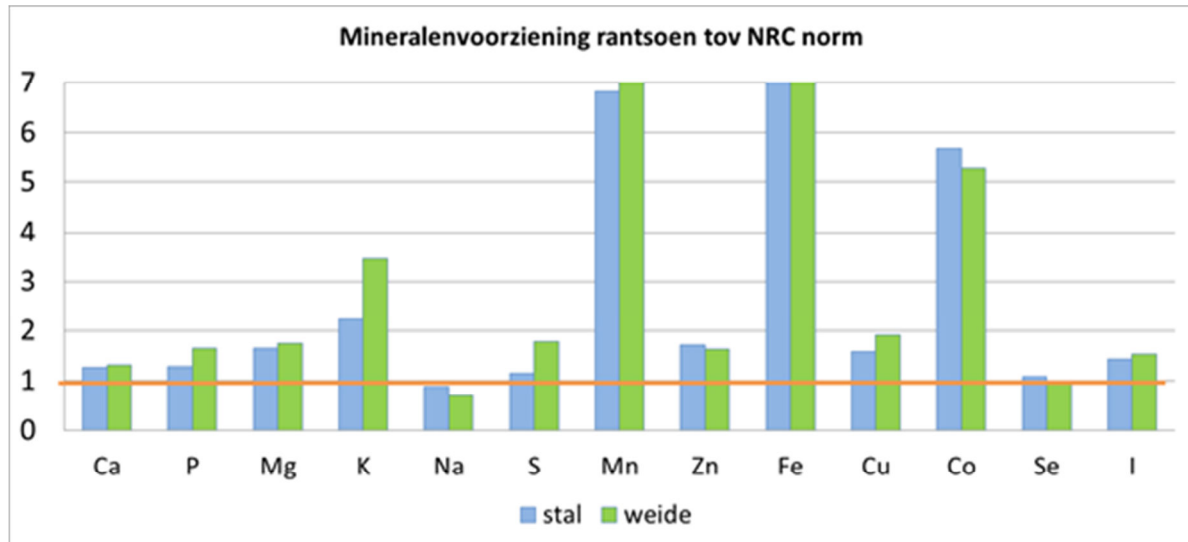
Mineralen aanvoer via het rantsoen

Op basis van de rantsoenanalyses werden de voederwaarde en de mineralengehalten berekend van de winter- en zomerrantsoen op het moment van de bloedstaalnames.

De rantsoenen van biologische melkveebedrijven bevatten veel minder maïssilage dan gangbare bedrijven. De grootste component in de rantsoenen vormt grasklaver dat veel meer mineralen bevat

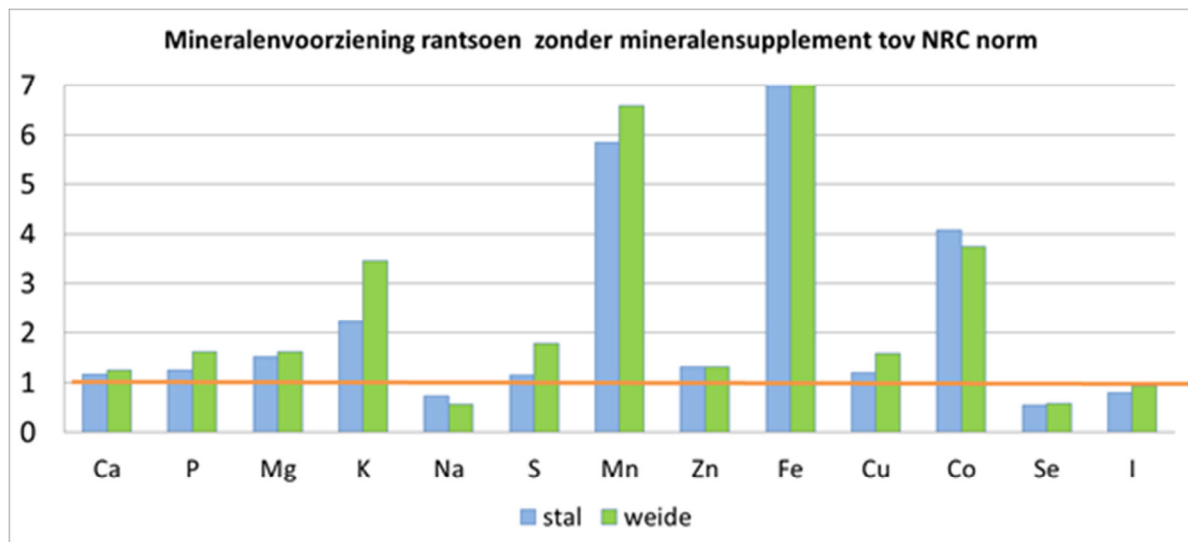
dan maïs. Toch zijn mineralensupplementen noodzakelijk, zeker om voldoende sporenelementen zoals Se, Cu en I te voorzien. Op alle bedrijven werden mineralensupplementen gebruikt.

Per bedrijf werden de aanvoer van mineralen via het rantsoen berekend op basis van gegevens over de voeders, het water en de mineralensupplementen. In Figuur 2 worden de gemiddelde mineralengehalten per kg DS van de rantsoenen vergeleken met de normen voor lacterende koeien. De balkjes geven voor elk mineraal aan of het gehalte per kg DS zich boven (>1) of onder de norm (<1) bevindt.



Figuur 2

Voornamelijk Ca, Na, S en Se zijn beperkt voorzien in het rantsoenen. Figuur 3 geeft de mineralenvoorziening weer van het rantsoen zonder mineralensupplement.



Figuur 3

Zonder mineralensupplement komt ook de voorziening van Zn, Cu en I in gevaar.

Alle macromineralen zijn gemiddeld boven de norm, behalve Na. Het weideseizoen kent hogere aanvoer van K, in tegenstelling tot Na. Bij de individuele resultaten van de bedrijven duiken er tekorten op voor Ca, Na en S.

Bij de sporenelementen overschrijdt de gemiddelde waarde voor Fe en K de maximum toegelaten concentratie. Op sommige bedrijven wordt de bovengrens voor Na, S en Mo overschreden.

Voornamelijk overmatige aanvoer van Fe en Mo verdienen aandacht wegens hun antagonistische werking op bijvoorbeeld Cu. Gemiddeld bevond de aanvoer van sporenelementen zich boven de norm, de gemiddelde aanvoer van Se was echter marginaal. Op individuele bedrijven werden tekorten vastgesteld van Zn, Cu, Se en I.

Tabel 1

Mineralengehalte rantsoen per kg drogestof														
	Ca	P	Mg	K	Na	S	Mn	Zn	Fe	Cu	Co	Se	Mo	I
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Winter														
Mediaan	8.2	4.1	2.7	22	1.7	2.3	90	74	725	16	0.6	0.3	2.1	0.7
1ste kwartiel	6.4	3.7	2.2	20	1.4	2.1	85	59	555	12	0.4	0.2	1.8	0.5
3de kwartiel	9.1	4.4	3.6	25	2.7	2.6	101	86	883	21	0.8	0.4	2.4	1.3
Zomer														
Mediaan	7.8	5.2	3.1	36	1.5	3.6	97	68	849	19	0.7	0.3	4.2	1.0
1ste kwartiel	6.3	4.5	2.8	26	1.2	2.9	83	61	447	17	0.4	0.2	2.1	0.5
3de kwartiel	9.8	5.9	3.5	39	1.8	3.9	113	81	984	25	0.7	0.4	6.2	1.2
NRC norm*	6.2	3.2	1.8	10	2.2	2	14	43	12	11	0.11	0.30		0.60
MTC**	15	7	6	20	3	4	2000	500	500	40	25	5	5	50

* NRC (2001). National Research Council Nutrient requirements of dairy cattle: Seventh revised edition. Washington, National Academy Press.

** Maximum Tolerable Concentration : Mineral Tolerance of Animals, National Research Council.

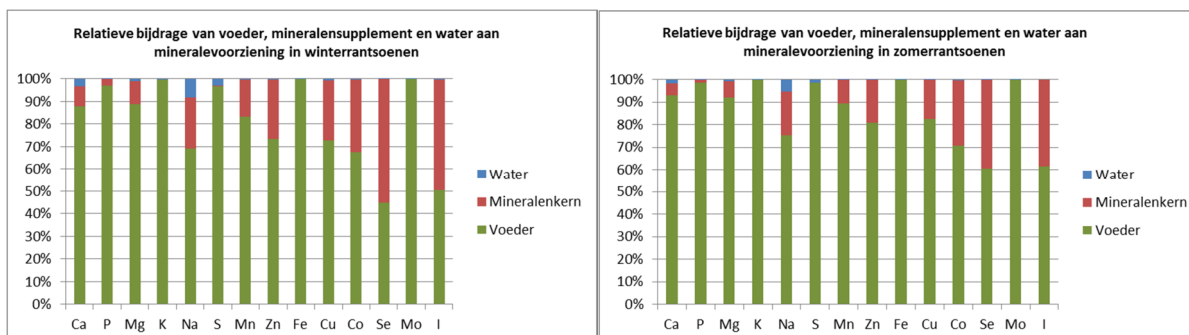
Tabel 2

Mineralenvoorziening vanuit het voeder (zonder mineralenkern) t.o.v. de NRC norm														
	Ca	P	Mg	K	Na	S	Mn	Zn	Fe	Cu	Co	Se	I	
Winter														
Mediaan	1.1	1.2	1.4	2.1	0.6	1.1	5.1	1.1	59	1.0	3.3	0.3	0.6	
1ste kwartiel	0.9	1.2	1.2	2.0	0.3	1.0	4.0	1.0	45	0.9	2.4	0.3	0.5	
3de kwartiel	1.3	1.4	1.8	2.5	0.9	1.2	6.2	1.3	72	1.2	4.6	0.6	0.6	
Zomer														
Mediaan	1.2	1.6	1.6	3.6	0.5	1.8	5.9	1.3	69	1.5	3.8	0.5	0.8	
1ste kwartiel	0.9	1.4	1.4	2.6	0.4	1.4	4.7	1.1	36	1.3	2.7	0.4	0.6	
3de kwartiel	1.5	1.8	1.8	3.9	0.7	1.9	7.6	1.4	80	1.7	4.4	0.8	1.0	

Mineralenaanbreng uit voeder, water en mineralenkern

Figuur 4 geeft de relatieve bijdrage weer in de mineralenvoorziening van het voeder, het opgenomen water en de gesupplementeerde mineralen ten opzichte van de totale opname

Het meest springt hier in het oog de verwaarloosbare rol die water vervult in de mineralenaanbreng op een bedrijf. Mineralenaanbreng vanuit mineralenkern is vooral belangrijk voor enkele sporenelementen. Se wordt bijvoorbeeld voor de helft aangevoerd uit mineralenkern en dan nog is de voorziening in het rantsoen marginaal.



Figuur 4

Relatie mineralen voeder en bodem

Om na te gaan voor welke mineralen de opname van de voedergewassen vanuit de bodem het moeilijkst verloopt werd per bedrijf de verhouding berekend van het mineralengehalte in grasklaver ten opzichte van het mineralengehalte van de bodem dit is weergegeven in Tabel 3

Tabel 3

Verhouding mineralengehalte grasklaver t.o.v. mineralengehalte bodem													
	Ca	P	Mg	K	Na	S	Mn	Zn	Fe	Cu	Co	Se	
Mediaan	4.0	6.5	1.1	16.4	11.2	13.8	0.3	0.9	0.1	1.0	0.11	0.5	
1ste kwartiel	2.1	6.1	1.1	12.7	9.0	11.3	0.2	0.8	0.1	0.9	0.06	0.4	
3de kwartiel	4.5	8.3	4.2	45.3	14.9	19.3	0.6	1.2	0.2	1.3	0.14	0.6	

Hoe hoger de waarde hoe beter het mineraal wordt opgenomen door de planten. Het valt hierbij op dat de overgang van micromineralen in de bodem naar de plant moeilijker verloopt in vergelijking met de macromineralen.

Als we de correlaties berekenen tussen de bodemgehalten van de sporenelementen en het gehalte in grasklaver zien we geen positief verband wat aangeeft dat verhogen van het gehalte aan sporenelementen in grasklaver via bemesting wellicht niet te de meest efficiënte weg is.

Mineralenstatus dieren

In Tabel 4 worden de resultaten van de mineralenanalyse op het bloedplasma. Onderaan wordt de minimumnorm weergegeven (Suttle, 2010, Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition).

Tabel 4

Mineralengehalte bloedplasma												
	Ca	Mg	K	Na	S	Mn	Zn	Fe	Cu	Co	Se	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	
Winter												
Mediaan	108	20	187	3161	1151		0,9	1,9	0,9	2,6	74	
1st kwartiel	106	19	179	3099	1132		0,8	1,7	0,9	2,3	52	
3de kwartiel	111	21	197	3270	1191		1,0	2,1	1,0	2,9	106	
Minimum	95	17	150	2839	1013		0,6	1,1	0,7	1,7	24	
Maximum	125	37	222	3441	1357		2,8	3,2	1,6	7,9	141	
Zomer												
Mediaan	100	21	190	2954	821	0,020	1,6	1,9	0,9	2,4	67	
1st kwartiel	98	20	184	2697	790	0,015	1,5	1,7	0,9	2,0	49	
3de kwartiel	104	22	194	2997	856	0,025	1,7	2,1	1,0	2,7	94	
Minimum	80	14	151	2071	634	0,012	0,8	0,9	0,3	1,9	37	
Maximum	116	28	214	3227	937	0,034	2,4	2,8	1,8	9,6	121	
Norm (Suttle, 2010)												
plasma	>80	>18	>98	>3104	—	—	>0,6	—	>0,6	—	>20	
serum	—	—	—	—	—	>0,020	—	>1,0	—	—	—	

Gemiddeld bevinden de bloedwaarden zich boven de norm. Waarden onder de minimumnorm bij dieren werden vastgesteld voor Mg, Na, Fe, Zn, Cu en Mn. In het weideseizoen valt vooral de hogere zinkstatus op die in de winter bij veel bedrijven dicht bij de minimumnorm komt.

Relatie mineralenstatus dier en voedereigenschappen

De oplosbaarheid van mineralen op de plaats van absorptie in de darm is de eerste en belangrijkste vereiste om biobeschikbaar te zijn. De oplosbaarheid van mineralen kan beïnvloed worden door de zuurtegraad, de onderlinge verhouding van mineralen en door de aanwezigheid van oplosbare peptiden en aminozuren (chelerend vermogen).

De aanwezigheid van oplosbare peptiden en aminozuren in lebmaag en dunne darm (de belangrijkste absorptieplaatsen voor de betreffende mineralen) wordt voornamelijk gedetermineerd door de snelheid van eiwitvertering, die op zijn beurt afhangt van de digesta die de pens verlaten met bijhorende pH. De samenstelling van de digesta die de pens verlaten en bijhorende pH kan aangestuurd worden door rantsoensamenstelling.

De rantsoenkenmerken die mogelijk een invloed kunnen hebben op de mineralenbiobeschikbaarheid zijn de eiwitvoorziening, structuurvoorziening en S-voorziening.

Bij de eiwitvoorziening kan gekeken worden naar OEB omdat die aangeeft hoeveel onbestendig eiwit zal afgebroken blijven tot ammoniak zonder ingebouwd te worden in microbiel eiwit, en dus zal resulteren in een meer alkalische pH ter hoogte van de enzymatische vertering, hetgeen eerder nadelig is voor eiwitvertering (pepsine-activiteit). Het DVE gehalte geeft een inschatting van hoe groot het aandeel is van het eiwit dat in de lebmaag en dunne darm terecht komt.

De structuurvoorziening wordt aangegeven door de structuurwaarde van het rantsoen en de gehalten aan ruwe celstof, NDF, ADF, ADL. De structuurvoorziening geeft een idee van de fermentatiesnelheid, en dus de verzuringsgraad in de pens. Dat zal op zijn beurt deels de zuurtegraad op de plaats van enzymatische eiwitvertering bepalen.

Hoewel de totale aanvoer van S in de voeding uiteraard van belang is voor de S-status op zich, zal een tekort aan S ook de omzetting van (minder goed verteerbaar) voedereiwit tot microbiel eiwit limiteren, zodat dit ook een effect kan hebben op de benutting van andere mineralen als Zn en Cu. Hierbij willen we vermelden dat we weten van de vaak geclaimde antagonistische werking van S op Cu, maar die geldt bij hoge gehalten, en voornamelijk in combinatie met Mo.

Door bivariate correlaties te testen tussen rantsoenparameters, melkparameters en parameters voor mineralenstatus van de dieren werd gezocht naar voederfactoren die in verband gebracht kunnen worden met schommelingen in mineralenbiobeschikbaarheid.

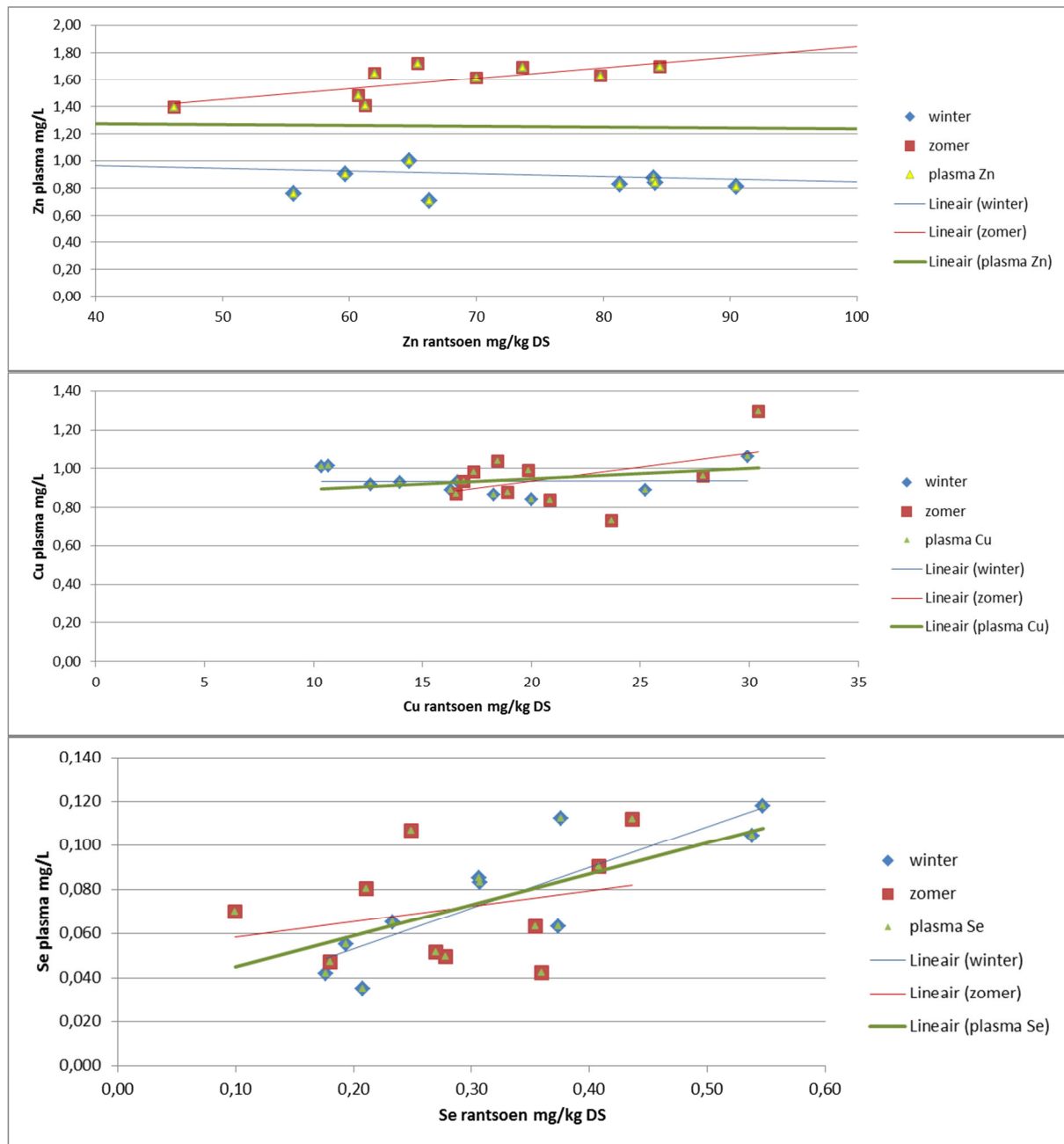
Een eerste manier om de biobeschikbaarheid van mineralen in het rantsoen in te schatten is via analyse van het bloedplasma. De berekende correlaties geven aan of hogere/lagere waarden van een rantsoenkenmerk (voederwaarde of mineralengehalte) samengaat met hogere/lagere bloedplasma waarden van een bepaald mineraal, zonder daarbij uit te gaan van een causaal verband tussen beide. We kijken hierbij voornamelijk naar Cu, Zn en Se, sporenelementen waarbij in de melkveehouderij regelmatig tekorten optreden en waarbij de bloedwaarden kunnen gebruikt worden als inschatting van de dierstatus. Correlaties werden berekend voor de winter- en zomergegevens samen maar ook afzonderlijk per seizoen.

Relatie tussen dierstatus en voedervoorziening van hetzelfde mineraal

Door de correlatie te berekenen tussen de voorziening van een mineraal in het voeder en de gehalten in het bloedplasma kan nagegaan worden of supplementatie een goede strategie is.

In Figuur 5 worden de bloedwaarden van Zn, Cu en Se uitgezet ten opzichte van de voorziening in het rantsoen. Berekenen we de correlatie over de gehele periode dan blijkt er enkel een positieve relatie te zijn voor Se. Voor Cu en Zn vinden we over de gehele periode geen significante correlatie.

Bekijken we de seizoenen afzonderlijk dan blijkt er wel een positieve correlatie te bestaan tussen voederverzorging van Zn en Cu in de zomer en de dierstatus. Opvallend is dat de Zn status van de dieren in de zomer beter is dan de winter terwijl de voederverzorging nagenoeg hetzelfde blijft. Wat aangeeft dat de biobeschikbaarheid van Zn tijdens de zomer beter is. Een belangrijk gevolg hiervan is dat voor de winterrantsoenen extra supplementatie van Cu en Zn geen aanleiding geeft tot een hogere dierstatus.



Figuur 5

Relatie tussen dierstatus en voederverzorging van andere mineralen

Er zijn veel interacties bekend tussen mineralen waarbij het ene mineraal de opname van een ander mineraal belemmert. Correlaties tussen de dierstatus van een mineraal en het gehalte van andere mineralen in het voeder geven een indicatie of de bekende interacties een grote rol spelen of dat andere factoren belangrijker zijn.

Significante correlaties geven echter niet altijd een causaal verband weer. Zoals reeds aangegeven zorgt een betere voederverzorging van Se voor meer Se in het bloed. Wat we nu zien is dat de Se status ook een positieve correlatie vertoont met Mg, Cu en Co. Dit houdt waarschijnlijk verband met het feit dat bedrijven die een hogere Se voorziening hebben door supplementatie met een mineralenkern op die manier ook een hogere voederverzorging hebben van deze elementen. Hetzelfde zien we bij Zn, in de zomer reageert de dierstatus positief op een hoger Zn voorziening wat wellicht de geobserveerde positieve correlatie van Zn status met Se in het voeder verklaart.

De invloed van S is complex. We weten dat S een antagonist is van Cu en Se. De Cu status is enkel in de zomer negatief gecorreleerd met S. De Se status is in de winterperiode positief gecorreleerd met S, in de zomer is er geen effect.

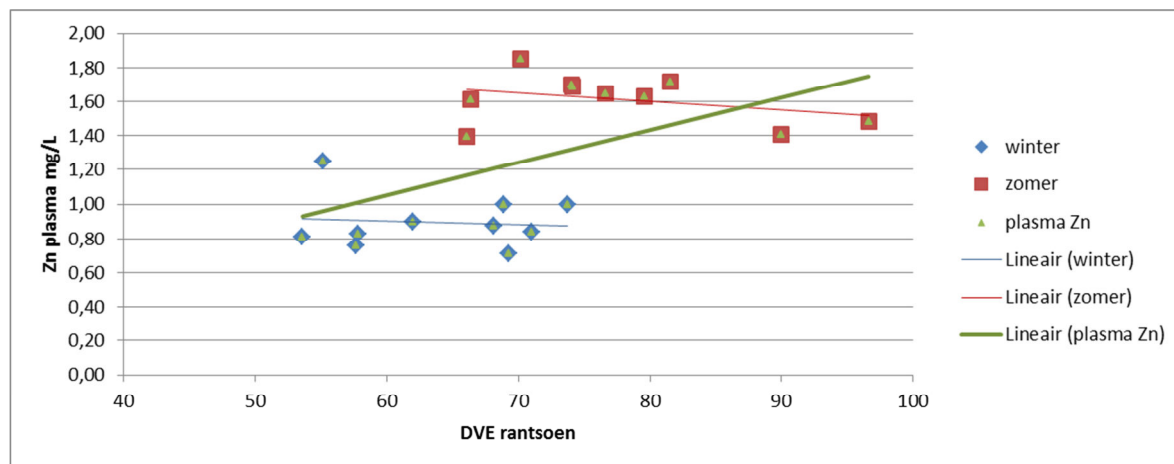
Uit de voederanalyse blijkt dat de zomerrantsoenen een hoger aandeel S bevatten. Deze resultaten kunnen doen vermoeden dat de invloed van S bij lagere concentraties positief kan zijn misschien door een betere microbiële eiwitsynthese maar dat vanaf een bepaalde concentratie het effect van S eerder negatief wordt.

Een andere bekende antagonist van Zn en Cu is Fe, dit zou zich moeten vertalen in een negatieve correlatie Fe in het voeder met de Zn en Cu status, wat we echter niet terugvinden in de cijfers. Dit zou te maken kunnen hebben met het feit dat het Fe gehalte in de voeders bij alle bedrijven zeer hoog was.

Relatie tussen dierstatus en voederwaarden

Voor de Zn status vinden we voor de gehele periode een positieve correlatie met de eiwitvoorziening (DVE, RE, Ureum in de melk) en een negatieve correlatie met suikergehalte van het rantsoen.

Analyse per seizoen geeft echter geen correlaties met deze voederwaarden, waaruit we kunnen besluiten dat de eiwitvoorziening op zich niet aan de grondslag ligt van de verschillen tussen de seizoenen.



Figuur 6

Voor Cu status vinden we een positieve correlatie met de ruwe celstof (RC) opname in de winter.

De Se status is negatief gecorreleerd met de structuurwaarde (SW) van het rantsoen. In de winterperiode is het VEM en DVE gehalte van het rantsoen positief gecorreleerd met de Se status.

Inschatting biobeschikbaarheid via mineralengehalte in de faeces

Een andere manier om de biobeschikbaarheid de mineralen te vergelijken is het mineralengehalte in de faeces te vergelijken met het oorspronkelijke gehalte in het rantsoen. Hierbij werken we met een

referentiemineraal. We berekenen de verhouding van elk mineraal ten opzichte van Ca zowel in het voeder als in de faeces. Wijzigd die verhouding bij het ene mineraal meer dan bij het andere dan is er sprake van een verschil in biobeschikbaarheid. De maat voor biobeschikbaarheid bekomen we dan door het verschil tussen beide verhoudingen te berekenen $((\text{Min d}) / (\text{Ca d}) - (\text{Min f}) / (\text{Ca f}))$. Voor de waarden die aldus worden bekomen werd ook een correlatie berekend met de voederkenmerken en werden dan vergeleken met de correlaties die bekomen werden met de plasmawaarden om na te gaan of de effecten kunnen worden bevestigd.

De correlaties die zo werden bekomen konden de eerder gevonden correlaties via de plasma waarden niet bevestigen.

Relatie mineralen dier en antioxidant status

Om de invloed van de mineralenstatus op de gezondheid van de dieren te evalueren werd ook de antioxidant status bepaald. Hiervoor werden volgende analyses uitgevoerd :

- TBARS : Thiobarbituric acid reactive substances
 - Maat voor oxidatieve stress
- FRAP : Ferric reducing ability of plasma
 - Maat voor aanwezigheid van antioxidanten in plasma
 - Anti oxidant potentieel
- SOD : Superoxidedismutase (bevat Cu en Zn)
 - Schakel in antioxidant mechanisme
- CP : Ceruloplasmine (bevat Cu; zet Fe vrij uit lever)
 - Acutefase-eiwit; gerelateerd aan oxidatieve stress

De correlatie werd berekend tussen mineralengehalte in het plasma en de gezondheidsparameters. Hieruit konden we afleiden .:

- Hoog plasma Fe is geassocieerd met meer oxidatieve stress
- Hoog plasma Cu is geassocieerd met minder oxidatieve stress
- Plasma Cu reflecteert zich in plasma ceruloplasmine

In vitro verteringsproef

Relaties voederkenmerken en ivBB

De mineralen die na de simulatie van de pens en dunne darm vertering in oplossing zijn (in het supernatans na ultracentrifugatie) geven een indicatie van wat potentieel zou kunnen opgenomen worden door het dier.

Het mineralengehalte van het supernatans werd gecorrigeerd voor het mineralengehalte in het toegevoegde pensvocht en buffer. Vervolgens werd de verhouding berekend tussen het mineralengehalte na incubatie en het mineralengehalte voor incubatie wat aangeeft welk aandeel van de mineralen in het voeder na vertering potentieel biobeschikbaar worden, we noemen deze waarde de potentiële in vitro biobeschikbaarheid.

De correlaties tussen de voederkenmerken van de geïncubeerde voederstalen en de potentiële in vitro biobeschikbaarheid werden onderzocht om na te gaan of eerder gevonden correlaties tussen de voederwaarden en de plasmawaarden in vivo konden worden bevestigd.

Bij de keuze van de voederstalen werd een variatie in eiwitgehalte, oplosbaar eiwit en structuur nagestreefd.. Wat de invloed van structuur betreft is dat misschien niet verwonderlijk aangezien deze een grote invloed hebben op herkauwactiviteit en passagesnelheid die in vitro niet kunnen worden gesimuleerd.

Er werd een positieve correlatie gevonden tussen de het Zn gehalte in de voederstalen en de potentiële biobeschikbaarheid, dit werd eveneens vastgesteld voor Se. Wat betekent dat hoe hoger de initiële concentratie is, hoe hoger het percentage dat potentieel beschikbaar wordt.

De bekende negatieve invloed van Fe op Zn en Cu beschikbaarheid en van Mo op Cu beschikbaarheid vonden we in vivo niet terug. Deze verbanden worden wel bevestigd in de in vitro proef, wellicht omdat er een grotere variatie in Fe en Mo gehalte tussen de voederstalen was.

Ook in de in vitro proef moet de in de literatuur beschreven negatieve invloed van S op Cu en Se beschikbaarheid worden genuanceerd, er werd geen negatieve correlatie gevonden.

Indien we een sterk model zoals voor Zn toepassen op de verschillende stalen en we zetten de voorspelde waarde uit ten opzichte van de gemeten waarde komen de datapunten min of meer op een lijn te liggen. We hadden een negatief effect van S supplementatie op Zn biobeschikbaarheid gemeten, dat zie je in de grafiek ook terugkomen. De stalen met S supplementatie (groen) liggen lager op de grafiek.

Effect S toevoeging op ivBB van sporenelementen

Om het effect van een hoger gehalte S in de voederstalen op de potentiële in vitro biobeschikbaarheid van sporenelementen verder te onderzoeken werden de voederstalen nogmaals geïncubeerd ditmaal met toevoeging van extra S.

Het effect van S toevoeging wordt uitgedrukt als de procentuele verandering in percentage punten (pp) van de sporenelementen in oplossing na incubatie(SO) in vergelijking met het gehalte van dat sporenelement in het voeder

($100 * (\text{gehalte met S suppl.} - \text{gehalte zonder S suppl.}) / \text{gehalte in voeder}$).

Door de hoge bijdragen van pensvocht en gebruikte buffers aan de totale Se concentratie, werd ivBB niet in beschouwing genomen. De gemiddelden werden vergeleken met een gepaarde t-test en significantie werd geaccepteerd bij $P < 0.05$.

	SO/voeder zonder S toev.	SO/voeder met S toev.	Verandering in SO/voeder (in pp)	P-waarde
Mn	1,63	1,61	-2,11	0,002
Zn	2,73	2,61	-11,9	0,039
Fe	0,48	0,49	+0,39	ns
Cu	0,76	0,72	-3,54	ns
Co	3,01	3,08	+7,32	0,002
Mo	1,45	1,55	+10,2	ns

We zien een daling van de sporenelementen in oplossing bij Mn en Zn, en een stijging bij Co.

De veranderingen voor Fe, Mo en Cu waren niet significant, wat op zich verwonderlijk is gezien de hoge affiniteit van Cu en Mo voor precipitatie met S.

Conclusie

De mineralenaanvoer vanuit ruwvoeder bij biologische melkveebedrijven vaart wel bij het hoge aandeel grasklaver in de rantsoenen dat duidelijk hogere mineralengehaltes bevat dan maïskuil. Toch blijken mineralensupplementen noodzakelijk, zeker om een voldoende hoge voorziening van Zn, Se, Cu en I te bekomen in de rantsoenen. Bovendien bevatten alle rantsoenen hoge gehalten aan Fe dat Cu en Zn kan blokkeren. Ook Mo dat een antagonistische werking heeft op Cu is op verschillende bedrijven te hoog. Het aandeel van water in de mineralenvoorziening is verwaarloosbaar.

Het verhogen van het gehalte sporenelementen in grasklaver via bemesting lijkt niet de aangewezen weg aangezien hogere bodemgehalten zich niet vertalen in hogere gehalten in de plant.

De bloedplasmawaarden voor de sporenelementen bevinden zich voor de meeste dieren boven de norm. Waarden onder de minimumnorm bij dieren werden vastgesteld voor Mg, Na, Fe, Zn, Cu en Mn. In het weideseizoen valt vooral de hogere Zn status op die in de winter bij veel bedrijven dicht bij de minimumnorm komt. Indicatoren voor oxidatieve stress geven wel degelijk aan dat er een verband is tussen de mineralenstatus van de dieren en gezondheid.

De dierstatus verhogen door de aanvoer uit supplementatie te verhogen is voor Se een goede strategie. Voor Zn, en in mindere mate voor Cu is dit enkel het geval tijdens de weideperiode. Tijdens het stalseizoen geeft een hogere voorziening in het voeder van Cu en Zn geen aanleiding tot hogere bloedplasmawaarden.

De werking van S als antagonist van Cu en Se zien we enkel bij Cu in de zomer. De Se status is in de winterperiode zelfs positief gecorreleerd met S in het voeder. Uit de voederanalyse blijkt dat de zomerrantsoenen een hoger aandeel S bevatten. Ook in de in vitro proef werd geen negatief effect van S op Cu beschikbaarheid vastgesteld. Deze resultaten kunnen doen vermoeden dat de invloed van S bij lagere concentraties positief kan zijn misschien door een betere microbiële eiwitsynthese maar dat vanaf een bepaalde concentratie het effect van S eerder negatief wordt.

De bekende negatieve invloed van Fe op Zn en Cu beschikbaarheid en van Mo op Cu beschikbaarheid vonden we in vivo niet terug vermoedelijk omdat Fe en Mo in de rantsoen bij alle bedrijven redelijk hoog was. Deze verbanden werden echter wel bevestigd in de in vitro proef.

Er werden geen aanwijzingen gevonden dat het eiwitgehalte of de bestendigheid van het eiwit een invloed heeft op de biobeschikbaarheid van sporenelementen. Wat betreft structuurvoorziening vonden we een positieve invloed op Cu status maar een negatieve op Se status. Deze resultaten stellen ons dus niet in staat om een eenvoudige rantsoenstrategie te formuleren om de biobeschikbaarheid van sporenelementen te verbeteren.

Opvallend is dat de Zn status van de dieren in de zomer beter is dan in de winter terwijl de voedervoorziening nagenoeg hetzelfde blijft. De zomerrantsoenen onderscheiden zich duidelijk van de winterrantsoenen door een hogere eiwitvoorziening, een hoger S gehalte en een lager suikergehalte doch deze voederkenmerken zijn binnen de seizoenen niet gecorreleerd met Zn status. Er is dus een onbekende factor die de biobeschikbaarheid van Zn in de zomer positief beïnvloedt.