

Lehmien magnesiumaineenvaihdunta ja ruokinta

Kirsi Järvenranta
Luke Maaninka

Nurmet Rahaksi – Rehujen kivennäisainetasapaino
DCAD -pienryhmä
Maaninka 24.11.2016

Lindberg (2016) lisensointityö:

- Magnesium poikimahalvauksen ehkäisyssä ja hoidossa, sekä kliinisiä havaintoja. Katsaus magnesiumin saantiin, merkitykseen, mittaukseen ja annosteluun. Havaintoja suomalaisten poikimahalvauslehmien kliinisestä kuvasta.
- Ummessaoloajan rehun magnesiumipitoisuus on suurin yksittäinen tekijä joka vaikuttaa poikimisen yhteydessä syntyvään kalsiumvajeeeseen



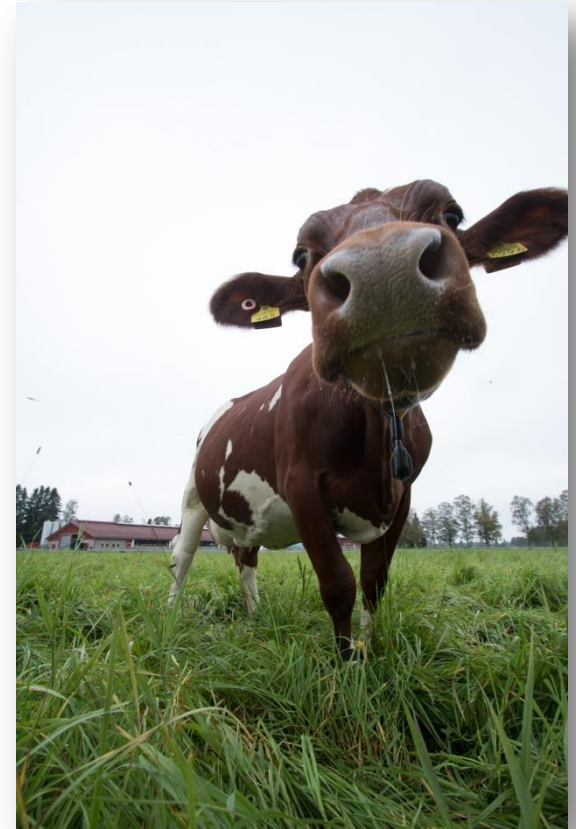
Magnesiumin imeytyminen 1

- Lehmä saa magnesiumia vain rehusta
- Magnesiumin saannissa kriittisin vaihe on imeytyminen pötsistä
- Aktiivista ja passiivista imeytymistä
- Pumput ja soluvälit
- Jonkin verran imeytyy myös suolistosta (vähän)
- Mg imeytymistä haittaa sen hydrofiilisyys, hydraattimuodossa Mg-ioni on 400 kertaa suurempi kuin ilman vesikuorta
- Ca 25 kertaa suurempi, K vain 4 kertaa suurempi

- Ei ihme että Mg ”häviää” Ca:lle ja K:lle imeytymisessä > se ei pysty ”riisumaan” vesiverhoaan, kun taas em. pystyvät

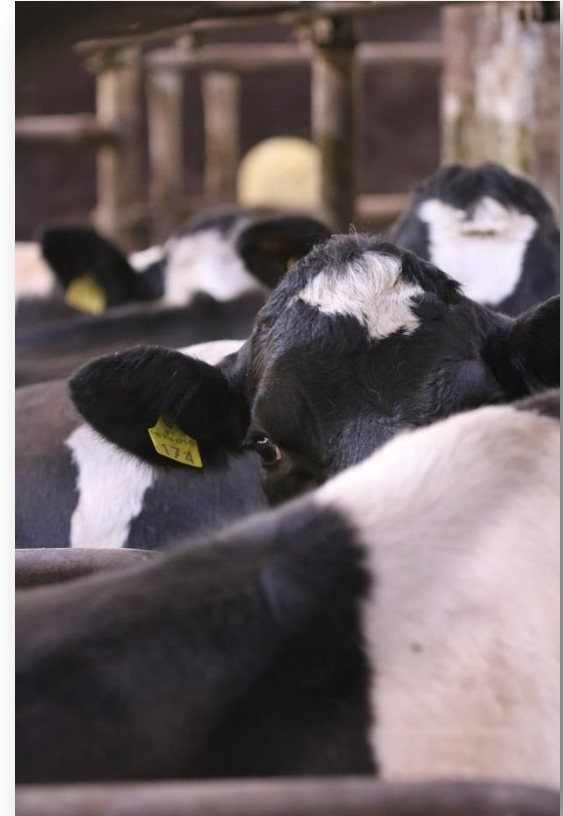
Magnesiumin imeytyminen 2

- Korkea kaliumpitoisuus haittaa imeytymistä pötsistä
 - Lampailla tehdyssä tutkimuksessa rehun korkea K pitoisuus vähensi Mg imeytymisen puoleen matalaan K – pitoisuuteen verrattuna
- Jos rehussa riittävän korkea Mg –pitoisuus (0.35-0.40 %), myös passiivinen imeytyminen toimii
- Rehun Mg -pitoisuuden nostaminen **0.3%:sta 0.4%:iin vähensi poikimahalvausriskiä 62%** (Lean ym. 2006)
- Apilassa korkea Ca – mutta myös korkea Mg... syy, miksi apilarehu ei välttämättä lisää poikimahalvausten esiintymistä?



Magnesium elimistössä

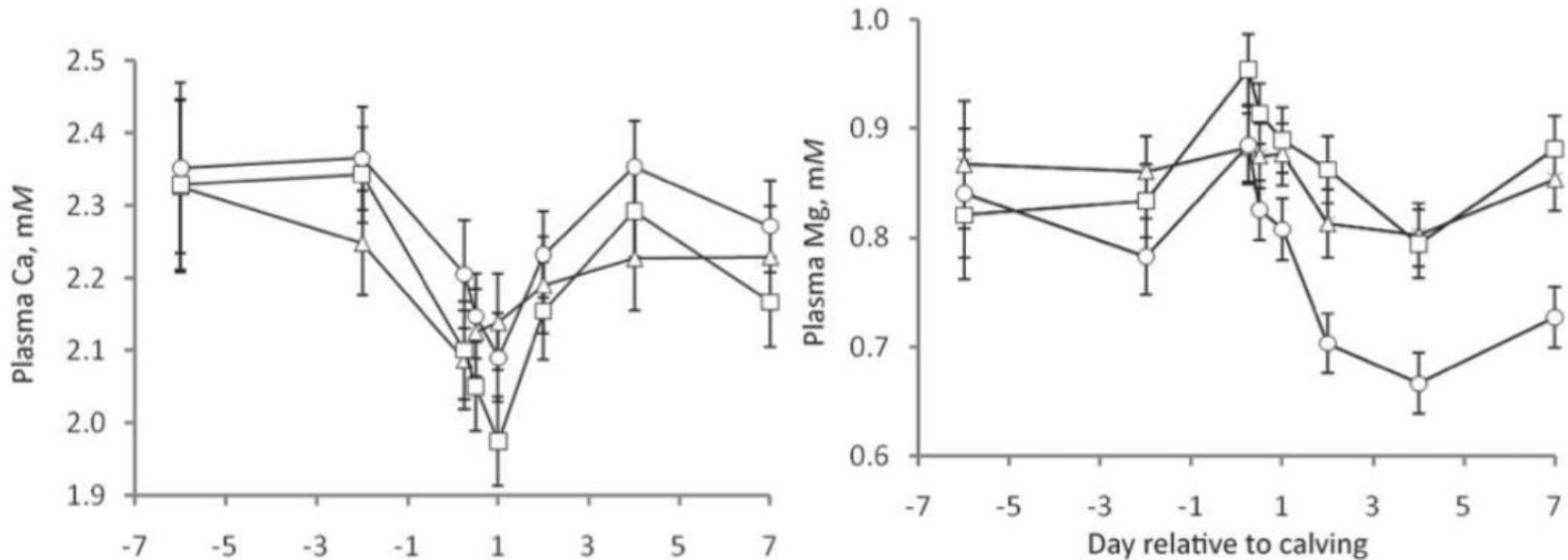
- Lehmän elimistössä magnesiumia on (Mayland 1988)
 - 0.7 g vapaana veressä
 - 2.5 - 3 g solunulkoisessa nesteessä
 - 79-195 g solujen sisällössä pehmytkudoksessa (sitoutuneena proteiineihin)
 - 170 g luustossa
- Ternimaidon Mg –pitoisuus on 0.3 g/l eli 30 litraa ternimaitoa sitoo 9 g magnesiumia
- Siinä missä Ca –vaje haurastuttaa luuta, Mg –vaje aiheuttaa pehmytkudokseen puutostilan > monien elintoimintojen häiriintyminen



Lehmän magnesiumtilan arvioiminen

- Verestä vaikea arvioida > magnesiumia otetaan nopeasti vereen pehmytkudoksista
 - Normaali pitoisuus 0.8-1.0 mmol/l
 - Alle 0.7 mmol/l on jo Mg puutos, mutta laidunhalvauksen kliiniset oireet (makuullaolo, nykiminen, hermostuneisuus) tulevat vasta 0.5-0.4 mmol/l tasolla
 - Aineenvaihdunta nopeaa, erittyy tunneissa munuaisten kautta
 - Lehmät joilla subkliininen Mg vaje 0.7-0.5 mmol/l ovat hitaita syömään ja tuottavat alle potentiaalinsa
- Veriarvoja harvoin mitataan
- Solunsisäinen Mg puutos voi jo olla vaikka plasman pitoisuus olisi ok

Veren Mg ja Ca –pitoisuus poikimisen yhteydessä



Kuva 1. Plasman kalsiumpitoisuus laskee ja magnesiumipitoisuus nousee poikimisen aikaan terveilläkin lehmillä. Δ vähiten kalsiumia saaneet; \square keski; \circ eniten kalsiumia saaneet (Kronqvist ym. 2011).

Kalsium poikimahalvaushoidon yhteydessä

- Poikimahalvaus on suuri stressi erityisesti sydämelle: sekä sairaus että sen hoito voivat aiheuttaa sydänpysähdyksen
- Ennen hoitoa, Ca -vajeessa sydämen toiminta hidastuu ja ”löystyy”, sydämen lihasolut tarvitsevat kalsiumia supistumiseen
- Lehmä kuolee sydänpysähdykseen, kun kalsium vähenee niin paljon että sydänlihas ei enää supistu
- Hoidettaessa (infuusio) sydän ”imuroi” kalsiumia tehokkaasti
- Hoidon aikana sydänlihakseen saattaa kertyä liikaa kalsiumia, joka johtaa kammiotakykardiaan eli sydän supistuu niin nopeasti että kramppaa ja pysähtyy siitä syystä
- Adrenaliini kiihdyttää sydänsolujen kalsiuminottoa ja sydämen lyöntitiheyttä ja lisää äkkikuoleman mahdollisuutta
- Sairauden ja hoidon aikana tulisi välttää kaikkea ylimääräistä kuormitusta: rauhallinen hoitotilanne, muut eläimet pois, ei kovia ääniä, ei väkisin ylösajamista tms.

Magnesium suojaa poikimahalvaushoidon yhteydessä

- Magnesium estää kalsiuminfuusion yhteydessä liiallisen kalsiumin kertymistä sydänlihassoluihin
- Ehkäisee adrenaliinin vaikutusta, kammiotakykardiaa, sydänlihaksen liiallista supistumista ja sydänpysähdystä
- Vähäinen yliannostus ei haittaa (sopiva annos 3g; Lindberg 2016)
- Pitoisuus veressä normalisoituu parissa tunnissa



Lindberg (2016) selvitys poikimahalvauslehmistä

AINEISTO JA MENETELMÄT

- 46 poikimahalvauslehmää (suurin osa Pohjois-Pohjanmaalta)
- Verinäytteet, analyysit: Ca ja Mg
- Ensimmäinen tai toinen poikimahalvaushoito (37 ensimmäisen hoitokerran näytteitä, 7 toisen hoitokerran näytteitä, 2 hylättyä)
- Lehmät olivat 2.-7. kerran poikivia

TULOKSET:

- Kalsiumpitoisuus oli matala 1.2 mmol/l (normaalisti 2.1-2.8)
- Magnesiumpitoisuus oli korkeahko 1.2 mmol/l (0.7-1.2).
- Pintalämpötila matala, sydän- ja pötsiäänät heikentyneet
- Hoito lisäsi rytmihäiriöitä jonkin verran sekä lisäsi sydän- ja pötsiääniä, röyhtäilyä
- Korkeamman kuntoluokan lehmillä pisin aika nousemiseen
- Lisäkilpirauhashormonin vaikutus näkyy Mg -pitoisuudessa

Mg -ruokinta Suomessa 1



- Suositus ummessaolevalle 550 kg lehmälle 14g/vrk, laidunkauden alussa 18g/vrk
- Jos ummessaoleva lehmä syö vajaat 10kg kuiva-ainetta/vrk dieetin pitoisuus olisi suosituksen mukaan alle 0.14-0.18%
 - Todellinen saanti riippuu kuitenkin rehujen pitoisuudesta
 - Rehutaulukoiden mukaan säilörehu sisältää \sim magnesiumia n. 2 g / kg ka eli saanti säilörehusta 20 g/vrk (dieetin pitoisuus 0.2%)

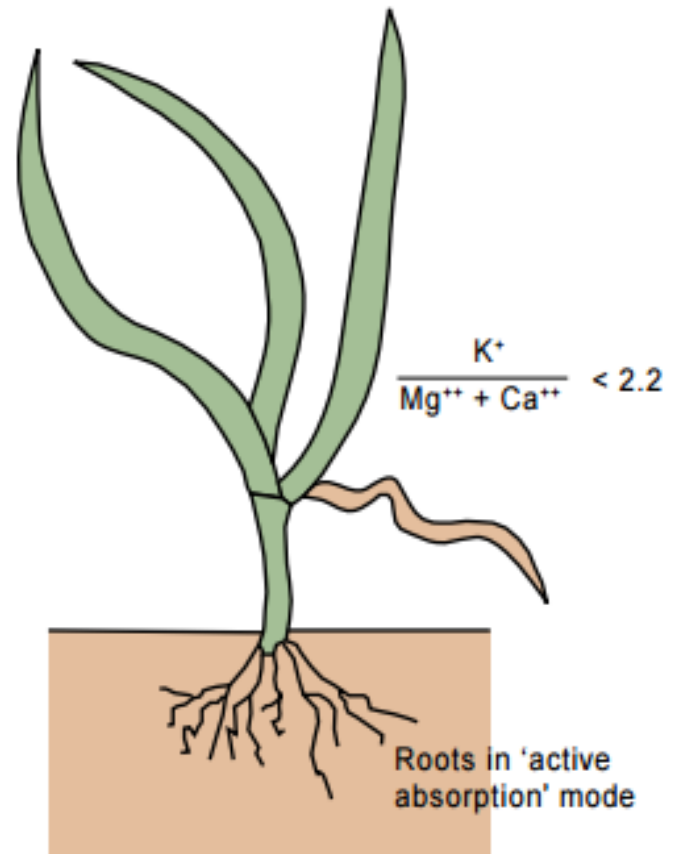
Mg -ruokinta Suomessa 2

- Tutkimusten mukaan **tarve poikimisen lähestyessä 0.35-0.40%**
 - Kivennäisen magnesiumpitoisuus on erityisen tärkeä!
 - Esim. jos kivennäinen sisältää magnesiumia 150g/kg ja lehmä saa sitä 150g/vrk, dieetin pitoisuus nousee tasolle 0.43%
- **Edellytykset: kivennäistä on riittävästi**
- **Lehmä syö annoksensa**
- **Pieni ylimäärä ei haittaa, isoissa määrissä ripulia ja velttoutta**



Nurmen kivennäisten otto

- Suhteellisen tasapainoinen kivennäiskoostumus ($K/Mg+Ca$ suhde alle 2.2), jos maan ravinnetilanne ja kasvukunto ovat ok
- Typpilannoitus eli maanesteessä runsaasti nitraattia vetää kaverinaan myös kaliumia kasviin.
- Magnesiumin otossa massavirtaus ja aktiivinen, energiaa ja happea vaativa pumppu, kaliumin otossa diffuusio . Hapettomuus haittaa pumpun toimintaa > Mg otto heikkenee.
- Alhainen pH alle 5.5 haittaa Mg ottoa (Al^{3+} , H^+ ja Mn^{2+}), samoin korkea pitoisuus NH_4^+ , K^+ ja Ca^{2+} maanesteessä



Nurmen kivennäisten otto – kylmän sään vaikutus

- Pidempi (yli 4 vrk) kylmän sään jakso, jolloin maan lämpötila laskee alle 7 asteen, saa nurmen juuriston toimimaan hitaammin. Nurmen kasvu hidastuu, haihdunta vähenee ja Mg massavirtaus hidastuu
- Kaliumia kertyy juurten läheisyyteen enemmän suhteessa Ca ja Mg, koska kalium on reaktioltaan niitä nopeampi ja maassa saattaa olla sitä enemmän (reservi-K, lannoitteen ja lannan K)
- Nurmen K/Mg+Ca suhde pysyy kuitenkin alle 2.2, koska kasvu on hidasta ja kivennäisten otto myös.

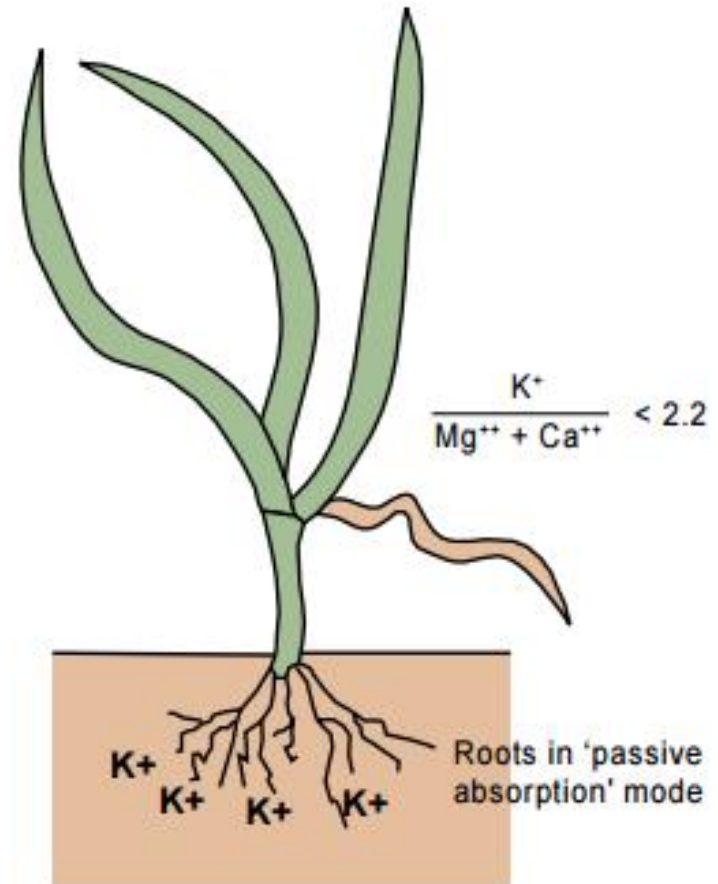


Figure 4: A grass in 'passive absorption' mode as a result of several days of cold weather. At the same time K⁺ is accumulating around its roots.

Nurmen kivennäisten otto –sää lämpenee nopeasti

- Kylmän jakson jälkeen tulee lämmintä, maan lämpötila nousee yli 8 asteen.
- Juurten läheisyyteen kertynyt kalium syöksyy kasviin (joka on taipuvainen luksusottoon muutenkin), kun nopea kasvu alkaa.
- Nurmen K/Mg+Ca suhde nousee yli 2.2
- Tilanne normalisoituu noin 5-7 vuorokauden kuluessa.

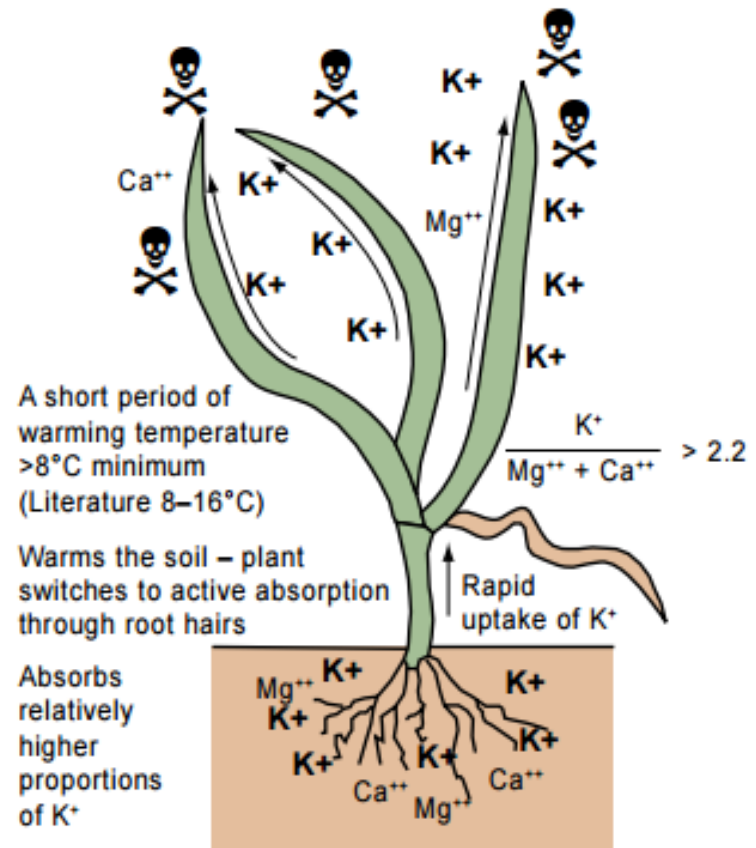
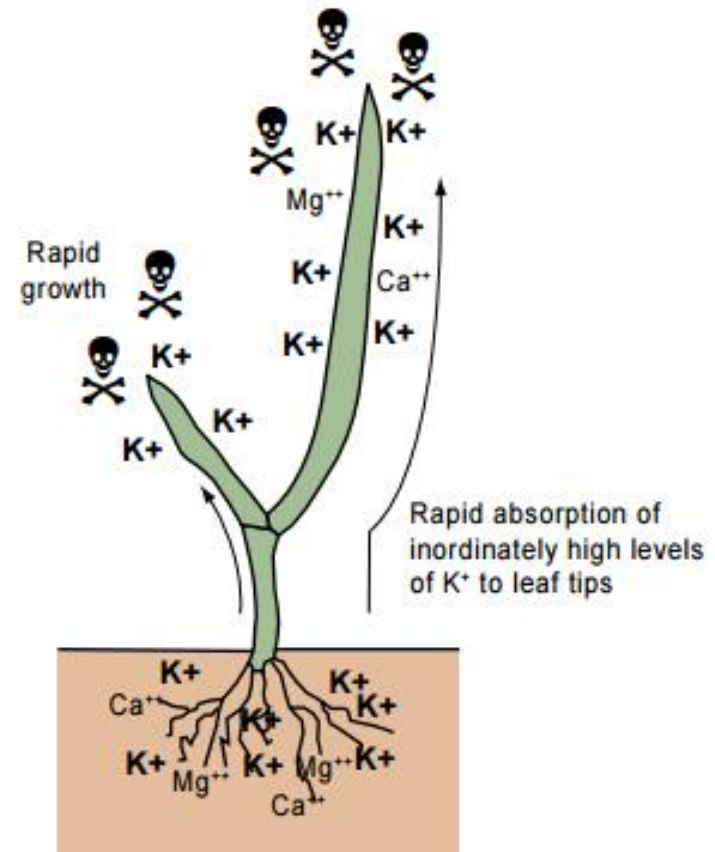


Figure 5. A plant with high potassium (K^+) in the leaves and a K^+ to Ca^{++} and Mg^{++} ratio greater than 2.2, which if eaten can cause grass tetany.

Nurmen kivennäisten otto – kuivuuden vaikutus

- Nurmi ei pysty pitkän kuivuuden takia kasvamaan normaalisti. ”Pitkä kuivuus” on jakso, joka silminnähden haittaa nurmen kasvua. Aiemmin lienee ollut Suomen oloissa harvinainen, tulevaisuudessa yleisempi varsinkin kakkosadolle?
- Kaliumia kumuloituu juurten lähelle maanesteeseen
- Sateen jälkeen nopea kaliumin otto verrattuna kalsiumiin ja magnesiumiin.
- Jos niitetään alle 5 vrk sateen jälkeen, nurmen K pitoisuus voi olla vaarallisen korkea kalsiumiin ja magnesiumiin verrattuna.



Keväisten (2016) tilanäytteiden rehuarvojen yhteenveto

	1 sato	2 sato
pH	3.93	4.11
Ammoniakkityppi	60	52
Maito- ja muurahaishappo	60	50
Haihtuvat rasvahapot	20	19
Liukoinen typpi	527	437
Arvosana	8	8
Kuiva-aine	250	364
Raakavalkuainen	136	136
Kuitu (NDF)	570	526
D-arvo	677	679
Pelkistävät sokerit	32	86
Sulamaton kuitu (iNDF)	79	75
Tuhka	67	71
Nurmipalkokasvin osuus	11	19
ME (energia-arvo)	10.8	10.82
OIV	81	81.7
PVT	15	9.8
Syönti-indeksi	100	104
ME-indeksi	100	104
SRV	97	97

Keväisten tilanäytteiden kivennäispitoisuuksien sekä laidunhalvausriski-indeksin ja DCAD -arvojen yhteenvedo

Keskiarvo g/kg ka	1. niitto	2. niitto
K	23.3	24.9
Ca	3.7	5.1
Mg	1.6	1.9
P	2.4	2.7
Na	0.04	0.09
Cl	4.2	5.9
S	1.8	1.9
K/(Ca+Mg)	2.02	1.59
DCAD	367	353



Säilörehun Mg –
pitoisuudet ovat
lehmän tarpeeseen
nähdn liian matalia

Minimi g/kg ka	1. niitto	2. niitto
K	18.5	13.0
Ca	1.8	2.4
Mg	1.0	1.1
P	1.9	1.8
Na	0	0
Cl	0.8	0.6
S	1.0	1.0
K/(Ca+Mg)	1.09	0.74
DCAD	178	193

Maksimi g/kg ka	1. niitto	2. niitto
K	27.6	34.8
Ca	6.0	8.2
Mg	2.0	2.6
P	2.8	3.2
Na	0	0
Cl	7.8	12.7
S	2.2	2.5
K/(Ca+Mg)	3.23	2.29
DCAD	483	558

Yhteenveto ja johtopäätökset

- Magnesium tärkein ummessaoloajan kivennäisaine poikimisen kalsiumaineenvahdunnan kannalta
- ”Ujo” kivennäinen imeytymään, korkea K ja Ca haittaavat sekä maassa että pötsissä
- Huonot (kylmä+sateinen sää, hapan+tiivis+märkä maa, kasvua haittaava kuivuus) olosuhteet vähentävät Mg pitoisuutta nurmessa suhteellisesti enemmän kuin K ja Ca -pitoisuutta
- Säilörehussa ei yleensä läheskään tarpeeksi magnesiumia ummessaolo tai tunnustuskauden tarpeisiin > **KIVENNÄINEN** ja riskilehmille tuubi tai MgO –lisä.

