

Slutredovisning av RJN-projekt:

Systemanalys av hur olika faktorer påverkar innehåll av mineralämnen i vallfoder i norra Sverige

Anne-Maj Gustavsson

Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå;

Bakgrund

Vallfoder utgör en betydande andel av idisslarnas foderstater och har stor betydelse för hur stor mängd mineralämnen som utfodras. Vallen är källan för de naturliga mineralämnena (Hopkins, 1994). Vallfodrets innehåll av mineralämnen varierar mellan olika platser. I nordiska försök har bland annat Kähare och Nissinen (1978) och Lindström et al. (2014) funnit att jordarten och pH har betydelse. Högh-Jensen och Söegaards (2012) har pekat på att odlingsåtgärder som har stor betydelse för mineralämnestillförseln till vallfoder är att välja arter som innehåller höga koncentrationer, att påverka baljväxtinnehållet i blandningen med hjälp av kvävegödsling eftersom många baljväxter näst efter örter (t ex cikoria) kan innehålla höga halter, samt att välja skördetid. Lindström et al. (2012) har visat att baljväxter ofta har ett högre innehåll av mikronäringsämnen är gräs.

Mineralämnena behövs för djurens hälsa och produktion (Suttle, 2010). Det har inte varit så vanligt att man har analyserat mineralämnena i vallfoder, utan man har använt tabellvärden vid beräkning av foderstater och för att vara säker på att djuren får i sig tillräckligt har man tillfört mineralämnena via mineralfodret både i ekologiska och konventionella foderstater så att det inte ska vara brist. Mineralfoder är dock dyrt och ofta en ändlig resurs så om man vet innehållet i vallfodret kan man anpassa foderstaten efter det.

Eriksson (2005) har undersökt innehållet i vallfoder på gårdar i Sverige, och har kunnat relatera en del djurhälsoproblem till mineralämnesinnehållet.

Risken för överskott av mineralämnena har främst gällt molybden (McDonald et al., 2002)), där halterna ibland kan vara så höga att det blir giftverkan. En eventuell molybdenförgiftning hänger ihop med innehållet av koppar, så kvoten dem emellan kan vara viktig om det är mycket molybden och lite koppar.

Mikronäringsämnena behövs i mycket små mängder hos växter och djur. Trots detta är de mycket viktiga eftersom de ofta ingår som enstaka atomer i stora molekyler som enzymer och proteiner som styr viktiga mekanismer (McDonald et al., 2010). De finns i halter som är så små att man ofta anger dem som mg per kg torrs substans (ts). Man kan få en uppfattning om hur små mängderna är genom att beräkna hur mycket man skördar per ha i en normal vallskörd. Om det finns 1 mg/kg ts och man skördar 4 ton ts per ha kommer man att skörda 4 g per ha av mikronäringsämnet. Vid en halt av 10 mg/kg ts kommer man att skörda 40 g per ha. Ett tiokronorsmynt väger ca 7 g, det innebär att man skördar cirka ett halvt tiokronorsmynt om halten är 1 mg och 5-6 stycken om halten är 10 mg/kg ts. Makronäringsämnena förekommer i större mängder i växter och djur. Man anger ofta halten i g/kg ts, alltså tusen gånger högre än för

mikronäringsämnen. Om det finns 1 g/kg ts och man skördar 4 ton per ha så skördar man alltså 4 kg av makronäringsämnet och om man tar kalium som exempel som ofta har en halt på cirka 25 g/kg ts så skördar man cirka 100 kg K per hektar i en normal vallskörd.

Syfte

Målsättningen med projektet var att studera effekt av kvävegödsling, försöksår, växtart/växsort, skördetidpunkt och skördetillfälle på innehåll av mikronäringsämnen (koppars (Cu), mangan (Mn), molybden (Mo), zink (Zn) och järn (Fe)) och makronäringsämnen (fosfor (P), kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg), klor (Cl), natrium (Na) och svavel (S)).

Material och metoder

Försöksuppläggning

Vi har analyserat vallskörden i två fältexperiment vid Röbbäcksdalens forskningsstation, SLU Umeå. I experiment 1 (kallas i fortsättningen "N-studien") studerades effekterna av gödsling med kväve (N), skördetid och årsmån på timotejsorterna Grindstad och Jonatan och på ängssvingelsorten Kasper. I experiment 2 (kallas i fortsättningen "blandvallsstudien") studerades effekterna av skördetid och årsmån på ekologiska blandvallar med gräs (ängssvingel och timotej) och baljväxter (rödklöver och käringtand). Ett liknande experiment som experiment 2 har utförts på Lanna forskningsstation, SLU i Skara som har utvärderats med annan finansiering (SLF och jordbruksverket) (Gustavsson och Nadeau, 2014).

Båda experimenten såddes in i korn våren 2004 och skördades 2005 (vallår 1) och 2006 (vallår 2). I samband med sådden gödslades insådden med 20 ton flytgödsel.

I **N-studien** jämfördes timotejsorterna (a) Grindstad, (b) Jonatan och ängssvingelsorten (c) Kasper (smårutor), vid tre olika skördetidpunkter i första skörd (mellanrutor), vid tre olika kvävegödslingsnivåer (i) 30 + 30 kg N/ha, (ii) 90 + 90 kg N/ha och (iii) 120 + 90 kg N/ha (storrutor), i ett split-split-plot-experiment med två block. Skördedatum för första skörd 2005 var den 7/6, 16/6 och den 22/6, och återväxten skördades den 13/7 (20 dagar efter skörd 1 den 22/6) och 3/8 (41 dagar efter skörd 1 den 22/6). År 2006 togs första skörd den 8/6, 14/6 och 21/6. Återväxten skördades den 26/7 (36 dagar efter första skörd den 21/6) och den 8/8 (49 dagar efter skörd 1 den 21/6). Observera att i skörd 2 år 2005 skördades den första tidpunkten mycket tidigt (i betesstadiet bara 20 dagar efter skörd 1). Fosfor och kalium tillfördes enligt behov enligt markkartan, och svavel som ingrediens i kvävegödselmedlet.

I **blandvallsstudien** jämfördes blandningarna (a) rödklöver (Betty) och timotej (Grindstad); (b) rödklöver (Betty) och ängssvingel (Kasper), samt (c) käringtand (Oberhaunstaedter) och timotej (Grindstad). Skördedatum var (skörd 1+skörd 2): 20/6+2/8, 28/6+9/8 och 3/7+15/8 år 2005, och 13/6+25/7, 20/6+1/8 och den 28/6+7/8 år 2006. Återväxten skördades alltså cirka sex veckor efter var och en av de tre skördetidpunkterna i första skörd båda åren. Försöket var upplagt som ett split-plot-försök med tre block i fält. Vallväxtblandning var storruta och skördetidpunkt var småruta (15 m²). Det här var ett ekologiskt försök så ingen gödsling med handelsgödsel utfördes. Stallgödsel tillfördes bara under etableringsåret (20 ton flytgödsel i samband med sådd). Rödklöverhalten år 2005 varierade mellan 12-27 % i första skörd, och mellan 49-58 % i återväxten. Käringtandhalten var mycket lägre, 3-6 % respektive 18-23 %. År 2006 var rödklöverhalten 22-39 % i första skörd och 61-71 % i återväxten. Käringtanden år 2006 var 0-2

% i första skörd och 15-22 % i återväxten Käringtandhalten i första skörd var så låg att det var svårt att få tillräckligt mycket prov för att det skulle räcka till analys.

Provtagning och analyser

Prover sorterades för bestämning av botanisk och morfologisk sammansättning, växtens utvecklingsstadium och för vitamin- och näringsanalys från varje försöksruta vid varje skördetillfälle. Klimatdata registrerades från SMHI (ca 3 km från försöket), och uppgifter om provplatsens jordart, pH och markkarteringsdata inhämtades. Analys av vallproverna utfördes på varmluftstorkade prover (60 °C) för varje art på DairyOne, Ithaca, NY, USA (<http://dairyone.com/wp-content/uploads/2014/02/Forage-Lab-Analytical-Procedures-Listing-Alphabetical-July-2015.pdf>). Proverna från 2 block analyserades våtkemiskt enligt CNCPS-konceptet (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) (bl a råprotein, NDF, ADF, WSC, smältbar organisk substans, råfett, aska och makronäringsämnen kalium (K), fosfor (P), magnesium (Mg), kalcium (Ca), natrium (Na), svavel (S), klor (Cl), samt mikronäringsämnen koppar (Cu), mangan (Mn), molybden (Mo), zink (Zn) och järn (Fe). Alla ämnen utom klor analyserades med hjälp av ICP-OES (Inductivity Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer). Klor analyserades med hjälp av titrering (för detaljerad beskrivning av analyserna se: <http://dairyone.com/wp-content/uploads/2014/02/Forage-Lab-Analytical-Procedures-Listing-Alphabetical-July-2015.pdf>).

Statistisk analys. Analys av data utfördes med PROC MIXED i SAS. I N-studien var de fixa faktorerna N-giva, art/sort och år samt tidpunkt för första skörd och tidpunkt för återväxtskörd. Data delades upp i första skörd och återväxt. De slumpmässiga faktorerna var block(försöksår) och block x art/sort(försöksår) och block x N-giva(försöksår). I blandvallsstudien delades data upp i baljväxter i första skörd, gräs i första skörd, baljväxter i andra skörd samt gräs i andra skörd. De fixa faktorerna var försöksår, blandning och tidpunkt för första skörd respektive tidpunkt för återväxtskörden. De slumpmässiga faktorerna var block(försöksår) och block x blandning(försöksår). Käringtandhalten var mycket låg i första skörd år 2005 och 2006. Det gjorde att provmängden bara räckte till för analys vid tidpunkt 2 och 3 år 2005.

Resultat mikronäringsämnen

Koppar (Cu) (Figur 1a och tabellerna 1-2)

N-studien

Första skörd: Halterna varierade mellan 3 och 7 mg/kg ts för båda åren. Varken skördetid, år eller N-giva hade någon betydelse.

Andra skörd: I medeltal över sort/art och N-giva var Cu-halten högst vid den tidiga betestidpunkten 20 dagar efter första skörd år 2005 (7,8 mg/kg ts), näst högst vid tidpunkt 2 år 2005 (5,3) och lägst för båda tidpunkterna år 2006 (4,1 and 3,9). Grindstad hade speciellt höga halter vid den tidiga tidpunkten år 2005 främst pga höga värden i ett av blocken. Om man bortser från dessa värden varierade gräsen mellan 6.0 och 9.0 mg/kg ts vid den tidiga tidpunkten år 2005, vid mera normal ensilagetidpunkt varierade halterna mellan 2.0 och 7.5 mg/kg ts. Kopparhalten steg med ökad N-giva i medeltal över art/sort, skördetidpunkt och år.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Halterna var mycket låga både hos timotej och ängssvingel (2-4 mg/kg ts). Även om det fanns skillnader mellan behandlingarna när man titta på huvudeffekterna skördetid, år och vallblandning så var de numeriska skillnaderna så små att de saknar praktisk betydelse.

Första skörd baljväxt: I de få käringtandprover som analyserades var Cu-halten ca 5 mg/kg ts vilket var högre än för gräset men lägre än för rödklöver (7 – 11 mg/kg ts). I medeltal över år hos rödklöver var skillnaderna störst vid den tidigaste tidpunkten där rödklöver i blandningen med ängssvingel hade lägre halt än i blandningen med timotej.

Andra skörd gräs: Kopparhalterna varierade mellan 2 och 6.5 mg/kg ts, ingen av behandlingarna hade någon signifikant effekt.

Andra skörd baljväxt: Halterna var högre hos rödklöver än hos käringtand. Båda baljväxarterna hade högre halter än de båda gräsen. I medeltal över art och skördetidpunkt var det högre halter år 2005 än år 2006.

Molybden (Mo) (Figur 1b och tabellerna 1-2)

N-studien

Första skörd: I medeltal över år, tidpunkt och N-giva hade ängssvingel Kasper högre värden än de båda timotejsorterna. Kasper låg mellan 2 och 3 mg/kg ts, medan de båda timotejsorterna låg under 2 mg/kg ts. Halterna sjönk med skördetidpunkten speciellt hos ängssvingel Kasper.

Andra skörd: Ängssvingelns Mo-halt översteg 2 mg/kg ts för samtliga behandlingar. Vid betestidpunkten 2005 var halten speciellt hög (4-7 mg/kg ts). De båda timotejsorterna hade mycket låga halter, förutom vid den tidiga skörden 2005 när halterna varierade mellan 2 och 3 mg/kg ts.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Molybdenhalterna hos gräs i första skörd var mycket låga. Ängssvingel 2005 hade de högsta halterna men alla halterna var lägre än 1.5 mg/kg ts.

Första skörd baljväxt: Baljväxterna hade högre värden än gräsen och det var det inga stora skillnader mellan rödklöver och käringtand (1-3 mg/kg ts).

Andra skörd gräs: År 2005 utmärkte sig ängssvingeln år med halter mellan 3.9 och 4.5 mg/kg ts. I övrigt låg halterna under 2 mg/kg ts för båda gräsarterna.

Andra skörd baljväxt: I återväxten hade båda baljväxterna låga halter, den högsta halten var 1.8 mg/kg ts.

Mangan (Mn) (Figur 1c och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: Halterna varierade mellan 20 och 45 mg/kg ts. I medeltal över N-giva och år hade Kasper högre halter än de båda timotejsorterna. Timotej hade lägre värden år 2005 än 2006, men inte ängssvingel.

Skörd 2: Halterna i andra skörd varierade mera än i första skörd (20-100 mg/kg ts). I medeltal över N-giva hade Kasper högre halter än timotejsorterna vid alla skördetidpunkter. I medeltal över N-giva och art/sort var halterna högre år 2005 än 2006 både vid tidpunkt 1 och 2. I medeltal över skördetidpunkt, art/sort och år gav lägre N-giva högre halter.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Halterna varierade mellan 30 och 75 mg/kg ts. I medeltal över skördetidpunkt hade båda gräsarterna betydligt högre halter år 2005 än 2006. I medeltal över skördetidpunkt och år hade ängssvingel högre halt än timotej i blandning med käringtand. I medeltal över blandning hade den tidigaste skördetidpunkten lägre halt än den senaste båda åren.

Första skörd baljväxt: I medeltal över skördetidpunkt hade rödklöver lägre halter 2005 än 2006. År 2005 hade rödklöver och käringtand ungefär samma halter. Båda baljväxterarna hade lägre halter än gräsen.

Andra skörd gräs: Halterna varierade mellan 60 och 140 mg/kg ts. Halterna i skörd 2 var högre än i första skörd för båda gräsen. I medeltal över skördetid hade ängssvingel år 2005 högst halt. Det fanns en trend att halterna var högre år 2005 än år 2006 ($p = 0,06$). I medeltal över år och skördetid hade ängssvingel högre halt än de båda timotejleden.

Andra skörd baljväxt: Båda baljväxterarna hade lägre halt än gräsen båda åren. I medeltal över år hade sent skördad rödklöver i blandning med timotej högre halt än tidigt skördad rödklöver i blandning med ängssvingel och tidigt skördad käringtand. I medeltal över år och art hade baljväxterna högre halter vid den senaste skördetidpunkten än vid de två tidigare tidpunkterna. Alla skillnader var dock numeriskt mycket små.

Zink (Zn) (Figur 1d och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: Zn-halten varierade mellan 20 och 45 mg/kg ts år 2005 och mellan 14 och 26 mg/kg ts år 2006. I medeltal över art/sort och år var det högre Zn-halter vid högre N-givor än vid lägre N-givor vid samtliga skördetidpunkter. Halterna steg med skördetidpunkten 2005 men inte 2006.

Skörd 2: Zn-halterna varierade mellan 15 och 50 mg/kg ts år 2005 och mellan 8 och 20 mg/kg ts 2006. Den mycket tidiga skördetidpunkten 2005 syns på siffrorna för både timotej och ängssvingel vilket gjorde att i medeltal över N-giva och art/sort har den tidpunkten högst halt. I medeltal över år, skördetidpunkt och kvävegiva hade timotej högre halt än ängssvingel.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Zinkhalten varierade mellan 16 och 21 mg/kg ts i första skörd. Det var inga skillnader mellan gräsarter eller år. Det fanns signifikans för att halten sjunker med skördetiden men de numeriska skillnaderna var små.

Första skörd baljväxt: Halterna hos baljväxterna varierade mellan 27 och 39 mg/kg ts i första skörd. I medeltal över år och blandning fanns det en trend att halterna sjönk med skördetiden ($p = 0,07$) och att rödklöver i blandning med ängssvingel hade lägre halter än rödklöver i blandning med timotej ($p = 0,06$). Käringtanden hade ungefär samma halt som rödklöver i de få prover som analyserades i första skörd.

Andra skörd gräs: Halterna i skörd 2 hos gräs varierade mera än i skörd 1 (15 – 50 mg/kg ts). I medeltal över skördetid och år hade timotej i blandning med rödklöver högre halt än ängssvingel. I medeltal över art och år var det högre halt vid den skörd som togs sex veckor efter skörd vid normal ensilagekvalitet i skörd 1 än vid den senaste tidpunkten.

Andra skörd baljväxt: Liksom hos gräsen varierade halterna mera i skörd 2 än i skörd 1 även hos baljväxterna (25 – 62 mg/kg ts). Det var ingen skillnad mellan baljväxterarna och effekten av skördetid var inte entydig. I medeltal över blandning och skördetid var det högre Zn-halter år 2005 än år 2006.

Järn (Fe) (Figur 1e och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: I medeltal över N-giva år 2005 sjönk järnhalten över tiden för både timotej och ängssvingel, och ängssvingel hade högre halt vid första skördetidpunkten än de båda timotejsorterna. År 2006 var halterna högre vid skördetidpunkt två än vid tidpunkt 1 och 3 både hos timotej och ängssvingel. I medeltal över N-giva och år hade ängssvingel högre halt än de båda timotejsorterna. I medeltal över art/sort var Fe-halten lägre vid den lägsta N-givan än vid de båda högre N-givorna vid samtliga skördetidpunkter för båda åren.

Skörd 2: I medeltal över N-giva, år och skördetidpunkt hade ängssvingel högre Fe-halt än timotejsorterna. I medeltal över N-giva och art/sort har den tidiga skörden 2005 högre värden än senare skörd 2005 och de båda skördarna 2006.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Skillnaderna mellan behandlingarna var mycket små förutom att ängssvingel hade relativt höga värden vid de två tidigaste skördetidpunkterna år 2006.

Första skörd baljväxt: Baljväxterna hade högre Fe-halter än gräsen. Det var ingen skillnad mellan rödklöver och käringtand. I medeltal över skördetidpunkt hade rödklöver i blandning med timotej år 2005 högre halter än i blandning med ängssvingel samma år och i samtliga blandningar år 2006. Skillnaderna var dock numeriskt små.

Andra skörd gräs: I medeltal över skördetid hade både timotej och ängssvingel högre halter 2005 än 2006. Skördetiden hade ingen betydelse.

Andra skörd baljväxt: Baljväxterna hade något högre halt än gräsen även i skörd 2. Käringtand hade mycket högre halter än rödklöver vid samtliga skördetidpunkter. Sista tidpunkten hos käringtand år 2006 är så hög att det kan vara något fel på det värdet.

Diskussion mikronäringsämnen

Jämfört med NRC (2001) (Tabell 3) uppfylldes behoven av Mn och Fe hos mjölkkor i baljväxtstudien hos både av baljväxter och gräs, båda åren och vid alla skördetidpunkter både i första skörd och vid andra skörd 6 veckor efter första skörd. Järnhalten varierade mellan 26 och 55 mg/kg ts hos gräsen och mellan 44 och 210 mg/kg ts hos baljväxterna. Käringtand hade de högsta värdena. I N-studien varierade Fe-halterna mellan 30 och 110 mg/kg ts, och högre N-gödsling gav högre Fe-halter speciellt i ängssvingel. I de här två studierna var Fe-halter låga jämfört med en undersökning av grovfoderpartier från 255 mjölkgårdar som redovisats av Eriksson (2005). Där var variation mellan 31 och 3250 mg/kg ts med ett medelvärde på 277 mg/kg ts. Höga Fe-värden ute i praktiken kan tyda på att proverna har förorenats av jordpartiklar eller av rostiga provborrar i samband med provtagning. De låga värden i den här studien visar att proverna inte var förorenade med jord. Manganhalterna hos gräs varierade mellan 20 och 140 mg/kg ts där första skörd hade de lägsta halterna. För baljväxterna varierande halterna mellan 19 och 35 mg/kg ts. Det är ungefär samma variation som Eriksson (2005) hade.

Cu-brist hos mjölkkor kan vara orsakade dels av foder med för låg Cu-halt, men även av foder med för hög Mo-halt (NRC, 2001; McDonald et al. 2002; Axelsson, 2001). Om Mo-halten är lägre än 2 mg/kg ts är mjölkornas behov av Cu 10-12 mg/kg ts (NRC, 2001, Tabell 3). Om Mo-halten överstiger 2 mg/kg ts bör man undersöka Cu/Mo-kvoten. Om den är lägre än 2-3 finns risk för Cu-brist pga att Mo bildar ett olösligt ämne med Cu i kons vom (NRC, 2001). Hos gräsen var Mo-halterna lägre än 2 mg/kg ts i första skörd förutom i den tidigt skördade ängssvingeln i N-

studien. I andra skörd var halterna högre än 2 mg/kg ts i både timotej och ängssvingel vid den tidiga betestidpunkten år 2005 och i ängssvingel vid samtliga tidpunkter i N-studien. I blandvallsstudien var halterna högre än 2 mg/kg ts hos ängssvingel år 2005 och låg på cirka 4 mg/kg ts. Hos baljväxterna var halterna låga både i första och andra skörd. Det var bara tidigt skördad käringtand som översteg 2,5 mg/kg ts. Det är viktigt att undersöka om det finns risk för höga Mo-halter på sin egen gård. I ett liknande försök i Skara var Mo-halterna överlag högre än i Umeå. Speciellt gräsen hade halter upp till 8 mg/kg ts, men även hos rödklöver och käringtand var Mo-halterna högre än 2 mg/kg ts i Skara (Gustavsson och Nadeau, 2014). Halterna i marken har betydelse för Mo-halten i grödan och man kan gå in på SGUs kartgenerator för att kontrollera om de fält man är intresserad av har låga eller höga värden (http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html 2016-05-04) (Figur 3).

Hos gräsen och käringtanden var Cu-halterna lägre än behovet hos mjölkcor både i första och andra skörd. I N-studien hade tidigt skördad Grindstadstimotej i betesstadiet i återväxten 2005 dock högre värden i ett av blocken, men kan vara resultat av analysfel. I rödklöver i första skörd var Cu-halten lägre än behovet förutom vid den tidigaste tidpunkten. I ren rödklöver i andra skörd var dock halterna i nivå med eller strax under behovet vid samtliga skördetidpunkter.

I första skörd var Zn-halterna lägre än behovet (40-60 mg/kg ts; NRC, 2001, Tabell 3) i både gräs (båda studierna) och i baljväxterna. I andra skörd var halterna lägre än behovet hos mjölkcor i N-studien och år 2006 i blandvallsstudien. Halterna var dock i nivå med behovet hos timotej i blandning med rödklöver båda åren, och hos båda baljväxterna år 2005. Halterna var högre i andra skörd än i första skörd vilket även har visats av Lindström et al. (2014).

Slutsatser mikronäringsämnen

I första skörd var det liten numerisk förändring av halterna av mikronäringsämnen trots att tillväxten var kraftig under de två veckorna mellan första provtagningen en vecka före timotejens begynnande axgång till sista provtagningen två veckor senare. Detta visar att växterna har tagit upp mikronäringsämnena i stort sett i proportion med tillväxten och inte har späts ut. Halterna var dock högre i den mycket tidiga andra skörden i N-studien år 2005 skördad vid betesstadium endast 20 dagar efter skörd 1 än vid den andra skörd som togs vid en mera normal tidpunkt för ensilageskörd.

För Mn och Fe var det inga problem med för låga eller för höga halter, varken hos baljväxterna eller gräsen. Kopparhalterna var överlag för låga även om halterna i ren rödklöver var i nivå med den nedre gränsen för behovet. Mo-halten låg under 2 mg/kg ts utom för ängssvingel i andra skörd och både för timotej och ängssvingel vid den tidiga betestidpunkten i andra skörd år 2005. På den här platsen är det alltså liten risk för att Mo ska bildas olösliga komplex med Cu i vommen så att Cu-utnyttjandet begränsas förutom i både timotej och ängssvingel i betesstadiet och i ängssvingel vid ensilageskörd där man bör kontrollera att kvoten mellan Cu och Mo inte blir för låg. Zinkhalterna var låga, förutom i återväxten där både timotej (i blandning med rödklöver) och de båda baljväxternas var i nivå med den lägre gränsen för behovet. När dessa vallfoderblandningar utfodras till mjölkcor, finns det alltså ett behov av tillförsel av Cu i alla blandningar och av Zn i alla behandlingar utom i andra skörd i blandningen mellan rödklöver och timotej.

Resultat och diskussion makronäringsämnen

Magnesium (Mg) (Figur 2a och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: År, N-giva, skördetidpunkt och art/sort hade alla betydelse för Mg-halten. Det var samspel mellan år och skördetidpunkt. I medeltal över skördetidpunkt och N-giva hade ängssvingel högre halt än timotej båda åren. N30 hade lägre värden än N90 och N120 i medeltal över skördetidpunkt och art/sort båda åren.

Skörd 2: I återväxten var halterna högre vid den tidigaste tidpunkten år 2005. Halterna sjönk över tiden båda åren, förutom i N90 och N120 i ängssvingel år 2006.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Ängssvingel hade högre Mg-halt än timotej både år 2005 och 2006. I medeltal över skördetid och blandning var halten högre 2006 än 2005 men skillnaderna var så numeriskt små att det saknade praktisk betydelse.

Första skörd baljväxter: Både rödklöver och käringtand hade högre halter än gräsen. Samspel mellan skördetid och försöksår. Försöksår hade ingen betydelse.

Andra skörd gräs: Även i skörd 2 hade ängssvingel högre halter än timotej. År och skördetid hade ingen effekt på halterna.

Andra skörd baljväxter: Käringtand hade lägre halt än rödklöver, men båda hade högre halter än gräsen. Skördetid och år hade ingen betydelse.

Diskussion

När man skördade gräs vid ensilagestadiet var Mg-halterna lägre än behovet hos mjölkande kor för samtliga behandlingar både i första och andra skörd. Vid skörd vid betesstadium i andra skörd år 2005 i N-studien var dock halterna i nivå med mjölkornas behov hos ängssvingel gödslad med 120 kg N/ha. Halterna hos rödklöver översteg behovet hos mjölkkor och halten hos käringtand låg i nivå med behovet. I blandvallen med gräs och baljväxt är det dock risk att halten blir för låg om inte baljväxthalterna i blandningen är mycket höga. Kvigors behov är större än mjölkornas (4 mg/kg ts). Bara sent skördad ren rödklöver år 2006 tangerade den nivån.

Fosfor (P) (Figur 2b och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: Det var högre halter 2005 än 2006. Sista skördetidpunkten hade lägre halt än den första. I medeltal över skördetidpunkt och N-giva hade ängssvingel högre halter än de båda timotejsorterna år 2005 och högre halt än Grindstad år 2006. I medeltal över år, skördetidpunkt och art/sort var det lägre halter vid N30 än vid de två högre N-gödslingsnivåerna.

Skörd 2: Halterna var högst i den tidiga skörden i betesstadiet 2005. Halterna sjönk med skördetiden båda åren för alla N-givor.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Det var så stora samspel att det var svårt att dra några slutsatser. Skillnaderna var dock numeriskt ganska små. Halterna hos timotej varierade mellan 1.9 och 2.5 g/kg ts och hos ängssvingel mellan 2.1 och 2.5 g/kg ts.

Första skörd baljväxter: Tidigt skördad rödklöver år 2006 hade högre halter än både rödklöver och käringtand vid alla tidpunkter år 2005.

Andra skörd gräs: Det fanns samspel mellan försöksår och skördetid. Halterna hos timotej varierade mellan 2.9 och 3.1 g/kg ts och hos ängssvingel mellan 2.9 och 3.8 g/kg ts. I medeltal över skördetid och år hade ängssvingel högre halt än timotej. I medeltal över år hade ängssvingel vid de två sista tidpunkterna högre halt än all timotej i blandning med käringtand. I medeltal över skördetidpunkt och blandning var det högre halt år 2005 än år 2006, men eftersom det var samspel mellan år och skördetidpunkt berodde detta på att halterna vid de två sista skördetidpunkterna år 2005 var högre än första skördetidpunkten 2005 och alla tidpunkter 2006.

Andra skörd baljväxter: Det var mycket små numeriska skillnader mellan år, tidpunkter och mellan rödklöver och käringtand.

Diskussion

Fosforhalterna måste analyseras i vallfodret eftersom halterna inte alltid uppfyller kornas behov. Halterna varierade mellan år och sjönk med skördetidpunkten i både skörd 1 och skörd 2 i N-studien. I första skörd i N-studien som hade gödslats med P på våren låg alla halter strax under eller i nivå med mjölkornas behov för N90 och N120 år 2005 om man inte skördar så sent som den sista skördetidpunkten. År 2006 hade bara N90 och N120 hos första och andra tidpunkten hos ängssvingel och andra tidpunkten hos timotejsorterna högre halter än behovet. I skörd 2 var halterna i nivå med behovet vid betesstadiet 2005, men vid normal ensilageskörd var halterna lägre än behovet för både timotej och ängssvingel vid alla N-givor.

Eftersom blandvallsstudien var ekologisk tillfördes ingen P till vallåren. Det inte så stora skillnader mellan baljväxter och gräs. Halten i gräs i första skörd var lägre än i N-studien, men i nivå med halterna i N-studien i återväxten.

Kalium (K) (Figur 2c och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: Halterna var högre i förstaårsvallen år 2005 än 2006. Ängssvingel skördad vid de två tidigaste tidpunkterna i gödslingsleden N90 och N120 hade de högsta halterna och timotejsorterna vid N30 hade de lägsta halterna. Halterna varierade mellan 26 och 34 g/kg ts för timotej och mellan 27 och 40 för ängssvingel år 2005. År 2006 varierade halterna mellan 23 och 29 g/kg ts för timotej och mellan 24 och 34 mg/kg ts för ängssvingel.

Skörd 2: Vid den tidigaste tidpunkten 2005 låg halterna mellan 35 och 37 för timotej och 37-41 för ängssvingel. Vid normal ensilageskörd var halterna 25-30 för timotej och 32-37 för ängssvingel 2005. År 2006 var det inte så stor skillnad mellan timotej och ängssvingel utan halterna låg mellan 22-26 vid den tidigaste tidpunkten och 17 och 23 g/kg ts vid den sena.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Kaliumhalterna låg mellan 17 och 24 g/kg ts för timotej och mellan 21 och 25 för ängssvingel. Försöksåret hade ingen betydelse, och i medeltal över år sjönk halten med skördetiden.

Första skörd baljväxter: Halterna sjönk med skördetiden både hos rödklöver och käringtand så att den sista skördetiden hade lägst värdet. Rödklöver hade högre halt år 2005 än år 2006.

Andra skörd gräs: Skördetidpunkten i första skörd hade ingen betydelse för halterna i andra skörd 6 veckor efter i första skörd. I medeltal över skördetidpunkt och blandning hade 2005 högre halter än 2006. I medeltal över år och skörd hade ängssvingel och timotej i blandning med rödklöver högre halt än timotej i blandning med käringtand.

Andra skörd baljväxter: Halterna var högre år 2005 än år 2006 för både arterna vid alla skördetidpunkter. Det var ingen skillnad mellan rödklöver och käringtand.

Diskussion

I den kaliumgödslade N-gödslingsstudien var K-halterna på tok för höga för sinkor, så ingenting som skördades i förstaårsvallen 2005 var lämpligt för sinkor. Det är normalt att halterna sjunker i vall 2 så här hade timotejen i första skörd och både timotej och ängssvingel i andra skörd halter under 25 g/kg ts. Halterna i den icke K-gödslade ekologiska blandvallsstudien var lägre än i N-studien. I första skörd var det ingen skillnad mellan 2005 och 2006, men i återväxten var halterna var högre år 2005 än 2006. Timotej som är känd som ett gräs med låga K-halter hade oftast lägre halter än ängssvingeln, men halterna var ändå höga.

Kalcium (Ca) (Figur 2d och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: Ängssvingel gödslad med 90 och 120 kg N/ha hade högst Ca-halt vid samtliga skördetidpunkter båda åren. Halterna sjönk relativt snabbt med skördetiden för ängssvingel N90 och N120 år 2005, medan halterna inte förändrades så mycket över tiden för övriga behandlingar.

Skörd 2: På samma sätt som i skörd 1 hade ängssvingel i gödslingsled N90 och N120 högre halter än ängssvingel N30 och båda timotejsorterna vid alla skördetidpunkter. För timotejsorterna var Ca-halter allra lägst vid N30 vid båda skördetiderna.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Ängssvingel hade högre halt än timotej vid alla skördetidpunkter och båda åren. Det var samspel mellan år och blandning eftersom det var större skillnad mellan ängssvingel och timotej år 2006 än 2005. Halten minskade med skördetiden år 2006 både hos timotej och ängssvingel, men bara i ängssvingel år 2005.

Första skörd baljväxter: Rödklöver hade mycket högre halt än käringtand, som i sin tur hade högre halt än gräsen. Halterna i rödklöver minskade med skördetiden år 2005, men ökade med skördetiden 2006.

Andra skörd gräs: Ängssvingel hade högre halt än timotej vid alla skördetidpunkter och båda åren även i återväxten. Det var större skillnader mellan timotej och ängssvingel år 2005 än år 2006. Det är tvärt emot resultaten från skörd 1 då skillnaderna var större år 2006.

Andra skörd baljväxter: Även i återväxten hade rödklöver mycket högre halt än käringtand, som i sin tur hade högre halt än gräsen. Halterna ökade med skördetiden mest markant år 2006 där halten var högst vid den sista skördetidpunkten.

Diskussion

I första skörd var halterna i gräsen lägre än mjölkornas behov utom vid den tidigast skördade ängssvingeln i gödslingsled N90 och N120 i N-studien. I återväxten var halterna i gräs lägre än behovet hos N90 och N120 skördad tidigast hos både ängssvingel och timotej och hos ängssvingel vid N30. Vid sista tidpunkten kom bara ängssvingel upp till behovet. Halterna steg med N-givan hos både timotej och ängssvingel vid alla skördetidpunkter i både skörd 1 och skörd 2. Det är välkänt att halterna hos rödklöver är höga. Halterna steg med skördetidpunkten år 2006. Det innebär att växterna tog upp mer Ca än i proportion med tillväxten. Halterna hos käringtand var lägre än hos rödklöver, men högre än hos gräsen.

Svavel (S) (Figur 2e och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: I medeltal över år och skördetidpunkt hade ängssvingel högre halt än timotej vid samtliga N-givor. Ängssvingel N120 hade högst halt följt av ängssvingel N90 och de båda timotejsorterna vid N90 och N120. Timotej N30 hade lägst och ängssvingel N30 hade näst lägst S-halt. Halterna var högre år 2005 än år 2006. Halterna sjönk med skördetiden hos båda arterna båda åren, men den snabbaste minskningen var 2005.

Skörd 2: Det är samspel mellan år och skördetidpunkt eftersom den tidigaste tidpunkten vid betesstadiet år 2005 hade högsta halterna. Halterna sjönk dock med skördetiden båda åren. I medeltal över år hade ängssvingel högre halt än timotej vid samtliga N-givor och skördetidpunkter. I medeltal över år, art och skördetidpunkt var det lägre S-halt vid N30 än vid N90 och N120.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: Ängssvingel hade högre halter än timotej. Halterna sjönk med skördetidpunkten för båda arterna.

Första skörd baljväxter: I medeltal över skördetidpunkt hade käringtand högre halt än rödklöver år 2005 (ingen analys av käringtand 2006). I medeltal över år sjönk halterna hos rödklöver med skördetiden.

Andra skörd gräs: I medeltal över år och blandning steg halterna med senare skörd. I det här fallet är det ju 6 veckor efter tre olika skördetidpunkter i skörd 1. Ängssvingel hade högre halter än timotej.

Andra skörd baljväxter: I medeltal över år och skördetidpunkt hade käringtand högre halt än rödklöver.

Diskussion

Svavel är ett lika viktigt ämne för växterna som kväve. Många viktiga proteiner innehåller aminosyror som innehåller svavel. Ängssvingel hade högre halt än timotej i både N-studien och i blandvallsstudien och halten var högre än behovet för all ängssvingel utom vid sen skörd i led N30 i både skörd 1 och 2. S-halten steg med ökad N-giva och sjönk med senare skördetidpunkt. Vid den mycket tidiga skördetidpunkten i skörd 2 år 2005 i N-studien var halterna högre än behovet för samtliga behandlingar i både ängssvingel och timotej. Halterna hos baljväxterna var oftast lägre än behovet hos mjölkkor. Käringtand hade högre halter än rödklöver.

Natrium (Na) (Figur 2f och tabellerna 1-2)

N-studien

Natriumhalterna var låga för samtliga behandlingar i båda skördarna för båda åren. Det fanns vissa skillnader som att ängssvingel hade högre halt än timotej i båda skördarna men skillnaderna var numeriskt små. I skörd 1 fanns det inga samspel, men i skörd 2 var det samspel mellan i stort sett samtliga faktorer.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: på grund av trevägssamspel är det svårt att dra slutsatser. I medeltal över skördetidpunkt var det de högsta halterna år 2006. Skördetidpunkten hade ingen betydelse.

Första skörd baljväxter: Käringtand hade högre halt än rödklöver. I medeltal över blandning och år steg Na-halten med skördetiden.

Andra skörd gräs: I medeltal över skördetid och blandning hade 2005 högre halt än 2006.

Andra skörd baljväxter: I medeltal över skördetid och år hade käringtand högre halter än rödklöver även i återväxten. Det var en trend ($p = 0.08$) att halterna var lägre 2005 än 2006.

Diskussion

Det var mycket låga Na-halter i jämförelse med behovet hos mjölkkor för alla arter. Käringtand hade högst halt följt av rödklöver. Gräsen hade lägre halt än baljväxterna och ängssvingel hade högre halt än timotej. Timotej är känd som ett lågnatriumgräs. Det var väntat med låga Na-halter på den här platsen eftersom det är låga salthalter i marken och att Bottenvikens vatten har låg salthalt.

Klor (Cl) (Figur 2g och tabellerna 1-2)

N-studien

Skörd 1: År 2005 hade ängssvingel gödslad med N90 och N120 högre halt än ängssvingel gödslad med 30 kg N och samtliga timotejled. År 2006 var effekterna av N-gödsling inte entydig, men ängssvingel hade högre halt än timotej i medeltal över skördetidpunkt.

Skörd 2: År 2005 var halterna högre för N30 både i timotej och ängssvingel. År 2006 var det ingen skillnad för någon av behandlingarna.

Blandvallsstudien

Första skörd gräs: I medeltal över skördetidpunkt och blandning var halterna högre år 2005 än 2006. Det var ingen skillnad mellan timotej och ängssvingel.

Första skörd baljväxter: Båda baljväxterna hade lägre halter än gräsen. Halterna sjönk med skördetiden. I medeltal över skördetidpunkt år 2005 hade käringtand högre halt än rödklöver.

Andra skörd gräs: Det var en trend ($p = 0.054$) med högre halter år 2005 än 2006. Annars var det inga skillnader.

Andra skörd baljväxter: Ingen behandling hade någon betydelse för halterna.

Diskussion

I N-studien var klorinnehållet högre än mjölkornas behov för samtliga behandlingar båda åren. Man kan inte säga något entydigt om vilken behandling som hade störst effekt. Det konventionella fältet har gödslats regelbundet med klorhaltiga gödselmedel. Den naturliga klorhalten i jordarna är troligen låga pga långt avstånd till hav med höga salthalter.

Blandvallen var belägen på ett ekologiskt fält där inga klorhaltiga handelsgödselmedel har använts på flera år. Det var ingen skillnad mellan timotej och ängssvingel. Baljväxterna hade lägre halter än behovet vid samtliga behandlingar. Gräsen hade högre halter än behovet hos mjölkande kor år 2005 i både skörd 1 och 2. År 2006 i skörd 1 var halterna lägre än behovet utom tidigt skördad ängssvingel, och högre än behovet vid tidig återväxtskörd för både ängssvingel och timotej vid alla tre skördarna.

Slutsatser makronäringsämnen

- Ca-halten i rent gräs är ofta lägre än mjölkornas behov. Halterna sjönk med skördetiden och steg med N-gödslingsnivån, alltså lägst i gräsen i den ekologiska blandvallsstudien och högst vid N120 i N-studien. Ängssvingel hade högre halt än timotej.
- Rödklöver hade höga Ca-halter vilket är välkänt sedan tidigare. Även käringtand hade högre Ca-halter än behovet.
- Mg-halterna i gräs var också mycket lägre än mjölkornas behov. Ängssvingeln vid den högsta N-givan i betesstadiet i andra skörd 2005 (skördades 20 dagar efter skörd 1) kom dock upp i nivåer som motsvarade mjölkornas behov.
- Mg-halten hos rödklöver var högre än behovet för mjölkkor och halterna i käringtand var i nivå med behovet.
- Kvigor måste dock alltid ha tillskott av magnesium eftersom varken baljväxterna eller gräsen kom upp i de nivåer som de behöver.
- De rena baljväxternas halt av Mg och Ca motsvarade eller översteg behovet hos mjölkkor. Men ofta måste foder från blandvallar med baljväxter och gräs kompletteras med mineralfoder eftersom gräsen har så låga halter. Ju lägre baljväxthalt det är desto mera komplettering behövs.
- P-halterna varierade mellan år och skördetid, vilket gör att det är viktigt att analysera vallfodret.
- Natrium måste alltid tillföras. Grovfodret från den här platsen innehåller bara en bråkdel av vad som krävs.
- I den konventionellt gödslade N-studien översteg Cl-halten behoven pga klorhaltiga gödselmedel
- Baljväxternas innehåll av klor är lågt.
- Svavel är lika viktigt som kväve för både växter och djur.
- Svavelinnehållet i gräs var för lågt i den ekologiska blandvallen utom i ängssvingel i skörd 2.
- Baljväxternas S-halt var oftast strax under eller strax över behovet hos mjölkkor.
- N-studien gödslades med svavel på våren. Halterna var över behovet vid samtliga N-givor i skörd 1 och i N90 och N120 i skörd 2.
- Det var inte K-brist varken i N-studien som gödslats med K efter behov eller i den ekologiska blandvallsstudien som bara fått flytgödsel vid etableringen. Halterna i N-studien var alldeles för höga för sinkor speciellt år 2005 (förstaårsvallen), men även i blandvallsstudien var halterna för höga speciellt i återväxten 2005.

Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Manuskript till referee-granskad journal

Gustavsson, A-M. och Nadeau, E. The effects of cultivation site, species mixture and harvest on contents of micronutrients in forage legumes and grasses (manuscript)

Internationella konferensartiklar

Gustavsson, A-M., och Nadeau, E., 2015. Concentration of micro-nutrients in forage legumes and grasses harvested at different sites. Grassland Science in Europe, EGF Conference in Wageningen, The Netherlands, 15-17 June 2015, pp. 425-427.

Svensk populärredovisning

Gustavsson, A-M. och Nadeau, E. 2015. Analysera innehållet av mikronäringsämnen i vallfodret! Svenska vallbrev nr 6 sid.3-4.

Gustavsson, A-M. Mikronäringsämnen i vallfoder. Fakta (manuskript)

Svenska konferensartiklar

Gustavsson, A-M. 2011. Makro- och mikronäringsämnen i vallfoder. 14:e Regionala Jordbrukskonferensen, Umeå, 16-17 mars 2011.

Gustavsson, A-M. 2015. Mineralämnena i vallfoder, Grovfoderkonferens den 29 januari 2015, Umeå.

Muntliga presentationer

Muntlig presentation av Anne-Maj Gustavsson som del av presentation av föredrag om vallfoderkvalitet för jordbrukare i Jämtland. Arrangör länsstyrelsen i Jämtlands län,

Muntlig presentation vid ämnesgrupp för vall och grovfoder ”Mikronäringsämnen i vall” 25 november 2014, Nässjö

Muntliga presentationer av Anne-Maj Gustavsson om resultaten från vallförsöket vid projektgruppsmöten

Referenser

Axelsson, U. 2001. Svavel till vall, molybdenhalter till grovfoder. HS rapport nr 3.

Dairy One. 2014. <http://dairyone.com/wp-content/uploads/2014/02/Forage-Lab-Analytical-Procedures-Listing-Alphabetical-July-2015.pdf>)

Eriksson, H. 2005. Mineraler-vallfodrets innehåll och mjölkornas behov. Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Husdjur nr. 3. SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Gustavsson, A-M och Nadeau, E. 2014. Hur olika odlingsmetoder påverkar innehållet av mikronäringsämnen i vallfoder. Slutrapport till SLF.

Högh-Jensen, H och Søegaard, K. 2012. Robustness in the mineral supply from temporary grasslands. Acta Agric. Scand. Sect. B-Soil Plant Sci. 62, 79-90.

Hopkins, A., Adams, A.H. and Bowling, P.J., 1994. Response of permanent and reseeded grasslands to fertilizer nitrogen, 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage in a range of sites, Grass Forage Sci. 49, 9-20.

Kähäri, J., and Nissinen, H. 1978. The mineral element content of timothy (*Phleum Ppratense* L.) in Finland. Part 1: The elements calcium, magnesium, phosphorus, potassium, chromium, cobalt, copper, iron, manganese, sodium and Zink. Acta Agric. Scand. Suppl. 20, 26-39.

Lindström, B.E.M, Frankow-Lindberg, B.E., Dahlin, A.S., Watson, C.A. and Wivstad, M. 2014. Red clover increases micronutrient concentrations in forage mixtures.

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A. and Wilkinson, R.G. 2010. Minerals. Animal Nutrition, seventh edition, Pearsons. pp.103-136.

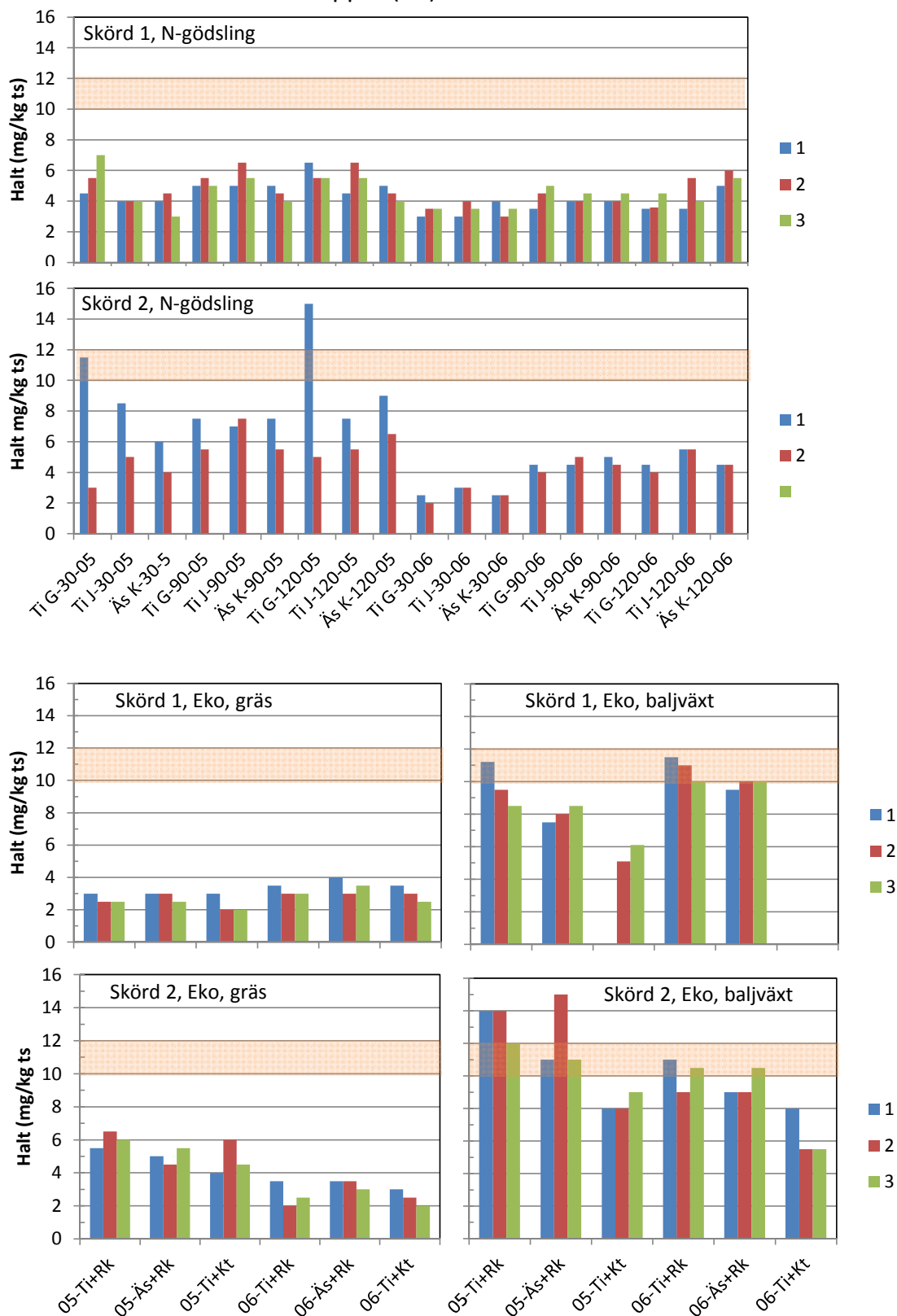
National Research Council, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, seventh revised ed. National Academies of Sciences, Washington, D.C., USA.

Suttle, N. 2010. Mineral Nutrition of Livestock, fourth ed. CAB International, Wallingford, UK.

Sveriges geologiska undersökningar. Kartgenerator. http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html 2016-05-04

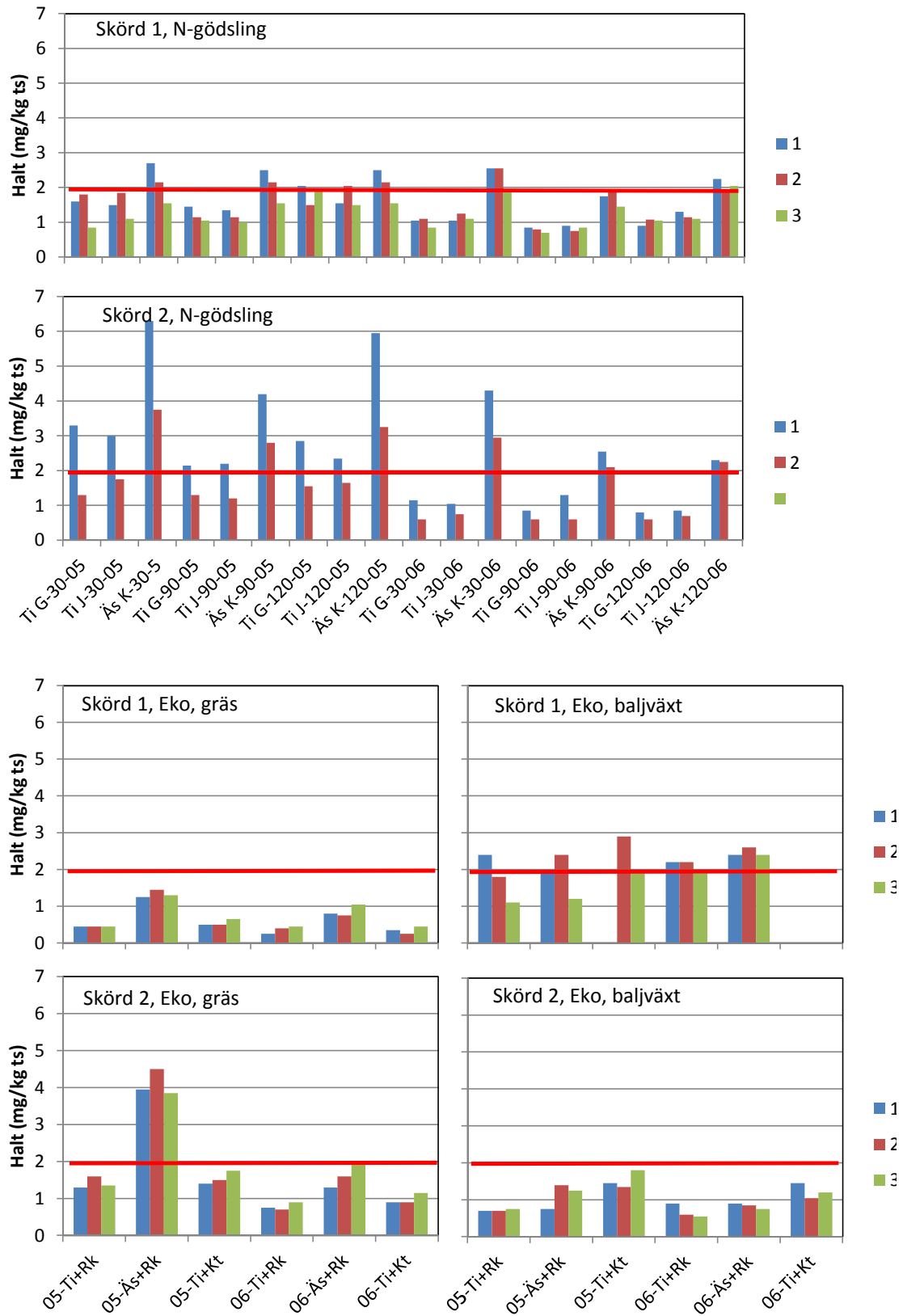
Whitehead, D.C. 2000. Nutrient Elements in Grassland. Soil Plant Animal Relationships. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Koppar (Cu)



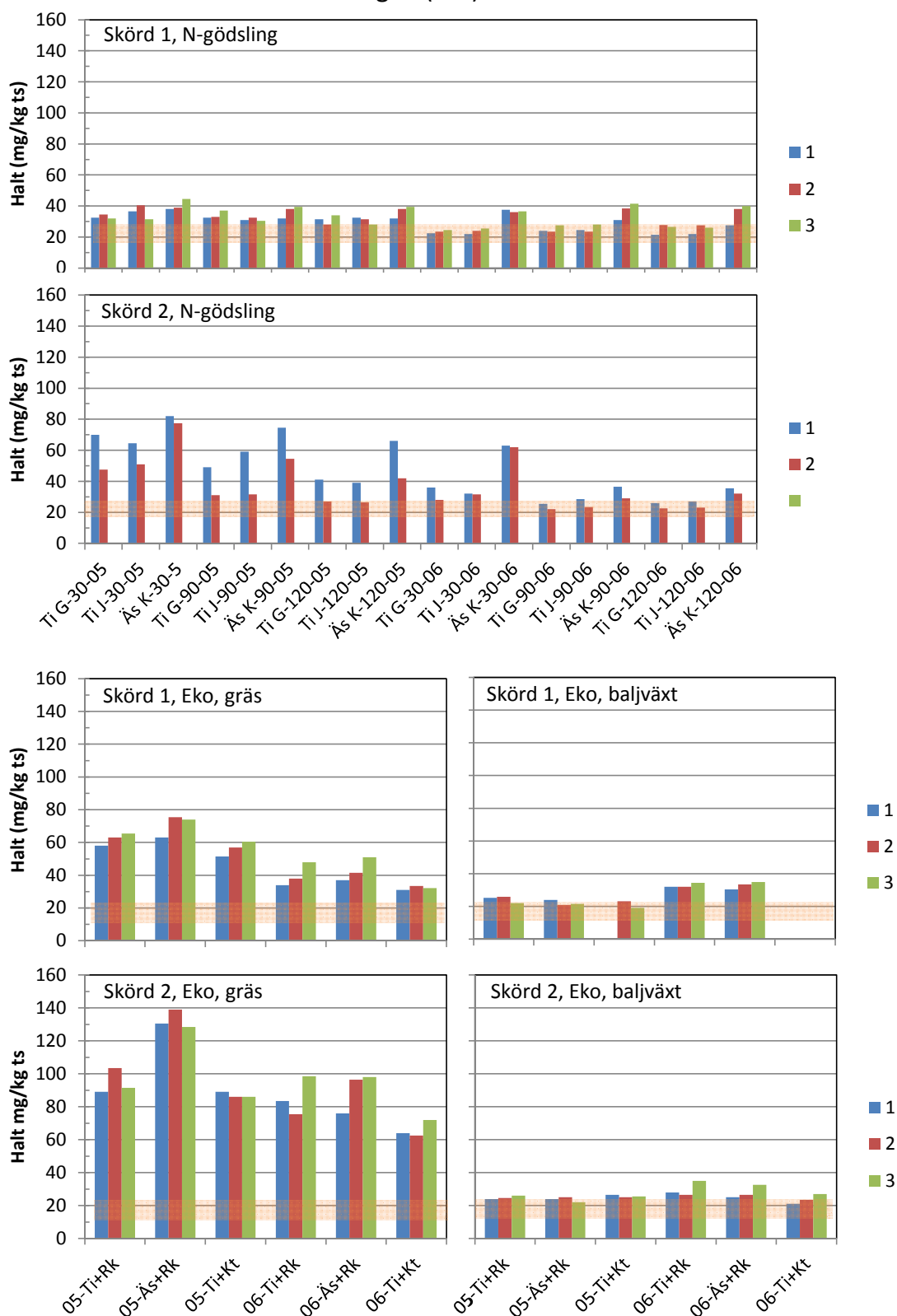
Figur 1a. Halten koppar (Cu) (mg/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Molybden (Mo)



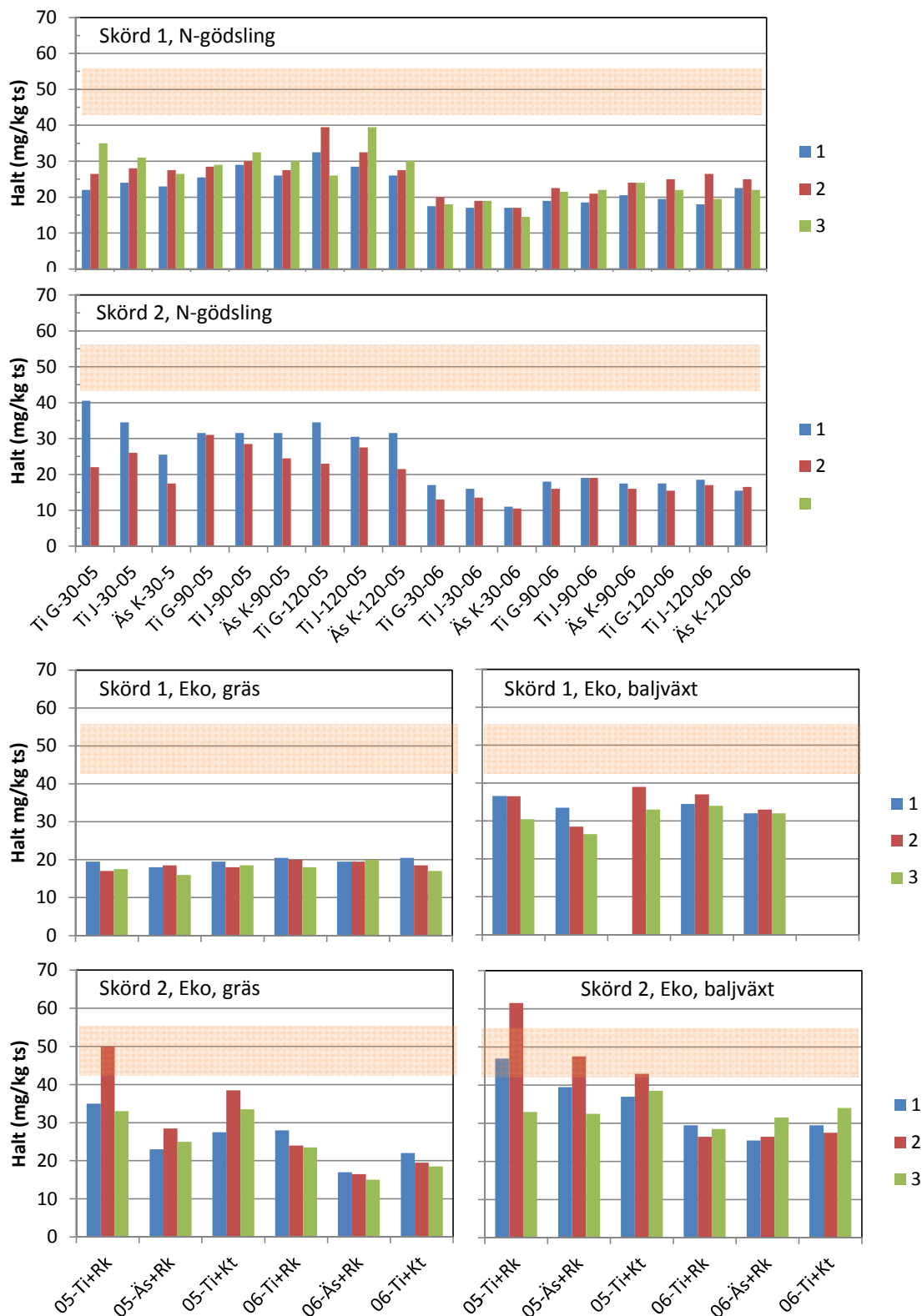
Figur 1b. Halten molybden (Mo) (mg/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk) och käringtand (Kt), ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Mangan (Mn)



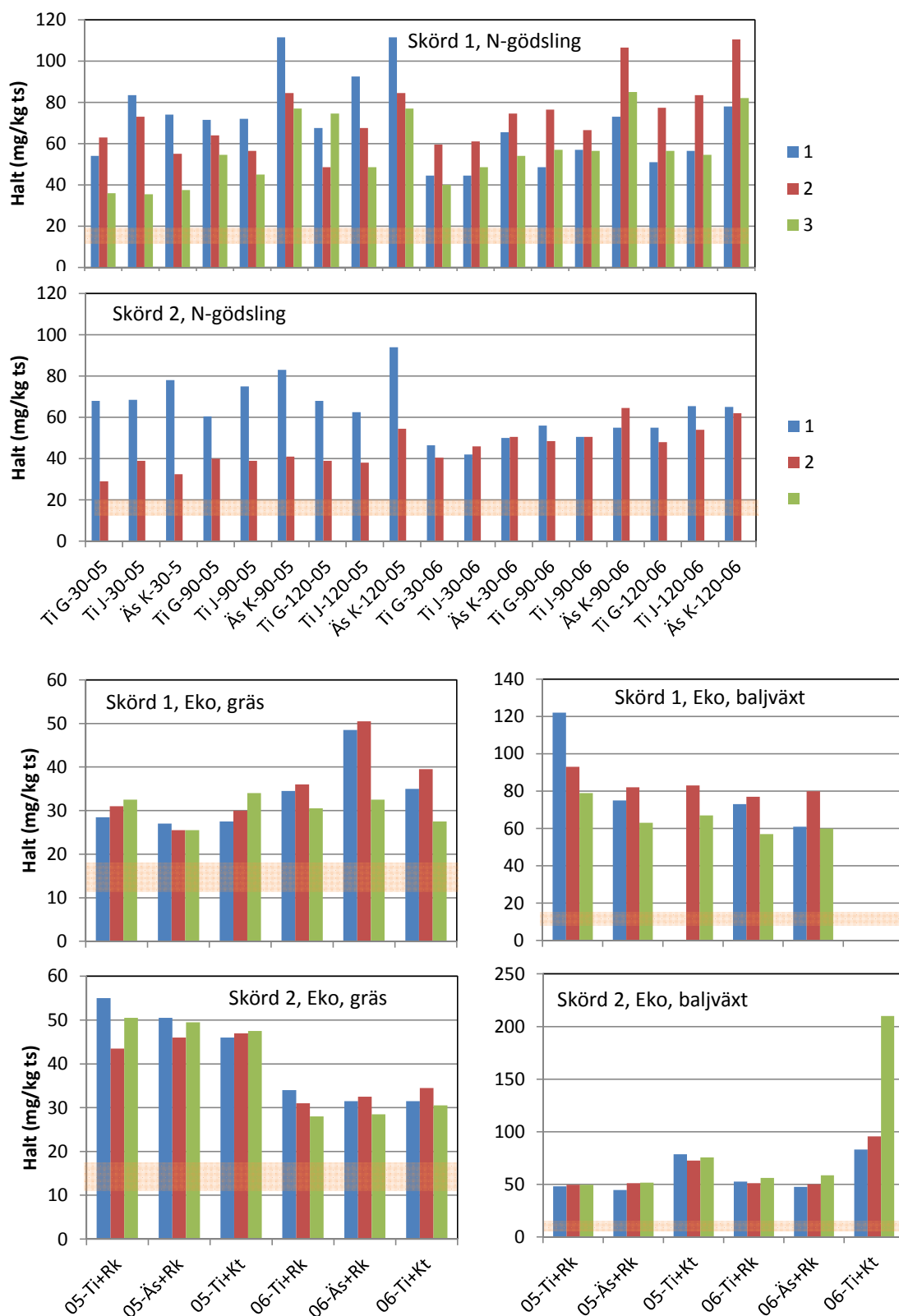
Figur 1c. Halten mangan (Mn) (mg/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givror (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Zink (Zn)



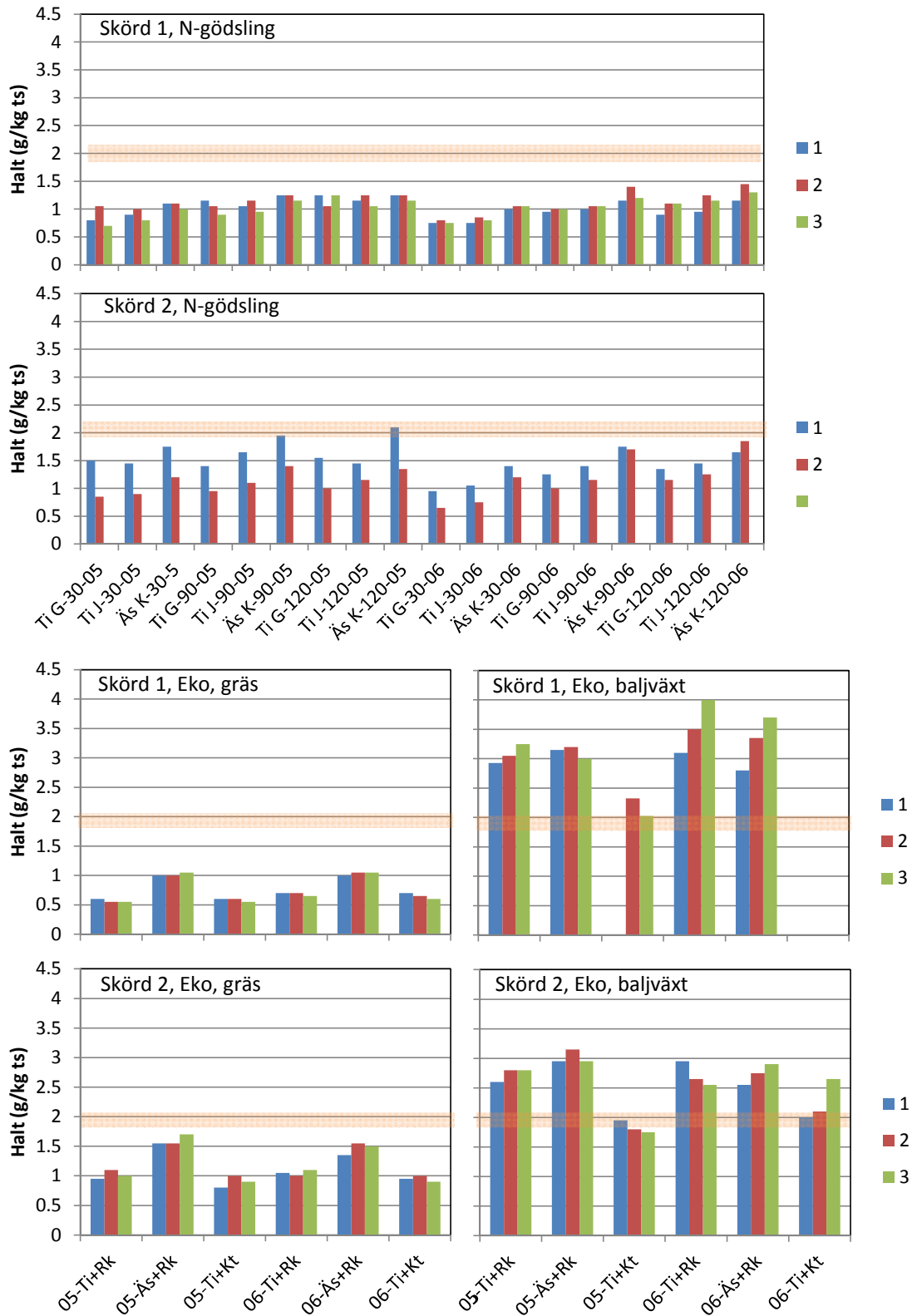
Figur 1d. Halten zink (Zn) (mg/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Järn (Fe)



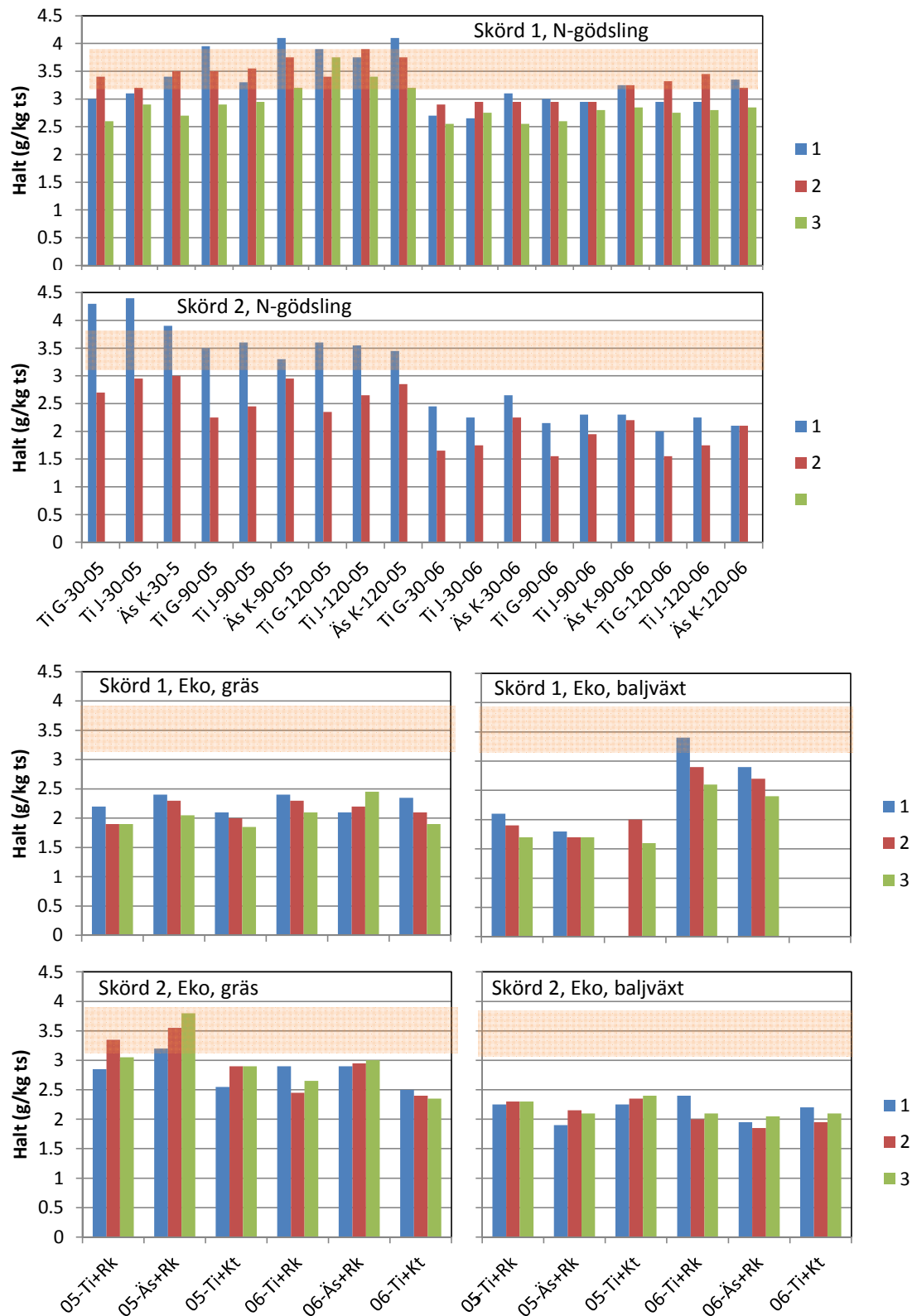
Figur 1e. Halten järn (Fe) (mg/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Ås K) odlad vid tre N-givror (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Ås) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3). Obs! olika skalor på axlarna.

Magnesium (Mg)



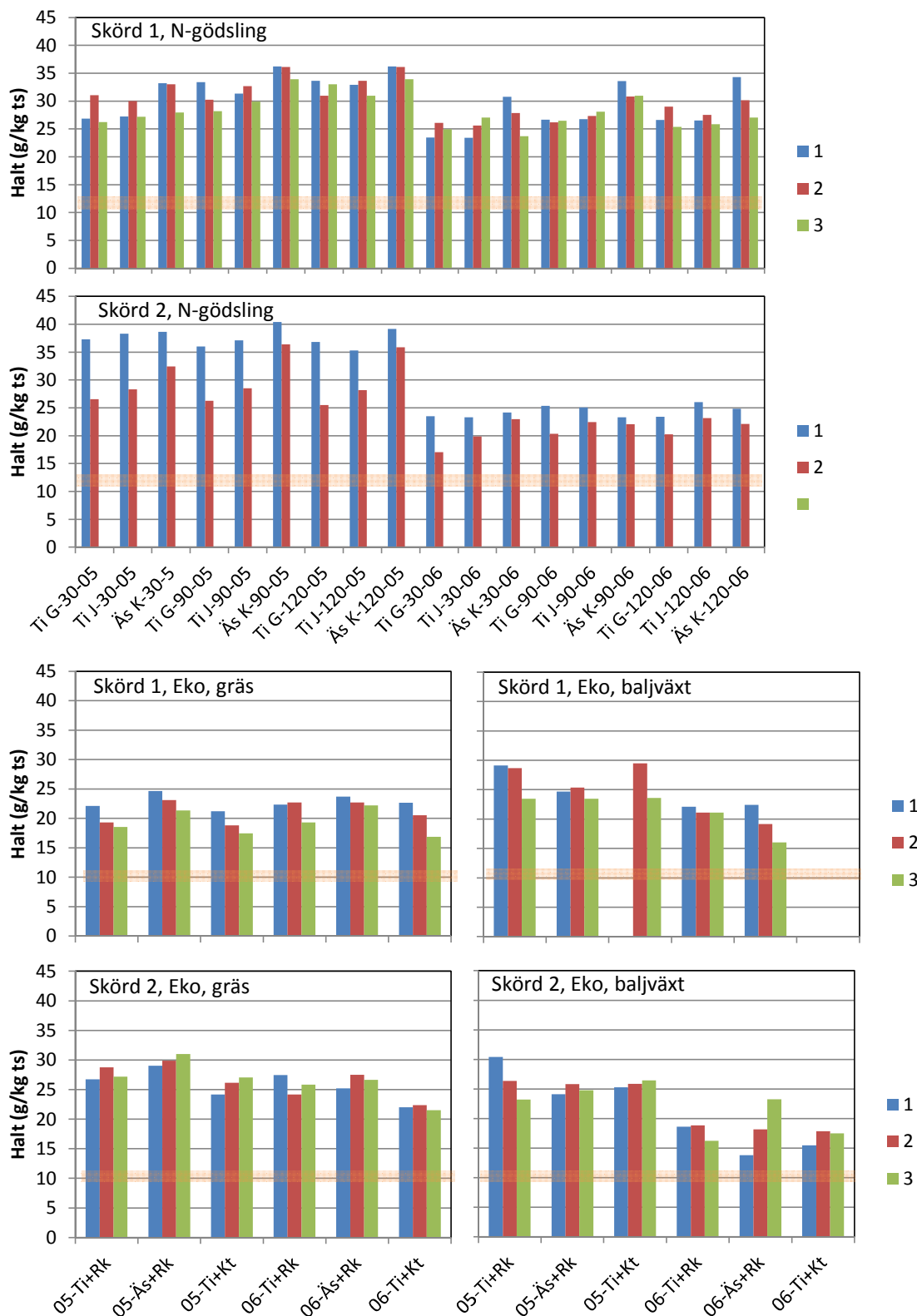
Figur 2a. Halten magnesium (Mg) (g/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Fosfor (P)



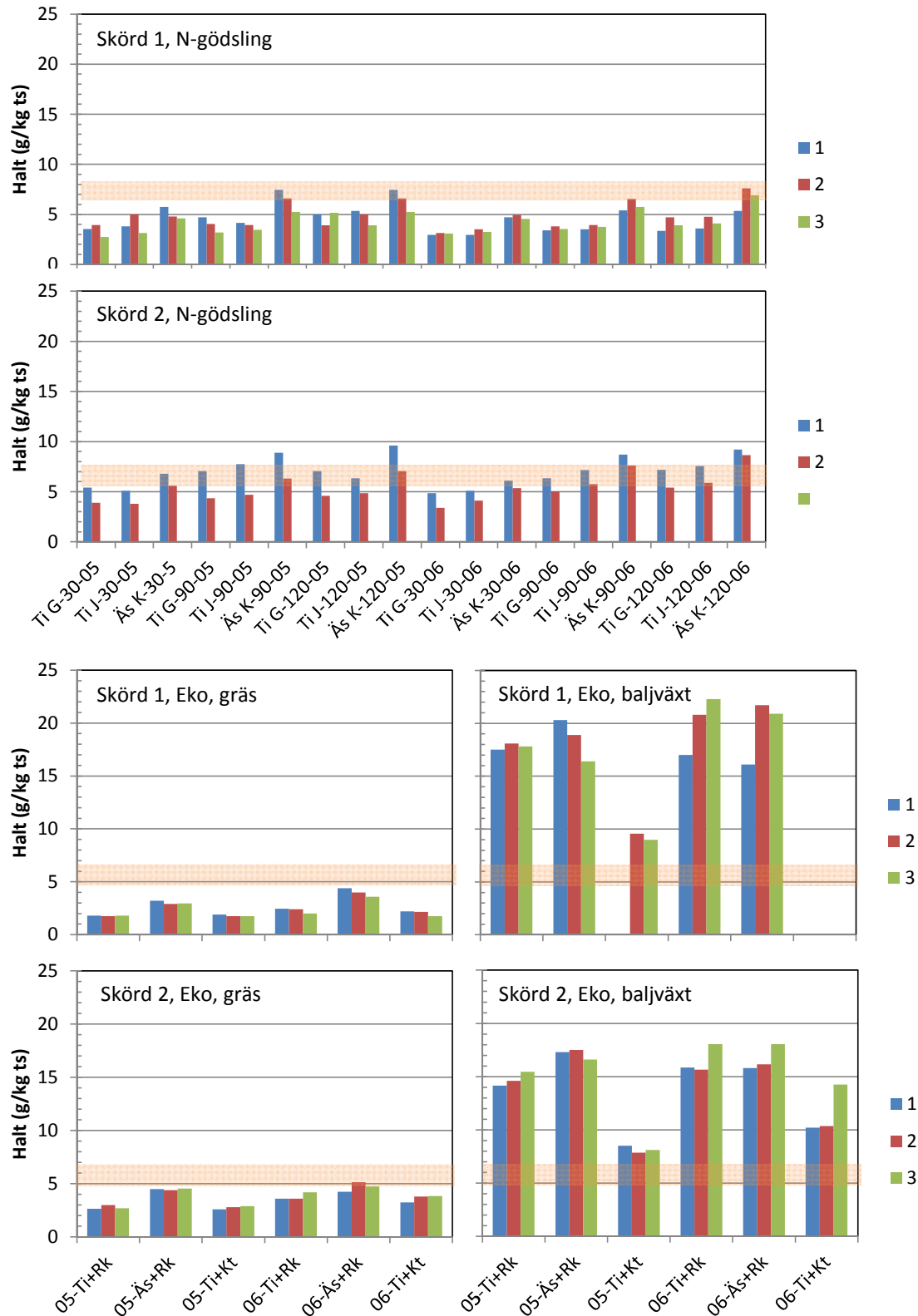
Figur 2b. Halten fosfor (P) (g/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Kalium (K)



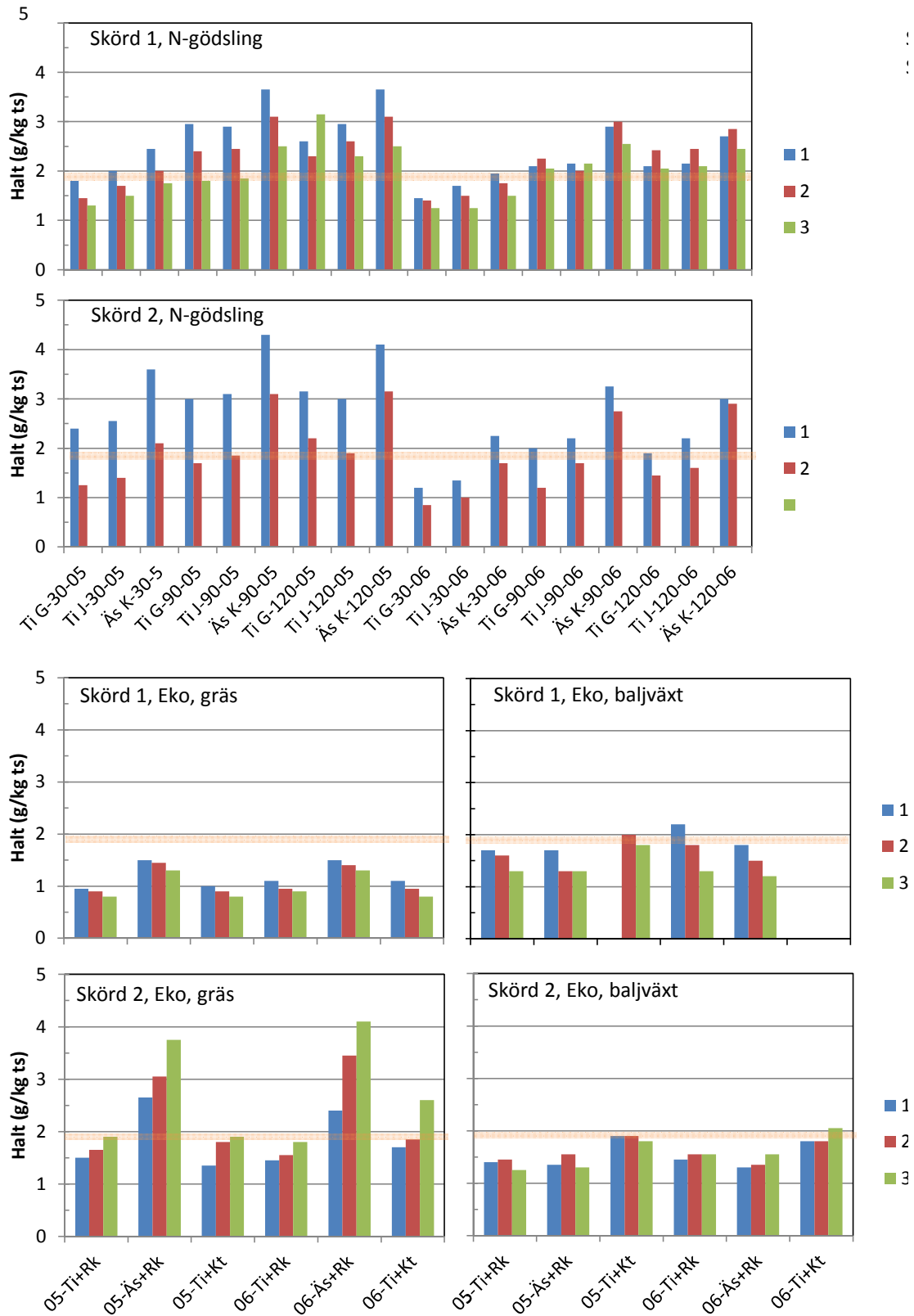
Figur 2c. Halten kalium (K) (g/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Kalcium (Ca)



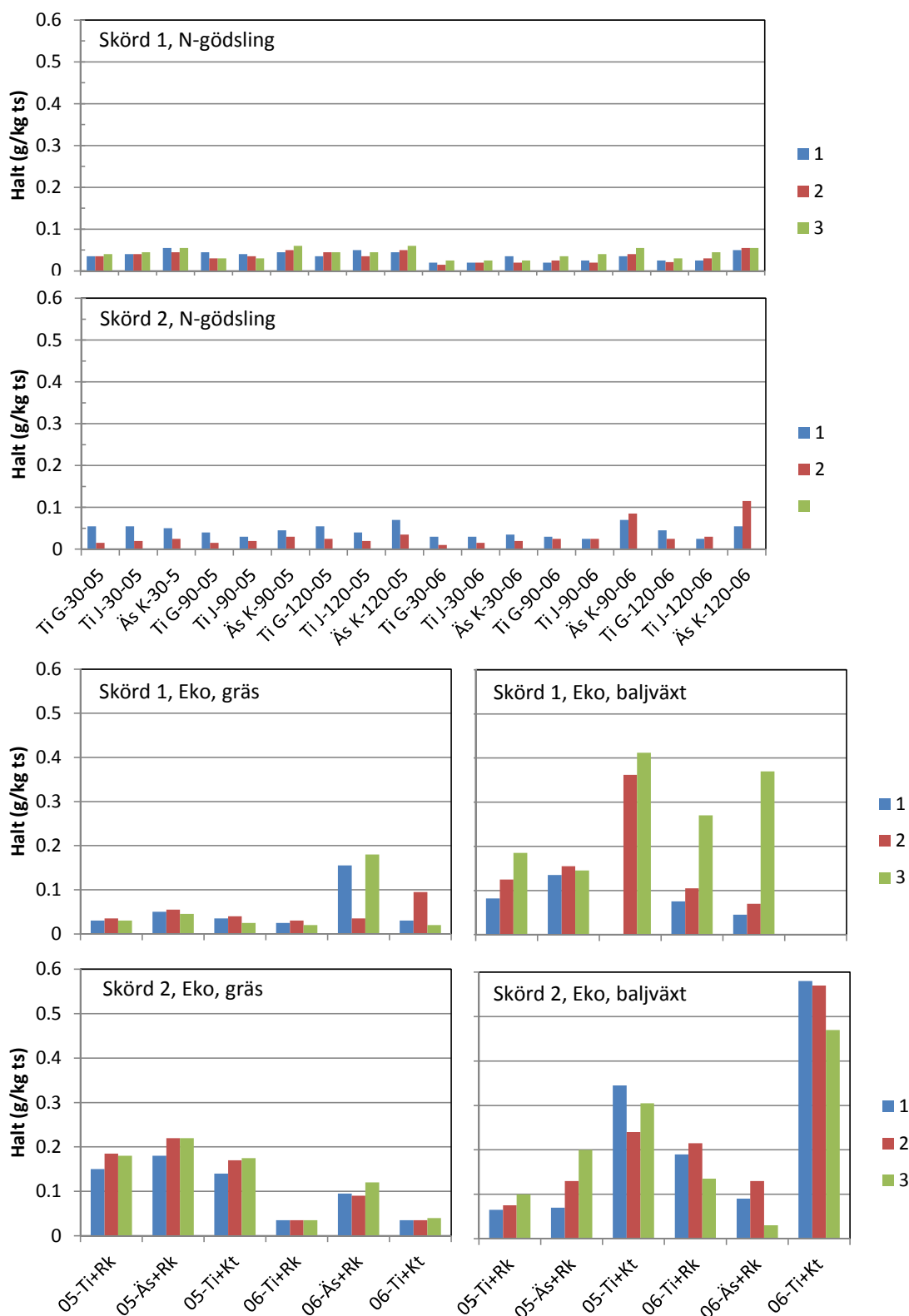
Figur 2d. Halten kalcium (Ca) (g/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Svavel (S)



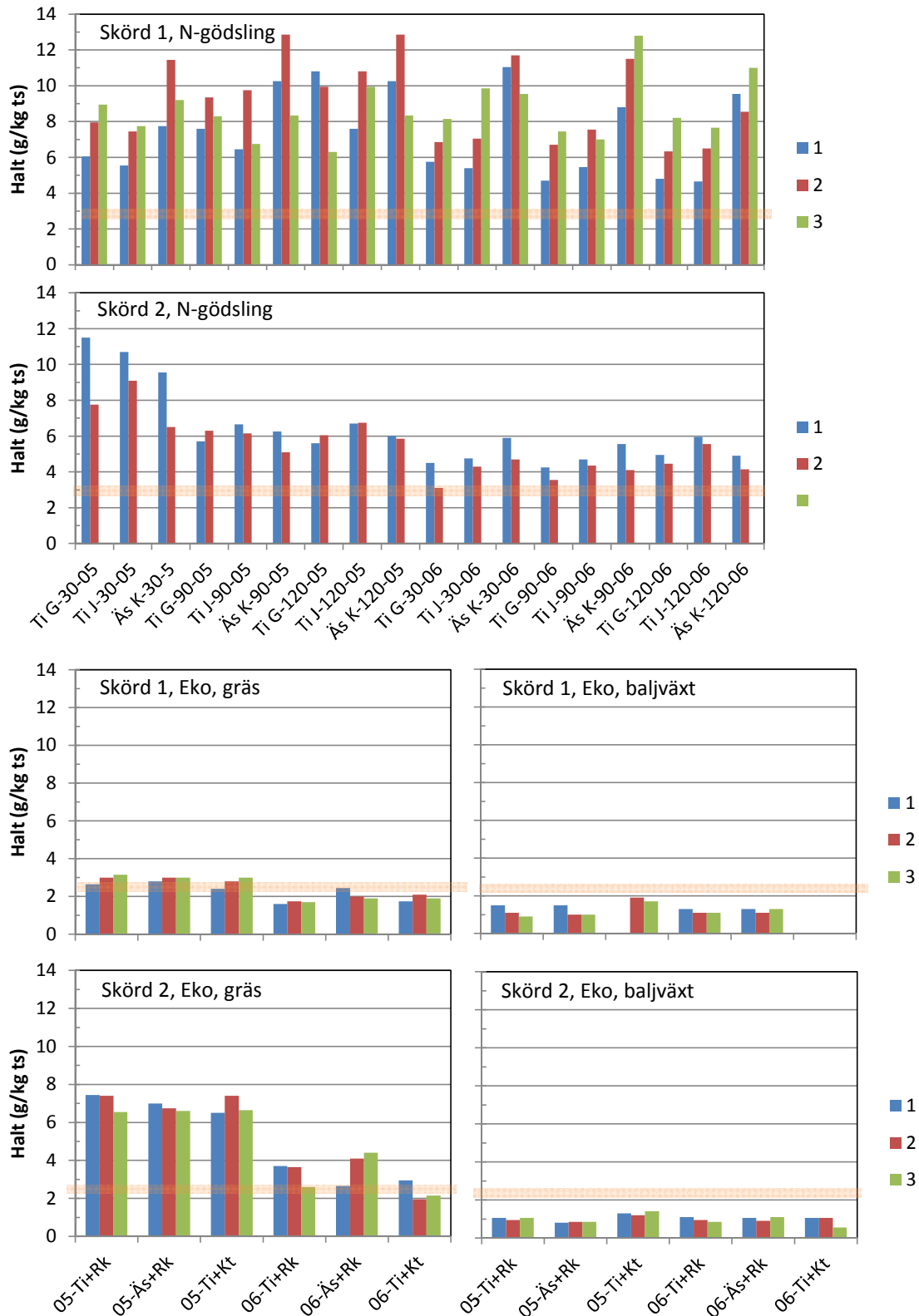
Figur 2e. Halten svavel (S) (g/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Ås K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), karingtand (Kt) och ängssvingel (Ås) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Natrium (Na)



Figur 2f. Halten natrium (Na) (g/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Äs K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Äs) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Klor (Cl)



Figur 2g. Halten klor (Cl) (g/kg ts) i gräsvall (timotej Grindstad (Ti G), timotej Jonatan (Ti J) och ängssvingel Kasper (Ås K) odlad vid tre N-givor (30 + 30 kg N; 90 + 90 kg N; 120 + 90 kg N), samt i blandvallar med timotej (Ti) och rödklöver (Rk), käringtand (Kt) och ängssvingel (Ås) år 2005-2006 vid olika skördetidpunkter inom varje skörd (1-3).

Tabell 1. Kvävegödslingsstudien, test av fixa effekter. Om p-värdet är mindre än 0.05 är effekten signifikant

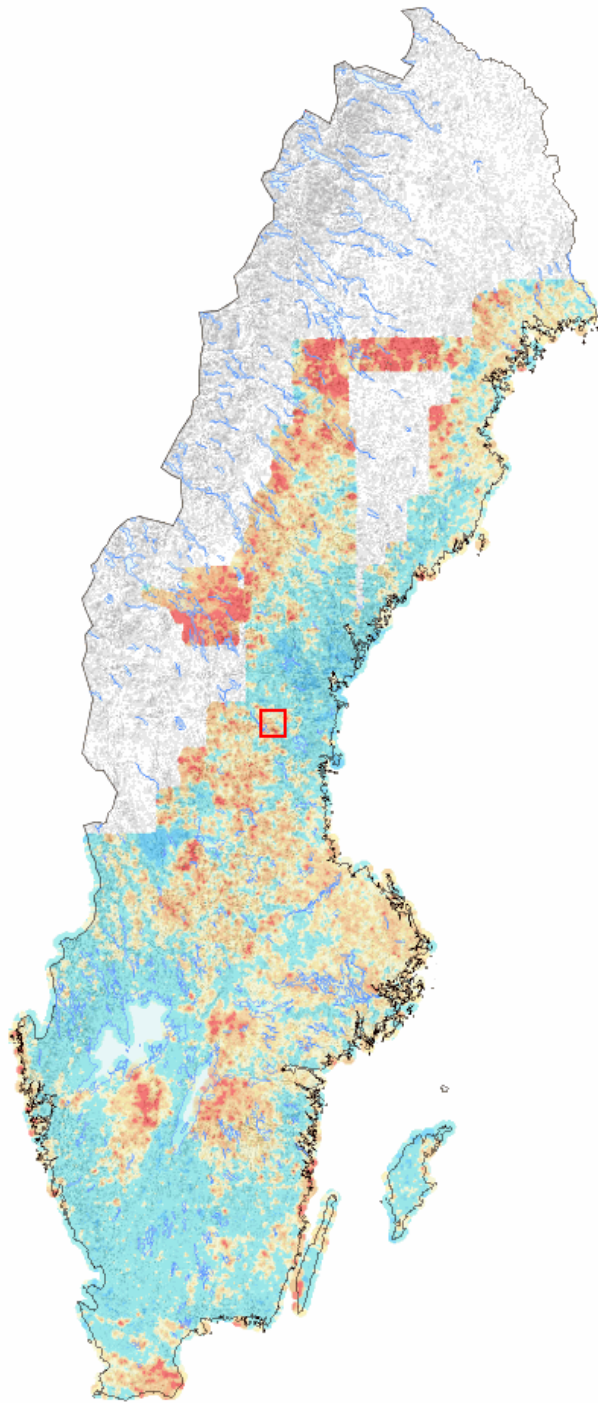
Effekt	Cu	Mn	Mo	Zn	Fe	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cl
<i>Skörd 1</i>												
År (A)	0.1004	0.0044	0.1399	<0.0001	0.1456	<0.0001	0.0251	0.0608	0.0062	0.0832	0.0393	0.2129
N-giva (N)	0.1075	0.3268	0.0395	0.0002	<0.0001	<0.0001	0.0006	0.0008	<0.0001	0.0855	<0.0001	0.6815
Skördetidpunkt (T)	0.0966	0.2618	0.0007	0.0011	<0.0001	<0.0001	0.0138	<0.0001	0.0002	0.3252	<0.0001	0.0005
Art/Sort (S)	0.8788	<0.0001	<0.0001	0.8708	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Å x N	0.9299	0.2212	0.3237	0.3343	0.3945	0.0936	0.1895	0.5228	0.212	0.3255	0.1861	0.1411
Å x T	0.5248	0.1982	0.0376	0.0203	0.0001	0.1127	0.3508	<0.0001	0.0008	0.4055	<0.0001	0.0222
Å x S	0.0388	<0.0001	0.0056	0.9948	0.6908	0.4285	0.8859	0.9742	0.076	0.6841	0.4884	0.0109
N x S	0.0682	0.12	0.3071	0.2306	0.0003	0.013	0.1269	<0.0001	0.411	0.0804	0.0006	0.7265
N x T	0.6665	0.6039	0.506	0.9354	0.6109	0.5556	0.5924	0.4062	0.6125	0.9811	0.1608	0.7248
S x T	0.2158	0.2712	0.015	0.9345	0.1914	<0.0001	<0.0001	0.2153	0.7859	0.941	0.2682	0.0578
Å x N x S	0.3118	0.6125	0.2764	0.5814	0.1899	0.3778	0.7443	0.3731	0.8945	0.5996	0.4574	0.9084
N x S x T	0.9891	0.6636	0.5997	0.9094	0.1686	0.0593	0.0312	0.202	0.2878	0.2737	0.9532	0.6449
Å x N x S x T	0.9268	0.4804	0.8427	0.9839	0.085	0.2005	0.582	0.0008	0.2686	0.9714	0.3867	0.5063
<i>Skörd 2</i>												
År (A)	<0.0001	0.001	0.044	0.005	0.088	<0.0001	0.003	0.147	0.208	0.629	0.011	<0.0001
N-giva (N)	0.023	0.007	0.001	0.029	0.003	<0.0001	0.313	<0.0001	0.0003	0.030	<0.0001	0.006
Skördetidpunkt (T)	0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.008	<0.0001	0.025
Art/Sort (S)	0.669	<0.0001	<0.0001	0.004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.157
Å x N	0.491	0.400	0.043	0.428	0.438	<0.0001	0.403	0.055	0.034	0.040	0.489	0.003
Å x T	0.004	<0.0001	0.0003	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.014	0.001	0.006	<0.0001	0.771
Å x S	0.295	0.098	0.116	0.314	0.428	0.006	<0.0001	0.172	0.116	<0.0001	0.216	0.164
N x S	0.797	0.003	0.004	0.225	0.165	0.542	0.989	0.011	0.182	<0.0001	0.086	0.919
N x T	0.327	0.185	0.088	0.122	0.722	0.000	0.331	0.120	0.480	0.129	0.260	0.165
S x T	0.082	0.860	0.009	0.324	0.579	<0.0001	0.000	0.323	0.327	0.003	0.962	0.593
Å x N x S	0.605	0.005	0.317	0.885	0.040	0.022	0.012	0.636	0.558	0.045	0.614	0.378
N x S x T	0.755	0.078	0.349	0.470	0.562	0.870	0.991	0.820	0.758	0.308	0.283	0.790
Å x N x S x T	0.512	0.687	0.228	0.574	0.067	0.316	0.500	0.409	0.017	0.011	0.963	0.916

Tabell 2. Baljväxtsstudien, test av fixa effekter. Om p-värdet är mindre än 0.05 är effekten signifikant

Effekt	Cu	Mn	Mo	Zn	Fe	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cl
<i>Gräs, skörd 1</i>												
År (Å)	0.0006	<.0001	0.0088	0.1934	0.0004	0.1429	0.1819	0.0138	0.0005	0.202	0.0608	0.0252
Blandning (B)	0.0404	0.0173	0.0002	0.959	0.1702	0.0114	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	0.4349
Skördetidpunkt (T)	0.003	0.0001	0.0485	0.0255	0.0029	<.0001	<.0001	<.0001	0.4339	0.8524	<.0001	0.1074
Å x B	0.8679	0.7072	0.125	0.1878	0.0031	0.0454	0.1224	<.0001	0.0569	0.0068	0.1277	0.4131
Å x T	0.8679	0.3231	0.1751	0.9073	0.0001	0.0313	0.1728	0.0007	0.6925	0.3996	0.4594	0.0234
B x T	0.7861	0.3559	0.6641	0.6213	0.0436	0.0019	0.1812	0.124	0.1377	0.0079	0.7798	0.0911
Å x B x T	0.4332	0.2239	0.2634	0.254	0.387	0.0001	0.1206	0.8854	0.8234	0.009	0.9059	0.6471
<i>Baljväxter, skörd 1</i>												
År (Å)	0.0645	0.0396	0.0384	0.2735	0.0024	0.0002	0.0090	0.1736	0.1155	0.8186	0.0107	0.6181
Blandning (B)	<.0001	0.6178	0.0028	0.0563	0.0375	0.1022	0.1830	0.0002	0.0007	0.0299	0.0002	0.0007
Skördetidpunkt (T)	0.2912	0.9118	0.0008	0.0654	0.0121	0.0002	0.0045	0.0676	0.0085	0.0195	<.0001	0.0073
Å x B	0.3319	0.3731	0.1812	0.4551	0.0289	0.5390	0.8861	0.3805	0.1330	0.9727	0.1535	0.4595
Å x T	0.6705	0.1862	0.0087	0.1618	0.1476	0.0466	0.3580	0.0059	0.0154	0.0749	0.1301	0.1041
B x T	0.0152	0.8952	0.1322	0.6195	0.1471	0.1200	0.7871	0.4303	0.4541	0.9814	0.4130	0.4732
Å x B x T	0.4520	0.5310	0.1949	0.8406	0.6343	0.7237	0.0512	0.4442	0.5775	0.4265	0.5270	0.9524
<i>Gräs, skörd 2</i>												
År (Å)	0.0576	0.0620	0.0138	0.0022	0.0097	0.0029	0.0026	0.0486	0.8009	0.0016	0.3855	0.0535
Blandning (B)	0.3525	0.0077	0.0007	0.0155	0.8539	0.0043	0.0033	<.0001	0.0004	0.1628	<.0001	0.3719
Skördetidpunkt (T)	0.7522	0.1247	0.1553	0.0267	0.2359	0.0892	0.2428	0.0353	0.0711	0.0769	<.0001	0.4554
Å x B	0.2500	0.0839	0.0067	0.5475	0.3999	0.6771	0.3856	0.0232	0.2054	0.8471	0.0575	0.3876
Å x T	0.0854	0.0303	0.1597	0.0067	0.0711	0.0013	0.1103	0.2678	0.7531	0.1702	0.2375	0.7744
B x T	0.5527	0.3468	0.6135	0.5341	0.2246	0.2326	0.2990	0.8935	0.4924	0.9283	0.0033	0.2866
Å x B x T	0.3274	0.2790	0.4524	0.3483	0.9215	0.1888	0.0821	0.2309	0.1863	0.9695	0.1624	0.1656
<i>Baljväxter, skörd 2</i>												
År (Å)	0.0003	0.3031	0.2746	0.0224	0.0007	0.2982	0.0245	0.0975	0.8172	0.0794	0.1176	0.6950
Blandning (B)	<.0001	0.0354	0.0079	0.3549	<.0001	0.0364	0.7911	0.0003	<.0001	0.0002	<.0001	0.4705
Skördetidpunkt (T)	0.8306	0.0045	0.7970	0.0065	0.0014	0.1172	0.6362	0.0097	0.3074	0.9463	0.1573	0.4158
Å x B	0.7106	0.0027	0.4350	0.2240	0.0007	0.4716	0.6095	0.0371	0.0002	0.1024	0.1682	0.1616
Å x T	0.1157	0.0019	0.0185	<.0001	0.0027	0.0005	0.0650	0.0131	0.0998	0.4985	0.0005	0.1463
B x T	0.3875	0.5670	0.1072	0.0239	0.0026	0.0496	0.0145	0.6592	0.1199	0.9536	0.2366	0.5754
Å x B x T	0.3875	0.5400	0.8179	0.1538	0.0016	0.6598	0.4459	0.6121	0.0048	0.9928	0.5891	0.2052

Tabell 3, Sammanställning av mjölkors behov av mineraler från NRC (2001), samt uppgifter om mineralinnehållet från Eriksson (2005) från 255 svenska gårdar

	Mjölkkande ko, Holstein				Kviga	Sinko			Eriksson, 2005			
	25 kg mjölk	35 kg mjölk	45 kg mjölk	50 kg mjölk		240 days	270 days	279 days	Medel	Standard-avvikelse	Max	Min
Foderintag (kg ts)	20	24	27	30								
Ca (g/kg ts)	6,2	6,1	6,7	6	4,4	4,4	4,5	4,8	6,7	2,2	2,3	18,8
P (g/kg ts)	3,2	3,5	3,6	3,8	3,7	2,2	2,3	2,6	2,8	0,6	1,5	5
Mg (g/kg ts)	1,8	1,9	2	2,1	4	1,1	1,2	1,6	1,8	0,5	0,8	3,5
Cl (g/kg ts)	2,4	2,6	2,8	2,9	4,4	1,3	1,5	2	3,7	2	1,4	8,5
K (g/kg ts)	10	1,04	10,6	10,7	15,4	5,1	5,2	6,2	22,4	5,5	8,7	42,5
Na (g/kg ts)	2,2	2,3	2,2	2,2	1,3	1	1	1,4	0,25	0,4	0,01	3,67
S (g/kg ts)	2	2	2	2	1,9	2	2	2	2	0,4	1,2	5,6
Cu (mg/kg ts)	11	11	11	11	16	12	13	18	7	2	3	20
Fe (mg/kg ts)	12,3	15	17	18	26	13	13	18	277	408	31	3250
Mn (mg/kg ts)	14	14	13	13	22	16	18	24	59	29	15	184
Zn (mg/kg ts)	43	48	52	55	30	21	22	30	46	54	15	506



Figur 3. Karta över molybdenhalten i jordar i Sverige.

Källa: http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html (2016-06-04).