



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för växtproduktionsekologi
Department of Crop Production Ecology

Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall

Bodil E. Frankow-Lindberg



Publicerad av/Publisher:

Sveriges lantbruksuniversitet / Swedish University of Agricultural Sciences
Institutionen för växtproduktionsekologi / Department of crop production ecology
Box 7043, SE-750 07 Uppsala
ISSN 1653-5375
ISBN 978-91-576-9488-1 (elektronisk version)
Publicerad på Internet: <http://www.slu.se/vpe>

Titel:

Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall
Rapport • No. 24. Uppsala 2017

Title in English:

Updated recommendations of nitrogen applications to leys

Författare:

Bodil E. Frankow-Lindberg

Referat:

Rapporten redogör för en metaanalys av resultat från kvävegödslingsförsök i slåttervall utförda under åren 1997-2015. Analysen omfattar responsen på kvävegödsling med avseende på torrsubstans och råproteinhalt i den skördade grönmassan. Analysen visar att såväl avkastningsnivån i leden utan tillfört kväve, som kväveresponsen (kg torrsubstans/kg tillfört N), är större i dessa försök jämfört med äldre försöksdata. Detta gäller både rena gräsvallar och klöver/gräsvallar. Vid en uppdelning av datamaterialet från klöver/gräsvallar med avseende på klöverandel ger analysen vid handen att med en klöverandel >20% är responsen (kg ts/kg tillfört N) obefintlig i första skörd och måttlig i återväxterna. Vid en klöverandel >31% är responsen på kvävegödsel negativ i förstaskörd, och mycket svag i återväxterna. Råproteinhalten påverkas positivt av kvävegödsling i rena gräsvallar. I klöver/gräsvallar beror denna respons på klöverandelen, och är generellt negativ i tredjeskörd. I ett avslutande avsnitt diskuteras hur kvävegivan till olika valltyper kan optimeras med avseende på både utbytet av torrsubstans och en lämplig råproteinhalt för olika djurgrupper.

Summary:

This report contains a meta-analysis of results from field trials with nitrogen application to leys which were carried out during 1997-2015. The analysis deals with the response to nitrogen fertilisation with respect to dry matter and crude protein content in the harvested biomass. The analysis shows that the yield level without any nitrogen application, and the response to nitrogen (kg dry matter/kg N applied), is greater in these trials compared to data from older trials. This applies to both pure grass leys and mixed grass/clover leys. The crude protein content is positively correlated with nitrogen application in pure grass leys. In mixed grass/clover leys this response depends on clover content, but is generally negative in the last cut.

Ämnesord: gräsvall, klöver/gräsvall, kvävegödsling, torrsubstansutbyte, råproteinhalt

Keywords: leys, pure grass, mixed grass/clover, nitrogen application, dry matter response, crude protein content

Omslagsfoto: B.E. Frankow-Lindberg: Gräsvall (100 kg N/ha) och klöver/gräsvall

Copyright © 2017 SLU

Innehåll

| | |
|---|----|
| Inledning | 3 |
| Använt försöksmaterial | 3 |
| Anpassning av produktionsfunktioner | 3 |
| Utbyte av torrsbstans – totalskörd | 4 |
| Marginalutbyte av kväve | 6 |
| Utbyte av torrsbstans – delskördar | 9 |
| Effekten av kväve på andelen klöver i den skördade biomassan | 11 |
| Utbyte av råprotein | 11 |
| Effekten av klöverandel på råproteinhalten | 13 |
| Utbyte av kväve | 14 |
| Kvävegödslings inverkan på torrsbstansavkastning och råproteinhalt i gräsvall beräknad med produktionsfunktioner | 15 |
| Optimal kvävegiva till gräsvallar | 17 |
| Kvävegödslings inverkan på torrsbstansavkastning och råproteinhalt i klöver/gräsvall beräknad med produktionsfunktioner | 18 |
| Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar | 22 |
| Förslag till kvävegödsling med hänsyn till kvalitetskrav hos olika djurgrupper | 23 |
| Kvävegödslings inverkan på torrsbstansavkastning i klöver/gräsvall med rajsvingel beräknad med produktionsfunktioner | 23 |
| Avslutande kommentarer | 24 |
| Referenser | 24 |

Inledning

Denna skrift är resultatet av uppdrag från Jordbruksverket till Sveriges lantbruksuniversitet (Dnr 4.2.11-2186) och Lindbergs Agrikonsult HB (Dnr 4.2.11-2788/16). Syftet med arbetet har varit att utifrån existerande försöksmaterial ta fram produktionsfunktioner för sambandet mellan kvävegödsling och torrsubstansavkastning, samt sambandet mellan kvävegödsling och råproteinhalt, i rena gräsvallar och klöver/gräsvallar. Data t.o.m. försöksåret 2015 har inkluderats i uppdraget.

Använt försöksmaterial

De serier som använts är följande: L6-4421, L6-4422, L6-4423 (kallas L6-442x nedan), L6-472, L6-5071, R6-5285 och data från Salomon m.fl. (2013). Beräkningar från dessa serier har jämförts med resultaten i Kornher (1982). I bilaga 1 finns en förteckning över det använda datamaterialet samt de nivåer av kvävegödsling som ingått i resp. serie. Alla använda serier har skördats tre gånger per säsong, med tidig förstaskörd. I några fall har enstaka data uteslutits p.g.a. av felaktig skötsel eller då spontan vitklöver har invaderat led som inte N-gödslats.

Anpassning av produktionsfunktioner

Försökupplägget i merparten av de använda serierna har tyvärr inte uppfyllt grundläggande krav för att göra goda funktionsanpassningar. Led som inte har kvävegödslats (dvs. 0-led) saknas i alla L6-442x-serier, och i stort sett endast R6-5285 har haft ett led med en N-giva som överstiger den som gett maximal torrsubstansavkastning. Dessa två punkter är väsentliga för hur formen på den anpassade funktionen kommer att se ut. Den mest användbara funktionen är då en andragsgradsfunktion, där ett maximum uppnås, och där responsen på kväve sedan planar ut. I vissa fall har en omvänd form erhållits (dvs. en kurva med ett minimum och där responsen sedan ökar), t.ex. när det gäller tredjeskörd i klöver/gräsvallar. Detta är en biologisk realitet eftersom klöverns produktion inledningsvis påverkas mer negativt av kvävegödsling jämfört med den positiva effekten av kvävegödsling på gräsens produktion. Samma sak gäller anpassningen av de samband som råder mellan kvävegödsling och råproteinhalt i gräsvallar i tredjeskörd, där halten råprotein inledningsvis minskar med ökande kvävegödsling, för att därefter stiga igen. Vid en extrapolering överensstämmer dock inte sådana samband med den biologiska verkligheten. I de fall då sådana funktioner har haft den bästa anpassningen har jag i stället valt att anpassa första-gradsekvationer. Inte heller dessa är realistiska vid en extrapolering, men de ger åtminstone inte lika besynnerliga resultat när det kommer till den ekonomiska utvärderingen. **Jag vill därför understryka att de funktioner som tagits fram, och som presenteras i denna skrift, endast är giltiga inom det intervall för vilket det finns försöksdata, och att alla extrapoleringar måste tolkas med försiktighet.**

Alla anpassningar av produktionsfunktioner har gjorts i Excel.

Utbyte av torrsubstans – totalskörd

I ett första steg jämfördes utbytesresponsen på kväve med avseende på totalavkastningen av torrsubstans (tabell 1) i de olika försöksserierna i syfte att 1) jämföra nyare data med det äldre datamaterialet som publicerats i Kornher (1982), och 2) värdera vilka data som kunde slås samman. När det gäller serierna i L6-442x var det uppenbart att såväl fröblandning som plats spelade stor roll för hur utbytet såg ut. Detta material sorterades därför först med avseende på inslaget av 1) engelskt rajgräs (15-20% resp. stor andel) eller rajsvingel i fröblandningen och 2) på två geografiska områden: södra Sverige och Sydsvenska höglandet. Vidare sorterades hela L6-442x-materialet (oavsett komposition av gräsarter i fröblandningen och geografiskt område) i två grupper där baljväxten antingen var röd- eller vitklöver. I detta översiktliga steg anpassade jag endast förstgradsekvationer för att kunna göra direkta jämförelser av intercept och linjär respons.

Tabell 1. Linjär respons på N-gödsling (kg torrsubstans/kg tillfört N), totalskörd. Traditionella arter = timotej + ängssvingel, RSVH = rörsvingelhybrid

| Dataset | Valltyp | Intercept | Linjär N-respons |
|--------------------------------|--|-----------|---------------------|
| Kornher | Gräs, traditionella arter | 4095 | 17,7 ($R^2=0,94$) |
| L6-472+R6-5285 | Gräs | 5904 | 25,4 ($R^2=0,73$) |
| Salomon | Gräs | 8810 | 11,3 ($R^2=0,10$) |
| L6-472+R6-5285 | Gräs, traditionella arter | 5743 | 22,2 ($R^2=0,75$) |
| L6-472+R6-5285 | Gräs, med med RSVH | 5987 | 28,0 ($R^2=0,78$) |
| Kornher | Röd-klöver/gräs | 6987 | 9,6 ($R^2=0,99$) |
| L6-472 | Röd+vitklöver/gräs | 10806 | 12,8 ($R^2=0,57$) |
| L6-5071 | Röd+vitklöver/gräs | 11514 | 10,8 ($R^2=0,72$) |
| R6-5285 | Röd+vitklöver/gräs | 9774 | 12,0 ($R^2=0,89$) |
| L6-442x* | Röd-klöver/gräs | 9358 | 16,7 ($R^2=0,09$) |
| L6-442x* | Vitklöver/gräs | 9132 | 12,3 ($R^2=0,06$) |
| L6-442x, södra* | Röd- eller vitklöver/stor andel eng. rajgräs | 8968 | 13,7 ($R^2=0,08$) |
| L6-442x, Sydsvenska höglandet* | Röd- eller vitklöver/stor andel eng. rajgräs | 8718 | 11,9 ($R^2=0,10$) |
| L6-442x, södra* | Röd- eller vitklöver/15-20% eng. rajgräs | 9058 | 12,9 ($R^2=0,06$) |
| L6-442x, Sydsvenska höglandet* | Röd- eller vitklöver/15-20% eng. rajgräs | 9069 | 8,7 ($R^2=0,06$) |
| L6-442x, södra* | Röd- eller vitklöver/rajsvingel | 9739 | 17,4 ($R^2=0,07$) |
| L6-442x, Sydsvenska höglandet* | Röd- eller vitklöver/rajsvingel | 9759 | 9,8 ($R^2=0,11$) |
| L6-442x, södra* | Röd- eller vitklöver/rajsvingel | 9895 | 25,5 ($R^2=0,14$) |
| Vall 1 | | | |

* 0-led saknas

Slutsatserna från denna analys är följande:

- Avkastningen utan tillförsel av kväve (= interceptet) är betydligt högre i nya serier både med och utan klöver i fröblandningen jämfört med det äldre materialet
- Den linjära responsen i gräsvallar är betydligt högre (+40%) i nya serier jämfört med det äldre materialet
- Den linjära responsen i gräsvall redovisad av Salomon m.fl. (2014) är mycket låg (<45%) jämfört med övriga försök i gräsvall, samtidigt som interceptet ligger betydligt högre än i övriga försök
- Den linjära responsen i klöver/gräsvallar är betydligt högre (+30%) i nya serier jämfört med det äldre materialet
- Den linjära responsen i rödklöver/gräsvallar är högre jämfört med responsen i vitklöver/gräsvallar. Detta är i överensstämmelse med Svanäng & Frankow-Lindberg (1994)
- Vallar med både röd- och vitklöver har en respons som är jämförbar med vitklöver/gräsvallar

Gräsvallar

När det gäller rena gräsvallar är sambandet mellan kvävegödsling och torrsubstansavkastning starkt i serierna L6-472 och R6-5285 medan det är svagt i datasetet från Salomon m.fl. (2014). Man kan notera att fröblandningen med rörsvingelhybrid har en högre respons jämfört med fröblandningen med traditionella arter i serie L6-472.

Slutsatsen av denna översiktliga analys är att det äldre försöksmaterialet för gräsvallar (Kornher, 1982) har ett begränsat värde. En anledning till detta skulle kunna vara att odlingsmaterialet idag är mer produktivt jämfört med det som använts i äldre försök. Likaså är datasetet från Salomon m.fl. (2014) extremt och bör inte användas tillsammans med de fåtaliga försöksdata som just nu existerar. Behovet av ytterligare data är mycket stort.

Klöver/gräsvallar

När det gäller klöver/gräsvallar domineras det kommersiella utbudet av fröblandningar för södra och mellersta Sverige av fröblandningar där antingen rödklöver eller röd+vitklöver ingår tillsammans med timotej och ängssvingel. Ofta ingår även ett måttligt inslag av engelskt rajgräs och/eller rörsvingel/rörsvingelhybrid, medan rajsvingel enbart ingår i ett fåtal fröblandningar. Från de linjära responser som presenteras i tabell 1 för serierna L6-442x framgår att fröblandningar med ett stort inslag av eng. rajgräs eller rajsvingel har en sämre respons i klimatiskt mer utmanande områden jämfört med områden där vintrarna inte är så hårda. Detaljstuderar man materialet framgår det också att responsen t.o.m. kan vara negativ i förstaskörd. Sådana fröblandningar är inte vanliga i handeln, sannolikt beroende på deras allt för stora variation i avkastning mellan åren. Man kan dock notera att variationen i respons har varierat stort i serierna L6-442x (mycket låga R^2 -värden), och det generella sambandet mellan kvävegödsling och utbyte är

därmed betydligt svagare jämfört med serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285. En anledning kan vara de mer extrema fröblandningar som använts i dessa serier. I det fortsatta arbetet har jag valt att utesluta data från leden med de mer extrema fröblandningarna och endast använda data från de led i L6-442x där inslaget av eng. rajgräs varit måttligt.

Slutsatsen av denna översiktliga analys är att även för klöver/gräsvallar har det äldre försöksmaterialet (Kornher, 1982) ett begränsat värde. En anledning till detta skulle kunna vara att odlingsmaterialet idag är mer produktivt jämfört med det som använts i äldre försök. Behovet av nya data med fröblandningar som avspeglar det kommersiella utbudet är stort.

Marginalutbyte av kväve

Gräsvallar

Marginalutbytet av kväve i serierna L6-472 och R6-5285 sjunker i allmänhet med ökande N-gödsling i gräsvallen, och varierar också med skördetillfälle (tabell 2). En tydlig skillnad mellan fröblandningarna är det bättre utbytet i återväxten hos fröblandningar med ett högvakastande gräs (här rörsvingelhybrid) jämfört med en traditionell fröblandning.

Klöver/gräsvallar

Av tabell 3 framgår att marginalresponsen i klöver/gräsvallar kan variera avsevärt mellan olika nivåer, och att det inte är ovanligt att responsen först sjunker med ökad kvävegödsling, för att sedan öka igen. Detta torde bero på de dubbla effekterna av kvävegödsling på 1) gräs (positiv) och 2) andelen klöver i vallen (negativ).

För både gräs- och klöver/gräsvallar bör produktionsfunktioner anpassas till varje delskörd.

I det fortsatta arbetet med anpassning av produktionsfunktioner har jag använt data från L6-472 och R6-5285 för gräsvallar. För klöver/gräsvallar har jag i ett första steg anpassat funktioner till ett mindre dataset som är representativt för många moderna fröblandningar (serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285) och ett större dataset där jag även inkluderat delar av materialet från L6-442x (15-20% eng. rajgräs). Syftet var att undersöka om storleken på datasetet skulle påverka de ekonomiska beräkningarna.

För vallar där rajsvingel ingår anser jag att man enbart bör använda datasetet från södra Sverige, då odling av denna art är klimatmässigt begränsad, och då endast använda data från förstaårsvallar.

Tabell 2. Marginalrespons på N-gödsling i gräsvall (L6-472), uppdelat på fröblandningar som innehåller traditionella gräsarter eller rörsvingelhybrid. T = timotej, ÄSV = ängs-svingel, RSVH = rörsvingelhybrid

| Serie | Län | Gräsart/er | Vallålder | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | | Summaskörd | |
|---------|--------|-------------|-----------|------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| | | | | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N |
| L6-472 | Ps | T+ÄSV | 1 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 1 | 35 | 48,6 | 30 | 44,0 | 25 | 32,0 | 90 | 42,4 |
| | | | 1 | 70 | 26,3 | 60 | 94,7 | 50 | 52,0 | 180 | 41,6 |
| | | | 1 | 105 | 9,4 | 90 | 0,0 | 75 | 13,6 | 270 | 7,4 |
| | Ps | T+ÄSV | 2 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 2 | 35 | Kan inte beräknas | 30 | Kan inte beräknas | 25 | Kan inte beräknas | 90 | |
| | | | 2 | 70 | 35,1 | 60 | 17,0 | 50 | 28,8 | 180 | 27,3 |
| | | | 2 | 105 | 13,7 | 90 | 32,0 | 75 | 26,4 | 270 | 23,3 |
| | H | T+ÄSV | 2 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 2 | 35 | 56,9 | 30 | 8,7 | 25 | 38,4 | 90 | 35,7 |
| | | | 2 | 70 | 36,3 | 60 | 17,7 | 50 | 47,2 | 180 | 33,1 |
| | | | 2 | 105 | 26,0 | 90 | 10,0 | 75 | 34,4 | 270 | 23,0 |
| Ps | T+ÄSV | 3 | 0 | Kan inte beräknas | 0 | | 0 | | 0 | | |
| | | 3 | 35 | Kan inte beräknas | 30 | Kan inte beräknas | 25 | Kan inte beräknas | 90 | | |
| | | 3 | 70 | 26,6 | 60 | 10,3 | 50 | 8,0 | 180 | 16,0 | |
| | | 3 | 105 | 13,7 | 90 | 17,0 | 75 | -5,6 | 270 | 9,4 | |
| H | T+ÄSV | 3 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | |
| | | 3 | 35 | 50,9 | 30 | 26,7 | 25 | 38,0 | 90 | 39,2 | |
| | | 3 | 70 | 29,4 | 60 | 28,0 | 50 | 36,8 | 180 | 31,0 | |
| | | 3 | 105 | 23,4 | 90 | 20,3 | 75 | 3,6 | 270 | 16,9 | |
| L6-472 | Ps | T+RSVH | 1 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 1 | 35 | 46,3 | 30 | 49,7 | 25 | 48,4 | 90 | 48,0 |
| | | | 1 | 70 | 15,4 | 60 | 35,7 | 50 | 38,8 | 180 | 28,7 |
| | | | 1 | 105 | 17,1 | 90 | 24,3 | 75 | 34,8 | 270 | 24,4 |
| | Ps | T+RSVH | 2 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 2 | 35 | Kan inte beräknas | 30 | Kan inte beräknas | 25 | Kan inte beräknas | 90 | |
| | | | 2 | 70 | 28,6 | 60 | 23,3 | 50 | 43,2 | 180 | 30,9 |
| | | | 2 | 105 | 17,4 | 90 | 28,3 | 75 | 34,4 | 270 | 25,8 |
| | H | T+RSVH | 2 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 2 | 35 | 64,3 | 30 | 26,7 | 25 | 56,8 | 90 | 49,7 |
| | | | 2 | 70 | 24,6 | 60 | 21,3 | 50 | 53,2 | 180 | 31,4 |
| | | | 2 | 105 | 33,1 | 90 | 15,3 | 75 | 36,0 | 270 | 28,0 |
| Ps | T+RSVH | 3 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | |
| | | 3 | 35 | Kan inte beräknas | 30 | Kan inte beräknas | 25 | Kan inte beräknas | 90 | | |
| | | 3 | 70 | 26,0 | 60 | 18,7 | 50 | 23,6 | 180 | 22,9 | |
| | | 3 | 105 | 27,1 | 90 | 20,3 | 75 | 32,0 | 270 | 26,2 | |
| H | T+RSVH | 3 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | |
| | | 3 | 35 | 46,6 | 30 | 29,7 | 25 | 44,4 | 90 | 40,3 | |
| | | 3 | 70 | 7,1 | 60 | 40,3 | 50 | 40,4 | 180 | 27,4 | |
| | | 3 | 105 | 21,1 | 90 | 15,7 | 75 | 10,0 | 270 | 16,2 | |
| R6-5285 | Ps | T+ERAJ+RSVH | 1 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 1 | 68 | 88,0 | 44 | 64,0 | 38 | 82,4 | 150 | 78,4 |
| | | | 1 | 101 | 15,1 | 68 | 16,3 | 56 | 24,4 | 225 | 18,1 |
| | | | 1 | 135 | 5,4 | 90 | 27,3 | 75 | 12,0 | 300 | 14,6 |
| | | | 1 | 168 | 11,4 | 112 | 1,0 | 95 | 16,8 | 375 | 9,4 |
| | N | T+ERAJ+RSVH | 1 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | | 1 | 68 | 118,3 | 44 | 36,3 | 38 | 37,6 | 150 | 68,6 |
| | | | 1 | 101 | 36,6 | 68 | 30,3 | 56 | 58,0 | 225 | 40,4 |
| | | | 1 | 135 | 6,9 | 90 | -15,3 | 75 | | 300 | |
| | | | 1 | 168 | -5,4 | 112 | 34,0 | 95 | | 375 | |

Tabell 3. Marginalrespons på N-gödsling i klöver/gräsvallar (L6-472, L6-5071 och R6-5285). T = timotej, ÄSV = ängssvingel, RSVH = rörsvingelhybrid, RKL = rödklöver, VKL = vitklöver

| Serie | Län | Art/er | Vallålder | Skörd 1 | | | Skörd 2 | | | Skörd 3 | | | Summaskörd | | | |
|---------|-----|----------------|-----------|------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|-----|------|
| | | | | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N | Klöverandel % av ts | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N | Klöverandel % av ts | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N | Klöverandel % av ts | Kvävegödsling kg/ha | N respons kg ts/kg tillfört N | | |
| L6-472 | Ps | T+ÄSV+RKL+VKL | 1 | 0 | | 16 | 0 | | 74 | 0 | | 87 | 0 | | | |
| | | | 1 | 35 | 45,4 | 6 | 30 | 29,3 | 29 | 25 | 4,8 | 50 | 90 | 28,8 | | |
| | | | 1 | 70 | 17,7 | 3 | 60 | 17,7 | 12 | 50 | -3,2 | 32 | 180 | 11,9 | | |
| | | | 1 | 105 | 12,9 | 3 | 90 | 9,7 | 5 | 75 | 8,0 | 25 | 270 | 10,4 | | |
| | | | 1 | 0 | | 16 | 0 | | 57 | 0 | | 88 | 0 | | | |
| | | | 1 | 35 | 39,1 | 9 | 30 | 31,7 | 22 | 25 | 4,4 | 43 | 90 | 27,0 | | |
| | | T+RSVH+RKL+VKL | 1 | 70 | 22,0 | 11 | 60 | 25,3 | 18 | 50 | 19,6 | 24 | 180 | 22,4 | | |
| | | | 1 | 105 | 8,6 | 5 | 90 | 10,7 | 9 | 75 | 21,2 | 6 | 270 | 12,8 | | |
| | | | 2 | 0 | | 71 | 0 | | 93 | 0 | | 89 | 0 | | | |
| | | | 2 | 35 | | 31 | 30 | | 66 | 25 | | 68 | 90 | | | |
| | | | 2 | 70 | 14,9 | 25 | 60 | 0,7 | 69 | 50 | 11,6 | 56 | 180 | 9,2 | | |
| | | | 2 | 105 | 6,6 | 23 | 90 | 15,0 | 35 | 75 | 12,4 | 39 | 270 | 11,0 | | |
| | H | T+ÄSV+RKL+VKL | 2 | 0 | | 51 | 0 | | 66 | 0 | | 73 | 0 | | | |
| | | | 2 | 35 | | 34 | 30 | | 50 | 25 | | 59 | 90 | | | |
| | | | 2 | 70 | 17,1 | 12 | 60 | 2,3 | 29 | 50 | 7,6 | 30 | 180 | 9,6 | | |
| | | | 2 | 105 | 13,1 | 10 | 90 | 20,3 | 11 | 75 | 20,8 | 10 | 270 | 17,7 | | |
| | | | 2 | 0 | | 39 | 0 | | 87 | 0 | | 86 | 0 | | | |
| | | | 2 | 35 | 10,9 | 22 | 30 | 0,7 | 82 | 25 | | 76 | 90 | 5,9 | | |
| | | T+RSVH+RKL+VKL | 2 | 70 | 10,3 | 20 | 60 | -9,0 | 54 | 50 | -1,2 | 72 | 180 | 0,7 | | |
| | | | 2 | 105 | 22,6 | 21 | 90 | -1,7 | 53 | 75 | 9,2 | 61 | 270 | 10,8 | | |
| | | | 2 | 0 | | 34 | 0 | | 56 | 0 | | 74 | 0 | | | |
| | | | 2 | 35 | 36,3 | 11 | 30 | 11,0 | 51 | 25 | 16,4 | 60 | 90 | 22,3 | | |
| | | | 2 | 70 | 16,6 | 17 | 60 | -3,0 | 43 | 50 | 13,2 | 42 | 180 | 9,1 | | |
| | | | 2 | 105 | 10,9 | 1 | 90 | 9,0 | 26 | 75 | 12,4 | 42 | 270 | 10,7 | | |
| L6-5071 | Ps | T+ÄSV+RKL+VKL | 3 | 0 | | 43 | 0 | | 68 | 0 | | 56 | 0 | | | |
| | | | 3 | 35 | | 23 | 30 | | 45 | 25 | | 33 | 90 | | | |
| | | | 3 | 70 | 21,1 | 15 | 60 | 8,0 | 33 | 50 | 10,0 | 35 | 180 | 13,7 | | |
| | | | 3 | 105 | 11,7 | 8 | 90 | 5,7 | 23 | 75 | 0,8 | 12 | 270 | 6,7 | | |
| | | | 3 | 0 | | 30 | 0 | | 62 | 0 | | 55 | 0 | | | |
| | | | 3 | 35 | | 25 | 30 | | 33 | 25 | | 34 | 90 | | | |
| | | T+RSVH+RKL+VKL | 3 | 70 | 16,3 | 19 | 60 | 14,7 | 9 | 50 | 14,4 | 16 | 180 | 15,2 | | |
| | | | 3 | 105 | 17,4 | 1 | 90 | 10,7 | -1 | 75 | 35,2 | 8 | 270 | 20,1 | | |
| | | | 3 | 0 | | 37 | 0 | | 78 | 0 | | 86 | 0 | | | |
| | | | 3 | 35 | -6,0 | 34 | 30 | 0,3 | 58 | 25 | 2,8 | 64 | 90 | -1,4 | | |
| | | | 3 | 70 | 15,7 | 22 | 60 | 6,7 | 52 | 50 | -2,4 | 58 | 180 | 7,7 | | |
| | | | 3 | 105 | 27,7 | 13 | 90 | 2,7 | 45 | 75 | 0,8 | 45 | 270 | 11,9 | | |
| | H | T+ÄSV+RKL+VKL | 3 | 0 | | 34 | 0 | | 43 | 0 | | 65 | 0 | | | |
| | | | 3 | 35 | 34,3 | 15 | 30 | 18,0 | 26 | 25 | 13,2 | 31 | 90 | 23,0 | | |
| | | | 3 | 70 | -12,0 | 21 | 60 | 7,0 | 13 | 50 | 6,0 | 16 | 180 | -0,7 | | |
| | | | 3 | 105 | 6,6 | 4 | 90 | 17,3 | 3 | 75 | 14,8 | 3 | 270 | 12,4 | | |
| | | | 3 | 0 | | 43 | 0 | | 68 | 0 | | 56 | 0 | | | |
| | | | 3 | 35 | | 23 | 30 | | 45 | 25 | | 33 | 90 | | | |
| | | R6-5285 | H | T+RSVH+ERAJ+RKL+VKL | 1 | 0 | 28,3 | 33 | 0 | 57 | 0 | 76 | 40 | 33,3 | | |
| | | | | | 1 | 90 | 16,6 | 19 | 0 | 42 | 0 | 66 | 90 | 15,0 | | |
| | | | | | 1 | 40 | 30,8 | 33 | 35 | 23,0 | 33 | 35 | 3,7 | 44 | 110 | 18,6 |
| | | | | | 1 | 160 | 9,8 | 18 | 0 | 33 | 0 | 63 | 160 | 8,3 | | |
| | | | | | 1 | 60 | 23,7 | 27 | 65 | 14,2 | 25 | 35 | 4,3 | 41 | 160 | 15,6 |
| | | | | | 1 | 90 | 14,2 | 25 | 35 | 18,0 | 31 | 35 | -2,6 | 43 | 160 | 11,4 |
| 1 | 90 | | | | 15,8 | 21 | 65 | 17,7 | 22 | 35 | -1,4 | 38 | 190 | 13,3 | | |
| 1 | 0 | | | | | 41 | 0 | 59 | 0 | 74 | 0 | 74 | 0 | | | |
| 1 | 120 | | | | 15,8 | 22 | 65 | 16,5 | 17 | 65 | 1,8 | 32 | 250 | 12,4 | | |
| 2 | 40 | | | | 4,0 | 35 | 0 | 56 | 0 | 58 | 40 | 14,3 | | | | |
| 2 | 90 | | | | 6,6 | 23 | 0 | 44 | 0 | 57 | 90 | 9,0 | | | | |
| 2 | 40 | | | | 10,0 | 25 | 35 | 12,3 | 32 | 35 | 8,6 | 42 | 110 | 9,7 | | |
| 2 | 160 | 3,8 | 26 | 0 | 39 | 0 | 52 | 160 | 6,3 | | | | | | | |
| 2 | 60 | 10,7 | 23 | 65 | 9,5 | 25 | 35 | 5,7 | 30 | 160 | 9,1 | | | | | |
| 2 | 90 | 8,9 | 19 | 35 | 11,1 | 31 | 35 | 9,4 | 32 | 160 | 9,5 | | | | | |
| 2 | 90 | 7,3 | 13 | 65 | 10,0 | 23 | 35 | 2,9 | 29 | 190 | 7,4 | | | | | |
| 2 | 0 | | 38 | 0 | 53 | 0 | 61 | 0 | 61 | 0 | | | | | | |
| 2 | 120 | 8,2 | 17 | 65 | 11,4 | 34 | 65 | 7,4 | 23 | 250 | 8,8 | | | | | |
| 3 | 40 | 11,8 | 10 | 0 | 25 | 0 | 20 | 40 | 21,5 | | | | | | | |
| 3 | 90 | -2,4 | 3 | 0 | 18 | 0 | 37 | 90 | 0,2 | | | | | | | |
| 3 | 40 | 8,0 | 5 | 35 | 19,0 | 11 | 35 | 25,7 | 10 | 110 | 16,3 | | | | | |
| 3 | 160 | 5,3 | 2 | 0 | 8 | 0 | 32 | 160 | 9,8 | | | | | | | |
| 3 | 60 | 10,7 | 3 | 65 | 13,1 | 5 | 35 | 24,9 | 24 | 160 | 14,8 | | | | | |
| 3 | 90 | 7,9 | 2 | 35 | 18,3 | 7 | 35 | 24,6 | 24 | 160 | 13,8 | | | | | |
| 3 | 90 | 8,3 | 2 | 65 | 16,8 | 5 | 35 | 31,7 | 23 | 190 | 15,5 | | | | | |
| 3 | 0 | | 11 | 0 | 34 | 0 | 14 | 0 | 14 | 0 | | | | | | |
| 3 | 120 | 8,8 | 1 | 65 | 14,8 | 3 | 65 | 22,6 | 14 | 250 | 14,0 | | | | | |

Utbyte av torrsbstans – delskördar

Gräsvallar

I anpassningen av funktioner till delskördar (tabell 4) visade andragsradsfunktioner genomgående bra anpassningar till det använda datasetet. Det är liten skillnad i kväverespons mellan fröblandningar med enbart traditionella arter och dito med rörsvingelhybrid i första skörd. I återväxterna svarar dock fröblandningar med rörsvingelhybrid bättre på kväve.

Klöver/gräsvallar

Anpassningen av funktioner till klöver/gräsvallar är betydligt sämre jämfört med rena gräsvallar (tabell 4). Anpassningen blev dessutom sämre när data från serierna L6-442x inkluderades. I flera fall gick det inte heller att anpassa andragsradsfunktioner med en rimlig form (se avsnittet Anpassning av produktionsfunktioner). En närmre analys av klöverandelens betydelse för produktionsfunktionernas form genomfördes därför utifrån serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285 (där variationen i klöverandel var störst). Av denna analys framgår det att i vallar med $\leq 20\%$ klöver erhöles en relativt god anpassning av andragsradsfunktioner i första- och andraskörd. Jämfört med rena gräsvallar är interceptet betydligt högre, speciellt i återväxterna, och responsen på kvävegödsling lägre. När det gäller vallar med 21-40% klöver är det också möjligt att göra anpassningar till andragsradsfunktioner i återväxterna, medan det i förstaskörd i princip saknas ett samband mellan kvävegödsling och avkastning (extremt lågt R^2 -värde). I vallar med $>31\%$ klöver råder det ett klart negativt samband mellan kvävegödsling och avkastning i förstaskörd, och i återväxterna är sambandet mellan kvävegödsling och avkastning mycket svagt.

Tabell 4. Funktionsanpassningar av kväverespons i resp. delskörd (kg torrsubstans/kg N)

| Dataset | Valltyp | Skörd nr | Förstagnadsfunktion | Andragnadsfunktion |
|----------------------------------|--|----------|--------------------------------|--|
| L6-472+R6-5285 | Gräsvallar med traditionella arter | 1 | | $2771+52,2x-0,20x^2$ ($R^2=0,79$) |
| | | 2 | | $478+47,5x-0,26x^2$ ($R^2=0,44$) |
| | | 3 | | $725+68,9x-0,44x^2$ ($R^2=0,71$) |
| L6-472+R6-5285 | Gräsvallar med rörsvingelhybrid | 1 | | $2834+57,1x-0,22x^2$ ($R^2=0,69$) |
| | | 2 | | $842+45,4x-0,19x^2$ ($R^2=0,67$) |
| | | 3 | | $850+75,4x-0,45x^2$ ($R^2=0,73$) |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | Röd+vitklöver/gräsvallar | 1 | | $4909+14,6x-0,07x^2$ ($R^2=0,04$) |
| | | 2 | | $2754+14,9x-0,07x^2$ ($R^2=0,27$) |
| | | 3 | $2951+14,1x$ ($R^2=0,28$) | |
| L6-472, L6-5071, R6-5285+L6-422x | Röd-, vit, eller röd+vitklöver/gräsvallar | 1 | $4638+7,1x$ ($R^2=0,04$) | |
| | | 2 | | $2755+15,5x-0,07x^2$ ($R^2=0,13$) |
| | | 3 | $2715+14,0x$ ($R^2=0,13$) | |
| L6-442x Vall 1 | Röd- eller vitklöver/gräsvallar med rajsvingel | 1 | $4853+11,8x$ ($R^2=0,04$) | |
| | | 2 | $3388+28,8x$ ($R^2=0,14$) | |
| | | 3 | $480+71,9x$ ($R^2=0,38$) | |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | 0-20% klöver | 1 | | $4081+39,1x-0,19x^2$ ($R^2=0,20$) |
| | | 2 | | $3015+15,3x-0,05x^2$ ($R^2=0,55$) |
| | | 3 | $2576+24,1x$ ($R^2=0,50$) | |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | 21-30% klöver | 1 | $5277+3,0x$ ($R^2=0,01$) | |
| | | 2 | | $2616+23,4x-0,20x^2$ ($R^2=0,22$) |
| | | 3 | | $2731+24,5x-0,12x^2$ ($R^2=0,18$) |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | >31% klöver | 1 | $5465-13,0x$ ($R^2=0,25$) | |
| | | 2 | | $2738+14,9x-0,14x^2$ ($R^2=0,10$) |
| | | 3 | | $3033+11,4x-0,06x^2$ ($R^2=0,11$) |

Effekten av kväve på andelen klöver i den skördade biomassan

I klöver/gräsvallar har kvävegödsling en negativ effekt på klöverandelen (tabell 5). De negativa effekterna av kvävegödsling på klöverandelen är minst i första skörd och störst i tredjeskörd (speciellt i förstaårsvallen). Detta är troligen en spegling av biologin och tillväxtrytmen hos klöverarterna. Speciellt vitklöver, som är en uthållig art, är särskilt känslig för konkurrens under andra halvan av säsongen när ett grenverk av stoloner byggs upp inför övervintringen. I syfte att bevara en så stor klöverandel som möjligt torde det därför vara rimligt att lägga en större giva på våren, och begränsa givorna till återväxten.

Tabell 5. Effekten av kvävegödsling på andelen klöver i olika delskördar (% förändrad klöverandel/kg tillfört N)

| Dataset | Skörd nr | Intercept | Linjär respons | R ² |
|------------------------------|-----------------|-----------|----------------|----------------|
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | Vall 1, skörd 1 | 30 | -0,13 | 0,17 |
| | Vall 1, skörd 2 | 52 | -0,48 | 0,73 |
| | Vall 1, skörd 3 | 72 | -0,79 | 0,88 |
| L6-472, L6-5071 | Vall 2, skörd 1 | 39 | -0,22 | 0,43 |
| | Vall 2, skörd 2 | 63 | -0,36 | 0,33 |
| | Vall 2, skörd 3 | 68 | -0,46 | 0,39 |
| L6-472, L6-5071 | Vall 3, skörd 1 | 29 | -0,22 | 0,55 |
| | Vall 3, skörd 2 | 41 | -0,32 | 0,22 |
| | Vall 3, skörd 3 | 45 | -0,39 | 0,26 |

Utbyte av råprotein

I tabell 6 presenteras produktionsfunktioner anpassade till olika valltyper; genomgående har rent linjära funktioner valts trots att de inte alltid har haft de högsta R²-värdena. Skälet är, som ovan nämnts, att de funktioner som passat bäst ger helt orealistiska resultat vid en extrapolering utanför de kvävegödslingsnivåer som använts i försöken. Inte desto mindre speglar de en biologisk verklighet som kan vara bra att hålla i minnet: små givor av kväve till både gräs- och klöver/gräsvallar kan inledningsvis ha en negativ effekt på proteininnehållet i grödan.

Gräsvallar

Intercepten är lägst i förstaskörd för både traditionella och högavkastande gräs. Med ett högavkastande gräs som rörsvingelhybrid i fröblandningen ligger intercepten för funktionerna dock genomgående på en lägre nivå jämfört med fröblandningar med traditionella gräs. Effekten av kvävegödsling på råproteinhalten i återväxterna är däremot något högre i vallar med rörsvingelhybrid jämfört med traditionella arter. Det behövs generellt mer kväve till första- och speciellt tredjeskörd för att få upp råproteinhalten en enhet jämfört med andraskörd.

Tabell 6. Effekten av kvävegödsling på råproteinhalten (g råprotein/kg tillfört N) i olika delskördar

| Dataset | Valltyp | Skörd nr | Förstags-funktion |
|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| L6-472 + R6-5285 | Gräsvallar med traditionella arter | 1 | 84+0,31x (R ² =0,54) |
| | | 2 | 107+0,53x (R ² =0,45) |
| | | 3 | 121+0,06x (R ² =0,01) |
| L6-472 + R6-5285 | Gräsvallar med rörsvingelhybrid | 1 | 77+0,31x (R ² =0,59) |
| | | 2 | 89+0,62x (R ² =0,71) |
| | | 3 | 98+0,23x (R ² =0,13) |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | Röd+vitklöver/gräs | 1 | 133+0,16x (R ² =0,08) |
| | | 2 | 149+0,14x (R ² =0,03) |
| | | 3 | 183-0,49x (R ² =0,28) |
| L6-472, L6-5071, R6-5285 + L6-442x | Röd-, vit, eller röd+vitklöver/gräs | 1 | 132+0,16x (R ² =0,05) |
| | | 2 | 147+0,10x (R ² =0,01) |
| | | 3 | 184-0,47x (R ² =0,17) |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | 0-20% klöver | 1 | 102+0,31x (R ² =0,46) |
| | | 2 | 95+0,68x (R ² =0,58) |
| | | 3 | 157-0,22x (R ² =0,12) |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | 21-30% klöver | 1 | 129+0,20x (R ² =0,24) |
| | | 2 | 116+0,69x (R ² =0,81) |
| | | 3 | 170-0,38x (R ² =0,14) |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | >31% klöver | 1 | 161-0,34x (R ² =0,30) |
| | | 2 | 164+0,20x (R ² =0,13) |
| | | 3 | 184-0,20x (R ² =0,07) |

Klöver/gräsvallar

Anpassningen av funktioner för råproteinhalten beroende av kvävegödsling i klöver/gräsvallar är väsentligt sämre jämfört med rena gräsvallar (tabell 6). Anpassningen är dessutom något sämre när data från serierna L6-442x inkluderas. I princip erhålls inget samband mellan kvävegödsling och råproteinhalt i första- och andraskörd, medan det är tydligt negativt i tredjaskörd. En närmre analys av klöverandelens betydelse för produktionsfunktionernas form genomfördes därför utifrån serierna L6-472, L6-5071 och R6-5285, vilket tydligt förbättrade ekvationernas förklaringsgrad. När klöverandelen är $\geq 20\%$ ökar råproteinhalten med stigande kvävegödsling på samma sätt som i rena gräsvallar i första- och andraskörd. Med 21-30% klöver i vallen minskar responsen i förstaskörd, men är densamma i andraskörd, jämfört med när klöverandelen är $\leq 20\%$. Med klöverandelar $> 30\%$ minskar råproteinhalten med stigande kvävegödsling i förstaskörd, men ökar svagt i andraskörd. I tredjaskörd är sambandet mellan ökande kvävegödsling och råproteinhalt i grödan alltid negativ oavsett klöverandel. **Värt att notera är att även när klöverandelen är $\leq 20\%$ så är råproteinhalten i grödan alltid högre i blandvallen jämfört med gräsvallen, oavsett kvävegödslingsnivå (+25, +6 och +59 g råprotein/kg torrsbstans i första-, andra-, och tredjaskörd jämfört med en gräsvall med rörsvingelhybrid).**

Effekten av klöverandel på råproteinhalten

Klöverandelen i klöver/gräsvallar har, som framgår av stycket ovan, en tydlig positiv effekt på råproteinhalten (tabell 7). Störst är effekten i förstaskörd, där den är tydlig, $\leq 40\%$ klöver.

Tabell 7. Råproteinutbyte (g råprotein/procentenhet klöver)

| Dataset | Valltyp | Skörd | | | R ² |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------|-----------|----------------|----------------|
| | | nr | Intercept | Utbytesrespons | |
| L6-472, L6-5071 + R6-5285 | Röd+vitklöver/gräs | 1 | 118 | 1.29 | 0,38 |
| | | 2 | 130 | 0.76 | 0,33 |
| | | 3 | 134 | 0.75 | 0,50 |
| L6-472, L6-5071, R6-5285+ L6-442x | Röd-, vit, eller röd+vitklöver/gräs | 1 | 125 | 0.84 | 0,23 |
| | | 2 | 128 | 0.71 | 0,25 |
| | | 3 | 144 | 0.60 | 0,27 |

Utbyte av kväve

Gräsvallar

I och med att den nya serien R6-5285 (första skördeår = 2015) har haft led där den högsta givan överstiger tidigare seriers högsta givor har det nu blivit möjligt att undersöka vid vilken nivå som kväveutbytet inte ökar längre. I tabellen är denna nivå, bestämd utifrån anpassningar av andra-gradsfunktioner, angiven. Utbytet av kväve är högt i den rena gräsvallen (tabell 8), eller 55-75% av tillfört kväve. Ofta räknar man med att rotsystem och stubb utgör en tredjedel av den producerade biomassan, vilket skulle innebära att i stort sett allt tillfört kväve i här studerade serier har utnyttjats av grödan. I första skörd är det genomsnittliga utbytet mer eller mindre oberoende av gräsart, medan blandningar med rörsvingelhybrid har ett högre utbyte i återväxterna. Nivån där utbytet inte ökar längre är dock högre i alla skördar när rörsvingelhybrid ingår i fröblandningen. Värdena är i nivå med de värden som Kornher (1982) har beräknat.

Klöver/gräsvallar

Kväveutbytet i klöver/gräsvallen är ungefär en tredjedel till hälften av utbytet i gräsvallen. Anpassningarna har dock generellt en låg förklaringsgrad, vilket torde bero på en stor variation i klöverandel i de använda dataseten. Värdena är i nivå med de värden som Kornher (1982) har beräknat.

Tabell 8. Utbyte av kväve (kg N i grödan/kg tillfört N). RSVH = rörsvingelhybrid

| Dataset | Valltyp | Skörd nr | Intercept | Genomsnittlig utbytesrespons upp till | R ² |
|--------------------------------------|---|----------|-----------|---------------------------------------|----------------|
| L6-472 + R6-5285 | Gräs, traditionella | 1 | 48 | 0,55, <120 | 0,74 |
| | | 2 | 14 | 0,57, <90 | 0,46 |
| | | 3 | 23 | 0,60, <70 | 0,64 |
| L6-472 + R6-5285 | Gräs, m. RSVH | 1 | 44 | 0,58, <140 | 0,72 |
| | | 2 | 12 | 0,74, <110 | 0,76 |
| | | 3 | 18 | 0,76, <100 | 0,68 |
| L6-472, L6-5071 och R6-5281 | Blandvall, m. röd + vitklöver | 1 | 111 | 0,21 | 0,10 |
| | | 2 | 66 | 0,29 | 0,29 |
| | | 3 | 87 | 0,09 | 0,02 |
| L6-472, L6-5071, R6-5285 och L6-442x | Blandvall, m. röd-, vit-, eller röd+vitklöver | 1 | 97 | 0,27 | 0,11 |
| | | 2 | 65 | 0,27 | 0,15 |
| | | 3 | 80 | 0,09 | 0,01 |

Kvävegödslingens inverkan på torrsubstansavkastning och råproteinhalt i gräsvall beräknad med produktionsfunktioner

I tabellerna 9 och 10 redovisas avkastning och marginalutbyte av torrsubstans, och i tabellerna 11 och 12 effekten av kvävegödsling på råproteinhalten i gräsvall beräknade enligt de i tabellerna 4 och 6 framtagna produktionsfunktionerna. I syfte att undersöka hur försöksdata kan överföras till praktiska situationer gjordes en analys av hur avkastningsnivån har påverkat råproteinhalten i den skördade grödan. Teoretiskt kan man tänka sig att ju högre avkastningsnivå desto lägre råproteinhalt i grödan vid en given kvävegödslingsnivå. Analysen visar förvånansvärt nog att det i princip inte finns någon korrelation alls i första skörd (bilagorna 3-6) oavsett kvävegödslingsnivå. Detta skulle kunna tolkas som att mineralisering av kväve från marken spelar en stor roll för avkastningen i förstaskörd, och att det extrakväve som kommer därifrån också räcker för att upprätthålla råproteinhalten. Vid de högsta kvävegivorna till återväxterna är dock sambandet negativt. Man bör därför hålla i minnet att de råproteinhalter som här anges för respektive kvävegödslingsnivå kan bli lägre i återväxterna om avkastningsnivån överstiger de i försöksmaterialet (ca -0,01 g råprotein/kg ökad torrsubstans vid ekonomiskt optimala nivåer).

Enligt produktionsfunktionerna erhålls ingen positiv effekt på avkastningen efter 130, 90 och 80 (= 300) kg N/ha och 130, 120 (extrapolerat) och 80 (= 330) kg N/ha till första-, andra- och tredjaskörd i vallar med traditionella arter resp. vallar med rörsvingelhybrid.

Tabell 9. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en gräsvall med traditionella arter skördad tre gånger

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
| | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte |
| 0 | 2771 | | 478 | | 725 | |
| 10 | 3273 | 502 | 927 | 449 | 1370 | 645 |
| 20 | 3735 | 462 | 1324 | 397 | 1927 | 557 |
| 30 | 4157 | 422 | 1669 | 345 | 2396 | 469 |
| 40 | 4539 | 382 | 1962 | 293 | 2777 | 381 |
| 50 | 4881 | 342 | 2203 | 241 | 3070 | 293 |
| 60 | 5183 | 302 | 2392 | 189 | 3275 | 205 |
| 70 | 5445 | 262 | 2529 | 137 | 3392 | 117 |
| 80 | 5667 | 222 | 2614 | 85 | 3421 | 29 |
| 90 | 5849 | 182 | 2647 | 33 | 3362 | -59 |
| 100 | 5991 | 142 | 2628 | -19 | 3215 | -147 |
| 110 | 6093 | 102 | 2557 | -71 | | |
| 120 | 6155 | 62 | | | | |
| 130 | 6177 | 22 | | | | |
| 140 | 6159 | -18 | | | | |
| 150 | 6101 | -58 | | | | |
| 160 | 6003 | -98 | | | | |
| 170 | 5865 | -138 | | | | |

Tabell 10. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en gräsvall med rörsvingelhybrid skördad tre gånger, kursiv stil anger extrapolering

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
| | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte |
| 0 | 2834 | | 842 | | 850 | |
| 10 | 3383 | 549 | 1277 | 435 | 1559 | 709 |
| 20 | 3888 | 505 | 1674 | 397 | 2178 | 619 |
| 30 | 4349 | 461 | 2033 | 359 | 2707 | 529 |
| 40 | 4766 | 417 | 2354 | 321 | 3146 | 439 |
| 50 | 5139 | 373 | 2637 | 283 | 3495 | 349 |
| 60 | 5468 | 329 | 2882 | 245 | 3754 | 259 |
| 70 | 5753 | 285 | 3089 | 207 | 3923 | 169 |
| 80 | 5994 | 241 | 3258 | 169 | 4002 | 79 |
| 90 | 6191 | 197 | 3389 | 131 | 3991 | -11 |
| 100 | 6344 | 153 | 3482 | 93 | 3890 | -101 |
| 110 | 6453 | 109 | 3537 | 55 | | |
| 120 | 6518 | 65 | 3554 | 17 | | |
| 130 | 6539 | 21 | 3553 | -21 | | |
| 140 | 6516 | -23 | | | | |
| 150 | 6449 | -67 | | | | |
| 160 | 6338 | -111 | | | | |
| 170 | 6183 | -155 | | | | |

Tabell 11. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) och marginalutbyte i en gräsvall med traditionella arter skördad tre gånger

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte |
| 0 | 84 | | 107 | | 121 | |
| 10 | 87 | 3,1 | 112 | 5,3 | 122 | 0 |
| 20 | 90 | 3,1 | 118 | 5,3 | 122 | 0,6 |
| 30 | 93 | 3,1 | 123 | 5,3 | 123 | 0,6 |
| 40 | 96 | 3,1 | 128 | 5,3 | 123 | 0,6 |
| 50 | 100 | 3,1 | 134 | 5,3 | 124 | 0,6 |
| 60 | 103 | 3,1 | 139 | 5,3 | 125 | 0,6 |
| 70 | 106 | 3,1 | 144 | 5,3 | 125 | 0,6 |
| 80 | 109 | 3,1 | 149 | 5,3 | 126 | 0,6 |
| 90 | 112 | 3,1 | 155 | 5,3 | 126 | 0,6 |
| 100 | 115 | 3,1 | 160 | 5,3 | 127 | 0,6 |
| 110 | 118 | 3,1 | 165 | 5,3 | | |
| 120 | 121 | 3,1 | | | | |
| 130 | 124 | 3,1 | | | | |
| 140 | 127 | 3,1 | | | | |
| 150 | 131 | 3,1 | | | | |
| 160 | 134 | 3,1 | | | | |
| 170 | 137 | 3,1 | | | | |

Tabell 12. Kvävegödningens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) och marginalutbyte i en gräsvall med rörsvingelhybrid skördad tre gånger

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte |
| 0 | 77 | | 89 | | 98 | |
| 10 | 80 | 3,1 | 95 | 6,2 | 100 | 2,3 |
| 20 | 83 | 3,1 | 101 | 6,2 | 103 | 2,3 |
| 30 | 86 | 3,1 | 108 | 6,2 | 105 | 2,3 |
| 40 | 89 | 3,1 | 114 | 6,2 | 107 | 2,3 |
| 50 | 93 | 3,1 | 120 | 6,2 | 110 | 2,3 |
| 60 | 96 | 3,1 | 126 | 6,2 | 112 | 2,3 |
| 70 | 99 | 3,1 | 132 | 6,2 | 114 | 2,3 |
| 80 | 102 | 3,1 | 139 | 6,2 | 116 | 2,3 |
| 90 | 105 | 3,1 | 145 | 6,2 | 119 | 2,3 |
| 100 | 108 | 3,1 | 151 | 6,2 | 121 | 2,3 |
| 110 | 111 | 3,1 | 157 | 6,2 | | |
| 120 | 114 | 3,1 | | | | |
| 130 | 117 | 3,1 | | | | |
| 140 | 120 | 3,1 | | | | |
| 150 | 124 | 3,1 | | | | |
| 160 | 127 | 3,1 | | | | |
| 170 | 130 | 3,1 | | | | |

Optimal kvävegiva till gräsvallar

Nedan redovisas tre alternativ för båda typer av gräsvallar: kvävegiva för maximal avkastning, ekonomiskt optimal kvävegiva (N: 10:-/kg, Vall: 70 öre/kg ts) och den kvävegiva som krävs för att uppnå en hög råproteinhalt. För alla beräkningar har de redovisade produktionsfunktionerna använts. De ekonomiska beräkningarna återfinns i bilagorna 6-7.

Gräsvallar med traditionella arter

Maximal avkastning

- 130+90+80 → 12 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 124, 155, 126 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 90+60+60 → 11 500 kg ts/ha, → råproteinhalter: 112, 139, 125 g/kg ts

Krav på högt råproteininnehåll

- 170+100+100 → 11 700 kg ts/ha, → råproteinhalter 137, 160, 127 g/kg ts

Gräsvallar med rörsvingelhybrid

Maximal avkastning

- 130+120+80 → 14 100 kg ts/ha, → råproteinhalter: 117, 163, 116 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 100+80+70 → 13 500 kg ts/ha, → råproteinhalter: 108, 139, 114 g/kg ts

Krav på högt råproteininnehåll

- 170+110+100 → 13 600 kg ts/ha, → råproteinhalter: 130, 157, 121 g/kg ts

Kvävegödslingens inverkan på torrsubstansavkastning och råproteinhalt i klöver/gräsvall beräknad med produktionsfunktioner

Till skillnad mot gräsvallar har de produktionsfunktioner som anpassades till de två dataseten från klöver/gräsvallar låga förklaringsgrader. Använder man dessa för beräkningar av ekonomiskt optimala kvävegivor får man resultatet att det i princip aldrig är ekonomiskt försvarbart att kvävegödsla klöver/gräsvallar (bilagorna 8-9). Denna precision är följaktligen för dålig för att användas till beräkningar av ekonomiska kvävegivor av blandvallar. Det mindre datasetet (där spridningen i klöverandel var störst) delades därför upp i tre grupper där klöverandelen var liten ($\leq 20\%$), medel (21-30% i första- och andraskörd samt 21-40% i tredje skörd) eller stor ($> 31\%$ i första och andra skörd samt $> 40\%$ i tredje skörd).

I tabellerna 13-15 redovisas avkastning och marginalutbyte av torrsubstans, och i tabellerna 16-18 effekten av kvävegödsling på råproteinhalten i blandvall beräknade enligt de i tabellerna 4 och 6 framtagna produktionsfunktionerna för blandvallar med låg, medel och hög klöverandel. **Observera att de begränsade dataseten inte medgett fullständiga anpassningar av produktionsfunktioner och att extrapolering därför gjorts för några värden.**

Tabell 13. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en klöver/gräsvall med ≤20% klöver skördad tre gånger, fet kursiv stil anger extrapolerat värde

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|----------|----------------|-------------|----------------|----------|----------------|
| | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte |
| 0 | 4081 | | 3015 | | 2576 | |
| 10 | 4453 | 372 | 3163 | 148 | 2817 | 241 |
| 20 | 4787 | 334 | 3301 | 138 | 3058 | 241 |
| 30 | 5083 | 296 | 3429 | 128 | 3299 | 241 |
| 40 | 5341 | 258 | 3547 | 118 | 3540 | 241 |
| 50 | 5561 | 220 | 3655 | 108 | 3781 | 241 |
| 60 | 5743 | 182 | 3753 | 98 | 4022 | 241 |
| 70 | 5887 | 144 | 3841 | 88 | 4263 | 241 |
| 80 | 5993 | 106 | 3919 | 78 | 4504 | 241 |
| 90 | 6061 | 68 | 3987 | 68 | | |
| 100 | 6091 | 30 | 4045 | 58 | | |
| 110 | 6083 | -8 | 4093 | 48 | | |
| 120 | 6037 | -46 | 4131 | 38 | | |
| 130 | 5953 | -84 | 4159 | 28 | | |
| 140 | 5831 | -122 | 4177 | 18 | | |
| 150 | 5671 | -160 | 4185 | 8 | | |
| 160 | 5473 | -198 | | | | |

Tabell 14. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en klöver/gräsvall med 21-40% klöver skördad tre gånger, fet kursiv stil anger extrapolerat värde

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|----------|----------------|----------|----------------|-------------|----------------|
| | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte |
| 0 | 5277 | | 2616 | | 2731 | |
| 10 | 5307 | 30 | 2830 | 214 | 2964 | 233 |
| 20 | 5337 | 30 | 3004 | 174 | 3173 | 209 |
| 30 | 5367 | 30 | 3138 | 134 | 3358 | 185 |
| 40 | 5397 | 30 | 3232 | 94 | 3519 | 161 |
| 50 | 5427 | 30 | 3286 | 54 | 3656 | 137 |
| 60 | 5457 | 30 | 3300 | 14 | 3769 | 113 |
| 70 | 5487 | 30 | 3274 | -26 | 3858 | 89 |
| 80 | 5517 | 30 | 3208 | -66 | 3923 | 65 |
| 90 | 5547 | 30 | 3102 | -106 | 3964 | 41 |
| 100 | 5577 | 30 | | | 3981 | 17 |
| 110 | 5607 | 30 | | | 3974 | -7 |
| 120 | 5637 | 30 | | | | |
| 130 | 5667 | 30 | | | | |
| 140 | 5697 | 30 | | | | |
| 150 | 5727 | 30 | | | | |
| 160 | 5757 | 30 | | | | |

Tabell 15. Kvävegödslingens inverkan på avkastningen (kg ts/ha) och marginalutbyte i en klöver/gräsvall med >30% klöver skördad tre gånger, fet kursiv stil anger extrapolerat värde

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|----------|----------------|----------|----------------|-------------|----------------|
| | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ts-skörd | Marginalutbyte |
| 0 | 5465 | | 2738 | | 3033 | |
| 10 | 5335 | -130 | 2873 | 135 | 3141 | 108 |
| 20 | 5205 | -130 | 2980 | 107 | 3237 | 96 |
| 30 | 5075 | -130 | 3059 | 79 | 3321 | 84 |
| 40 | 4945 | -130 | 3110 | 51 | 3393 | 72 |
| 50 | 4815 | -130 | 3133 | 23 | 3453 | 60 |
| 60 | 4685 | -130 | 3128 | -5 | 3501 | 48 |
| 70 | 4555 | -130 | 3095 | -33 | 3537 | 36 |
| 80 | 4425 | -130 | 3034 | -61 | 3561 | 24 |
| 90 | 4295 | -130 | 2945 | -89 | 3573 | 12 |
| 100 | 4165 | -130 | | | 3573 | 0 |
| 110 | 4035 | -130 | | | | |
| 120 | 3905 | -130 | | | | |
| 130 | 3775 | -130 | | | | |
| 140 | 3645 | -130 | | | | |
| 150 | 3515 | -130 | | | | |
| 160 | 3385 | -130 | | | | |

Tabell 16. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) i en klöver/gräsvall med ≤20% klöver skördad tre gånger

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte |
| 0 | 102 | | 95 | | 157 | |
| 10 | 105 | 3,1 | 102 | 6,8 | 155 | -2,2 |
| 20 | 108 | 3,1 | 109 | 6,8 | 153 | -2,2 |
| 30 | 111 | 3,1 | 115 | 6,8 | 150 | -2,2 |
| 40 | 114 | 3,1 | 122 | 6,8 | 148 | -2,2 |
| 50 | 118 | 3,1 | 129 | 6,8 | 146 | -2,2 |
| 60 | 121 | 3,1 | 136 | 6,8 | 144 | -2,2 |
| 70 | 124 | 3,1 | 143 | 6,8 | 142 | -2,2 |
| 80 | 127 | 3,1 | 149 | 6,8 | 139 | -2,2 |
| 90 | 130 | 3,1 | 156 | 6,8 | | |
| 100 | 133 | 3,1 | | | | |
| 110 | 136 | 3,1 | | | | |
| 120 | 139 | 3,1 | | | | |
| 130 | 142 | 3,1 | | | | |
| 140 | 145 | 3,1 | | | | |
| 150 | 149 | 3,1 | | | | |
| 160 | 152 | 3,1 | | | | |

Tabell 17. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) i en klöver/gräsvall med 21-40% klöver skördad tre gånger

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte |
| 0 | 129 | | 116 | | 170 | |
| 10 | 131 | 2,0 | 123 | 6,9 | 166 | -3,8 |
| 20 | 133 | 2,0 | 130 | 6,9 | 162 | -3,8 |
| 30 | 135 | 2,0 | 137 | 6,9 | 159 | -3,8 |
| 40 | 137 | 2,0 | 144 | 6,9 | 155 | -3,8 |
| 50 | 139 | 2,0 | 151 | 6,9 | 151 | -3,8 |
| 60 | 141 | 2,0 | 157 | 6,9 | 147 | -3,8 |
| 70 | 143 | 2,0 | 164 | 6,9 | 143 | -3,8 |
| 80 | 145 | 2,0 | 171 | 6,9 | 140 | -3,8 |
| 90 | 147 | 2,0 | 178 | 6,9 | | |
| 100 | 149 | 2,0 | | | | |
| 110 | 151 | 2,0 | | | | |
| 120 | 153 | 2,0 | | | | |
| 130 | 155 | 2,0 | | | | |
| 140 | 157 | 2,0 | | | | |
| 150 | 159 | 2,0 | | | | |
| 160 | 161 | 2,0 | | | | |

Tabell 18. Kvävegödslingens inverkan på råproteinhalten (g/kg ts) i en klöver/gräsvall med 31-40% klöver skördad tre gånger

| N-giva | Skörd 1 | | Skörd 2 | | Skörd 3 | |
|--------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte | Råproteinhalt | Marginalutbyte |
| 0 | 161 | | 164 | | 184 | |
| 10 | 158 | -3,4 | 166 | 2,0 | 182 | -2,0 |
| 20 | 154 | -3,4 | 168 | 2,0 | 180 | -2,0 |
| 30 | 151 | -3,4 | 170 | 2,0 | 178 | -2,0 |
| 40 | 147 | -3,4 | 172 | 2,0 | 176 | -2,0 |
| 50 | 144 | -3,4 | 174 | 2,0 | 174 | -2,0 |
| 60 | 141 | -3,4 | 176 | 2,0 | 172 | -2,0 |
| 70 | 137 | -3,4 | 178 | 2,0 | 170 | -2,0 |
| 80 | 134 | -3,4 | 180 | 2,0 | 168 | -2,0 |
| 90 | 130 | -3,4 | 182 | 2,0 | | |
| 100 | 127 | -3,4 | | | | |
| 110 | 124 | -3,4 | | | | |
| 120 | 120 | -3,4 | | | | |
| 130 | 117 | -3,4 | | | | |
| 140 | 113 | -3,4 | | | | |
| 150 | 110 | -3,4 | | | | |
| 160 | 107 | -3,4 | | | | |

Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar

Nedan redovisas tre alternativ för klöver/gräsvallar med olika hög klöverandel: kvävegiva för maximal avkastning, ekonomiskt optimal kvävegiva (N: 10:-/kg, Vall: 70 öre/kg ts) och den kvävegiva som krävs för att uppnå en hög råproteinhalt. För alla beräkningar har de redovisade produktionsfunktionerna använts. De ekonomiska beräkningarna återfinns i bilagorna 10-12.

Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med låg klöverandel (<20% klöver)

Maximal avkastning

- 100+90+60 → 14 100 kg ts/ha, → råproteinhalter: 133, 156, 144 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 70+10+60 → 13 100 kg ts/ha, → råproteinhalter: 124, 102, 144 g/kg ts

Krav på högt råproteinnehåll

- 160+90+0 → 12 000 kg ts/ha, → råproteinhalter: 152, 156, 157 g/kg ts

Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med medelhög klöverandel (21-40% klöver)

Maximal avkastning

- 160+60+80 → 13 000 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 157, 140 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 0+20+40 → 11 800 kg ts/ha, → råproteinhalter: 129, 130, 155 g/kg ts

Krav på högt råproteinnehåll

- 150+60+0 → 12 400 kg ts/ha, → råproteinhalter: 159, 157, 170 g/kg ts

Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med hög klöverandel (30-40% klöver)

Maximal avkastning

- 0+50+80 → 12 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 174, 168 g/kg ts

Ekonomiskt optimal giva

- 0+0+0 → 11 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 164, 184 g/kg ts

Krav på högt råproteinnehåll

- 0+0+0 → 11 200 kg ts/ha, → råproteinhalter: 161, 164, 184 g/kg ts

Förslag till kvävegödsling med hänsyn till kvalitetskrav hos olika djurgrupper

Gräsvallar

De råproteinhalter som erhålls vid de beräknade ekonomiskt optimala givorna är lägre vid alla skördetillfällen än de som är önskvärda till högvakastande mjölkkor, växande kvigor och kött-djur (bilaga 13). En ökning av kvävegödslingen till de högsta givorna som använts i försöken ger acceptabla råproteinnivåer i andraskörd, men inte i förstaskörd. Den enda framkomliga vägen att få tillräckligt höga råproteinhalter i första skörd till dessa djurgrupper torde därför vara att ta denna tidigare än i använt försöksmaterial, och troligen då också ta flera återväxtskördar. Till sinkor kan däremot de beräknade optimala kvävegivorna till återväxtskördarna vara användbara.

För hästar är inte råproteinnivåerna begränsande utan tvärtom väl höga. Till högpresterande hästar är en tidig förstaskörd viktig för att uppnå en lämplig nivå omsättbar energi. Vilken kvävegiva man väljer att lägga är dock snarast en fråga om kravet på avkastning. En måttlig giva ger ett överskott på råprotein, men kan ändå vara lämplig för att minska sockerhalten i vallen. Till andra hästgrupper torde en sen förstaskörd ge ett lämpligare vallfoder, men också här kan det vara lämpligt med en måttlig kvävegiva för att minska sockerhalten.

Klöver/gräsvallar

Vid de beräknade ekonomiskt optimala kvävegivorna krävs det en hög klöverandel (>30%) för att råproteinhalten ska uppgå till de som är önskvärda för högvakastande mjölkkor, växande kvigor och kött-djur (bilaga 13). Vid dessa nivåer är det inte lönsamt att kvävegödsla vallen. Vid lägre klöverandelar krävs det en hög kvävegiva (150-160 kg N/ha) till första skörd, och en måttlig kvävegiva (60-90 kg N/ha) till andra skörd för att få en acceptabel proteinnivå. Till tredje skörd gäller generellt att gödsling med kväve leder till en sänkning av råproteinhalten. En fördelning av kvävegivan med merparten på våren gynnar dessutom klöverhalten långsiktigt. Med klöverandelar >30% i början av säsongen finns det dock ingen anledning att kvävegödsla en blandvall vare sig för att förbättra avkastningen eller råproteinhalten till djurgrupper med höga krav på råproteinhalten i vallgrödan. Till sinkor räcker vallar med medelhög klöverandel (21-40%) för att få en acceptabel proteinhalt, men även här kan det vara fördelaktigt att fördela den totala kvävegivan med merparten till första skörd för att gynna klöver.

För hästar är råproteinnivåerna i klöver/gräsvallar generellt alldeles för höga, så denna typ av vallar är inte lämpliga för att producera vallfoder till häst.

Kvävegödslingens inverkan på torrsubstansavkastning i klöver/gräsvall med rajsvingel beräknad med produktionsfunktioner

Då anpassningen av en fullständig produktionsfunktion för ettåriga klöver/gräsvallar med rajsvingel inte har varit möjlig att beräkna utifrån det material jag använt, går det inte heller att beräkna ekonomiskt optimum i sådana vallar. I serierna L6-560 och L6-5601, liksom i serien

L6-446 finns led med rajsvingel, hybridrajgräs och italienskt rajgräs samt högre kvävegödsling jämfört med serierna L6-442x som jag har använt. Även i dessa serier är effekten av höga kvävegivor, speciellt i första skörd, i vissa försök negativ (Stenberg, 2002; Stenberg m.fl., 2004). Förklaringen torde vara den svaga övervintringsförmågan hos sådana gräs, och det blir därmed svårt att skatta en vettig produktionsfunktion.

Avslutande kommentarer

Äldre försöksmaterial är inte längre relevant för beräkningar av optimala kvävegivor till vall av olika botanisk sammansättning. Nyare försöksserier för sådana beräkningar finns, men antalet försök och försöksår är få. Då variationen mellan år kan vara stor, framför allt beroende på variationer i mineralisering av kväve från marken, vore det önskvärt med ett större datamaterial. När det gäller klöver/gräsvallar visar genomgången att andelen klöver i vallen har stor betydelse för hur responsen på kvävegödsling ser ut. Detta är den typ av vallar som dominerar svensk vallodling, och det är därför mycket angeläget att ytterligare försöksdata kan adderas till det här använda försöksmaterialet för en bättre bestämning av produktionsfunktionernas form.

En utmaning när det gäller att förfina kvävegödslingsrekommendationerna till blandvallar är att i fält uppskatta klöverandelen, speciellt på våren. Här behövs ett utvecklingsarbete med t.ex. räkning av klöverplantor, eller alternativa täthetsbestämningar på våren, för att bestämma sambandet mellan vårbestånd och klöverandel vid skörd.

Slutligen kan det konstateras att försök där olika nivåer av kvävegödsling ingår alltid ska ha med ett 0-led utan klöverinblandning för att bestämma nivån på kvävemineralisering från marken, och helst en högsta kvävegiva som medger bestämning av när responsen på kväve avtar.

Referenser

Kornher, A. 1982. Vallskördens storlek och kvalitet. Inverkan av valltyp, skördetid och kvävegödsling. Grovfoder. Forskning – tillämpning 1, 5-32.

Salomon, E., Rodhe, L., Sundberg, M. & Oostra, H. 2013. Kvävegödsling till slåttergräsvall med nötflytgödsel och handelsgödsel. Hur strategi och teknik påverkar ammoniakavgång, skörd, kväveutbyte och kostnader. JTI-rapport, Lantbruk & Industri 416. 46 s.

Stenberg, M. 2002. Högkvalitativ, uthållig och högavkastande vall. Försöksrapport för mellansvenska försökssamarbetet, 72-77.

Stenberg, M., Gruvaeus, I., Jansson, J. & Engström, M. 2004. Odlingssystem för grovfoderproduktion med förbättrad avkastning, produktionsekonomi och växtnäringsutnyttjande. Försöksrapport för mellansvenska försökssamarbetet, 62-66.

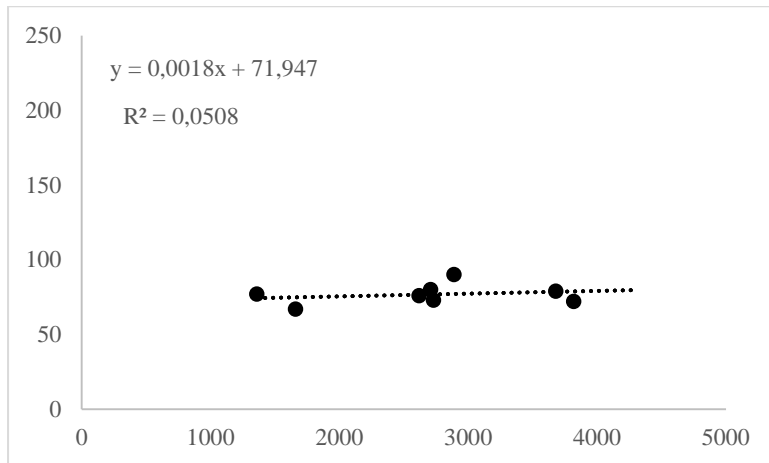
Svanäng, K. & Frankow-Lindberg, B. 1994. Vitklöver som slåtterväxt. Effekter av kvävegödsling och skördeintensitet. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtodlingslära. Växtodling 51. 23 s.

Använda försöksserier

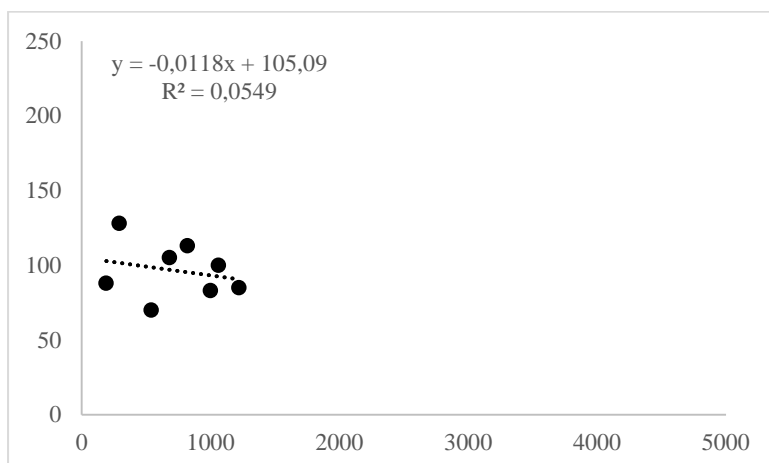
| Serie | Antal försök | Försöksår | N-nivåer |
|---------------------------------|-------------------------|-----------|---------------|
| <i>Rena gräsvallar</i> | | | |
| L6-472 | 2 | 2007-2009 | 0, 180, 270 |
| R6-5285 | 2 | 2015 | 0-375 |
| Salomon m.fl. (2014) | 1 | 2010-2012 | 0, 140, 210 |
| <i>Klöver/gräsvallar</i> | | | |
| L6-472 | 2 | 2007-2009 | 0, 180, 270 |
| L6-5071 | 2 (varav ett med 0-led) | 2012-2014 | 0-250, 40-220 |
| R6-5285 | 1 | 2015 | 0-300 |
| L6-4421 | 4 | 1997-2001 | 90, 180 |
| L6-4422 | 3 | 1997-2001 | 90, 180 |
| L6-4423 | 4 | 1997-2001 | 100, 200 |

Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, 0 kg N/ha

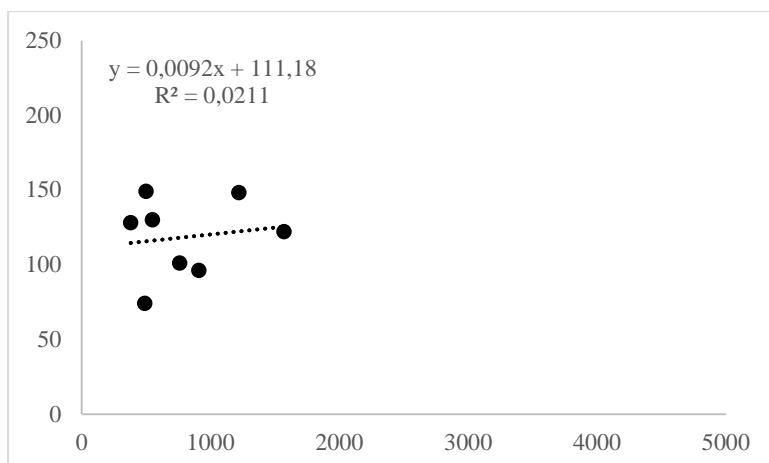
Skörd 1



Skörd 2

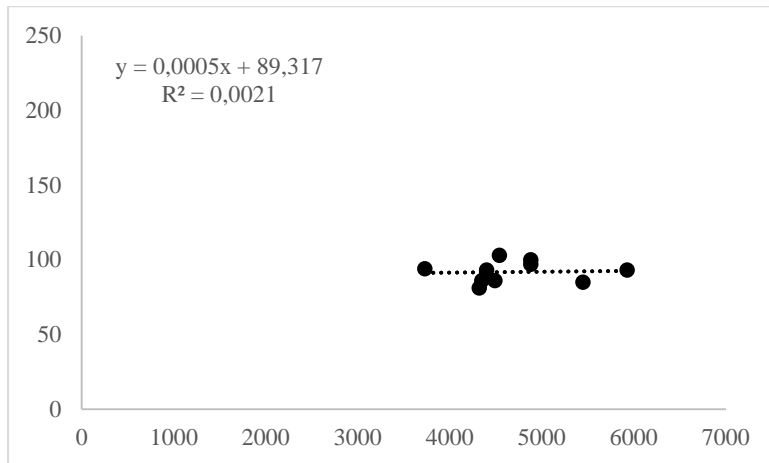


Skörd 3

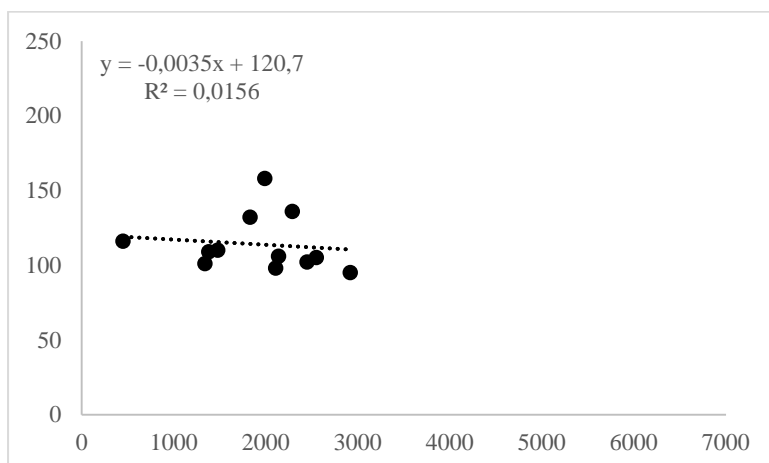


Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, ca 100 kg N/ha

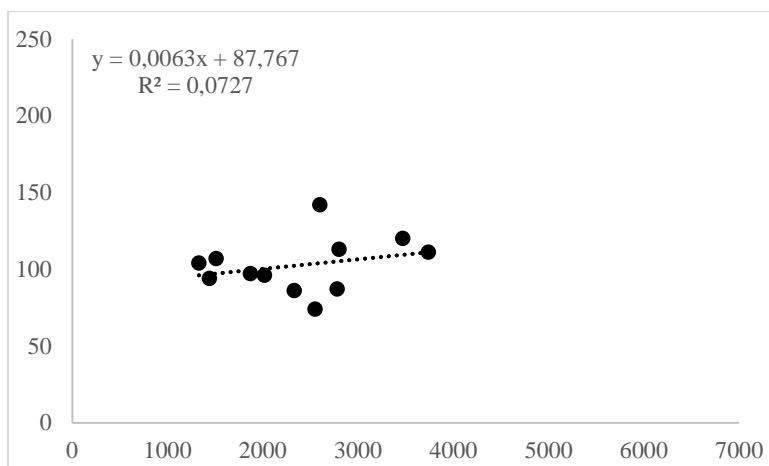
Skörd 1



Skörd 2

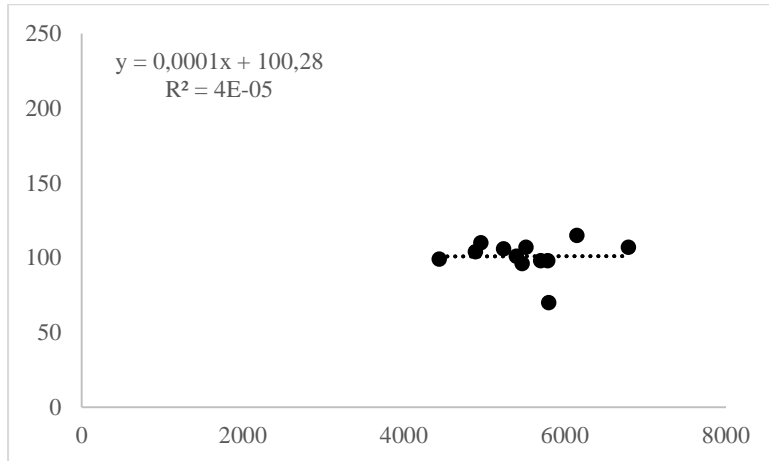


Skörd 3

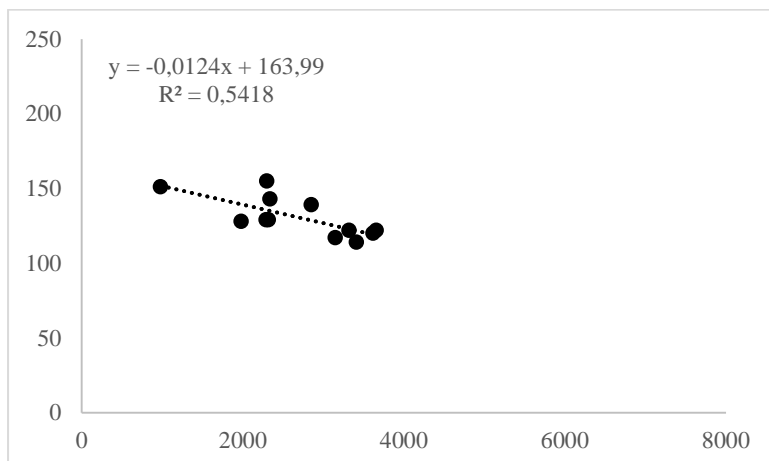


Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, ca 200 kg N/ha

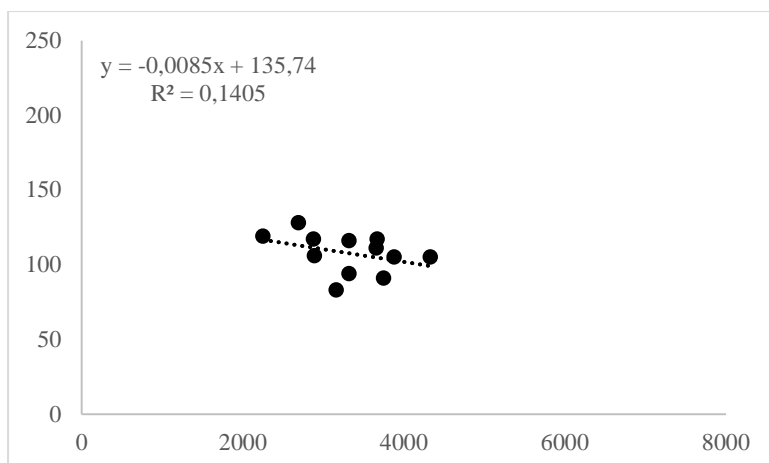
Skörd 1



Skörd 2

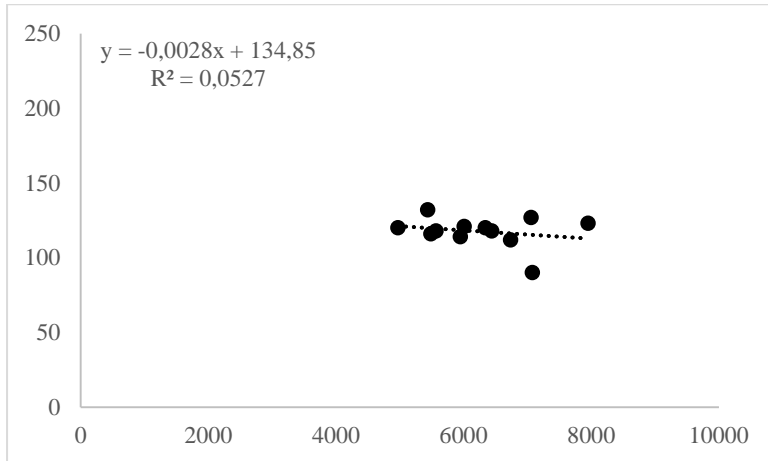


Skörd 3

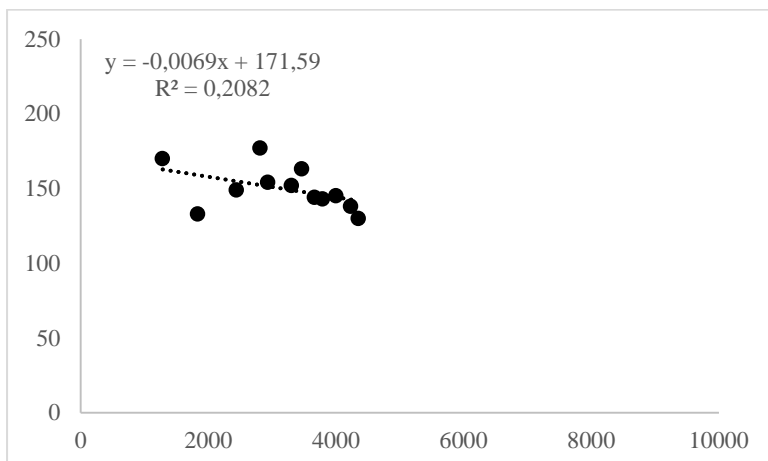


Råproteinhalt som funktion av avkastningsnivå, gräsvallar, ca 250 kg N/ha

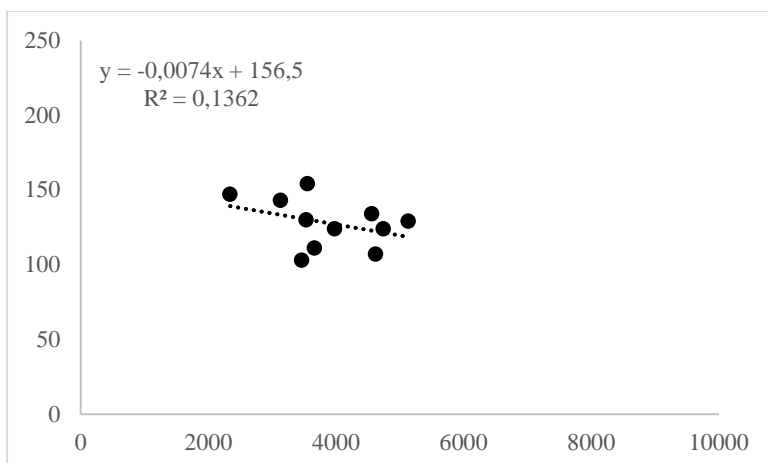
Skörd 1



Skörd 2



Skörd 3



Ekonomiskt optimum, gräsvallar med traditionella arter

| Skörd 1 ($2771+52,2x-0,20x^2$) | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|------|----------------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | x | x ² | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2771 | | | 2771 | | |
| 10 | 2771 | 522 | 20 | 3273 | 502 | 251,4 |
| 20 | 2771 | 1044 | 80 | 3735 | 462 | 223,4 |
| 30 | 2771 | 1566 | 180 | 4157 | 422 | 195,4 |
| 40 | 2771 | 2088 | 320 | 4539 | 382 | 167,4 |
| 50 | 2771 | 2610 | 500 | 4881 | 342 | 139,4 |
| 60 | 2771 | 3132 | 720 | 5183 | 302 | 111,4 |
| 70 | 2771 | 3654 | 980 | 5445 | 262 | 83,4 |
| 80 | 2771 | 4176 | 1280 | 5667 | 222 | 55,4 |
| 90 | 2771 | 4698 | 1620 | 5849 | 182 | 27,4 |
| 100 | 2771 | 5220 | 2000 | 5991 | 142 | -0,6 |
| 110 | 2771 | 5742 | 2420 | 6093 | 102 | -28,6 |
| 120 | 2771 | 6264 | 2880 | 6155 | 62 | -56,6 |
| 130 | 2771 | 6786 | 3380 | 6177 | 22 | -84,6 |
| 140 | 2771 | 7308 | 3920 | 6159 | -18 | -112,6 |
| 150 | 2771 | 7830 | 4500 | 6101 | -58 | -140,6 |
| 160 | 2771 | 8352 | 5120 | 6003 | -98 | -168,6 |
| 170 | 2771 | 8874 | 5780 | 5865 | -138 | -196,6 |

| Skörd 2 ($619+32,3x-0,07x^2$) | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|------|----------------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | x | x ² | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 478 | | | 478 | | |
| 10 | 478 | 475 | 26 | 927 | 449 | 214,3 |
| 20 | 478 | 950 | 104 | 1324 | 397 | 177,9 |
| 30 | 478 | 1425 | 234 | 1669 | 345 | 141,5 |
| 40 | 478 | 1900 | 416 | 1962 | 293 | 105,1 |
| 50 | 478 | 2375 | 650 | 2203 | 241 | 68,7 |
| 60 | 478 | 2850 | 936 | 2392 | 189 | 32,3 |
| 70 | 478 | 3325 | 1274 | 2529 | 137 | -4,1 |
| 80 | 478 | 3800 | 1664 | 2614 | 85 | -40,5 |
| 90 | 478 | 4275 | 2106 | 2647 | 33 | -76,9 |
| 100 | 478 | 4750 | 2600 | 2628 | -19 | -113,3 |
| 110 | 478 | 5225 | 3146 | 2557 | -71 | -149,7 |

| Skörd 3 ($725+68,9x-0,44x^2$) | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|------|----------------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | x | x ² | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 725 | | | 725 | | |
| 10 | 725 | 689 | 44 | 1370 | 645 | 351,5 |
| 20 | 725 | 1378 | 176 | 1927 | 557 | 289,9 |
| 30 | 725 | 2067 | 396 | 2396 | 469 | 228,3 |
| 40 | 725 | 2756 | 704 | 2777 | 381 | 166,7 |
| 50 | 725 | 3445 | 1100 | 3070 | 293 | 105,1 |
| 60 | 725 | 4134 | 1584 | 3275 | 205 | 43,5 |
| 70 | 725 | 4823 | 2156 | 3392 | 117 | -18,1 |
| 80 | 725 | 5512 | 2816 | 3421 | 29 | -79,7 |
| 90 | 725 | 6201 | 3564 | 3362 | -59 | -141,3 |
| 100 | 725 | 6890 | 4400 | 3215 | -147 | -202,9 |

Ekonomiskt optimum, gräsvallar med rörsvingelhybrid

| Skörd 1 ($2834+57,1x-0,22x^2$) | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|------|----------------|----------|----------------|-------------------|
| N-giva | Intercept | x | x ² | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomisk optimum |
| 0 | 2834 | | | 2834 | | |
| 10 | 2834 | 571 | 22 | 3383 | 549 | 284,3 |
| 20 | 2834 | 1142 | 88 | 3888 | 505 | 253,5 |
| 30 | 2834 | 1713 | 198 | 4349 | 461 | 222,7 |
| 40 | 2834 | 2284 | 352 | 4766 | 417 | 191,9 |
| 50 | 2834 | 2855 | 550 | 5139 | 373 | 161,1 |
| 60 | 2834 | 3426 | 792 | 5468 | 329 | 130,3 |
| 70 | 2834 | 3997 | 1078 | 5753 | 285 | 99,5 |
| 80 | 2834 | 4568 | 1408 | 5994 | 241 | 68,7 |
| 90 | 2834 | 5139 | 1782 | 6191 | 197 | 37,9 |
| 100 | 2834 | 5710 | 2200 | 6344 | 153 | 7,1 |
| 110 | 2834 | 6281 | 2662 | 6453 | 109 | -23,7 |
| 120 | 2834 | 6852 | 3168 | 6518 | 65 | -54,5 |
| 130 | 2834 | 7423 | 3718 | 6539 | 21 | -85,3 |
| 140 | 2834 | 7994 | 4312 | 6516 | -23 | -116,1 |
| 150 | 2834 | 8565 | 4950 | 6449 | -67 | -146,9 |
| 160 | 2834 | 9136 | 5632 | 6338 | -111 | -177,7 |
| 170 | 2834 | 9707 | 6358 | 6183 | -155 | -208,5 |

| Skörd 2 ($842+45,4x-0,19x^2$) | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|------|----------------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | x | x ² | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 842 | | | 842 | | |
| 10 | 842 | 454 | 19 | 1277 | 435 | 205 |
| 20 | 842 | 908 | 76 | 1674 | 397 | 178 |
| 30 | 842 | 1362 | 171 | 2033 | 359 | 151 |
| 40 | 842 | 1816 | 304 | 2354 | 321 | 125 |
| 50 | 842 | 2270 | 475 | 2637 | 283 | 98 |
| 60 | 842 | 2724 | 684 | 2882 | 245 | 72 |
| 70 | 842 | 3178 | 931 | 3089 | 207 | 45 |
| 80 | 842 | 3632 | 1216 | 3258 | 169 | 18 |
| 90 | 842 | 4086 | 1539 | 3389 | 131 | -8 |
| 100 | 842 | 4540 | 1900 | 3482 | 93 | -35 |
| 110 | 842 | 4994 | 2299 | 3537 | 55 | -62 |

| Skörd 3 ($850+75,4x-0,45x^2$) | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|------|----------------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | x | x ² | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 850 | | | 850 | | |
| 10 | 850 | 754 | 45 | 1559 | 709 | 396 |
| 20 | 850 | 1508 | 180 | 2178 | 619 | 333 |
| 30 | 850 | 2262 | 405 | 2707 | 529 | 270 |
| 40 | 850 | 3016 | 720 | 3146 | 439 | 207 |
| 50 | 850 | 3770 | 1125 | 3495 | 349 | 144 |
| 60 | 850 | 4524 | 1620 | 3754 | 259 | 81 |
| 70 | 850 | 5278 | 2205 | 3923 | 169 | 18 |
| 80 | 850 | 6032 | 2880 | 4002 | 79 | -45 |
| 90 | 850 | 6786 | 3645 | 3991 | -11 | -108 |
| 100 | 850 | 7540 | 4500 | 3890 | -101 | -171 |

Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar utan länsförsök

| Skörd 1 ($4909+14,6x-0,07x^2$) | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|------|------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 4909 | | | 4909 | | |
| 10 | 4909 | 146 | 7 | 5048 | 139 | -3 |
| 20 | 4909 | 292 | 28 | 5173 | 125 | -13 |
| 30 | 4909 | 438 | 63 | 5284 | 111 | -22 |
| 40 | 4909 | 584 | 112 | 5381 | 97 | -32 |
| 50 | 4909 | 730 | 175 | 5464 | 83 | -42 |
| 60 | 4909 | 876 | 252 | 5533 | 69 | -52 |
| 70 | 4909 | 1022 | 343 | 5588 | 55 | -62 |
| 80 | 4909 | 1168 | 448 | 5629 | 41 | -71 |
| 90 | 4909 | 1314 | 567 | 5656 | 27 | -81 |
| 100 | 4909 | 1460 | 700 | 5669 | 13 | -91 |
| 110 | 4909 | 1606 | 847 | 5668 | -1 | -101 |
| 120 | 4909 | 1752 | 1008 | 5653 | -15 | -111 |
| 130 | 4909 | 1898 | 1183 | 5624 | -29 | -120 |
| 140 | 4909 | 2044 | 1372 | 5581 | -43 | -130 |
| 150 | 4909 | 2190 | 1575 | 5524 | -57 | -140 |
| 160 | 4909 | 2336 | 1792 | 5453 | -71 | -150 |

| Skörd 2 ($2754+14,9x-0,07x^2$) | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|------|-----|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2754 | | | 2754 | | |
| 10 | 2754 | 149 | 7 | 2896 | 142 | -0,6 |
| 20 | 2754 | 298 | 28 | 3024 | 128 | -10,4 |
| 30 | 2754 | 447 | 63 | 3138 | 114 | -20,2 |
| 40 | 2754 | 596 | 112 | 3238 | 100 | -30 |
| 50 | 2754 | 745 | 175 | 3324 | 86 | -39,8 |
| 60 | 2754 | 894 | 252 | 3396 | 72 | -49,6 |
| 70 | 2754 | 1043 | 343 | 3454 | 58 | -59,4 |
| 80 | 2754 | 1192 | 448 | 3498 | 44 | -69,2 |
| 90 | 2754 | 1341 | 567 | 3528 | 30 | -79 |

| Skörd 3 (2951+14,1x) | | | | | | |
|----------------------|-----------|------|----|-----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts- skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2951 | | | 2951 | | |
| 10 | 2951 | 141 | | 3092 | 141 | -1,3 |
| 20 | 2951 | 282 | | 3233 | 141 | -1,3 |
| 30 | 2951 | 423 | | 3374 | 141 | -1,3 |
| 40 | 2951 | 564 | | 3515 | 141 | -1,3 |
| 50 | 2951 | 705 | | 3656 | 141 | -1,3 |
| 60 | 2951 | 846 | | 3797 | 141 | -1,3 |
| 70 | 2951 | 987 | | 3938 | 141 | -1,3 |
| 80 | 2951 | 1128 | | 4079 | 141 | -1,3 |

Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar med länsförsök

| Skörd 1 ($4706+4,7x+0,02x^2$) | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----|-----|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 4706 | | | 4706 | | |
| 10 | 4706 | 47 | 2 | 4755 | 49 | -66 |
| 20 | 4706 | 94 | 8 | 4808 | 53 | -63 |
| 30 | 4706 | 141 | 18 | 4865 | 57 | -60 |
| 40 | 4706 | 188 | 32 | 4926 | 61 | -57 |
| 50 | 4706 | 235 | 50 | 4991 | 65 | -55 |
| 60 | 4706 | 282 | 72 | 5060 | 69 | -52 |
| 70 | 4706 | 329 | 98 | 5133 | 73 | -49 |
| 80 | 4706 | 376 | 128 | 5210 | 77 | -46 |
| 90 | 4706 | 423 | 162 | 5291 | 81 | -43 |
| 100 | 4706 | 470 | 200 | 5376 | 85 | -41 |
| 110 | 4706 | 517 | 242 | 5465 | 89 | -38 |
| 120 | 4706 | 564 | 288 | 5558 | 93 | -35 |
| 130 | 4706 | 611 | 338 | 5655 | 97 | -32 |
| 140 | 4706 | 658 | 392 | 5756 | 101 | -29 |
| 150 | 4706 | 705 | 450 | 5861 | 105 | -27 |
| 160 | 4706 | 752 | 512 | 5970 | 109 | -24 |

| Skörd 2 ($2755+15,5x-0,07x^2$) | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|------|-----|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2755 | | | 2755 | | |
| 10 | 2755 | 155 | 7 | 2903 | 148 | 3,6 |
| 20 | 2755 | 310 | 28 | 3037 | 134 | -6,2 |
| 30 | 2755 | 465 | 63 | 3157 | 120 | -16 |
| 40 | 2755 | 620 | 112 | 3263 | 106 | -25,8 |
| 50 | 2755 | 775 | 175 | 3355 | 92 | -35,6 |
| 60 | 2755 | 930 | 252 | 3433 | 78 | -45,4 |
| 70 | 2755 | 1085 | 343 | 3497 | 64 | -55,2 |
| 80 | 2755 | 1240 | 448 | 3547 | 50 | -65 |
| 90 | 2755 | 1395 | 567 | 3583 | 36 | -74,8 |

| Skörd 3 (2715+14,0x) | | | | | | |
|----------------------|-----------|------|----|-----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts- skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2715 | | | 2715 | | |
| 10 | 2715 | 140 | | 2855 | 140 | -2,0 |
| 20 | 2715 | 280 | | 2995 | 140 | -2,0 |
| 30 | 2715 | 420 | | 3135 | 140 | -2,0 |
| 40 | 2715 | 560 | | 3275 | 140 | -2,0 |
| 50 | 2715 | 700 | | 3415 | 140 | -2,0 |
| 60 | 2715 | 840 | | 3555 | 140 | -2,0 |
| 70 | 2715 | 980 | | 3695 | 140 | -2,0 |
| 80 | 2715 | 1120 | | 3835 | 140 | -2,0 |

Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar med <20% klöver

| Skörd 1, 0-20% klöver (4081+39,1x-0,19x2) | | | | | | |
|---|-----------|------|------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 4081 | | | 4081 | | |
| 10 | 4081 | 391 | 19 | 4453 | 372 | 160,4 |
| 20 | 4081 | 782 | 76 | 4787 | 334 | 133,8 |
| 30 | 4081 | 1173 | 171 | 5083 | 296 | 107,2 |
| 40 | 4081 | 1564 | 304 | 5341 | 258 | 80,6 |
| 50 | 4081 | 1955 | 475 | 5561 | 220 | 54 |
| 60 | 4081 | 2346 | 684 | 5743 | 182 | 27,4 |
| 70 | 4081 | 2737 | 931 | 5887 | 144 | 0,8 |
| 80 | 4081 | 3128 | 1216 | 5993 | 106 | -25,8 |
| 90 | 4081 | 3519 | 1539 | 6061 | 68 | -52,4 |
| 100 | 4081 | 3910 | 1900 | 6091 | 30 | -79 |
| 110 | 4081 | 4301 | 2299 | 6083 | -8 | -105,6 |
| 120 | 4081 | 4692 | 2736 | 6037 | -46 | -132,2 |
| 130 | 4081 | 5083 | 3211 | 5953 | -84 | -158,8 |
| 140 | 4081 | 5474 | 3724 | 5831 | -122 | -185,4 |
| 150 | 4081 | 5865 | 4275 | 5671 | -160 | -212 |
| 160 | 4081 | 6256 | 4864 | 5473 | -198 | -238,6 |

| Skörd 2, 0-20% klöver (3015+15,3x-0,05x2) | | | | | | |
|---|-----------|------|-----|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 3015 | | | 3015 | | |
| 10 | 3015 | 153 | 5 | 3163 | 148 | 3,6 |
| 20 | 3015 | 306 | 20 | 3301 | 138 | -3,4 |
| 30 | 3015 | 459 | 45 | 3429 | 128 | -10,4 |
| 40 | 3015 | 612 | 80 | 3547 | 118 | -17,4 |
| 50 | 3015 | 765 | 125 | 3655 | 108 | -24,4 |
| 60 | 3015 | 918 | 180 | 3753 | 98 | -31,4 |
| 70 | 3015 | 1071 | 245 | 3841 | 88 | -38,4 |
| 80 | 3015 | 1224 | 320 | 3919 | 78 | -45,4 |
| 90 | 3015 | 1377 | 405 | 3987 | 68 | -52,4 |

| Skörd 3, 0-20% klöver (2576+24,1x) | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|------|----|-----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts- skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2576 | | | 2576 | | |
| 10 | 2576 | 241 | | 2817 | 241 | 68,7 |
| 20 | 2576 | 482 | | 3058 | 241 | 68,7 |
| 30 | 2576 | 723 | | 3299 | 241 | 68,7 |
| 40 | 2576 | 964 | | 3540 | 241 | 68,7 |
| 50 | 2576 | 1205 | | 3781 | 241 | 68,7 |
| 60 | 2576 | 1446 | | 4022 | 241 | 68,7 |
| 70 | 2576 | 1687 | | 4263 | 241 | 68,7 |
| 80 | 2576 | 1928 | | 4504 | 241 | 68,7 |

Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar, 21-40% klöver

| Skörd 1, 21-30% klöver (5277+3,0x) | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----|----|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 5277 | | | 5277 | | |
| 10 | 5277 | 30 | | 5307 | 30 | -79 |
| 20 | 5277 | 60 | | 5337 | 30 | -79 |
| 30 | 5277 | 90 | | 5367 | 30 | -79 |
| 40 | 5277 | 120 | | 5397 | 30 | -79 |
| 50 | 5277 | 150 | | 5427 | 30 | -79 |
| 60 | 5277 | 180 | | 5457 | 30 | -79 |
| 70 | 5277 | 210 | | 5487 | 30 | -79 |
| 80 | 5277 | 240 | | 5517 | 30 | -79 |
| 90 | 5277 | 270 | | 5547 | 30 | -79 |
| 100 | 5277 | 300 | | 5577 | 30 | -79 |
| 110 | 5277 | 330 | | 5607 | 30 | -79 |
| 120 | 5277 | 360 | | 5637 | 30 | -79 |
| 130 | 5277 | 390 | | 5667 | 30 | -79 |
| 140 | 5277 | 420 | | 5697 | 30 | -79 |
| 150 | 5277 | 450 | | 5727 | 30 | -79 |
| 160 | 5277 | 480 | | 5757 | 30 | -79 |

| Skörd 2, 21-30% klöver (2616+23,4x-0,20x2) | | | | | | |
|--|-----------|------|------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | x2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2616 | | | 2616 | | |
| 10 | 2616 | 234 | 20 | 2830 | 214 | 49,8 |
| 20 | 2616 | 468 | 80 | 3004 | 174 | 21,8 |
| 30 | 2616 | 702 | 180 | 3138 | 134 | -6,2 |
| 40 | 2616 | 936 | 320 | 3232 | 94 | -34,2 |
| 50 | 2616 | 1170 | 500 | 3286 | 54 | -62,2 |
| 60 | 2616 | 1404 | 720 | 3300 | 14 | -90,2 |
| 70 | 2616 | 1638 | 980 | 3274 | -26 | -118,2 |
| 80 | 2616 | 1872 | 1280 | 3208 | -66 | -146,2 |
| 90 | 2616 | 2106 | 1620 | 3102 | -106 | -174,2 |

| Skörd 3, 20-40% klöver ($2731+24,5x-0,12x^2$) | | | | | | | |
|---|-----------|------|-----|------|-----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | X3 | Ts- skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2731 | | | | 2731 | | |
| 10 | 2731 | 245 | 12 | 5 | 2964 | 233 | 63,1 |
| 20 | 2731 | 490 | 48 | 40 | 3173 | 209 | 46,3 |
| 30 | 2731 | 735 | 108 | 135 | 3358 | 185 | 29,5 |
| 40 | 2731 | 980 | 192 | 320 | 3519 | 161 | 12,7 |
| 50 | 2731 | 1225 | 300 | 625 | 3656 | 137 | -4,1 |
| 60 | 2731 | 1470 | 432 | 1080 | 3769 | 113 | -20,9 |
| 70 | 2731 | 1715 | 588 | 1715 | 3858 | 89 | -37,7 |
| 80 | 2731 | 1960 | 768 | 2560 | 3923 | 65 | -54,5 |

Ekonomiskt optimum, klöver/gräsvallar med 30-40% klöver

| Skörd 1, >31% klöver (5465-13,0x) | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|------|----|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| | 5465 | | | 5465 | | |
| 10 | 5465 | 130 | | 5335 | -130 | -191 |
| 20 | 5465 | 260 | | 5205 | -130 | -191 |
| 30 | 5465 | 390 | | 5075 | -130 | -191 |
| 40 | 5465 | 520 | | 4945 | -130 | -191 |
| 50 | 5465 | 650 | | 4815 | -130 | -191 |
| 60 | 5465 | 780 | | 4685 | -130 | -191 |
| 70 | 5465 | 910 | | 4555 | -130 | -191 |
| 80 | 5465 | 1040 | | 4425 | -130 | -191 |
| 90 | 5465 | 1170 | | 4295 | -130 | -191 |
| 100 | 5465 | 1300 | | 4165 | -130 | -191 |
| 110 | 5465 | 1430 | | 4035 | -130 | -191 |
| 120 | 5465 | 1560 | | 3905 | -130 | -191 |
| 130 | 5465 | 1690 | | 3775 | -130 | -191 |
| 140 | 5465 | 1820 | | 3645 | -130 | -191 |
| 150 | 5465 | 1950 | | 3515 | -130 | -191 |
| 160 | 5465 | 2080 | | 3385 | -130 | -191 |

| Skörd 2, >31% klöver (2738+14,9x-0,14x2) | | | | | | |
|--|-----------|------|------|----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | x2 | Ts-skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 2738 | | | 2738 | | |
| 10 | 2738 | 149 | 14 | 2873 | 135 | -5,5 |
| 20 | 2738 | 298 | 56 | 2980 | 107 | -25,1 |
| 30 | 2738 | 447 | 126 | 3059 | 79 | -44,7 |
| 40 | 2738 | 596 | 224 | 3110 | 51 | -64,3 |
| 50 | 2738 | 745 | 350 | 3133 | 23 | -83,9 |
| 60 | 2738 | 894 | 504 | 3128 | -5 | -103,5 |
| 70 | 2738 | 1043 | 686 | 3095 | -33 | -123,1 |
| 80 | 2738 | 1192 | 896 | 3034 | -61 | -142,7 |
| 90 | 2738 | 1341 | 1134 | 2945 | -89 | -162,3 |

| Skörd 3, >40% klöver (3033+11,4x-0,06x ²) | | | | | | |
|---|-----------|-----|----------------|-----------|----------------|--------------------|
| N-giva | Intercept | X | X ² | Ts- skörd | Marginalutbyte | Ekonomiskt optimum |
| 0 | 3033 | | | 3033 | | |
| 10 | 3033 | 114 | 6 | 3141 | 108 | -24,4 |
| 20 | 3033 | 228 | 24 | 3237 | 96 | -32,8 |
| 30 | 3033 | 342 | 54 | 3321 | 84 | -41,2 |
| 40 | 3033 | 456 | 96 | 3393 | 72 | -49,6 |
| 50 | 3033 | 570 | 150 | 3453 | 60 | -58 |
| 60 | 3033 | 684 | 216 | 3501 | 48 | -66,4 |
| 70 | 3033 | 798 | 294 | 3537 | 36 | -74,8 |
| 80 | 3033 | 912 | 384 | 3561 | 24 | -83,2 |

Kvalitetskrav hos olika djurgrupper

Uppgifterna för nöt har lämnats av Rolf Spörndly, och uppgifterna för häst av Cecilia Müller, båda vid Inst. för husdjurens utfodring och vård på SLU.

| Djurslag | Energibehov (omsättbar energi) | Råprotein (g/kg ts) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Mjölkkor, 1:a halva laktationen | 11,0-11,5 | 150 |
| Mjölkkor, 2:a halva laktationen | 10,5-11,0 | 170 |
| Mjölkkor, sintid | 9,5-10,0 | 140 |
| Växande kvigor, 2:a halva laktationen | 10,5-11,0 | 170 |
| Växande köttjur | 11,0-11,5 | 170 |
| Häst, avelsdjur | >9,0 | >72 |
| Häst, högpresterande | 11,0-11,5 | >50 |
| Övriga hästar | 6,5-8,0 | >50 |

SLU

Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE) / Department of Crop Production Ecology Rapporter från institutionen / Reports from the department

- Nr 1. Pettersson C.G. (2006) Variations of yield and protein content of malting barley. Methods to monitor and ways to control. *Licentiate thesis, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.*
- Nr 2. Eckersten H., Noronha-Sannervik A., Torssell B. & Nyman P. (2006) Modelling radiation use, water and nitrogen in willow forest.
- Nr 3. Christersson L. & Verwijst T. (2006) Poppel – Sammanfattning från ett seminarium vid Institutionen för Lövträdsodling, SLU, Uppsala, 15 mars 2005. *Proceedings from a Poplar seminar at the Department of Short Rotation Forestry, SLU, March 15 2005, Uppsala, Sweden.*
- Nr 4. Christersson L., Verwijst T. & Man Amatya S. (2006) “Wood production in agroforestry and in short-rotation forestry systems – synergies for rural development”. *Proceedings of the IUFRO:s conference (session 12, 128) held in Brisbane, August 8–13, 2005.*
- Nr 5. Hoogesteger J. (2006) Tree ring dynamics in mountain birch. *Licentiate thesis. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.*
- Nr 6. Eckersten H., Andersson L., Holstein F., Mannerstedt Fogelfors B., Lewan E., Sigvald R., Torssell B. & Karlsson S. (2008) Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige.
- Nr 7. Eckersten H., Karlsson S. & Torssell B. (2008) Climate change and agricultural land use in Sweden: A literature review.
- Nr 8. Amiri A., Forkman J. & von Rosen D. (2009) A statistical study of similarities and dissimilarities in results between districts used in Swedish crop variety trials.
- Nr 9. Forkman J., Amiri S. & von Rosen D. (2009) Konsekvenser av indelningar i områden för redovisning av försök i svensk sortprovning.
- Nr 10. Fogelfors H. *et al.* (2009). Strategic analysis of Swedish agriculture. Production systems and agricultural landscapes in a time of change.
- Nr 11. Halling M.A. (2010) Sortval i ekologisk vallodling 2004–2009. Sortförsök i timotej, ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrid, engelskt rajgräs och rajsvingel.
- Nr 12. Larsson S. & Hagman J. (2010) Sortval i ekologisk odling 2010. Sortförsök 2000–2009.
- Nr 13. Larsson S. & Hagman J. (2011) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2004–2010. Sortförsök i höstvetete, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärter och potatis.
- Nr 14. Eckersten H. & Kornher A. (2012) Klimatförändringars effekter på jordbrukets växtproduktion i Sverige – scenarier och beräkningssystem. (Climate change impacts on crop production in Sweden – scenarios and computational framework)
- Nr 15. Larsson S. & Hagman J. (2012) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2007–2011. Sortförsök i höstvetete, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärter och potatis.
- Nr 16. Larsson S. & Hagman J. (2013) Sortval i ekologisk odling 2013: sortförsök 2008–2012 .
- Nr 17. Collentine D. *et al.* (2013) Consequences of future nutrient load scenarios on multiple benefits of agricultural production.
- Nr 18. Nilsson-Linde N. *et al.* (2014) Vallkonferens 2014. Konferensrapport 5–6 februari 2014. Uppsala, Sverige.
- Nr 19. Hagman J. *et al.* (2014) Sortval i ekologisk odling 2014. Sortförsök 2009–2013.
- Nr 20. Hagman J. *et al.* (2015) Sortval i ekologisk odling 2015. Sortförsök 2010–2014.
- Nr 21. Hagman J. *et al.* (2016) Sortval i ekologisk odling 2016. Sortförsök 2011–2015.
- Nr 22. Nilsson-Linde N. & Bernes G. (2017) Vallkonferens 2017. Konferensrapport 7–8 februari 2017. Uppsala, Sverige.
- Nr 23. Hagman J. & Halling M. (2017) Sortval i ekologisk odling 2017. Sortförsök 2012–2016.

I denna serie publiceras forskningsresultat vid Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Förteckning över tidigare utgivna rapporter i denna serie återfinns sist i rapporten och kan hämtas som pdf från <http://pub.epsilon.slu.se>

In this series research results from the Department of Crop Production Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed in the end of the report, and is available at <http://pub.epsilon.slu.se>