

Bakgrund

Oavsett om man säljer gödseln eller använder den själv är det viktigt att veta vad den innehåller i form av växtnäring och spårelement. Utan denna kunskap är det svårt att sätta ett riktigt pris vid försäljning och att anpassa givan till grödans behov. Anpassning av givan till grödans behov är en av de viktigaste faktorerna för att få en god gödseffekt och undvika

Gödsel från fjäderfån produceras ofta på stora, specialiserade enheter med liten egen odlingsareal vilket gör att kopplingen mellan djurhållning och jordbruksmark i många fall saknas och gör det svårt att beräkna mängden växtnäring i gödseln. Fjäderfågödsel har blivit en handelsvara och innehållet av växtnäring och spårelement behöver deklarerars. För att förbättra växtnäringsutnyttjandet i fjäderfågödsel behövs bland annat aktuella data om gödselns innehåll av växtnäring och spårelement. Idag används schablonvärden baserade på ett fåtal analyser baserade på otillräcklig provtagningsmetodik, en del från provtagning på 1970-talet, vilket ger liten tillförlitlighet. De får ses som exempel på hur det kan vara (Malgeryd m.fl., 2001). När det gäller fastgödsel från slaktkycklingar tyder enstaka data på att variationen i växtnäringsinnehåll är stor mellan olika besättningar (Rodhe m.fl., 2000). Detta innebär att rådgivningen baseras på ett fåtal gamla uppgifter, vilket ökar risken för ett dåligt växtnäringsutnyttjande samt negativa miljökonsekvenser. Det saknas också en väl utarbetad provtagningsmetodik, vilket är ett måste för att få representativa prover som speglar fjäderfågödselns karaktär.

Motiv för en stallgödselkartering är också behovet av kunskap rörande variationen mellan olika djurslag och driftsformer när det gäller stallgödselns sammansättning. En nyligen publicerad kartering (Steineck m.fl., 1999) har redovisat innehållet av växtnäring och spårelement i konventionell fast- och flytgödsel från nöt och svin samt i ekologisk stallgödsel från nötkreatur. Däremot saknas idag en övergripande bild av hanteringen av fjäderfågödsel från olika djurslag och olika uppfödning- och inredningssystem och dess innehåll av växtnäring och spårelement. Bristen är särskilt stor när det gäller nya system för äggproduktion.

Gödsel från värphöns och olika produktionssystem

Antalet höns och kycklingar av värpras i Sverige uppskattas till ca 6,6 miljoner. Ca 40 % av besättningarna fanns på företag med högst 2 hektar åkermark. Cirka 4% av företagen har en besättning på mer än 5 000 höns och en mycket stor del av värphönsen (92%) finns på dessa företag. Cirka 66% av produktionen sker i Skåne, Kalmar län, Västra Götalands och Östergötlands län. Antalet KRAV-godkända värphöns uppgick till ca 345 800 stycken. Cirka 54 % av dessa fanns i Östergötland, Skåne och Västra Götalands län (Jordbruksstatistisk årsbok, 2005).

Äggproduktion sker idag i ett antal olika system. De två huvudgrupperna är dock system med bur och system för frigående höns. I de KRAV-godkända ekologiska systemen ska hönsen sommartid ha tillgång till utevistelse och bete. Det finns dock olika varianter av inredda burar och golvsystem för frigående höns. Värphöns utnyttjas vanligen i äggproduktion då de är 16-78 veckor gamla. Uppfödningen av unghöns (0-15 veckor gamla) sker både i burar och i golvbaserade system. Hanteringen av stallgödsel kan baseras på daglig utgödsling eller utgödsling med längre intervall, i extremfallet endast då besättningen byts ut. Det förekommer också att gödseln torkas inne i stallet med hjälp av luftströmmar från ett kanalsystem. Stallgödseln kan antingen vara av blötare karaktär (kletgödsel) eller torrare karaktär (fastgödsel). Det förekommer också att gödsel från värphöns hanteras som flytgödsel (Litorell, 2005).

Provtagningsmetodik

Att ta ut representativa gödselprov från en flytgödselbehållare är förhållandevis enkelt då flytgödseln efter omrörning oftast kan betraktas som homogen. Däremot är det betydligt svårare att ta prov från fast- och kletgödsellager. Rodhe & Jonsson (1999) utvecklade en provtagare för att ta representativa prov ur fastgödsel från nöt och svin. Med provtagaren tas cylindriska, ca 85 cm långa prov ut. Provtagaren är tillverkad i rostfritt stål. En provtagningsintensitet med 10 prover bedömdes som tillräcklig i studerat lager och gav en mät- noggrannhet där konfidensintervallet (på 95 % konfidensnivå) var ± 10 % av medelvärdet på torrsbstanshalten samt halterna av kalium, fosfor och zink (Rodhe m.fl., 2000). Fjäderfärgödsel har dock en betydligt högre koncentration av växtnäring och även andra fysikaliska egenskaper än gödsel från nöt och svin (Malgeryd m.fl., 2001) varvid provtagningsmetodiken behöver valideras och anpassas till detta gödselslag.

Bestämning av kväveinnehåll i fjäderfärgödsel

Fåglar utsöndrar fekalt material, dvs. träck, tillsammans med urin i fast form. Urinen utsöndras som urinsyra, en organisk kväveförening som är relativt lätt nedbrytbar. Av det totala kväveinnehållet i färsk gödsel från äggläggande höns är ca 61 procent urinsyra, 31 procent övrigt organiskt bundet kväve och 8 procent ammoniumkväve (Kirchmann, 1991). När gödseln får luftkontakt bryts urinsyra snabbt ned i flera steg till ammoniumkväve. Ammoniumkväve i gödseln kan förloras som ammoniak i stall, under lagring samt efter spridning. Allmänt gäller att det är lägre ammoniakförluster från flytgödsel och kletgödsel under lagring än från fastgödsel. Att lagra sin gödsel i gödselhus eller i täckt behållare minskar ammoniakavgången ytterligare (Steineck m fl., 2000). Att torka fastgödseln i stallet är ett sätt att undvika att urinsyran bryts ned till ammonium, vilket kan minska ammoniakförlusterna. För att bibehålla urinsyran under lagring så får torr fastgödsel inte fuktas upp. Vid spridning är det viktigt att bruka ned fjäderfärgödseln inom fyra timmar. Detta minskar ammoniakförlusterna effektivt. Fjäderfärgödsel har således ett högre kväveinnehåll än nöt- och svingödsel. Halten urinsyra i lagrad fjäderfärgödsel vet vi inget om men den varierar troligen mycket beroende på typ av lagring och lagringstid. I svenska rutinanalyser av mängden kväve i stallgödsel bestäms endast halterna av totalkväve och ammoniumkväve.

Syfte

- Ta fram underlag för att värdera gödsel från värphöns som handelsvara ur växtnärings- synpunkt och ur miljösynpunkt.
- Ge aktuella och tillförlitliga medelvärden och extremvärden för halter av växtnäring och spårelement i gödsel från värphöns från olika inhysningssystem.
- Ge underlag för en bedömning av hur en balanserad tillförsel av gödsel från värphöns till åkermark kan se ut med avseende på växtnäring och spårelement.
- Validera provtagningsmetodik utvecklad för fast nöt- och svingödsel på gödsel från värphöns med avseende på vilken provtagningsintensitet som behövs för att uppnå en acceptabel noggrannhet.
- Inventera metoder för analys av urinsyra samt hur denna kunskap används i växtnäringsrådgivningen.

Material och Metoder

Provtagningen har skett i välfyllda gödsellager. Innehållet av växtnäring och spårelement speglar i huvudsak stallperiodens utfodring och äggproduktion. I undersökningen ingick 53 gårdar med äggproduktion, flyt-, klet- och fastgödselhantering samt inhysningssystem med bur eller frigående höns, Tabell 1. Av gårdar med bursystem var det 8 stycken som hade

oinredda burar. Bland gårdar med frigående höns var det 8 stycken som hade KRAV-godkänd äggproduktion. Gårdarna valdes ut med hjälp av länsstyrelserna och deras geografiska fördelning presenteras i tabell 1. Producenterna kontaktades och fick en presentation av undersökningen och förfrågan om att bidra med gödselprov för analys av växtnäringsämnen och spårelement.

Tabell 1. Fördelning av gödselproverna i studien på inhysningssystem och gödseltyp.

Region	Burar			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
Västergötland	1	4		3				1	
Östergötland		3			3	3	1	1	
Bohuslän						2	1		
Småland		1		2	4				
Södermanland							1		1
Blekinge		1		1	1				
Skåne	1	7	2	2			1		
Uppland			1	3	2	3			
Gotland				1			1		
Halland	1	2	1	2					
Öland				2	1				

Provtagningen påbörjades vintern 2003 och avslutades vintern 2004. Provtagning av kletgödsel och fastgödsel anpassades till en tidpunkt då gödsellagret var fullt hos äggproducenten. Provtagning av flytgödsel gjordes i fulla väl omblandade gödsellager under våren före vårbruk. Prov av flytgödsel togs cirka en meter under gödselytan och provmängden var två liter. Provkärlet av plast förslöts omedelbart och förvarades i kylväska maximalt några timmar tills det frystes ned i väntan på analys (Steineck m fl., 1991). För provtagning av klet- och fastgödsel användes den provtagare som utvecklats och testats vid JTI (Rodhe och Jonsson, 1999). Med provtagaren, som fungerar enligt borrhörprincipen tas borrhörkärnor från ytan till botten av gödselstacken. På varje provtagningsplats togs tio sådana borrhörkärnor fördelade över gödsellagret på ett så representativt sätt som möjligt. För att kunna gå på gödsellagret lades en trästege ut för att öka stabiliteten. De tio delproven blandades och ett samlingsprov på två liter togs. Provkärlet av plast förslöts och förvarades i kylväska maximalt några timmar tills det frystes i väntan på analys.

Proverna har analyserats på totalhalten av kol (C), totalkväve (total-N), ammoniumkväve (amm-N), fosfor (P), kalium(K), kalcium (Ca), magnesium (Mg), svavel (S), bly (Pb), kadmium (Cd), kobolt (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), zink (Zn), selen (Se) samt på torrsubstanshalt (ts) och askhalt. Torrsubstanshalten (ts-halten) bestämdes på tinat vått homogeniserat prov enligt SS-EN 12880 (2000) och askhalten enligt SS-EN 12879 (2000). Totalkvävehalten bestämdes på tinat vått homogeniserat prov enligt SIS (1992) och amm-N med destillationssteget i Kjeldahl-metoden. Kvicksilverhalten bestämdes enligt SS 028175. Halterna av P, Ca, K, Mg, S, Pb, Cd, Co, Cu, Cr, Ni och Zn bestämdes på homogeniserat torkat prov (105°C i 12 timmar) enligt SS-EN ISO 11885 (1998). Selenhalten bestämdes av metoden EPA som inte är ackrediterad av SWEDAC. Mätosäkerheten för ts-halten var $\pm 10\%$ och för askhalten $\pm 5\%$. Mätosäkerheten för total-N, amm-N, P, Ca, K, Mg, S, Pb, Cd, Co, Cu och Ni var $\pm 20\%$. Mätosäkerheten för Cr var $\pm 10\%$ och för Zn $\pm 25\%$.

Halten av varje element bearbetades statistiskt enligt en ANOVA GLM-modell (General Linear Model) med två fixa behandlingsfaktorer. Den ena behandlingsfaktorn har varit inhysningssystem: 1. Bursystem, 2. Konventionella frigående golvsystem och 3. KRAV-godkända frigående golvsystem. I bursystem ingår både inredda och oinredda burar då det inte fanns någon signifikant skillnad mellan dessa. Den andra behandlingsfaktorn har varit gödseltyp: 1. Flytgödsel, 2. Kletgödsel och 3. Fastgödsel. Antalet upprepningar var det antal

gödselprover som fanns för respektive kombination av de två behandlingsfaktorerna. När analysen visade att det fanns signifikanta skillnader inom behandling och/eller mellan de två behandlingsfaktorerna, gjordes parvisa jämförelser mellan de olika behandlingarna. För den statistiska utvärderingen har använts SAS (1995). Resultatet av den statistiska analysen för varje element redovisas i Appendix 1.

Resultat

Det antal gödselprover från äggproduktionen som analyserades på sitt innehåll av växtnäring och spårelement redovisas i tabell 2. I tabell 3 redovisas antal gödselprover från respektive inhysningssystem och gödseltyp, och vilket lagringssystem som provet är taget i.

Halten för Pb, Cd, Hg och Se var för en del gödselprover under bestämningsgränsen för den använda analysmetoden. Antalet sådana låga värden presenteras i tabellerna som ”n låga”. Sifferresultaten i dessa tabeller grundar sig på alla analyserade prover inklusive de låga värdena. De låga värdena representerar den halt av elementet som provet maximalt kan ha.

I analyserna av växtnäring och spårelement ingick inga extremvärden. Ett extremvärde avviker minst tre interkvartiler neråt respektive uppåt från 25- eller 75% kvartilen och en interkvartil är avståndet mellan dessa två värden. Ett extremvärde är minst dubbelt så högt eller lågt som värdet näst intill.

I inhysningssystem med burar ingick både inredda och oinredda burar eftersom det inte fanns någon signifikant skillnad i elementhalt mellan dessa två system. I den KRAV-godkända produktionen med frigående höns och flytgödselhantering analyserades bara ett gödselprov. Detta gödselprov får ses som ett exempel på vad dylika prov kan innehålla för halter av växtnäring och spårelement, Tabell 2.

Tabell 2. Totalt antal gödselprover från olika inhysningssystem och gödseltyper.

Gödseltyp	Inredda burar	Oinredda burar	Golv frigående	Golv frigående KRAV godkänd
Fastgödsel Solid	3	0	16	5
Kletgödsel Semi-solid	13	5	11	2
Flytgödsel Slurry	2	2	8	1

Äggproducenternas uppgifter på om de köpte in foder eller producerade och blandade själva redovisas i tabell 4. För ungefär hälften av gödselproven fick vi uppgifter på vad hönsen hade ätit vars gödsel vi provtog. I den gruppen dominerade inköpt fullfoder utan tillsats av fytas.

Diskussion och Slutsatser

En orsak till att det finns så få analyser på fjäderfägödsel är att provtagningen av fast- och kletgödsel är svår och tidsödande om provet skall vara någorlunda representativt. Flytgödsel från fjäderfå har knappast heller provtagits tidigare. Detta på grund av att flytgödselhantering varit ovanligt. Ett överraskande resultat var faktiskt att flytgödselhantering inte var så ovanligt. Ungefär 25% av gödselproven som analyserades var flytgödselprover. Det antal borrhstick som använts här vid provtagning av fast- och kletgödsel (10 stycken) i fullt lager var fler än det minimum som Rodhe och Jonsson (1999) rekommenderat. Orsaken var att vi ville få ett så representativt prov som möjligt från en gödseltyp som tidigare varit dåligt dokumenterad. Teoretiskt kan vi då förvänta oss ett mer representativt prov med ett 95 procentigt konfidensintervall på cirka $\pm 10\%$, istället för $\pm 20\%$ med 5 borrhstick. Vi använde också samma provtagningspersonal under hela projektet, vilket också förbättrar provets representerbarhet.

Tabell 3. Antal gödselprov som representerar varje typ av gödsellager. En äggproducent kan ha mer än en typ av gödsellager.

Inhysning	Fastgödsel				Kletgödsel				Flytgödsel		
	Platta	Platta + tak	Gödsel hus/-källare	Stuka	Platta	Platta + tak	Gödsel hus/-källare	Behållare	Behållare	Behållare + tak	
Bur inredd	2				11	1	1	3	4		
Bur oinredd	1				2			1	2		
Frigående på golv	7	3	6		7		3	1	7	1	
Frigående KRAV	1	1	2	2	2				1		

Tabell 4. Äggproducenternas uppgifter om vilken typ av foder som använts till djuren vars gödsel vi provtog. En gård kan ha lämnat flera prover från flera olika stall.

Foder	Burar			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
Köpt fullfoder ingen tillsats av fytas	2	8	3	7	4	2	3		
Blandar foder själv, har delvis egen foderproduktion, inget tillsatt fytas	1	1		1					
Ingen uppgift		9	3	5	4	4	2	2	1

Variationer i stallgödselns sammansättning

Det har länge saknats representativa riktvärden för fjäderfägödsel, vilket gör det svårt att jämföra denna kartläggning med någon tidigare. Gödselns innehåll av växtnäring och spårämnen påverkas av fodret. Eftersom denna kartläggning endast gäller gödsel från värphöns så kan vi utgå ifrån att foderstaten varit liknande hos de konventionella äggproducenterna. Under senare år har också den ekologiska äggproduktionen (KRAV-godkänd) ökat. Denna produktionsform skiljer sig från den konventionella bland annat i foderstaten. Under de senaste decennierna har det skett stora förändringar i hur man hyser värphöns i konventionell och ekologisk äggproduktion. Det har därför varit intressant att utreda om gödselns sammansättning påverkas olika i olika inhysningssystem. Till slut vet vi att gödselns sammansättning också påverkas mycket av hur den hanteras från stall, under lagring och vid spridning i fält. Framförallt är det storleken på kväveförlusterna i form av ammoniak som kan variera stort (Steineck m fl., 2000). Ett sätt att fånga in gödselhanterings betydelse är att se om det finns skillnader mellan flyt-, klet- och fastgödsel.

Tabell 5 visar att räknat på torrsubstansen hade flytgödsel högre halter av totalkväve och ammoniumkväve än klet- och fastgödsel från konventionella bursystem och konventionella system med frigående höns (Appendix 1). Detta kan vara en effekt av att det varit lägre ammoniakavgång från flytgödsel under lagringen. Kaliumhalten i stallgödseln var lägre i KRAV-godkända system med frigående höns, än i konventionella bursystem och system med frigående höns. Detta kan vara en effekt av skillnader i foderstaten. Halten av fosfor, magnesium, kalcium och svavel skilde sig inte åt mellan inhysningssystem och gödseltyper.

Om vi jämför gödsel från äggproduktion med gödsel från nöt och svin (Steineck m fl., 1999) så hade gödseln från äggproduktion en totalkvävehalt som var 16-19 gånger högre. Ammoniumkvävehalten var 7-19 gånger högre och fosforhalten 8-21 gånger högre. Även för kalium, kalcium, magnesium och svavel var halten i gödsel från äggproduktionen mycket högre än motsvarande halter i gödsel från nöt och svin.

Tabell 5 visar att räknat på torrsubstansen var det ingen skillnad i halten bly, kobolt, krom, nickel och selen mellan inhysningssystem och gödseltyp. Halten kadmium var högst i

flytgödsel från konventionella bursystem. Vad detta beror på är oklart och kan vara en tillfällig kontaminering via de ingående foderkomponenterna i foderstaten (avhandlingen). Halten kvicksilver var högre i flytgödsel från konventionella system med frigående höns och i fastgödsel från ekologiska system med frigående höns, jämfört med gödsel från konventionella bursystem och fast- och kletgödsel från konventionella system med frigående höns. Även detta är en kontaminering som inte kan förklaras. Kviksilverhalterna var genomgående mycket låga och flera prover låg nära detektionsgränsen, vilket gör att de signifikanta resultaten kanske inte speglar verkliga skillnader.

Tabell 5. Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från äggläggande höns fördelat på olika gödseltyper och olika inhysningssystem (Appendix 1).

Element	Bur			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt ¹⁾
Makroelement, g kg ⁻¹ ts, Macro elements, g kg ⁻¹ DM									
Tot-N	52,7±12,5	57,9±9,3	76,5±12,7	42,1±8,3	57,3±9,7	72,9±20,3	30,6±11,2	46,0±12,7	56,0
NH ₄ -N	16,7±10,7	29,6±13	55,5±10,1	18,2±6,0	26,3±7,1	54,4±17,3	13,9±8,5	24,5±7,8	30,0
P	15,0	15,3±3,4	19,0±2,2	17,7±3,5	16,9±2,2	18,0±4,2	17,6±2,4	19,5±2,1	23,0
K	24,0±1,0	23,3±4,0	30,0±5,7	25,9±5,1	23,0±2,6	32,6±12,9	18,6±3,3	14,0±2,8	11,0
Ca	87,7±11,0	90,7±14	77,2±36,3	94,8±17	95,8±17,9	74,1±30,6	90,6±39,9	83,0±4,2	71,0
Mg	6,2±0,6	7,1±1,8	7,0±0,2	7,6±1,4	7,0±1,1	8,0±1,4	6,6±0,1	6,2±0,6	7,4
S	5,27±1,17	5,29±0,5	5,45±1,09	5,65±1,0	4,94±0,70	6,21±0,67	5,94±1,08	4,50±0,56	5,10
Spårelement, mg kg ⁻¹ ts, Trace elements mg kg ⁻¹ ts									
Zn	410±50	409±84	523±39	417±87	377±62	431±63	376±49	350	420
Cu	40,0±3,0	49,1±13	73,3±15,7	54,7±12	47,5±8,3	61,5±8,8	50,6±6,2	49,0±4,2	49,0
Se	0,58±0,46	0,28±0,33	0,43±0,31	0,44±0,33	0,33±0,3	0,83±0,51	0,47±0,51	0,64±0,66	0,81
Cr	5,63±1,56	4,96±1,4	6,08±0,64	5,89±1,8	5,63±1,5	6,05±1,76	6,80±2,94	5,60±3,54	6,70
Co	2,05±1,27	2,66±0,8	2,18±1,16	2,16±1,2	2,37±1,0	2,88±0,92	2,90±1,21	2,60±1,27	3,20
Ni	4,33±2,07	4,18±0,9	4,30±1,10	4,39±0,8	4,15±1,2	5,16±0,70	5,10±1,71	4,80±1,13	5,90
Pb	2,10±0,50	2,75±1,1	2,42±0,36	2,11±0,3	2,72±2,3	4,09±4,16	3,30±2,19	2,55±1,63	2,60
Cd	0,23±0,03	0,19±0,1	0,39±0,16	0,22±0,1	0,19±0,0	0,22±0,10	0,18±0,06	0,12±0,04	0,04
Hg	0,008±0,003	0,007±0,002	0,007±0,001	0,008±0,002	0,007±0,002	0,013±0,009	0,015±0,004	0,01±0,001	0,014

¹⁾ Ett gödselprov från en äggproducent

När det gäller halterna av spårelement kan vi jämföra med halter i nutida stallgödsel från nöt och svin (Steineck m fl., 1999) och med halter från äldre analyser på fastgödsel från blandad djurhållning (Andersson, 1977). Zinkhalten i gödsel från äggproduktion var cirka 2 gånger lägre än i nutida svinggödsel och 1,5-2 gånger högre än i nutida nötgödsel och gödsel från 1970-talet. Kopparhalten var cirka 2 gånger lägre än i nutida svinggödsel och cirka 0,5 gånger högre än i nutida nötgödsel och gödsel från 1970-talet. Kadmiumhalten var liknande som i nutida nöt- och svinggödsel och något lägre än i gödsel från 1970-talet. Krom-, nickel- och blyhalterna var något högre i gödsel från äggproduktion än från nutida nöt- och svinggödsel, men 0,5-2 gånger lägre än halterna i gödsel från 1970-talet.

I tabell 6 redovisas medelvärden och variation i halter av växtnäring och spårelement för två gårdar över ett år. För makronäringsämnen var variationen i halterna lägre inom respektive gård, jämfört med de variationer i halter som uppmättes i gödsel från ett större antal gårdar.

Att noga provta sin egen gödsel ger således en säkrare analys på innehållet av kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium och svavel. Detta gäller också spårelementen zink, koppar, kobolt, nickel och bly. När det gäller halter av selen, krom, kadmium och kvicksilver ökar inte säkerheten i analysen av att provta egen gödsel regelbundet. För dessa spårelement kan man använda tillförlitliga riktvärden från gödselkarteringar.

Tabell 6. Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från två äggproducenter där upprepad provtagning gjordes under ett år.

Element	Frigående höns på golv					
	Kletgödsel ¹⁾			Fastgödsel ²⁾		
	Max	Medel±std	Min	Max	Medel±std	Min
Ts % av vått prov	35,50	31,73±4,90	26,20	46,10	42,9±34,57	37,70
Aska % av ts,	35,50	36,70±3,01	26,20	42,8	37,87±5,65	31,7
Makroelement g kg ⁻¹ ts, Macro elements g kg ⁻¹ DM						
Tot-N	61,00	58,67±2,52	56,00	51,0	44,67±5,51	41,0
NH ₄ -N	40,00	32,33±6,66	28,0	22,0	19,67±2,08	18,0
P	19,0	18,67±0,58	18,0	21,0	18,3±2,31	17,0
K	25,00	23,33±1,53	22,00	23,0	22,3±0,58	22,0
Ca	95,00	86,33±7,57	81,00	92,0	88,33±3,51	85,0
Mg	7,00	6,67±0,42	6,200	9,7	8,93±0,86	8,0
S	5,10	4,70±0,46	4,200	6,0	5,47±0,46	5,2
Spårelement mg kg ⁻¹ ts, Trace elements mg kg ⁻¹ DM						
Zn	370,0	353,3±20,8	330,0	490,0	463,3±5,2	440,0
Cu	50,0	45,0±5,57	39,0	54,0	50,0±4,0	46,0
Se	0,88	0,63±0,40	0,17	1,10	0,60±0,40	0,27
Cr	7,7	6,80±0,90	5,9	9,00	7,2±1,6	5,80
Co	3,0	2,43±0,55	1,9	1,70	1,6±0,1	1,50
Ni	4,7	4,43±0,31	4,1	4,30	4,1±0,2	3,90
Pb	1,6	1,30±0,26	1,1	2,40	2,2±0,2	2,10
Cd	0,28	0,23±0,04	0,20	0,32	0,2±0,08	0,17
Hg	0,01	0,009±0,002	0,006	0,01	0,007±0,003	0,004

¹⁾ Kletgödseln lagrades i ett slutet gödselhus ²⁾ Fastgödseln lagrades på platta utan tak

Innehåll i lagrad gödsel (våtvikt) från äggproduktion

Traditionellt anges växtnäringssinnehåll i stallgödsel som viktsmängd element per ton lagrad produkt. En sådan omräkning baserad på medelvärdena för torrsbstanshalt och koncentration av respektive element har utförts och resultaten redovisas i tabell 7. Om vi enligt djurtäthetsbestämmelserna vill tillföra 22 kg fosfor per hektar med gödsel från äggproduktion så kan det innebära en giva på 2,2 ton upp till 11,7 ton. Problemet i det här sammanhanget är att ha tillgång till en spridarutrustning som kan sprida så låga givor som 2-3 ton. Det är bara ett fåtal som klarar det med erfoderliga krav på jämnhet. En giva anpassad efter fosfor tillför från 38 (17) till 89 (64) kg totalkväve (ammoniumkväve) per hektar. Den lägre kvävegivan representerar en startgiva på våren i spannmål, medan den högre kvävegivan kan täcka kvävebehovet i havre och vårkorn. Detta visar hur viktigt en aktuell analys är för att kunna planera gödningen i växtodlingen.

Tabell 7. Innehåll av olika element per ton lagrad gödsel från äggläggande höns, våtvikt.

Element	Bur			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt ¹⁾
Makroelement i kg, Macro elements in kg									
Tot-N	31,78	15,63	7,57	18,90	17,48	8,53	17,29	15,36	3,30
NH ₄ -N	10,07	7,99	5,49	8,17	8,02	6,36	7,85	8,18	1,77
P	9,04	4,13	1,88	7,95	5,15	2,11	9,94	6,51	1,36
K	14,47	6,29	2,97	11,63	7,02	3,81	10,51	4,68	0,65
Ca	52,88	24,49	7,64	42,56	29,22	8,67	51,19	27,72	4,19
Mg	3,74	1,92	0,69	3,41	2,14	0,94	3,73	2,07	0,44
S	3,18	1,43	0,54	2,54	1,51	0,73	3,36	1,50	0,30
Spårelement, Trace elements									
Zn, g	247,23	110,43	51,78	187,23	114,98	50,43	212,44	116,90	24,78

Cu, g	24,12	13,24	7,26	24,56	14,49	7,20	28,59	16,37	2,89
Se, mg	349,74	75,6	42,57	197,56	100,56	97,11	265,55	213,76	47,79
Cr, g	3,39	1,34	0,60	2,64	1,72	0,71	3,84	1,87	0,40
Co, g	1,24	0,72	0,22	0,97	0,72	0,34	1,64	0,87	0,19
Ni, g	2,61	1,13	0,43	1,97	1,27	0,60	2,88	1,60	0,35
Pb, g	1,27	0,74	0,24	0,95	0,83	0,48	1,86	0,85	0,15
Cd,mg	138,69	51,30	38,61	98,78	57,95	25,74	101,70	40,08	2,36
Hg, mg	4,82	1,89	0,69	3,59	2,14	1,52	8,48	3,34	0,83

¹⁾ Ett gödselprov från en äggproducent

Enligt djurtäthetsbestämmelserna får en viss förrådsgödsling ske av fosfor och därmed kan vi vid ett enstaka tillfälle sprida en högre giva om fosfortillförseln i genomsnitt blir 22 kg per hektar över en femårsperiod. För kustnära områden i södra Sverige måste man dock följa nitratdirektiven som tillåter en maximal kvävegiva per hektar och år på 170 kg. Nitratdirektivet gör det möjligt att sprida en giva på från 5 ton upp till 22 ton gödsel per hektar.

Halterna av bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink i gödsel från äggproduktion var klart mycket lägre än de gränsvärden som finns för slam som skall spridas på åkermark (www.naturvardsverket.se). Med en gödselgiva på 22 ton från äggproduktion skulle vi tillföra cirka 3 kg zink, 17 g koppar, 1 gram bly och 0,07 g kadmium. I produktionssystem där djuren främst äter hemmaproducerat foder, kan man få balans mellan tillförsel och bortförsel av spårelement när det gäller själva jordbruksdriften. Det innebär att tillförseln med stallgödsel är lika stor som bortförseln med grödorna sett över en växtföljd. I produktionssystem med stor foderimport kan tillförseln av spårelement med stallgödseln bli dubbelt så stor som bortförseln med grödorna. En av Sveriges långsiktiga miljömål är att det inte sker en långsiktig anrikning av tungmetaller i åkermark. Speciellt viktigt är det att inte kadmium anrikas. Från ett hektar åker så bortförs 0,08-0,18 g kadmium med spannmålskärnan. Det innebär att en giva på 22 ton gödsel från äggproduktion inte skulle bidra med en nettotillförsel av kadmium.

Slutsatser

För att få ett representativt gödselprov från fast- och kletgödsel rekommenderar vi att man använder JTI-borren. Provtagning ska ske i fullt gödsellager och 10 jämnt fördelade borrstick i gödsellagret blir 10 delprov som blandas innan ett samlingsprov tas ut för analys.

Att noga provta sin egen gödsel ger en säkrare analys på innehållet av kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium och svavel. Detta gäller också spårelementen zink, koppar, kobolt, nickel och bly. När det gäller halter av selen, krom, kadmium och kvicksilver ökar inte säkerheten i analysen av att provta egen gödsel regelbundet. För dessa spårelement kan man använda tillförlitliga riktvärden från gödselkarteringar.

Totalkvävehalten och ammoniumkvävehalten (g per kg ts) i flytgödsel från konventionella bursystem och system med frigående höns var högre än i fast- och kletgödsel från samma inhysningssystem. Orsaken kan vara en lägre ammoniakavgång från flytgödsel under lagringen.

Kaliumhalten (g per kg ts) i stallgödsel från KRAV-godkända system med frigående höns var lägre än i konventionella bursystem och system med frigående höns. Detta kan vara en effekt av att inte samma foderstat används i ekologisk respektive konventionell äggproduktion.

Det fanns ingen skillnad i halten av fosfor, magnesium, kalcium, svavel (g per kg ts), bly, kobolt, krom, nickel och selen (mg per kg ts) mellan inhysningssystem och gödseltyp. För dessa

element behöver man inte särskilja mellan olika inhysningssystem och gödseltyper utan kan använda ett medelvärde.

Det fanns vissa skillnader i halten kadmium och kvicksilver (mg kg ts) mellan olika inhysningssystem och gödseltyper. Skillnaderna följer dock inte något mönster och går inte att förklara. Rekommendationen är att använda ett medelvärde för kadmium och kvicksilverhalten, som representerar inhysningssystem och gödseltyper.

Halten av kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium och svavel var mycket högre i gödsel från äggproduktion jämfört med nöt- och svingödsel. Hönsödsel har en klart högre koncentration av växtnäringsämnen än nöt- och svingödsel.

Halten av zink och koppar i gödsel från äggproduktion var högre än i nötödsel och lägre än i svingödsel. Halten av kadmium i gödsel från äggproduktion var liknande som halterna i nöt- och svingödsel. Halten av krom, nickel och bly i gödsel från äggproduktion var något högre än i nöt- och svingödsel.

Beroende på vilken gödseltyp som hanteras i äggproduktion så innehåller gödseln olika mängder totalkväve och ammoniumkväve per ton våt gödsel. En giva gödsel på mellan 5 och 22 ton per hektar kan båda tillföra 170 kg totalkväve. Med dessa givor kan fosfortillförseln bli mellan 25 och 110 kg per hektar. En giva på 22 ton våt gödsel tillför också cirka 3 kg zink, 17 g koppar, 1 g bly och 0,07 g kadmium. Från ett hektar åker så bortförs 0,08-0,18 g kadmium med skördad spannmålskärna. Det innebär att en giva på 22 ton gödsel från äggproduktion inte bidrar med någon nettotillförsel av kadmium. Högre givor gödsel riskerar dock att tillföra mer kadmium än vad som bortförs med spannmålsskörden.

Det finns idag ingen rutinmässig analysmetod för att analysera urinsyra i stallgödsel på svenska laboratorium som brukar analysera gödsel. Även om en sådan metod kan utvecklas så behövs också kunskap om hur analysen skall tolkas. Vilken kväveeffekt har en viss halt urinsyra i gödseln, i växtodlingen? Hur påverkas urinsyrahalten och ammoniakförlusterna av gödselhanteringen?

Tillfällen då projekt och resultat presenterats för näringen:

Svenska Äggs kontaktdagar och "Forum forskning" i Linköping den 28 oktober 2005.
Länsstyrelsen i Kalmar läns fortbildningsdag för ägg- och slaktkycklingproducenter, för köpare och säljare av fjäderfägödsel samt för maskinringar. Färjestaden den 2 mars 2005.

Litteratur där projektet publiceras:

Salomon m fl., 2006. Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från värphöns. JTI-rapport Lantbruk & Industri nr X. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
Salomon, E. Content of nutrients and trace elements in stored manure from laying hens. Technology for Recycling of Manure and Organic Residues in a Whole-farm Perspective. 12th Ramiran International Conference, 11-13 September, Aarhus, Denmark.

Litteraturhänvisningar i denna text:

Kirchmann, H. 1991. Carbon and Nitrogen Mineralization of Fresh Aerobic and Anaerobic
Malgeryd, J., Åkerhielm, H., Richert Stintzing, A. & Elmquist, H. 2001. Hönsödsel till vårsäd – växtnäringseffekt och efterverkan. JTI-rapport *Lantbruk & industri* (manus). JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
Rodhe, L & Jonsson, C. 1999. Provtagarutrustning för fastgödsel. JTI-rapport *Lantbruk & industri* nr 252. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
Rodhe, L., Richert Stintzing, A., Salomon, E. & Karlsson, S. 2000. Ekologisk kycklinggödsel till sallat och vitkål – Ammoniakförluster vid hantering och växtnäringsutnyttjande. JTI-rapport Lantbruk och industri nr 269. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Torstensson, G. 1998. Nitrogen availability for Crop Uptake and Leaching. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria 98. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. Doctoral thesis.