

JTI-rapport

Lantbruk & Industri

000

Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från värphöns

**Eva Salomon, Johan Malgeryd,
Jan Bergström & Marianne Tersmeden**



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

2006

JTI-rapport
Lantbruk & Industri
000

Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från värphöns

*Content of nutrients and trace elements in stored manure from
laying hens*

Eva Salomon, Johan Malgeryd, Jan Bergström
& Marianne Tersmeden

© JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2006

Citera oss gärna, men ange källan.

ISSN 1401-4963

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning.....	7
Summary.....	7
Bakgrund.....	7
Gödsel från värphöns och olika produktionssystem	8
Provtagningsmetodik	8
Bestämning av kväveinnehåll i fjäderfägödsel	9
Syfte.....	10
Material och Metoder.....	10
Resultat	11
Diskussion och Slutsatser	13
Variationer i stallgödseInns sammansättning.....	13
Innehåll i lagrad gödsel (våtvikt) från äggproduktion.....	16
Slutsatser.....	18
Erkännande	19
Referenser	20
Appendix 1	
Halter av växtnäring och spårelement i gödsel från äggläggande hönor	21
Plant nutrients and trace elements in manure from laying hens.....	21

Förord

Uppsala i januari 2006

Lennart Nelson

Chef för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

Summary

Bakgrund

Inom jordbruket är idag resurshushållning ett centralt begrepp. Detta innebär att stallgödseln ska utnyttjas så effektivt som möjligt samtidigt som förluster till den omgivande miljön minimeras. 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 skadligt läckage av kväve till vatten (Torstensson, 1998).

Stallgödsels innehåll av växtnäring och spårämnen varierar stort mellan olika djurslag och driftsinriktningar samt över tiden, vilket gör den svår att provta på ett representativt sätt (Steineck m.fl., 1991). På en gård med både djur och växtodling kan man beräkna växtnäringsmängden i färsk träck och urin eftersom denna motsvarar skillnaden mellan tillförd mängd med fodret och bortförd mängd med producerad mjölk, kött, ägg etc. Årsproduktionen av gödsel fördelas sedan på hela åkerarealen under en växtföljd och växtnäringen i fodret återcirkuleras till foderarealen. Kväveinnehållet i gödseln kan justeras med schablonvärden för normala ammoniakförluster i stallet, under lagring och efter spridning (Steineck m. fl., 2000).

Ett tungt vägande skäl för att analysvärden på stallgödsel behövs, särskilt när det gäller spårelement, är omsorgen om markens bördighet. Speciellt angeläget är det att belysa förekomsten av extremt höga eller låga innehåll av tungmetaller och deras anknytning till speciella driftsformer. Om det sker stora tillskott av denna typ av element via djurhållning och stallgödsel kommer överskotten att ackumuleras i matjorden på våra åkermarker. Där kan också ett tämligen oförargligt mikronäringsämne som zink skada markecosystemet och därmed den långsiktiga produktionsförmågan om halterna blir tillräckligt höga.

En undersökning (Steineck m.fl., 1999) konstaterade att analyser från 1970-talet (Andersson, 1977) av stallgödsels innehåll av växtnäring numera är föråldrade och inte speglar innehållet i dagens stallgödsel. Resultaten pekar bland annat på att halterna av totalkväve, ammoniumkväve och fosfor beräknat på torrsubstansen i konventionell nöt- och svinfastgödsel har ökat med ca 50 % jämfört med förhållanden före 1950-talet. Kaliumhalterna har ökat i storleksordningen 25 %. Även när det gäller spårelement i nöt- och svingödsel har betydande förändringar skett. Konsekvensen av detta kan bli att stallgödsels värde som växtnäringskälla förändras. Också rekommendationerna när det gäller dosering vid spridning kan behöva förändras.

Gödsel från fjäderfän produceras ofta på stora, specialiserade enheter med liten egen odlingsareal vilket gör att kopplingen mellan djurhållning och jordbruks-

mark i många fall saknas och gör det svårt att beräkna mängden växtnäring i gödseln. Fjäderfärgödsel har blivit en handelsvara och innehållet av växtnäring och spårelement behöver deklarerars. För att förbättra växtnäringens utnyttjandet i fjäderfärgödsel 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 växtnäringens innehåll 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 växtnäringens utnyttjande samt negativa miljökonsekvenser. Det saknas också en väl utarbetad provtagningsmetodik, vilket är ett måste för att få representativa prover som speglar fjäderfärgödselns 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 fjäderfärgödsel 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. Metoden att ta ut borrhov ut en relativt plan kletgödselhög jämfördes med manuell provtagning vid lastning av spridare. Ingen systematisk skillnad i innehållet av kalium, fosfor och zink kunde visas mellan provtagningsmetoderna. En provtagningsintensitet med 10 prover bedömdes som tillräcklig i studerat lager och gav en mätnoggrannhet där konfidensintervallet (på 95 % konfidensnivå) var ± 10 % av medelvärdet på torrsubstanshalten samt halterna av kalium, fosfor och zink (Rodhe m.fl., 2000). Fjäderfågödsel har dock en betydligt högre koncentration av växtnäring och även andra fysikaliska egenskaper än gödsel från nöt och svin (Malgeryd m.fl., 2001) varvid provtagningsmetodikerna behöver valideras och anpassas till detta gödselslag.

Bestämning av kväveinnehåll i fjäderfågödsel

Fåglar utsöndrar fekal 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). Danska undersökningar visar samma sak (Petersen & Kjellerup 1996). Ammoniumkväve är det kväve som är direkt växttillgängligt. 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. Hur mycket ammoniumkväve som finns i gödseln vid spridningstillfället beror således på hur man hanterar gödseln i stall och under lagring. 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 fjäderfågödseln inom fyra timmar. Detta minskar ammoniakförlusterna effektivt. Fjäderfågödsel har således ett högre kväveinnehåll än nöt- och svingödsel. Om man lyckas minimera ammoniakförlusterna i stall, under lagring och efter spridning så innehåller också fjäderfågödsel mer växttillgängligt kväve.

I svenska fältexperiment har spridning av fjäderfågödsel till spannmål, vitkål och sallat givit mycket varierande kväveeffekt (Malgeryd m fl., 2002; Rodhe m fl., 2000). En orsak kan vara att kvävet i färsk fjäderfågödsel i huvudsak består av urinsyra som lätt övergår i växttillgänglig form i marken. Halten urinsyra i lagrad fjäderfågödsel vet vi inget om men 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. För fjäderfågödsel kanske analys av urinsyra skulle ge ett bättre underlag för att bedöma gödselmedlets kväveeffekt i odlingen. I Sverige finns idag ingen analysmetod för att rutinmässigt bestämma urinsyra i fjäderfågödsel. Likaså behövs en sammanställning av de erfarenheter som finns vad gäller att bedöma gödselns kväveeffekt i växtodlingen utifrån dess halt av urinsyra.

Syfte

Projektet syftar till att:

- Ta fram underlag för att värdera gödsel från värphöns som handelsvara ur växt-närings synpunkt och ur miljösynpunkt.
- Ge aktuella och tillförlitliga medelvärden och extremvärden för halter av växt-näring 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 svinggödsel 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 växtnäring rådgivningen.

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 växtnäringssämnen och spårelement.

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

Table 1. Distribution of manure samples according to housing system and manure type.

Region	Burar Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, organic egg production		
	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry
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 borrhprincipen tas borrhkärnor från ytan till botten av gödselstacken. På varje provtagningsplats togs tio sådana borrhkärnor 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 samlignsprov 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 totalhalterna 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 torrsustanshalt (ts) och askhalt. Torrsustanshalten (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. Kviksilverhalten 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. Hela materialet med statistisk bearbetning redovisas i Appendix 1.

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.

Table 2. Total number of manure samples from different housing systems and manure types.

Gödseltyp Type of manure	Inredda burar Cages with fittings	Oinredda burar Cages	Golv frigående Floor	Golv frigående KRAV godkänd Floor, organic egg production
Fastgödsel Solid	3	0	16	5
Kletgödsel Semi-solid	13	5	11	2
Flytgödsel Slurry	2	2	8	1

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

Table 3. Total number of manure samples from each type of storage system. A farm can have more than one type of storage system.

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 på golv KRAV	1	1	2	2	2				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.

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.

Table 4. Information from each producer of which type of feeds where used to animals and their sampled manure. There can be more than one manure sample from each farm.

Foder Feed	Burar Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, organic egg production		
	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry
Köpt fullfoder ingen tillsats av fytas Purchased, no phytase	2	8	3	7	4	2	3		
Blandar foder själv, har delvis egen foderproduktion, inget tillsatt fytas Purchased+homeproduced feed, no phytase	1	1		1					
Ingen uppgift No information		9	3	5	4	4	2	2	1

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 fjäderfä 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.

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 spårelement 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 gödselhanteringens 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.

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.

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

Table 5. Plant nutrients and trace elements in stored manure from laying hens divided between different manure handling systems and housing systems (Appendix 1).

Element	Bur Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV, Floor, organic egg production		
	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt ¹⁾ Slurry
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±13,0	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±14,6	77,2±36,3	94,8±17,2	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±0,55	5,45±1,09	5,65±1,02	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±13,1	73,3±15,7	54,7±11,6	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±0,30	0,43±0,31	0,44±0,31	0,33±0,35	0,83±0,51	0,47±0,51	0,64±0,66	0,81
Cr	5,63±1,56	4,96±1,38	6,08±0,64	5,89±1,80	5,63±1,55	6,05±1,76	6,80±2,94	5,60±3,54	6,70
Co	2,05±1,27	2,66±0,87	2,18±1,16	2,16±1,21	2,37±1,02	2,88±0,92	2,90±1,21	2,60±1,27	3,20
Ni	4,33±2,07	4,18±0,91	4,30±1,10	4,39±0,83	4,15±1,21	5,16±0,70	5,10±1,71	4,80±1,13	5,90
Pb	2,10±0,50	2,75±1,14	2,42±0,36	2,11±0,39	2,72±2,34	4,09±4,16	3,30±2,19	2,55±1,63	2,60
Cd	0,23±0,03	0,19±0,12	0,39±0,16	0,22±0,10	0,19±0,06	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

I tabell 7 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 7. Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från två äggproducenter där upprepade provtagning gjordes under ett år.

Table 7. Contents of plant nutrients and trace elements in stored manure from two producers of eggs where repeated sampling (n=3) where conducted during a year.

Element	Frigående höns på golv					
	Kletgödsel ¹⁾			Fastgödsel ²⁾		
	Max	Medel±std	Min	Max	Medel±std	Min
Ts % av vått prov Dry matter (DM) % of wet sample	35,50	31,73±4,90	26,20	46,10	42,9±34,57	37,70
Aska % av ts Ash % of DM	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 växtnäringsinnehåll i stallgödsel som viktsmängd element per ton lagrad produkt. En sådan omräkning baserad på medelvärdena för torrsbstanshalt och koncentration av respektive element (Appendix 1) har utförts och resultaten redovisas i tabell 6. 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 gödslingen i växtodlingen.

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 spannmåls kärnan. Det innebär att en giva på 22 ton gödsel från äggproduktion inte skulle bidra med en nettotillförsel av kadmium.

Tabell 6. Innehåll av olika element per ton lagrad gödsel från äggläggande höns, våtvikt (Appendix 1).

Table 6. Contents of plant nutrients and trace elements calculated per tonne (wet weight) stored manure from laying hens (Appendix 1).

Element	Bur Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV, Floor, organic egg production		
	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt Slurry	Fast Solid	Klet Semi- solid	Flyt ¹⁾ Slurry
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

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 borrhstick 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 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 svinggödsel. Höns gödsel har en klart högre koncentration av växtnäringsämnen än nöt- och svinggödsel.

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

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 urinsyrhalten och ammoniakförlusterna av gödselhanteringen?

Erkännande

Ett stort tack till de äggproducenter som bidragit med gödselprover och som medverkat vid provtagningarna.

Ett varmt tack till Birgitta Vegerfors SLU, Uppsala för rådgivning och utförande av den statistiska bearbetningen.

SLF och SJV

Referenser

Andersson, A. 1977. Tungmetaller i handelsgödsel, stallgödsel och kalk. Kadmiumbudget för åkermarken. Lantbrukshögskolans meddelanden Serie A Nr 283.

SAS. 1995. Statistical analysis System, version 6. SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary , North Carolina 27513.

Appendix 1

Halter av växtnäring och spårelement i gödsel från äggläggande hönor

Plant nutrients and trace elements in manure from laying hens

Ts % av vått prov Dry matter (DM) % of wet sample	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	73,7	30,9	15,3	66,4	38,0	19,9	72,2	36,4	-
Medel (mean)	60,3	27,0	9,9	44,9	30,5	11,7	56,5	33,4	5,9
± std	19,0	2,8	4,0	10,5	4,0	4,7	10,3	4,2	-
Min	38,5	21,5	6,3	29,9	24,5	5,0	45,0	30,4	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Torrsubstanshalten skilde sig signifikant mellan gödselslagen ($p < 0,001$) i följande ordning: fastgödsel > kletgödsel > flytgödsel. Fastgödseln från burarna hade signifikant högre ts-halt ($p < 0,01$) än fastgödsel från frigående höns på golvet.

N total-N g kg ⁻¹ ts	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
g kg ⁻¹ DM									
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	65,0	75,0	92,0	52,0	69,0	110,0	47,0	55,0	-
Medel (mean)	52,7	57,9	76,5	42,1	57,3	72,9	30,6	46,0	56,0
± std	12,5	9,3	12,7	8,3	9,7	20,3	11,2	12,7	-
Min	40,0	33,0	63,0	26,0	41,0	46,0	18,0	37,0	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Totalkvävehalten var signifikant högre i flytgödsel från inhysningssystem med bur och frigående konventionella golvsystem, än i fast- och kletgödsel från samma inhysningssystem (p<0,001). Det fanns inga signifikanta skillnader i totalkvävehalt mellan gödselslagen i det KRAV-godkända golvsystemet.

NH4-N g kg ⁻¹ ts	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
g kg ⁻¹ DM									
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	29,0	48,0	69,0	27,0	40,0	90,0	27,0	30,0	-
Medel (mean)	16,7	29,6	55,5	18,2	26,3	54,4	13,9	24,5	30,0
± std	10,7	13,0	10,1	6,0	7,1	17,3	8,5	7,8	-
Min	10,0	7,2	46,0	6,7	12,0	39,0	5,1	19,0	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Ammoniumkvävehalten var signifikant högre i flytgödsel från inhysningssystem med bur och frigående konventionella golvsystem, än i fast- och kletgödsel från samma inhysningssystem (p<0,001). Det fanns inga signifikanta skillnader i ammoniumkvävehalt mellan gödselslagen i det KRAV-godkända golvsystemet.

P fosfor g kg ⁻¹ ts	Bur ¹⁾			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Cages			Floor			Floor, according to the KRAV-label		
g kg ⁻¹ DM	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	15,0 ^{*)}	26,0	21,0	23,0	19,0	24,0	20,0	21,0	-
Medel (mean)	15,0 ^{*)}	15,3	19	17,7	16,9	18,0	17,6	19,5	23,0
± std	-	3,4	2,16	3,5	2,2	4,2	2,4	2,1	-
Min	15,0 ^{*)}	11,0	16,0	8,9	13,0	11,0	15,0	18,0	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

^{*)} Tre gödselprover från tre olika äggproducenter har analyserats och innehöll samma halt fosfor.

Det fanns inga signifikanta skillnader i fosforhalt mellan olika gödselslag eller olika inhysningssystem.

K Kalium g kg ⁻¹ ts	Bur ¹⁾			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Cages			Floor			Floor, according to the KRAV-label		
g kg ⁻¹ DM	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	25,0	35,0	38,0	36,0	27,0	56,0	24,0	16,0	-
Medel (mean)	24,0	23,3	30,0	25,9	23,0	32,6	18,6	14,0	11,0
± std	1,0	4,0	5,7	5,1	2,6	12,9	3,3	2,8	-
Min	23,0	18,0	25,0	20,0	18,0	21,0	15,0	12,0	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Kaliumhalten var signifikant lägre i KRAV godkända frigående golvsystem ($p < 0.001$) än i konventionella frigående golvsystem och burar.

Mg Magnesium g kg ⁻¹ ts g kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	6,6	11,0	7,2	9,7	9,6	10,0	6,6	6,6	-
Medel (mean)	6,2	7,1	7,0	7,6	7,0	8,0	6,6	6,2	7,4
± std	0,6	1,8	0,2	1,4	1,1	1,4	0,05	0,6	-
Min	5,5	4,9	6,7	5,4	5,9	6,0	6,5	5,8	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det fanns inga signifikanta skillnader i magnesiumhalten mellan gödselslag och mellan inhysningssystem ($p < 0,05$).

Cu Koppar mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	43,0	95,0	94,0	73,0	62,0	74,0	56,0	52,0	-
Medel (mean)	40,0	49,1	73,3	54,7	47,5	61,5	50,6	49,0	49,0
± std	3,0	13,1	15,7	11,6	8,3	8,8	6,2	4,2	-
Min	37,0	30,0	56,0	37,0	37,0	48,0	40,0	46,0	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Kopparhalten var signifikant högre i flytgödsel från bursystem, jämfört med klet- och fastgödsel från bursystem ($p < 0,001$). Kopparhalten var signifikant högre i flytgödsel från konventionella golvsystem med frigående höns, jämfört med kletgödsel från samma typ av inhysningssystem ($p < 0,01$).

Zn Zink mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	460	640	580	580	540	560	460	350*)	-
Medel (mean)	410	409	523	417	377	431	376	350*)	420
± std	50	84	39	87	62	63	49	0	-
Min	360	290	490	270	310	370	340	350*)	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

*) Två gödselprover från två olika äggproducenter har analyserats och innehöll samma halt zink.

Det fanns inga signifikanta skillnader i zinkhalt mellan olika gödselslag och mellan de olika inhysningssystemen ($p < 0,05$).

Aska % av ts Ash % of DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	37,8	55,2	41,7	54,2	41,8	39,0	69,5	53,1	-
Medel (mean)	37,2	34,9	31,1	39,6	36,1	32,3	43,9	42,4	26,8
± std	0,9	5,8	7,9	6,7	3,9	4,5	18,8	15,1	-
Min	36,2	28,5	22,7	31,6	30,1	27,0	16,6	31,7	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Askhalten var signifikant lägre i flytgödsel från bursystem och konventionella golvsystem, jämfört med fastgödsel från konventionella och ekologiska golvsystem ($p < 0,05$).

Ca Kalcium g kg ⁻¹ ts g kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	100,0	140,0	120,0	120,0	130,0	110,0	120,0	86,0	-
Medel (mean)	87,7	90,7	77,2	94,8	95,8	74,1	90,6	83,0	71,0
± std	11,0	14,6	36,3	17,2	17,9	30,6	39,9	4,2	-
Min	79,0	71,0	41,0	67,0	74,0	42,0	23,0	80,0	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det fanns inga signifikanta skillnader i kalciumhalt mellan olika gödseltyper och mellan olika inhysningssystem (p>0,05).

S Svavel g kg ⁻¹ ts g kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	6,30	6,20	6,70	8,10	6,10	7,40	6,80	4,90	-
Medel (mean)	5,27	5,29	5,45	5,65	4,94	6,21	5,94	4,50	5,10
± std	1,17	0,55	1,09	1,02	0,70	0,67	1,08	0,56	-
Min	4,00	4,20	4,30	4,00	4,20	5,50	4,40	4,10	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det fanns inga signifikanta skillnader i svavelhalt mellan olika gödseltyper och mellan olika inhysningssystem (p>0,05).

Pb Bly mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Cages			Floor			Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	1	4	2	2	2	2	1	0	0
Max	2,60	5,40	2,70	2,80	8,90	14,00	7,10	3,70	-
Medel (mean)	2,10	2,75	2,42	2,11	2,72	4,09	3,30	2,55	2,60
± std	0,50	1,14	0,36	0,39	2,34	4,16	2,19	1,63	-
Min	1,60	1,80	1,90	1,50	1,10	1,80	2,00	1,40	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det fanns inga signifikanta skillnader i blyhalt mellan olika gödseltyper och mellan olika inhysningssystem.

Cd Kadmium mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Cages			Floor			Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	1	0	0	0	1	0	1	0	0
Max	0,26	0,63	0,63	0,39	0,28	0,33	0,21	0,15	-
Medel (mean)	0,23	0,19	0,39	0,22	0,19	0,22	0,18	0,12	0,04
± std	0,03	0,12	0,16	0,10	0,06	0,10	0,06	0,04	-
Min	0,20	0,05	0,27	0,08	0,07	0,06	0,07	0,09	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det var signifikant högre kadmiumhalt i flytgödsel från bursystem än från kletgödsel och fastgödsel från bursystem, och från flytgödsel, kletgödsel och fastgödsel från konventionella och ekologiska golvsystem (p<0,05).

Co Kobolt mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	3,10	4,20	3,50	4,50	4,60	4,10	4,50	3,50	-
Medel (mean)	2,05	2,66	2,18	2,16	2,37	2,88	2,90	2,60	3,20
± std	1,27	0,87	1,16	1,21	1,02	0,92	1,21	1,27	-
Min	0,64	1,10	1,20	0,79	1,20	1,90	1,10	1,70	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det var ingen signifikant skillnad i kobolthalt mellan olika gödseltyper och mellan olika inhysningssystem.

Cr Krom mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry	Fast Solid manure	Klet Semi solid manure	Flyt Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	7,10	8,50	6,70	9,0	8,30	9,60	12,0	8,10	-
Medel (mean)	5,63	4,96	6,08	5,89	5,63	6,05	6,80	5,60	6,70
± std	1,56	1,38	0,64	1,80	1,55	1,76	2,94	3,54	-
Min	4,00	3,50	5,30	3,60	3,10	3,80	4,80	3,10	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det var ingen signifikant skillnad i kromhalt mellan olika gödseltyper och mellan olika inhysningssystem.

Hg Kvicksilver mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	2	2	0	0	4	0	0	1	0
Max	0,0100	0,0100	0,0090	0,0110	0,0100	0,0330	0,0200	0,0110	-
Medel (mean)	0,0083	0,0067	0,0072	0,0076	0,0069	0,0128	0,0150	0,0105	0,0140
± std	0,0029	0,0019	0,0012	0,0023	0,0021	0,0094	0,0043	0,0007	-
Min	0,0050	0,0040	0,0060	0,0040	0,0050	0,0050	0,0100	0,0100	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Flytgödsel från konventionella golvsystem och fastgödsel från ekologiska golvsystem hade signifikant högre halter av kvicksilver än fast-, klet- och flytgödsel från bursystem samt fast- och kletgödsel från konventionella golvsystem.

Ni Nickel mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾ Cages			Golv frigående Floor			Golv frigående KRAV Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	6,20	5,50	5,70	5,90	6,80	6,00	7,90	5,60	-
Medel (mean)	4,33	4,18	4,30	4,39	4,15	5,16	5,10	4,80	5,90
± std	2,07	0,91	1,10	0,83	1,21	0,70	1,71	1,13	-
Min	2,10	2,20	3,10	2,70	2,50	3,90	3,20	4,00	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det var ingen signifikant skillnad i nickelhalt mellan olika gödseltyper och mellan olika inhysningssystem.

Se Selen mg kg ⁻¹ ts mg kg ⁻¹ DM	Bur ¹⁾			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Cages			Floor			Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	1	4	1	2	3	1	1	0	0
Max	0,87	0,94	0,76	1,10	0,88	1,3	1,1	1,10	-
Medel (mean)	0,58	0,28	0,43	0,44	0,33	0,83	0,47	0,64	0,81
± std	0,46	0,30	0,31	0,31	0,35	0,51	0,51	0,66	-
Min	0,04	0,01	0,07	0,04	0,04	0,05	0,04	0,17	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Det var ingen signifikant skillnad i selenhalt mellan olika gödseltyper och mellan olika inhysningssystem.

C Kol % av ts % of DM	Bur ¹⁾			Golv frigående			Golv frigående KRAV		
	Cages			Floor			Floor, according to the KRAV-label		
	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt	Fast	Klet	Flyt
	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry	Solid manure	Semi solid manure	Slurry
n	3	18	4	16	11	8	5	2	1
n låga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	33,0	37,0	39,0	38,0	38,0	39,0	39,0	32,0	-
Medel (mean)	32,3	34,6	36,5	31,2	33,8	36,6	27,4	27,5	38,0
± std	0,6	2,1	2,6	3,5	2,6	1,5	8,6	6,4	-
Min	32,0	29,0	33,0	25,0	29,0	34,0	16,0	23,0	-

¹⁾ Det ingår både inredda (18 gödselprov) och oinredda (7 gödselprov) burar

Andelen kol av torrsubstanshalten var signifikant högre i flytgödsel från alla inhysningssystem, jämfört med fastgödsel från ekologiska golvsystem ($p < 0,001$). Andelen kol av torrsubstanshalten var också signifikant högre i kletgödsel från bursystem och konventionella golvsystem, jämfört med kletgödsel från ekologiska golvsystem ($p < 0,01$)

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik...

... är ett industriforskningsinstitut som forskar, utvecklar och informerar inom områdena jordbruks- och miljöteknik samt arbetsmaskiner. Vårt arbete ger dig bättre beslutsunderlag, stärkt konkurrenskraft och klokare hushållning med naturresurserna.

Vi publicerar regelbundet notiser på vår webbplats om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Du får notiserna hemskickade gratis om du anmäler dig på www.jti.slu.se

På webbplatsen finns även publikationer som kan läsas och laddas hem gratis, t.ex.:

JTI-informerar, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder inom jordbruk och miljö (4-5 teman/år).

JTI-rapporter, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt.

Samtliga publikationer kan beställas i tryckt form. JTI-rapporterna och JTI-informerar kan beställas som lösnummer. Du kan också prenumerera på JTI-informerar.

*För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m.m.,
kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):*
tfn 018 - 67 11 00, fax 018 - 67 35 00
e-post: bestallning@jti.slu.se



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

JTI - Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

Box 7033, 750 07 UPPSALA Telefon: 018 - 30 33 00

Besöksadress: Ultunaallén 4 Telefax: 018 - 30 09 56

Webbplats: www.jti.slu.se