

**FAST SMÅ- OG  
STORFEGJØDSEL I ØKOLOGISK  
LANDBRUK**

**-En kunnskapsinventering**

**Av Liv Solemdal**

**ISBN 82-7687-055-4**



## Forord

Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK) har gjennomført prosjektet "Kunnskapsinventering om handtering og virkning av fast små- og storfe-gjødsel". Prosjektet har vært finansiert av Norges Forskningsråd. Liv Solemdal har vært prosjektleder og skrevet rapporten.

Behovet for mer kunnskap om fast husdyrgjødsel er stort. Det fins en del eldre forsøksresultater, men lite som er knytta til dagens forhold. Størsteparten av forskning og utviklingsarbeid om husdyrgjødsel de seineste åra har omhandlet bløtgjødsel. En del bønder ønsker å bruke fastgjødsel, og slik gjødsel har enkelte egenskaper som er klart bedre enn hos bløtgjødsel. Også innen økologisk landbruk kan fastgjødsel være et godt alternativ.

NORSØK ønsker at den enkelte skal ha et reelt valg med tanke på lagring og handtering av husdyrgjødsel.

Institusjonen har utført en del forsøk og utprøvinger i dette tidligere, og ønsket en gjennomgang av eksisterende kunnskap før en eventuelt setter i gang nye forsøk og utprøvinger.

I tillegg til denne rapporten vil NORSØK gi ut en brosjyre om fastgjødsel.

Tingvoll, mars 1997

Grete Lene Serikstad



## Innhold

<b>FORORD</b> .....	1
<b>INNHold</b> .....	2
<b>1. INNLEDNING</b> .....	4
<b>2. SAMMENDRAG</b> .....	5
<b>3. HVA ER FAST SMÅ- OG STORFEGJØDSEL ?</b> .....	8
3.1. DEFINISJON.....	8
3.2. UTBREDELSE.....	8
3.3. HVORFOR BENYTTES FAST GJØDSELHANDTERING ? .....	8
<b>4. JURIDISKE RAMMER, REGELVERK OG RETNINGSLINJER</b> .....	10
4.1. FORSKRIFT OM HUSDYRGJØDSEL .....	10
4.2. RETNINGSLINJER OM LAGRING OG SPREDNING AV HUSDYRGJØDSEL.....	10
4.3. GJØDSELPLAN .....	10
4.4. DEBIO-REGLENE.....	11
<b>5. MENGDER, INNHold OG KONSISTENS AV FAECES OG URIN I FORHOLD TIL FØRING I ØKOLOGISK LANDBRUK</b> .....	12
5.1. HUSDYRGJØDSELMENGDER.....	12
5.2. INNHold AV PLANTENÆRINGSSOFFER .....	13
5.2.1. Ulike metoder for beregning av næringsstoffer .....	13
5.2.2. Metode 1: Differensen mellom innhold i fôr og tilvekst/produkter.....	14
5.2.3. Metode 2: Analyser av gjødselprøver .....	14
5.3. HVILKE FORSKJELLER ER DET MELLOM GJØDSELMENGDER OG -INNHold I ØKOLOGISK OG KONVENsjONELL LANDBRUKSDRIFT ? .....	15
5.3.1. Betydningen av produksjonsnivå og vekt .....	15
5.3.2. Føring i økologisk landbruk.....	15
5.3.3. Fosfor.....	16
5.3.4. Nitrogen .....	16
5.3.5. Kalium .....	18
5.3.6. Andre næringsstoffer .....	18
5.3.7. Konklusjon på utskilling av næringsstoffer i husdyrgjødsel i økologisk kontra konvensjonelt landbruk.....	19
5.4. KONSISTENS .....	19
5.5. TØRRSTOFFPROSENT .....	20
5.6. HVOR MYE GJØDSEL ER TILGJENGELIG PÅ ØKOLOGISKE BRUK? .....	20
<b>6. TAP AV NÆRINGSSOFFER FRA GJØDsla</b> .....	22
6.1. AMMONIAKKTAP .....	22
6.1.1. Ammoniaktap fra land i fjøs og på lager .....	23
6.1.2. Ammoniaktap fra fastgjødsla i fjøs og på lager .....	23
<b>7. STRØMIDLER</b> .....	25
7.1. EGENSKAPER VED ULIKE STRØMIDLER .....	25
<b>8. ULIKE LAGRINGSMÅTER</b> .....	27
8.1. TALLE .....	27
8.1.1. Biologisk nedbryting - aerob eller anaerob.....	27

8.1.2. Ulike talle-løsninger.....	27
8.1.3. Strøforbruk i storfe-fjøs med talle.....	27
8.1.4. Sauetalle .....	28
8.2. SAMS LAGRA SMÅFEGJØDSEL .....	29
8.3. SKILT LAGRING .....	29
8.3.1. Tekniske løsninger.....	29
8.3.2. Hva virker inn på fraskilling av urinen? .....	30
8.3.3. Hvor store strømengder er nødvendig ved skilt lagring?.....	31
8.3.4. Mekanisk separering av storfegjødsel.....	32
<b>9. KOMPOSTERING.....</b>	<b>33</b>
9.1. KOMPOSTERINGSPROSESSEN .....	33
9.1.1. Biologiske faser.....	33
9.1.2. Massereduksjon.....	34
9.1.3. Lufttilgang og innhold av vatn.....	34
9.1.4. C/N-forhold.....	34
9.1.5. Tap av næringsstoffer fra kompost.....	35
9.1.6. Disponering av komposten.....	36
9.2. PRAKTISK GJENNOMFØRING AV KOMPOSTERING .....	37
9.2.1. Rankekompost .....	37
9.2.2. Omstikking .....	37
9.2.3. Kompostering av talle.....	37
9.2.4. Tilsetninger i komposten.....	38
9.2.5. Lagvis kompostering.....	38
9.2.6. Kompostering av fast husdyrgjødsel med CMC-metoden.....	38
<b>10. SPREDNING AV LAND OG FAST HUSDYRGJØDSEL .....</b>	<b>40</b>
10.1. AMMONIAKKTAP ETTER SPREDNING .....	40
10.1.1. Fast gjødsel.....	40
10.1.2. Land.....	40
10.2. SPREDEUTSTYR .....	41
10.2.1. Spredning av land.....	41
10.2.2. Spredning av fast gjødsel.....	41
10.2.3. Jordpakking ved gjødselspredning.....	43
10.3. SPREDETIDSPUNKT .....	44
10.4. HUSDYRGJØDSEL PÅ ENG OG BEITEMARK.....	44
<b>11. SPREDNING AV UGRASFRØ .....</b>	<b>46</b>
<b>12. SMITTEFARE .....</b>	<b>47</b>
<b>13. FORSØK MED ULIKT BEHANDLA STORFEGJØDSEL .....</b>	<b>50</b>
<b>14. VIRKNING AV FAST HUSDYRGJØDSEL PÅ JORDAS FRUKTBARHET.....</b>	<b>52</b>
14.1. NITROGEN I JORD .....	53
14.2. LANGVARIGE FORSØK.....	54
14.2.1. Rothamsted.....	54
14.2.2. Askov.....	54
14.2.3. Møystad.....	55
14.3. ETTERVIRKNING AV HUSDYRGJØDSEL.....	56
14.4. TAP AV NÆRINGSSTOFFER FRA JORD .....	56
14.4.1. Utvasking .....	56
14.4.2. Denitrifikasjon.....	56
<b>15. DISPONERING AV FAST HUSDYRGJØDSEL I ØKOLOGISK LANDBRUK .....</b>	<b>57</b>
<b>16. OPPSUMMERING AV BEHOV FOR VIDERE ARBEID .....</b>	<b>59</b>

## 1. Innledning

Innenfor økologisk landbruk er det viktig å utnytte best mulig de gjødselkildene som er tilgjengelig på garden. Eventuelle tap av plantenæringsstoffer kan ikke kompenseres med å tilføre kunstgjødsel. Hele dyrkingssystemet med jordarbeiding, vekstskifte og gjødselhandtering må legges opp slik at det blir minst mulig tap av næringsstoffer. Dette er en forutsetning for å opprettholde et godt avlingsnivå. I tillegg er det et mål i seg selv å ta vare på næringsstoffene for å unngå forurensing.

I europeisk sammenheng er husdyrgjødsel hovedkilden til gassformig ammoniakk, og er vurdert til å utgjøre 81 % av totalt utslipp til atmosfæren (Buijsman et al., 1987). Gjennomsnittlig regnes det med at 30 % av nitrogenet i husdyrgjødsel tapes som ammoniakk til atmosfæren (Kirchmann et al., 1996). Disse nitrogenforbindelsene får vi tilbake som sur nedbør. Tapet av ammoniakk fra husdyrgjødsel er for Norge anslått til 22 000 tonn pr år (Bleken og Bakken, 1996).

Ei økologisk driftsform vil neppe gi overskudd av næringsstoffer sett i forhold til spredearealet for husdyrgjødsel. Økologisk landbruk ligger derfor godt an i forhold til forurensingsproblematikken. Driftsforma i seg selv er likevel ingen

garanti for at det ikke forekommer forurensing. Kunnskap om hva som forårsaker dårlig utnyttning av næringsstoffene og forurensing fra husdyrgjødsel er en forutsetning for å unngå slike tap.

Det er laget en sammenstilling av kunnskaper om fast små- og storfegjødsel. Problemstillingene er relatert til økologisk landbruk. Målet er å formidle kunnskaper om best mulig utnyttning av plantenæringsstoffene i slik gjødsel. Bedre utnyttning av ressursen fast husdyrgjødsel vil øke muligheten for å drive økologisk landbruk. Dessuten vil konvensjonelt landbruk kunne gjøres mer miljøvennlig. Rapporten skal danne grunnlag for småskrift, artikler og foredrag for bønder som driver økologisk eller ønsker å legge om gardsdrifta.

Norsk senter for økologisk landbruk og andre institusjoner har arbeidet mye med husdyrgjødsel. Likevel er det områder innen dette fagområdet hvor det er mangelfulle kunnskaper. Dette gjelder grunnleggende kunnskaper om den komplekse biologien i samspillet gjødsel, jord og planter. Ulike verdisyn ligger til grunn for til dels motstridende anbefalinger om rett gjødselhandtering. Det er også et behov for praktiske løsninger på gjødselhandtering som kan gjennomføres på gardsnivå. Ut fra disse behovene er det satt fokus på noen oppgaver som burde prioriteres.

## 2. Sammendrag

Fast små- og storfegjødsel er et upresist begrep. Her er det forstått som gjødsel fra husdyr hvor enten en fraksjon av gjødsla, eller all gjødsla, på en eller annen måte har fått så høgt tørrstoffinnhold at den kan behandles som fast.

Det er gått gjennom hvilke juridiske rammer i forbindelse med gjødselhandtering som en husdyrbruker generelt må holde seg til, og hva som gjelder spesielt for økologisk drift.

Når det gjelder gjødselmengder pr dyr, innhold av næringsstoffer og gjødselkonsistens er det lagt vekt på hvilke faktorer som påvirker de store variasjonene og hvordan dette vil slå ut i økologisk drift. Gjødselmengder varierer med produksjonsnivå og dyrets vekt. Dette er det viktig å være klar over ved planlegging i økologisk landbruk.

Det vil alltid bli et visst tap av næringsstoffer fra gjødsla. Det er derfor viktig å føre slik at dyra ikke skiller ut unødig høge konsentrasjoner av næringsstoffer. På grunn av svakere gjødsling, er det trolig lite unødig utskilling av nitrogen ved økologisk drift. En generelt lavere kraftfôrprosent i økologisk mjølkeproduksjon vil gi mindre utskilling av fosfor i gjødsla.

Det kan bli stort gassformig nitrogentap fra fast husdyrgjødsel og land, spesielt i lagerperioden. I landet er lokk på kummen og uttynning med vatn viktigste tiltak for å unngå tap. I den faste fraksjonen er tapet avhengig av tørrstoffinnhold og strø. Hvis tørrstoffinnholdet er høgt nok til at det kommer i gang aerob omsetning i gjødselkjelleren, er det viktig at det er tilsatt så mye strø at C/N-forholdet blir rundt 30:1. Hvis fastgjødsla er så

tørrstoff-fattig at det ikke kommer i gang aerob omsetning, slik det ofte vil være tilfelle i fastgjødsl for storfe, vil C/N-forholdet ha liten innvirkning på ammoniakktapet når den ligger på lageret.

Strømidlene bør være lett nedbrytbare. Dermed er karbonet lett tilgjengelig for mikroorganismene samtidig som nitrogenet ikke blir for sterkt bundet. Halm er et slikt strømiddel. I husdyrområder hvor det ikke er tilgang på halm, er det behov for andre lokale strømidler. Karbonet i sagflis fra bartrær er tungt nedbrytbart. Strø fra lauvtrevirke burde vært prøvd ut.

De ulike lagringsmåtene for talle, sams lagra småfegjødsel og skilt lagra gjødsel er behandla hver for seg. Ulike tekniske løsninger, strøforbruk og gassformig nitrogentap er beskrevet for hver metode.

Storfe på talle krever store strømengder. På grunn av at dyra pakker sammen tallen, kreves det høyere tørrstoffinnhold for å få i gang aerob omsetning i talle enn i løst lagra gjødsel. Ved for lite strø blir det dels aerob og dels anaerob omsetning. Dette gir gassformig tap både ved ammoniakk-avspalting og denitrifikasjon.

Sams lagra småfegjødsel der dyra går på strekkmetall eller spaltegolv med åpen forbindelse til kjelleren, kan behandles på forskjellige måter. Noen tilsetter vatn i kjelleren og lager blautgjødsl. En annen mulighet kan være kompostering. Arbeidet med å finne praktiske løsninger for gjødselhandtering på bruk med småfe burde prioriteres. Gode løsninger på problemene med slik gjødsel kan føre til mange flere omlagte bruk.

Det er ulike tekniske løsninger for å få til skilt lagring av gjødsel. Fra 25 til 75% av urinen vil i praksis skilles fra den faste fraksjonen. Fôring er den



enkeltfaktoren som har størst betydning for urinfraskilling ved skilt lagra storfe-gjødsel. Forsøk viser at det kommer i gang aerob omsetning i storfe-gjødsel når det tilsettes 2,5 kg halm pr dag. Det er nødvendig med omtrent det dobbelte for at C/N-forholdet skal bli 30:1, og dermed unngå unødig ammoniakk-tap.

Kompostering er viet et eget kapittel. Her er det gått gjennom de biologiske fasene i komposteringsprosessen og hvilke faktorer som virker inn på disse. Om komposten er helt eller delvis omdanna har stor betydning for næringsinnhold, innhold av vekst-hemmende stoffer og grad av hygienisering. Det er videre beskrevet hvordan kompost kan legges opp, og hvilke ulike komposteringsmetoder som benyttes. Sammenlignende forsøk kan gi svar på hvilken komposteringsmetode som er best. Pr. i dag har vi ikke nok kunnskaper til å gi eksakte råd om dette.

I kapittelet "Spredning av land og fast husdyrgjødsel" er det fokusert på næringstap ved spredning. Egenskaper ved forskjellig spredeutstyr for fast gjødsel er beskrevet. Det meste av forskning på husdyrgjødsel innen konvensjonelt landbruk dreier seg i dag om å unngå forurensing, spesielt gassformig ammoniakk-tap. Problemet søkes løst ved å unngå at gjødsla blir lufteksponert. Det anbefales derfor å lagre gjødsla anaerobt og unngå kompostering (Kirchmann et al., 1996). For spredning er det utviklet maskiner som kan felle gjødsla direkte ned i jorda. Ved å etterligne et lukket system, skal ikke ammoniakken unnslippe til atmosfæren.

Dette er logisk ut i fra en tankegang om at plantegjødsling utelukkende er et spørsmål om kjemi. Resonnementet avviker fra økologisk helhetstankegang på to vesentlige punkter: Plantenes

næringsopptak er et spørsmål om kjemi og en kompleks biologi i samspillet mellom gjødsel, jord og planter. Dessuten kan plantedyrking på friland aldri bli et lukket system. Om plantene skal ha nytte av gjødsel som felles ned i jorda, vil uansett avhenge av god jordstruktur og høg biologisk aktivitet. Hvis ikke, kan næringsstoffene vaskes ut eller gå tapt som gass, bl.a. ved denitrifikasjon. Nitrogenforurensinga forskyves da fra ammoniakk-tap til nitrat og nitrogen-oksider. Direkte nedfelling av gjødsel i jord er derfor ingen sikker oppskrift på at den kommer plantene til gode.

Det er et problem med de fleste fastgjødselsprederne at det er vanskelig å spre jevnt, spesielt i lengderetningen. På mange gardsbruk er det likevel et større problem å ta seg fram med maskinelt utstyr på bratt og ujevn jord. En mest mulig nøktern mekanisering er viktig for økonomien i gardsdrifta. Det er derfor viktig å vektlegge de faktorene som betyr mest for avlingsresultatet. Det kan f.eks. være riktigere å investere i bedre hjulutrustning for å unngå pakkeskade, enn å investere i en maskin som sprer helt jevnt.

Fast husdyrgjødsel vil kunne inneholde mye ugrasfrø. Mengden er avhengig både av føring og lagringsmåte for gjødsla. Kompostering er en effektiv måte for å bryte sirkelen.

På økologiske gardsbruk vil det være et betydelig lavere dyretall pr dekar enn det som ellers er vanlig i landbruket. Beiting på store utmarksområder er vanlig og ofte er det flere dyreslag på økologiske bruk. Alt dette tilsier at smittepresset for sykdomsorganismer som spres gjennom gjødsla i utgangspunktet er lavt. Dyr vil kunne få i seg smitte på beite, men dersom de har valget vil de stort sett vrake det graset

som er tilskitna av gjødsel. Fra gras som er gjødsla med husdyrgjødsel er faren for smitteoverføring avhengig av hvordan det blir brukt. Fra høy og god silo er det ingen fare, men føring med ferskt gras eller dårlig silo er ugunstig med hensyn til smitteoverføring. Kompostering av gjødsla gir sikker hygienisering.

Fra forsøksserier på Nordmøre med ulikt behandla storfegjødsel har ikke de forskjellige behandlingsmetodene gitt særlig avlingsforskjell (Fjeld 1994, Fjeld og Myhr 1994, Hansen 1996). Gjødsling med fast storfegjødsel har likevel gitt en seinere effekt i gjødslingsåret og en større virkning året etter i forhold til andre gjødselslag. Dette ser ut til å stemme godt overens med forsøk andre steder. Veksthemmende effekter av fersk storfegjødsel og immobilisering av nitrogenet er trolig de viktigste årsakene til den forsinka effekten av slik gjødsel. I svenske forsøksserier kommer gjødsling med kompost kombinert med bio-dynamiske preparater godt ut i forhold til kunstgjødsel, både når det gjelder avling og kvalitet. I disse forsøkene kan det ikke ha vært avgjørende hvor mye lett-tilgjengelig nitrogen som har vært tilført med gjødsla. I de ulike spesielle kvalitetstestene som ble utført kom plantene som var dyrket med kompost og bio-dynamiske preparater best ut. Gjødslas innvirkning på plantenes matkvalitet og plantenes evne til å

motstå sykdommer og angrep burde være et viktig arbeidssfelt for flere forskingsmiljøer.

Langvarige forsøk med husdyrgjødsel sammenlignet med kunstgjødsel ved Rothamsted, Askov og Møystad viser at fast husdyrgjødsel har en positiv innvirkning på jordfruktbarheten (Christensen og Johnston 1995, Ekeberg 1987). Innhold av organisk stoff økes og de jordfysiske egenskapene forbedres. Hvis innholdet av organisk stoff i jorda reduseres for mye vil dette påvirke avlingene negativt uavhengig av hvor mye lettløselig næring som tilføres. Dette vil få størst utslag for vekster med stort avlingspotensiale. Den positive ettervirkninga som husdyrgjødsel gir, gjør at langvarig gjødsling med små husdyrgjødselmengder har en utjevne effekt over år. Den nøyaktige gjødselmengde det enkelt år vil gi mindre utslag på avlinga i gjødslingsåret.

Gjødsla må disponeres på en hensiktsmessig måte på den enkelte gard ut fra vekstslag, vekstskifte og spredeutstyr. Ved gjødsling til eng er små mengder og ofte gjødsling best. Registreringer har vist at det på næringsrik jord ikke har gitt positivt avlingsutslag å gjødsla eng med høgt belgvekstinnhold. Det kan i slike tilfeller være riktigere å prioritere gjødsla til eldre eng eller eventuelt områder med mer næringsfattig jord.

### 3. Hva er fast små- og storfegjødsel ?

#### 3.1. Definisjon

Fast husdyrgjødsel er en samlebetegnelse på gjødsel som kan ha svært forskjellig innhold og lagringsmåte. All gjødsel, eller en del av den, kan på ulike måter få et så høgt tørrstoffinnhold at den kan behandles som fast:

- I. Gjødsel som er lagra i to fraksjoner med det flytende (urin) for seg og det faste (faeces) for seg. Skillinga skjer da oftest i skantilen. Noe av landet kan også bli drenert vekk etter sammenblanding i gjødselkjelleren.
- II. En annen form for fast gjødsel er talle. Det vil si at gjødsla, både faeces og urin, lagres sammen med store strømengder på fjøsgolvet der dyra oppholder seg. Blandinga av strø og gjødsel starter ei aerob omsetning som gjør at det går varmgang i massen.
- III. Småfegjødsel som er sams lagra, ofte ved at dyra går på spaltegolv eller strekkmetall, blander seg dårlig i kjelleren. Slik gjødsel kan enten handteres i to fraksjoner, som fast gjødsel og urin, eller som blautgjødsel.

#### 3.2. Utbredelse

I motsetning til tidligere er fast husdyrgjødselhandtering for storfe relativt lite utbredt i Norge. Av det

totale antallet storfebesetninger med ku, viser utvalgstillingene for landbruket i 1995 at 2 800 av 28 800 bruk har gjødsellager, men ikke blautgjødsellager. Det vil si at de har en eller annen form for fast gjødselhandtering. Dette utgjør 9,7 % av alle storfebestningene.

I de fleste småfe-besetningene er det en eller annen form for fast gjødselhandtering.

#### 3.3. Hvorfor benyttes fast gjødselhandtering ?

Innen økologisk landbruk har det vist seg å være stor interesse for skilt lagra husdyrgjødsel. Dette kan ha flere årsaker:

Det kan være den billigste måten å utnytte gamle utette gjødselkjellere på.

Gjødsla som jordforbedringsmiddel og som næring til mikrofloraen i jorda blir vektlagt mer enn det direkte plantetilgjengelige næringsinnholdet i gjødsla.

Kompostering av fast husdyrgjødsel er en viktig del av den bio-dynamiske dyrkingsmetoden.

Kompostert fast gjødsel er også vanlig som gjødsel til poteter og grønnsaker i det øvrige økologiske landbruket.

Mange økologiske bruk har allsidig produksjon, med en kombinasjon av dyrehold og planteproduksjon for salg. Det vil da passe å spre fastgjødsla i åpen åker og landet på enga.

Driftsopplegget på enkelte økologiske bruk gjør at gjødsla blir for tørr til å håndtere som blautgjødsel. Der det er spalter bak kyrne, kan det være vanskelig å få gjødsla til å passere disse.

For norsk landbruk generelt er det en økende interesse for å holde husdyr på

talle. Dette kan ha sammenheng med en større fokusering på rimelige fjøsløsninger. Talle kan fungere godt i uisolerte fjøs. I tillegg spares kostnaden med gjødselkjeller. I kornområdene, hvor det er oppsving i kjøttproduksjon på ammekyr, er metoden svært aktuell. Her vil det også være rikelig tilgang på halm som strømiddel i tallefjøs.

## 4. Juridiske rammer, regelverk og retningslinjer

### 4.1. Forskrift om husdyrgjødsel

På grunn av faren for forurensing, er lagring og spredning av husdyrgjødsel lovregulert. I samarbeid med Landbruksdepartementet fastsatte Miljøverndepartementet "Forskrift om husdyrgjødsel" første gang i 1977. Den er senere blitt revidert flere ganger. Forskriften som gjelder nå er fastsatt 1.3. 1989, mens nye forskrifter vil trolig gjelde fra våren 1997.

Lagring og spredning av husdyrgjødsel skal skje på en slik måte at det ikke kan føre til forurensing av vassdrag og sjøområder. Det skal heller ikke føre til vesentlig lukt-ulemper. I følge forslaget til ny forskrift skal gjødsellageret ha nok kapasitet til at all gjødsel kan spres i perioden fra våronn til 31. august. Det vil ikke bli tillatt å spre husdyrgjødsel i perioden fra og med 1. november til og med 15. februar. I tillegg er det ikke tillatt å spre gjødsel på frossen eller snødekt mark. I enkelte områder kan det også bli forbud mot spredning i hele eller deler av perioden fra og med 1. september til og med 31. oktober. Garden må ha nok spredeareal, dvs minst 4 daa fulldyrka jord pr gjødsel-dyreenhet. Ved spredning på åpen åker skal gjødsla moldes ned straks og senest 12 timer etter spredning. Spredning på eng uten nedmolding/nedfelling skal skje før 15. august, slik at det er mulighet for betydelig gjenvekst som høstes eller beites.

### 4.2. Retningslinjer om lagring og spredning av husdyrgjødsel

I "Retningslinjer om lagring og spredning av husdyrgjødsel" har Landbruksdepartementet gitt utfyllende bestemmelser til forskriften. Disse omhandler først og fremst tekniske anvisninger for gjødselanlegg. Gjeldende retningslinjer er gitt 11.10.91.

Funksjonskravene til husdyrgjødsellager er innrettet på at det ikke skal oppstå forurensing. Flytende gjødsellager må ha tette konstruksjoner til øverste fyllingsnivå for den flytende fraksjonen, slik at gjødsla ikke kan renne ut. For landkummer er det krav om tildekking for å unngå for stort ammoniakktap og lukt. Ellers er kravene de samme som for blautgjødsellager.

Ved lagring av fast strøblandet gjødsel, må det være mulighet for oppsamling av gjødselsig. Lagerplassen må skjermes for tilførsel av overflatevatn.

Fast strøblandet gjødsel med mer enn 25 % tørrstoff, som omdannes under lagringsperioden, kan legges direkte på bakken. Slike gjødsellager må skjermes mot nedbør og overflatevatn fra omkringliggende terreng.

### 4.3. Gjødselplan

Fra 1998 vil det kreves gjødselplan på det enkelte bruk, basert på jordanalyser som skal tas hvert 4.-8. år. Dette er fastsatt i en forskrift av Landbruksdepartementet, 18.08.95, med hjemmel i Jordloven, §18. Det skal utarbeides gjødslingsplan før hver vekstsesong. Det vil inngå som et ledd i den generelle kontrollen i forbindelse med utbetaling av produksjonstillegg, at dette kravet oppfylles. Noen økologiske bruk vil trolig ha såpass ekstensiv drift at det

ikke vil bli krevd gjødselplan. Det er imidlertid opp til den enkelte kommune å fastsette nøyaktig denne grensa.

#### **4.4. Debio-reglene**

I følge Debio-reglene kan husdyrgjødsel fra økologisk drevne garder brukes til alle plantekulturer, når mengdene avpasses i forhold til forurensingsfare og produktkvalitet. Under disse forutsetningene kan man også bruke gjødsel fra andre økologiske gardsbruk. Dersom gjødsla kommer fra økologisk drift, stilles det altså ingen spesielle krav til lagringsmåte, feks kompostering,

uansett til hvilken kultur gjødsla skal brukes. I retningslinjene som følger Debio-reglene anbefales det at gardsdrifta baseres på gjødsel fra tilsvarende 1 storfeenhet pr 10 dekar fulldyrka jord pr år.

Bruk av husdyrgjødsel fra konvensjonell drift krever spesiell tillatelse. Hvis slik gjødsel brukes til grønnsaker, matpoteter, frukt, bær og urter, er det krav om at den komposteres på forhånd. Etter nåværende praksis settes det et tak på tilført mengde konvensjonell husdyrgjødsel pr daa, tilsvarende 7,5 kg nitrogen.

## 5. Mengder, innhold og konsistens av faeces og urin i forhold til fôring i økologisk landbruk

De næringsstoffene som husdyr skiller ut gjennom gjødsla må i størst mulig grad gå tilbake til planteproduksjon igjen. Fra alt husdyrhold vil det likevel tapes noe næringsstoffer i form av gass til atmosfæren og ved utvasking via jord til vatn. Et visst tap er umulig å unngå. Det er likevel viktig å føre på en slik måte at det ikke blir unødig mye næringsstoffer i gjødsla. Dette krever kunnskap om hvordan ulike førsammensetninger påvirker innholdet i gjødsla.

Gjødselkonsistensen har stor betydning for hvordan den videre omsetninga av gjødsla blir på lageret og for handteringsegenskapene. Ulike tilpassinger til økologisk landbruk vil påvirke gjødselkonsistensen på ulik måte.

### 5.1. Husdyrgjødselmengder

Den faste fraksjonen av gjødsla, slik som den kommer ut fra dyret, består av ufordøyd fôrrester, avslitte overflateceller, fordøyelsesvæske, mikrober etc.

Urinen består av avfallsstoffer fra omsetninga i kroppen, og næringsstoffene brytes raskt ned til mineralsk form etter at de er skilt ut fra dyret.

Mengden av faeces og urin varierer naturlig nok mellom ulike dyreslag. Innen samme dyreslag varierer gjødselproduksjonen etter alder på

dyret, kjønn, størrelse og fôring. For mjølkeproduksjonsdyr er det avgjørende hvor mye dyret mjølker og om det er drektig. Steineck et al. (1991) oppgir at ei mjølkeku avgir mellom 34 - 68 kg faeces og urin pr dag. Dette utgjør 12 - 25 tonn/år. Tørrstoffinnholdet på slik sams lagra gjødsla varierer fra 8 - 13 %.

Tabell 5.1: Gjødselmengder uten strø og vanntilsetting, oppgitt i liter pr dyr og måned

Dyreslag	Urin	Fast-gjødsel	Blanding
Mjølkekyr, voksne storfe	600	900	1500
Ungdyr, over 12 mnd	350	500	850
Ungdyr, 6 - 12 mnd	200	300	500
Kalver, under 6 mnd	100	150	250
Sau, geit	40	110	150
Lam, killing	15	35	50

For både storfe og småfe vil rundt 30 - 40 % av gjødselmengden være urin, minst for sau og ungdyr og mest for kyr i laktasjon.

Tallene som er oppgitt i tabell 5.1. blir lagt til grunn ved dimensjonering av gjødsellager, fastsetting av gjødseldyreenhet og krav til spredeareal. Amerikanske tall for gjødselproduksjon fra storfe viser at det er en stor variasjon mellom dyr med ulik kroppsvekt (Karlsson og Jeppsson, 1995).

Tabell 5.2: Gjødelsproduksjon, faeces og urin, fra storfe (MWPS-18, 1995)

Dyr	Kroppsvekt, kg	Gjød-sel, kg/dag	Tørr-stoff-innh%,	N-innh. kg/dag
Kalv	70	5	12,7	0,027
Ungdyr	110	9	12,7	0,045
Ungdyr	230	19	12,7	0,090
Mjølke kyr	450	37	12,7	0,186
Mjølke kyr	640	52	12,7	0,259
Kjøtt-dyr	230	14	11,6	0,077
Kjøtt-dyr	340	20	11,6	0,118
Kjøtt-dyr	450	27	11,6	0,154
Kjøtt-dyr	570	34	11,6	0,195
Amme ku		29	11,6	0,163

Omregnet til gjødsel pr mnd vil ei ku som veier 450 kg avgi 1110 kg gjødsel, og ei ku som veier 640 kg avgir 1560 kg. Tabellen viser at ei vektøkning fra 450 til 640 kg på ei mjølkeku, fører til 30 % mer gjødselproduksjon. Det er oppgitt at selv med samme kroppsvekt vil tallene kunne variere med pluss/minus 20 %. I tillegg til dyrets vekt er ytelsen en viktig faktor. Disse variasjonene er det viktig å være klar over ved planlegging i økologisk landbruk. Kombinasjonen små kuraser og et mindre intensivt husdyrhold vil redusere gjødselmengdene pr dyr betraktelig.

## 5.2. Innhold av plantenæringsstoffer

Næringsstoffene fordeler seg ulikt på den faste og den flytende fraksjonen. Med noe variasjon kan en regne at nitrogenet fordeler seg likt i faeces og urin, kalium er det mest av i urinen, mens det aller meste fosforet er i faeces (Bjørndal og Haga, 1991). Det kan være stor variasjon fra middeltalla alt etter forslag, forstyrke og dyrerese.

### 5.2.1. Ulike metoder for beregning av næringsstoffer

Undersøkelser av innholdet av næringsstoffer i husdyrgjødsel ser i hovedsak ut til å være basert på to metoder:

1. Utskillinga av næringsstoffer i gjødsla beregnes ved å ta differansen mellom innholdet av næringsstoffene opptatt gjennom fôret og innholdet av de samme næringsstoffene i tilvekst og produkter.

Metoden gir svar på hvor mye gjødsel som faktisk er skilt ut i fra dyra, men sier ikke noe om eventuelt tap fra lager.

2. Analyser av gjødselprøver tatt fra gjødsellager. Innholdet vil være påvirket av innblanding av vatn og strø, og variasjonen vil derfor være stor. Noe av næringsinnholdet kan også ha forsvunnet ved fordamping eller avrenning. I en fastgjødselhaug vil det være et sig nedover av vannløselige næringsstoffer som ammonium-nitrogen og kalium. Det er vanskelig å ta ut en representativ prøve fra en slik haug.

Metoden kan brukes som grunnlag for utregning av hvor mye gjødsel og næringsstoffer som faktisk finnes til disposisjon.



### 5.2.2. Metode 1: Differensen mellom innhold i fôr og tilvekst/produkter

Bolstad (1994) har ved å beregne differansen mellom N og P i fôr og N og P i tilvekst og produkter, kommet fram til utskilt N og P i gjødsel fra alle norske husdyr i 1992. Beregningene er basert på statistiske opplysninger. Der det ikke finnes slike opplysninger, er det satt opp en rekke fôrplaner som en regner med er representative for dyrekategorien.

Tabell 5.3: Utskilling av N og P i gjødsel fra husdyr i Norge for 1992 (Bolstad, 1994)

Dyrekategori	Utskilt P i kg pr dyr	Utskilt N i kg pr dyr
Mjølkeku pr år	14,82	93,87
Kviger 0 - 12 mnd	2,24	26,55
Kviger 12 - 24 mnd	4,60	46,28
Okser 0 - 12 mnd	4,21	24,65
Okser 12 - 16,5 mnd	3,30	19,61
Vinterfôra søye eksklusive utmarksbeite i 3 mnd	1,39	8,33
Kviger 0-12 mnd.	2,24	26,55
Kviger 12-24 mnd.	4,60	46,28
Okser 0-12 mnd.	4,21	24,65
Okser 12-16,5 mnd.	3,30	19,61
Vinterfôra søye eksklusive utmarksbeite i 3 mnd.	1,39	8,33
Geit*	1,75	12,7

\* Sundstøl og Mroz (1988)

Årsavdrått for mjølkekyr var i 1992 6304 kg mjølk, og energibehovet ble dekt etter følgende fordeling på fôrslag: Kraftfôr 37,8 %, beite og ferskt fôr 18,3 %, surfôr 39,1 %, høy 2,2 %, rotvekster 0,6 %, mjølkeprodukt 0,9 %, potet 0,3 % og behandla halm 0,8 %. Det er regna med ei kroppsvekt på 550 kg.

Beregningene for sau er basert på 219 dager inneføring og 55 dager på innmarksbeite. Vekta på søyene er satt til 80 kg, og antall lam pr søye er 1,5. Det kunne gjøres slike beregninger for næringsstoffer utskilt i gjødsel for ulike storferaser og økologisk mjølkeproduksjon.

### 5.2.3. Metode 2: Analyser av gjødselprøver

Det er utarbeidet en tabell over næringsstoffinnhold i husdyrgjødsel basert på analyser fra besetninger rundt om i landet. Innholdet av næringsstoffer er oppgitt i kg/tonn husdyrgjødsel (Tveitnes, 1993).

Tabell 5.4: Næringsstoff innhold i husdyrgjødsel, kg/tonn

Gjødsel-slag	Ant. prøver	Tørrstoffprosent	Total-N
Storfe-gjødsel med strø	115	20	4,6
Land, NLH	5		5,0
Land, Jæren	11	2,1	4,8
Fast gjødsel, sau	11	23,6	8,1
Fast gjødsel, geit*	4	23,6	7,8

Gjødsel-slag	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N	Fosfor	Kalium
Storfe-gjødsel med strø	1,3	1,2	4,3
Land, NLH	4,8		6,8
Land, Jæren	4,5	0	5,4
Fast gjødsel, sau	2,0	1,7	8,7
Fast gjødsel, geit*	3,0	3,2	15,6

\* 30 - bruksprosjektet, NORSØK

Det er utviklet ulike analysemetoder for rask bestemmelse av nitrogeninnhold i gjødsel. Siden det ikke er aktuelt å supplere husdyrgjødsel med kunstgjødsel på økologiske bruk, har det stort sett liten verdi å gjennomføre slike analyser som en rutine ved gjødselspredning. Det vil i tillegg være moderate gjødselmengder tilgjengelig, og derfor ingen stor fare for å tilføre for mye. Et unntak hvor det kan ha verdi å kjenne mer nøyaktig nitrogeninnholdet, kan være ved gjødsling til spesielle kulturer, f.eks. spesielt gjødselkrevende grønnsakslag.

### 5.3. Hvilke forskjeller er det mellom gjødselmengder og -innhold i økologisk og konvensjonell landbruksdrift ?

#### 5.3.1. Betydningen av produksjonsnivå og vekt

Beregningene av normtallene for utskilling av næringsstoffer i gjødsla baserer seg på kyr med ei levendevekt på 550 kg og som mjølker 6000 kg pr år. Som beskrevet i kapittel 5.1. vil ei ku som veier mindre skille ut mindre gjødsel. Claesson og Steineck (1991) framhever at det for mjølkekyr først og fremst er produksjonsnivået som gir utslag i mengde fastgjødsel og urin. Vekt og produksjonsnivå er altså to viktige faktorer. Ei mindre ku som mjølker mindre, vil ta opp mindre fôr og dermed også skille ut mindre næringsstoffer i gjødsla. Tabell 5.5 viser hvordan utskilling av P og gjødselmengde pr dyr varierer med vekt og produksjonsnivå

Tabell 5.5: Effekt av varierende levendevekt og mjølkeytelse på utskilling av P og antall mjølkekyr pr gjødseldyreenhet (Sundstøl 1993).

	Levendevekt, kyr		
	350 kg	450 kg	550 kg
Fosforutskillelse, kg per dyr per år			
5000 kg mjølk per år	9,9	11,0	12,0
6000 " "	10,7	11,9	12,8
Antall kyr per gjødseldyreenhet			
5000 kg mjølk per år	1,3	1,2	1,1
6000 " "	1,2	1,1	1,0

På mange økologiske bruk er det tatt i bruk gamle kuraser med en lavere kroppsvekt enn NRF. I tillegg føres det ofte mindre intensivt, slik at ytelsen er lavere. Både totalmengde gjødsel og mengde utskilt næringsstoff i gjødsla må da justeres ned i forhold til normtalla.

#### 5.3.2. Fôring i økologisk landbruk

Fôring av sau på et økologisk bruk vil normalt ikke skille seg vesentlig fra et konvensjonelt bruk. Sauehold er en grovfôrbasert produksjon, der kraftfôr ofte bare blir brukt i tida etter lamming, og eventuelt noe i forbindelse med parring.

I økologisk landbruk er det krav om maksimalt 20 % innkjøpt ikke-økologisk fôr pr måned. På de fleste gardsbruk med mjølkeproduksjon er det ikke kornproduksjon. For å holde seg innenfor Debio-reglene må derfor økologiske gardsbruk med mjølkeproduksjon senke kraftfôrprosenten vesentlig i forhold gjennomsnittet for mjølkeproduksjonsbruk. Bruk med egen kornproduksjon vil etter DEBIO-reglene kunne bruke inntil 30 prosent kraftfôr til mjølkekyr og 20 prosent til ungdyr og slaktedyr. Husdyrkontrollens tall for 1995 viser at gjennomsnittlig

kraftfôrprosent til mjølkekyr er 36,8 og gjennomsnittlig ytelse er 6328 kg mjølk pr årsku.

I følge DEBIO-reglene skal mjølkegeit under vanlige driftsforutsetninger føres med maksimum 30 % kraftfôr basert på korn, regnet i føreheter på månedsbasis.

Gjennomsnittlig kraftförmengde pr årsgreit etter Husdyrkontrollen's tall i 1995 var 224 Fem.

NORSØK ha registrert fôr-sammensetning på 19 melkeproduksjonsbruk i perioden 1990 - 1992 (Ebbesvik, 1994). Fordelingen av ulike fôrslag i prosent fetningsføreheter var slik: 21,3 % høy, 25,6 % surfôr, 33,4 % beite, 12,2 % kraftfôr, 4,9 % rotvekster og 2,7 % annet. Gjennomsnittlig avdrått i kg mjølk pr årsku i 1992 på disse gardsbruka var 4617 på omlagte bruk og 5141 på bruk under omlegging til økologisk landbruk. Mjølkeytelsen på omlagte bruk varierte fra 3300 til 5350 kg.

### 5.3.3. Fosfor

Drøvtyggere har mye større evne enn enmaga dyr til å utnytte fosforet som er i plantematerialet. Fordøyeligheten av slikt organisk bundet P er 40 - 70 %. Videre har unge dyr i rask vekst et større behov for fosfor og en større absorpsjonsevne enn eldre dyr (Bruce og Sundstøl, 1993).

I gjennomsnitt inneholder grøvfôr 2-3g fosfor pr kg tørrstoff, mens korn inneholder 3-4g pr kg. Halm har lavest innhold av fosfor. Soyamel og animalsk fôr som sildemel har det høyeste innholdet med henholdsvis 7 og 21g pr kg tørrstoff. En del konvensjonelle kraftfôrblandinger er i tillegg tilsatt uorganisk fosfor. Høg kraftfôrprosent vil derfor generelt gi økt mulighet for at dyra får et unødig overskudd av fosfor som vil skilles ut. Bolstad (1994) fant i

sine beregninger at bare ved å fjerne mineralfosfor i kraftförblandingene, kunne utskillinga av fosfor i gjødsla fra mjølkekyr reduseres fra 14,82 kg til 11,0 kg pr år.

Tidlig slått fôr har et høyere innhold av fosfor i tørrstoffet enn seint slått fôr. (Sundstøl og Mroz, 1988). En del fosfor vil forsvinne med pressafta under ensilering. Surfôr kan av den grunn ha et lavere fosforinnhold enn høy, selv om surføret er tidligere slått.

### 5.3.4. Nitrogen

En balansert føring med protein er viktig for å unngå unødig utskilling av nitrogen i gjødsla. Den totale utskillinga av nitrogen i faeces og urin kan faktisk komme helt opp i 90 -95 % av opptaket (Sundstøl, 1993).

For nitrogen er balansen mellom fordøyelig karbohydrat og nedbrytbart protein vesentlig for utskilling av nitrogen i gjødsla. Hos drøvtyggere vil nitrogenet i det lett nedbrytbare proteinet brytes ned til enkle nitrogenforbindelser i vomma.

Nedbrytingsgraden varierer mellom förmidler, og den kan også variere innen et fôrslag. Av proteinet i grovfôr, vanlig korn og rotvekster vil som oftest mer enn 70 % av proteinet bli brutt ned i vomma. I varmebehandla proteinförmidler er nedbrytingsgraden oftest lavere (Skjevda, 1990). Vom-mikrobene bygger opp kroppsprotein fra amoniakk og energi. Til produksjon av 180g protein trengs 1kg karbohydrat og 35g ammoniakk. Forholdet mellom karbohydrat og ammoniakk i vomma kalles proteinbalansen i vomma (PBV). Innholdet av PBV i et förmiddel blir beregnet som: Protein nedbrutt i vomma minus mulig mikrobielt protein dannet i vomma (180 g pr kg fordøyde karbohydrater). Er det for mye ammoniakk i forhold til energi blir det overskytende

nitrogenet skilt ut i urinen. I noen fôrslag blir alt proteinet brutt ned i vomma, men for andre fôrslag vil en større eller mindre rest passere vomma og gå videre i fordøyelsessystemet (bypass-protein). En del av dette kan dyret fordøye lenger ute i fordøyelseskanalen, og ta opp som aminosyre gjennom tarmen. For denne delen av proteinet er det viktig med en balansert aminosyresammensetning.

Samlet proteinforsyning vil si summen av ikke nedbrutt protein fra fôr og mikrobeprotein i vomma som blir fordøyd og absorbert i tarmen. Summen av disse to størrelsene angir AAT-verdien av et fôrslag. Resten av det tungt fordøyelige proteinet vil kunne passere hele fordøyelseskanalen og skilles ut i gjødsla.

Det er viktig å unngå overskytende nitrogen som kommer fra overskudd av ammoniakk i vomma og fra ufordøyelig protein. Ved siden av balansen mellom energi og protein i fôret, er det selvsagt også en grense for hvor mye protein et dyr kan utnytte. Dette er genetisk bestemt, og en overføring vil føre til utskilling i gjødsla.

Fôrslag som halm, kålrot, poteter og korngrøpp har generelt et lavt innhold av nitrogen pr kg tørrstoff, og kan derfor bidra til å balansere opp en fôrmasjon med mye råprotein. PBV-verdien av eng ser ut til å variere mye med gjødsling. Lav nitrogengjødsling vil gi et lavere innhold av råprotein i gras. I økologisk landbruk kan en regne med en beskjedne nitrogentilgang i eng med lavt kløverinnhold, og dermed et lavere innhold av råprotein i økologisk gras. Analysetall basert på et stort antall analyser fra 30-bruksprosjektet og gardsstudie-prosjektet ved NORSØK bekrefter denne antakelsen. PBV-verdien i økologisk dyrka gras er

generelt lavere enn i konvensjonell dyrking (Ebbesvik, publiseres i 1997).

Med utsatt høstetid øker andelen protein bundet til strukturelle karbohydrater. Disse er tungt nedbrytbare i vomma (Ruud et al., 1994). I følge Skjevdal (1990) vil ei ukes utsatt slåttetid redusere proteininnholdet med 10 - 15 % i førsteslått og omlag 10 % i andreslått. Dette vil ha liten betydning for AAT-mengden pr fôrenhet, men vil gi lavere PBV. Utsatt slåttetid vil imidlertid gi mindre energi pr kg tørrstoff, og et grovfôr som fyller mer opp i vomma. Opptaket av tørrstoff og energi ved appetittføring vil dermed gå ned.

Noe utsatt høstetid i forhold til det som har vært anbefalt i seinere år er nok svært vanlig på økologiske bruk. Dette kan ha flere årsaker: Mange økologiske bruk satser på høy. Det er lettere å tørke seint slått gras, og vanligvis blir høyslått tatt etter siloslått. Utsatt høsting vil gi ei større tørrstoffavling og kan bedre grovførsituasjonen på bruk med knapp grovførtilgang. Skånsom behandling for å sikre gjenvest og ta vare på enga lengst mulig har også vært sterkt vektlagt. Utsatt høsting vil i mindre grad tyne plantedekket. Dette er spesielt viktig i områder med vått klima hvor det er ønskelig å unngå unødig pløying. Et mer utvokst gras blir av mange regna for å ha en bedre total kvalitet.

Også innenfor det konvensjonelle landbruket er det trolig mindre nitrogen i gjødsla nå enn for noen år siden. Dette skyldes at innholdet i de standardiserte kraftfôrblendingene til drøvtyggere ble forandret da en gikk over til nye vurderingssystemer for energi (Fem-systemet) og protein (AAT-systemet) fra januar 1993. Et av resultatene er at kraftfôret inneholder en økt andel bygg og havre på bekostning av proteinrike

fôrmidler. Dette har gitt mindre råprotein og dermed redusert N-utslipp.

De fleste faktorer drar i retning av at det i økologisk landbruk er lite unødig utslipp av nitrogen i husdyrgjødsla:

Utsatt høstetid er vanlig  
Det gjødsles normalt ikke sterkt med nitrogen

Unntaket kan være kløverrik eng og grønnfôr med stort innslag av belgvekster. Det kan dessuten bli overskudd av PBV i beiteperioden.

### 5.3.5. Kalium

Grovfôr inneholder forholdsvis mye kalium. En grovfôrbasert fôrrasjon vil derfor inneholde mye kalium (Björdal og Haga, 1991). Korn, poteter og kålrot inneholder rundt 4 g K/kg, halm rundt 13 g/kg og gras/grønnfôr 34 g K pr fôrenhet. Claesson og Steineck (1991) rapporterer at variasjonen i kaliuminnholdet i grovfôr er stor. Avhengig av jord og gjødsling kan den variere fra 1,5 - 5 %. Kalium er et viktig plantenæringsstoff selv om det ikke inngår som bestanddel i noe organisk stoff i plantene (Myhr et al., 1996). Kalium aktiviserer mange enzymer og er derfor viktig for produksjonen av proteiner, sukker, stivelse, cellulose, vitaminer osv.

Husdyra har svært lite behov for kalium. Det meste av kaliumet, 88 - 100 % kommer vanligvis igjen i gjødsla (Sundstøl, 1989).

På økologiske gardsbruk hvor drifta baseres på minst mulig innkjøp av kraftfôr, er det viktig at kaliumet ikke tapes ved overflateavrenning eller i grøftevatn. På enkelte økologiske gardsbruk med lite kalium i jorda er kaliummangel blitt et problem. Generelt fører kaliummangel hos kulturplanter til

dårlig vekst, svake strå, sein frømodning og tørke- og frostsveke planter.

### 5.3.6. Andre næringsstoffer

Husdyrgjødsel er et allsidig gjødselslag og inneholder også kalsium, magnesium og svovel, og mikronæringsstoffene jern, kobber, mangan, sink, molybden og klor. Alle disse stoffa er viktige som plantenæring. Fordelinga er ulik i fastgjødsel og urin. Det er mest magnesium, kalsium, kobber og mangan i den faste gjødsla. Svovel og klor er det mest av i urinen, mens bor fordeler seg på begge fraksjonene. På jord med lavt borinnhold kan det bli problemer med bormangel (vattersott) ved dyrking av grønnsaker. Husdyrgjødsel vil vanligvis dekke opp behovet. Det er omlag 4g bor/tonn husdyrgjødsel.

Noen økologiske bruk gir ikke vanlige blandinger med mineralnæring til dyra, ut fra en teori om at alle næringsstoffene bør gis i organisk form. Eventuelle fôrtilskudd kan da bli gitt i form av tangmjøl. Det er uvisst om dette kan ha noe vesentlig betydning for innholdet i gjødsla.

Mindre ønskelige i husdyrgjødsla er tungmetallene. Her kan det være stor variasjon, Søndergård Klausen (1985). Det kan være vanskelig å oppspore årsaken, men forhold som berggrunn og forurensing av luft og grunnvann vil spille inn.

### 5.3.7. Konklusjon på utskilling av næringsstoffer i husdyrgjødsel i økologisk kontra konvensjonelt landbruk.

For mjølkeproduksjon er det en klar sammenheng mellom avdråttsnivå og gjødselmengde pr dyr.

Der det brukes lettere dyreraser enn det som normtallene baserer seg på, vil totalmengde gjødsel pr dyr reduseres i forhold til redusert føring.

Utsatt grashøsting og redusert N-gjødsling på enga vil føre til mindre amoniakk-overskudd i vomma, og dermed nitrogen i urinen.

Redusert kraftfôrprosent i økologisk mjølkeproduksjon vil gi mindre utskilling av fosfor i gjødsel.

### 5.4. Konsistens

Konsistensen er en fysisk egenskap ved husdyrgjødsel og gir uttrykk for hvor fast, tett, homogen og seig gjødsel er (Tveitnes, 1993). For landbruket generelt har gjødselkonsistensen spesielt for storfe blitt mye blautere som en følge av omlegginga av husdyrholdet i løpet av etterkrigstida. Dette har sammenheng med flere forhold:

Dyra får mer fôr enn tidligere, og dermed øker passasjefarten gjennom fordøyelseskanaalen. Når oppholdstida i tarmsystemet minker, blir en mindre del av vatnet tatt opp av dyret.

Graset blir tidligere slått og inneholder mindre trevler. Oppfatninga om at høy gir fastere gjødsel enn silo, kan blant

annet ha sammenheng med at høyet er høstet på et seinere stadium.

Erfaringsmessig vil også følgende faktorer virke i retning av blautere avføring: Mindre kuttelengde på graset og mer finmalt korn, høy kraftfôrprosent, høgt kløverinnhold i eng og føring med pressaft eller myse.

Eventuell dårlig gjæringskvalitet på silofôr vil gi diaré. Slikt fôr vil inneholde en mye større mengde histamin enn godt silofôr. Mye histamin vil gi dyra sterkere sammentrekninger i tarmveggen, og dermed raskere passasje av føret. (Ulvestad og Rue, 1990)

Storfe vil ha laus avføring i beiteperioden. Dette vil nok merkes særlig godt på bruk med vårkalving hvor dyra går på godt beite hele sommeren. En del økologiske bruk satser på vårkalving for å kunne holde en høyest mulig ytelse på dyra med lav kraftfôrprosent.

Ut fra krava i DEBIO-reglene kan en ikke si generelt at gjødselkonsistensen på økologiske husdyrbesetninger er annerledes enn på andre gardsbruk. Selv om en lavere kraftfôrprosent nok vil gi fastere gjødsel, vil effekten kunne oppheves av de andre faktorene som virker inn på konsistensen. DEBIO-reglene har feks ingen krav til høstetid på graset og total førmengde pr dyr. Her vil det være store variasjoner i driftsopplegget på det enkelte økologiske bruk. Eventuelt mindre fôrtilgang på det enkelte bruk etter omlegging, på grunn av at det ikke kjøpes inn kunstgjødsel og at kraftfôrprosenten er lavere, gir ulike driftsopplegg: En tilpassing er at utmark eller andre arealer blir tatt i bruk for å øke grovfôrtilgangen. En annen løsning er å holde oppe produksjonen pr dyr ved å skjære ned dyretallet. Ved begge disse løsningene vil gjødselkonsistensen ikke

nødvendigvis bli annerledes enn i konvensjonell drift.

Når det føres mindre intensivt, ved at en noe lavere avdrått pr dyr aksepteres, vil det få konsekvenser i form av en fastere gjødselkonsistens. Flere bønder hevder ellers å ha erfart at ulike kuraser har ulik gjødselkonsistens under ellers lik føring.

#### Konklusjon:

Føring har stor betydning for gjødselkonsistensen, både når det gjelder mengde, forslag og kvalitet. Økologiske kyr har nødvendigvis ikke annen gjødselkonsistens enn andre kyr. Gjødselkonsistensen vil variere med føring på det enkelte bruk.

### 5.5. Tørrstoffprosent

Generelt har gjødsla blitt blautere og mer tørrstoffattig enn før. Dette skyldes mye fôr med høgt innhold av vatn, relativt mindre stråfôr og kanskje særlig økt kraftfôrbruk. Mer vatn i fôret vil også gi mer urin. Det er likevel ingen direkte sammenheng mellom konsistens og tørrstoffinnhold. De fleste forsøk viser at det er trevleinnholdet, og ikke tørrstoffprosenten som har mest å si for konsistensen (Björdal og Haga, 1991).

Svenskene har tre ulike betegnelser på storfegjødsel etter tørrstoffinnholdet: Flytgjødsel (blautgjødsel) har mindre enn 12 % tørrstoff, fastgjødsel har over 20 % tørrstoff. Gjødsel med tørrstoffprosent fra 12 til 20 kalles «kletgjødsel».

For skilt lagra gjødsel vil tørrstoffprosenten i den faste fraksjonen avhenge av hvor godt urinfraskillinga fungerer. Björdal og Haga (1991) refererer til svenske målinger som viser at mengde fraskilt urin kan variere fra 25 til 75 prosent. I undersøkelsen til Björdal og Haga ble det analysert gjødselprøver fra 56 bruk med skilt lagra storfegjødsel og

fersk fastgjødsel fra 20 bruk. Den gjennomsnittlige tørrstoffprosenten var henholdsvis 15,4 og 14,5. Selv med stor variasjon vil nok fastgjødseldelen av skilt lagra storfegjødsel oftest tilhøre kategorien «kletgjødsel».

Sauegjødsel har i utgangspunktet et mye høyere tørrstoffinnhold enn storfegjødsel. Sams lagra sauegjødsel vil ha et tørrstoffinnhold på 16 - 20 prosent.

### 5.6. Hvor mye gjødsel er tilgjengelig på økologiske bruk?

Etter forskrifter om hold av produksjonsdyr skal alle dyr i Norge som er eldre enn seks måneder ha mulighet for fri bevegelse og mosjon i sommerhalvåret i minimum 8 uker fra 1997. Det er likevel ikke et krav at dyra går på beite. For økologisk landbruk kreves det at dyra er ute og har tilgang på beite i beitesesongen. Lengden på beitesesongen vil selvsagt variere i ulike landsdeler, men som et snitt kan regnes 4 mnd. Hvis dyra går på utmark eller permanente beiter i denne perioden vil gjødsla naturligvis ikke kunne samles opp og bli spredd på slåttemark eller åkerareal. Der det er vårkalving vil dette også innebære at gjødselproduksjonen pr dyr er størst i beiteperioden. Selv om dyra beiter på innmark vil det også der bli en dårligere gjødseleffekt enn ved maskinell spredning på grunn av at gjødsla vil konsentreres på de områdene hvor dyra foretrekker å oppholde seg.

Av dyrevernhensyn er det i DEBIO-reglene også et krav om at både mjølkekyr og småfe også utenom beitesesongen skal være ute i en luftegård jevnlig såfremt vær- og føreforhold tillater det. Oppholdet i luftegården vil gi tap av næringsstoffer med mindre det er støpt plutting med fall mot sluk hvor landet samles opp og fastgjødsla blir tatt vare på.

Kravene til egetprodusert fôr og maksimum tillatt ikke-økologisk fôr gjør at det sjelden er mer dyr enn det som tilsvarer en storfeenhet pr 10 daa innmark på en ferdig omlagt økologisk gård (Hansen og Fjeld, 1993). Dette vil tilsvare en gjødselmengde på 1,5 - 2,0 tonn blandet storfegjødsel pr daa. Om en trekker fra gjødsla i beiteperioden vil det bli igjen ca 1,0 - 1,5 tonn oppsamla gjødsel pr daa.

Resultatene fra undersøkelser av næringshusholdning på økologiske bruk viste at bruk ved middels gode forhold trenger ca 12 daa til hver storfeenhet dersom en ikke ønsker innkjøp av gjødsel og fôr. Det var da forutsatt at utmarka til en viss grad blir tatt i bruk (Kerner og Solberg, 1993).

En storfeenhet tilsvarer 7 vinterfôra sauer eller geiter. Hvis vi forutsetter 7 vinterfôra sauer eller geiter på 10 daa innmark, vil det gi ca 0,8 tonn blandet gjødsel pr daa når en beiteperiode på 4 mnd er trukket fra. Noen steder er beitesesongen betydelig lenger, og følgelig blir det mindre oppsamla gjødsel.



## 6. Tap av næringsstoffer fra gjødsla

Under forutsetning av at all gjødsla blir samlet opp og at det ikke skjer en avrenning fra gjødsellageret, vil kalium og fosfor i gjødsla bli tatt godt vare på. Tap av næringsstoffer vil først og fremst dreie seg om nitrogen. De siste åra er man også blitt mer klar over faren for tap av svovel i form av hydrogensulfid, kanskje spesielt ved lagring under anaerobe forhold.

### 6.1. Ammoniaktap

Tapet av nitrogen fra husdyrgjødsel skjer gjennom hele handteringslinja fra dyret og til opptak i plantene. Hvor mye som tapes i hvert enkelt ledd i denne prosessen, avhenger av handteringsmåten. En bedre kunnskap og forståelse for hvordan tapet skjer kan legge grunnlaget for en bedre ressursforvaltning på det enkelte gardsbruk. I en svensk rapport, "Ammoniakavgang från stallgödsel", er det gjort både en litteraturgjennomgang og beregnings-eksempler på samlet ammoniaktap fra forskjellige dyreslag (Lundin, 1988). Ut fra beregningene er det satt opp en tabell som viser variasjonen i nitrogen-tap fra beste til dårligste praksis i gjødselhandteringa. Tallene for mjølkekyr gjengis her:

Tabell 6.1: Forventet størst og minst ammoniaktap til atmosfæren i forhold til produsert mengde nitrogen i fæces, urin og strømiddel. Tallene er basert på et beregningseksempel, (Lundin, 1988).

Gjøsel-type	Variasjon	Tap i fjøs % av total-N	Tap fra lager % av total-N	Tap ved spredn. % av total-N	Total tap % av total-N
Blautgjødsel	Størst	7	10	30	47
	Minst	3	2	3	8
Skilt lagring	Størst	6	23	18	47
	Minst	3	18	2	23

Ut i fra Lundin's beregninger vil nitrogentapet i lagra fastgjødsel uansett bli relativt stort (minst 23 %). Her er det forutsatt lagring på uteplattung og tilføring av 2 kg strø pr ku pr dag. Det er i forbindelse ved spredning av fast husdyrgjødsel at tapet kan reduseres til et minimum ved rett handteringsmåte. Omtrent halvparten av det nitrogenet som er i gjødsla totalt, fins i urinen i form av urinstoff. Etter at urinstoffet er kommet ut av dyret hydrolyserer det raskt ved hjelp av enzymet urease til ammonium og hydrogenkarbonat. Hydrolysen skjer både under aerobe og anaerobe forhold. Det vil innstille seg ei likevekt mellom ammoniakk og ammonium. Denne likevekta er pH- og temperaturavhengig. Likevekta forskyves i retning av ammoniakk ved en økning av pH og temperatur. Ved pH 7 og lavere foreligger alt nitrogenet i form av ammonium. I land med pH 9 er det omtrent halvparten av hver fraksjon. Nitrogenet i urinen er derfor svært utsatt for tap. Ammoniakken som dannes foreligger først i væskefase. Enten ammoniakken er i urin eller gjødsel, vil den gradvis gå over i gassform. Prosessen styres av forskjeller i partialtrykk mellom ammoniakk løst i gjødsel eller urin og i lufta over. Hvor

mye ammoniakk som absorberes i vatn eller tapes til atmosfæren i form av gass er avhengig av temperatur og luft-hastigheten over gjødsla (Lundin, 1988). Ammoniakken i gjødsla står i likevekt med lufta over. Dersom ammoniakken i lufta over forsvinner på grunn av luftveksling, erstattes denne ammoniakken med ny ammoniakk fra gjødsla inntil det innstiller seg ei likevekt.

Uttynning med vatn minsker ammoniakk-trykket, og dermed det gassformige tapet fra gjødsla. Forholdet mellom materialets innhold av organisk bundet karbon og nitrogeninnholdet (C/N-forholdet) er viktig for hvor stor ammoniakkavgangen blir. Urin har et lavt C/N-forhold (1:1) og høy pH, og vil derfor lett avgis ammoniakk. I fast-gjødsel fraksjonen foreligger mye av nitrogenet sterkere organisk bundet, og følgelig vil ammoniakktapet den første tida, i forhold til totalnitrogen, være mindre enn fra urin. Siden mye av nitrogenet foreligger i ulike former i fastgjødsla og urin, vil muligheten for ammoniakktap fra de to fraksjonene behandles hver for seg.

#### 6.1.1. Ammoniakk tap fra land i fjøs og på lager

Av det totale nitrogeninnholdet i urinen vil 90 % hydrolyseres raskt og foreligge i mineralsk form. Hvor stort ammoniakktapet fra fjøset blir avhenger av flere faktorer som temperatur, fuktighet, fôring, lufting, utgjødslingssystem og rutiner for utgjødsling.

For å unngå ammoniakktap fra skilt lagra husdyrgjødsel, er det viktig at urinfraskillinga er god og at landet raskest mulig kommer over i landkummen. Ved en god urindrenering vil 75 % av urinen skilles fra, mens det i verste fall bare blir 25 % som ledes over

i urinkummen. Blir landet liggende lenge i skantillen i et varmt fjøs, skjer det en stor ammoniakkavgang til fjøslufta. I en kanadisk undersøkelse fra et åpent løsdriktfjøs ble det vist at gassformig nitrogentap fra gjødsla i løpet av en time var 5 % av totalnitrogen, og etter en dag 21 % (Beauchamp et al., 1985, ref av Lundin, 1988). En annen undersøkelse fra et åpent løsdriktfjøs viste betydningen av temperatur. Ved 5° C var tapet av totalnitrogen mellom 1 og 5 %. Når temperaturen i fjøset steg til 15-25 °C økte tapet til mellom 15 og 50 % (Much og Richards, 1983, ref av Lundin, 1988). Ammoniakk tapet fra et storfe fjøs kommer likevel sjelden over 6 -7 % (Solberg, 1993).

Tiltak for å minske ammoniakktapet i fjøset er effektiv urinfraskilling, hyppig utgjødsling og ikke ha for høy fjøs-temperatur.

I landkummen er uttynning med vatten et effektivt tiltak mot gassformig nitrogentap.

Ammoniakkavgangen fra landkummer uten lokk kan bli opp til 50 % av totalnitrogenet (Steineck et al., 1991). I "Retningslinjer om lagring og spredning av husdyrgjødsel", er det derfor et krav om at landkummer må være tildekket for å unngå for stort ammoniakktap og lukt.

#### 6.1.2. Ammoniakk tap fra fastgjødsla i fjøs og på lager

I fastgjødsla er bare rundt 1/3 av nitrogenet i mineralsk form. Resten inngår i mer eller mindre lett nedbrytbare organiske nitrogenforbindelser. Disse kommer hovedsakelig fra fôrets proteiner og nedbrytingsprodukter, og proteiner i levende og døde celler av mikroorganismer. Den videre omsetninga av det organiske stoffet

avhenger av om det er aerobe eller anaerobe forhold i gjødsla. Dette vil igjen avhenge av hva slags strømiddel som er brukt og i hvor store mengder det er tilsatt.

Under lagring av blautgjødsel er det vanlig å regne små tap av nitrogen. Det kan dreie seg om høyst 10 % av totalnitrogen. De to hovedårsakene til dette er anaerobe forhold og dermed lav omsetning, og at pH-verdien ligger på nøytralt punktet (7) og ikke på 9 som i land.

Uansett vil drivkrafta i nedbrytinga av det organiske materialet være mikroorganismenes behov for energikilder og materiale til oppbygging av celler. Forholdet mellom karbon og nitrogen er vesentlig for nedbrytingshastigheten. Under aerobe forhold foregår den raskeste nedbrytinga når C/N-forholdet er mellom 20 og 30. Er C/N-forholdet høyere, vil omsetninga gå sakte til å begynne med på grunn av nitrogenmangel. Etterhvert som CO<sub>2</sub> frigjøres og nitrogenet bygges inn i mikroorganismene avtar C/N-forholdet og omsetningshastigheten øker.

Er C/N-forholdet lavt blir proteinet nytta som energikilde. Da vil det frigjøres ammoniakk, og en mindre del av nitrogenet bygges inn i ny celle-substans. C/N-forholdet er derfor en viktig størrelse i forbindelse med næringsstofftap fra husdyrgjødsl. Samtidig er det ikke mulig for bonden å måle denne størrelsen. En generell kunnskap om C/N-forholdet i utgangsmaterialet vil gi en indikasjon på om C/N-forholdet er stort eller lite.

Aerob omsetning gir fullstendig nedbryting og formolding av organisk materiale mens anaerob omsetning er en forråtnelse. Stoffer med høy molekylvekt brytes ned til stoffer med lav

molekylvekt, deriblant en del flyktige forbindelser.

Fastgjødsl fra storfe har 2 -3 prosent nitrogen, noe som gir et C/N-forhold på 14 - 17 (Kirchman, 1985).

Tørrstoffinnholdet i slik gjødsl vil oftest ligge mellom 14 - 18 %. Dette er for lavt til at det kommer i gang skikkelig kompostering. Hvis vi forutsetter at slik gjødsl er tilsatt lite strø, er det derfor en fordel at tørrstoffinnholdet er lavt slik at det blir liten aerob omsetning. Aerob omsetning i gjødsl med lavt C/N-forhold vil gi stor ammoniakkavspalting.

Er det derimot tilsatt mye strø, vil nitrogenet bindes mikrobielt, forutsatt at strømidlet inneholder karbon som er lett tilgjengelig for mikroorganismene. Bjørdal og Haga (1991) konkluderer med at hvis C/N-forholdet skal få særlig virkning, må tørrstoffprosenten være så høy at det kommer i gang en viss aerob omsetning.

Kirchmann (1985) oppgir på bakgrunn av en litteraturgjennomgang at anaerob oppbevaring av fast gjødsl gir lavest ammoniakk tap (5 til 20 % av det totale nitrogeninnhold i gjødsla), mens helt eller delvis aerob oppbevaring resulterer i større ammoniakk tap (opp til mer enn 40 % av nitrogeninnholdet).

Konklusjon:

Hvis tørrstoffinnholdet er høgt nok til at det kommer i gang aerob omsetning, er det viktig at det er tilsatt så mye strø at C/N-forholdet blir rundt 30:1. Hvis fastgjødsla er så tørrstoff-fattig at det ikke kommer i gang aerob omsetning, slik det ofte vil være tilfelle i fastgjødsl-lager for storfe, vil ikke C/N-forholdet ha vesentlig innvirkning på ammoniakk-tapet fra gjødsla når den ligger på lageret.

## 7. Strømidler

### 7.1. Egenskaper ved ulike strømidler

I de fleste fjøs blir det brukt en del strø for å unngå tilskitning av dyra, og for å lage en tørrere og bedre liggeplass. Videre kan strø tilsettes for å øke tørrstoffinnholdet og dermed endre handteringsegenskapene til gjødsla. Behovet for strø i storfe fjøs er avhengig av faktorer som føring, materiale i båsolv, hellingsgrad på båsolv, bås lengde og om det brukes kutrener. En kombinasjon med langbås uten kutrener og hvor kyrne skal ha tilgang til fôr en stor del av dagen, krever både rikelig med strø og hyppig skraping av båsen hvis dyra skal unngå for mye tilskitning. Samtidig gir denne kombinasjonen gode forhold for dyret sett fra et dyrevern synspunkt. Behovet for strø kan reduseres noe ved å legge inn gummimatter i båsen.

Strømiddel og strømengde vil påvirke fordelingen mellom fast og flytende fraksjon og næringsinnhold i gjødsla. Den delen av urinen som suges opp av strøet vil havne i fastgjødsla i stedet for i landkummen.

Ulike strømidler har ulik evne til å binde vatn. Karlsson og Jeppsson (1995), oppgir følgende tall:

Tabell 7.1: Ulike strømidlers evne til å binde vatn, kg/kg tørrstoff (Karlsson og Jeppsson, 1995).

Strømiddel	Evne til å binde vatn kg/kg ts
Sagstøn	1,9
Bygghalm	3,3
Havrehalm	3,3
Hakka halm	3,6 - 4,0
Torvstrø	7,5 - 12,0
Kutterspon	4,6

I praksis vil strømidlets evne til å ta opp fuktighet være avhengig av vanninnholdet i strøet ved lagring. Forskjellen på de ulike strømidlene vil normalt være mindre enn hva verdiene i tabellen antyder. Selv om torvstrø viser seg å ha svært gode egenskaper, er det vanskelig å tenke seg at dette er et aktuelt strømiddel. Det vil neppe være ressursmessig forsvarlig, og dermed ønskelig i økologisk landbruk, å ta ut torv i de mengdene det ville være behov for som strø i storfe- og småfenæringa.

De materialene som er aktuelle å bruke til strø, er rike på karbon. Tilførsel av strø vil dermed føre til økt C/N-forhold. Det er gunstig ut fra ønsket om å binde nitrogenet. Sagflis, torv og halm har C/N-forhold på henholdsvis 500:1, 80-100:1 og 80:1.

Halm regnes for å ha en gunstig innvirkning på gjødselkvaliteten. I storfe fjøs med gjødselskraper vil det oftest være nødvendig å bruke hakka halm i stedet for langhalm. Halm er lett nedbrytbart og vil ikke beslaglegge næringsstoffer på samme måte som kutterspon og sagflis av barte kan gjøre. Sagflis fra gran og furu er tungt nedbrytbart og mikroorganismene får derfor ikke brukt karbonmaterialet (energikilden) raskt nok. Nedbrytinga av karbonet i sagflis vil skje så sakte at det kan føre til immobilisering av nitrogen etter at komposten er tilført på jordet.

Gjødseffekten blir sterkt redusert og i verste fall negativ (Solberg, 1993). Nedbryting av kutterspon og sagflis fra lauvtre skal være mer lik halm (Bjørndal og Haga, 1992). Det er et problem at halm ikke er tilgjengelig på mange husdyrbruk. Ofte vil sagflis være det eneste aktuelle strømiddelet.

**Konklusjon:**

Strømidler som er lett nedbrytbare, det vil si at karbonet er lett tilgjengelig for mikroorganismene, vil ta godt vare på nitrogenet i gjødsla. Samtidig blir ikke nitrogenet for sterkt beslaglagt. Halm er et slikt strømiddel. I husdyrområder hvor det ikke er tilgang på halm er det behov for andre lokale strømidler. Karbonet i sagflis fra bartrær er tungt nedbrytbart. Strø fra lauvtrevirke burde vært prøvd ut.

## 8. Ulike lagringsmåter

### 8.1. Talle

#### 8.1.1. Biologisk nedbryting - aerob eller anaerob

I talle skjer det en nedbryting av det organiske materialet i gjødsla. Hvilke stoffer som dannes er avhengig av om nedbrytinga skjer under tilgang på oksygen. I hardt pakka gjødssel dominerer de anaerobe prosessene. I løst lagra gjødssel dominerer komposteringsprosessene. Det vil være strømengdene som avgjør i hvilken retning prosessene går. Store strømengder vil gi høgt nok tørrstoffinnhold til å få i gang kompostering selv om dyra pakker sammen tallen når de trækker på den. Sammenlignet med en vanlig gjødselhaug er det nødvendig med et lavere vanninnhold for å få i gang aerob omsetning i talle.

Tørrstoffinnholdet må være mellom 40 og 60 % (Karlsson og Jeppsson, 1995). Dette krever imidlertid en så stor strømengde, at C/N-forholdet blir betydelig høyere enn det som er ideelt for aerob omsetning.

Det viser seg at komposteringa oftest skjer i ytterkant av tallen, mens det vil bli anaerobt i djupere lag. I løsdriftfjøs for storfe vil det også lett bli anaerobt på enkelte områder hvor dyra trafikkerer mye.

#### 8.1.2. Ulike talle-løsninger

Det finnes flere ulike talleløsninger. En mulighet er å ha talle i hele dyrerommet. Den kan kombineres enten med et fast eller et flyttbart førbrett. Fordelen med

flyttbart førbrett er en bedre fordeling av tråkket. En annen løsning er å ha et skrapeareal i forbindelse med førbrettet. Dette arealet kan være helt adskilt fra tallen ved at skrapearealet og førbrettet legges høyere enn tallen. Da vil dyra dra med seg lite strø opp på skrapearealet. En ulempe med dette systemet er at det trengs en egen mekaniseringslinje for den flytende delen. En kan også legge talleareal, skrapeareal og førbrett i samme nivå. Dyra vil da dra med seg såpass mye strø ut på skrapearealet at tørrstoffinnholdet i gjødsla blir høyt nok til at denne gjødsla kan lagres sammen med tallen.

Hvilke av disse løsningene som velges vil påvirke hvor mye strømiddel som er nødvendig. Andre viktige faktorer som påvirker strøforbruket er: førsammensetning, førintensitet, golvareal pr ku og om det er åpen forbindelse mellom dyrerommet og luftegården. Type og kvalitet av strømiddelet påvirker behovet og hvor ofte det blir lagt ut nytt strø.

#### 8.1.3. Strøforbruk i storfe-fjøs med talle

Den viktigste funksjonen til strømiddelet i et tallefjøs er å gi en tørr og varm liggeplass av god hygienisk kvalitet. Samtidig må næringsstoffene i gjødsla bli tatt vare på.

Karlsson og Jeppsson (1995) refererer en rekke undersøkelser over strøforbruket i tallefjøs for storfe. I de fleste tilfellene brukes mellom 8 og 12 kg halm pr ku pr dag, og for ungdyr inntil 10 kg pr dyr og dag. Strømengden gjelder for kombinerte system med skrapeareal, der 50 % av gjødsla lagres i tallen. Generelt går det mindre strø i uisolerte enn i isolerte fjøs. Det er en klar sammenheng mellom strøforbruk og førintensitet, og dermed tilvekst og produksjon pr dyr. I eldre undersøkelser

er det jevnt over brukt betydelig mindre strø, noe som trolig har sammenheng med mindre intensiv føring, mindre dyr og en lavere produksjon pr dyr. I norske forsøk (Breirem, 1961, ref i Karlsson og Jeppsson, 1995) gikk det med 2,3 - 3,7 kg halm pr ku pr dag.

For å få i gang den aerobe omsetninga er det best å bruke store strømengder fra starten. Det anbefales å legge inn 40 kg halm pr m<sup>2</sup> ved innsett (Skjelhaugen 1993). Når omsetninga kommer i gang, temperaturen stiger og fordamping av vatn øker, blir det etter hvert behov for mindre strø.

Dersom det brukes for lite strø vil ikke den aerobe omsetninga komme i gang i tallen. Tallen blir kald og våt. Den anaerobe nedbrytinga som da kommer i gang, kan beskrives som en forråtnelsesprosess. I stedet for fullstendig nedbryting og molddanning av det organiske materialet dannes det nedbrytingsprodukter som fettsyrer, hydrogensulfid, metangass, ammonium, aminer og mercaptaner. Produksjonen av organiske syrer under anaerobe forhold gjør at det blir mindre ammoniakk-tap. Derimot vil kombinasjonen av aerob og anaerob omsetning føre til at nitrat, som dannes aerobt, omdannes ved oksygenmangel til nitrogenoksid (NO), dinitrogenoksid (N<sub>2</sub>O) og fritt nitrogen (N<sub>2</sub>). NO og N<sub>2</sub>O er miljøskadelige da de bidrar til drivhuseffekten og er med å bryter ned ozonlaget. Av miljøhensyn er det derfor svært viktig å bruke nok strø i tallefjøs slik at tørrstoffinnholdet blir minst 40 %.

Karlsson og Jeppson (1995) konkluderer med at strømengdene som brukes i tallefjøs oftest er for små for å få optimale forhold for de aerobe mikroorganismene. I denne under-søkelsen ble

det gjort registreringer over to år i tallefjøs for ungdyr. Ammoniakk-tapet fra tallen ble målt. Det økte ut over i perioden etter hvert som dyra vokste og mer gjødsel ble samlet opp i tallen. I tillegg var ammoniakk-tapet svært høyt ei uke etter etableringen.

Som en konklusjon på strøbehov pr mjølkeku i tallefjøs kan en regne at det ut i fra ulik ytelse og størrelse på eventuelt skrapeareal trengs 10 - 15 kg halm pr dag. For okser og kviger opp til 24 mnd kan mengden halveres.

#### 8.1.4. Sautalle

NORSØK har prøvd ut ulike strøslag til sauetalle (Björdal og Haga, 1992). Strøslaga som ble brukt var: bark, torv, hel halm, hakka halm, kutterflis og kombinasjoner av dette. Noen konklusjoner fra dette forsøket var:

Alle strøslaga fungerte godt til talle, men det var stor forskjell på hvor mye strø som gikk med. Mengden var økende i rekkefølgen hel halm, hakka halm, torv, kutterflis og bark. Det ble ikke utført vekstforsøk med sauetallen. Egenskapene ved ulike strømidler i forhold til gjødselverdi er omtalt i kapittel 7.

Om det føres med høy eller surfør vil påvirke strøforbruket. Ved bruk av surfør kan en regne opp til 0,5 kg halm pr dag pr voksen søye. Ved føring med høy blir strøforbruket om lag halvert. Minst mengde går med av hel halm og torv, størst mengde går med ved bruk av kutterflis eller bark. Produsert tallemengde er 0,07 - 0,10 m<sup>3</sup>/sau/mnd.

Tabell 8.1: Kjemisk innhold av nitrogen, fosfor og kalium i sauetalle (kg/tonn) med hel halm som strømiddel (Bjørdal og Haga, 1992).

Gjødsel-behandling	N (total-N) kg/tonn	P kg/ tonn	K kg/ tonn
Sauetalle*	8,8	2,0	11,2
Sauetalle**	9,5	2,3	13,8
Kompostert sauetalle*	6,5	2,5	15,0
Kompostert sauetalle**	11,0	3,2	17,0

\* 1989, surfordominert føring \*\* 1990, høydinert føring

## 8.2. Sams lagra småfegjødsel

Problemer med å få god nok utnytting av småfegjødsel et trolig et viktig hinder for omlegging til økologisk småfehold. Problemene har til nå vært løst med å tilføre kunstgjødsel på enga. Mange bruk med småfe har svært lite åpen åker. Hvis all gjødsel tilføres åpen åker blir det dårlig utnytting av næringsstoffene.

Det kan være forskjellige problemer i forbindelse med gjødselbruken: Problemer med godt nok spredeutstyr, frykt for listeriabakterier eller annen smitte, talle med dårlige sprederegenskaper osv.

I mange fjøs går dyra på strekkmetall eller spaltegolv med åpen forbindelse til kjelleren. Gjødsel er da sams lagra og ikke tilsatt strø. Det kan være noe forrester.

Noen har løst problemene med å få spredd slik gjødsel på eng ved å lage blautgjødsel. Det tilsettes da vatn i kjelleren slik at det blir mulig å røre sammen gjødsel og spre den som blautgjødsel. Ulempen med denne metoden er at det blir mye kjøring av vatn og fare for jordpakking ved spredning med tankvogn. Mange har heller ikke mulighet til å lage blautgjødsel av småfegjødsel på grunn

av gamle kjellervegger som ikke tåler fullt væsketrykk.

Kompostering kan være en annen mulighet. Småfegjødsel har et høgt tørrstoffinnhold og egner seg godt for kompostering. Slik gjødsel er lett å spre og er fri for smitte (se kap.9). En metode som burde prøves ut er kompostering direkte i kjelleren. Det må da legges inn store strømengder i kjelleren før dyra settes inn om høsten. Et problem kan være å skaffe lett nedbrytbart strø. Kompostering etter CMC - metoden blir nå flere steder prøvd ut på sauegjødsel. Der flere bønder kan gå sammen om vendemaskin kan dette være en aktuell metode.

Arbeidet med å finne praktiske løsninger for gjødselhandtering på bruk med småfe burde prioriteres. Gode løsninger på problemene slik gjødsel, kunne føre til mange flere omlagte bruk.

## 8.3. Skilt lagring

Fast gjødsel og urin kan ledes over til lagerrom på mange ulike måter. Disse omfatter både helt manuelle og svært tekniske løsninger. Hvor godt fraskillinga fungerer varierer sterkt fra fjøs til fjøs. Ved planlegging av nye fjøs med skilt lagring bør det alltid legges vekt på å finne løsninger som i størst mulig grad kan utnytte tyngdekrafta. Dermed kan en unngå unødig med maskiner og energibruk.

### 8.3.1. Tekniske løsninger

Institutt for tekniske fag, NLH, har beskrevet ulike systemer for skilling av husdyrgjødsel (Fjeldal og Morken, 1993). Denne meldinga inneholder detaljerte beskrivelser av utforming av ulike urindreneringsanlegg. Den vanligste dreneringsmetoden er



fraskilling av urinen i skantilbunnen. Dersom urinen ledes vekk fra den faste gjødsel så raskt som mulig, blir det minst mulig ammoniakktap i fjøset. En bør helst unngå skilling i tverr- og samleren. Da vil urinen ha eltet seg sammen med den faste gjødsel og strøet.

Manuell utmåking kombinert med dreneringshull i skantilen har vært den vanligste metoden i eldre fjøs, og er fortsatt aktuell for små besetninger. Skantilen har da ofte fall i retning fra dyrene mot hullene som er plassert med 3-4 meters avstand.

Ved mekaniske utskrapingssystemer kan dreneringshullene være felt inn i overgangen mellom skantilens vegg og bunn. Hullene kan åpnes med luker som stikker opp ved skantilens bakre kant. Lukene trøs ned når gjødseltrekket går for å unngå gjentetting.

I forbindelse med mekaniske gjødseltrekk har det også vært plassert hullplater over en samleren for urin som har vært plassert i bunnen av skantilen. Disse har vist seg å være utsatt for tetting. Utforming av hullene har en viss betydning for graden av tetting. Koniske hull, det vil si at det øverste åpningen er strupet igjen, synes å fungere best.

I nye urindreneringsanlegg er det ofte montert anlegg med hydraulisk transport av den faste fraksjonen. Et samlerør for landet er støpt ned i bakre kant av skantilbunnen. Samlerøret har en slisseåpning langs hele skantillengden som urinen renner gjennom. Det skal være 2 % fall i skantilbunnen mot urinsamleren. Over røret ligger en U-bjelke som beskytter urinlissen. Det hydrauliske gjødseltrekket skrapes i urinrøret og i skantilen samtidig. Urinen går via en klaringskum til landkummen. Den faste fraksjonen skrapes enten

direkte til et lager eller via et rør ut til en plattform.

Det er ikke enkelt å finne gode løsninger som kan kombinere løsdriktfjøs med skilt lagra gjødsel. I slike fjøs blir det et stort golvareal som må skrapes. En mulig løsning er et hydraulisk utgjødslingsanlegg med samlerør for urinen (som beskrevet foran). En benytter da skrapes med dobbeltvinger. Disse kan ikke være lenger enn 70cm for at de skal rekke å slå ut for hver vandring.

Fastgjødsel lagres ofte i et kjellerrom under eller ved siden av husdyrrommet. Noen fjøs, spesielt i innlandsklima, har en uteplattform uten tak som lagerplass for fastgjødsel.

Fastgjødsellageret fylles enten fra toppen eller fra bunnen. Ved hydraulisk uttransport gjennom rør til en plattform er det vanlig med bunnmating. Måten lageret fylles på påvirker tap av næringsstoffer fra lageret. Ved bunnmating vil det bli ei skorpe ytterst som verner mot tap. Ved toppmating blir den ferskeste gjødsel stadig eksponert for luft, og ammoniakktapet kan bli stort. Bjørdal og Haga (1991) refererer til amerikanske undersøkelser der tapet fra topplesste lager er helt oppe i 60 % mot 3 - 8 % ved bunnmating.

Fra fastgjødselhauger skjer det også en næringstransport nedover av næringsstoffer som er vannløselige, slik som kalium- og ammoniumnitrogen.

### 8.3.2. Hva virker inn på fraskilling av urinen?

I undersøkelsen av Bjørdal og Haga (1991) ble det hentet inn opplysninger fra 128 bruk med skilt lagra gjødsel. Av disse var 58 besøkt for å skaffe

ytterligere opplysninger og ta ut gjødselprøver. Bla ble båsutforming, skantilutforming og utgjødslingssystem registrert. De aller fleste bruka hadde manuell utgjødsling av fastgjødsla. Det var bare 16 bruk som hadde mekanisk utgjødsling. Ut fra dette materialet kunne det ikke påvises forskjell i gjødselkonsistens som følge av mekanisk eller manuell utgjødsling. Verken båslengde, skantildybde eller fall i skantilen så ut til å virke inn på urindreneringa og dermed gjødsla i lager. Det er ut fra dette materialet ikke mulig å si noe om hvilke av disse enkeltfaktorene som påvirker konsistensen av fastgjødsla og graden av urinfraskilling.

Forskjeller i føring ga sikre resultater i forhold til konsistensen på fastgjødsla. Lav kraftfôrprosent, høyføring og allsidig føring er tre enkeltfaktorer som alle ga tørrere gjødsel. Der det var høyest avdrått var det blautest gjødsel.

#### Konklusjon

Føring er den enkeltfaktoren som har størst betydning for graden av urinfraskilling ved skilt lagra storfegjødsel.

#### 8.3.3. Hvor store strømengder er nødvendig ved skilt lagring?

Dersom en ønsker aerob omsetning av gjødsla er det nødvendig med store strømengder. Strøet vil da sørge for å få høgt nok tørrstoffinnhold i gjødsla og hindre unødig nitrogentap ved at det blir et gunstigere C/N-forhold.

Noen kilder oppgir at for fast storfegjødsel kan en grovt regne 1 tonn strø pr 4 - 5 tonn fast storfegjødsel. Dette tilsvarer omtrent 5 - 6 kg strø pr ku daglig. Grovt sett vil dette gi et C/N-forhold på 30. I praksis kan det være vanskelig, og heller ikke ønskelig å

bruke så store strømengder i båsen. En del av strøet må blandes i seinere. I sams lagra gjødsel må strømengdene minst dobles for å få til aerob omsetning

I en svensk undersøkelse ble det prøvd ut ulike strømengder for å komme fram til minimumsgrensen for hvor mye strø som var nødvendig for å få til kompostering av fastgjødsla fra melkekyr (Forshell, 1993). I denne undersøkelsen var det hygieniserings-effekten ved kompostering som ble vektlagt. Ammoniaktapet ble ikke vurdert. De mengdene som ble tilsatt var 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 og 4.0 kg pr ku og dag. Konklusjonen ut fra disse forsøkene var at det er nødvendig med 2,5 kg halm pr ku pr dag når halmen ble brukt som strø i fjøset, og var tilsatt to ganger pr dag, i forbindelse med morgen- og kveldsstellet. Fastgjødsla ble lagt opp manuelt i komposthauger. Når den samme halmmengden ble tilsatt fersk, kald gjødsel under oppsetting av komposten i stedet for i fjøset, ble det dårligere temperaturøkning i gjødsla. Det ble forklart med at det er vanskelig å få til en homogen blanding av gjødsel og strø når det ikke skjer direkte i båsen. I den samme undersøkelsen ble det også registrert temperaturutvikling i fastgjødsellager på 83 melkeproduksjonsbruk i Sverige. Undersøkelsen viste at med den strømengden som er vanlig, 1,0 - 1,5 kg strø pr ku pr dag, lå temperaturen i gjødsla i de fleste tilfellene mellom 5 og 15 °C, det vil si at en spontan kompostering stort sett ikke kommer i gang i gjødselkjelleren. Bare i fire gjødsellager gikk temperaturen opp i 48 °C eller mer. Det samme resultatet vil trolig også gjelde for Norge, selv om den norske gjennomsnittskua melker 1000 kg mindre enn den svenske, og derfor ikke uten videre kan sammenlignes med den svenske.

#### **8.3.4. Mekanisk separering av storfe gjødsel**

Dette er en metode som det er forsket en del på i Norge, men som er lite utbredt. En forutsetning for at mekanisk separering skal fungere er at gjødsla separeres mens den er fersk, og ikke før utkjøring. Dette både av hensyn til kapasitet på anlegget og for å få god separering (Hansen, 1987, Bjørdal og Haga, 1991). Lagra blautgjødsel vil utvikle et slimlag som vanskeliggjør separering. Institutt for maskinlære og Landbruksteknisk institutt, NLH, har utviklet en gjødselseparator beregnet på bruk i skantilen. Det finnes gjødselseparatorer som fungerer etter ulike prinsipper, og tørrstoffinnholdet i den faste delen vil variere med metoden.

I økologisk landbruk er det et mål å unngå overflødig mekanisering og unødig energiforbruk. Ut fra det synes mekanisk gjødselseparering å representere en uønsket omvei for å få til skilt lagra gjødselhandtering. Denne metoden vil det derfor ikke bli gått nærmere inn på her.

## 9. Kompostering

Ved fast husdyrgjødselhandtering kommer spørsmålet om kompostering eller ikke. Det finnes ingen enkle svar på dette spørsmålet. Fordelene og ulempene må veies mot hverandre.

NORSØK har tidligere utarbeidet ei grundig oversikt over forhold ved kompostering av fast husdyrgjødsel på bakgrunn av en litteraturgjennomgang (Haga, 1990 b). Her beskrives komposteringsprosessen i forhold til en del sentrale parametre som C/N-forhold, vanninnhold, luftveksling, temperatur og pH. Med hensyn til gjødselvirkning er det lagt spesielt vekt på N-husholdning. Det er videre sett på virkningen av humustilførselen til jord. På dette punktet er det mangelfulle kunnskaper, spesielt når en ser spørsmålet i sammenheng med de gjødselmengdene som er på et økologisk bruk. Oversikten inneholder også en beskrivelse av ulike systemer for kompostering, både i åpne og mer lukka systemer. Haga påpeker at det er et problem at resultatene av utenlandsk forskning om kompostering ofte i liten grad er overførbare til norske forhold. Det skyldes forskjell i klima, utgangsmateriale og problemstillinger.

### 9.1. Komposteringsprosessen

#### 9.1.1. Biologiske faser

Ved kompostering blir organisk materiale som er blandet sammen brutt ned av levende organismer under tilgang på luft. En del av det organiske materialet brytes helt ned til karbondioksyd og vatn. Resten bygges inn i mikrobielt vev eller inngår i tungt nedbrytbare humusstoff. Det produseres

energi i form av varme. Når materialet er samlet i en haug, blir varmen tatt vare på. Dette gir en oppvarming av massen og en økt aktivitet av mikroorganismer, noe som får prosessen til å aksellerere. Forskjellige organismetyper vil dominere etter hvert som temperaturen stiger, pH forandres og materialet omsettes.

Det er vanlig å dele de ulike fasene i komposteringa inn i fire faser:

- 1) Mesofil fase
- 2) Termofil fase
- 3) Koloniseringsfase for mikro-, meso- og makro-fauna (avkjølingsfase)
- 4) Koloniseringsfase for rovmakro-markfauna (modningsfase)

I fersk fastgjødsel er det enorme mengder bakterier og sopper. I miljøet utenfor dyret er det andre mikroorganismer som tar over etter mikrofloraen inne i dyret.

I den mesofile fasen oppformerer mikroorganismer og temperaturen stiger fra 20 til 40 °C. Bakterier, sopper og aktinomycester utnytter det lett nedbrytbare materialet som nærings- og energikilde. Aktinomycester er en gruppe mikroorganismer som tilhører bakteriene, men vokser som en sopp med myceltråder.

Når temperaturen stiger over 40 - 45° C, tar de termofile mikroorganismene over og bryter ned lipider, fett, proteiner og cellulose etc. Mikroorganismene har størst tilvekst- og nedbrytingshastighet ved ca 50 °C. Ved 60 °C dør de termofile soppene og prosessen fortsettes av de sporedannende bakteriene og aktinomycester. Etter hvert begynner om-danninga å gå saktere, og komposten kjølnes.

I avkjølingsfasen blomstrer delvis den mesofile fasen opp igjen samtidig som markfaunaen begynner å kolonisere komposten. Et mangfold av organismer som protozoer, nematoder og hjuldyr lever delvis av mikroorganismer og delvis av selve kompostmaterialet. Meitemarker oppformerer seg. Dyrene deler opp materialet og gir det struktur. Komposten består nå først og fremst av lignin, humusprodukter og mikrobiell biomasse.

I modningsfasen går omdanninga saktere enn i forrige fase. Tusenbein, kortvinger, jordløpere og andre rov-insekter lever av den øvrige markfaunaen, og stoffer som har vært innebygd i disse organismene blir igjen brutt ned.

En karakteristisk temperaturutvikling i komposten er en rask oppvarming fra noen timer eller dager etter opplegging. Temperaturen kan gå opp i 70 °C og holde seg der en kortere periode. Deretter skjer det en langsom, kontinuerlig avkjøling som kan vare i noen måneder.

### 9.1.2. Massereduksjon

Organisk materiale som gjennomgår en fullstendig kompostering får en sterk massereduksjon. Avhengig av strømateriale har ulike undersøkelser gitt en massereduksjon ved kompostering på 30-50 % av massens vekt (Tveitnes, 1993, Kirchman, 1985). Forutsatt at komposten ikke har vært utsatt for utvasking, vil det på grunn av masse-tapet skje en konsentrering av de næringsstoffene som ikke tapes i gassform. Forventet utvikling i en slik komposthaug er at innholdet av stoffer som fosfor, kalium og magnesium vil øke, mens innholdet av nitrogen avhenger av hvor stort det gassformige tapet blir.

### 9.1.3. Lufttilgang og innhold av vatn

Optimalt innhold av vatn varierer med strukturen på kompostmaterialet. Grovt strømateriale vil gi mer luftvolum i komposten og den tåler derfor mer vatn. Flere kilder oppgir 30 - 50 % tørrstoffinnhold som ideelt ved kompostering. Fast gjødsel som har god struktur kan ha ned mot 20 -30 % tørrstoffinnhold i utgangspunktet ved kompostering. Nedbrytinga går raskest når det brukes finfordelt materiale. Dette gir mange kontaktflater for mikroorganismene, men kan hindre god nok gjennomlufting. Naturlig luftgjennomstrømming i en komposthaug er at frisk luft dras inn nedenfra når damp stiger opp fra toppen (skorsteinseffekt).

En praktisk måte å finne ut om kompostmaterialet har rett fuktighet er å presse sammen en håndfull av materialet. Hvis det såvidt kommer noen dråper mellom fingrene er det rett fuktighet.

### 9.1.4. C/N-forhold

Mikroorganismene bruker karbonforbindelsene i organisk materiale både som energikilde og som byggesteiner i sin egen tilvekst. Karbonet i det organiske materialet er mer eller mindre lett nedbrytbart for mikroorganismene. Vanlige karbonkilder kan graderes slik etter nedbrytbarhet (lettet nedbrytbart først): sukker - stivelse - fett - cellulose - lignin (Johansson, 1993).

Den delen av karbonet som går til energi, ca 60-80 %, oksyderes til karbondioksyd. Resten av karbonet går til oppbygging av biomasse og vil etter hvert som komposten modner inngå i humussubstanser.

Tilveksten av mikroorganismer er avhengig av nitrogen. Nitrogenet

kommer først og fremst fra nedbryting av proteiner i gjødsla og bindes biologisk i mikrobemassen (immobilisering). Det frigjøres igjen når døde mikroorganismer brytes ned (mineralisering).

Mikroorganismene bruker 25-30 deler C for hver del N. Et C/N-forhold rundt 30 er derfor nødvendig for å begrense faren for N-sløsing og N-tap til luft. Er det for lite karbon i forhold til nitrogen vil mikroorganismene bruke proteinet til energikilde. Dette vil også kunne skje om karbonet er tungt nedbrytbart. Da vil det frigjøres ammoniakk, og en mindre del av nitrogenet bygges inn i ny celledsubstans. Om C/N-tallet er svært høgt, hemmes mikrobeveksten og dermed omsetningshastigheten. Samtidig er det særlig i starten på komposteringsprosessen at det er viktig med god tilgang på karbon. Det er nødvendig for at nitrogenet fra ammoniakk/ammonium i gjødsla skal bygges inn i mikrobielt vev, og ikke tapes til luft.

C/N-tallet går ned etter hvert som komposten modner og vil normalt stabilisere seg på 10 - 12 i en moden kompost. Hvis det er mye tungt nedbrytbart karbon i kompostmaterialet, f.eks. hvis det er brukt sagflis som strømiddel, vil C/N-tallet stabiliseres på et mye høyere nivå.

Tabell 9.1: N-innhold (% av ts) og C/N-forhold i ulike organiske materialer (Johansson, 1993)

Materiale	Nitrogen (% av tørrstoff)	C/N-forhold
Urin	15 - 19	1
Fastgjødsel, storfe	2 - 3	15 - 20
Halm	0,4 - 0,6	80
Fersk sagspån	0,1	500

### 9.1.5. Tap av næringsstoffer fra kompost

Komposten bør dekkes til eller ligge under tak for å unngå utvasking med regn. Eksponeres den for regn vil det skje et stort næringsstofftap av vannløselige næringsstoffer som kalium og nitrat. Et problem med tildekking med plastpresenning er at det hindrer fordamping av vann fra komposten noe som lett fører til at det blir anaerobe forhold i materialet. Det blir derfor ofte anbefalt å bare dekke med halm i den første delen av komposteringsprosessen fordi det da kreves ekstra mye oksygen. Plastpresenningen kan legges på f.eks. etter 1,5 måned. Ved mye nedbør bør presenningen legges på før. Det finnes nå i handelen presenninger som er vanntette, men ikke gasstette. Disse kan ligge på under hele komposteringsprosessen.

Hvis vi forutsetter at det ikke skjer næringsstofftap gjennom overflateavrenning eller utvasking av komposten, står vi igjen med gassformig tap. Som for gjødsel ellers dreier dette seg hovedsakelig om ammoniakk. Tveitnes (1993) oppgir 10 - 30 % som et omtrentlig nitrogentap ved kompostering av fastgjødsel. C/N-forhold, strømiddel, fuktighetsforhold og hvor godt blanda strø og gjødsel er, ser ut til å være de viktigste faktorene for nitrogentap. Økt lufteksponering ved uttørring eller ved å snu kompostrankene øker nitrogentapet. Det er viktig å være oppmerksom på faren for uttørring i overflata av kompostranker som legges opp under tak. Uttørring bør unngås fordi det fører både til saktere omdanning og ammoniakk. Tap.

Mengde nitrogen i den ferdige komposten avtar med lagringstida. Komposten bør derfor ikke oppbevares lenger enn absolutt nødvendig, og bør

vanligvis brukes innen et halvt år etter opplegging.

#### 9.1.6. Disponering av komposten

Det er umulig å trekke sikre og entydige konklusjoner om betydningen av kompost som gjødsel- og jordforbedringsmiddel. Innhold og omdanningsgrad av komposten, jordart og planteslag er viktige faktorer for effekten. En uomdanna kompost kan føre til dårlig vekst på grunn av immobilisering av nitrogen i jorda og veksthemmende stoffer. På den andre sida kan en godt omdanna kompost ha lite nitrogen igjen, og derfor gi en svak gjødseffekt.

Umoden kompost inneholder patogener og plantegifter. Sogn Jord- og Hagebruksskule gjennomførte et dyrkingsforsøk med forskjellige komposter (Lundby, 1996). Fem komposter av ulik opprinnelse og modningsgrad og hvor husdyrgjødsel inngikk i to av kompostene, ble testet ut. De forskjellige kompostene ble tilført dyrkingsjord, og ulike landbruksvekster ble dyrket i dette vekstmediet. Etter 8 uker viste det seg at næringsopptaket varierte på de forskjellige kompostene og at dette ikke bare kunne skyldes tilgangen på næring, men innhold av patogener og plantegifter i umoden kompost.

Det er også mange positive effekter av kompost. I forhold til ubehandlet jord førte alle kompostene i det samme forsøket til økt rotmasse, bedre rotutvikling og bedre plantevekst. I tillegg hadde alle kompostene en hemmende effekt på jordboende plantesykdommer som rothalsråte og gråskimmel. Åkesson og Gustafsson (1993) oppgir flere referanser som beskriver at sopper og mikroorganismer i kompost kan ha en

antagonistisk effekt på sykdomsorganismer.

Agronomisk kompostkvalitet kan testes ut på en enkel måte ved karsetest. Lundby (1996) konkluderte med at en såkalt utvidet karsetest ga en god indikasjon på omsetningsgrad, hygienisk standard, innhold av plantegifter og lett løselig plantenæring. Standard karsetest brukes for å beskrive modningsgrad av kompost, i det moden kompost gir god spiring og vekst for karse. Ved standard karsetest høstes og veies avlinga etter seks dager. Ved utvidet karsetest fikk karsen vokse på komposten i seks uker, slik at den kunne observeres over tid. I kompost av god agronomisk kvalitet vil karseplantene vokse raskt, bli grønne og friske og med god smak. I dårlig omdanna kompost vil plantene spire dårlig, vise veksthemming, ugrasfrø vil spire og plantene kan få sykdommer. Den utvidete karsetesten viste seg å være mer egnet til å forutsi plantetrvsel enn kjemiske kompostanalyser.

Kompost med ulik grad av omdanning kan anbefales til ulike vekster alt etter næringskrav og følsomhet i forhold til veksthemmende stoffer. Ut i fra omdanningsgrad kan kompost betegnes som rå-kompost, halv-kompost og helkompost (Fog, 1988).

Råkompost har gjennomgått den termofile fasen (4 - 6 uker om sommeren, 6 - 10 uker om vinteren). Den skiller seg fra fersk gjødsel ved bedre lukt og at den er lettere å spre. Den passer til næringskrevende kulturer. Råkomposten kan inneholde skadelige stoffer for plantene. Den bør derfor moldes ned bare i øverste oksygenrike lag. Det er en fordel med et visst opphold i tid fra gjødsling til såing eller planting.

Halv-kompost har ligget 3 - 4 måneder og er godt egnet til de fleste kulturer, unntatt de mest sarte og mest gjødselkrevende.

Hel-kompost er moden kompost som har ligget 6 - 12 måneder. Under gode forhold er utgangsmaterialet fullstendig omdannet og ligner på jord. Hel-komposten er ikke særlig kraftig gjødsel, men inneholder mye stabil humus som fremmer jordstrukturen. Hel-komposten kan brukes til lite gjødselkrevende vekster, som gulrøtter, og sammen med torv som oppalsjord.

## 9.2. Praktisk gjennomføring av kompostering

### 9.2.1. Rankekompost

Hvor lang lagringstid en ønsker på komposten avgjør når på året og hvor ofte det legges opp kompost.

Når større mengder husdyrgjødsel skal komposteres er det vanlig å legge opp rankekomposter. Rankekompostene bør ikke gjøres større enn at det kan komme luft til i hele materialet. Det er vanlig å regne at den ikke bør være større enn 1,5 m høg og 2 - 2,5 m bred. Komposten kan legges opp med fastgjødselspreder. Gjødsel lastes opp i sprederen med frontlasteren på traktoren. Det anbefales å legge et lag med strø nederst der komposten legges opp. Avsig fra komposten vil suges opp i strøet, og hvis det er tjukt nok vil det bedre oksygentilgangen i komposten. Hvis det skal tilsettes strø under opplegging er det best å laste opp gjødselsprederen lagvis med gjødsel og kompost. Under avlesning fra sprederen vil da gjødsel og strø blandes. Det er likevel ikke lett å få til en like homogen blanding som når strøet tilsettes etter hvert i båsen.

### 9.2.2. Omstikking

For å få en mest mulig fullstendig nedbryting og hygienisering av komposten, er det nødvendig å stikke den om. Det vil si at den legges opp på nytt, slik at materialet blandes på nytt. Dermed er det større sjanse for at alt materialet komposteres. Uten omstikking er det ofte vanskelig å få en god temperaturøkning og omsetning spesielt av det ytterste sjiktet. Det kan også lett bli anaerobe, kompakte partier inne i komposten. Ulempen med omstikking er at den økte lufteksponeringa som dette medfører også vil gi økt ammoniakktap. Til omstikking brukes samme redskaper og maskiner som ved opplegging av komposten.

Ved kompostering med CMC-metoden hevdes det at nitrogentapet kan unngås hvis kompost med riktig sammensetning stikkes ofte nok om, slik at det ikke forekommer anaerobe forhold.

### 9.2.3. Kompostering av talle

Kompost av talle med mye strø, kan legges direkte opp i ranke med traktor og frontlaster. Bearbeiding av dette materialet gjennom en spredevalse kan gi stort ammoniakktap.

Når talle legges opp for rankekompostering, vil komposten gjennomgå de samme fire biologiske fasene som annen kompost. Ammoniakktapet kan bli stort de første ukene, spesielt dersom det er lavt C/N-forhold. I følge svenske forsøk bør talle med halm som strømiddel ligge i minst tre til fire måneder for å få en godt omsatt kompost (Karlsson og Jeppsson, 1995).



Forsøk med sauetalle har vist at den er godt egna til kompostering (Björdal og Haga, 1992). Kompostering av tallen gjør at den smuldrer lettere, og dermed blir lettere å spre jevnt og i små mengder.

#### 9.2.4. Tilsetninger i komposten

En blanding av gjødsel og strø inneholder et stort antall mikroorganismer. Det er ikke nødvendig å pode komposten med jord eller gammel kompost for å få i gang rask omsetning. Det har større betydning å optimere de faktorene som begrenser komposteringsprosessen enn å tilføre bakterier som allerede finnes eller ikke burde finnes der (Johansson, 1993).

Tilsetning av kalk påskynder nedbrytinga av organisk materiale, men det blir mer ammoniakktap på grunn av pH-økninga. Det må derfor frarådes å tilføre kalk i komposten.

I det biodynamiske jordbruket blir komposten tilsatt preparater som er laget av ulike planter. Det finnes seks ulike gjødselpreparater. De tilsettes punktvis til gjødsel, oftest i forbindelse med opplegging av kompost, men kan også tilsettes i talle, blautgjødsel og urin. Disse brukes i kombinasjon med to preparater som sprøytes direkte på jorda og som er framstilt av henholdsvis kugjødsel og kvarts. Preparatene skal virke regulerende på det kjemiske forløpet under komposteringen og forbedre kompostens verdi som plantenæring. Forsøk har vist at en slik preparering kan bedre produksjonsevnen i jorda og gi en bedre produktkvalitet hos plantene (Granstedt 1996).

Ved opplegging av kompost etter biodynamisk metode legges det også vekt på at komposten skal ha direkte

kontakt med jord, og ikke f.eks. legges på en betongplattning.

#### 9.2.5. Lagvis kompostering

Noen ønsker å avslutte komposteringa før komposteringsprosessen er gått helt ut. Teorien er at slik gjødsel vil gi mer energi og biologisk aktivitet i jorda og ha mer næringsstoffer igjen. Lagvis kompostering er en slik metode. Da legges det ut nye lag med gjødsel og strø, slik at det blir anaerobe forhold i den halvferdige komposten som ligger under. Slik kan det legges ut flere lag i løpet av vinteren. Det nye laget vil få varme fra komposten under, slik at komposteringa kommer raskt i gang. Det vil dermed ikke være problem å legge opp kompost selv om ute-temperaturen er lav. En annen fordel er at metoden er plassbesparende. Det er uvisst hvor stort nitrogentap denne metoden gir. Dette burde undersøkes.

#### 9.2.6. Kompostering av fast husdyrgjødsel med CMC-metoden

I forbindelse med en økende interesse for kompostering av organisk avfall, er det flere steder i Norge i gang forsøk med kompostering etter CMC-metoden. Sandbakken (1993) har beskrevet metoden i en rapport fra en studietur. CMC står for Controlled Microbial Composting (kontrollert mikrobiell kompostering). Metoden er utviklet av Siegfried og Uta Lübke i Østerrike. Det teoretiske grunnlaget er utviklet av en amerikansk mikrobiolog, dr. E. Pfeiffer. CMC-metoden skiller seg fra vanlig kompostering ved at kompostmaterialet stikkes om ofte for å få god lufttilgang. Dette gjøres for å forhindre at det skal forekomme anaerobe prosesser. Ved hjelp av en spesiell vendemaskin som er utviklet for metoden er det mulig å kompostere større mengder organisk materiale. Komposteringsprosessen

følges nøye med målinger, først og fremst temperatur og CO<sub>2</sub>-innhold.

Hvor ofte komposten skal vendes bestemmes ut fra målingene. Et vanlig vendeskjema vil være: En til to vendinger pr dag den første uka. Neste uke vending annenhver dag, tredje uke vending hver tredje dag og fra fjerde uke vending en gang i uka. Etter seks uker skal massen være ferdig kompostert. Det ferdige produktet skal da være fullstendig kompost som kan brukes til gjødsling og jordforbedring.

Metoden kan brukes til å lage kompost av organisk avfall av ulike opprinnelse. Når komposten legges opp, bør en ta hensyn til C/N-forhold og vanninnhold som ellers ved kompostering.

Undersøkelser av ammoniakktap ved vanlig kompostering har vist at hver omstikking øker tapet. Av spørsmål som er av interesse i forbindelse med CMC-metoden er hvor mye nitrogen som tapes. Et annet spørsmål er hvor mye arbeidstid og energiforbruk som går med for å legge kompost etter denne metoden.

Sammenlignende forsøk kan gi svar på hvilken komposteringsmetode som er best. Pr i dag har vi ikke nok kunnskap til å gi eksakte råd om dette.

## 10. Spredning av land og fast husdyrgjødsel

### 10.1. Ammoniakk-tap etter spredning

#### 10.1.1. Fast gjødsel

Den lett løselige næringa som er tatt vare på gjennom lagringsperioden er utsatt for tap under spredning. En kan vanligvis regne med at 25 % av totalnitrogenet i lagret fastgjødsel foreligger som ammoniumnitrogen (Lundin, 1988). Det er dette nitrogenet som er mest utsatt for tap ved spredning. Dersom det er brukt mye strø med lett tilgjengelig karbon vil en større andel av nitrogenet være organisk bundet. Rask nedmolding etter spredning reduserer tapet. Så snart gjødsla får god kontakt med jordpartiklene blir videre ammoniakk-tap svært begrenset. Ved breispredning av gjødsel på eng har en ikke denne muligheten. Ved slik gjødsling er det særlig viktig å ta hensyn til været. Tørr luft, sol, varme og høy lufthastighet er mest ugunstig, og kan føre til at en stor del av ammoniumnitrogenet går tapt.

Det meste av forskning på husdyrgjødsel innen konvensjonelt landbruk dreier seg i dag om å unngå forurensing, spesielt gassformig ammoniakk-tap. Problemet søkes løst ved å unngå at gjødsla blir lufteksponert. Det anbefales derfor å lagre gjødsla anaerobt og unngå kompostering (Kirchmann et al., 1996). For spredning er det utviklet maskiner som kan felle gjødsla direkte ned i jorda. Ved å etterligne et lukket system, skal ikke ammoniakken unnslippe til atmosfæren.

Dette er logisk ut fra en tankegang om at plantegjødsling utelukkende er et spørsmål om kjemi. Resonnementet avviker fra økologisk helhetstankegang på to vesentlige punkter: Plantenes næringsopptak er et spørsmål om kjemi og en kompleks biologi i samspillet mellom gjødsel, jord og planter. Dessuten kan plantedyrking på friland aldri bli et lukket system. Om plantene skal ha nytte av gjødsel som felles ned i jorda, vil uansett avhenge av god jordstruktur og høy biologisk aktivitet. Hvis ikke, kan næringsstoffene vaskes ut eller gå tapt som gass, bla ved denitrifikasjon. Nitrogenforurensinga forskyves da fra ammoniakk-tap til nitrat og nitrogenoksider. Direkte nedfelling av gjødsel i jord er derfor ingen sikker oppskrift på at den kommer plantene til gode.

#### 10.1.2. Land

De samme prinsippene for ammoniakk-tap gjelder også for spredning av urin, men her er mulighetene for tap mye større siden det meste av nitrogenet (ca 90 %) foreligger som ammoniumnitrogen. I forsøk på New Zealand ble det målt ammoniakk-tap fra beiter som var gjødslet med urin. I varmt vær ble nitrogentapet målt opp til 66 % av totalnitrogen, mens det under kalde og fuktige forhold stoppet ved 6 - 16 % (Ball et al. 1984, ref. av Lundin, 1988). Det var imidlertid gjødslet med urinmengder som tilsvarte 30 - 60 kg N/daa. Så store mengder er det verken ønskelig eller aktuelt å bruke i økologisk landbruk. Ved mindre urinmengder vil en større andel av nitrogenet bli tatt opp av plantene, bl.a. som ammoniakkopptak direkte gjennom spalteåpningene i bladene (Lundin, 1988, Claesson og Steineck, 1991). Når veksten har kommet skikkelig i gang om våren vil det være større bladmasse, og dermed større ammoniakkopptak

gjennom bladene enn om landet blir spredd før veksten har tatt til.

Ved institutt for tekniske fag på NLH er det målt ammoniakktap etter tilførsel av ulike husdyrgjødselstyper og ulike tilføringsteknikker (Morken, 1992). De ulike storfegjødselstypene var blautgjødsel, våtkompostert, separert, bentonittbehandlet og urindrenert storfegjødsel. Mens blautgjødsel og våtkompostert gjødsel ga svært høye tapstall, kom land best ut med tap på under 15 %. Den mest nærliggende forklaring er den gode infiltrasjonsevnen land har på grunn av det lave tørrstoffinnholdet.

## 10.2. Spredestyr

Overgangen fra manuell til maskinell spredning av husdyrgjødsel har forandret en av de tyngste arbeidsoperasjonene på en gard. Få maskiner har medført så store arbeidsbesparelser. Forskjellen i mekaniseringsgrad er allikevel stor. Mye av utstyret er trolig utviklet mer med tanke på tidsbruk og effektivitet enn hensynet til biologien og det som skal vokse i hjulsporene til gjødselvogna.

En ulempe ved skilt lagra husdyrgjødsel er at det kreves utstyr til spredning både av den faste og flytende fraksjonen. Valg av spredestyr vil ofte være et økonomisk spørsmål. Maskinsamarbeid i forbindelse med utstyr til gjødsel-spredning burde være svært aktuelt. Ved siden av dette hensynet bør spredestyr ideelt sett velges ut fra lokale forhold som jordart, topografi og arrondering på den enkelte gard.

### 10.2.1. Spredning av land

Siden land har et høgt nitrogeninnhold er jevn spredning viktig for gjødsel-effekten. Landet bør blandes ut med

vatn, og kan da transporteres gjennom rør og slanger. En unngår pakking, og kan gjødsle når jorda er våt. Dette er langt å foretrekke framfor spredning med tankvogn.

### 10.2.2. Spredning av fast gjødsel

I svenske JTI-meddelande nr 428 er et utvalg av de vanligste fastgjødsel-sprederne beskrevet (Andersson, 1990). Heftet inneholder også en rekke tips om opplasting og kjøring, både for å få til mest mulig jevn spredning og unngå unødig kjøring.

De lastbærende fastgjødselsprederne er inndelt i to grupper; kombivogner og fastgjødselspredere. Tradisjonelle fastgjødselspredere har lasterommet plassert mellom hjula, oftest av-smalnende ned mot et frammatings-system. Matesystemet kan være skrumating eller hydraulisk system med plate som skyver gjødsel mot spredeorganet.

Kombivognene, som også brukes til andre arbeidsoperasjoner, som grashøsting og kalkspredning, har lasteplanet over hjula. Det er dermed større bredde til lasset, men sprede-bredden er oftest smalere. Frammatingsystemet er oftest en bunntransportør.

I tillegg blir gjødselskuffe med spredeorgan eller gjødselskuffe og en ikke lastbærende spreder brukt en del på små arealer. Generelt fører disse til mye kjøring og ujevn spredning.

Spredesystemene kan deles inn i fire typer (Andersson, 1990):

I. Spredevalser (horisontale eller vertikale) er vanlig brukt både i kombivogner og gjødselspredere.

II. Rivevalser og spredevinger består av en horisontal valse som deler opp gjødsla over et "spredbord" (svensk fabrikat).

III. Spredetallerkener er ofte kombinert med skruutmating på tradisjonelle gjødselspredere. De kan også være kombinert med spredevalser for å gi en bedre finfordeling og større spredebredde (to-momentspredere).

IV. På kastehjulsspredere blir gjødsla matet inn i et spredeorgan som slynger gjødsla ut til den ene sida

Et problem med fastgjødselspredere er ujevn spredning. Spredjevnhet er i høy grad avhengig av gjødselas egenskaper, som konsistens og tørrstoffinnhold (Rohde et al., 1995). Oftest er problemet størst i lengderetningen, altså mengde gjødsel spredd pr tidsenhet. Når gjødsla lastes opp i vogna vil det bli en topp midt på lasset. Ved spredning med vogn med bunntransportør vil det mates ut mindre gjødsel i begynnelsen og slutten av lasset. Bare når midten av lasset spres ut, er det full mating. Dette kan kompenseres ved at det kjøres saktere ved begynnelsen og slutten av spredninga. Forskjellen blir mye større ved spredning av store gjødselmengder pr daa enn små.

Når utmatinga skjer ved hjelp av hydraulisk drevne sylindere som skyver en lem, komprimeres lasset. Avlastingsforløpet vil bli ujevnt selv om oljetilførselen er konstant. Det vil bli mindre utmating i begynnelsen av lasset. Sylinderen med størst diameter trer først i funksjon, og det krever mest olje for å flytte den en viss lengde. Føreren må kompensere for dette ved å strupe igjen oljetilførselen etter skjønn.

Vogner med skrumating fordeler gjødsla ganske jevnt langs kjøreretninga

forutsatt at den ikke er for fast. Da kan utmatinga bli ukontrollert ved at det danner seg tunnel rundt skruen. Det finnes ekstraustyr som kan installeres i vogna for å forhindre dette, men selv med disse kan det bli driftsproblemer hvis gjødsla er svært fast.

Jevn spredning i bredden er avhengig av riktig avstand mellom kjøringene. Det vil være en erfaringssak hvor mye overlapping det må være mellom kjøringene for å få jevn spredning. Arbeidsbredden varierer sterkt med gjødselkonsistensen. I forhold til spredevalser vil spredetallerkener og spredevinger gi omtrent dobbel arbeidsbredde.

For kastehjulsspredere vil arbeidsbredden og symmetrien i spredningsbildet være sterkt avhengig av konsistensen på gjødsla.

Rohde et al. (1995) har i et treårig dyrkingsforsøk i Sverige studert effektene av fast- og kletgjødsel spredd på eng med ulike fastgjødselspredere. Det ble benyttet to spredningsteknikker for fastgjødsel og to for kletgjødsel. Disse kan deles inn etter to ulike arbeidsprinsipper; en- og tomomentspredning. Ved enmomentspredning skjer oppdeling og utspredning med ett og samme arbeidsorgan, mens det ved tomomentspredning først skjer en oppdeling, feks med en rive-valse som deretter fører gjødsla over til et spredeorgan, feks spredetallerkener. Hypotesen var at tomomentsprederen ville gi en bedre finfordeling av gjødsla og at dette igjen ville påvirke avling og silokvalitet. Gjødselmengdene i dette forsøket var 2,5 og 4,0 tonn/daa. I dette forsøket var forskjellene i sprederesultat for en- og tomomentsspredere så små at det ikke ga utslag verken i avling eller silokvalitet. Selv om det ekstra utstyret ga en bedre spredning, var ikke

forskjellen avgjørende for avlingsresultatet.

Det er viktig å legge opp kjøringa slik at det blir minst mulig tomkjøring på jordet. Ekstra innkjørsler til jordet kan ofte redusere kjøringa betraktelig, og kanskje bidra til å unngå kjøring i motbakke. Behovet for drakraft øker med en prosent for hver prosent motbakke. På sprederer der gjødsla føres bakover under avlastning, vil tyngdepunktet flytte seg bakover på sprederen. Når halve lasset er tømt vil tyngden bak på vogna føre til ei kraft oppover ved draget på traktoren. Dette kan gi problemer med framkommeligheten, spesielt for tohjulsdrevne traktorer. Kjøring med halvtom spreder kan derfor gi større problemer i motbakke enn full spreder.

Kasthjulsprederer har flere fordeler og viser seg å være et godt alternativ på mange brattlendte bruk. Erfaringen er at kasthjulsprederne kan finfordele og spre fastgjødsla av ulik konsistens. Det går fint an å spre små mengder. Det finnes kasthjulsprederer som kan monteres på lasteplanet til transportere. Gjødslenspredninga kan dermed foregå i temmelig brattlendt terreng. I tillegg kan gjødsla spres inntil ca 10 m fra vei, og dermed kan en gjødsla bratte skråninger, ujevne og steinete områder som tidligere ikke kunne gjødslas maskinelt. Kasthjulsprederne er dyre i innkjøp, men det er en maskin som burde egne seg godt for maskinsamarbeid.

En mest mulig nøktern mekanisering er viktig for økonomien i gardsdrifta. Det er derfor viktig å vektlegge de faktorene som betyr mest for avlingsresultatet. Det kan f.eks. være riktigere å investere i bedre hjulutrustning for å unngå pakkeskade, enn å investere i en maskin som sprer helt jevnt.

### **10.2.3. Jordpakking ved gjødslenspredning**

Spredning av husdyrgjødsel skjer ofte i ei tid da jorda er spesielt utsatt for pakkingskader. Resultatet kan bli reduksjon i jordas porevolum, dårligere oksygenforhold, lavere biologisk aktivitet, dårligere rotutvikling og mindre tilgjengelige plantenæringsstoffer. Dette vil få spesielt store konsekvenser i økologisk landbruk, siden det ikke er mulig å kompensere for manglende biologiske funksjoner i jorda med å tilføre handelsgjødsel.

Avlingsnedgang som følge av traktorkjøring kan skyldes en kombinasjon av jordpakking og direkte skade på plantene. NORSØK undersøkte i et tre-årig dyrkingsforsøk på eng effekten av kjørelastning med en tre tonns traktor kjørt hjul i hjul. Det ble kjørt en gang om våren, to ganger etter første slått og en gang etter andre slått, for å etterligne belastninga ved gjødsling og slått. På rutene som var påført kjørelastning ble det registrert gjennomsnittlig 8 % lavere avling. Reduksjonen var ikke statistisk sikker. Siden nedgangen her var såpass liten, ble den tolket som et resultat først og fremst av direkte kjøreskade på plantene. Det ble forklart med at kjørelastninga ble utført under tørre jordforhold, på godt drenert jord og jord med høyt næringsinnhold. Det ble dessuten kjørt med lavt lufttrykk i dekk. I dette forsøket hadde kjørelastninga liten innvirkning på plantenes opptak av næring. Pakking ga derimot en kraftig avlingsreduksjon for potet (Fjeld, 1994). Totalavlinga gikk ned fra 2280 til 1430 kg poteter pr daa som følge av kjørelastning. Salgsavlinga ble redusert fra 1900 til 1170 kg pr daa (38%).

En klar negativ effekt av jordpakking er demonstrert i et annet forsøk på Nordmøre.

Hansen (1996) undersøkte effekten av kjørebelastning i et dyrkingsforsøk på siltig sand. Forsøket gikk over fem år pluss et ettervirkningsår. Vekstskiftet var grønnfôr første året, bygg andre året og tre år med eng. Kjørebelastningen var en tre tonns traktor som ble kjørt hjul i hjul en gang i våronna og to ganger etter hver høsting.

Avlingsnedgangen som skyldtes jordpakking var spesielt stor ved tilføring av små gjødselmengder. Her ble det registrert 32 % mindre engavling. En økning i gjødselmengde fra 93 til 127 kg total-N pr ha økte avlingene bare med 12 %. Pakkinga resulterte i nedgang i luftfylt porevolum og mengde meitemark.

Konklusjonen er at ved omlegging til økologisk landbruk på gardsbruk med pakkesvak jord, er det viktigere å unngå unødig pakking av jorda enn å tilføre mer gjødsel.

### **10.3. Spredetidspunkt**

Ved spredning av urin om høsten er det stor fare for nitratutvasking (se kap. 14.4.1). I danske tolvårige forsøk ble avlingsmengdene halvert ved høstspredning av urin i forhold til vårspredning (Lundin, 1988). Det kan neppe være tvil om at gjødselspredning om høsten gir fare for utvasking og dermed dårligere utnytting av plantenæringsstoffene enn vårgjødsling. Dette gjelder særlig der det er relativt milde vintre med en del regn og bar mark, det vil si langs hele kysten.

Gjødsling med 3 tonn fast storfe-gjødsel til eng ga klart størst høyavling etter vårgjødsling i forhold til høstgjødsling i

en forsøks-serie på Fureneset, altså i typisk kystklima (Steine, 1963).

I svenske forsøk er gjødseleffekten av fastgjødsel og urin fra storfe ved ulike spredetidspunkt målt. De spredetidspunktene som ga best avling var fastgjødsel om høsten og urin om våren, eller både fastgjødsel og urin om våren. Fastgjødsel og urin etter førsteslått ga dårligst avling (Olsson og Persson, 1988 ref. av Rohde et al., 1995).

Forsøk fra Vestlandet ga et annet resultat (Ringstad, 1993). Her ble netto-utnyttinga av nitrogenet i husdyrgjødsel brukt til eng sammenlignet for ulikt behandla storfegjødsel. De ulike gjødseltypene var våt og tørr fraksjon etter separering, land og fast gjødsel, våtkompostert blautgjødsel og ubehandla blautgjødsel.

Nitrogenutnyttinga for alle behandlingsmåtene ble bedre i andre slått enn i første slått. Størst økning ble det for de faste fraksjonene. I andre slått ble utnyttinga av nitrogenet like god for fast husdyrgjødsel som for land. Resultatet stemmer godt overens med erfaringer mange bønder på Vestlandet har. En teori kan være at den biologiske aktiviteten i jorda er størst om sommeren og at de levende organismene raskt tar hånd om gjødsla og gjør næringsstoffene plantetilgjengelige.

Været i tida etter gjødsling er den viktigste forklaringa på ulik virkning av husdyrgjødsel. Spesielt gjelder dette ved spredning på eng, når gjødsla ikke skal nedmoldes.

### **10.4. Husdyrgjødsel på eng og beitemark**

Ved skilt lagra husdyrgjødsel kan en i praksis regne med at minst 70 % av gjødsla havner i den faste fraksjonen og bare 30 % i landkummen. På mange

bruk med lite åpenåkerareal vil det derfor være nødvendig å spre en del av fastgjødsla på eng. Det viser seg at dette kan skape problemer med kvaliteten på fôret når det brukes til silo. I svenske forsøk resulterte spredning av 2,5 tonn fast gjødsel på eng silo av dårlig kvalitet (Rohde et al., 1995). Ved spredning av fastgjødsla ble det en del større og mindre klumper som fulgte med graset inn i siloen. Gjødsla inneholder en mengde organismer som kan påvirke gjæringa i siloen på en uheldig måte, slik som feks enterobakterier, klostridier og *Bacillus*. Gjødsla vil også påvirke bufferkapasiteten i siloen slik at det kreves mer melkesyre for å senke pH (Rammer 1993, ref i Rohde et al., 1995). I forsøket til Rohde et al. (1995) ble halvparten av rutene vatnet etter gjødslingspredning. Dette hadde ingen effekt verken på avkastning eller silokvalitet.

En grunn til at gjødslingsklumpene ikke brytes ned, kan være for lite liv i jorda. I ei jord med mye meitemark og aktivt mikroliv vil trolig de levende organismene i større grad ta hånd om gjødslingsklumpene. Det kan være forklaringa på at noen økologiske bønder har erfart at gjødslingsklumpene forsvinner før graset skal høstes, spesielt ved spredning på enga etter førstslåten. På den tida er det god jordvarme og høg biologisk aktivitet.

Etter spredning av fast husdyrgjødsel på eng har noen god erfaring med å kjøre over enga med ugrasharv eller moseharv. På den måten kan klumper bli dratt ut og gjødsla få bedre kontakt med jord. Ulempen er at det blir ekstra kjøring og dermed fare for jordpakking og skade på plantedekket.

Det er utviklet en teknikk for bandspredning og direkte nedmolding av blautgjødsla på eng. Dette minsker

risikoen for dårlig silokvalitet og tenderer også til å gi høyere avling sammenlignet med breispredning av gjødsla (Rohde og Salomon, 1992). Rohde et al (1995) har testet et nedmoldingsaggregat av nederlandsk fabrikat, Holaras-aggregatet, for å prøve ut evnen til å spre gjødsla med ulik konsistens. Hensikten var å kunne dosere og nedmolde fastgjødsla og "kletgjødsla" i samme operasjon. Aggregatet ble prøvd ut med "kletgjødsla" fra mjølkekyr og halmrik fastgjødsla fra svin. Det viste seg å ha en dårlig effekt i forhold til disse gjødslings-typene. Forfatterne konkluderer med at det både ut i fra litteratur og egen test viser seg å være vanskelig å utvikle en teknikk som bandspre eller direkte nedmolder fast- og kletgjødsla. En rekke undersøkelser viser at storfe foretrekker mineralgjødsla beiter framfor beiter gjødsla med blautgjødsla fra storfe (Tjelflaat, 1995). En serie forsøk gjennomført i Rogaland i årene 1988-93 bekrefter disse resultatene. Gjødslings med våtkompostert gjødsla ga det samme resultatet. Sau reagerte mindre negativt på beiter gjødsla med storfegjødsel. Når graset var gjødsla bare med urin, ga det en tendens til bedre avbeiting med storfe enn ved gjødslings med blautgjødsla. Fast storfegjødsel var ikke med i denne forsøksserien.

Noen økologiske sauebønder har god erfaring med å slippe sau på beiter som er gjødsla med kompostert sauegjødsla. Kompostering av fast storfegjødsel kan også være en interessant metode i forbindelse med gjødslings av beiter.

Når husdyr, og spesielt storfe, beiter på innmark må en regne med at en god del av graset som ligger nær gjødsla-rukene blir vraket. I en irsk undersøkelse med storfe var 5 % av arealet dekt av gjødsla-ruker og 15 % av arealet rundt



rukene ble vraket. Siden også tilveksten av gras var størst på disse arealene, viste det seg at så mye som 44 % av tørrstoffavlinga ble vraket. Sauer beiter i større grad rundt storfe-rukene. På sambeiting med storfe og sau blir det derfor mindre vraking av beiteplantene

rundt gjødsel-rukene. Dette resulterer i bedre utnyttelse av beitene og bedre og jevnere gjenvekst (Garmo, 1994).

## 11. Spredning av ugrasfrø

Ugraskontroll er et velkjent problem på mange økologiske bruk. Erfaringen er at frø kan overleve både siloen, dyrevomma og gjødselkjelleren, og bli spredd ut igjen sammen med gjødsla. I praksis vil det ofte være umulig å si om spirende ugras kommer fra jordas frøbank eller via husdyrgjødsla. Det er likevel grunn til å anta at det kan finnes mye spiredyktig frø i lagra (ukompostert) fast gjødsl. Når gjødsla spres om våren vil i alle fall den ferskeste gjødsla kunne inneholde slikt frø. Enkelte ugras har et enormt spredningspotensiale gjennom frø. Ei enkelt høymoleplante kan f.eks. ha fra under 100 til 60 000 frø (Foster, 1989). Selv om bare den ferskeste gjødsla inneholder spiredyktig frø, vil dette kunne utgjøre et stort ugrasproblem. Førbehandling og høstetid vil ha betydning for hvor stor frømengde det i utgangspunktet kommer i gjødsla. I seint slått høy vil det oftest være mye ugrasfrø. God melkesyregjæring i siloen vil drepe det aller meste frøet i løpet av to til tre mnd. Frøa vil overleve lenger der det er dårlig gjæring, for eksempel langs kanten på rundballer eller i silo.

Frø fra de forskjellige ugrasartene har ulik overlevelsessevne i gjødsl. Av følgende tre problemugras i eng er høymolefrø mest resistent, tunrapp noe mindre resistent, mens knereverumpe raskt går ut ved lagring i gjødsl (Synnes, pers medd). Ved Statens Plantevern ble det undersøkt mengde spiredyktig frø i lagra blautgjødsl. Resultatene er relevante også for fastgjødsl med lavt tørrstoffinnhold. Ved vanlig vinterlagring (ca 5 °C i gjødsla) var det svært lite spiredyktig frø igjen etter 5 mnd. Unntaket var på toppen av gjødslageret, hvor det viste seg at frø kunne overleve på skorpa.

I heftet "Smittar komposten" er det referert til flere utenlandske undersøkelser av overlevelsessevnen til ugrasfrø i kompost (Åkesson og Gustafsson, 1993). Ved siden av temperatur og tid, er høy fuktighet, giftstoff i kompostekstrakt og visse sopper er nevnt som viktige faktorer for at ugrasfrø mister spireevnen i kompost. Det er vist at vannløselige stoffer i komposten, som eddiksyre, ødelegger spireevnen hos ugrasfrø. Det er derfor ikke bare varmebehandlinga som gjør at ugrasfrøene dør under kompostering.

Ved oppvarming uten kompostering, dør de aller fleste frø etter en dag ved 70 °C. I gjødsl som er gjennomkompostert, kan en regne med ubetydelig med spiredyktige ugrasfrø.

## 12. Smittefare

I økologisk landbruk baseres husdyrføringa først og fremst på egenprodusert fôr. På et økologisk gardsbruk vil det derfor være et betydelig lavere dyretall pr dekar dyrkajord enn det som er vanlig i konvensjonelt landbruk. I tillegg er det ofte flere dyreslag på økologiske gardsbruk, og mange av de vanligste sjukdomsorganismene er spesifikke for det enkelte dyreslag. Mange økologiske bruk øker grovfôrgrunnlaget sitt med å ta i bruk utmarksressurser til beiting. Når dyra går i utmarka og høster inn ressursene fra store arealer, er smittepresset fra husdyrgjødsel lavt. Disse forholda skulle tilsi at et økologisk bruk i utgangspunktet er gunstig stilt i forhold til smittepress.

Likevel vil det alltid være en viss fare for at husdyr kan få i seg sjukdomsorganismer ved beiting på gras som er tilskitna med husdyrgjødsel, eller gjennom fôr som har vært gjødsel med husdyrgjødsel. Det kan dreie seg om egg eller larver av innvollsorm, encella parasitter eller sjukdomsfremkallende bakterier og virus. Det er oftest det kjønnsmodne stadiet i parasittsyklusen som holder til i tarmen. Egg og oocyster skilles ut med avføringa, og kan ha lang overlevelsestid i naturen. Nesten alle beitedyr er infisert med løpeorm, og et stort antall dyr angripes av lungeorm og leverikter.

Den sikreste hygienisering av gjødsel vil en oppnå gjennom kompostering. Ved 50 °C er gjødsel fra drøvtyggere fri for parasittmitte innen tre dager. Egg av storfeparasitter blir drept innen 4 - 7 dager ved 35 - 40 °C. Egg av innvollsorm fra storfe er død etter ca 7 dager ved 30 °C (Helle, 1993). Det er en

kombinasjon av temperatur og utvikling av ammoniakk som dreper parasittegga. I de fleste fastgjødsellager vil gjødsel være såpass blaut at det ikke kommer i gang spontan kompostering og temperaturheving. Det kan likevel bli såpass stor ammoniakkutvikling at en reduserer parasittsmitten mer enn i et blautgjødsellager.

I talle som fungerer, dvs hvor det tilsettes nok strø, vil parasittorganismene bli drept. Dette gjelder både storfe- og småfetalte.

Spredning av gjødsel om våren kan gi rask utvikling av parasittmitte når det er varmt og fuktig vær, mens uttørking vil drepe mange parasittorganismer. Dersom graset skal tørkes til høy, er det ikke fare for smitteoverføring. I silofôr vil egg fra innvollsorm hos storfe og sau være døde etter ca tre uker. Slik smitte vil derfor heller ikke være særlig stor fra silofôr. Det er fra føring med ferskt gras fra husdyrgjødsel arealer, der gjødsel er lagra anaerobt, at faren for parasittmitte er størst. Dyra vil også kunne få i seg smitte gjennom beiting, men når dyra har valget, vil de stort sett unngå å ete på gras som er tilskitna med gjødsel. Parasitter på beite er oftest størst problem for ungdyr. Dyra opparbeider ofte immunitet mot parasittene når de blir eldre. En må regne med at beiter som blir brukt hvert år er nedsmitta. Det lønner seg å ha minst to adskilte arealer til kalvegarde, slik at det er kalver på samme arealet bare annet hvert år. På den måten kan en redusere smittepresset. Vekselbeite med andre dyreslag som har andre parasitter er ideelt.

Sambeiting med storfe og sau kan ofte redusere mage-tarm-parasitter hos sauene. Best resultat er likevel oppnådd ved opphold i beiting med et av

dyreslaga med noen års mellomrom (Garmo, 1994).

I småfeholdet er listeriabakterien, som fremkaller hjernehinnebetennelse, vanlig i gjødsla. Bakterien kan overleve lenge ute, og kan også formere seg i dårlig silo. Småfe kan derfor smittes gjennom silo fra grasarealer som er gjødsla med ukompostert småfegjødsel.

På grunn av smittefaren blir det vanligvis ikke tilrådd å slippe dyr på areal som har vært gjødsla med husdyrgjødsel den første måneden etter gjødsling. Selv med den fristen kan en ikke være sikker på at alt smittesstoff er dødt (Helle, 1993).

### 13. Forsøk med ulikt behandla storfegjødsel

Norsk senter for økologisk landbruk har gjennomført to serier med dyrkingsforsøk hvor det er gjødslet med ulike storfegjødseltyper (Fjeld, 1994 og Fjeld og Myhr, 1994). All gjødsla kom fra samme besetning. I den ene forsøks-serien ble det gjødsla på eng og i den andre var det åpen åker med grønnfôr det ene året og poteter det andre året. Ulik kjørelastning ble tatt med i forsøksplanene for å undersøke virkninga av ulike storfegjødseltyper i kombinasjon med kjørelastning.

Gjødselledda var: ugjødsla, blautgjødsel (sams lagra urin og fastgjødsel), gylle (blautgjødsel fortynna 1:1 med vatn), våtkompost (våtkompostert blautgjødsel), vanntynna våtkompost (våtkompostert blautgjødsel fortynna 1:1 med vatn), fastgjødsel (enten fersk eller kompostert) om våren og urin (vanntynna 1:2) etter 1.slått og urin (vanntynna 1:2).

Gjødselmengdene ble beregnet ut fra at det skulle tilføres like mye fosfor på alle rutene. Forsøket på eng gikk over tre år og på åpenåker over to år.

For begge forsøksseriene hadde ulik gjødselbehandling lite innvirkning på total tørrstoffavling. Forsøkene lå på jord med høyt næringsinnhold. De relativt små gjødselmengdene har gitt liten effekt på avlingsnivået både når det gjelder eng og åpenåkervekster. Ved langvarige forsøk med ulike husdyrgjødseltyper vil trolig effekten av husdyrgjødseltypenes innvirkning på jordfysiske og -kjemiske forhold gi avlingsutslag. Såpass kortvarige forsøk vil ikke få fram langtidseffekter eller

eventuelt ettervirkning av de ulike gjødseltypene.

Det er likevel verd å merke seg at fastgjødsel og kompostert fastgjødsel i alle engåra ga negativ avlingspåvirkning til første slått, i forhold til ugjødsla eng. Dette forklares med en immobilisering av nitrogen tidlig i vekstsesongen. Rutene som var gjødsla med fastgjødsel eller kompost om våren og urin etter 1.slått ga noe høyere avling i 2.slått enn rutene som bare var gjødsla med urin. Dette tyder på at fastgjødsel og kompostert fastgjødsel ga seinere virkning enn de andre gjødseltypene. En lignende tendens ble observert i grønnfôr- og potetfeltet.

I et femårig dyrkingsforsøk i Surnadal, (Hansen, 1996), ble det heller ikke funnet sikkert avlingsutslag av ulik behandling av storfegjødsel. Det ble også her registrert seinere virkning av fast gjødsel. Først etter en netto mineralisering av organisk bundet nitrogen er det plantetilgjengelig. Det var derfor trolig en ettervirkning av fast gjødsel tilført i åpen åker til grønnfôr og bygg som kombinert med rasktvirkende lettflytende del til eng, ga høyere engavling. Etter fem års forsøk ble avlingene registrert det sjette året, ettervirkningsåret. NPK-gjødsla ruter ga lavere engavling enn alle de husdyrgjødsla rutene og også de ugjødsla kontroll-rutene.

Kompostering av husdyrgjødsla er både plass- og arbeidskrevende. Om det er bryet verdt å ta arbeidet med å legge opp kompost må vurderes av den enkelte bonde. Ott (1986) oppsummerer et femårig sveitsisk forsøk med storfegjødsel med ulik komposteringsgrad, med at hver enkelt bonde må utvikle sin egen gjødselstrategi. Jord- og plantesystemet vil reagere forskjellig på ulikt omdanna gjødsel avhengig av

klima, jordas tekstur, struktur og vekstskifte. Fra et agronomisk synspunkt kan det være riktig å kompostere bare deler av gjødsla som skal brukes til bestemte kulturer. I følge Ott kan det være en fordel å kompostere gjødsel som skal tilføres lette jordarter der det kan være behov for å øke humusinnholdet. Kompost kan også være et godt alternativ på gardsbruk med mye gjødsel og til vekster med lang veksttid og moderat krav til næringsstoffer. Motsatt vil ferskgjødsel kunne ha en bedre effekt til vekster med kort veksttid og stort krav til næringsstoffer. På tunge jordarter vil det ofte ikke være like stort behov for å øke humusinnholdet, og fersk gjødsel kan på slike jordarter være like bra som kompost.

Selv om fersk fastgjødsel har et høyere nitrogeninnhold enn kompostert gjødsel, vil den ferske gjødsla ikke alltid gi en tilsvarende bedre gjødsleffekt. Dette er registrert selv i fersk gjødsel som har et relativt lavt C/N-forhold. Hele forklaringa ligger derfor ikke i at nitrogenet er organisk bundet (immobilisert) i strøet. Mye tyder på at fersk gjødsel kan ha andre veksthemmende effekter. Paul og Beauchamp (1994) sammenlignet nitrogenopptaket i maisplanter som ble gjødslet med fersk og kompostert storfegjødsel og med  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Plantene ble dyrket ved lav og høy temperatur, henholdsvis 12 -18 °C og 17 -27 °C. De ble høstet på fembladstadiet. For de fleste behandlingene ga lav temperatur halvparten så stort nitrogenopptak over det samme tidsrommet som plantene som vokste ved høy temperatur. Nitrogenopptaket fra fersk storfegjødsel ved lav temperatur var mindre enn halvparten av opptaket ved høy temperatur. Opptaket ble altså forholdsvis lavere til tross for at nitrogenet var mer tilgjengelig enn i

kompostert gjødsel. Dette forklares med en veksthemmende effekt av den ferske storfegjødsla. Forfatterne mener at veksthemminga kan skyldes fenoler eller høye  $\text{NH}_4^+$ -konsentrasjoner.

Det uorganiske nitrogenet i fersk gjødsel kan også immobiliseres når gjødsla kommer i jorda. Paul og Beauchamp (1993) observerte at maisavlinger og nitrogenopptak i plantene ikke ble høyere etter vårgjødsling med fersk storfegjødsel i forhold til vårgjødsling med kompostert storfegjødsel. Dette til tross for at den ferske gjødsla hadde mer uorganisk nitrogen. Målinger av  $\text{NH}_4^+$  og  $\text{NO}_3^-$  i jorda ei uke etter gjødsling var lavere enn forventet ut fra ammoniuminnholdet i gjødsla. Dette tydet på immobilisering av det uorganiske nitrogenet.

Immobilisering av nitrogen ved bruk av fersk husdyrgjødsel kan skyldes at mye av det organiske nitrogenet i gjødsla er bundet i tungt nedbrytbare (lignifiserte) komponenter. Breland og Hansen (1996) viste i forsøk at nitrogenet i fersk husdyrgjødsel først var tilgjengelig for plantene etter 98 dager.

Bjørndal og Haga (1991) nevner flere mulige årsaker til veksthemming ved bruk av organisk materiale som er lite omdanna. I tillegg til immobilisering og toksiske nedbrytingsprodukter nevner de at den høye mikrobeaktiviteten i jorda etter tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale kan føre til oksygenmangel i rotsona.

Bruk av kompostert storfegjødsel kan ha en gunstig effekt på jordfruktbarheten som veier opp for at den inneholder mindre lett tilgjengelig nitrogen. Det er gjennomført flere større forsøksserier som sammenligner effekten av storfegjødsel kompostert

etter biodynamisk metode med fersk storfe gjødsel og kunstgjødsel. Granstedt (1993) har laget en sammenstilling av flere slike forsøk. Et grunnleggende arbeid er det såkalte K-forsøket i perioden 1958 -1990 under ledelse av Bo Pettersson. I 32 år har åtte ulike gjødselbehandlinger, inkludert kontrollledd, blitt sammenlignet. Vekstskiftet på hele feltet var eng, poteter, betor og vårhvete med gjenlegg. Etter 10 år ble det like store avlinger med kompost og bio-dynamiske preparater som leddet med mest kunstgjødsel, til tross for at leddet med kunstgjødsel fikk 30 kg mer nitrogen pr ha og år. Dette blir forklart med den økte jordfruktbarheten som bygde seg opp på kompostleddet. Granstedt konkluderer med at det ut fra avlingsnivået i K-forsøket ikke har vært avgjørende hvor mye lett-tilgjengelig nitrogen som er tilført med gjødsla. Det må legges til at de tre nivåene med kunstgjødsel som ble brukt i dette forsøket ikke innebar sterk gjødsling. I nitrogenmengde tilsvarte de tre nivåene henholdsvis 29, 36 og 117 kg nitrogen pr ha.

I årene 1971- 1979 var det to parallelle forsøk (ett på Ultuna og ett i Järna) hvor produktivitet og produktkvalitet i konvensjonell og bio-dynamisk dyrking ble sammenlignet. På den kunstgjødsla delen av feltet ble det brukt kjemiske plantevernmidler, mens det ved bio-dynamisk dyrking ble brukt bio-dynamiske preparater i kombinasjon med organisk gjødsel. Det var to vekstskifter innen hvert dyrkingssystem: Poteter, vårhvete, korn og poteter, vårhvete, eng. Avlingsforskjellene ble størst i potetedyrkinga, med 18 -19% lavere avlinger på ledd som var bio-dynamisk dyrket. Det ble ikke store avlingsforskjeller for vårhvete mellom

de to dyrkingssystemene. De var 12 % lavere i Ultuna og 6 % lavere i Järna for de bio-dynamiske forsøksleddene. I gjennomsnitt for alle vekster og år var forskjellen i gjennomsnittsavling mindre enn ti prosent. Også dette resultatet viser at mengde lett tilgjengelig nitrogen i gjødsla ikke nødvendigvis er avgjørende for avlingsnivået.

Ulik behandling av husdyrgjødsel kan påvirke plantenes produktkvalitet. I begge disse forsøksseriene er det gjort mange ulike kvalitetstester hvor planter som er dyrket bio-dynamisk kommer best ut. Tilførsel av kunstgjødsel viste seg å gi et høyere innhold av råprotein i forhold til renprotein og et lavere innhold av C-vitaminer. For mye nitrogenforbindelser som ikke inngår i proteiner regnes for å være skadelig, samtidig som det gir plantene lavere motstandskraft mot angrep av skadeorganismer under dyrking og på lager. Økt nitrogentilførsel i form av kompostert bio-dynamisk gjødsel, ga økt avling uten tilsvarende reduksjon i kvaliteten. Dette tyder på at det ikke bare er mengde tilført nitrogen som påvirker kvaliteten, men i hvilken form den er tilført.

**Konklusjon:** Plantenes kvalitetsegenskaper, både når det gjelder ernæringsverdi for folk og dyr, holdbarhet på lager, motstandsevne mot sykdommer og skadedyr er faktorer som burde vektlegges sterkt i økologisk landbruk. Forskning innenfor biodynamisk landbruk viser at ulik gjødselbehandling påvirker plantenes kvalitetsegenskaper. Flere forskingsmiljøer burde bidra for å klarlegge mer av sammenhengene mellom husdyrgjødsel-behandling og produktkvalitet.

## **14. Virkning av fast husdyrgjødsel på jordas fruktbarhet**

Husdyrgjødsel bidrar til å øke mengde organisk stoff i jorda. Det organiske stoffet i jorda har mange viktige funksjoner for jorda som vekstmedium. Det har en positivt stabiliserende funksjon for jordstrukturen. Dermed reduseres faren for jorderosjon. Det bidrar til å holde på mobile plantenæringsstoffer og er viktig for CO<sub>2</sub>-balansen mellom agro-økosystemer og atmosfæren. Det organiske stoffet i jorda inneholder en beholdning med plantenæringsstoffer som er organisk bundet. Gjennom mineralisering kan disse bli plante-tilgjengelige, eller utsatt for tap fra jord - plante - systemet gjennom utvasking og gassformig tap. De viktige funksjonene det organiske stoffet i jorda har, tilsier at en definisjon av jordfruktbarhet må inkludere nivå av organisk stoff og dynamikken i oppbygging og nedbryting av slikt materiale. Videre må den virkninga som husdyrgjødsel har på det organiske stoffet i jorda betraktes som en del av gjødseffekten.

### **14.1. Nitrogen i jord**

Når jorda tilføres fast husdyrgjødsel, vil en del av det nitrogenet som er organisk bundet mineraliseres i løpet av ett til to år etter tilførselen. En betydelig del av nitrogenet vil omsettes mye langsommere og inngå i det stabile organiske stoffet i jorda, humus. I følge Christensen (1995) bidrar nitrogen som er mineralisert fra det organiske stoffet i rotsonen, med halvparten av det nitrogenet som finnes igjen i plantene. Dette gjelder når det er tilført normale

gjødsemengder. Resten av nitrogenet kommer fra gjødsla.

Matjordlaget i åkerjord (0-25 cm) inneholder ofte mellom 0,4 og 0,8 tonn N pr daa. Dette er hovedsakelig bundet i den organiske substansen.

Christensen (1985) deler nitrogenforrådet i rotsonen i jorda inn i følgende fraksjoner:

I. Mesteparten av nitrogenet finnes som stabilisert organisk bundet nitrogen. I jord som har vært dyrket i mer enn 50-100 år er dette anslått til å utgjøre 70-90% av rotsonens samla nitrogeninnhold. Dette er under danske forhold beregnet til 0,6 til 1,2 tonn pr daa. Nedbrytingshastigheten av stabilisert organisk bundet nitrogen er svært langsom. Den årlige mineralisering kan dreie seg om 1 -3 %, avhengig blant annet av jordtype, temperatur og fuktighet.

II. En del av nitrogeninnholdet i jorda er labilt organisk bundet slik som lett nedbrytbare organiske nitrogenforbindelser fra planterester, husdyrgjødsel og biologisk bundet nitrogen. Størrelsen på denne beholdningen er avhengig av driftsform, blant annet tilførsel av husdyrgjødsel. Den kan anslås til mellom 1 til 10 kg N pr daa.

III. Den tredje delen av nitrogenbeholdninga består av mikrobiell biomasse. Størrelsen varierer med jordtype og driftsform. Hvis nitrogeninnholdet i det tilførte organiske stoffet er lite, vil biomassen kunne fastlegge (immobilisere) mineralsk nitrogen, og omdanne dette til organisk bundet nitrogen.

Nitrogenet fra de to siste gruppene av organisk stoff er mye mer dynamisk enn



den store stabile humusbeholdningen. Det er disse to gruppene som har størst betydning for jordas kapasitet til å gjøre nitrogenet plantetilgjengelig gjennom mineralisering. For en bestemt jordart og klima vil organisk stoff som finnes i disse formene være bestemt av jordarbeiding, gjødsling og planterester.

## **14.2. Langvarige forsøk**

En endring i driftsmåte vil på sikt påvirke humusinnholdet i jord. I temperert klima vil det oftest ta lang tid før endringa blir tydelig. Kortvarige feltforsøk kan derfor være dårlig egnet til få fram betydninga av jordarbeiding, vekstskifte og gjødsling for innholdet av organisk stoff i jorda. De langvarige forsøksfeltene som ligger flere steder i Europa har gitt interessant kunnskap om langsiktige effekter av ulike driftsmåter.

### **14.2.1. Rothamsted**

Ved Rothamsted Experimental Station, som ligger 40km nord for London, har det pågått storskala feltforsøk om næringsbehov til landbruksvekster helt siden 1843. 8 forsøksserier som startet mellom 1843 og 1856 er fremdeles i gang, og kalles "Rothamsted Classical Experiments" (Christensen og Johnston, 1995).

I ett av eksperimentene ved Rothamsted ble det anlagt varig eng på tidligere åkerjord. I utgangspunktet var nitrogeninnholdet 0,1 %. Det tok 100 år å øke nitrogeninnholdet i jorda til det hadde nådd likevektsnivået for jord med varig eng i dette området, som er 0,28 %. Innlagringa av nitrogen var størst de første åra. Det tok 25 år å nå halvveis til likevektsnivået.

Forsøkene ved Rothamsted har vist at ensidig åpen åker tærer på det organiske stoffet i jorda. Dette kan på sikt føre til

reduerte avlinger på grunn av dårligere biologisk aktivitet og jordfysiske egenskaper. Motsatt vil permanent eng og husdyrgjødsel føre til en innlagring av næringsstoffer og økt mengde organisk stoff i jorda. På gardsbruk hvor det har vært husdyrhold i lang tid, 50 - 100 år, er det sannsynlig at jorda har nådd optimalt moldinnhold og at det ikke vil innlagres mer næringsstoffer.

Jordas innhold av leire har stor betydning for stabilisering av organisk stoff. Leirkolloidene binder ammoniumnitrogen og stabiliserer humus i leirhumuskompleks, noe som ikke skjer i enkeltkornjordarter som sand og silt. I disse jordartene kan humusinnholdet forbrukes raskere.

På forsøksfeltet fra 1843 ved Rothamsted ble det i årene 1968 til 1973 testet ut avlingsnivået ved dyrking av ulike vekster. Poteter, sukkerbete, vårbygg og vårhvete ble dyrket tre ganger i vekstskifte fra 1968 til 1973. Det ble gjødslet med fire nivåer av nitrogen. Uavhengig av tilførte nitrogenmengder ble avlingene av rotvekster og vårbygg, men ikke vårhvete, større der jorda hadde et ekstra innhold av organisk stoff etter gjødsling med husdyrgjødsel siden 1843. Resultatet tyder på at innholdet av organisk stoff kan påvirke avlingene uavhengig av hvor mye lettløselig næring som tilføres. Utslaget blir størst ved dyrking av vekster med et stort avlingspotensiale.

### **14.2.2. Askov**

Ved Askov i Danmark er det utført langvarige feltforsøk siden 1894. Forsøksfeltene ligger på to jordarter; sandjord med 4 % leire og 4 % silt, og en litt tyngre jordart med 12 % leire og 13 % silt. Tre ulike husdyrgjødselmengder har vært sammenlignet

med tre nivåer med NPK-gjødsel og ingen gjødsel. NPK-gjødsel er tilført hvert år, husdyrgjødsel hvert fjerde år. I løpet av en fireårsperiode er det tilført like mye nitrogen, fosfor og kalium både på handelsgjødsel og husdyrgjødsel ledd. Etter 1972 har blautgjødsel erstattet fastgjødsel og land. Helt siden starten har det vært et fireårig vekstskifte der alle fire vekstene har blitt dyrket hvert år; vårsådd korn, kløver/gras, høstsådd korn og rotvekster. Fra 1920-årene og utover ser det ut som om C-innholdet i jorda på de gjødsel feltene holder seg noenlunde konstant, etter å ha stabilisert seg på forskjellige nivå. De husdyrgjødsel rutene stabiliserer seg på et høyere C-nivå enn de kunstgjødsel rutene. Avlingsnivået er imidlertid høyest på kunstgjødsel ruter. På de ugjødsel rutene synker C-innholdet gradvis.

Forsøkene ved Askov har vist at de jordfysiske egenskapene bedres med tilførsel av husdyrgjødsel. Analyser fra 1984, etter 100 års forsøk, viser at husdyrgjødsel har gitt høyere moldinnhold, høyere aggregatstabilitet og høyere porøsitet, med en høyere andel av grove porer, sammenlignet med jorda som ikke er gjødslet eller tilført handelsgjødsel.

#### **14.2.3. Møystad**

På Møystad ved Hamar er det et forsøksfelt som har vært drevet helt siden 1922, altså i 74 år. Da Olav Glærum anla feltet var et av spørsmålene hans: "Er husdyrgjødsel og kunstgjødsel i det lange løp like gode både for jord, avling, økonomi, og for dyr og mennesker som lever av avlinga?" (Glærum, 1928, ref i Ekeberg, 1987). Forsøksfeltet representerer et unikt materiale med tanke på langtidseffekter av ulik gjødsling. Vi må bare takke de

personene som startet opp og som har drevet dette framtidsretta arbeidet gjennom alle disse åra.

Den siste oppsummeringen av forsøksresultatene som er publisert, er fra 1987 (Ekeberg, 1987). En ny publikasjon, som viser utviklinga de seinere år, er under arbeid. Gjødslinga består av tresidig, tosidig og ensidig kunstgjødsel med N, P og K, ingen gjødsel og fast, strøblandet storfejødsel. Gjødselmengdene var konstant fram til 1982. Da ble de justert opp i tråd med vanlig gjødslingspraksis på den tida. Forsøket har en vekst hvert år og et sjuårig omløp: Poteter, hvete, bygg med gjenlegg, tre år eng og havre. Dette sjuårige omløpet er fulgt helt siden 1922, bortsett fra årene 1977 og 1994. Da ble 4. års eng høstet uten at den ble tilført gjødsel. Som husdyrgjødsel er det brukt fast, strøblandet storfejødsel. Det er ikke tilført land som gjødsel. Dette er en svakhet, siden spredning av land vil være praksis på husdyrbruk med skilt lagra gjødsel. Bare ett år er det brukt blautgjødsel. Noen av husdyrgjødselledda har fått tilført gjødsel i to av sju år, andre i fire av sju år. Dette er nå endret til årlig tilførsel (Ekeberg, pers.medd.).

Resultatene fra ettervirkningsåret 1977 er interessante. Forsøksleddet med N, P og K-gjødsel i mengder tilsvarende 2,2 kg N, 1,5 kg P og 3,0 kg K pr daa kom dårligere ut enn ledd som ikke var gjødsel. I dette forsøket har altså kunstgjødsel i små mengder hatt en negativ effekt på jordas fruktbarhet i forhold til ingen gjødsling. Husdyrgjødsel ga best ettervirkning, 71 % større avling enn de nevnte NPK-ledd. De upubliserte tallene fra ettervirkningsåret 1994 viser i følge Ekeberg de samme tendensene.

På leddene uten gjødsling har avlinga i middel for 61 år ført bort 5,6 kg N, 0,8 kg P og 4,6 kg K pr daa. De siste årene er det gjort ytterligere registreringer som kan bidra til å forklare forsøksresultatene. Bla vil registreringer av meitemark være nyttige tilleggsopplysninger.

### **14.3. Etervirkning av husdyrgjødsel**

I gjødselplanlegging har det vært vanlig å beregne en nitrogenvirkning av husdyrgjødsel som tilsvarer den delen av nitrogenet i gjødsel som foreligger i mineralsk form. Erfaringen viser imidlertid at ved årlig gjødsling med husdyrgjødsel bygges det opp en nitrogenreserve i jorda som kan komme vekstene i etterfølgende år til gode. Hvis det jevnlig tilføres husdyrgjødsel, vil også tidligere års gjødsling bidra med nitrogenforsyninga. Når husdyrgjødsel i tillegg har en positiv effekt på jordstruktur og biologisk aktivitet i jorda, tilsier dette at nitrogenforsyninga til plantene blir bedre enn det som har vært vanlig å regne med. Dette gjelder spesielt for vekster som har en forholdsvis lang veksttid slik at de rekker å ta opp næring som blir tilgjengelig i løpet av sommeren.

### **14.4. Tap av næringsstoffer fra jord**

#### **14.4.1. Utvasking**

Nitrogen kan tapes fra jord ved nitrattutvasking og denitrifikasjon. Det ammoniumnitrogenet som tilføres jorda gjennom husdyrgjødsel er i utgangspunktet lite mobilt. Ved at bakterier i jorda omdanner dette til nitrat utsettes nitrogenet for utvasking,

fordi nitrattet løses i jordvæska og følger med denne. Nitrifikasjonsbakteriene sørger for sin energiforsyning ved å oksydere ammoniumet til nitritt og nitrat. Annet organisk materiale i jorda vil også kunne mineraliseres til nitrat under visse betingelser. Generelt gir høy temperatur, optimal fuktighet og gode oksygenforhold stor nitrattmengde i jorda. Siden nitrat er vannløselig vil det lett vaskes ut dersom det ikke blir tatt opp av plantene eller fastlegges i den øvrige biomasse.

Ved tilføring av husdyrgjødsel på høsten er det stor fare for utvasking av det mineralske nitrogenet før det rekker å bli biologisk bundet. Ved en gitt nitrattmengde i jorda blir det nedbørmengden i kombinasjon med jordas vannkapasitet og gjennomtrengelighet som avgjør hvor stor nitrattutvaskinga blir. Nitrattutvaskinga er størst på lettere jordarter med stor vanngjennomstrømming. I leirjord vil det være en saktere vannbevegelse nedover i jordprofilen. I jord med god struktur vil mye av nitrattet finnes mer beskyttet i de fine porene, mens det meste av vannstrømmen går gjennom grove porer, sprekker, rotkanaler og meitemarkganger (Claesson og Steineck, 1991). Generelt vil tilføring av husdyrgjødsel på seinsommer eller høst gi stor fare for nitrattutvasking.

Flerårig eng vil langt på vei tømme nitrattreservene i jorda i løpet av vekstsesongen, slik at det er lite igjen om høsten. I åpen åker er det en fordel å så en fangvekst, f.eks. raigras, som kan ta opp en del av det nitrattet som frigjøres om høsten.

#### **14.4.2. Denitrifikasjon**

Gassformig nitrogentap ved denitrifikasjon forekommer ved anaerobe forhold i jorda. Ved mangel på

oksygen i jorda omdanner denitrifikasjonsbakteriene nitrat til nitrogenoksid, dinitrogenoksid og fritt nitrogen. Når jord er dårlig drenert på grunn av pakking eller andre forhold, og det samtidig er tilført husdyrgjødsel, er faren for denitrifikasjon stor.

Denitrifikasjonen er størst om høsten når det kan være mye nitrat i jorda. Høg temperatur stimulerer denitrifikasjon, men det kan også forekomme ved svært lave temperaturer.

## 15. Disponering av fast husdyrgjødsel i økologisk landbruk

På et økologisk gardsbruk med storfe kan en regne med at det er tilgjengelig ca ett tonn husdyrgjødsel pr daa. Dersom en del av arealet på garden går til matproduksjon direkte (korn, grønnsaker og poteter), vil det være enda mindre gjødselmengder pr daa. Det er derfor viktig å disponere gjødsla slik at plantenæringsstoffene blir best mulig utnyttet. Forsøk viser at det på jord med høyt næringsinnhold ikke blir positive avlingsutslag av å tilføre små mengder storfejødsel til eng med høyt belgvekstinnhold. Gjødsling til eldre eng har gitt størst avlingseffekt (Kerner, 1993). Dette gir grunnlag for å tilrå å prioritere husdyrgjødsel til eldre eng eller til andre vekster.

Generelt er det en god gjødslingsstrategi å gi små mengder pr arealenhet. Dette vil minimere risikoen for negative effekter av gjødsla i år med ugunstige værforhold.

Rohde et al. (1995) gjorde et tre-årig forsøk med gjødsling med fast- og kletgjødsel til eng. Hele forsøksfeltet fikk en grunnjødsling med

kunstgjødsel. Husdyrgjødsel ble gitt i to mengder; 2,5 tonn pr daa og 4,0 tonn pr daa. Den minste gjødselmengden ga størst avling alle årene, men statistisk sikkert bare det ene året. En positiv effekt i form av økt avling ene året kan neste år gi en avlingsnedgang, selv med samme spredningsteknikk, gjødselslag og gjødselmengde. Forfatterne konkluderer med at å spre 4,0 tonn fastgjødsel kan gå bra når eng er godt etablert og det kommer regn. Er det derimot tørke og dårlig etablert eng kan den samme gjødselmengde føre til avlingsnedgang.

På de fleste økologiske gardsbruk vil det ikke være aktuelt å spre større mengder gjødsel til eng enn det som var minste gjødselmengde i dette forsøket. Om gjødsla fordeles på all jorda hvert år eller f.eks. bare på halvparten, kan være like gode strategier. Det vil være avhengig bl.a. av spredeutstyr, jordart og vekstskifte. Dersom det dyrkes spesielt næringskrevende vekster, som kål og purre, må det prioriteres mer gjødsel til disse. Som tidligere omtalt vil landet utnyttes godt som gjødsel til eng dersom en tar hensyn til været under spredning. Land kan også brukes til vekster som trenger mye næring tidlig i vekstsesongen, slik som korn. Det kan ellers ta lang tid før det blir frigjort nok næringsstoffer fra den faste gjødsla.

## 16. Oppsummering av behov for videre arbeid

Ut i fra litteraturgjennomgang og oppsummering av erfaringer med fast små- og storfegjødsel vurderes følgende oppgaver/arbeidsområder som utfordringer framover med hensyn til å skaffe fram mer kunnskaper innenfor dette feltet:

Det er stor variasjon i mengde og innhold av næringsstoffer i gjødsel fra økologisk storfehold. Det bør utarbeides en tabell over gjødselmengde og innhold av næringsstoffer i gjødsel fra økologisk storfehold ut i fra ulik føring, vekt og ytelse.

Lauvtrevirke bør prøves ut som strømiddel i gjødsel. Halm er et godt strømiddel fordi det inneholder mye lett nedbrytbart karbon, men i mange husdyrområder er det ikke tilgang på halm. Sagflis fra bartre blir mye brukt

som strømiddel, men er mindre egnet fordi karbonet er tungt nedbrytbart. Det er derfor behov for å finne ut om andre lokale ressurser kan fungere bedre.

Mange bruk med småfe har problemer med å utnytte husdyrgjødsel godt. Gode løsninger for gjødselhandtering på bruk med småfe kan føre til mange flere omlagte bruk.

Kompostering er aktuelt på økologiske bruk, men det trengs mer kunnskap om ulike metoder. Ulike komposteringsmetoder bør sammenlignes, bl.a. med hensyn til hvor godt næringsstoffene blir tatt vare på og hvor stort arbeid- og energiforbruk de ulike metodene krever.

Behandlings- og handteringsmåten for husdyrgjødsel kan trolig påvirke plantenes matkvalitet og plantenes evne til å motstå sykdommer og angrep. Disse sammenhengene bør klarlegges fordi de er av stor betydning både i forhold til plantevern og menneskers og dyrs helse.

## Referanseliste

- Andersson, Ö. (1990) Handledning för spridning av stallgödsel. Meddelande nr. 428, Jordtekniska institutet, Uppsala, 80s.
- Björdal, J. og Haga, K. (1991) Skilt lagring av storfe gjødsel - rapport frå prosjekt om skilt lagring. Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll, 44s.
- Björdal, J. og Haga, K. (1992) Sauetalle - utprøving av ulike strøslag. Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll, 35s.
- Bleken, M.A. og Bakken, L.R. (1995) The anthropogenic N-cycle in Norway: Flows through and dissipation from food production. Economics & Ecology/RMPA. Working paper no 37, Institutt for økonomi og samfunnsfag, NLH, Ås.
- Bolstad, T. (1994) Utskilling av nitrogen og fosfor frå husdyr i Norge. Institutt for husdyrfag, NLH, Ås, 39s.
- Breland, T.A. og Hansen, S. (1996) Nitrogen mineralization and microbial biomass as affected by soil compaction. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 28, No 4/5, s 655-633.
- Bruce, J. og Sundstøl, F. (1993) Virkning av føring på fosforinnholdet i husdyrgjødsel. Husdyrgjødsel - frå problem til ressurs. FAGINFO nr.27, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, s 15-21.
- Buijsman E, Maas H.F.M. og Asman W.A.H. (1987) Anthropogenic NH<sub>3</sub> emissions in Europe. *Atmos Environ* 21, s 1009-1022.
- Christensen, B.T. (1985) Næringsstoffab. In: Kofoed, A.D. (Ed.) Husdyrgødning og dens anvendelse, Statens Planteavlsvforsøg, København, s 30-55.
- Christensen, B.T. (1995) Nitrogen added to soil in crop residues and animal manure. COST 814 Workshop, Tromsø, 7.-9.sept. 1995.
- Christensen, B.T. og Johnston, A.E. (1995) Soil Organic Matter and Soil Quality: Lessons Learned From Long-Term Field Experiments at Askov and Rothamsted. In: *Soil Quality for Crop Production*, Eds. E. G. Gregorich & M. R. Carter, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Claesson, S. og Steineck, S. (1991) Växtnäring, hushållning - miljö. Speciella skrifter 41, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 69s.
- DEBIO (1996) Driftsregler for økologisk landbruksproduksjon.
- Ebbesvik, M. (1994) Melkeproduksjon i økologisk landbruk. Husdyrforsøksmøtet 1994. FAGINFO nr.6, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, s 74 -79.
- Ekeberg, E. (1987) Langvarige gjødselsforsøk på Møystad. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket, nr.3, s 64-87.
- Fjeld, J. (1994) Storfe gjødselstyper til poteter og grønnfôr i økologisk landbruk. Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll, 18s.
- Fjeld, J. og Myhr, K. (1994) Storfe gjødselstyper og kjørelastning sin virkning på engavling og næringsinnhold i jord og sigevann. Norsk landbruksforskning 8, s 15-29.
- Fjellidal, E. og Morken, J. (1993) Systemer for skilling av husdyrgjødsel. Melding nr. 16/17, Institutt for tekniske fag, NLH, Ås, 23s.
- Fog, E. (1988) Kompostering af staldgødning. Brosjyre, Landbrugets Informationskontor, Danmark, 15s.

- Forshell, L.P. (1993) Composting of Cattle and Pig Manure. *J. Vet. Med.*, B 40, s 634-640.
- Foster, L. (1989) The Biology and Non-Chemical Control of Dock Species *Rumex obtusifolius* and *R. crispus*. *Biol. Agric. Hortic.* 6, s 11-25.
- Garmo, T.H. (1994) Sambeiting. Positiv verknad av sambeiting med ulike husdyrslag. Husdyrforsøksmøtet 1994. FAGINFO nr. 6, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, s 423-429.
- Granstedt, A. (1993) Biodynamisk odling i forskning och försök. s 1-60, Telleby bokförlag, Järna.
- Haga, K. (1990a) Økologisk landbruk. Handtering av husdyrgjødsel. Småskrift 16, Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, 12s.
- Haga, K. (1990b) Kompostering og kompost av fast husdyrgjødsel: ei oversikt. *Norsk Landbruksforskning*, 4, s 245-258.
- Hansen, S. (1987) Separering av bløtgjødsel. *Hummelposten*, 4, s 25.
- Hansen, S. (1996) Effects of manure treatment and soil compaction on plant production of a dairy farm system converting to organic farming practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 56, s 173-186.
- Hansen, S. og Fjeld, J. (1993) Husdyrgjødsel og økologisk drift. Husdyrgjødsel - frå problem til ressurs. FAGINFO nr.27, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, s 187-193.
- Helle, O. (1993) Parasittmitte ved bruk av husdyrgjødsel. Husdyrgjødsel - frå problem til ressurs. FAGINFO nr.27, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, s 181-184.
- Johansson, U. (1993) Kompostering av stallgødsel. *Jordbruksinformation* 1, Jordbruksverket, Jönköping, 58s.
- Karlsson, S. og Jeppsson, K.H. (1995) Djupströbädd i stall och mellanlager. JTI-rapport 204, Jordbrukstekniska institutet, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, 120s.
- Kerner, K.N. og Solberg, S.Ø. (1993) Næringshusholdning i økologisk landbruk. FAGINFO nr.20, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, 97s.
- Kirchman, H. (1985) Losses, Plant Uptake and Utilisation of Manure Nitrogen during a Production Cycle. *Acta Agric. Scand, Supplementum* 24, 77s.
- Kirchman, H., Esala, M., Morken, J., Ferm, M., Bussink, W., Gustavsson, J. og Jakobsson, C. (1996) Summary of the nordic seminar on ammonia emission, science and policy. NJF-seminar nr. 257, Nordisk jordbruksforskning, nr 3, s 25-28.
- Kirchmann, H. og Witter, E. (1989) Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic manure decomposition. *Plant and Soil* 115, s 35-41.
- Landbruksdepartementet (1991) Retningslinjer om lagring og spredning av husdyrgjødsel.
- Landsrådet for husdyrkontrollen (1996) Årsrapport 1995, Organisasjonsavdelingen, NML/Norske Meierier.
- Lundby, L. (1996) Karforsøk med forskjellige komposter til landbruksvekster i dyrkningsjord. Rapport fra del 1 av prosjektet: Agronomisk utprøving av kompost; forsøk og formidling. Rapport 1, Ressurssenteret i Økologisk Landbruk, Sogn Jord- og Hagebruksskule, 24s.
- Lundin, G. (1988) Ammoniavgang frå stallgødsel. JTI-rapport 94, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala, 55s.



Miljøverndepartementet (1989) Forskrift om husdyrgjødsel.

Morken, J. (1992) Ammoniaktap etter tilføring av husdyrgjødsel i eng - Innvirkning av tilføringsteknikk og gjødseltype. Norsk landbruksforskning 6, s 315-329.

Myhr, K., Bakken, A.K. og Gauteneb, H. (1996) Kalium som plantenæringsstoff: Steinmjøl og husdyrgjødsel - aktuelle kaliumkilder. Norden 11, s 10-12.

Ott, P. (1984) Utilization of farmyard manure and composted farmyard manure "A manuring strategy". In: Vogtmann, H., Boehncke, E. and Fricke, I. (Eds.) The importance of biological agriculture in a world of diminishing resources, Verlagsgruppe Witzenhausen, Witzenhausen, s 61-73.

Paul, J.W. og Beauchamp, E.G. (1993) Nitrogen Availability for Corn in Soils Amended with Urea, Cattle Slurry, and Solid and Composted Manures. Can. J. Soil Sci. 73, s 253-266.

Paul, J.W. og Beauchamp, E.G. (1994) Short-Term Nitrogen Dynamics in Soil Amended with Fresh and Composted Cattle Manures. Can. J. Soil Sci. 74, s 147-155.

Ringstad, K.M. (1993) Utnytting i nitrogen i husdyrgjødsel. Hovedoppgave, Institutt for plantekultur, NLH.

Rohde, L. og Salomon, E. (1992) Spridning av flytgjødsel i stråsåd. JTI-rapport 139, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Rodhe, L., Salomon, E. og Rammer, C. (1995) Spridning av fast- og kletgjødsel till vall. JTI-rapport 203, Jordbrukstekniska Institutet, Uppsala, Sverige, 63s.

Ruud, M., Selmer-Olsen, I., Harstad, O.M., Volden, H., Baadshaug, O.H. og Grønnerød, B. (1994) Virkning av høstetidspunkt, mengde N-gjødsel og konserveringsmetode på nedbrytningsgraden av protein og engbelgvekster. Husdyrforsøksmøtet 1994. FAGINFO nr.6, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, 104-109.

Sandbakken, M. (1993) Rapport fra studietur og kurs om kompostering i Østerrike og Tyskland, 27.sept.-1.okt. 1993. Fylkesmannen i Hedmark, landbruksavd.

Skjelhaugen, O.J. (1993) Ulike lagringsmåter i relasjon til bygningsløsninger. Husdyrgjødsel - frå problem tilressurs, FAGINFO nr 27, Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, s 33-42.

Skjevdaal, T. (1990) Nytt system for proteinvurdering - AAT-systemet. nr.15, Informasjon fra Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, 11s.

Solberg, S.Ø. (1993) Kartlegging av nitrogendynamikken i økologisk jordbruk. Rapport III: Næringsinnhold og tap av næringsstoffer fra husdyrgjødsel. nr.3, FØKO/ØKOSØN, Elverum/Rakkestad, 26s.

Steine, L. (1963) Vår- eller haustspreiing av husdyrgjødsel på enga? Vestlandsk Landbruk, nr.12, s 196-198.

Steineck, S., Djurberg, L. og Ericsson, J. (1991) Stallgjødsel. Spesiella skrifter 43, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, s 1-91.

Sundstøl, F. (1989) Husdyrgjødsels egenskaper. Husdyrgjødsel - fra problem til ressurs. Informasjon fra Statens fagtjeneste for landbruket 13, NLH, Ås, s 15-19.

Sundstøl, F. (1993) Virkningen av føring på utskillelsen av nitrogen i husdyrgjødsel. Husdyrgjødsel - frå problem til ressurs. FAGINFO nr.27, Statens fagtjeneste for landbruket, s 7-12.

Sundstøl, F. (1993) Spredarealkrav i forhold til utskilling av N og P i gjødsel fra gris og mjølkeku. Husdyrgjødsel - frå problem til ressurs. FAGINFO nr.27, Statens fagtjeneste for landbruket, s 241-244.

Sundstøl, F. og Mroz, Z. (1988) Utskillelsen av nitrogen og fosfor i gjødsel og urin fra husdyr i Norge. Senter for forskningsoppdrag, nr.4, s 3-33.

Søndergård Klausen, P. (1985) Næringsstoffindhold. Statens Planteavlsforsøg, Tidsskrift for Planteavl Specialserie, Beretning nr. S 1809, København, s 17-29.

Tjelflaat, T.B. (1995) Bruk av husdyrgjødsel på beite. Virkning på atferd, fôropptak og dyreproduksjon. Øksnevad vidaregåande skole, 70s.

Tveitnes, S. (1989) Husdyrgjødsels virkninger. Husdyrgjødsel - fra problem til ressurs. Informasjon fra Statens fagtjeneste for landbruket, nr.13, Ås, s 21-26.

Tveitnes, S. (1993) Innhold i husdyrgjødsel, variasjonar, normtal og konsistens. Husdyrgjødsel - frå problem til ressurs. FAGINFO nr.27, Statens fagtjeneste for landbruket, NLH, Ås, s 25-30.

Ulvestad, M.K.F. og Rue, T.R. (1990) Faktorar som påverkar konsistens og innhold i husdyrgjødsel. Hovedoppgave, Institutt for husdyrfag, NLH, ÅS.

Åkesson, I. og Gustafsson, E. (1993) Smittar komposten? Aktuellt från lantbruksuniversitetet 415, Uppsala, 31s.