



Hästgödsel - En värdefull resurs

Horse manure- A valuable resource

Lisa Sundström

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för mark och miljö



Hästgödsel- En värdefull resurs

Horse manure- A valuable resource

Lisa Sundström

Handledare: Helena Aronsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för mark och miljö

Examinator: Anna Mårtensson, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för mark och miljö

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i biologi G2E
Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Agronom mark/växt
Kursansvarig inst: Institutionen för mark och miljö
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2022
Omslagsbild: Vilja, foto av Lisa Sundström
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: 2022:02

Nyckelord: näringsinnehåll, strömaterial, kompostering, biogas, förbränning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för mark och miljö

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Rapporten beskriver hästgödsel som resurs och presenterar olika användningsområden. Arbetet är uppdelat i två delar, en litteratur- och en fallstudie. I fallstudien intervjuades sex olika intressenter av hästgödsel inom jordbruk och biogastillverkning. Hästgödsel är en resurs både inom jordbruket och för biogastillverkning. Efterfrågan på hästgödsel beror bland annat på vilket strö och hur mycket strö som använts då detta påverkar både växtnäringsinnehåll, -effekt och hur bra det passar för gastillverkning. Även hanteringen av hästgödsel påverkar växtnäringsvärdet och användbarheten, där kompostering och biogasproduktion ger en slutprodukt med högt kolinnehåll med en mängd näringsämnen och biologisk aktivitet, väl lämpad för spridning på åkrar. Om gödseln eldas blir slutprodukten aska som till stor del består av mineralämnena utan biologisk aktivitet och mycket lite kol och kväve. Oavsett är det viktigt att tänka igenom för- och nackdelar med olika system för att hitta den metod som passar bäst i den egna situationen.

Nyckelord: näringsinnehåll, strömaterial, kompostering, biogas, förbränning

Abstract

This report presents the resource horse manure and its different applications. The work is divided in two parts, a literature study and a case study. In the case study six stakeholders within agriculture and biogas production was interviewed. Horse manure is a resource to be used both in agriculture and biogas production. The demand for horse manure is dependent of what bedding and how much bedding is used since it affects both the plant nutrient content, fertilizer value and how well it performs in biogas production. The way the manure is treated has also an effect on the nutrient content and how to use the rest product. Compost and biogas production give an end product with high carbon content, lots of nutrients and biological activity, well suited for spreading on the fields. If the manure is burned the end product is ash with a main content of minerals without biological activity and low amounts of carbon and nitrogen. Regardless, it is important to think through the pros and cons of the different systems to find the methods that best suits your own situation.

Keywords: Nutrients, Bedding material, Manure compost, Biogas, Combustion

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 SYFTE.....	2
1.2 FRÅGESTÄLLNINGAR.....	2
2. Material och metod.....	2
3. Resultat av litteraturstudie.....	3
3.1 HÄSTGÖDSELNS INNEHÅLL.....	3
3.1.1 <i>Kvävets kretslopp</i>	3
3.1.2 <i>Strömaterialets påverkan på växtnäringsvärdet</i>	4
3.1.3 <i>Olika strömateri</i>	6
3.2 HANTERING AV HÄSTGÖDSEL.....	8
3.2.1 <i>Kompostering</i>	8
3.2.2 <i>Förbränning</i>	11
3.2.3 <i>Biogas</i>	12
3.3 VÄXTNÄRING.....	16
3.4 MARK OCH VAL AV GRÖDOR.....	18
4. Resultat av fallstudie.....	19
4.1 INTERVJUER.....	19
4.2 AGRONOMER SOM ARBETAR MED HÄSTFRÅGOR.....	20
4.2.1 <i>Agronom 1</i>	20
4.2.2 <i>Agronom 2</i>	21
4.3 PRODUCENTER.....	23
4.3.1 <i>Ridskola</i>	23
4.4 ANVÄNDARE AV HÄSTGÖDSEL.....	25
4.4.1 <i>Ekologisk lantbrukare</i>	25
4.4.2 <i>Våt anläggning för biogas</i>	27
4.4.3 <i>Torr anläggning för biogas</i>	28
5. Diskussion.....	30
Referenser.....	34
Tack.....	37
Bilaga 1.....	38
Bilaga 2.....	39

1. Inledning

Sveriges hästnäring skapar goda relationer med djur och natur, håller landskap öppna och bidrar ekonomiskt till Sveriges BNP. Hästnäringen i Sverige uppskattades att omsätta 22 miljarder kronor år 2016 (Heldth *et al.* 2018). En jämförande siffra för hela jordbruks-, skogs- och fiskesektorn är 69 miljarder kronor (Holmström 2021).

År 2016 uppskattades antalet hästar i Sverige till 355 500. Att nästan 75 % av alla hästar hittas i närheten av tätorter gör hästgödseln speciell, eftersom den därmed ofta inte finns i närhet till odling (Enhäll 2017). Det kan vara svårt att bli av med gödseln och därför blir kontakter med entreprenörer, bönder eller kommuner viktiga.

Efterfrågan på organiska gödselmedel kan tänkas öka när priserna på mineralgödsel stiger. Enligt Hellsing & Samuelsson (2009) var såld mängd mineralgödsel året 2019/20 18 % mer än dess föregående år. Dessutom har olje- och gaspriser gått upp kraftigt senaste tiden. Speciellt gaspriset påverkar priset på mineralgödsel vilket kan göra det för dyrt för många bönder att nyttja oorganiska gödselmedel (Biogödsel 2021). Här kan organiska gödselmedel som hästgödsel fungera väl som ett komplement eller ersättning till andra gödselmedel som inte är lika hållbara för miljön.

Hästgödsel är helt godkänt för ekologisk produktion och kan alltså användas av både ekologiska och konventionella bönder som gödsel- eller jordförbättringsmedel (Alonzo *et al.* 2016). Oavsett djurslag eller syfte med djurhållning så återkommer hanteringen av gödsel som en viktig fråga. Så länge hästar nyttjas i Sverige är produkten tillgänglig och mängden kan garanteras från år till år, vilket gör produkten tillförlitlig och oberoende av förändringar i omvärlden. Resursen hästgödsel kan bli av stor betydelse för förnybar energi, jordförbättring, växtnäring och ur ett hållbarhetsperspektiv är det likaså viktigt att sluta kretsloppet. Med dagens höga pris på mineralgödsel blir det lättare att motivera dyra transporter mellan hästanläggningar vid användning av hästgödsel.

1.1 Syfte

Uppsatsens syfte är att belysa olika alternativ för hantering av hästgödsel med huvudfokus på recirkulering av växtnäring, hur det sker idag och hur utnyttjandet av hästgödsel som växtnärringsresurs kan öka.

1.2 Frågeställningar

I denna rapport kommer frågeställningar nedan att besvaras.

1. Påverkar strömaterial användbarheten och växtnärringsvärdet?
2. Vad finns det för sätt att hantera hästgödseln innan den återförs i odlingen, för- och nackdelar?
3. Vad gör hästägare med gödseln idag och hur lätt är det att bli av med gödsel?
4. Hur ser agronomer (rådgivare), producenter och användare på hästgödsel som växtnärringsresurs?
5. Vad kan göras för att förenkla och förbättra användningen av hästgödsel i odling?

2. Material och metod

För att besvara frågeställningarna utfördes en litteratur- och en fallstudie.

Litteraturstudien användes för att besvara frågorna 1–2. Vetenskapliga studier, uppsatser och rapporter var de huvudsakliga källorna för litteraturgenomgången. För att besvara frågorna 3–5 genomfördes en fallstudie. Med en kvalitativ innehållsanalys har fallstudien varit ett försök till att få en representation av verkligheten (Esaiasson *et al.* 2017). Fallstudien har i huvudsakligen utförts via en muntlig intervju med frågeformulär för att skapa struktur.

Ett mail skickades ut med förfrågan för intervju. Av 10 tillfrågade personer genomfördes intervju med 6 personer, med en spridning från jordbrukare, biogastillverkare, ridskola samt agronomer med rådgivande funktion inom hästnäringen. För respektive kategori av intervjuade sammanställdes intervjuunderlaget. Frågorna är anpassade till just den som ska intervjuas med en generell och en specifik del.

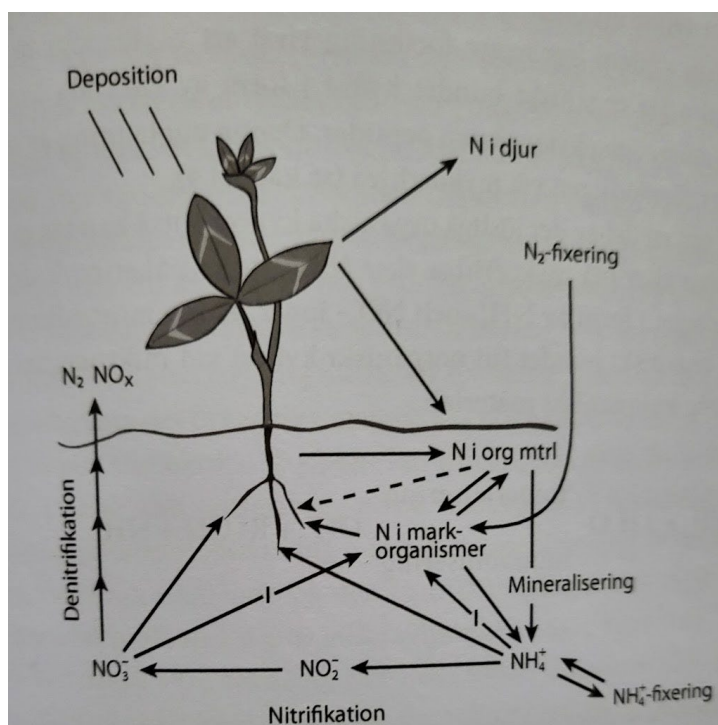
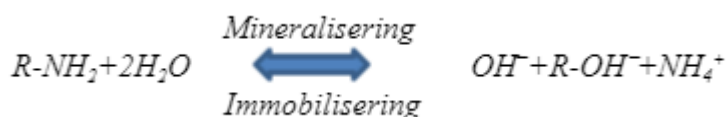
3. Resultat av litteraturstudie

3.1 Hästgödselns innehåll

3.1.1 Kvävet kretslopp

I Figur 1 nedan visas en översiktlig bild av kvävet (N) kretslopp. Kväve återfinns i olika former som kan utnyttjas av växterna, men de olika formerna är också olika lättillgängliga för växterna. Det direkt växttillgängliga kvävet förekommer enbart i former som mineralkväve, dvs nitrat (NO_3^-) och ammonium (NH_4^+). Kväve förekommer även i organiska föreningar där det blir växttillgängligt genom nedbrytningsprocesser där organiskt bundet kväve mineraliseras och övergår till oorganiskt kväve. Processen påverkas av tillgängligheten av N i marken och sker vid sidan av immobiliseringsprocessen där mineralkväve binds in i organisk form (Eriksson 2011).

Ekvation 1. Mineralisering och immobilisering (Eriksson 2011)



Figur 1: Kvävet kretslopp (Eriksson 2011)

I: Immobilisering

3.1.2 Strömaterialens påverkan på växtnäringsvärdet

Hästgödsel räknas som ett organiskt gödselmedel enligt Delin & Engström (2014), där kvävet måste mineraliseras för att bli växttillgängligt. Vid mockning ur box kan gödseln bestå av hela 90 procent strömaterial. Resterande är vatten, spillning och foderrester. De makronäringsämnen som ingår i hästgödsel är främst kalium (K), kväve (N) och fosfor (P) (Malgeryd & Persson 2013). Även mikronäringsämnen som zink, koppar, magnesium, järn, natrium, svavel, och kalcium förekommer i lägre halter (Chastain *et al.* 2014). Nedan i Tabell 1 ses att gödsel utan strö respektive gödsel med strö skiljer sig betydligt ur näringssynpunkt från varandra, även C/N kvoten varierar. Av fosfor i hästgödsel är 55 % vattenlösligt det vill säga lättillgängligt för växterna (Liu *et al.* 2018).

I Tabell 1 redovisas en studie av hästgödsels egenskaper och innehåll på 6 gårdar i South Carolina USA. Gårdarna indelades i kategorier av hög, mellan och låg beroende på hur ofta stallen nyttjades, i kategori låg togs hästarna in när vädret var sämre, i kategori hög togs hästarna in varje kväll oavsett väder. Sedan delades de även in i hög, mellan och låg beroende på hur mycket strömaterial som användes och hur ofta boxarna mockades ut (Chastain *et al.* 2014).

Tabell 1. Näringsinnehåll i hästgödsel. Data hämtad från (Chastain *et al.* 2014)

	Gård 1	Gård 2	Gård 3	Gård 4	Gård 5	Gård 6			
Ströanvändning	Hög	Hög	Hög	Mellan	Låg	Mellan			
Användning av stall	Hög	Hög	Hög	Låg	Mellan	Hög	Gödsel utan strö	Gödsel från oövertäckt kompost	Standard fel
C/N %	48,5	43,67	39,5	30,2	23,4	34,3	27,5	47,4	1,1
pH	7,5	8,2	7,2	7,6	7,7	7,7	6,9	6,4	1
Organiskt material %	94,7	89,8	90,2	84,2	90	88	86	88	2
Vattenhalt %	71	58,3	64,6	68	67,5	58,7	76,8	62,1	2,45
NH4+ & NH3	0	0,26	0,13	0,03	0,16	0,35	0,1	0	0,04
NO3-N	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0	0
Org- N	1	0,85	1,09	1,4	2,3	1	1,6	0,98	0,07
Total- N %	1,02	1,1	1,23	1,45	2,04	1,34	1,72	0,99	0,08
C %	49,1	48,4	48,1	44	48	46	47	47	0,4
Ca %	0,39	0,43	0,43	0,71	0,84	0,68	0,46	0,44	0,07
K %	1,05	1,14	1,2	1,09	1,37	1,98	1,3	0,31	0,08
Mg %	0,19	0,18	0,2	0,41	0,42	0,29	0,29	0,12	0,03
Mg %	0,19	0,18	0,2	0,41	0,42	0,29	0,29	0,12	0,03
P %	0,87	0,69	0,78	1,29	1,86	0,59	1,13	0,22	0,12
Cu ppm	12	27	20	46	37	22	33	16	4,47
Fe ppm	353	2 830	624	4 210	590	870	10,81	1170	10,21
Mn ppm	97	196	165	212	175	165	185	111	17,2
Na ppm	349	420	389	1 090	1 320	454	451	83	80,5
Zn ppm	73	93	98	186	136	91	130	43	16,4

Tabell 2. Beskrivning av gårdar utifrån Tabell 1 (Chastain et al. 2014)

Gård 1 Spånbaserat strömaterial i generösa mängder. Hästarna togs in under natten. Gård 2: Hög användning av halm och spån som strö liksom hög användning av stallet. Gård 3: Hög användning av spånbaserat strömaterial, hopphästar och atletiska hästar samt hög användning av stallet. Gård 4: Sågspån och träbaserat strömaterial i olika format i medel mängd, hästarna nyttjades till bete och var sällan inne på stallet. Gård 5: Mellan använt stall, vissa hästar var inne i stallet under regniga dagar, endast lite strö användes. Gård 6: Hög användning av stallet och medel mängd av pelleterad strö användes. Gödsel utan strö togs prover på gård 2,3,6. Gödsel från oövertäckt kompost togs från gård 3.

I Tabell 1 ses även näringsinnehåll med gödsel utan strö, gödsel med strö och komposterad gödsel. I Figur 2 beskrivs gårdarna närmare. Studien gav ett mycket varierande resultat när det gäller C/N kvot på de olika gårdarna.

Generellt har hästgödsel med strömaterial en hög C/N kvot, vilket medför att det tillgängliga N blir låg i färsk hästgödsel (Malgeryd & Persson 2013). En C/N kvot högre än 25 beroende av kvävefattiga substrat leder ofta till att N immobiliseras. Om så är fallet uppstår en konkurrens bland mikroorganismerna. Något som kan ge temporär kvävebrist hos växter (Eriksson 2011).

Det kan vara svårt att få en representativ bild över näringsinnehållet då näringsinnehållet påverkas av föda, aktivitet och ålder. Det har även visat sig att gödsel från hästar med hög aktivitet innehåller mer N än andra. Det finns även en skillnad på avföring från föl och digivande ston (Hadin & Eriksson 2016). När det gäller föda så har hästar som fodras med hö en större mängd P i gödseln jämfört med de som fodrats med hösilage beroende på en högre P halt i födan (Saastamoinen *et al.* 2020).

3.1.3 Olika strömaterial

Krav på strömaterial för hästägare är bl.a. en god uppsugningsförmåga, lukta gott, hygieniskt, lätthanterligt, ej frysa på vinter, trevligt utseende (Kwiatkowska-Stenzel *et al.* 2016). Några vanliga strömaterial i Sverige är torv, halm och spån. De olika strömaterialen har också olika torrsubstanshalt och C/N kvot vilket påverkar användbarheten (Hadin & Eriksson 2016).

Torv är mjukt för hästen att stå på och fungerar väl som ett växtnäringssubstrat för plantor. Den är dock mörk och vid mockning kan det försvåra att hitta spillning. Torv kan även frysa under vinterhalvåret och det finns aspekter runt hållbarhet. Andra vanligt förekommande material är halm, halmen kan vara ett sätt aktivera hästen under natten. Det finns även halm i olika former såsom ren halm eller halmpellets. Halmpellets passar väl vid kompostering då koncentrationen av näring ökar under komposteringen. Spån finns även det i olika former, beroende på storlek på spånet och träslag. En generell bild är att träspån är ljust och strömedel och avföring lätt kan skiljas åt. Uppsugningsförmågan är däremot sämre än de material som är beskrivna ovan (Kwiatkowska-Stenzel *et al.* 2016).

Några strömaterial som används utomlands är bl.a. linhalm som har ett neutralt pH som passar väl för kompostering och är fritt från smuts. Andra material som hampaströ är helt nedbrytbart medan risskal är hårdare i konsistensen men lätt och har hög volym. Kokosnötsströ bildar inget damm och materialet är mjukt och homogent och hästar undviker att äta materialet (Bambi *et al.* 2018).

Beroende på hästhållning så varierar längden på utomhusvistelsen. I vissa fall spenderar hästarna större tid inom- än utomhus. Stallets inomhusmiljö är därmed viktigt för hästens hälsa. Olika substrat påverkar miljön inomhus bl.a. via ammoniakavgång och hur väl de kan suga upp träck genom sin vattenhållande förmåga (Bambi *et al.* 2018). Nedan i Tabell 3 visas några strömaterial med olika ammoniakupptag, viktiga aspekter för hälsan hos människa och djur. Där torv hade högst ammoniumabsorption av de testade strömaterialen (Airaksinen *et al.* 2001).

Tabell 3. Relativ ammoniakabsorption av olika material (Airaksinen *et al.* 2001)

Strömaterial	Relativ ammoniumabsorption (%)	(n=3)
Hampa	60	
Torv	100	
Strimlat tidningspapper	52	
Sågspån	64	

Den relativa medelammoniumabsorptionen (NH_4^+) beräknades vid en temperatur på 17,4°C (%). Dessutom påverkar olika strömaterial nedbrytningshastigheten och vilka nedbrytare som är närvarande vid nedbrytning av olika material. I Tabell 4 ses förekommande bakterier och svampar i några strömaterial efter kompostering (Airaksinen *et al.* 2001). Mesofila svampar och bakterier trivs bäst i grader runt 5-40 C °. Termofila svampar tål däremot högre temperaturer runt 25-80 C ° (Norrman 1976).

En generell bild av nedbrytningsprocessen är att bakterier bryter ned de lätt omsättbara föreningarna medan svampar främst bryter de mer svårtillgängliga (Eriksson 2011). Efter studien var enbart torv färdigt komposterat av de testade strömaterialen, troligen på grund av den höga halten förekommande svampar och bakterier i strömaterialen (Airaksinen *et al.* 2001).

Tabell 4. Förekommande svampar och bakterier från några strömaterial (Airaksinen *et al.* 2001)

Strömaterial (antal/g)	Mesofila Svampar	Termofila svampar	Mesofila bakterier
Hampa	$1 \times 10^5 - 9 \times 10^5$	$0,5 \times 10^2$	$6 \times 10^5 - 9 \times 10^6$
Torv	$1 \times 10^5 - 2 \times 10^8$	$0 - 9 \times 10^5$	$5 \times 10^4 - 1 \times 10^8$
Tidningspapper (Strimlat)	$0 - 1 \times 10^2$		$2 \times 10^4 - 4 \times 10^4$
Sågspån	$1 \times 10^4 - 4 \times 10^4$	$0 - 1 \times 10^2$	$4 \times 10^4 - 3 \times 10^6$

3.2 Hantering av hästgödsel

Bland de vanliga hanteringsmetoderna för hästgödsel finns bl.a. biogas (rötning), kompostering och förbränning. Nedan beskrivs metoderna närmare med fokus på hur de påverkar växtnäringsvärdet hos den återstående produkten.

3.2.1 Kompostering

Kompostering är en aerob biologisk process som sker naturligt genom att bakterier och svampar bryter ned organiskt material. Slutprodukten blir fri från patogener och näringsämnen mer växttillgängliga (Bernal *et al.* 2009).

I en rapport av Bernal *et al.* (2009) delades processen in i 2 steg. En "biooxidative fas" och en "mognande fas". I sin tur kan den biooxidativa fasen delas in i tre faser. Den första mesofila fasen sker i cirka en till tre dagar. Här bryter mesofila bakterier och svampar ned de mest lättnedbrytbara föreningarna såsom socker, proteiner och aminosyror. I och med dess lätt nedbrytbara karaktär ökar nedbrytningshastigheten, detta resulterar i en temperaturökning. Den ökade temperaturen möjliggör för nästa fas. Den termofila fasen där mikroorganismer som gynnas av värme bryter ned fetter, cellulosa, hemicellulosa och ligniner. Temperaturstegringen leder också till att patogener och ogräsfrön dör. En minskning av det organiska materialet leder till att C/N kvoten sjunker och även högens volym. Slutligen tar de mikroorganismer som kan bryta ner de mest svårnedbrytbara substraten över. I takt med att det tillgängliga substratet minskar avtar den mikrobiella aktiviteten vilket resulterar i en temperatursänkning (Bernal *et al.* 2009).

I den mognande fasen sker den slutliga stabiliseringen och nedbrytningen av det organiska materialet vilket resulterar i en sanitär kompost där N är växttillgängligt för plantan. Under nedbrytningsstegen avges CO₂ och komposten ger en långsam frisättning av näring i samband med att kolkedjorna bryts ned (Bernal *et al.* 2009).

Faktorer som påverkar komposteringsprocessen är bl.a.: Bulkdensitet, porositet, partikelstorlek, näringsinnehåll, C/N kvot, temperatur, fukt och tillgång till syre (Bernal *et al.* 2009). Nedan beskrivs de mer ingående.

Näringsinnehåll

Mikroorganismerna behöver nedbrytbart organiskt C och tillgång till N för sin aktivitet. En gynnsam C/N kvot är mellan 25–45 (Bernal *et al.* 2009). En högre C/N kvot leder till en långsammare kompostering då konkurrensen om växttillgängligt kväve är stor, dvs kvävet immobiliseras. Vid en för låg C/N kvot börjar mikroorganismerna bryta ned sig själva för att få den energi de behöver och kvävet mineraliseras. Det resulterar i frigörelse av ammonium med risk för ammoniakavgång från komposteringsmassan (Nilsson 2015).

pH

Ett pH mellan 6,7–9,0 möjliggör för god mikrobiell aktivitet. Under kompostering är ett pH mellan 5,5–8,0 att föredra. De allra flesta material har ett pH inom detta intervall, vilket underlättar i processen (Bernal *et al.* 2009).

Partikelstorlek

Material med för stora partiklar komposterar inte lika bra då mikroorganismerna behöver längre tid att bryta ned materialet. Material med för små partiklar kan däremot göra massan kompakt, vilket leder till en minskning i porositet (Bernal *et al.* 2009).

Porositet

Energi förloras om porositeten överstiger 50%, dessutom avtar temperaturen genom yttre faktorer. En kompakt hög har däremot låg porositet, något som istället kan leda till att processen övergår från att vara aerob till att bli anaerob (metanproducerande). Illaluktande doft kan vara en indikator på detta. Andelen luftfyllda porer bör vara runt 30–50 % (Bernal *et al.* 2009).

Fuktighet:

Vattenhalten bör ligga på 50–60%, men optimal nivå varierar med innehållet i komposten. En fuktighet högre än 60 procent gör det svårare för syre att förflyttas. Porositeten kan påverka processen, om det finns för lite syre främjas anaerob nedbrytning. På samma sätt kan en fukthalt över 60 % minska syremängden och få processen att övergå till anaerob nedbrytning. I samband med kompostering evaporerar vatten och det kan det finnas risk att vattenhalten blir för låg, om så är fallet minskar aktiviteten och hastigheten avtar. Att vattna en torr kompost är ett bra sätt att öka den mikrobiella aktiviteten (Bernal *et al.* 2009).

Temperatur

Genom att kontrollera form och storlek kan temperaturen regleras för gynnsam nedbrytning. Att vända på högen kan skapa efterfrågad effekt. Mikroorganismernas sammansättning påverkas också av temperaturen i komposten (Bernal *et al.* 2009).

Olika strömaterial komposteras olika. Det är olika typer av mikroorganismer som sköter nedbrytningen (Tabell 3). Men även mängden och vilket strömaterial som används i förhållande till avföring och urin påverkar nedbrytningen (Bernal *et al.* 2009). Nedan visas koncentrationer av kol och näringsinnehåll i några olika typer av komposterad gödsel (Tabell 4).

Det har visat sig att halm efter 1 år i jord med hög biologisk aktivitet kan brytas ned till 50–60 procent av ursprungsmängden (Eriksson 2011). Dessutom innehåller halm mest K efter kompostering. Torv har högst N-halt efter kompostering av de tre substraten, spån, halm och torv (Tabell 4).

Tabell 5. Näringsinnehåll i hästgödsel efter kompostering (Alonzo *et al.* 2016)

NÄRING I KOMPOSTERAD HÄSTGÖDSEL INKLUSIVE STRÖ	Totalt kväve	Ammonium- kväve	Fosfor	Kalium	
Träbaserat strömedel (spån, träpellets)	6	0,2	1	4	kg/ton
Halmbaserat strömedel (halm, halmpellets)	7	0,2	1	6	kg/ton
Torv	8	1	0,6	4	kg/ton

3.2.2 Förbränning

Genom förbränning av stallgödsel kan energin användas till att värma upp anläggningar såsom stall och ridbana. Förutom värme kan slutprodukten aska användas för att tillföra näring till mark (Ondrasek *et al.* 2021).

Bioaska är kemiskt komplext och ur växtnäringssynpunkt bör den hanteras varsamt. Aska från djurgödsel är generellt mer rikt på ämnen som K, P, S och Cl medan aska generellt från trä innehåller mer Ca, Mg och Mn samt har ett högre pH, skillnad kan ses hos de olika träslagen. Askan är oftast basisk och C finns enbart sparsamt (Ondrasek *et al.* 2021).

Strömmaterialet påverkar mängden C i aska, pelleterad gödsel kan generera mer C och N i slutprodukten och om så är fallet märks en mörkare färg, genom att processen inte förbränt gödseln fullständigt. Patogener försvinner under förbränningsprocessen, men fortfarande kan bioaska påverka biologiska processer och man bör vara varsam för att undvika överdosering. Felaktig dos kan ge mindre skördar, förhindra gröningsförmåga, påverka kolhydrathalten samt medföra salt/alkalinitet och Fe toxicitet. Halter av redan toxiska metaller såsom Cd koncentreras i askan kan nå höga nivåer om det finns i de produkter som förbränns (Ondrasek *et al.* 2021).

3.3.3 Biogas

Till skillnad från vid kompostering så bryts organiskt material ned i anaerob miljö (rötning), vid tillverkning av metangas. Metanproducerande bakterier har även sina krav på bl.a. pH, temperatur och substrat. På samma sätt som vid kompostering påskyndar lättnedbrytbart material processen. Förökningen av bakterier kan ske väldigt långsamt om livsmiljön inte är rätt. Högre temperaturer gynnar många gånger förökning, men om det blir för varmt hämmas tillväxten. I rapporten "Horse manure as feedstock for anaerobic digestion" beskrivs de faktorer som är betydande för produktion av metan, bl.a. substrat, tillgänglighet, lämplighet, smältbarhet för mikroorganismerna och föroreningar (Hadin & Eriksson 2016).

Både torr- och våtrötningsanläggningar finns i Sverige. Skillnad mellan torrötning och våtrötning är TS-halten. I våtrötning är en TS-halt under 15 % att föredra för god nedbrytning. Torrötning kan däremot nyttja en TS-halt upp till 30 %. Det ger den senare ett större svängrum för nyttjande av hästgödsel. Ytligare fördelar med torrötning är att det krävs mindre uppvärmning och hantering pga. mindre reaktorer. Torrsubstanshalten i hästgödsel utan strö kan variera från 20 % ända upp till 80 %. För gödsel mixat med strömaterial varierar torrsubstanshalten mellan 30–50 % (Hadin & Eriksson 2016).

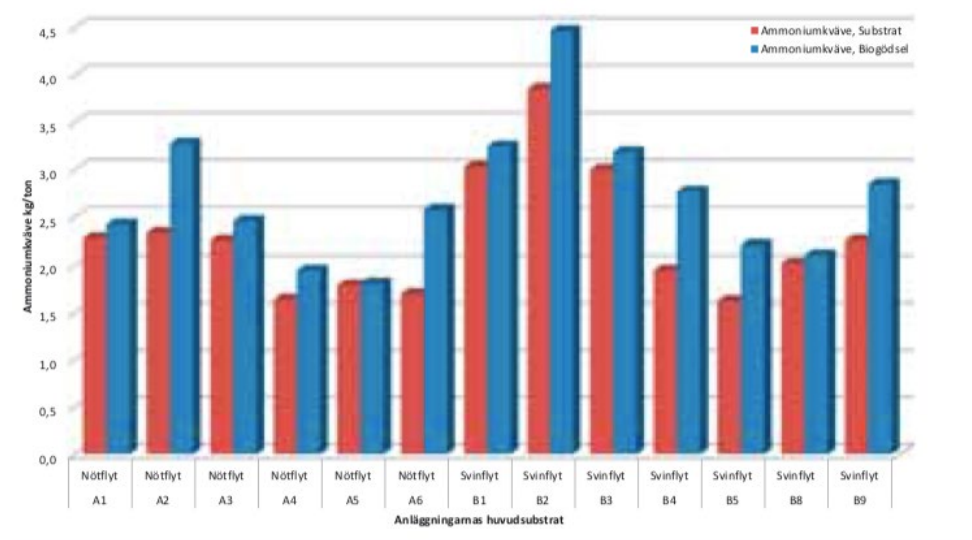
Vissa mikronäringsämnen är helt nödvändiga för mikrobiell tillväxt och biosyntes av metan. En hämmad tillväxt kan uppstå vid nedbrytning av ett enskilt material, d.v.s. om näringsämnena i detta inte är tillräckliga. Vidare är nedbrytningshastigheten av olika lätt nedbrytbara material avgörande. För hög koncentrationen av lignin försämrar biogasprocessen. Mängden lignin påverkar anaerob nedbrytning genom att minska tillgängligheten av cellulosa. Gödsel som innehåller höga nivåer av cellulosa, t ex om träspån eller kutterspån har använts, har visat sig vara svårnedbrytbar. Liksom vid komposteringen visade sig halm ha en god effekt på metanproduktionen. Hästarnas föda var även intressant med tanke på metanproduktionen. Mesofil och termofil anaerob nedbrytning var högre när hästarna åt hö jämfört med ensilage. Inhibitorer av metanproduktion är bland annat metaller i höga koncentrationer eller antibiotikarester (Hadin & Eriksson 2016).

Spridningen i näringsinnehåll i hästgödsel är stor, se Tabell 1. Det finns de studier som kommit fram till att nedbrytning av enbart hästgödsel gav en produkt som saknade vissa viktiga näringsämnen, något som gav en lägre metanproduktion jämfört med andra organiska gödselmedel (Hadin & Eriksson 2016). En annan studie visade att hästgödseln innehöll samma mängd N, P, K som gödsel från mjölkkor, enligt sammanställningen av Hadin & Eriksson (2016)

Restprodukten efter biogastillverkning kallas ofta biogödsel. I biogödsel finns en stor del av näringsämnena kvar. Hur attraktiv biogödseln blir beror på ursprungssubstratet. En generell bild är att biogödsel får ett högt pH, en hög halt ammonium N och höga halter mikronäringsämnen (Blomquist 2014).

Figur 2 nedan beskriver förändringen i ammoniumkvävehalt för nöt- och svingödsel när den rötas. I och med mineraliseringsprocessen i biogasprocessen blir ammoniumkvävehalten högre efter rötning än innan (Carlsson *et al.* 2009). I projektet ”Utvärderingar av biogasanläggningar på gårdsnivå” togs prover på substrat och biogödsel i olika delar av landet (HIR Malmöhus 2012). Halten av ammoniumkväve i flytgödsel innan rötning var 2,3 kg/ton i medeltal ton och 2,7 kg/ton i biogödseln.

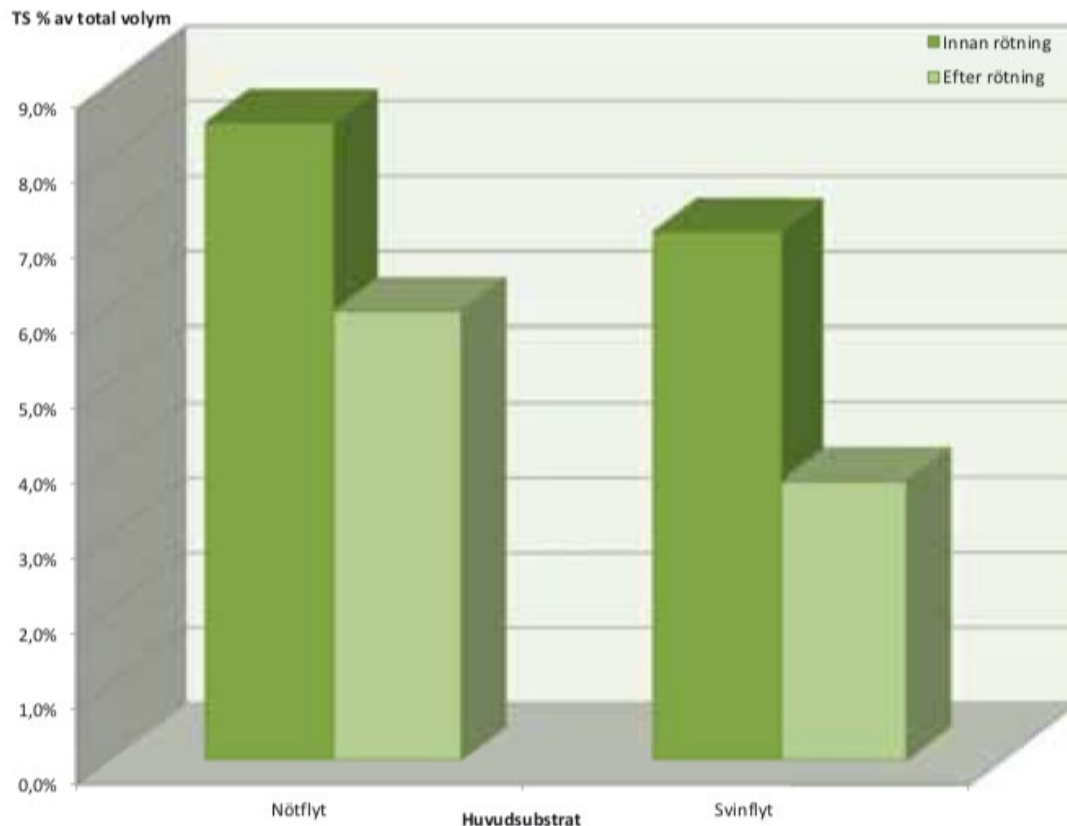
Vid jämförelse mellan svin- och nötgödsel kan en större effekt på svingödsel ses där en ökning på 23 % ammoniumkväve i biogödsel från innan, medan gödsel av nöt hade cirka 17 % högre ammoniumkväve i slakteriavfallet. Värt att poängtera att anläggningar som tar in slakteriavfall, livsmedelsavfall får ofta en högre ammoniumkväveinnehåll än ren gödsel (HIR Malmöhus 2012).



Figur 2. Förändring av ammoniumkväve halt efter rötning i svinflyt respektive nötflyt (HIR Malmöhus 2012).

Det har även visats att biogödsel sänker TS- halt och gör den mer lättillgänglig vid spridning på åker. I samma undersökning som ovan sjönk TS halten med 30% för gårdar som i huvudsak rötar nöt flyt och hela 47 procent sänkning med svingödsel (HIR Malmöhus 2012).

Nedan ses en förändring i TS-halt före och efter rötning (Figur 3).



Figur 3. En sammanställning av totalt 30 analyser. TS % av total volym, innan rötning respektive efter rötning (HIR Malmöhus 2012).

Generellt har det visat sig att en del P i biogödsel går förlorad, troliga skäl är sedimentering. En del Mg går även förlorad genom bildning av struvit (fosfatmineral) och Ca minskar genom bildandet av kalciumkarbonat. Svavel minskar då S övergår i gasform och bildar svavelväte. Svavel minskade med i genomsnitt 22% (HIR Malmöhus 2012). Eftersom biogödseln har ett högt pH är också risken för ammoniakavgång stor i samband med lagring och spridning av gödseln (Blomquist 2014).

3.3 Växtnäring

Växter behöver en mängd näringsämnen i olika halter. Nedan beskrivs de viktigaste makro- och mikronäringsämnen i hästgödsel och deras funktion i växten, enligt Eriksson (2011) och Ivarsson (2004).

Makronäringsämnen

Fosfor (P): Ingår i aminosyror i DNA, ATP, och RNA. En lägre frökvalitet och försenad mognad kan vara en indikator på P brist.

Kalcium (Ca): Är viktig för både cellväggen och cellmembranets funktion.

Kalium (K): Aktiverar olika enzymer som reglerar den osmotiska potentialen i cellen. Plantan drabbas lättare av torkstress och tål kyla sämre.

Kväve (N): Viktig i produktionen av kolhydrater samt delaktig i klorofyllmolekylen. Vid brist på N blir tillväxten försämrad.

Magnesium (Mg): Är av stor vikt vid fotosyntesen.

Svavel (S): Reglerar både fotosyntes och biologisk kvävefixering. Vid brist blir plantorna mindre.

Mikronäringsämnen

Järn (Fe): Är både nödvändigt i fotosyntes och en viktig del vid N omsättningen i växten.

Koppar (Cu): Är viktig för kolhydrat och proteinmetabolismen skall fungera samt för biologisk kvävefixering (Eriksson 2011).

Natrium (Na): Vid brist på K kan en del växter ta upp Na som ett substitut.

Zink (Zn): Är viktig för både kolhydrat och proteinmetabolism. Påverkar även hormoner som styr tillväxt och produktionen av frö (Ivarson 2004).

Hästgödsel med strömaterial jämfört med gödsel från nöt och svin innehåller mycket kalium, enbart höns gödsel och mjölkcor får en gödsel som innehåller mer K i vissa fall. Däremot är skillnaden stor vid jämförelse av de olika djurslagen när enbart fastgödsel från häst utan strömaterial används. Både N, P, och K procenten är många gånger lägre i hästgödseln jämfört med gödsel från andra djurslag (Börling *et al.* 2018). Beroende på tillgång så kan man kombinera med andra djurslag eller andra gödselmedel för att få den fördelning man vill ha. I bilaga 1 och 2 finns näringsinnehållet från andra djurarter i färsk respektive komposterad form.

I Tabell 6 kan innehållet av N, P, K utläsas för olika strömaterial, färsk gödsel eller komposterad gödsel enligt en studie av Keskinen *et al.* (2017). Komposterad gödsel har höga nivåer av vattenlösligt N när torv eller pelleterad halm används som strömedel, medan det för spån är markant lägre. I den färska gödseln eller på total nivå är skillnaden inte lika stor. I tabellen framgår även att P är vattenlöslig i större andel jämfört med N.

Med hjälp av tabell 6 kan en beräkning göras på hur mycket N, P eller K som måste tillföras för rätt gödselgiva beroende på vilket strömaterial som används. Tabellen visar medlet och standardavvikelsen av rena ströbäddar baserat på tre prov. För övriga mätvärden anges medel baserat på 4 prov.

Tabell 6. Näringskoncentration (g/kg torrsubstans) i rent strö, färsk gödsel respektive komposterad gödsel för olika strömaterial (Keskinen *et al.* 2017)

	Total Koncentration g/kg torrsubstans			Vattenlöslig koncentration g/kg torrsubstans	
	N	P	K	N	P
Rent strö					
Torv	8,7 ± 0,2	0,3 ± 0,1	<0,7	0,4 ± 0,1	0,07 ± 0,0
Spån	0,6 ± 0,0	< 0,1	<0,7	0,0 ± 0,0	0,02 ± 0,0
Pelleterad halm	9,1 ± 0,4	1,4 ± 0,1	8,5 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,34 ± 0,08
Färskt gödsel					
Torv	14,3	2,2	14,3	3,8	1,2
Spån	10,2	2	14	3,8	1,2
Pelleterad halm	14,8	2,7	16,3	4,6	1,3
Komposterad gödsel					
Torv	15,5	2,7	16,5	4,2	1,6
Spån	13,8	3,3	21	2,1	1,7
Pelleterad halm	28,8	6,3	37	4,7	2,2

3.4 Mark och val av grödor

Kaliumkrävande grödor som vall, potatis och rotfrukter kräver inte lika mycket N, vilket gör att hästgödsel passar bra för dessa. Det är även viktigt att beakta K/Mg balansen, en god balans varierar från 1–3 där en lägre förhindrar K och en högre försvårar upptaget av Mg (Dirke u.å.).

Ungefär 90 procent av det fosfat som bryts används inom jordbruket och dessutom är P en ändlig resurs, liksom andra mineral. Vid utvinning av fosfat är det svårt att skilja kadmium (Cd) från fosfat. Fosforgödselmedel från Cd rika områden kan innehålla höga halter Cd vilket kan vara skadligt både för människor och djur och därför bör Cd tillförseln till jorden begränsas. Fosfor är svårtillgängligt och måste omvandlas för att bli växttillgängligt oavsett om det kommer från organisk gödsel eller från fosfatbrytning (Dirke u.å.).

Markens förmåga att bibehålla näring och vatten skiljer sig mellan olika jordarter, detta ihop med fler faktorer påverkar i sin tur mängden mikroorganismer i marken och grödans tillväxt. Organiskt material gynnar uppkomsten av mikromiljöer för mikroorganismerna i marken. Fördelar som dessa mikromiljöer kan erbjuda är skydd för nyttiga mikroorganismer, dessutom kan syre och vatten finnas i och runt om på aggregaten. En kväverik förna gynnar dessutom stora daggmaskar som hjälper till att luckra och omfördela jorden. En mångfald ger i sin tur bakterier som kan bryta ner nästan alla organiska material (Eriksson 2011).

4. Resultat av fallstudie

Frågeformulär och svar finns för kategorierna, agronomer, producenter av gödsel, användare av hästgödsel och biogasproducenter.

4.1 Intervjuer

Tabell 7 sammanfattar resultat från både litteraturstudien och intervjuerna i fallstudien, med avseende på olika hanteringsmetoders för- och nackdelar. Intervjuresultaten presenteras i 4.2–4.4. I samtliga fall var strömaterialet avgörande med avseende på användbarheten. Samtliga såg hästgödseln som en resurs. Sättet att hantera hästgödseln berodde på en mängd faktorer.

Tabell 7. Sammanfattning. Fördelar och nackdelar- Kompostering, biogas och förbränning

	<i>Fördelar</i>	<i>Nackdelar</i>
<i>Kompostering</i>	<i>Går att göra utan avancerad teknik Mycket C och N blir kvar även om växttillgängligt N minskar Går att göra småskaligt och storskaligt</i>	<i>Tar tid Utrymmeskrävande Risk för metanläckage Ammoniak och lustgas till atmosfär</i>
<i>Biogas</i>	<i>Ger användbar energi, metangas Växttillgängligt N ökar och en del C blir kvar God styrning av process Inga skadliga gaser till atmosfär</i>	<i>Svårt att göra småskaligt Kräver avancerad teknik Ts halten är viktig</i>
<i>Förbränning</i>	<i>Går att göra utan så avancerad teknik Går snabbt Kan användas lokalt inom egna lokaler Vissa näringsämnen blir växttillgängligt, bioaska</i>	<i>Mycket kol och kväve försvinner i luften Det som förbränns koncentreras och kan nå toxiska nivåer.</i>

4.2 Agronomer som arbetar med hästfrågor

4.2.1 Agronom 1

Arbetar som växtodlingsrådgivare nära bönder och hästägare.
Viktigaste arbetsområde är att vara växtodlingsexpert i olika projekt.

Specifika frågor

Hur ser du på hästgödseln som resurs?

Bra PK gödselmedel, mycket organiskt material.

Hur ser bönderna på hästgödseln som resurs?

Olika syn. Generellt är hästgödsel voluminös, lite otympligt förpackat gödselmedel.

Vad är flaskhalsarna till att utnyttja hästgödsel fullt ut? Är det att hästägare inte hittar lantbrukare?

Ett av problemen med nyttjande av hästgödsel är att hästägare och bönder inte hittar varandra. Om man säljer foder är det även klokt att ta tillbaka gödseln, då kan även transporterna minska. Många gör detta, men det är inte så många som man skulle önska. Andra faktorer är pris och lagringsutrymmen.

Vilka ytterligare områden skulle man kunna använda hästgödsel till?

Vissa bönder eldar, det är en enkel process. Kompostering minskar ogräsfrön.

Finns det annan användning som kan bli aktuellt i framtiden?

-

Beror det på vilken mängd hästgödsel man har tillgång till?

Ja.

Är det specifika fördelar du vill lyfta fram med hästgödsel jämfört med annan gödsel?

Jämfört med flytgödsel får du mer organiskt material till jordarna.

Den organiska halten ökar. Långsiktigt gödselmedel år 2–3 ser du resultatet av det.

Varför väljer vissa bort hästgödsel, kan det vara en tidsfråga, ekonomiskt eller okunskap?

Fel hantering av hästgödsel. Hästgödseln dras med ett dåligt rykte, den anses dålig på grund av att den lett till sämre tillväxt, vilket i sin tur har att göra med att man har spridit gödsel som inte är färdigt komposterat.

Ser du någon skillnad på ekologiska bönder/konventionella bönder?

Många ekologiska bönder tycker att det är en bra idé för jordförbättring, men de blir begränsade av hur mycket de kan ta emot då många gödselmedel som man kan köpa har hög fosforhalt, och om man tar emot hästgödsel så blir det för mycket fosfor.

Undantag finns där man är väldigt intresserad av gödsel och tar emot.

Vad kan göras för att förenkla och förbättra användningen av hästgödsel i odlingen?

Genom att hindra att balsnören, träbitar, stenar och engångshandskar hamnar i gödseln ökar bruksbarheten. Lagringsplatsen är också viktig för att kunna sprida vid rätt

tidpunkt. Lagringsplatsen ska också ligga långt från grannar för att förhindra problem med lukt och flugor. Det är även viktigt att beakta närheten till dricksvattentäkt när man väljer plats för lagring.

Sammanfattning

Hästgödsel innehåller små mängder växttillgängligt kväve och att göra av sig med gödseln kan kosta pengar. Agronom 1 ser generellt en större medvetenhet hos producenter nu jämfört med några år sedan. Det är nu färre kanyler och handskar i gödseln. Fler avtal finns nu tillgängliga för att förenkla arbetet mellan producent och användare. Många hästägare är måna om natur och djur, det är ingen svår målgrupp att nå ut till.

4.2.2 Agronom 2

Arbetat som hästrådgivare sen 2013. Hästuppfödare sedan 70-talet och medverkat i ett antal projekt samt jobbat aktivt med hästfrågor.

Specifika frågor

Hur ser du på hästgödseln som resurs?

Stor resurs, ökar den biologiska mångfalden, resursen borde främst gå till marken i ett cirkulärt kretslopp. Hästgödsel får användas till ekologisk odling. Även bra nu när mineralgödsel har blivit extremt dyrt. Trevligt att se att svampar, flugor, tordyvvelslarver trivs bra av gödseln. Man ska inte kasta bort eller bränna något som behövs.

Hur ser bönderna på hästgödseln som resurs?

Både bönder och hästägare tror att spån är näringsfattigt.

Vad är flaskhalsarna till att utnyttja hästgödsel fullt ut? Är det att hästägare inte hittar lantbrukare?

Fördomar, pris, attityd. Man tror att hästägare är väldigt besvärliga att ha att göra med eller att hästgödsel inte är något att ha. Man tror att spånmaterial är näringsfattigt det är en fördom hos både bönder och hästägare. Gödselavtal behövs liksom gödselportal där alla lagar och förmedlingstjänster finns. Det borde gå att ha kommunala eller uthyres containrar.

Vilka ytterligare områden skulle man kunna använda hästgödseln till?

-

Finns det annan användning som kan bli aktuellt i framtiden?

Fortsätta anpassa gödsel efter de marker man har. Lera kan behöva luckras upp med hästgödsel.

Beror de på vilken mängd hästgödsel man har tillgång till?

Ja.

Är det specifika fördelar du vill lyfta fram med hästgödsel jämfört med annan gödsel?

Kan sprida direkt om det är spånpellets, eller halmpellets, långhalm är lite svårare. Jordarna kan bli mer motståndskraftiga. Djupströbäddar från häst innehåller lika mycket näring som djupströbäddar från nöt.

Varför väljer vissa bort hästgödsel, kan det vara en tidsfråga, ekonomiskt eller okunskap?

Allt ihop.

Ser du någon skillnad på ekologiska bönder/konventionella bönder?

Ekologiska bönder har mycket större behov av naturgödsel. All hästgödsel oavsett om de har fått ekologisk mat är godkänd. Det finns ett större utbud genom detta.

Sammanfattning

Hästgödsel är viktig då den upprätthåller och ökar den biologiska mångfalden. Här fanns åsikten att näringen främst borde återgå till marken i en cirkulär process. Det finns även möjlighet inom andra användningsområden. Agronom 2 stötte på flera användare och producenter som hade svårt att hitta varandra. Flera förslag gavs för att åtgärda svårigheter i kommunikation, bl.a. att skapa en jordbruksportal på Jordbruksverket där producenter och användare kunde visa sig tillgängliga. Det framgick även att mer arbete borde riktas mot gödselhanteringen. Att inte slänga vad som helst i gödseln.

Det är viktigt att användare och producent kommer överens om ett strömmaterial. Det kan vara dyrt för producenter att nyttja vissa material. I vissa fall kan man utnyttja närområdet och använda material som finns tillgängligt. Nya material som kan bli intressant är exempelvis hampaströ. För att förenkla gödselhanteringen för producenter kan användare investera i containrar och på så sätt minska kostnader för producent och samtidigt kunna styra sin egen produktion.

Det tar tid att mocka hagarna, det borde finnas maskinstöd eller några verktyg. Även om det största problemet är att vi har för små hagar.

Generellt ansågs inte hästgödsel så eftertraktat, vilket antogs bero på bl.a. fördomar och okunskap kring gödseln. Här är det viktigt att producenter får ett bättre rykte och därmed kan öka användbarheten.

4.3 Producenter

4.3.1 Ridskola

En ridskola i Uppsala, stallet hade cirka 40 hästar. Stallet hade ingen egen spridningsareal, istället fanns ett samarbete med en ekologisk bonde, som hade uppkommit genom ren tur. Strömaterialet som användes på ridskolan var spånpellets.

Specifika frågor

Hur ser du på hästgödseln som resurs?

Det är en bra resurs, men hantering av hästgödsel är mycket fysisk arbetskrävande.

Hur lätt är hästgödsel att bli av med?

Lite svårt att hitta någon som vill ta emot eller villiga att betala en skälig summa för gödseln. Efterfrågan borde vara större än var den är.

Ser ni en efterfrågan på hästgödsel?

En aning, om man får det gratis.

På vilket sätt används hästgödseln från eran verksamhet?

Det används som jordförbättring.

Vad ser du för andra användningsområde för hästgödsel?

Investera i en förbränningsanläggning som kunde värma upp ridskolan på vintern. Transporter skulle därmed minska och ridskolan skulle inte vara lika beroende av hämtning av gödseln. Förbränning skulle göras på plats och energin skulle förbrukas på plats. Ridskolan skulle även kunna sälja till biogasanläggning om det fanns intresserade.

Vad var de som gjorde att ni valde just de användningsområden?

Det fanns ett intresse hos en bonde att ta emot gödseln.

Beror valet av användningsområden på vilken mängd hästgödsel man har tillgång till?

Till stor del ja.

Är det några specifika fördelar du vill lyfta fram med hästgödsel jämfört med annan gödsel?

Hästgödsel har lägre fukthalt.

Varför väljer vissa bort hästgödsel, kan det vara en tidsfråga, ekonomiskt, eller okunskap?

Hästnäringen måste jobba mer på sitt rykte.

Kan du berätta mer om användningen av hästgödseln från eran verksamhet?

-

Vad har användarna sett för positiva effekter av hästgödseln och hur långtid tog de innan de började se effekt?

-

Känner ni andra som utnyttjar hästgödseln?

Nej

Är det svårt att få tag i kontakter som använder hästgödseln?

Det kan vara svårt.

Sammanfattning

Ridskolan ansåg att hästgödsel är en resurs, men hanteringen är tidskrävande. De gillade att näringen kunde genomgå en cirkulär processen när bonden tog emot den. De kunde även minska kostnaden för hantering av gödsel genom samarbetet. Samarbetet hade dock uppkommit mer av en slump.

Strömaterialet var av stor vikt. Hälsa och inomhusmiljön för både häst och människa var viktigt. Strömateriale skall bl.a. vara lätt att arbeta med, estetiskt tilltalande och hygieniskt. Ridskolan ansåg att djupströbäddar uppfyllde många kriterium. Med djupströbädd var tanken att arbetsbelastningen skulle minska genom att minska den tid och energi som går till mockningen. Djupströbädden tömdes 3 gånger om året.

Alla hagar mockades då intresse fanns hos användare. Ridskolan ansåg även att mockning av hagar var ett bra sätt att hålla hagar rena och minska näringsläckage som kunde uppkomma. Detta var extremt tidskrävande och väldigt tungt och de ansågs inte få tillräckligt betalt för gödseln. Ett år testades det att skicka ut en inbjudan om att användare kunde komma och mocka deras hagar. Detta fungerade och hagarna mockades och lades i säck. Detta var dock inget som var görbart de andra åren. En till svårighet vid mockning i hage var svårigheten att urskilja grus. Det fanns även en osäkerhet kring om gödselutrymmen skulle blir för fulla, i vissa fall har de drabbats av utebliven hämtning av gödsel.

Ridskolan hade två gödselplattor för gödsel. En med gödsel med strömateriale taget ur box, den andra med avföring från hagar. Dessutom fanns en container, ett tidigare projekt som höll på att läggas ner. Projektet skapades för att påskynda komposteringsprocessen och göra gödseln mer eftertraktat för användare. För att snabba upp komposteringsprocessen hade värmefåliga maskar importerats. Dessa visade sig vara svåra att hålla vid liv. Det ansågs inte heller vara så miljövänligt av de nya anställda på ridskolan eftersom maskarna importerats.

Ridskolan hade kostnader för att bli av med gödseln även om de hade fått ner kostnaderna rejält genom att byta strömateriale och ha ett bra samarbete med användare.

Ridskolan var nöjd med sitt val oavsett om de ansåg att spånpellets var dyrt. Ridskolan jobbade med att minska den totala kostnaden. Med rätt strö kunde man minska arbetsbehovet så den totala kostnaderna blev lägre. Vid val av strömateriale var det även viktigt att användaren skulle vara nöjd. Ridskolan var även öppna till att byta strömateriale om det fanns användare som var beredd att betala för gödseln.

4.4 Användare av hästgödsel

4.4.1 Ekologisk lantbrukare

En ekologisk växtodlingsgård utanför Uppsala. På gården fanns en katt, en häst och några inackorderade hästar. Gården samarbetar med en travanläggning cirka 5 km bort och några andra travanläggningar. Gården ägde cirka 30 hektar åker och egen skog. 150 hektar arrenderas och brukades. Hästgödseln användes på hela arealen. Gården tog emot cirka 4000 kubik hästgödsel, 2000 ton per år. Marken var i huvudsakligen ler och de odlade glutenfritt havre, korn, höstvet, råg, ärtor, åkerböna, rödklöver och frövall. Gödseln kom från hästar med hög fysisk aktivitet, strömaterial var spån, tidigare nyttjades halm. För egen häst utnyttjades rapspellet som strömaterial. Hästgödseln användes som ett NPK gödselmedel på gården. Gödseln användes vid sidan av ett ekogödselmedel (Biofer) för att öka proteinhalten i dess höstvet.

Specifika frågor

Hur ser du på hästgödsel som resurs?

Bra långtidsverkande näring som bör återföras till mark.

Har ni egna hästar eller tar ni emot gödsel från andra?

Egen häst samt inackorderade hästar och tar emot gödsel från andra.

Är hästgödsel lätt att få tag på?

Ja det är det. Jag är dessutom uppväxt på gården med travanläggningen som granne.

Ser ni en efterfrågan för hästgödsel som jordförbättring hos andra eller använder ni enbart på ert jordbruk?

Det har hänt att någon har hört av sig och efter gödsel.

På vilket sätt använder ni hästgödsel i erat jordbruk?

Jordförbättring, näring till grödor.

Vad ser du för andra användningsområden, för och nackdelar?

Sälja till biogasanläggningar om det finns intressenter vore smidigt, vi är även intresserade att ta tillbaka rötresterna. Då detta är en mer näringsrik produkt med mindre volym. En tanke är att använda strömaterial som blivit separerat och lägga som marktäckning på åkrar för att förhindra markavdunstning och skydda marken mot yttre påverkan som vind och vatten. En tanke var också att påskynda komposteringen på gården.

Vad var det som gjorde att ni valde just de användningsområden på er gård?

Bra näring till grödor. Valet att använda hästgödsel beror på att det är nära och smidigt till travanläggningarna. Hästgödsel är dessutom godkänt för ekologisk odling.

Beror valet av användningsområde på vilken mängd hästgödsel som man har tillgång till?

Ja. Gården har inte tillräckligt med hästgödsel själv.

Är det några specifika fördelar du vill lyfta fram med hästgödsel jämfört med annan gödsel?

Kogödsel ger snabbare effekt men hästgödsel är långtidsverkande.

Varför väljer vissa bort hästgödsel, kan det vara ekonomisk tidsfråga eller okunskap?

Kanske okunskap.

Kan du berätta mer om användningen av hästgödsel på er gård.

För 10 år sedan renoverades och byggdes anläggningen ut. Efter det förenklades arbetet med hästgödsel. Tidigare år har det varit jobbigare med hantering och lagring av gödseln. En maskin som är byggd för att separera grus används för att separera strö från gödsel. Gården har köpt in containrar som ställs ut hos hästägare. Vid bestämda datum eller när containrarna börjar bli fulla hämtas containrarna. Sen förflyttas de och komposterar en bit bort från grannar. Hästgödseln läggs på stuka på en väl vald plats för att minska risken för näringsläckage. Gödseln sprids som fastgödsel och spridningen sker både vår och höst när bärighet är bra och det är enkelt att köra. Tid och timing är viktigt för att få ut positiva fördelar med hästgödsel. Smågrus kan slita på spridaren.

Vad har ni sett för positiva effekter och hur lång tid tog de innan ni började se effekt?

Jorden känns mer lucker, men jag är osäker på om det beror på gödseln. Det tog ett par år innan vi började se effekt.

Känner ni någon annan som utnyttjar hästgödsel?

Nej.

Var det svårt att hitta kontakt och samarbete med hästbönder?

Nej.

Hur sker samarbete mellan era aktörer?

Samarbetet var ett gemensamt initiativ.

Sammanfattning

Hästgödseln ansågs som en god resurs och ett bra komplement till andra gödselmedel. Överlag verkade användaren nöjd och planerade att fortsätta använda hästgödsel i framtiden. Vädret och maskintillgången påverkade hanteringen och när man spred gödseln. Vidare diskuterades vad som kan göras för att förbättra användningen. Här är det alltid viktigt med en öppen kommunikation om vad som får slängas och vad som slängs. Viktiga frågor här är hur antibiotika och olika preparat hanteras. Det är även aktuellt att tänka på alla aspekter såsom kostnader hos producenter, något som är viktigt för att skapa en god relation. Att strömaterial var av spån var främst för att det var det hästägaren valt. Det tog emot gödsel som hade mockats från hagarna. Gården var väldigt tacksam även om det förekom grus som ibland slet på spridaren. Fortsättningsvis kommer gården att arbeta med marken med mer fokus på baljväxter och mellangrödor.

4.2.2 Våt anläggning för biogas

En anläggning i Uppsala. Anläggningen tog idag inte emot hästgödsel, men kunde tänka sig att göra det i framtiden.

Specifika frågor

Finns det stort intresse för biogas?

Intresset för biogas växer. Busstrafiken (UL) i Uppsala är en stor användare.

Hur lång tid tar processen?

Processen tar 30 dagar.

Vad finns det för fördelar respektive nackdelar att använda hästgödsel i eran process?

Lågvärdigt substrat som ger lågt gasutbyte, men kan ge viss kvalitet till rötresten.

Behövs det ny teknik för att lättare hantera hästgödsel?

Nej.

Hur mycket gas blir det av ett ton hästgödsel (Istället för häst, kogödsel eller något annat gödsel ni nyttjar?)

Hästgödsel: $170 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{ton VS}$, TS-halt 30%, VS-halt 80% = $40,8 \text{ Nm}^3/\text{ton gödsel}$
= 29 kg CH_4 = 400 kWh eller c:a 40 liter diesel.

Matavfall från hushåll: $461 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4/\text{ton VS}$, TS-halt 33%, VS-halt 85% =
 $129 \text{ Nm}^3/\text{ton matavfall}$ = 92 kg CH_4 = 1300 kWh eller c:a 120 liter diesel.

Hur långt kör man en personbil på det?

-

Vad gör ni av restprodukterna?

-

Kan ni sälja restprodukterna?

-

Finns det något ni skulle vilja ändra på? Byta teknik, osv?

Torr rötning kanske.

Sammanfattning

Ett skäl till att det inte tog emot hästgödsel idag var att de redan hade tillräckligt med leverans av råvara. De betonade även att blandningen av substraten blev rätt för att få processen att fungera optimalt.

4.4.3 Torr anläggning för biogas

Torr rötanläggning i Gästrikland som tar emot hästgödsel.

Specifika frågor

Finns det stort intresse i biogas?

Ja det gör det, privat bilism, kommunala fordon, sopbilar.

Hur långtid tar processen?

Det tar cirka en månad från gödsel till färdig gas.

Vad finns det fördelar/ respektive nackdelar att använda hästgödsel i eran process?

Nackdelar, sten och annan bråte kan ställa till i den mekaniska delen i processen, Fördelar, hästgödsel fungerar bland annat som ett bindande medel i processen och ger gas. Dessutom finns den tillgänglig till en låg kostnad.

Behövs det ny teknik för att lättare hantera hästgödseln?

Det handlar om logistiken, att kunna hantera mindre stall och samtidigt hålla nere transportkostnaderna.

Vad gör ni av restprodukterna?

Biogödsel säljs om möjligt, i vissa fall kan anläggningen inte sälja restprodukter som biogödsel, tex när plast har kommit med genom felsorterade inkommande råvaror.

Sammanfattning

Torrötningsanläggningen tog emot cirka 700 ton hästgödsel det senaste året. Efterfrågan av biogödsel varierade. Många användare av biogödsel ansåg att det inte hade fått tillräckligt bra näring i förhållande till andra gödselmedel. Dessutom fanns en problematik med biogödsel, våt biogödsel är utspädd och därmed tung. Frakten är dyr, dessutom riskerar man markpackning på åkrarna av de tunga transporterna.

Nackdelar med hästgödsel i processen var bl.a. att sten och grus kan ställa till med mekaniska problem i utrustningen. Något som är viktigt för alla anläggningar att undvika. Här betonades även vikten av kommunikation mellan producent och användare. Fördelar med hästgödsel är att det kan fungera som bindemedel i processen och bidra till gasproduktion.

För att få ett högt gasutbyte är blandningen viktig. Torrötningsanläggningen utnyttjade cirka 70 % matavfall en del slaktavfall och enbart cirka 5% hästgödsel. En anledning till den låga halten är att få rätt process i biogasproduktionen. Att hästgödsel användes istället för annat organiskt gödselmedel var pga. dess torra karaktär. Detta är en stor fördel för denna process. Intresse fanns i att fortsätta samarbeta med närliggande gårdar för att minska transportkostnader.

Det fanns tankar på hur processerna skulle kunna göras småskaligt. Det skulle dock krävas relativt stora investeringar och högteknisk kompetens hos de småskaliga användarna. För att få tillräckligt med substrat till biogasreaktorn kan närliggande gårdar samarbeta. Förutom biogödsel får man då fordonsgas och möjlighet att generera el och värme till hushållet.

5. Diskussion

Det finns mycket som pekar på att hästgödseln är en viktig resurs som skall tas hand om på bäst vis. Vad bästa vis är beror på vilka förutsättningar som finns och vilka behov man har. De olika hanteringsalternativen diskuteras mer i detalj senare. Figur 5 visar olika alternativ för hantering av hästgödsel.



Figur 2. Vad finns det för alternativ för hantering av hästgödsel?

Valet av strömateri har betydelse för användbarheten, gödselns egenskaper och därmed även efterfrågan på gödseln. Har man inte någon spridningsareal själv, är det bra att diskutera igenom med potentiella användare vilket strömateri som passar dem bäst och vilken renhet gödseln måste ha för att inte störa deras process. Exempelvis hade biogastillverkarna problem att det kom in plast i deras process som försvårade användningen som biogödsel.

En nackdel som hästgödsel har jämfört med tex kogödsel är att halten av N, P och K generellt sätt ligger lägre. Nackdelen är då att det krävs större volymer för att få samma mängd näringsämnen. Den höga C/N kvoten i hästgödsel gör att mineraliseringen går långsamt och har mindre kväveeffekt de första åren. Här kan man blanda med gödsel från andra djurslag eller konstgödsel för att få önskad effekt.

En fördel med höga C/N kvoter är att kolmängden i jorden ökar och det halvnedbrutna materialet bidrar med biologisk aktivitet och ökar porositeten i jorden, ett bra jordförbättringsmedel.

Kompostering

Kompostering på gårdsnivå är en mindre krävande process som för det mesta sköter sig själv. Här kan en spade användas för att röra om komposten och tillföra syre. Volymen på högen från start är stor men minskar med tiden. Svårare kan det bli vid storskalig kompostering, här behövs stor lagringsplats längre bort från grannar, dessutom behövs maskiner nyttjas för bl.a. transport och omrörning. Mullhalten i jorden ökar när man använder kompost då kvävet och det stabila kolet till stor del blir kvar vid komposteringen. Detta gynnar mask och andra smådjur som trivs med högre mullhalt. Om komposteringen däremot skiftar till anaerob metabolism kan metan läcka till atmosfären. Det finns även negativa aspekter med kompostering såsom läckage av ammoniak och lustgas från komposthög.

Biogas

Biogas kan vara svårt att göra på gårdsnivå, framförallt när det gäller våtrötning. Förutom att vara mer anpassad till hästgödsel är torrrötning inte lika krävande vad gäller uppvärmning och hantering då reaktorerna ofta är mindre. I litteraturdelen beskrevs en studie där nödvändiga näringsämnen saknas då enbart hästgödsel används. Andra studier menade på att det finns en stor variation i näringen i gödseln från olika hästar. Oavsett om gödseln kan tillgodose kraven själv eller inte kan hästgödsel vara en del av det material som används i processen. Istället för att avgränsa sig till endast ett substrat är det viktigare att blandningen blir rätt när det gäller näringsinnehåll, TS-halt eller andra förutsättningar. Om mikroorganismerna inte trivs kan det bli kostsamt då processen tar längre tid och metanproduktionen blir lägre.

En biogasanläggning med våtrötning nämnde att de hade tillräckligt med andra leverantörer och hade därför inte provat hästgödsel. De var däremot öppna att prova om tillfälle skulle ges. En möjlighet för markägare/hästägare att bli mindre beroende är att bygga egna biogasanläggningar på sina gårdar. Med biogasen skulle man kunna värma hus, köra bil eller traktor samtidigt som man får kväverik biogödsel från anläggningen. I och med de mindre reaktorerna och de fördelar beskriva ovan är torrötning något som skulle kunna fungera relativt småskaligt. Detta kan dock vara en dyr investering samtidigt kan det vara värt om man dessutom är tekniskt kunnig. För att minska investeringen per jordbruk är samarbete med närliggande gårdar en möjlighet.

Förbränning

Förbränning kan göras på gårdsnivå och nyttjas för att värma upp stall och andra anläggningar. För att minska behovet av lagring skulle man kunna göra pellets av gödseln. Det finns mindre anläggningar att sätta på trepunktsfästet på traktorn. I samband med att man gör pellets värms materialet så det blir hygieniskt och torrt nog att elda med.

Större förbränningsanläggningar som kommunala värmeverk borde kunna ta emot hästgödsel för förbränning. Det skulle kunna vara en möjlighet för hästägare utan egen spridningsareal. En stor nackdel med förbränning är att värdefull växtnäring går förlorad speciellt kväve och kol. Det är dock en fördel om askan tas om hand så att övriga näringsämnen kan nyttjas. Bioaska i sig har fördelar och nackdelar, dels att näringsämnena koncentreras i höga mängder så en toxicitet kan uppnås. Om t ex Cd nivån blir för hög för spridning på åkermark skulle man kunna sprida i askan i skogsmark. Förutom återföring av näring till skogen ger det en pH höjning som motverkar surt nedfall.

Övriga kommentarer

För en hästägare kan det vara svårt att byta strömaterial om användaren inte är tillräckligt tydlig eller beredd att betala för gödseln med "rätt" strömaterial. Ytterligare aspekter som påverkar är naturligtvis hästens välmående och inomhusklimat. Flera nya material kan även tänkas utnyttjas framöver. Strömaterial som ris och kokos är inte lika hållbart som de andra åtminstone om man tar hänsyn till de långa transporterna. Lin har däremot odlats i Sverige länge och vårt klimat passar väl för odlingen. En agronom nämnde även fördelar i att använda substrat som finns i närområdet. Har man inte möjlighet att använda eget substrat från närområdet påverkas valet många gånger av tillgång och pris. Samtidigt var det tydligt att samtliga producenterna var öppna att byta material om användaren var beredd att betala för det. Det gäller att båda parter har en öppen kommunikation om för och nackdelar samt är medvetna om konsekvenserna av antibiotikaanvändning eller handskar och annat material i gödseln.

Hästgödsels fasta format kan göra det svårt att sprida om rätt utrustning inte finns. Dessutom kan sten och grus fastna i maskiner och öka servicekostnader. Istället för att sprida på ytan kan nedmyllning i jord vara ett alternativ. Fallstudien visade även många nya idéer för att hantera gödseln. Att nyttja maskiner byggda för sortering av grus och sten till att separera strömaterial är en god idé. En annan idé som kom fram i fallstudien var att använda strömaterialet vid täckodling eller liknande.

Att nyttja hästgödsel i åkermark är komplext men oavsett gödselmedel är det viktigt att känna till sin mark samt anpassa givor efter markförhållanden och ta hänsyn till de regler som gäller. Med enkla beräkningar går det att räkna hur mycket som skall spridas per hektar samt och hur mycket annan gödsel som skall blandas in för att t ex kompensera för hästgödsels lägre kväveinnehåll. Hästgödsel påverkar även jordens förmåga att hålla näring genom att den bidrar till ökad mullhalt. Det är en aspekt som är viktig för att minska läckage till omkringliggande vatten och sjöar.

Det är viktigt att utnyttja den gödsel som finns i landet på bästa vis, det gäller både vid användning som gödsel och vid energiproduktion. Detta är speciellt viktigt nu när priset på handelsgödsel och energi har gått upp kraftigt. För att bättre kunna hantera liknande svängningar behöver vi bli bättre på att ta tillvara på de resurser vi har i närområdet.

Referenser

Airaksinen, S., Heinonen-Tanski, H., Heiskanen, M-L. (2001). Quality of different bedding materials and their influence on the compostability of horse manure. *Journal of Equine Veterinary Science* 21, 125-130.

Alonzo, Y., Henriksson, G. (2016). *Hästgödsel i kretslopp*. Tillgänglig: <http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:1067192/FULLTEXT01.pdf>

Bambi, G., Rossi, G., & Barbari, M. (2018). Comparison between different types of bedding materials for horses. *Agronomy Research*, 16, 646–655.
Tillgänglig: <https://doi.org/10.1515/AR.18.124>

Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*, 100, 5444–5453.
Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>

Biogödsel (2021). Höga priser och låg tillgång på mineralgödsel kan ge ett uppsving för biogödsel. *Biogödsel.se*, 23 februari. Tillgänglig: <https://www.biogodsel.se/nyheter/2021/10/hoega-priser-och-laag-tillgaang-paa-mineralgoedsel-kan-ge-ett-uppsving-foer-biogoedsel/>

Blomquist, J. (2014). *Så här fungerar biogödsel*. Tillgänglig: https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/4_kunskapsbank/Faktablad_biogodsel_hela_dokumentet.pdf

Börling, K., Kvarmo, P., Listh, U., Malgeryd, J., & Stenberg, M. (2018). *Rekommendationer för gödsling och kalkning 2018*. 103. Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.47f1061167704c09faaa019/1543994500651/jo18_18v2.pdf.html

Carlsson, M., Anoxkaldnes, A., Martina, U. & Anoxkaldnes, A. (2009). *Substrate Handbook for Biogas Production*. Tillgänglig: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/948934>

Chastain, J. P., Ph, D., Engineer, E. A., Moore, K. P., & Ph, D. (2014). *Plant Nutrient and Carbon Content of Equine Manure as Influenced by Stall Management in South Carolina*, 1–12. Tillgänglig: <https://doi.org/10.13031/aim.20141908331>

Delin, S., & Engström, L. (2014). *Att sprida organiska gödselmedel*. Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd13ecb/1401102343829/jo14_9.pdf

Dirke, M. *Fosfor och kalium i ekologiskt lantbruk*, 1–4. Tillgänglig:
<https://www.ekolantbruk.se/pdf/16094.pdf>

Enhäll, J. (2017). Hästar och anläggningar med häst 2016. *Statens jordbruksverk*.
Tillgänglig: https://www.scb.se/contentassets/3a26a20c92ee42c993081cc209972f56/jo0107_2016m06_sm_jo24sm1701.pdf

Eriksson, J. (2011). *Marklära*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur.

Esaiasson, P., Gilljam, M., Oscarsson, H., Towns, A.E. & Wängnerud, L. (2017). *Metodpraktikan: konsten att studera samhälle, individ och marknad*. Femte uppl. Stockholm: Wolters Kluwer.

Hadin, Å., & Eriksson, O. (2016). Horse manure as feedstock for anaerobic digestion. *Waste Management*, 56, 506–518. Tillgänglig:
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.06.023>

Heldt, T. Macuchova, Z. Alnyme, O. Andersson, H. (2018). *Samhällsekonomska effekter av hästnäringen. Skattningar baserat på en B. I. – modell av hästnäringen för 2016*. Tillgänglig: <https://hastnaringen.se/app/uploads/2018/11/samhallsekonomska-effekter-av-hastnaringen.pdf>

Hellsing, E., & Samuelsson, D. (2009). I korta drag. *Labour*, november, 1–35.
Tillgänglig: <https://jordbruksverket.se/download/18.28f4d91b172cdd65219b1800/1592758146741/JO23SM1701.pdf>

HIR Malmöhus (2012) *Biogas – Djupströgsödsel bra för energiproduktion och växtnäringens värde*. Tema Energi, Borgeby fältdagar 2012. Tillgänglig:
http://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2015/04/biogas_tema-energi_borgeby-fafaltdagar-2012_web.pdf

Holmström, Christian. (2021). *BNP- Detaljerat*.
Tillgänglig: <https://www.ekonomifakta.se/fakta/ekonomi/tillvaxt/bnp---detaljerat/>

Ivarson, J. (2004). *Växtnäringens flöden på gårdsnivå i ekologiskt lantbruk*. Tillgänglig:
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p8_4.pdf

Keskinen, R., Saastamoinen, M., Nikama, J., Särkijärvi, S., Myllymäki, M., Salo, T. & Uusi-Kämppe, J. (2017). Recycling nutrients from horse manure: Effects of bedding type and its compostability. *Agricultural and Food Science*, vol. 26 (2), 68–78.

Kwiatkowska-Stenzel, A., Sowińska, J. & Witkowska, D. (2016). *The Effect of Different Bedding Materials Used in Stable on Horses Behavior*. Tillgänglig: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0737080616300260?token=E18CD902AA7851A8F3F6CE441CBBB8A128D70CFFF995006FD7B9B7126DB5D67CBE1ABDD9190BC49F05E073E8C7DB4051&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220213124344>

Liu, J., Spargo, J.T., Kleinman, P.J.A., Meinen, R., Moore, P.A. & Beegle, D.B. (2018). Water-Extractable Phosphorus in Animal Manure and Manure Compost: Quantities, Characteristics, and Temporal Changes. *Journal of Environmental Quality*, vol. 47 (3), ss. 471–479 Wiley.

Nilsson, T., Stendahl, J. & Löfgren, O. 2015. Markförhållanden i svensk skogsmark – data från Markinventeringen 1993-2002. Rapport 19, Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Malgeryd, J., & Persson, T., (2013). Hästgödsel- en naturlig resurs. Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo13_5.pdf

Norrman, J. (1976). *Mikrobiologiska aspekter på kompostering*. Institutionen för vatten och luftvårdsforskning. Tillgänglig: <https://www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f4735b8/1628416506183/FULLTEXT01.pdf>

Ondrasek, G., Bubalo Kovačić, M., Carević, I., Štirmer, N., Stipičević, S., Udiković-Kolić, N., Filipović, V., Romić, D., & Rengel, Z. (2021). Bioashes and their potential for reuse to sustain ecosystem services and underpin circular economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 151 (July), ss.1-18. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111540>

Saastamoinen, M., Särkijärvi, S., & Valtonen, E. (2020). Erratum: The effect of diet composition on the digestibility and fecal excretion of phosphorus in horses: A potential risk of p leaching? *Animals*, 10, 1–14. Tillgänglig: <https://doi.org/10.3390/ani10020285>

Tack

Ett stort tack till alla som ställt upp för studiebesök, hjälpt mig med data till arbetet och ett särskilt tack till min handledare Helena Aronsson vid institutionen Mark och miljö, SLU.

Bilaga 1

Bilaga 1. Årsproduktion av N P K i färsk avföring och urin från olika djurslag (Börning et al. 2018)

Djurslag	Innehåll av växtnäring (kg/djurplats och år)		
	N	P	K
Nöt			
Mjölkkö, 8 000 kg ECMA)/år	132	15,2	114
Mjölkkö, 10 000 kg ECMA)/år	142	16,5	106
Mjölkkö, 12 000 kg ECMA)/år	178	21,0	117
Diko, helår	63	12	75
Diko, enbart stallperiod 6 mån	22	5	28
Kviga/stut <1 år	21	3	26
Kviga/stut >1 år	47	8	54
Gödtjur 1-12 mån	32	6	15
Vallfodertjur 1-16 mån	36	6	33
Betestjur 1-18 mån	40	6	46
Svin			
Sugga, 2,2 omg/år (inkl. 23 smågrisar till 30 kg)	35	6,7 ^h	13
Slaktsvin, 3,0 omg/år	10	1,6 ^h	4,3
Övriga djurslag			
Häst, fritid (500 kg)	48	9	58
Häst, ponny (300 kg)	33	6,4	42
Får inkl. 1,8 lamm	14	2,0	19
Värphöns 100 st (genomsnitt, inredd bur och frigående)	68	14,8 ^h	24
Unghöns 100 st, 2,2 omg/år	23	6,0 ^h	7,6
Slaktkyckling 100 st, 7,0 omg/år	39	7,6 ^h	15
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år (medeltal av höna 0-10 v och tupp 0-19 v)	125	35	43

Bilaga 2

Bilaga 2. Växtnäringsinnehåll i stallgödsel efter lagring (Börling et al. 2018)

Gödseltyp	Växtnäringsinnehåll (kg/10 ton)			Andel ammoniumkväve (% av tot-N)	Kväveeffekt vid vårspridning (kg per 10 ton)
	Tot-N	P	K		
Fastgödsel					
Fastgödsel, nöt	52	15	50	25	10
Fastgödsel, svin ^{a)}	65	25	25	25	10
Fastgödsel, höns, 30 % ts ^{b)}	150	41	65	60	90
Fastgödsel, höns, 60 % ts ^{b)}	275	88	140	40	110
Djupströ/ströbädd					
Djupströgödsel, nöt	54	15	100	10	5
Djupströgödsel, svin	48	15	45	10	5
Djupströgödsel, häst	49	15	100	10	5
Djupströgödsel, får	95	15	200	10	5
Ströbäddsgödsel slaktkyckling, 50 % ts ^{b)}	380	86	170	20	150
Ströbäddsgödsel kalkon, 50 % ts	360	125	155	20	140
Urin					
Urin, nöt, täckt behållare ^{c)}	35	<1	50	90	25
Urin, svin, täckt behållare ^{c)}	18	2	12	90	15
Flytgödsel					
Flytgödsel, nöt, 9 % ts ^{d)}	43	6	38	50	15
Flytgödsel, svin, 8 % ts ^{e)}	36	8	19	70	20
Flytgödsel, svin, 6 % ts ^{e)}	27	6	14	70	15
Flytgödsel, höns, 12 % ts	60	15	24	75	45

a) "Avser gödsel från suggor – gödsel från slaktsvin har något högre kväveinnehåll"

b) "Avser kletig respektive torr fastgödsel från värphöns resp, ströbäddsgödsel i (Slaktkyckling)"

c) "Om urinen lagras utan täckning är kväveeffekten cirka 30 % lägre"

d) "Avser gödsel från mjölkcor- gödsel från övriga nöt har något lägre kväveinnehåll och högre kaliuminnehåll"

e) "Avser gödsel från slaktsvin- gödsel från suggor har något lägre kväveinnehåll" (Börling et al. 2018)