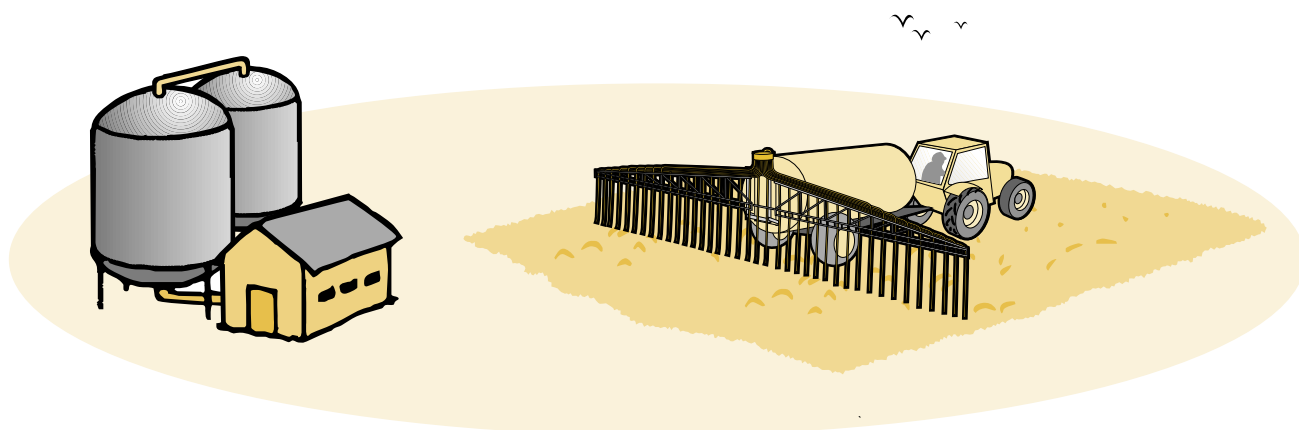


Rötrest från biogasanläggningar

– användning i lantbruket

Andras Baky
Åke Nordberg
Ola Palm
Lena Rodhe
Eva Salomon



Rötrest från biogasanläggningar

– användning i lantbruket

I biogasanläggningar omvandlas energinnehållet i matavfall, gödsel eller lantbruksgrödor till biogas. Efter uppgradering kan biogas ersätta fossila drivmedel. Rötresten som återstår är ett utmärkt gödselmedel som innehåller växtnäring och organiskt material. Rötrest är i de flesta avseenden lik svinflytgödsel.

Rötrest värdefullt i lantbruket

Sedan mitten av 1990-talet har flera biogasanläggningar byggts, vilka behandlar biologiskt avfall från hushåll och industri samt gödsel från jordbruket. En av orsakerna är att man i samhället vill finna långsiktigt håll-

bara behandlingsmetoder där avfallet kan betraktas som en resurs. Biogasprocessen är intressant eftersom den producerar både förnybar, energirik metangas (biogas) och en gödselprodukt. Den utgör därmed en viktig

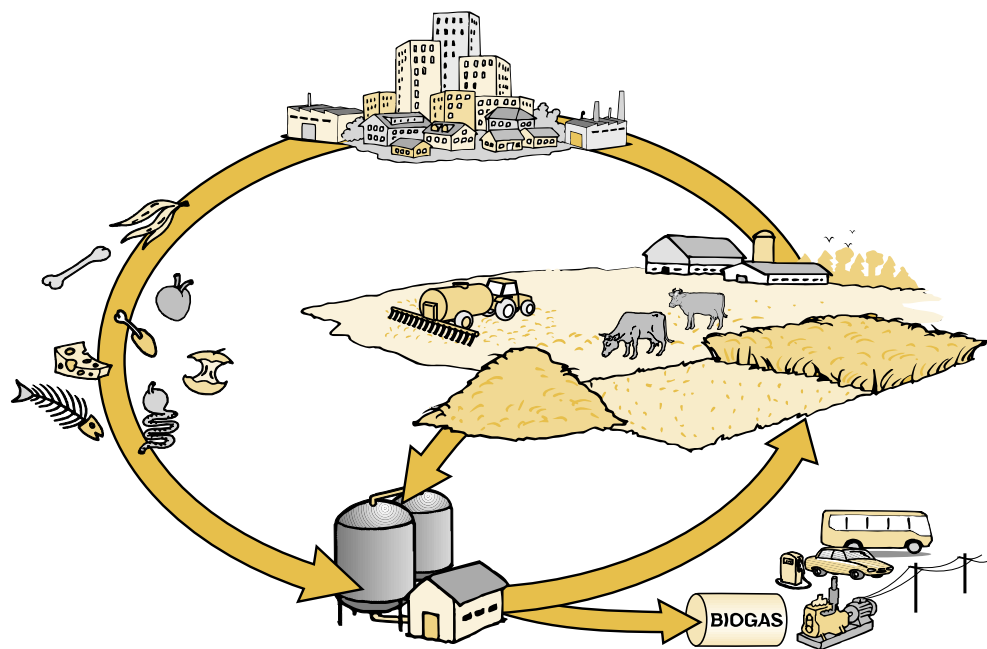


Bild 1. Kretsloppsanpassning. I miljömålet "God bebyggd miljö" strävar vi efter att minst 35 procent av matavfallet från hushåll, restauranger, storkök och butiker samt allt matavfall från livsmedelsindustrin år 2010 behandlas biologiskt och återförs till växtodlingen. Det har byggts flera biogasanläggningar som

behandlar biologiskt avfall från hushåll och industri samt gödsel från jordbruket. Genom att även ta in lantbruksgrödor i biogasprocessen kan produktionen av biogas öka och därmed minskar beroendet av fossil energi.

länk mellan konsumtion och produktion i ett samhälle där näring och energi ska tas tillvara på ett långsiktigt och hållbart sätt. Men det är inte bara organiskt avfall och gödsel som kan användas som råvaror för att producera biogas. Genom att även ta in lantbruksgrödor i biogasprocessen kan produktionen av biogas öka och därmed minskar beroendet av fossil energi och utsläpp av koldioxid ytterligare, se bild 1.

Rötrest är inte röt slam

Alla växtnärings- och spårämnen som fanns i det material som fördes in i biogasprocessen finns efteråt kvar i restprodukten, som är ett gödselmedel. Den färdigbehandlade produkten, rötresten, kan antingen vara fast eller flytande och ska inte förväxlas med reningsverkens röt slam. Rötrest, som har sitt ursprung i slakteriavfall, stallgödsel, källsorterat livsmedelsavfall och/eller grödor är tillräckligt ren för att användas som gödsel inom livsmedelsproduktionen. År 2005 behandlades närmare 260 000 ton organiskt material i kommunala biogasanläggningar. Den största enskilda källan var slakteriavfall, som stod för cirka 38 procent eller 98 000 ton (se bild 2).

I denna skrift sammanställs resultat och erfarenheter från de projekt som bedrivits på JTI när det gäller värdet av att använda rötrest i lantbruket. Exemplet Västerås visar på det ekonomiska värdet både för samhället och för lantbruksföretaget. Ett annat exempel förklarar hur rötresten fungerar som kvävegödselmedel till korn och havre i Jönköpingsstrakten.

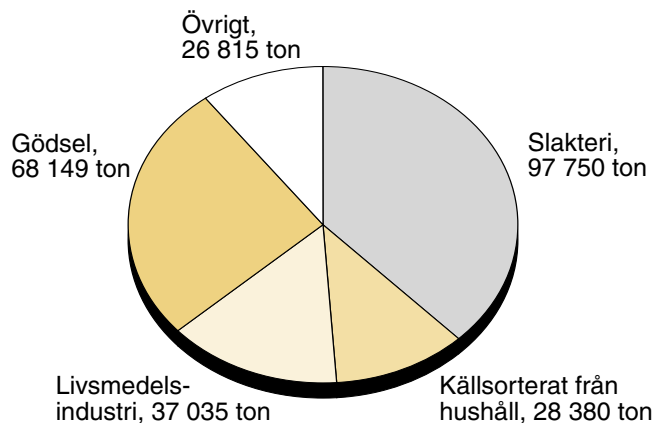
Utvärdering av biogasframställning

Systemet i Västerås beskrivs i bild 3. I projektet utvärderades hela hanteringskedjan, från odling av vall och insamling av källsorterat organiskt avfall till biogasanläggningen, användning av biogas och hanteringen av rötresten. Syftet med utvärderingen var att se om Västeråslösningen leder till vinst eller förlust för samhället som helhet.

I ett första steg värderades rent företagsekonomiska kostnader och intäkter. Dessutom värderades olika effekter som normalt inte ingår i den företagsekonomiska beräkningen. Det var påverkan på miljön samt effekter av att införa nya arbetsmetoder, tekniker och grödor.

Värdering av miljöpåverkan innebär att kostnaden per kg utsläpp av olika ämnen beräknas. Exempel på miljökostnader är förluster av ammoniak och metan vid lagring, transport och spridning av rötrest. Dessutom ingår koldioxidutsläpp från fordon och arbetsmaskiner. Miljömässiga intäkter är minskade utsläpp när biogas ersätter diesel till bussar samt minskad användning av handelsgödsel när rötrest används som gödselmedel.

Bild 2. Biogasens råvaror. Mängd (ton) och ursprung av organiskt material som behandlades i kommunala biogasanläggningar år 2005.



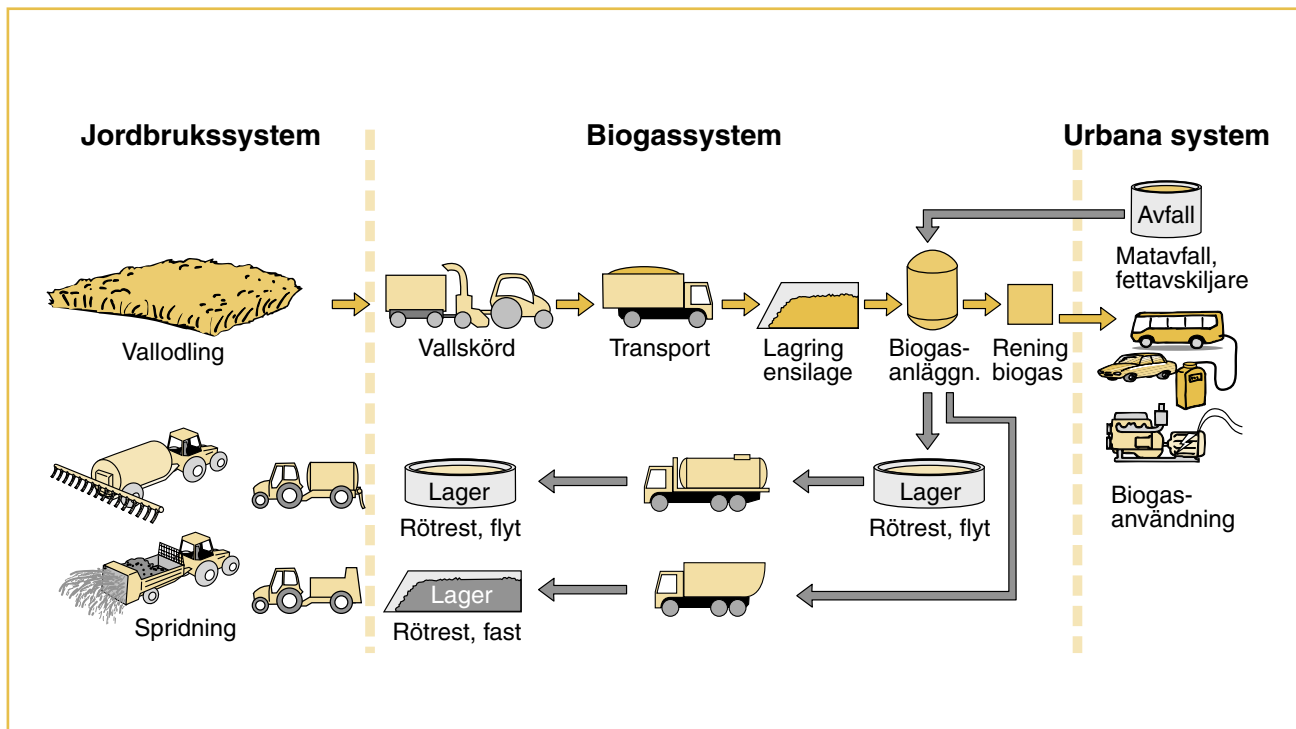


Bild 3. Kretsloppsanpassning i Västerås.
Lantbrukare i trakten av Västerås levererar vallgröda till biogasanläggningen där rötning sker tillsammans med källsorterat matavfall och slam från fettavskiljare. Lantbrukaren odlar vallen och

spreader rötresten på sina åkrar. Drivkrafterna för lantbrukarna är att de genom sin medverkan får in vallen i växtföljden, vilket ökar markens mullhalt. Dessutom får de tillgång till rötrest som gödselmedel.

Två stora miljövinster

Det finns två stora miljövinster med systemet. Koldioxidutsläppen minskar när biogasen ersätter fossil diesel till bussar och andra fordon i staden. Utsläppen av växthusgaser minskar om handelsgödsel ersätts med rötrest. Hanteringen av rötrest ger dock en ökad miljökostnad eftersom det kan ske förluster av ammoniak vid lagring och spridning av rötrest. Andra miljökostnader är diesel som används av arbetsmaskiner och vid transporter samt de förluster av metan som kan uppstå vid hantering av biogas.

Biogas och rötrest ger miljövinst

Slutsatsen av utvärderingen blev att:

- det är viktigt att hantera rötrest på ett sådant vis att förlusterna av kväve minimeras på gården.
- Det är fördelaktigt för samhället som helhet att ersätta diesel med biogas till stadsbussar och att ersätta handelsgödsel med organiska gödselmedel. Detta minskar utsläppen av växthusgaser.

Rötrestens egenskaper

Rötresten består efter genomgången röttningsprocess av en näringsrik vätska. Näringsinnehållet varierar beroende på vilket material som rötats, hur mycket vatten som tillsatts och på själva röttningsprocessen.

Rötrestens kväveinnehåll är jämförbart med svinflytgsödselns medan den har lägre innehåll av fosfor och kalium, tabell 1. Rötrestens torrsubstanshalt, som kan vara cirka

4 procent, är lägre än flytgsödselns torrsubstanshalt på cirka 9–10 procent. Vid spridning av rötrest är det viktigt att det finns en bra omrörning i lagret och i spridartanken. Om rötresten sedimenterar får man inte med de näringsämnen som till stor del är bundna i organisk form som till exempel fosfor.

Tabell 1. Innehåll av olika växtnäringsämnen och spårelement från 7 certifierade biogasanläggningar för år 2005

Innehåll per ton våtvara	Rötrest, flytande			¹⁾ Nötflytgsödsel	¹⁾ Svinflytgsödsel
	Min	Max	Medel	Medel	Medel
Torrsubstanshalt, procent av våtvara	1,0	5,2	3,8	9,8	8,8
Växtnäringsämnen, kg per ton					
Totalkväve	1,6	6,1	4,5	3,9	5,1
Ammoniumkväve	1,1	4,4	3,2	1,8	3,3
Fosfor	0,1	0,6	0,4	0,8	1,9
Kalium	0,5	1,9	1,2	4,0	3,0
Metaller, g per ton					
Zink	2,3	32,5	15,7	18,0	55,0
Koppar	0,6	10,3	4,6	2,9	14,4
Metaller, mg per ton					
Nickel	85	972	390	318	245
Krom	96	988	369	231	353
Bly	61	265	146	90	81
Kadmium	5,4	13,6	10,6	12,0	15,0
Kvicksilver	0,5	4,1	2,4	Ej analyserat	Ej analyserat

¹⁾Det är normalt att innehållet av växtnäring i nöt- och svinflytgsödsel i enstaka prov kan avvika 17–35 procent från medelvärdet. Innehållet av spårelement kan i enstaka prov avvika 22–86 procent från medelvärdet.

Certifierad rötrest – certifierad återvinning

Det finns idag möjlighet för biogasanläggningar att certifiera sin rötrest. Certifieringssystemet innebär att kvaliteten på rötresten dokumenteras och följer förutbestämda krav. I certifieringssystemet dokumenterar anläggningen sina rutiner i hela kedjan från råvara till slutprodukt. En certifierad rötrest uppfyller ställda krav på bland annat smittskydd och metallinnehåll. Certifieringssystemet har byggts upp av Avfall Sverige (tidigare RVF) och våren 2007 var sju anläggningar certifierade.

Kvalitetskraven i certifieringssystemet är fastlagda av en styrgrupp som är brett sammansatt med representanter från olika delar av jordbruks-, livsmedels- och avfallsbranschen samt oberoende experter. Regelbundna kontroller säkerställer att rötresten fortlöpande uppfyller kraven i certifieringsreglerna. Kontrollerna utgörs dels av tillverkarens egenkontroller, dels övervakande kontroller utförda av certifieringsorgan, som SP – Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Certifierad rötrest kallas ofta för biogödsel.



Innehåll i certifierad rötrest

Certifierad rötrest har rätt att bära märket "CERTIFIERAD ÅTERVINNING". Produkter som bär märket har alltid en innehållsdeklaration som anger:

- Produktionsanläggning.
- Produktionsansvarig.
- Ingående råvaror, tillsatsmedel och processhjälpmedel i vikts- eller volymprocent.
- Råd och anvisningar för användning av rötrest.
- Att ställda miljökrav på tungmetaller, smittskydd och synliga föroreningar uppfylls.
- Datum då redovisade parametrar senast reviderades.

Som råvaror godkänns endast rena, källsorterade organiska avfallslag från exempelvis:

- Parker, trädgårdar och andra grönytor.
- Växthus, handelsträdgårdar och liknande.
- Livsmedelsrelaterad detaljhandel och grossistverksamhet.
- Livsmedelsrelaterad förädlings- och förpackningsindustri.
- Hushåll, storkök och restauranger.
- Animaliska biprodukter.
- Lantbruk och skogsbruk.

Ekonomi på gårdsnivå – Västeråsfallet

Vid användning av rötrest som gödselmedel är det viktigt att känna till de ekonomiska förutsättningarna för hanteringen på gårdsnivå. Hur får man högst utnyttjande av växtnäringen och hur påverkar spridningsstrategin – till exempel spridningstidpunkt och giva – företagets ekonomi? Syftet med denna studie var att ta fram det ekonomiska värdet av rötresten efter hanteringen på gårdsnivå vid olika scenarier. Vid beräkningarna användes som exempel hanteringen av rötrest från Västeråsanläggningen.

I tabell 2 visas intäkter och kostnader medtagna i kalkylen. Lagringskostnader ingår inte i Västeråsfallet, eftersom den kostnaden belastar biogasanläggningen. Någon eventuell avgift för rötresten är inte heller med i kalkylerna. Intäkter minus kostnader ger ett nettonuvärde för rötresten (kronor per ton och år). Detta värde minskar om fasta kostnader för lager och traktor eller eventuell avgift för rötresten skulle ingå i kalkylen.

Lantbrukets ekonomiska kalkyl

För att beräkna lönsamheten i att hantera flytande respektive fast rötrest användes en ekonomisk modell som tidigare tagits fram för stallgödsel. Modellen beskriver hanteringssystemet och förhållandena för mark, gröda, teknik och hantering som påverkar lönsamheten för att hantera rötresten på gårdsnivå.

Nettonuvärde

Nettonuvärde = intäkter minus kostnader omräknat till dagens penningvärde.

Tabell 2. Intäkter och kostnader medtagna i kalkylen för att beräkna det ekonomiska nettonuvärdet av rötresten efter att den hanterats på gårdsnivå

Intäkter (växtnäring i rötrest)	Kostnader
Kväve minskat med förluster under hantering	Maskiner*
Fosfor	Arbete
Kalium	Jordpackning

*Fasta kostnaden för traktorer är satt som samkostnad och därmed fördelas kostnaden på all användning.

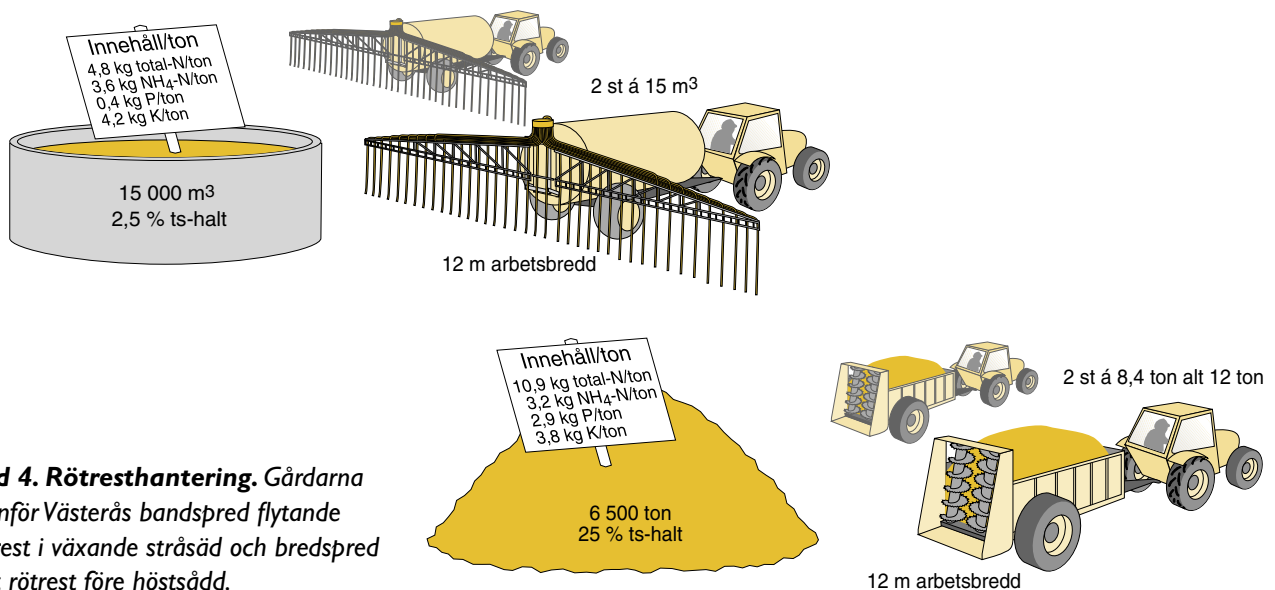


Bild 4. Rötresthantering. Gårdarna utanför Västerås bandspred flytande rötrest i växande stråsäd och bredspredd fast rötrest före höstsädd.

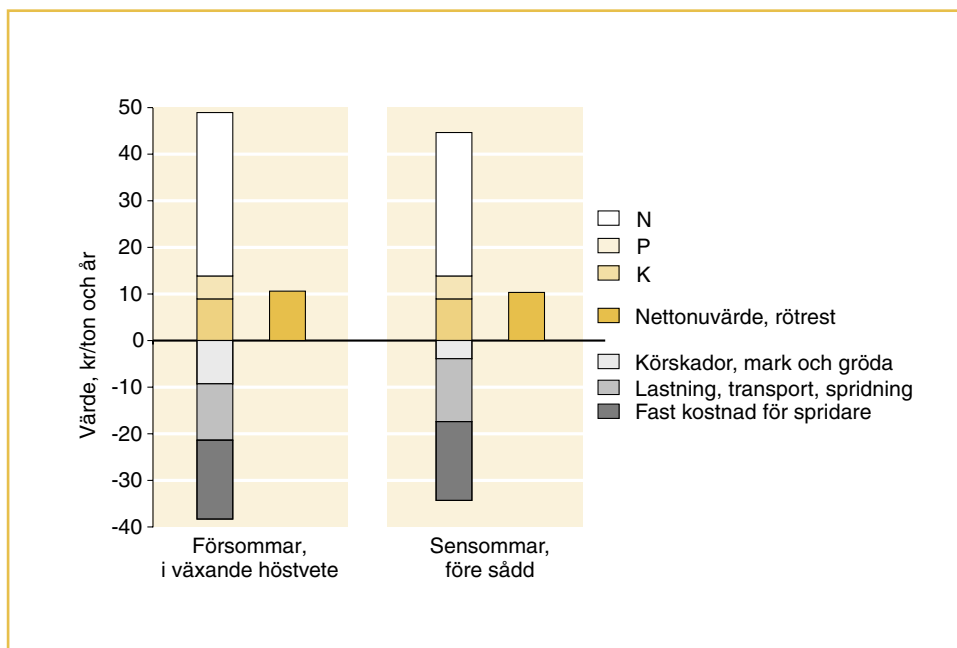


Bild 5. Lönsamhet i spridning vid olika tidpunkter. Intäkter för N, P och K, rörliga kostnader för lastning, transport och spridning, fast kostnad för spridare och summan presenterade för de två olika spridningstillfällena, dels på försommaren i höstvet, dels på sensommaren före sådd.

Förutsättningar för kalkylen

Kalkylerna förutsätter en hantering av totalt 15 000 ton flytande rötrest per år, se bild 4. Den flytande rötresten bandsprids med två 15 m³ tankvagnar i växande höstvet (giva 30 eller 20 ton per hektar) och före höstsådd (20 ton per hektar). Största delen (två tredjedelar) sprids antingen på sommaren eller på hösten. Känslighetskalkyler gjordes också för variationer i näringsinnehållet med ±25 procent. Den fasta rötresten bredsprids (12 m arbetsbredd) före höstsådd med två spridare (20 ton per hektar), bild 4. Beräkningar utfördes för två olika lastkapaciteter, 8,4 eller 12 ton.

Hög näringskoncentration ger bra ekonomi

Den flytande rötrestens nettonvärde varierade mellan -4 och 18 kronor per ton och år. Näringskoncentrationen hos rötresten hade stor påverkan på lönsamheten. En ökad koncentration med 25 procent innebar ett ökat värde på rötresten med 8 till 10 kronor per ton och år. Den högre givan, 30 ton per hektar, i växande gröda jämfört med 20 ton per hektar ökade lönsamheten med 2–6 kronor per ton och år. Vid den lägre givan i växande stråsäd var det däremot mer lönsamt att lägga huvuddelen av rötresten före höstsådd av grödan i och med att kostnaderna för körskador och grödskador blir mindre.

Det var också något mer lönsamt att lägga huvuddelen av rötresten i växande gröda än före sådd på hösten vid givan 30 ton per hektar. I bild 5 visas fördelningen av intäkter och kostnader vid givan 30 ton per hektar på försommaren för de två olika spridningstillfällena. Vid spridning på sensommaren före sådd är kväveutnyttjandet lägre, men även kostnaderna för körskador är lägre, än när spridning sker i växande gröda på försommaren. Skillnaderna i nettonvärdet blir därmed inte så stora mellan de två spridningstidpunkterna.

Högst lönsamhet med fast rötrest

Den fasta rötrestens nettonvärde uppgick till cirka 42 kronor per ton och år. Det är betydligt högre än för den flytande rötresten. Förklaringen till detta är det höga innehållet av kväve och fosfor, höstspridning med relativt låg markpackning och lägre investeringskostnad för spridare jämfört med den flytande rötresten. Alla värden är exklusive lagringskostnaden och samkostnader för traktorer.

Sammanfattningsvis kan sägas att processen vid rötningsanläggningen bör drivas så att rötresten håller höga näringskoncentrationer. Då skapas ett attraktivt gödselmedel som det kan vara lönsamt för lantbrukarna att hantera på sina gårdar.

Rötrest som gödselmedel

Rötresten är framför allt intressant för gårdar som inte har djur och stallgödsel samt om rötresten kan ersätta handelsgödsel.

Rent praktiskt behöver lantbrukaren veta vilka grödor som är lämpliga att sprida rötrest till samt vilken spridningstid och spridningsteknik som ger en god avkastning med bra kvalitet. Den flytande rötresten som ska gödsla en gröda bör ha ett ammoniumkväveinnehåll på minst två kg per ton och det totala kväveinnehållet i rötresten bör vara mellan tre och fyra kg per ton. Då kan gödselgivorna ligga på mellan 20 och 30 ton per hektar, vilket brukar vara en bra riktiga för att inte överdosera tillförseln av kväve och fosfor. När det gäller den fasta rötresten hamnar gödselgivornas storlek ofta på en lägre nivå på grund av högre fosfor- och kväveinnehåll.

I fält bör flytande rötrest spridas med släpplangspridare eller liknande för att ge en god precision. Spridningen bör kombineras med nedbrukning på öppen åker för att minska risken för ammoniakförluster. I växande gröda ger ofta vegetationen ett visst skydd och därmed begränsad ammoniakavgång. För att sprida den fasta rötresten kan fastgödselspripdare användas, gärna med stor arbetsbredd för att minska andelen körspår på fältet.

Rötat matavfall till korn och havre

Jönköpings kommun förstod tidigt vikten av att rötresten marknadsförs till lantbrukarkåren, vilket resulterade i att man ville studera och utvärdera rötrest som kvävegödsel till spannmål. I detta fall bestod rötresten endast av rötat matavfall.

Fältförsök med rötat matavfall till korn och havre genomfördes under sex år. Rötrestens kväveeffekt på skörden jämfördes i försöken med motsvarande mängd kväve tillfört som handelsgödsel. Rötrestens näringsinnehåll presenteras i tabell 3.

Tre olika spridningsstrategier testades:

1. Spridning av flytande rötrest vid vårbruk.
2. Delad kvävegiva där handelsgödsel spreds vid vårbruk och flytande rötrest i 20 cm hög växande gröda.
3. Spridning av fast rötrest vid vårbruk.

Den fasta rötresten infördes på prov för att se hur den fungerade som gödselmedel om man väljer att minska vattenmängderna i rötresten genom avvattnings.

Den flytande rötresten spreds med släpplangsteknik, där givan var cirka 28 ton per hektar, och harvades ned direkt efter spridning. Den fasta gödseln spreds för hand. Givan var cirka 5 ton per hektar och harvades ned direkt.

Tabell 3. Växtnäringsinnehållet i rötat matavfall som användes år 1999–2004 som gödselmedel till korn och havre

Gödselmedel	Totalkväve	Ammoniumkväve	Fosfor	Kalium	Totalkväve	Ammoniumkväve	Fosfor	Kalium
	Medel, kg/ton				Lägst – högst, kg/ton			
Rötrest, flytande (2,2 % torrsubstanshalt)	3,2	1,9	0,25	1,1	2,7–3,9	1,2–2,8	0,2–0,4	0,8–1,6
Rötrest fast (29 % torrsubstanshalt)	18	3,9	3,6	1,3	–	–	–	–

Kväveeffekt på skörden

Spridning av flytande rötrest på våren vid sådd har gett skördar som motsvarat 72–105 procent av den skörd som fått samma mängd kväve i form av handelsgödsel, se bild 6. Då har gödselgivorna legat på mellan 61 och 110 kg totalkväve per hektar.

En startgiva av kväve med handelsgödsel på våren och senare spridning av flytande rötrest i växande gröda har gett skördar som motsvarat 54–89 procent av den skörd som fått samma mängd kväve i form av handelsgödsel. Då har gödselgivorna varit mellan 84 och 98 kg totalkväve per hektar.

Den fasta rötresten hade svårt att hävda sig ur skördesynpunkt jämfört med den flytande rötresten. Fast rötrest som sprids i samband med sådd med gödselgivor på mellan 88 och 98 kg totalkväve per hektar har gett skördar som motsvarat 65–80 procent av den skörd som fått samma mängd kväve i form av handelsgödsel. Orsaken kan vara en större andel organiskt kväve i den fasta rötresten, vilket är ett mer långsamverkande kväve.

Försöken har visat att platsens klimat samt årsmånen har stor betydelse för skördeutfallet vid användning av organiska gödselmedel såsom rötrest. Torra och kalla år missgynnas organiska gödselmedel medan de istället gynnas under år med lagom fukt och värme i jorden. Detta bör man vara medveten om i valet av gröda och gödslingsstrategi.

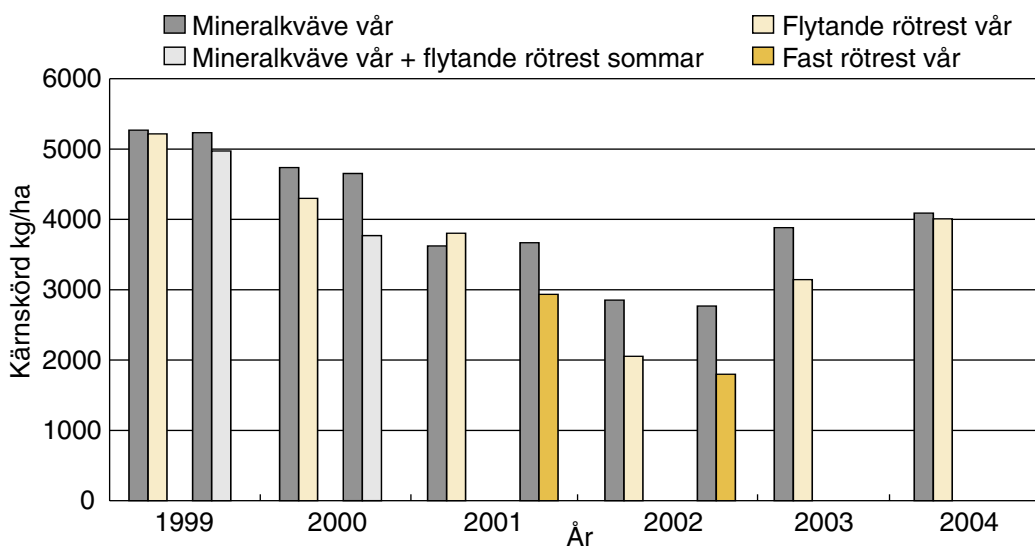


Bild 6. Rötrest jämfört med handelsgödsel. Skörden för varje spridningsstrategi med rötrest jämförs med skörden som fått samma mängd kväve med handelsgödsel. 90 kg totalkväve per hektar har varit riktvärdet vid tillförsel av flytande rötrest alla år förutom år 2003, då 60 kg totalkväve

per hektar tillfördes. 90 kg totalkväve per hektar var riktvärdet vid spridning av handelsgödselkväve på våren och flytande rötrest på sommaren. Vid spridning av fast rötrest har cirka 90 kg totalkväve per hektar tillförts.

Slutsatser

Rötrestens kväveverkan på skörden – Jönköpingsfallet

- Flytande rötrest är ett gödselmedel som kan ersätta kväve i handelsgödsel till spannmål. Flytande rötrest vid vårspridning gav i genomsnitt en skörd som var 90 procent så stor som den skörd som gödslats med kväve i form av handelsgödsel.
- Spridning av flytande rötrest i växande gröda gav något lägre skördeutbyte än spridning på våren. Spridning i växande gröda är ändå ett bra alternativ om man inte har möjlighet att sprida i samband med sådd.
- Fast rötrest som spreds i samband med sådd gav ett sämre skördeutbyte än flytande rötrest som spreds vid samma tidpunkt.

Ekonomi på gårdsnivå – Västeråsfallet

- Näringskoncentrationen hos rötresten har mycket stor påverkan på lönsamheten för hanteringen av rötresten på gården.
- Den flytande rötrestens nettonuvärde varierade mellan -4 och 18 kronor beroende på näringskoncentration, giva och spridningstidpunkt.
- En högre giva av 30 ton per hektar i växande gröda jämfört med 20 ton per hektar ökade lönsamheten.
- Den fasta rötrestens nettonuvärde var mycket högt, cirka 42 kronor per ton och år. Förklaringen till detta är det höga innehållet av kväve och fosfor, höstspridning med relativt låg markpackning och lägre investeringskostnad för spridare jämfört med den flytande rötresten.
- Processen vid rötningsanläggningen bör drivas så att rötresten håller höga näringskoncentrationer.

Mer att läsa

Lönsam stallgödselhantering – teknik, växt-näringshushållning, kvalitet och ekonomi. Malgeryd, J., Karlsson, S., Rodhe, L. och Salomon, E. 2002. JTI Informerar nr 99, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Handling of digestate on farm level. Rodhe, L., Salomon, E and Edström, M. 2006. JTI rapport 347 Lantbruk & Industri, JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Länkar

www.avfallsverige.se

Kontakt

Andras Baky, JTI, tel 018–30 33 22
e-post: andras.baky@jti.se

Åke Nordberg, JTI, tel 018–67 32 97
e-post: ake.nordberg@jti.se

Ola Palm, JTI, tel 018–30 33 31
e-post: ola.palm@jti.se

Lena Rodhe, JTI, tel 018–30 33 51
e-post: lena.rodhe@jti.se

Eva Salomon, JTI, tel 018–30 33 61
e-post: eva.salomon@jti.se

Flera aktörer har bidragit finansiellt till projekt vars resultat redovisas här. Jönköpings kommun, Ecoferm, Energimyndigheten och EU:s 5:e ramprogram.



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

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

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

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

- JTI informerar, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder inom jordbruk och miljö (4–5 temanummer/år).
- JTI-rapporter, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt.

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

För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m m, kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):

tel: 018-67 11 00, fax: 018-67 35 00

e-post: bestallning@jti.se

JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Box 7033, 750 07 UPPSALA

vx: 018-30 33 00, fax: 018-30 09 56

Besöksadress: Ultunaallén 4

www.jti.se

© JTI, 2006. Citera oss gärna, men ange källan!

Ansvarig utgivare: Lennart Nelson

Faktaunderlag: Andras Baky,

Åke Nordberg, Ola Palm,

Lena Rodhe, Eva Salomon

Redaktör: Maria Larsson

Layout: Shanna Kolheden

Illustrationer: Kim Gutekunst

ISSN 1651-7407