



# Lokalproducerade gödselmedel från biogasrötning

– steg 1 receptutveckling och  
teknikadaptering

**RAPPORT NR 1/2018**

Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Skåne  
Sven Norup, Norups gård

Hushållnings  
sällskapet



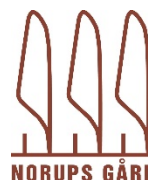
# Lokalproducerade gödselmedel från biogasrötning – steg 1 receptutveckling och teknikadaptering

Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Skåne

Sven Norup, Norups gård

[anita.gunnarsson@hushallningssallskapet.se](mailto:anita.gunnarsson@hushallningssallskapet.se)

[sven@norup.se](mailto:sven@norup.se)



# Förord

Det som redovisas här är en aktivitet inom Interregprojektet Biogas 2020 och Interreg har därmed varit huvudfinansiär. Medfinansiärer har Hushållningssällskapet, NSR AB och Aquadrip varit. En del av Hushållningssällskapets finansiering kommer ursprungligen från Region Skånes utvecklingsmedel för Skånes färdplan för biogas. I delprojekt 2 har även Norups gård satt in egen finansiering.

Projektet hade inte varit möjligt att genomföra utan kompetens och engagerad insats från Lars-Göran Larsson och Jesper Gedenryd, Aquadrip, Sven och Paulina Norup, Norups gård samt Hushållningssällskapets fältförsöksavdelning på Helgegårdens försöksstation. I ett inledande skede var även Birgitta Svensson, bärforskare vid SLU med och bidrog med synpunkter kring näringsbehov till bär och erfarenheter från injicering av Biobact i droppbevattning.



# Sammanfattning

## Delprojekt 1: Receptutveckling och teknikadaptering för droppbevattning av växtmaterial

Tre tänkbara vegetabiliska substrat analyserades, vilka bedömdes lämpade som växtnäringsskälla i droppbevattning till specialkulturer i ekologisk odling: återväxt av vitklöver efter fröskörd, konservärtshalm och skörderester av broccoli. Samtliga material hade näringsproportioner som indikerar att biogödsel från dem bör vara intressant som gödselmedel. Vitklöverensilage rötades i en 2 m<sup>2</sup> pilot anläggning med en hybridprocess liknande två-stegsrotning. Konservärthalmen rötades i 35 l enstegs röt-kammare. Den flytande fasen av hybridrötat vitklöverensilage och den flytande separerade fasen av biogödsel från enstegsrötad ensilerad konservärtshalm höll 1,4 respektive 1,9 % torrsubstans och hade näringsproportioner som tyder på att de lämpar sig väl som gödselmedel i ekologisk odling av hallon och jordgubbar. Näringsproportionerna var mer lik de i konventionell näringsbevattning för jordgubbar och hallon än de båda alternativa produkterna Biobact och Vinass. Injiceringen av vitklöverbiogödsel testades i fältskala med 40 meter långa droppslangar utlagda i en rajgräsgröda för att studera den tekniska funktionen. Biogödsel injicerades med 5 % in i bevattningsvattnet. Efter anpassad filtrering fördelades vattnet ut jämt inom och mellan droppslangarna men växtnäringen fördelades ojämnt i droppslangarnas längdriktning. Biomassabestämning visade sämre tillväxt av rajgräset i ytans bortre del, räknat från näringsinjiceringen, än i den främre. Därmed måste vi konstatera att tekniken ännu inte fungerar tillfredsställande för implementering i fältskala.

## Summary in English

Analyses of biomass from white clover harvested after combining of seed, crop residues from canned pea production and crop residues from broccoli was analysed for its plant nutrient content. Proportions of plant nutrient in all three materials indicated that digestate based on them could be interesting in fertigation for some horticultural crops in organic farming. White clover silage was digested in a 2 m<sup>2</sup> hybrid biogas digester and pea residues were digested in 35 l one-stage biogas digestors. The liquid digestate from the hybrid digester with white clover and the separated liquid digestate from the digesters with pea residues had 1.4% and 1.9% dry matter, respectively and had nutritional proportions that indicates that they are suitable as fertilizers in organic farming of raspberries and strawberries. The nutritional proportions in the digestates were more similar to those in conventional fertigation for strawberries and raspberries than the two alternative products Biobact and Vinass. The injection of white clover digestate was tested in field scale with 40 meter long tubes laid out in Italian ryegrass. Biogas was injected with 5% into the irrigation water. After adapted filtration, the water was evenly distributed within and between the drip irrigation tubes, but the plant nutrient was distributed unevenly in the longitudinal direction of the drip tubes. Biomass assessment showed poorer growth of the ryegrass in the part of the plot that was distant from the nutrient injection spot, than close to it. The conclusion was that the technology is not yet ready for field scale implementation.

## Delprojekt 2: Separering av rötrest med dynamisk filtrering

Försök genomfördes med separering av biogödsel med hjälp av ett s.k. roterande vacuumfilter (fabrikat Alfa Laval). Orienterande försök gjordes med rötrest från Norups Gårds Biogasanläggning. Försöken har vidare utförts med rötrest från NSR's anläggning för rötning av bland annat hushållsavfall. Försöken indikerar att fullgod separering är möjlig, men med mer insatser av supportmaterial och energi än förväntat. Ytterligare försök krävs för att kunna utvärdera metoden kvantitativt och därmed komma fram till en kommersiellt fungerande teknisk lösning.

## **Summary in English**

The trials with separation of digestate from a biogas plant has been performed in a rotating vacuum filter ( Alfa Laval) Orientating trials have been completed with digestate from Norups farm Biogas biodigester (based on pig manure and some food industrial wastes as well with digestate from NSR (OX2 Bio) biogasplant in Helsingborg. The result from the trials indicate that separation to the desired quality was possible, but with more support material and energy than expected. New trials are needed to evaluate the method quantitatively and thereby reach a commercial technical solution.

# Innehållsförteckning

Delprojekt 1: Receptutveckling och teknikadaptering för droppbevattning av växtmaterial .....	5
Summary in English .....	5
Delprojekt 2: Separering av rötrest med dynamisk filtrering .....	5
Summary in English .....	6
<b>Delprojekt 1: Receptutveckling och teknikadaptering för droppbevattning av växtmaterial .....</b>	<b>1</b>
Bakgrund delprojekt 1 .....	1
Syfte och mål, delprojekt 1 .....	2
Material och metod, delprojekt 1 .....	2
Substratval .....	2
Rötning.....	3
Injiceringstest i droppbevattning .....	3
Analyser .....	3
Fältförsök .....	4
Genomförande av droppbevattningstestet och succesiva åtgärder .....	4
Resultat och diskussion, delprojekt 1 .....	5
Lämplighet i näringssammansättning .....	5
Biogödsel av hybridrötad vitklöverensilage – funktion i droppbevattning .....	7
Ideer till förbättring av fördelningen av näringen i droppslangarna .....	8
<b>Delprojekt 2: Separering av rötrest med dynamisk filtrering .....</b>	<b>9</b>
Bakgrund, delprojekt 2 .....	9
Syfte och mål, delprojekt 2 .....	9
Material, delprojekt 2.....	9
Genomförande delprojekt 2.....	10
Princip för filtreringen .....	10
Genomförda försökskörningar, delprojekt 2.....	10
Resultat och reflektion vid försökskörningar, delprojekt 2.....	11
Diskussion, delprojekt 2 .....	12
<b>Referenser .....</b>	<b>14</b>





# Delprojekt 1: Receptutveckling och teknikadaptering för droppbevattning av växtmaterial

## Bakgrund delprojekt 1

Föreliggande projekt är en följd av det avslutade projektet ”Kraftsamling kring gårdsbaserad och småskalig torrrotning” (Region Skånes projektnummer B010). Som ett resultat av det projektet identifierades behovet av konkret receptutveckling och teknikanpassning för att komma vidare såväl med praktisk provning som med fördjupad forskning kring näringsbevattning med biogödsel från tvåstegsrotning.

Biogasproduktion med torrrotning, i en två-stegsprocess, är den metod som är mest lämpad för substrat med hög torrsubstanshalt, d v s en stor del av de substrat som i dag är outnyttjade för biogasrotning [1-3]. Försäljningen ökar av småskaliga gårdsanläggningar för torrrotning och arbete pågår för att finna billigare teknik för småskalig tvåstegs biogasproduktion. Vid torrrotning erhålls en fast och en flytande rötrest/biogödsel (rejekt). Den fasta fasen är kolrik och växtnäringstätheten i relation till kolinnehållet är låg. Den flytande fasen (ca 3 % torrsubstans, ts.) innehåller ca 60 % av totalkvävet i fast + flytande fas, varav ca 90 % av kvävet är i växttillgänglig  $\text{NH}_4$ -form [4]. Även övriga näringsämnen är välförsedda i den flytande fasen. Torrsubstanshalten i den flytande fasen är i samma nivå som Bycobact vilket kan användas i näringsbevattningssystem [5]. Näringsinnehållet i biogödsel i sin helhet är i princip samma som i det rötade substratet, med reservation för en viss fällning av t ex P och S [6]. Genom att välja substrat, företrädesvis med vegetabiliskt ursprung, skulle man alltså kunna utforma gödselmedel som överensstämmer med önskat näringsbehov och utan den smittorisk som gödsel med animaliskt ursprung eventuellt kan innebära. Näringsbevattning med s.k. humussyror (naturliga chelater) har visats öka skördar och kvalitet av grönsaker på lätt jord [7, 8]. Den flytande fasen av biogödsel torde innehålla en del humussyror (bl. a fulvic acid) [9] vilket alltså skulle kunna förbättra näringsutnyttjandet samt påverka produktkvaliteten och växtens förmåga att tolerera skadegörare.

Marknaden för ekologiska produkter ökar för närvarande med ca 10 % per år, inte bara i Sverige utan även i Danmark, Norge, EU, USA och globalt (Ekoweb.nu 2016). Sverige har goda möjligheter att odla ekologiska grönsaker, frukt och bär. Efterfrågan ökar snabbare än tillgången vilket medfört en växande import. Odling av trädgårdsgrödor kräver stora investeringar och för att nå lönsamhet krävs höga skördar och hög produktkvalitet. Många odlare nämner växtnäringstyrning som den största osäkerhetsfaktorn och att fördela gödslingsgivan på flera tillfällen är därför en viktig åtgärd i strävan att nå goda odlingsresultat.

I ekologisk bärodling i tunnel är näringsförsörjning via bevattning med droppslang, s.k. näringsbevattning, önskvärd. Att tillföra näringen via droppbevattning kan ge ökade skördar samtidigt som förlusten av N minskar [10] och, inte minst viktigt, minska arbetstidsåtgången avsevärt (pers. medd. Markus Söderlind). Utbudet av ekologiska gödselmedel som går att lösa i vatten är dock mycket begränsat [11] och priset är ofta högt [12]. Erfarenheter från ekologisk bärodling i tunnel pekar på att man ofta får en obalanserad näringstillförsel, framför allt med överskott av Na, S och Cl [13]. Saltkoncentrationen och ledningstalen ökar pga. hög nivå av kalcium, kalium och magnesium i jorden under odlingssäsongen [14]. I Norge har ekologiska hallonodlare rapporterat problem med antingen överskott eller brist på kväve samt svårigheter att undvika brist av bor, zink och koppar [Heiberg, opublicerat, citerad i 15]. Även i ekologisk fruktodling, tomatodling samt odling av vissa frilandsgroddor torde näringsbevattning vara mycket intressant om tillgången till lämpliga gödselmedel fanns att tillgå.

Idén bakom det nu genomförda projektet är att lantbruks- och trädgårdsföretag själva, i relativt billiga torrötningsanläggningar, ska kunna producera sina egna lämpliga gödselmedel som kan användas vid näringsbevattnings. Detta torde öka incitamentet kraftigt för att investera i gårdsbaserade torrötningsanläggningar – i första hand inom ekologiska lantbruk. Tekniken kan även öka intresset för omläggning till ekologisk produktion – i första hand för den typ av specialodlingar som nämnts ovan. På sikt kan tekniken även bli intressant inom konventionell odling.

## Syfte och mål, delprojekt 1

Det övergripande syftet vara att öka antalet torrötningsanläggningar genom att belysa mervärdet av att näringsbevattna med den flytande fasen av biogödseln/biogödseln.

Projektet syftade till att fungera som förstudie/metodutveckling inför fördjupad forskning kring flytande biogödsel som växtnäringskälla vid näringsbevattnings till olika specialkulturer i ekologisk odling.

Målet var att 1) utveckla substratrecept för torrötning som ger en biogödsel anpassad för kulturer som har högt ekonomiskt intresse av näringsbevattnings med den flytande fasen av biogödseln 2) anpassa teknik för separering, filtrering och näringsbevattnings med den flytande fasen av biogödseln.

Indikator 1: Näringsproportionerna i den flytande fasen av biogödseln ska inte avvika från önskat värde med mer än 25 % för något ämne av betydelse. Indikator 2: näringsbevattnings ska göras så jämnt att variationskoefficienten är mindre än 10 %, för biomassan av en testgröda som näringsbevattnats.

## Material och metod, delprojekt 1

### Substratval

Önskvärde näringsproportioner för jordgubbar och hallon sammanställdes utifrån gängse rekommendationer, erfarenheter från odlare med ekologisk produktion samt litteraturstudier. Från tillgängliga databaser förnäringsinnehåll i möjliga organiska material samt från kunskap om fördelning mellan olika näringsämnen i den fasta och flytande fasen av biogödsel från tvåstegsrötning beräknas möjliga substratkombinationer. Utifrån detta beslutade att satsa på följande substrat:

- vitklöveråterväxt efter fröskörd. Motivering: sannolikt bra näringsammansättning med hög N-halt; konkurrerar inte med livsmedelsproduktion; bortförel torde minska risken för växtnäringsförluster.
- konservärtshalm. Motivering: sannolikt bra näringsammansättning – dock med lägre N-halt och högre torrsustanshalt än vitklöveråterväxt; konkurrerar inte med livsmedelsproduktion; bortförel torde minska risken för växtnäringsförluster
- broccolirester. Motivering: sannolikt bra näringsammansättning och med högre S-halt än vitklöver och konservärtshalm; konkurrerar inte med livsmedelsproduktion; restprodukt dvs kostnaden torde motsvara insamlingskostnad och värdet av bortförd växtnärings; bortförel av biomassa torde minska risken för växtnäringsförluster

Biomassa av ovanstående råvaror samlades in, analyserades och ensilerades från vitklöver, konservärt och broccoli. Vi gick därefter vidare med biogasrötning av vitklöver- och konservärthalmensilage.

Vi såg även rågveteensilage (helsäd) som en intressant råvara eftersom den har befunnits vara den mest kostnadseffektiva odlade grödan för biogasproduktion enligt beräkningar av Lunds universitet och SLU i projektet Crops for biogas och används som substrat i Jordberga biogasanläggning men valde av resursskäl att inte arbeta vidare med den.

## Rötning

En pilotanläggning byggdes för tvåstegsrötning (eller hybridrötning) där hel ensilagebale kunde rötas (Figur 1a). Balen dränktes 2016 12 04 och ca 1/3 av vätskan pumpades ut 2016 12 21 och ersattes med ymp från en befintlig enstegsrötningskammare på Norups gård. Temperaturen ökade succesivt och låg fr o m 2016 12 17 uppe på runt 35 °C. Fr o m 2017 01 04 sänktes vätskenivån. Dagligen mättes temperatur och pH i vätskefasen samt CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S och O<sub>2</sub> i gasen fr o m första ymptillfället (21/12) t o m slut (2017 04 12). Mätningarna gjordes för att ha kontroll över på processen och vid behov sätta in adekvata åtgärder såsom ändring av värmetillsats, extra ympning, extra omrörning, extra dränkning för att få igång ny hydrolyys, ättiksyratillsats. Veckovis mätning gjordes av NH<sub>4</sub>-N. Rötning avslutades och biogödseln pumpades ut och lagrades i plastcontainrar i väntan på användning i gödslingsförsök.

Den 1/2 2017 påbörjades rötning av konservärtshalm i två 35 l rötkammare (Figur 1b). Rötningen pågick till 2017 04 01. Biogödseln från det ena kärlet separerades genom en filterduk med hjälp av undertryck, till en kvalitet som bedömdes adekvat för injicering i droppbevattning.

## Injiceringstest i droppbevattning

Aquadrip testade injicering i droppbevattning både av den separerade biogödseln från rötad konservärtshalm och av den flytande fasen av biogödsel från pilotrötkammaren för vitklöverensilage. Några liter biogödsel injicerades med en Dosatron med 2-4 % injiceringsgrad. Testet visade att det gick utmärkt att injicera biogödseln av båda biogödseltyperna till de aktuella nivåerna.



Figur 1a. Pilotrötkammare konstruerad för hybridrötning av storbal v ensilerad vitklöver.



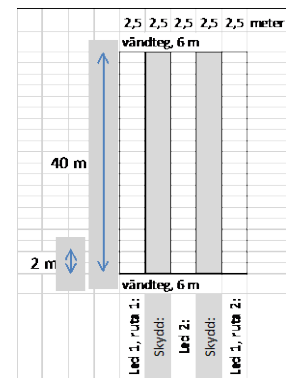
Figur 1b. 35-liters rötkammare för enstegsrötning. Användes för rötning av konservärtshalm-

## Analyser

Såväl substraten (vitklöver, konservärt och broccoli) analyserades för sitt växtnäringsinnehåll. Vitklöver och konservärt analyserades både på färsk biomassa och efter ensilering vid igångsättning av rötningsprocessen. Broccoliskörderesterna analyserade enbart på den färska biomassan eftersom det inte fanns resurser att genomföra rötning av broccoliskördresterna. Analyser av totalkväve (N) gjordes med Dumasmetsoden med LECO FP-428 (LECO Corporation, St. Joseph, MI, USA) medan övriga näringsämnen analyserades med ICP (Inductively Coupled Plasma-optical emission spectroscopy) efter uppslutning enligt NMKL (1998). Rötresten analyserade med samma metoder med undantag för total-N och NH<sub>4</sub>-N som analyserades med Kjeldahlmetoden (Kjeltec Auto 1035 Analyzer, Tecator AB, Höganäs, Sweden). Cloridbestämning i biogödseln gjordes med ICP efter extraktion i form av 2 gram torkat prov som skakas (rotation) i 15 minuter i 100 ml destillerat vatten följt av filtrering i veckfilter (Munktell 00R).

## Fältförsök

En 40 x 12,5 m yta med rajgräs såddes i april med 25 cm radavstånd (Figur 2). Hela ytan gödslades med 28 N, 12 kg P 45 kg K per hektar med NPK 11-5-18, för att täcka de första veckornas näringsbehov. I maj när rajgräset kommit upp placerades droppslangar mellan raderna efter ritsning med kultivator och jord täcktes över för att undvika NH<sub>3</sub>-förluster från biogödseln. Fem droppslangar för näringsbevattnings med injicerad rötrest placerades i mitten av ytan. På vardera sidan om dessa fanns 2,5 m obevattnat rajgräs som skydd. I de två yttersta 2,5 m strimmorna placerades fem droppslangar för näringsbevattnings med konventionell närings saltlösning (KNL) som kontroll. Droppslangar lämpade för jordgubbar användes. Droppslangarna hade droppställe på var 30 cm. Närings saltlösningen skräddarsyddes för att vara så lik som möjligt näringsproportionerna i biogödseln från vitklöver. Den bestod av Yaras Kristallon Blue (2 kg per 1000 liter) och 9,75 kg Kristallon Flower per 1000 liter.



Figur 2. Design, fältförsök

Styrssystem för droppbevattnings monterades och testades med rent vatten. Systemet programmerades för bevattnings i 4 halvtimmessperioder per dygn och 2 mm per halvtimme.

Avsikten var att börja näringsbevattnings direkt efter en avputsning av rajgräsgrödan i slutet av juni. Men p g a hög nederbörd kunde vi inte börja med näringsbevattnings förrän den 26 juli. Se vidare under resultat.

## Genomförande av droppbevattnings testet och succesiva åtgärder

Den 26 juli start första droppbevattnings. Kontinuerlig uppföljning gjordes av hur vätskan det matats ut. Löpande åtgärder vidtogs när problem noterats. Bevattnings gjordes vartannat dygn i kontrollstrimmorna med konventionell närings saltlösning (KNL) och vartannat dygn med i strimman i mitten med 5 % injicering av biogödseln från hybridrötad vitklöver. Med 2 mm per halvtimme och 4 halvtimmar per dygn tillfördes alltså 8 mm under det dygn som vattnades och eftersom vattningen gjordes vartannat dygn motsvarade den i genomsnitt 4 mm nederbörd per dygn vilket en rajgräsgröda i god tillväxt mer än väl förbrukar genom tillväxt och transpiration.

Den 10 augusti efter tre bevattningsdygn vardera av biogödsel och konventionell droppbevattnings konstaterades att för lite vatten matats ut i många slangar: både med KNL och med biogödsel. Åtgärd efter dialog med Aquadrip: ökad trycket på vattnet utifrån hypotesen att regn slagit ihop jorden och pressat ihop de nergrävda slangarna för mycket. Kördes med rent vatten i strimmorna för KNL den 10/8 och på samma sätt i strimmorna för biogödsel den 11/8.

Den 16 aug: problemet kvarstår. Rajgräset skördas för att nollställa biomassan. Alla slangar rivs upp och nya läggs ut.

Den 17 och 18 aug: god utmatning i både biogödsel och KNL och god tillväxt på gräset i båda behandlingarna

Den 19 aug: uppehåll i bevattnings p g a regn

Den 24 aug påbörjades bevattnings på nytt i KNL och den 25 aug i biogödselstrimman: dålig utmatning av biogödsel och god av KNL. Biogödselbehållaren börjar tömmas och vi tror att det har sugits in bottensediment i sugslangen. Åtgärd: Byter biogödselbehållare till en full och lägger kycklingnät i botten för att undvika att sugslangen går för djupt.

Den 26 aug: uppehåll i bevattning p g a regn

Den 1-3 september: fortsatta problem, biogödseln matas inte ut som den ska.

Den 6 september: Aquadrip sätter filter i änden av sugslangen i stället för som tidigare bara sil samt byter droppslangar

Den 7-8 september: fortsatta problem, biogödseln matas inte ut som den ska. Problem med att filtret sätter igen efter bara någon halvtimmes vattning.

Den 9 september: Aquadrip sätter filter med större yta i sugslangen i droppbehållaren plus ett filter till efter injektorn men före droppslangarna. Byter droppslangarna för sista gången.

Den 9-19 september: Nu verkar det äntligen fungera bra: lika mycket vatten matas ut i båda ändarna av droppslangarna.

Den 20 och 21 september görs de sista bevattningarna. Näringshalten i det som vattnas ut från biogödselslangarna mäts dels i de munstycken som ligger nära injiceringsstället och dels i den borte änden dvs ca 35 meter från injiceringsstället. Vi konstaterar då att avsevärt mörkare vätska i den änden av slangarna som är nära injektorn än i den änden som är ca 35 meter från injektorn. Detta återspeglas även i växtnäringssinnehållet som är avsevärt mycket högre i änden som är nära injektorn – se vidare under resultat och i Figur 4.

Den 29 september: Provklippning görs. Provklippningen visar att gräset som gödslats med biogödsel har en gradient med högre biomassa närmast injektorn, se vidare under resultat och i Figur 5.

## Resultat och diskussion, delprojekt 1

### Lämplighet i näringsammansättning

Vi har kommit en god bit på väg mot målet att utveckla substratrecept som ger en biogödsel anpassad för t ex hallon och jordgubbar. Både den flytande fasen av biogödsel från tvåstegsrötad/hybridrötad vitklöver (Tabell 1) och den separerade flytande fasen av biogödsel från enstegsrötad konservärtshalm har näringsproportioner som lämpar sig väl för gödselmedel i ekologisk odling bl. a av hallon och jordgubbar. Näringsproportionerna i vitklöverbiogödsel var mer lik de i konventionell näringsbevattning för jordgubbar än de båda alternativa produkterna Biobact och Vinass. Framför allt innehåller den mer lika proportion svavel (S) än Biobact och Vinass. Skörderesterna av broccoli innehåller mer S än vitklöver och konservärtshalm (Tabell 2). Om man önskar komponera en biogödsel med något högre S-innehåll än i den från vitklöver kan man kombinera vitklöver och broccolirester och därigenom höja svaveltillförseln något – dock utan att komma upp i överskott på svavel, vilket man gör med både Biobact och Vinass. Det något låga Mn-innehållet i biogödseln är inget stort problem odlingsmässigt eftersom Mn kan tillföras som bladgödsling såväl i ekologisk som konventionell bärodling.

Ett laboratorietest av Aquadrip visade att biogödseln från tvåstegs/hybridrötning av vitklöver gick bra att injicera med standardteknik för droppbevattning (Dosatron injektor). Aquadrip kunde konstatera att den mörka biogödseln lätt gick att skölja bort från de genomskinliga slangarna efter avslutad injicering. Detta har visat sig vara svårare med Biobact som tidigare provats för droppbevattning. Bedömningen var därför att biogödseln skulle vara oproblematiske att vattna ut med droppbevattning. Samma test gjordes med den framseparerade biogödseln från konservärtshalm med lika goda resultat som för vitklöverbiogödseln.

**Tabell 1.** Näringsproportioner i flytande fas av biogödsel från tvåstegs/hybridrotad vitklöver samt från separerad biogödsel baserad på konservärtshalm som substrat jämfört med två alternativa gödselmedel för ekologisk odling och med rekommenderat näringsinnehåll i konventionell droppbevattning (Yara, 2016) till jordgubbar och hallon.

Ämne	Biogödsel		Biobact	Vinass	Behov* till konv. jordgubbar		Behov* till konv. hallon	
	Konservärt (1,9 % ts.)	Vitklöver (1,4 % ts.)			veg. fas	gen. fas	Början av skott-skjutningen	Från kartstadiet och framåt
Proportion till total-kväve								
Total-N	100	100	100	100	100	100	100	100
P	7	3	15	2				
K	94	102	63	105	90	119	73	115
Ca	23	10		9	53	50	53	56
Mg	10	4		2	19	18	25	20
S	4	3	93	65	10	9	4	5
Na	17	6						
Fe	6	3		0,24	0,57	0,57	0,78	0,83
Mn	0,2	0,10		0,13	0,29	0,28	0,55	0,60
Zn	0,3	0,17		0,003	0,23	0,23	0,18	0,20
B	<0,001	< 0,004		0,04	0,07	0,07	0,06	0,07
Cu	0,1	< 0,04		0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Cl		3,2						

\* motsvarande rekommendation för näringsbevattning av konventionella bär.

**Tabell 2.** Näringsinnehåll i de insamlade potentiella substraten

Ämne	Vitklöver	Broccoli-rester	Konserv-ärtshalm	Vitklöver ensilerad	Konservärter ensilerade
N	4,3	2,0	2,2	4,5	2,5
P	0,42	0,4	0,27	0,43	0,26
K	4,1	2,7	2,3	3,9	2,2
Ca	1,5	2,4	1,3	1,6	1,4
Mg	0,23	0,2	0,24	0,25	0,24
S	0,21	1,0	0,16	0,23	0,15
Na	0,06	1,2	0,06	0,08	0,03
Fe	0,013	0,17	0,045	0,014	0,25
Al	0,0067	0,13	0,062	0,01	0,34
Mn	0,0054	0,0084	0,0028	0,0054	0,0061
Zn	0,0034	0,003	0,0067	0,003	0,0044
B	0,0026	0,0028	0,0018	0,0024	0,0021
Cu	0,00084	0,00085	0,00098	0,00086	0,0015
Mo	0,00026	0,00031	0,00014	0,00030	0,00024
Cl	1,1	1,1	1,6	0,9	0,63
Ts-halt	33	15	23	35	33

**Tabell 3.** Näringsinnehåll i flytande fas av rötad vitklöver och konservärt, kg/ton biogödsel

Ämne	Vitklöver Konserv- ärtshalm	
	NH <sub>4</sub> -N	2,15
N <sub>organiskt</sub>	0,365	0,44
N	2,515	2,34
P	0,09	0,16
K	2,6	2,2
Ca	0,25	0,54
Mg	0,09	0,24
S	0,08	0,09
Na	0,16	0,40
Fe	0,068	0,14
Al		0,015
Mn	0,0024	0,01
Zn	0,0044	0,007
B	<0,0001	<0,001
Cu	<0,001	0,002
Mo		
Cl	0,08	
Ts-halt	1,35	1,9



Figur 3. Utläggning av droppslangar i fältförsöket med italienskt rajgräs

## Biogödsel av hybridrötad vitklöverensilage – funktion i droppbevattning

Injiceringen av vitklöverbiogödseln testades i fältskala med 40 meter långa slangar utlagda i en rajgräsgröda (Figur 3). Närmare beskrivning under rubrikerna "Fältförsök" och "Genomförande av droppbevattningstestet och successiva åtgärder". Efter ett antal modifieringar av sil- och filterteknik fungerade en injicering bra, med 5 % biogödsel injicerat in i bevattningsvattnet. Vattnet fördelades till slut jämt inom och mellan droppslangarna men växtnäringen fördelades ojämnt i droppslangarnas längdriktning (Figur 4). Det gav visserligen i medeltal inte någon skillnad i biomassa i rajgräs som näringsbevattnats med konventionella gödningsalter (2,37 kg/m<sup>2</sup>) jämfört med biogödsel (2,33 kg/m<sup>2</sup>; P = 0,85 i en variansanalys). Inte heller variationskoefficienten skilde sig: 15,7 % för konventionella salter och 15,9 % för biogödsel så man skulle därmed kunna säga att projektets mål var uppfyllt. Genom biomassamätning framkom att den ojämnt fördelade växtnäringen i droppslangarna gett sämre tillväxt i rajgräset i ytans bortre del än i den främre (Figur 5a). Effekten var i första hand på torrsubstanshalten (ts-halten; Figur 5b) där förklaringsgraden (R<sup>2</sup>) var 76 % för en regression där torrsubstanshalten i det biogödselgödslade rajgräset ökade linjärt med avståndet till injektorn i det biogödselgödslade rajgräset. Detta är en rimlig effekt av att näringsförsörjningen varit sämre ju längre från injektorn provklippningen gjordes. För rajgräset som

Närmast  
injektorn

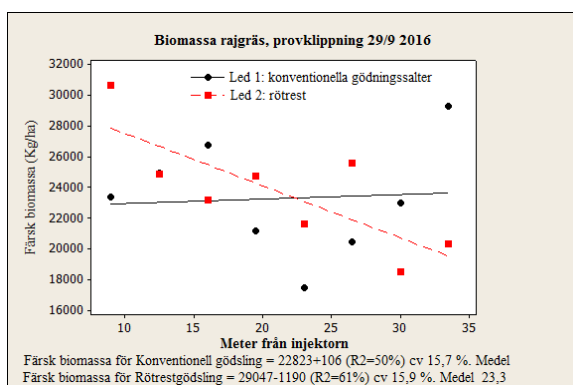


mg NH <sub>4</sub> -N/liter	69	33
mg K/liter	95	49

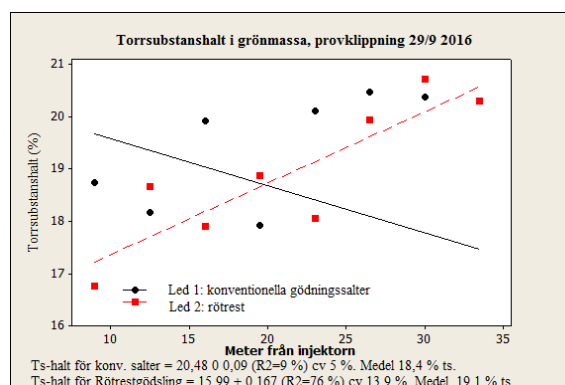
Figur 4. Injicering av biogödseln fungerade väl efter lite modifieringar, och vatten kom ut i bortre änden av de 40 meter långa slangarna men något hände på vägen: i änden närmast injiceringen fanns mer näring och mörkare färg på droppet (muggen till vänster) än i bortre änden av slangarna (muggen till höger).

Foto: Anita Gunnarsson 20/9 2016

droppbevattnats med konventionella gödningsalter var förklaringsgraden 9 % dvs det fanns inget samband mellan ts-halten och avståndet till injektorn. Variationskoefficienten för ts-halten var avsevärt högre i rajgräs med biogödselgödsling än med konventionella salter: 14 respektive 5 %. Därmed måste vi konstatera att tekniken ännu inte fungerar tillfredsställande för implementering i fältskala.



Figur 5a. Biomassa (färskvikt) i rajgrässtrimma med droppbevattning med konventionellt näringssalt (Yaras Kristallonprodukter) och biogödsel från tvåstegs/hybridrötad vitklöver.



Figur 5b. Torrsubstanshalt i grönmassan. I övrigt som figur 5a

## Ideer till förbättring av fördelningen av näringen i droppslangarna`

Vi har några idéer till hur problemet med den ojämna näringsfördelningen i droppslangarna kan lösas. Med det upplägg vi provade 2016 renspolades droppslangarna efter var fjärde bevattningsperiod (4 halvtimmar per dygn, dvs renspolning en gång per dygn). Med hjälp av en förbättrad styrteknik kan droppbevattning med näring utföras så att varje bevattningsperiod inleds med en kort period av rent vatten utan injicering och på samma sätt avslutas med en period av rent vatten. I konventionell droppbevattning sänker man pH för att förbättra tillgängligheten av bl. a. fosfor (P) och mikronäring. I EU-ekologisk bärodling förekommer det att man tillsätter citronsyra för att sänka pH i näringsbevattning med kommersiella produkter. Det är inte självklart att detta är nödvändigt när man vattnar ut organisk näring men det är mycket möjligt att sänkt pH med citronsyra kan ge en bättre fördelning av biogödseln i droppslangarna.

Dessa båda åtgärder skulle vi vilja prova i fortsatt fältarbete. Vi menar att vi då har möjlighet att lösa problemet med den ojämna näringsfördelningen av biogödseln. Vi bedömer att vi genom ett års ytterligare utvecklingsarbete i fält kan presentera ett koncept där biogödselinjicering fungerar i praktisk fältskala - till glädje för svensk ekologisk odling av specialgrödor, t ex bär.

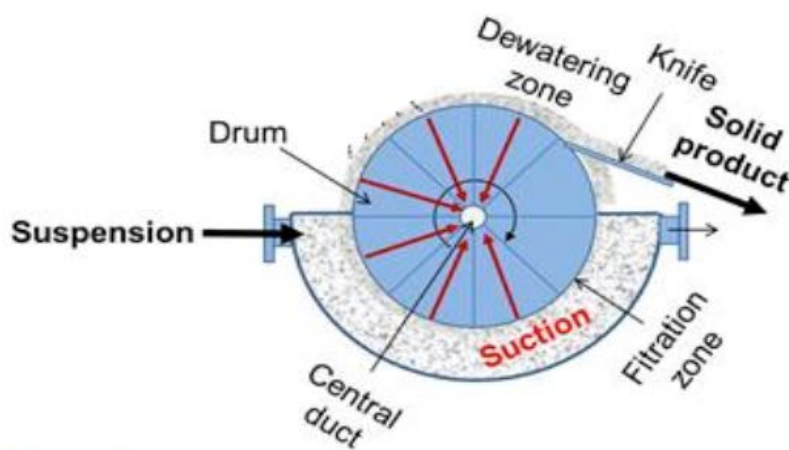


# Delprojekt 2: Separering av rötrest med dynamisk filtrering

## Bakgrund, delprojekt 2

Intresset för KRAV-godkända livsmedelsprodukter ökar hela tiden. För att kunna styra produktion/ produktkvalitet i ekologisk odling (speciellt när det handlar om specialodling) är det viktigt att kunna tillföra flytande växtnäring under växtsäsongen. Ett antal försök har genomförts med separerad rötrest, där en traditionell separeringsmetod har använts samt där tvåstegsrötning har använts för att få fram en KRAV godkänd droppbevattningsvätska. För att få en fullgod teknisk funktion i droppbevattningsutrustningen krävs dock en effektivare separering av partiklar. För att minimera problem med igensättning i bevattningsutrustning är filtrering av separerad rötrest en metod med stor potential.

Separering med roterande vacuumfilter (Figur 6) är en metod som används i industriella sammanhang bl a inom livsmedelsindustrin. Vår hypotes för föreliggande projekt var att filtrering av rötrest med av produkten uppbyggd filtermassa skulle vara en metod som borde ha goda förutsättningar att fungera med god tillgänglighet och med god kapacitet.



Figur 6. Teknisk beskrivning av det roterande vacuumfiltret

## Syfte och mål, delprojekt 2

Det övergripande syftet var att skapa ett mervärde på biogödseln från rötat hushållsavfall. Delprojektets mål har varit att testa och utvecklat en separeringsmetod som bygger på roterande vacuumfilter vilket är en metod som vi bedömde ha stor ekonomisk potential för att uppnå ett fullgott KRAV-godkänt gödselmedel för droppbevattning från rötat organiskt material. Mätbar indikator har varit att partikelstorlek i den separerade rötresten får vara maximalt 100 µm vilket är den gräns man i Sverige rekommenderar för droppbevattningsvatten. Målet var även att göra en bedömning av kostnaden för separering med den aktuella tekniken.

## Material, delprojekt 2

Utrustning som använts var Alfa Laval vacuumfilter (W= 1200 mm, D=1000 mm), Matningspump, Excenterskrupump MAF, Separationskolonn glas QVF, 160 l, Blandningstank med kon och omrörare för

filterhjälpmedel, Labcentrifug, Labofuge 300, 4000 rpm, Analysvåg Mettler Toledo AB104 S, Laboratorievåg Mettler Toledo 0-30 Kg, Labglas etc

Råvaror för separering var rötrest (svingödsel + "ensilage" + halm+ torra biprodukter från livsmedelsindustrin) från Norups Gård Biogasanläggning, samt rötrest från NSR's (OX2 Bio) biogasanläggning för hushållsavfall i Helsingborg. Rötresten har kontrollerats med avseende på näringsinnehåll, se bilaga med analysresultat, med avseende på visuella iakttagelser samt med avseende på solid fas i botten av labcentrifugrör.

De filterhjälpmedel som användes var Perlite 900 samt Diatomit (Kiselgur) från Dicalite.

Vacuumfiltret har hyrts in externt och modifierats för det aktuella ändamålet. Justering och modifiering gjordes av "knivar" (avstrykare) samt modifiering av vacuum pump/mätutrustning för undertryck. Provkörning med vatten och med plastfolie gjordes för att verifiera kapacitet och maximalt undertryck. Separationskolonn installerades för att kontrollera ev. naturlig fassetparation som kunde inverka på filtreringsresultatet. Se vidare under resultat.

## Genomförande delprojekt 2

### Princip för filtreringen

Suspenderad rötrest tillfördes det ett roterande vacuumfilter med funktion enligt följande (Figur 6 och 7): I en tank finns en roterande trumma med fin silduk runt periferin på en stålcyllinder som är kopplad till en vacuum pump via ett avluftarkärl. Målsättningen är att succesivt bygga upp en filterkaka bestående av den tillförda filterkakans torrsubstans. Filtret avsågs därefter köras med intern cirkulation tills en "partikelfri" vätska erhålls som accept. Överskott av filterkaka (undertrycket indikerar på ett tydligt sätt filterkakans funktion). "Kniven" ställs in för att erhålla en lagom tjock intern filterkaka och därmed lämplig separation. Målet var, som tidigare nämnts, en vätskefas (nedan nämnt accept) i vilken det inte finns partiklar över 100 mikrometer.



Figur 7. Översiktsbild maskinell utrustning. Foto Norups gård

### Genomförda försökskörningar, delprojekt 2

Vi har genomfört försökskörningar vid totalt sju tillfällen från 2018 01 12 till 2018 06 10 enligt följande:

- Försök 1: Start och verifiering av samtliga funktioner på utrustningen, körning med vatten
- Försök 2. Start med rötrest från Norups Gård, test med såväl cirkulerad som sedimenterad

rötrest.

- Försök 3. Efter modifiering av knivar testades såväl Norups Gårds som NSR´s rötrest
- Försök 4. Efter ytterligare modifiering av knivar (Gummikniv) testades båda produkterna
- Försök 5. Körning med Filterhjälpmedel 1 samt konsulthjälp
- Försök 6. Körning med filterhjälpmedel utan konsulthjälp, med och utan inblandning
- Försök 7. Körning med filterhjälpmedel 2 inblandat i produkten

I samband med varje körning från försök 2-7 har restpartikelmängd kontrollerats med bordscentrifug och referensprover har sparats i kyl, för ev. senare analyser

## Resultat och reflektion vid försökskörningar, delprojekt 2

### Försök 1

Utrustningen fungerade tekniskt enligt förväntningar, fysikaliska parametrar uppnåddes.

### Försök 2

Viss gravimetrisk separation erhöles vid lagring i separationskolonn (Tabell 4). Separationen är i betydligt mindre omfattning än om samma test hade gjorts med orötad gödsel. Rötresten "tätar" filtret med betydligt mindre omfattande "Filterkaka" än vid andra tester med samma filter och andra substrat. Till följd av snabb tätning av filtret, vilket sekundärt innebär signifikant minskning av flödet, blir driften av filtret intermittent och risken ökar för "kortslutning" dvs att ofiltrerad vätska går igenom filtret och återblandas med filtrerad vätska. Ovanstående torde vara ett mindre problem vid storskalig produktion, men påverkar försöksförutsättningarna tydligt.

### Försök 3

Konstateras att NSR´s rötrest tätar filtret snabbare än Norups rötrest. Detta är troligen beroende på att Norups rötrest innehåller mer halm. NSR's rötrest "glimrar" vilket indikerar små plastfragment. Detta är inte vidare kontrollerat.

### Försök 4

Trots ombyggd knivfunktion med egenkonstruerad "gummikniv", för att komma närmare trumman (mindre omfång på filterkakan), så tätar filtret för snabbt. Trycket på trumman blir så stort att metalltrådar, vars uppgift är att hålla filterduken på plats, flyttar i sidled till ena gaveln av filtret. Alternativ teknisk lösning är alltså nödvändig. Konstateras att "tiden går" mellan testerna då vi måste "tänka om", ta nya kontakter och testa modifierade metoder.

### Försök 5

Efter diverse kontakter köper vi in Perlite-filterhjälpmedel från IFAB. Vi köper även in några konsulttimmar för att vinna tid och komma till resultat. Vi modifierar ett blandningskärl för att kunna hantera slurry med tillsatt filterhjälpmedel. Dessvärre visar det sig att den aktuella typen av filterhjälpmedel inte fungerar i kombination med de aktuella råden, det aktuella filtret och det aktuella substratet.

### Försök 6

Vi provar samma filterhjälpmedel med annan koncentration på slurryn och annan appliceringsteknik, men med nedslående resultat. Det går inte att bygga kaka med det aktuella filterhjälpmedlet; det är för grovkornigt och har för hög densitet så att det sedimenterar i påläggningskärlet och tätar inte alls.

### Försök 7

Vi köper hem några säckar av en annan typ av filterhjälpmedel med lägre densitet och finare fraktion. Vi blandar in filterhjälpmedel i rötresten och lyckas bygga kaka enligt den ursprungliga idén. Därmed går det att få fram en tunn fas av rötresten (s.k. accept) som motsvarar förväntningarna såväl visuellt som efter kontroll i bordscentrifug (Tabell 4).

**Tabell 4.** Sedimenttjocklek före och efter gravimetrisk separation respektive filtrering med vacuumfilter

Produkt	Sediment tjocklek, mm
Rötrest NSR, vid inhämtning	35
Rötrest Norups gård, vid inhämtning	25
Rötrest NSR, efter gravimetrisk separation	5
Rötrest Norups gård, efter gravimetrisk separation	4
Rötrest efter bästa filtrering NSR	2*
Rötrest efter bästa filtrering Norup	2*

\* Inga partiklar över 90 micron

## Diskussion, delprojekt 2

Behovet av en KRAV godkänd flytande växtnärsprodukt, framför allt för användning droppbevattningssystem är stort och växer hela tiden. Substraten som är tillgängliga är väldigt heterogena. Det kan konstateras att rötrest har stora fördelar framför urin i flera avseenden: pH-värdet är lägre i rötrest än vad det är i urin vilket medför lägre kväveförluster till atmosfären i form av ammoniak. Med lägre pH värde är det också lägre risk för struvitbildning i droppbevattningssystemet, och därmed mindre igensättningsrisk. Orötad flytgödsel har oftast högre ts-halt än rötrest med större separationsbehov och dessutom ammoniumkväveinnehåll i flytgödsel lägre än i rötrest.  $\text{NH}_4\text{-N}$ -innehållet ökar i allmänhet från ca 55 % av totalkvävet till ca 75 % av totalkvävet vid rötning. Det finns inte heller så stor tillgång på flytgödsel som är/kan bli KRAV godkänd. Flera tekniker har testats för att uppnå fullgod separering. Vi hade stora förhoppningar med den metod som testats i detta projekt, med tanke på de fina resultat som har erhållits i andra applikationer. Det visade sig att rötrestens sätt att bygga "filterkaka" påverkade filtrets funktion i stor utsträckning. Vi modifierade metoden under projektets gång genom att tillsätta externt filterhjälpmedel. Slutligen kunde en bra separering erhållas utifrån visuella intryck.

Efter att ha genomfört standardiserade centrifugtest på samtliga prover vid samma tillfälle och testat filtrerbarhet på acceptet genom en 90 micron filter ram, kan konstateras att vi har nått tillräckligt långt vad gäller partikelmängd och partikelstorlek. Det är endast ca 2-4 % av partikelmängden kvar (uppskattning av volym i centrifugrör) men viktigast av allt är det inte fanns några partiklar över 90 micron. Detta skall jämföras med tidigare diskuterad gräns för droppbevattning på 100 micron.

För att optimera tekniken framöver ser vi två vägar:

1. Separera rötresten med traditionell gödselseparator som en förbehandling. Då blir huvuddelen av den fasta fraktionen opåverkad och det går åt mindre filterhjälpmedel. Efter traditionell gödselseparering tillsätts ett optimerat filterhjälpmedel i begränsad utsträckning och produkten filtreras med roterande vacuumfilter. Acceptet är "färdigt" att använda och "rejektet" som då innehåller mindre mängder "inert" filterhjälpmedel, såsom kiselgur eller vulkanaska återblandas in i den fasta fasen.
2. Ersätt det roterande vacuumfiltret med ett "tryckfilter" (filterkamarpress). Då kan undertrycket (som kan bli max 1 bar i differentialtryck) ersättas med ett övertryck på ca 3 bar. Detta är dock en dyrare teknik än vad vacuumfiltret är.
3. Lagra rötresten i stående separationskolonner i två till tre månader utan omrörning. Dekantera lättfas utan att röra upp tungfas och filtrera med "polerfilter" Enklare filtrering med hjälp av t ex påsfilter på 50 micron för

att ta ev. restmängder. Detta förslag är en "spin off" av att vi erhöll så bra centrifugtester på rötrest som lagrats i separationskolonn (Stående cylinder 5 meter hög, ingen energitillsats mer än att pumpa in rötresten).

#### Ekonomi

Vid körning var kapaciteten ca 1,5 m<sup>3</sup> per timme i det aktuella filtret. Vid körning i s.k. "Filterkammarpres" (tryckfilter) kan kapaciteten också bli 1,5 m<sup>3</sup> /h. Båda filtertyperna har ungefär samma energiförbrukning (ca 3 kW kontinuerligt). Båda filtertyperna kommer att kräva viss tillsats av filterhjälpmedel för att bygga optimal filterkaka. Båda filtertyperna medför en investering på ca 700 000 - 900 000 SEK för att kunna producera ca 10 000 m<sup>3</sup> per år. Det är mer arbete med filterkammarpres, där ramarna med jämna mellanrum skall tömmas vilket innebär intermittent drift.

**Tabell 5.** Ungefärlig kalkyl, separering, roterande vacuumfilter

<b>Post</b>	<b>SEK/m<sup>3</sup></b>
Kapitalkostnad vid 10 års avskrivning:	9
Ränta enligt ovan, 3% på medelkapitalet	1,35
Arbetskostnad	27
Filterhjälpmedel	4
El	2
<b>Summa</b>	<b>43,35</b>

Ovanstående kostnader (framför allt arbetskostnaden) är höga i förhållande till den uppgift som skall lösas.

Kuriosa: Motsvarande kostnader för gravimetrisk separation, om det visar sig tillräckligt. (Kalkyl baserad på 1000 m<sup>3</sup> betong-behållare med 6 meters höjd, samt pump och påsfilter). Kapacitet: 4000 m<sup>3</sup> per år

**Tabell 6.** Ungefärlig kalkyl, gravimetrisk separering i betongkolonn (om det visar sig tillräckligt)

<b>Post</b>	<b>SEK/m<sup>3</sup></b>
Kapitalkostnad vid 30 års avskrivning	4,17
Ränta enligt ovan 3%	1,88
Arbetskostnad (tömning av sediment)	4
Filterpåsar	1
<b>Summa</b>	<b>11,05</b>

# Referenser

1. Weiland, P., Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2010. 85(4): p. 849-860.
2. Nizami, A.S. and J.D. Murphy, What type of digester configurations should be employed to produce biomethane from grass silage? *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2010. 14(6): p. 1558-1568.
3. Lehtomäki, A. and L. Björnsson, Two-stage anaerobic digestion of energy crops: Methane production, nitrogen mineralisation and heavy metal mobilisation. *Environmental Technology*, 2006. 27(2): p. 209-218.
4. Stinner, W., K. Möller, and G. Leithold, Effects of biogas digestion of clover/grass-leys, cover crops and crop residues on nitrogen cycle and crop yield in organic stockless farming systems. *European Journal of Agronomy*, 2008. 29(2-3): p. 125-134.
5. Svensson, B. 2011. Ekologisk odling av hallon och björnbär i tunnel, 2008-2011. SLU, Område Hortikultur, Alnarp. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap. Rapport nr 49
6. Möller, K. & Müller, T. (2012). Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences* 12(3), 242-257.
7. Selim, E.M. and A.A. Mosa, Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutrient retention in a sandy soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2012. 175(2): p. 273-281.
8. Selim, E.M., A.A. Mosa, and A.M. El-Ghamry, Evaluation of humic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions. *Agricultural Water Management*, 2009. 96(8): p. 1218-1222.
9. Liu, W.K., Q.C. Yang, and L.F. Du, Soilless cultivation for high-quality vegetables with biogas manure in China: Feasibility and benefit analysis. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2009. 24(4): p. 300-307.
10. Kennedy, T.L., Suddick, E.C., Six, J. (2013). Reduced nitrous oxide emissions and increased yields in California tomato cropping systems under drip irrigation and fertigation. *Agric Ecosyst Environ* 170, 16-27.
11. Ögren, E. (2016). Gödselmedel för ekologisk odling 2016, Swedish Board of Agriculture. Available at <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr376.html> (In Swedish)
12. Palmqvist, Anna Växtnäringskällor som kan användas i droppbevattning vid odling av ekologiska hallon. Kandidatarbete SLU, 2016
13. Albertsson J M-L, Nilsson, T, Winter C. 2010. Dokumentation av ekologisk odling av hallon i tunnlår och björnbär och jordgubbar i växthus.
14. Gluck, B.I. and Hansson, E.J. 2013. Effect of drip irrigation and winter precipitation on distribution of soil salts in three season high tunnels. *Acta Hort. (ISHS)* 987:99-104.
15. Nestby, R. 2010, Project description: New methods for organic raspberry production in polyethylene tunnels. Runs 2007 - 2010. Available 2013 10 22 at <http://orgprints.org/14970/>

Personliga meddelanden:

Marcus Söderlind, Långhult, trädgårdsodlare bl a ekologisk tomat. Delegat i LRF riks förbundsstyrelse, nov 2016

## KUNSKAP FÖR LANDETS FRAMTID

**Hushållningssällskapet Skåne**

Box 9084, 291 09 Kristianstad

010-476 20 00

[info-skane@hushallningssallskapet.se](mailto:info-skane@hushallningssallskapet.se)

[www.hushallningssallskapet.se](http://www.hushallningssallskapet.se)

Hushållnings  
sällskapet

