



Rötat matavfall som näringskälla vid tomatodling



Författat av Niklas Hjelm, Grobruket AB, 2023-09-20.

I stort sett all kommersiell tomatodling i Sverige gödglas med mineralgödselmedel. Den stora fördelen med denna praxis är möjligheten att styra näringstillförseln med en stor exakthet. Nackdelen är att mineralerna bryts från gruvor eller utvinns genom energikrävande metoder som nyttjar fossil energi. Utvinningen av dessa mineraler är förknippat med en rad problem såsom förstörelse av natur och utnyttjande av arbetskraft. Att hitta alternativ till mineralgödseln är därför en viktig fråga. RecoLab i Helsingborg är en utvecklingsanläggning som drivs av Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA). Här rötas matavfall från ett närliggande bostadsområde för att utvinna biogas. Matavfallet mals ner i en avfallskvarn för att därefter med vatten spolas till RecoLab. Efter rötningen till biogas av matavfallet återstår en näringsrik effluent (biogödsel), som 2022 användes som flytande gödning i ett tomatförsök i Alnarp. De behandlingar som använder rötat matavfall kommer i rapporten anges som “biogödsel”.

Syfte

Syftet med odlingsförsöket var att se användningen av biogödsel skulle prestera likvärdigt jämfört med konventionell mineralgödsel, samt undersöka vilka utvecklingsmöjligheter som finns om brister förekom.

Analys

Biogödslet analyserades innan tomatförsöket påbörjades med en spurwayanalys utförd av LMI AB i Helsingborg. Analysen är utformad för att efterlikna växternas förmåga att ta upp växtnäring ur jorden på kort sikt. Analysen visar därmed om växtnäringen är bunden till substratet, eller om den är tillgänglig för upptag inom loppet av några veckor. Det kan därför finnas mer total växtnäring i biogödslet än vad analysen visar. För att den organiskt bundna växtnäringen skall bli tillgänglig behöver den först mineraliseras av mikroorganismer. Denna process sker i närheten av växternas rötter och i symbios med växterna.

Sammantaget är fördelningen mellan näringsämnen relativt god, även om koncentrationen är låg. (%). Detta är inte hållbart vare sig ur miljö- eller kommersiellt perspektiv då det går åt för mycket energi att transportera vatten. Problematiken är inget vi adresserar i denna rapport, men något som behöver undersökas vidare i framtida studier.

Biogödslet användes i den koncentration den levererades i från röttkammaren (100%) eller utspätt till halva den ursprungliga styrkan (hädanefter kallad 50%).

Natrium, pH och konkurrens

Natriumhalten var väldigt hög i rötresten vilket enligt RecoLab berodde på att natriumbikarbonat tillsattes till rötchammaren för att förhindra surning. pH behöver ligga över 7 för att de mikroorganismer som bildar metan skall arbeta optimalt. Det förklarar också varför pH i effluenten är 7,3. Nackdelen med ett för högt pH är att fosfor lätt kan fällas ut tillsammans med kalcium och magnesium och bildar kalcium- och magnesiumfosfat vilka är svårösliga föreningar. Kalium och kalcium, två positivt laddade joner konkurrerar till viss del om samma negativt laddade joner i växten som de behöver för bland annat transport. Kvoten mellan kalium och kalcium spelar därför roll, där det finns olika optimala kvoter för olika växtslag. För tomat bör mängden kalium till kalcium vara 1.7:1 för optimal tillväxt. Kalium/kalciumkvoten för biogödseln som användes i försöket var cirka 0.6:1. Om kaliumkarbonat hade använts istället för natriumkarbonat för att förhindra försurning i rötchammaren hade sannolikt kvoten mellan kalium och kalcium varit mer gynsam. Detta hade även minskat mängden natrium, även den en positivt laddad jon som konkurrerar mot kalium och kalcium, som tomaterna inte kan nyttja för tillväxt och dessutom blir toxisk för växter i för hög koncentration.

Balans makro- och mikronäring

Bland makronäringsämnen (se tabell 1) är förutom kalium även svavel lågt, detta hade kunnat åtgärdats antingen med kalimagnesia, som förutom magnesium och svavel, även hade tillfört kalium till stor del. Även naturligt förekommande kieserit hade varit en möjligt att tillsätta för att öka mängden magnesium och svavel. Ytterligare ett alternativ är att med svavelsyra sänka pH på biogödseln och på så vis även tillföra svavel.

Bland mikronäringsämnen hade koppar, mangan och zink låga nivåer (Tabell 1), vilket kan leda till kloros hos tomater. Zink var dock inte i brist när plantsaftanalysen gjordes (se bild 3). Det finns flertalet preparat på marknaden som innehåller mikronäringsämnen, bland annat produkter baserade på knöltång (*Ascophyllum nodosum*). Ett mindre tillskott av ett sådant preparat hade effektivt ökat mängden mangan, zink och koppar i biogödseln. Genom mindre näringstillskott och optimering av rötningen finns det anledning att tro att näringsprofilen hade blivit mer lik kontrollen. Exakt sammansättning och val av tillskott utifrån prisbild och hållbarhetsprofil behöver undersökas närmre.

Ammoniumkväve

Kvävegivan som gavs via biogödseln var nästan uteslutande i form av ammonium, till skillnad mot kontrollen där 91% var i form av nitratkväve. Det är svårt att säkerställa om detta hade en negativ inverkan på utvecklingen. Heeb et al. (2005) kunde påvisa att gödning med 75% ammoniumkväve jämfört med nitrat, inte hade någon negativ inverkan på utvecklingen tomaterna som odlades i deras försök.

Uppställning

Försöket bestod av 32 plantor som placerades i en randomiserad ordning fördelat på 4 behandlingar, vilket innebar 8 tomatplantor per behandlingsled. Även 8 blindplantor, 4 på vardera sida om försöket placerades ut. Totalt under perioden 3 Juli - 15 Augusti (2 månader och 12 dagar) gavs 8,4g kväve per planta för behandling med full näring, respektive 4,2g kväve per planta med 50% näring.

Tomatplantorna märktes upp och fick följande behandlingar:
För perioden 3 Juni - 25 Juli

Biogödsel 100% - Totalt 8 plantor
Outspädd lösning 200 mg/l N.
Näring gavs måndag - onsdag - fredag totalt 0,6 gram N per vecka

Biogödsel 50% - Totalt 8 plantor
Utspädd lösning 100 mg/l N (50% vatten).
Näring gavs måndag - onsdag - fredag totalt 0,3 gram N per vecka

Kontroll 100% - Totalt 8 plantor
200 mg/l N.
Näring gavs måndag - onsdag - fredag totalt 0,6 gram per vecka N

Kontroll 50% - Totalt 8 plantor
100 mg/l N (50% vatten).
Näring gavs måndag - onsdag - fredag totalt 0,3 gram per vecka N

För perioden 25 Juli - 15 Augusti

Frekvensen på näringsbevattningen ökade från 3 dagar till 5 dagar, de sista 10 dagarna skedde bevattning enbart med vatten.

Tabell 1: Analys av biogödsel och uträknad mängd näring från kontroll som är mineralgödslad med Yara Calcinit och Yara Kristalon, 830mg/l vardera.)

Element	Kemiskt tecken	Biogödsel analyserat 22-05-18	Kontroll uträknat
pH		7.3	
Makronäringsämnen		<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>
Kväve - Totalt		191	200
Kväve - Nitrat	NO ₃ ⁻	1	182
Kväve - Ammonium	NH ₄ ⁺	190	18
Fosfor	P	34	41
Kalium	K	65	206
Kalcium	Ca	93	158
Magnesium	Mg	10	35
Svavel	S	5	48
Mikronäringsämnen		<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>
Järn	Fe	720	1666
Mangan	Mn	97	500
Bor	B	160	225
Koppar	Cu	29	337
Molybden	Mo	75	33
Zink	Zn	17	225
Övriga ämnen		<i>mg/l</i>	
Natrium	Na	710	-
Kisel	Si	6	-

Resultat och diskussion

I början av odlingsförsöket observerades en jämn tillväxt bland de olika plantorna. Under de första två veckorna var skillnaderna knappt märkbara mellan de som fick full näring (både biogödsel och kontrollgruppen) och de som bara erhöll 50% av den rekommenderade näringen. Det var först efter denna tvåveckorsperiod som tydliga skillnader började framträda.

Ungefär två veckor in i experimentet började det märkas en markant kontrast mellan de två näringstillförselgrupperna. De plantor som fick 100% näring, oavsett om det var biogödsel eller kontrollgödsel, började visa tecken på ökad stress. Det var dock i biogödselgruppen som de mest tydliga



Bild 1: Utplanterade tomater av samma storlek i växthus i Alnarp.

avvikelserna började märkas. Bladen började gradvis förlora sin normala gröna färg och istället uppvisa en allmän kloros, vilket innebar att de blev bleka och gulaktiga. Denna förändring var särskilt påtaglig mellan bladernas vener på de äldre bladen.

Det är tydligt att växterna reagerade olika på de olika näringstillförelalternativen, och det är möjligt att detta fenomen kan ha samband med de specifika näringsämnen som tillhandahölls av biogödseln i jämförelse med den traditionella gödseln.

Plantsaftanalysen som genomfördes av LMI AB den 25 juli på tomatplantor som hade blivit bevattade med en 100% matavfallslösning avslöjade några intressanta och potentiellt oroväckande resultat. Det var tydligt att växterna mötte utmaningar när det gällde tillgången på vissa viktiga näringsämnen.

För det första visade analysen på en brist på flera viktiga ämnen, särskilt kväve och kalium. Bristen på kväve är särskilt oroande eftersom det är en grundläggande beståndsdel för att bygga upp aminosyror och proteiner, vilket är avgörande för växtens tillväxt och utveckling. Kalium är också en viktig näringskomponent som påverkar växternas övergripande hälsa, blomning och fruktproduktion. Det faktum att dessa ämnen var i underskott kan ha negativa konsekvenser för växternas tillväxt och skörd.

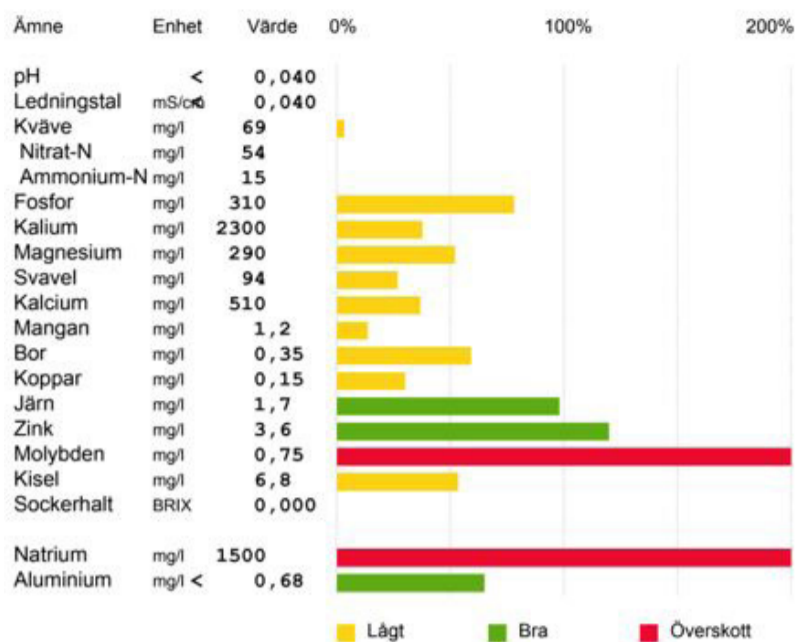


Bild 3. Plantsaftanalys utförd av LMI AB i Helsingborg den 25 Juli. Kolumn längst till höger avser rekommenderad mängd näring för tomatkultur enligt LMI AB.



Bild 2. 28 Juni 2022. Vänster i bild: Kontrollplanta 100%. Till höger i bild: Biogödsel 100%. Generell kloros och kloros mellan venerna på de äldre bladen för biogödsel 100%.

Tabell 2: Total färskvikt för plockade tomater fördelat mellan de olika behandlingsleden. Endast 7 tomater användes för beräkningsunderlaget på grund av en felmärkning vid försökets uppstart. Nr 28 drabbades hårt av pistillröta, möjligen till följd av tomatkvalsterangrepp varpå ingen tillräckligt utvecklad tomat kunde registreras. Vi kunde inte utföra något objektiva statistiskt test som säger att nr 28 är en outlier, den inkluderas därför i analysen.

	BG - 100% (g)		BG - 50% (g)		Kontroll 100% (g)		Kontroll 50% (g)
Nr 1	546	Nr 2	167	Nr 10	169	Nr 4	428
Nr 5	324	Nr 6	213	Nr 20	286	Nr 8	260
Nr 18	198	Nr 12	220	Nr 30	292	Nr 26	341
Nr 19	391	Nr 32	185	Nr 3	277	Nr 9	434
Nr 22	117	Nr 11	140	Nr 7	757	Nr 17	256
Nr 27	293	Nr 23	130	Nr 13	387	Nr 21	494
Nr 28	0	Nr 31	115	Nr 29	495	Nr 25	386
Total	1869		1170		2663		2599

Tomaterna plockades och vägdes individuellt. Nr avser totalvikt för specifik planta i gram.

P-värde 0,21 Biogödsel 100% mot kontroll 100% Ej signifikant

P-värde 0,03 Biogödsel 50% mot kontroll 50% Signifikant

P-värde 0,08 Biogödsel 100% mot Biogödsel 50% Ej signifikant

Resultaten från vårt experiment ger intressanta insikter om hur olika gödselmedel och näringstillförsel påverkar tomatplantornas tillväxt och fruktproduktion. En av de mest betydande observationerna var den signifikanta skillnaden i tomatvikt mellan de två grupperna som jämfördes, nämligen biogödsel 50% och kontroll 50%. Denna skillnad indikerar tydligt att användningen av biogödsel i en reducerad mängd påverkade tomaternas utveckling negativt jämfört med de som fick den traditionella mineralnäringen.

I kontrast till detta fann vi ingen signifikant skillnad när vi jämförde de två grupperna som fick 100% biogödsel med de som fick 100% mineralnäring (kontroll). Detta resultat var i linje med förväntningarna baserat på tidigare forskning och tabell 1. Tabell 1 gav en översikt över näringsinnehållet i de olika gödselmedlen och visade inga stora skillnader som skulle kunna förklara de observerade resultaten gentemot kontrollen.

En viktig iakttagelse var också att tomatplantor som hade behandlats med biogödsel uppvisade kloros och hade en generellt sämre tillväxt. Plantsaftanalysen som utfördes den 25 juli bekräftade låga nivåer av flera viktiga mikro- och makronäringsämnen i dessa plantor. Det är dock svårt att exakt fastställa vilka specifika näringsämnen som hade störst inverkan på tillväxten och orsakade klorosen. Det kan ha varit en kombination av flera faktorer, inklusive bristen

på kväve och kalium, som tidigare nämdes, eller även andra näringsämnen som järn eller magnesium.

En alternativ hypotes är att höga natriumnivåer i biogödseln kan ha inhiberat upptaget av andra viktiga näringsämnen i växterna. Dessutom kan obalanser i kalcium/kalium-kvoten ha spelat en roll i den negativa påverkan på tillväxten och klorosen.

Nästa steg

Att uppnå exakt samma näringsvärden i varje batch av biogödsel kan vara en utmaning eftersom styrningen av de ingående substraten är begränsad och varierar över tid. Det är troligt att värdena för vissa näringsämnen kommer att vara högre under vissa månader och lägre under andra. Det centrala målet är att säkerställa att gödselmedlet inte har alltför stora över- eller underskott av något enskilt ämne, vilket skulle kunna påverka växternas hälsa negativt.

Ett första steg i att säkerställa en jämn och balanserad biogödsel är att minimera natriumnivåerna och överväga användning av alternativa karbonatprodukter som kaliumkarbonat vid rötning. Genom att göra detta kan risken för att natrium ackumuleras i gödselmedlet minskas, vilket kan vara skadligt för växterna.

Därefter är det viktigt att ämnen selektivt tillsätts för att säkerställa att inget näringsämne är i underskott. Detta innebär noggrann övervägning av biogödselns sammansättning och tillsättning av de nödvändiga ämnena i rätt proportioner för att möta växternas behov. Det är också viktigt att övervaka och analysera gödselmedlets sammansättning regelbundet för att justera och anpassa näringsämnena efter behov.

När vi tar itu med detta måste vi också beakta kostnaden för de ingående materialen och insatsmedlen som krävs för att uppnå hög kvalitet på biogödseln. Det är viktigt att hålla kostnaderna rimliga för att göra biogödselproduktion ekonomiskt hållbar. Dessutom är det önskvärt att undvika att majoriteten av ingredienserna kommer från gruvdrift eftersom det kan ha negativa miljökonsekvenser och resultera i en mindre hållbar produktionsprocess.

Slutligen är utvecklingen av en cirkulär produktionsprocess en prioritet. Det innebär att vi strävar efter att minimera avfall, återanvända och återvinna näringsämnena och material så långt som möjligt. Detta är inte bara ekonomiskt fördelaktigt utan också en miljömässigt hållbar strategi som kan minska påverkan på planeten. Genom att följa dessa riktlinjer kan biogödselproduktionen bli mer effektiv och hållbar samtidigt som växternas näringsbehov tillgodoses på ett balanserat sätt.

Felkällor

I mitten av Juli började en del tomatplantor få ett bronsfärgat utseende på stammarna och bladen. Vi misstänkte först av det rörde sig om en näringsbrist varpå en plantsaftanalys utfördes. Symptomen uppvisades dock på exemplar från samtliga försöksleden, även kontrollen, vilket tydde på att bronsfärgningen inte berodde på näringsbrist. Vid vidare undersökning kunde vi konstatera att tomatplantorna blivit infekterade av tomatgallkvalster (*Aculops lycopersici*). Infekterade blad togs därefter bort och behandling med svavellösning gjordes vid upprepade tillfällen tills symptomen kraftigt reducerades.

Referenser

Heeb, A., Lundegårdh, B., Ericsson, T. & Savage, G.P. (2005). Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85 (8), 1405–1414. <https://doi.org/10.1002/JSFA.2127>

Med stöd av

Finansiering av projektet har skett med hjälp av Partnerskap Alnarp samt Region Skånes Miljövårdsfond.

