

Biogödsel som näringskälla vid hydroponisk odling - nitrifiering och pH

HÅKAN ASP, KARL-JOHAN BERGSTRAND, MALIN HULTBERG

Möjlighet att odla grönsaker i system som kan vara horisontella, vertikala eller i flera lager och bedrivs i källare och på tak har lett till ett ökande intresse för hydroponisk odling. I denna typ av odling tillförs växten näring genom en näringslösning som cirkulerar i systemet. I dagsläget är mycket av den hydroponiska odlingen baserad på mineralgödselmedel. Att ha möjlighet att i stället använda en recirkulerad näringskälla innebär en fördel ur miljöperspektiv. I detta faktablad beskrivs hur en recirkulerad näringskälla, biogödsel, ska hanteras för att fungera som näringslösning i hydroponisk odling.

Bakgrund

Det finns ett stort intresse för småskalig matproduktion i staden, och förhoppningar om att skapa en ökad hållbarhet och en ökad livsmedelsproduktion genom detta. En effektiv växtproduktion i staden, där mark är en bristvara, förutsätter att modern odlingsteknik baserat på odling i näringslösning, s.k. hydroponisk odling, används. Detta ger en möjlighet att odla i varierande system som kan vara horisontella, vertikala eller i flera lager och bedrivs i t.ex. källare, containrar och på tak. En grundförutsättning för en hållbar produktion, oavsett vilket odlingssystem som används, är att det finns en hållbart producerad växtnäringsskälla av god kvalitet tillgänglig. I dagsläget är mycket av den hydroponiska odlingen baserad på mineralgödselmedel. Att ha möjlighet att i stället använda en recirkulerad

rad näringskälla innebär en fördel ur miljöperspektiv.

Parallellt utvecklas avfallshanteringen för att bli mer hållbar, bland annat genom biogasproduktion, och källsorterande system introduceras för ökad resursåtervinning. Redan idag samrötas vissa organiska restprodukter som exempelvis hushållens matavfall, rester från livsmedelsindustri och animalisk gödsel på många biogasanläggningar. Efter rötningen, när biogasen som är en förnybar energikälla har producerats, finns en restfraktion med hög halt av växtnäringssämnen kvar. Denna restprodukt kan certifieras som biogödsel beroende på vilka komponenter som ingått i rötningen. Biogödsel är en flytande produkt med hög halt av vatten som används inom lantbruket idag. Ur ett miljöperspektiv är det fördelaktigt om biogödseln inte behöver transporteras långt utan kan avsättas nära den plats där den produceras. Det är också en fördel om det finns ett behov av biogödseln året runt för att minska behovet av lagring.

I ett FORMAS-finansierat projekt arbetar forskare på SLU och Lunds Universitet med möjligheter, risker och intresse för produktion av grönsaker och svamp i stadsnära miljöer, i system baserade på växtnäringstillförsel med biogödsel. Detta är ett komplext område som innebär en samhällsförändring mot ett nytt, och kortare, näringskretslopp och forskning måste initieras både kring biolo-



Fig. 1 Försöken har genomförts i hydroponiskt odlingssystem baserad på nutrient film technique (NFT-system).

giska och samhällsrelaterade faktorer. På sikt är projektet en del i strävan mot det biobaserade samhället och mot att öka produktionen av mat med hög kvalitet i tätbefolkade områden.

Det finns många faktorer som behöver studeras på detaljnivå för att biogödseln ska kunna användas för hydroponisk odling på ett optimalt sätt. I denna typ av odling finns inga andra näringskällor tillgängli-

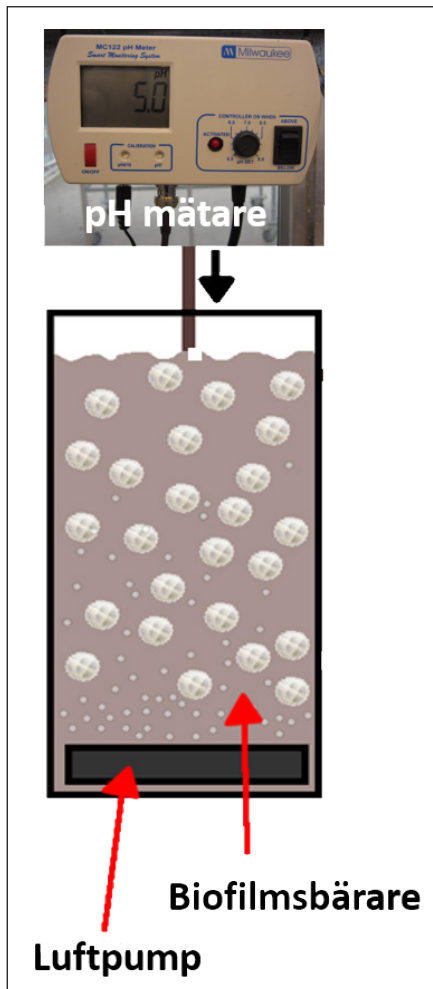


Fig 2. Under nitrifieringsprocessen har pH reglerats till 5.5 genom tillförsel av onitrifierad biogödsel.

ga för växten förutom de som finns i näringslösningen. Näringslösningen måste alltså vara så optimal som möjligt för växten och det finns ingen flexibilitet/dynamik liknade den som finns i jord. Biogödsel är en mycket kväverik produkt men eftersom den är baserad på organiskt material så finns den största delen av kvävet i form av ammonium. Ammonium är toxiskt för växten i för höga koncentrationer medan växten kan hantera högre halter av kväve i form av nitrat. Innan rötresten kan användas för hydroponisk odlingen måste den därför

genomgå en nitrifieringsprocess, där bakterier omvandlar ammonium till nitrat. Under nitrifieringen sjunker pH i lösningen och måste regleras innan lösningen används för odling.

Syfte

Detta faktablad är baserat på experiment som genomförts på SLU Alnarp med syfte att utveckla biogödsel för hydroponisk odling. Syftet med detta faktablad är att informera den intresserade odlaren kring hur biogödseln, eller annan likande rötrest, kan hanteras för att få fram en välfungerande näringslösning. I förlängningen kan detta leda till ett ökat resursutnyttjande genom att recirkulerad växtnäring används för livsmedelsproduktion.

Teori och metod

Nitrifieringsprocess

Vid nitrifiering oxideras ammonium (NH_4^+) till nitrat (NO_3^-) och det är en mikrobiell process som sker i två steg. Under det första steget, där pH sjunker, oxideras ammonium till nitrit (NO_2^-), och i det andra steget oxideras nitrit till nitrat. Båda reaktionerna kräver att syre finns tillgängligt. Ytterligare en viktig faktor som påverkar processen är hur mycket organiskt kol som finns tillgängligt.

Nitrifieringen är en naturlig process ingående i kvävecykeln i mark men används också för vattenrening både i stor skala på reningsverk och i mindre skala i akvarier. Det finns alltså mycket kunskap kring processen och dessutom kommersiell utrustning för att driva den. Det är viktigt att se till lösningen är luftas väl med en luftpump. Det är också mycket vanligt att man använder biofilmsbärare, dvs någon typ av inert material där de nitrifierande bakterierna kan få fästa och skapa en aktiv biofilm. Den uppställning som beskrivs nedan är förhållan-

devis enkel och fungerar bra att sätta upp i ett växthus.

Biogödsel

Biogödsel är en partikelrik och trögflytande vätska med ett pH som ligger runt 8. Kvävehalten kan variera något beroende på vad som rötats, ungefärliga värden på total mängd kväve är 4–6 g/L där ammonium är den dominerade kväveformen med koncentrationer mellan 3–4 g/L. För att biogödseln ska kunna nitrifieras behöver den spädas eftersom både den höga ammoniumhalten och den stora mängden organiskt kol gör det svårt att få igång en nitrifieringsprocess i ursprungslösningen.

I försöken har biogödsel, producerad av Karpalunds biogasanläggning, Kristianstad, samt Jordberga biogasanläggning, Trelleborg, använts. På båda anläggningarna produceras en SPCR120-certifierad biogödsel, där ingående komponenter skiljer sig något åt. Karpalunds biogödsel baseras på organiskt hushållsavfall, gödsel, slakteriavfall, fett från fettavskiljare samt övrigt livsmedelsavfall. I Jordbergas biogödsel dominerar odlade grödor och spannmålsavfall producerat på kringliggande gårdar som ingående komponent. Biogödseln skiljer sig något åt med högre torrsubstans i biogödseln från Jordberga medan Karpalunds biogödsel innehåller något högre kvävehalt.

Utrustning och analyser

I försöken har en tunna med en volym av 200 L används som nitrifieringskärl och processen har genomförts med en vätskevolym på ca 120 L. Luftning har skett kontinuerligt med en luftpump med fyra luftslangar nedsänkta till botten av tunnan. I nitrifieringskärl har det funnits ca 15 L biofilmsbärare enligt modell K12

(Veolia Water Technologies). pH har mätts kontinuerligt och pH mätaren reglerar en pump för att kunna styra pH enligt figur 1.

Under experimenten har halten av totalkväve, ammonium, nitrat och nitrit under nitrifieringsprocessen har följts via kemisk analys. För den som inte har möjlighet att genomföra detta själv kan analys av växtnäringsämnen genomföras på kommersiellt laboratorium. Förslagsvis bör detta göras innan näringslösningen används för odling de första gångerna nitrifieringen genomförs för att kontrollera att processen fungerar väl.

Metodbeskrivning

Biogödseln har filterats (0.8 mm) för att få bort större partiklar. Därefter har biogödsel tillsatts i en koncentration av ca 1% (v/v) i vatten till nitrifieringskärlet. Hastigheten på nitrifieringsprocessen kontrolleras genom att pH följs och när pH sjunker under 5.5 tillsätts biogödsel för att höja pH (fig. 1). När pH höjts över 5.5 stoppas tillsättningen av biogödsel. På detta sätt matas biogödsel in i mycket små portioner och kvävekoncentration höjs gradvis under processen. Det är fördelaktigt att tillförseln av biogödsel sker nära pH-metern för att undvika kraftig variation av pH.

När en total volym av ca 5-6 % biogödsel (v/v) har tillsatts och nitrifierats har lösningen använts för hydroponisk odling. Biofilmsbärarna filtreras bort och sparas för nästa nitrifieringsprocess. Det är viktigt att de inte torkar ut eftersom biofilmen med nitrifieringsbakterier då skadas. I den biogödselbaserade näringslösningen kommer nitrifieringsprocessen att fortsätta även om biofilmsbärarna filtrerats bort och pH kommer att behöva höjas innan odling. Detta kan göras antingen med kaliumhydrox-



Fig 3. Odling försöken har genomförts i ett recirkulerande NFT-system och med Pak Choi som modellväxt. Den inklipta bilden visar hur rotmiljön såg ut när biogödselbaserad näringslösning användes.

idlösning eller genom att använda en mindre mängd onitrifierad biogödsel. pH bör även följas under odlingen för att säkerställa att det inte sjunker för mycket i odlingssystemet. Den mängd näringslösning som inte används direkt för odling bör antingen förvaras kallt, alternativt kan den förvaras i växthuset men då med fortsatt luftning. Detta för att hindra att anaeroba förhållanden, dvs syrebrist, uppstår i lösningen. Om miljön blir anaerob kommer denitrifiering, en process där nitrat omvandlas till kvävgas och försvinner ur lösningen, att starta. Odlingen har genomförts enligt figur 2.

Resultat och diskussion

Den exakta sammansättningen av en rötrest kommer att variera beroende på vilka ingående substrat som ingått i rötningen samt hur rötningen genomförs. Samtidigt krävs en viss sammansättning av växtnäringsämnen för att ha en god tillväxt i ett hydro-

Tabell 1. Sammansättning (mg/L) av spädd (5-6% v/v) och filtrerad (0.8 mm) biogödsel efter nitrifiering. Spannet baseras på värden från olika försök där biogödsel både från Karpalunds- och Jordbergas biogasanläggning har använts. Som kontroll har mineralisk näringslösning med något varierande sammansättning använts.

	Nitrifierad biogödsel	Mineralisk näringslösning
pH	5.0-5.5	5.8
EC (mS cm ⁻²)	1.8-4.0	1.8-2.0
NH ₄ -N	14-150	17-61
NO ₃ -N	90-180	175-210
NO ₂ -N	0-80	-
P	8-41	38-39
K	240-250	198-200
Mg	9-21	23-34
S	27-36	46-48
Ca	76-99	152-190
Mn	0.1-0.7	0.5-0.6
B	0.1-0.2	0.2-0.3
Cu	0.04-0.1	0.03-0.1
Fe	3.3-11	0.3-1.6
Zn	0.1-0.2	0.2-0.7
Mo	0.01-0.02	0.03-0.04
Cl	70-270	28-29
Na	20-120	8-16

poniskt system. De konventionella näringslösningarna som baseras på mineralnäringsämnen är utformade för att ha en optimal sammansättning medan sammansättningen av en näringslösning baserad på en rötrest är svårare att styra. Det är också viktigt att näringslösningen har en god kvalitet med låg förekomst av oönskade ämnen som exempelvis tungmetaller och mikroföroreningar. För den rötrest som är certifierad enligt SPCR120 och benämns biogödsel finns en god kontroll av ingående substrat, halten av vissa metaller tillåts inte överstiga gränsvärden och substraten hygieniseras för att säkerställa att livsmedelsburna patogener inte förs vidare.

I tabell 1 presenteras sammansättningen av de näringslösningar som använts i försöken. För flertalet av de viktiga växtnäringsämnena överensstämmer sammansättningen förhållandevis väl med en kommersiell standardlösning. Dock kommer en biogödselbaserad näringslösning alltid att ha en annorlunda sammansättning jämfört med den konventionella näringslösningen. Den största skillnaden är att det finns betydligt mer organiskt kol och partiklar kvar i näringslösningen. Detta innebär att det kan finnas risk för igensättning om små rör/slangar används. Under försöken har ett NFT-system använts (fig. 2) och detta har fungerat mycket bra.

I detta faktablad har vi fokuserat på kväve och omvandling av ammonium

till växttillgängligt kväve i form av nitrat. Att få denna process att fungera väl är en grundförutsättning för att biogödsel ska kunna användas för hydroponisk odling. En kväveförening som varierat under försöken är halten av nitrit, ett mellansteg i nitrifieringen. Nitrit är en reaktiv förening som troligen har en negativ effekt på växten i för höga halter. När ett system sätts upp för nitrifiering av biogödsel är det viktigt att följa nivån av nitrit och utforma processen så att omvandlingen från ammonium till nitrat blir optimal.

Utöver kvävetillgänglighet och pH är även ledningstal (EC), dvs ett mått mängden joner i lösningen, en viktig faktor vid hydroponisk odling som behöver balanseras för god tillväxt.

Ledningstalet påverkar växtens upptag av näringsämnen och används ofta för att snabbt kunna korrigera näringslösningens styrka. En viktig parameter att ha kontroll på i en rötrestbaserad näringslösning är mängden av natrium- (Na^+) och kloridjoner (Cl^-). Den biogödselbaserade näringslösningen kan innehålla betydligt högre nivåer av dessa joner, beroende på ingående substrat, jämfört med en konventionell mineralisk näringslösning (tabell 1). För höga halter av natrium- och kloridjoner hämmar växtens tillväxt och detta kan vara en risk om en rötrest baserad på tillagad mat samt avskrap från tallrik används. I detta avseende är det dock viktigt att komma ihåg att

mycket av den kunskap vi har kring optimal sammansättning av näringslösning för hydroponisk odling är baserade på försök gjorda i en mineralbaserad näringslösning. Detta kan variera mycket i organisk näringslösning där mängden organiskt kol är betydligt större och där det finns partiklar som kan binda in joner. Det är alltså inte möjligt att direkt överföra den kunskap som finns kring optimal växtnäringsammansättning i mineralnäringsbaserad lösning till organisk näringslösning baserad på en rötrest.

Som odlare är det viktigt att vara medveten om att det tillvägagångssätt som beskrivs i faktabladet kan behöva optimeras, beroende på vad som odlas, med avseende på mängd nitrifierad biogödsel i näringslösningen, pH och ledningstal. Under de försök som legat till grund för detta faktablad har Pak Choi, som är en tålig och snabbväxande kålväxt, odlats. Tillväxten var något lägre för de plantor som odlats med den organiska näringslösningen jämfört med kontrollen som odlats med mineralbaserad näringslösning, och ca 4 dagars längre odlingstid krävdes för att nå ungefärligen samma skördevikt. Det är inte omöjligt att odlare med tiden får sådan erfarenhet av sitt system att de kan optimera det och därigenom nå samma produktion som med en konventionell näringslösning.

-
- Faktabladet är utarbetat inom Institutionen för Biosystem och teknologi www.slu.se/bt
 - Projektet ingår i det större projektet *Stadens matavfall blir ny mat – produktion, riskanalys och konsumentacceptans* finansierat av FORMAS (Projektledare: Malin Hultberg)
 - Projektdeltagare: Malin Hultberg, Karl-Johan Bergstrand, Håkan Asp
 - Epsilon: <http://epsilon.slu.se>