

Näringsberikad zeolit som gödselmedel

SIRI CASPERSEN, INSTITUTIONEN FÖR BIOSYSTEM OCH TEKNOLOGI, SLU
ZSOFIA GANROT, AGAIN AB

Gainutri™ är ett näringsberikat mineral som består av zeolit som innehåller näringsämnen från urin. Det innehåller dessutom struvit och andra fosfatsalter samfällade från urin. Vi har testat hur Gainutri fungerar som gödselmedel för solros i ett försök i dagsljuskammare. Vid tillsats av 20% Gainutri i ögödslad torv fick vi samma tillväxt som vid odling i konventionellt gödslad torv. En ökning från 20 till 30% hämmade tillväxten. Flest blad och knoppar bildades av solrosorna i den konventionellt gödslade torven, medan det var plantorna i substraten med 20% Gainutri som blommade först. Vid användning av Gainutri som växt-näringskälla är det viktigt att få rätt balans i tillförseln av mikronäringsämnen.

Bakgrund

Kravet på att återcirkulera näringen från samhället och effektivisera resursnyttjandet särskilt för P men även för N växer hela tiden. Flera rapporter visar att det mest näringsrika flödet från avlopp kommer från toaletter, särskilt från urin (Avloppsguiden och Kunskapscentrum Små Avlopp, 2011; Havs och Vattenmyndigheten 2013). Alla ämnen, såväl näringsämnen som oönskade ämnen, är mycket tillgängliga när urin används direkt som flytande gödsel.

Företaget Again AB har tagit fram en reningsteknik för urin där tillsatsmedlet ZeoPeat™ används för att utvinna ca 98-99 % av urinens fosfor, ca 70-75% av urinens ammonium-kväve och minst 60-65 % av kaliumet. Men tillsatsmedlet bidrar med mycket mer: Mg, Ca, sulfat, kol och lite mikronäringsämnen tillförs också i Gainutri™ (härefter kallad Gainutri). Basen i tillsatsmedlet är en naturlig zeolit rikt förekommande i hela världen.

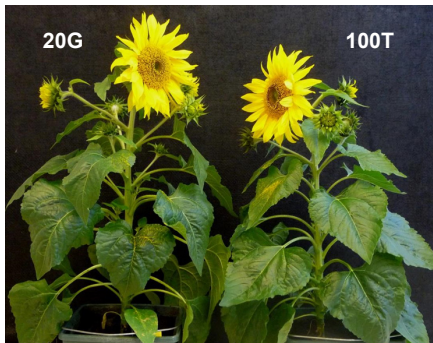
Naturliga zeoliter är metamorfa bergarter som tidigare har skapats och ständigt skapas idag var helst det fanns/finns vulkanisk aska. Eftersom zeoliter skapades och skapas över hela världen bryts de också överallt och de används ofta för kommersiella, industriella, medicinska och vetenskapliga ändamål på grund av deras särskilda och unika struktur. Naturliga zeoliter är en bergartsfamilj med ca 70 olika medlemmar, varav bara 2-3 sorter dominerar stort. Zeoliter finns i alla kontinenters jordar som viktig oorganisk komponent, utom Skandinavien och Östra Nordamerikas. Idag bryts ca 2,8-3,3 miljoner ton per år och United States Geological Survey uppskattar reserverna som mycket stora (Flanagan 2017).

Den absolut mest kända och rikligt förekommande zeoliten är *clinoptilolit*, som nyttjas i jordbruk (jordförbättrare, tillsats i djuruppfödning, osv), industri (cementtillverkning, industriell jonbyte, avloppsrening, osv) och medicin (bärrarsubstrat, tandkräm, osv). "Zeoponics" är ett odlingsystem som har utvecklats av NASA och som innehåller clinoptilolit som har laddats med ammonium och kalium samt en fosforkälla, och växterna förses med näring genom jonbyte (Ming et al. 1995).



I Agains teknik jonbyts urinens ammonium med zeolitens Ca- och K- joner. Tillsatsmedlet innehåller också Mg-laddad torv. Detta behövs för att samtidigt med jonbytet och i vätskan utanför zeoliten skall urinens fosfor fällas kemiskt i form av olika fosfatsalter. Utöver fosfater fälls också andra nyttiga näringsämnen också som Mg, Ca, sulfat, osv. Mer information om den patentsökta reningstekniken finns på www.again.se.

Gainutri är en produkt från reningen av urin med zeolit, och är resultatet av flera års forskning för att ta fram ett hållbart alternativ som kan hjälpa till att sluta kretsloppet mellan land och stad (Ganrot 2005). Med denna produkt försöker



Figur 1. Solrosor som odlats 11 veckor i torv med 20% Gainutri (20G) eller i gödslad torv (100T).



Figur 2. Solrosor som odlats 11 veckor i torv med 20% (20G) eller 30% (30G) Gainutri.



Figur 3. Solrosor som odlats 11 veckor i torv med 20% Gainutri (20G) eller 20% obehandlad zeolit (20Z).

Again AB fånga maximalt av urinens näring och samtidigt minimera halterna av tungmetaller och andra miljöstörande ämnen. Gainutri levereras idag som ett hygieniserat och luktfritt pulver.

Hur fungerar Gainutri som gödselmedel? För att få svar på denna fråga har vi undersökt gödsleffekten i ett krukförsök med solros i dagsljuskammare i Biotronen vid SLU-Alnarp.

Tabell 1. De olika substrat- och gödselbehandlingarna.

Behandling	Substrat	Tillsatts (volym%)	Övergödsling
20G	Torv	20 Gainutri™	-
20G+	”	20 ”	+
30G	”	30 ”	-
20Z	”	20 zeolit	-
100T	”	-	+

Tabell 2. Effekten av de tre olika substraten samt övergödslingen på tillväxt och utveckling hos solros. Data är % av 20G vid skörd. Behandlingar med olika bokstäver är signifikant olika. Behandlingarna redovisas i Tabell 1.

Behandling	Höjd	Torrsvikt	Blad	Knoppar	Blommor
20G	100 a	100 a	100 bc	100 bc	100 a
20G+	94 ab	111 a	100 bc	143 abc	110 a
30G	89 ab	61 b	94 bc	93 c	55 ab
20Z	66 c	9 c	82 c	9 d	5 b
100T	98 ab	106 a	130 a	195 a	75 a

Försöksuppläggning

Eftersom Gainutri i sig är ett fint pulver med ett relativt högt pH-värde (ca. 8,6) valde vi en grov, låghumifierad harvtorv som odlingssubstrat. Gainutri blandades med torven i två mängder; 20 (20G) eller 30 (30G) volymprocent. Som kontroller användes 100% torv som grundgödsades motsvarande 1 kg av gödselmedlet PG-Mix per m³ (100T), samt torv blandat med 20 volymprocent obehandlat zeolit (20Z). Till 20Z tillfördes alltså ingen gödsel alls. Alla substrat- och gödselbehandlingarna i försöket visas i Tabell 1.

Frön av solros, *Helianthus annuus* L. cv. 'Topolino', såddes i vermikulit. Nio dagar efter sådd planterades groddplantorna i 10 L krukor med de olika substraten och placerades i en dagsljuskammare i Biotronen. Dag- och nattetemperaturen var 20/15°C (16/8 timmar) och den relativa luftfuktigheten var 70%.

Från och med sex veckor efter plantering tillfördes alla krukor med 100% torv (100T), samt hälften av krukorna för 20% Gainutri (20G+), 200 ml var av en fullständig näringslösning varje vecka (Tabell 1). För var och en av de fem behandlingarna i Tabell 1 fanns fem krukor.

Plantorna skördades tolv veckor efter sådd. Planthöjden (skottlängden), antalet blad, blommor och knoppar större än 1 mm registrerades. Efter torkning vid 65°C bestämdes skottets torrsvikt. Det torra växtmaterialet förbrändes och skickades till Eurofins för mineralämneshanalys.

Resultat

Tillväxt

Skottlängd, skottets torrsvikt samt antalet knoppar och helt öppna blommor vid skörd presenteras för de olika behandlingarna som procent av värdet för 20% Gainutri (Tabell 2). Se även Figur 1-3.

Det fanns ingen signifikant skillnad i skottets längd och torrsvikt mellan solrosorna i 20G och i den gödslade torven (100T). Antalet blad var dock högre för plantorna i 100T. Skottsvikt och planthöjd påverkades inte signifikant när 20G övergödsades under kulturperioden (20G+). Med 30% Gainutri i substratet reducerades dock skottsvikten jämfört med 20%.

För kontrollen med obehandlad zeolit (20Z) var tillväxten markant sämre jämfört med de övriga behandlingarna.

Blomning

För antalet blommor och knoppar var variationen mellan plantorna stor även inom samma behandling. Det totala antalet knoppar var dock högre för plantorna i den gödslade torven jämfört med de fyra substraten som innehöll Gainutri (Tabell 2). Det fanns även en tendens till flera knoppar för 20G+; alltså de krukor med 20% Gainutri som övergödslades under kulturtiden, men skillnaden var inte signifikant.

Det var 20G+ som började blomma först. Fem dagar senare blommade även alla 20G och 30G. Efter ytterligare två dagar blommade alla 100T. För 20Z öppnades den första blomman först när försöket skördades; alltså två veckor efter att 20G+ började blomma.

Mineralämnen i skottet

Koncentrationerna av mineralämnen i skottet presenteras i Tabell 3 och 4 för solrosorna odlade med tillsats av 20% Gainutri (20G) samt solrosorna i grundgödslad torv (100T). Vi har tolkat värdena med hjälp av kanadensiska odlingsrekommendationer för solros (NSA 2017). Eftersom NSAs värden gäller de yngsta, fullt utvecklade bladen vid knoppstadiet i fält och våra data gäller hela skottet vid blomning i ett krukförsök, är det dock svårt att jämföra värdena exakt.

För kväve (N), kalcium (Ca), magnesium (Mg) och svavel (S) fanns det ingen signifikant skillnad i koncentrationer för 20G och 100T (Tabell 3). Både, N, Ca och Mg låg inom NSAs rekommenderade området för solros i fält medan S låg något över.

Även fosfor (P) i skottet låg högre än NSAs rekommenderade område (Tabell 3). För P var koncentrationen högre för 100T än för 20G. För kalium (K) var däremot 20G som hade den högsta koncentrationen, som även den låg ovanför det rekommenderade området.

För järn (Fe) låg skott koncentrationerna inom rekommenderat område och skilde sig inte signifikant mellan 20G och 100T (Tabell 4). För övriga mikronärings- och spårämnen var dock skillnaderna större mellan behandlingarna.

Tabell 3. Makronäringsämnen (% av torrsvikt) i skottet för solros odlad i torv med 20% Gainutri (20G) och torv med grund- och övergödsling (100T). Olika bokstäver anger att det är signifikant skillnad mellan 20G och 100T. Färgkoder: marginal, tillräcklig, hög, överskott enligt (NSA 2017).

	N	P	K	Ca	Mg	S
20G	3,3 a	0,64 a	4,7 b	1,8 a	0,58 a	0,59 a
100T	3,2 a	0,89 b	2,9 a	1,6 a	0,63 a	0,58 a

Tabell 4. Mikronäringsämnen och spårämnen (mg/kg torrsvikt) i skottet för solros odlad i torv med 20% Gainutri (20G) och torv med grund- och övergödsling (100T). Olika bokstäver anger att det är signifikant skillnad mellan 20G och 100T. Färgkoder anges i tabell 3.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Na
20G	27 a	3,3 a	66 ab	554 b	142 b	0,20 b	74 b
100T	41 b	8,0 b	54 a	110 a	100 a	0,05 a	42 a

Både koppar (Cu) och bor (B) var lägre för 20G än för 100T (Tabell 4). För 20G låg Cu nära NSAs bristgräns. För B har vi inte hittat några entydiga rekommendationer för solros, men även B var troligen lite lågt för 20G. Halterna av Mo låg under detektionsgränsen för analysmetoden och kunde därför inte bestämmas.

Koncentrationerna av både zink (Zn) och mangan (Mn) var högre för 20G jämfört med 100T (Tabell 4). Zink låg ovanför det rekommenderade området i båda substraten. Mangan låg över rekommenderad nivå för T, och över gränsen till överskott för 20G.

Även för natrium (Na) och kadmium (Cd) var koncentrationerna i skottet högre för 20G än för 100T. Både Na (Ebrahimi & Bhatla 2011) och Cd (Li et al. 1997) låg inom normala värden i skottet för solros.

Diskussion

Solrosornas tillväxt var mycket begränsad i torv med 20% obehandlad zeolit (20Z) jämfört med de plantor som odlades i torv med 20% näringsberikad zeolit (20G). Den näringen som växterna tog upp i 20Z kom sannolikt dels från solrosfröet, dels från zeoliten i sig. Den svaga tillväxten för 20Z tyder på att frigörelsen av växnäringsämnen från den obehandlade zeoliten var liten. Det bekräftades även av det låga näringsupptaget för solrosorna i 20Z (resultaten visas inte här).

Torv + 20% Gainutri gav samma till-

växt som 100% torv som grund- och övergödslades med en konventionell mineralnäringslösning. Det tyder på att frigörelsen av växnäringsämnen från Gainutri var tillräckligt snabb för att kunna förse solros med växtnäring under odlingsperioden.

Ökning av mängden Gainutri i substratet från 20 till 30% var negativt för tillväxten. Den viktigaste orsaken var sannolikt att substratet blev mera kompakt; substratets fysikaliska egenskaper blev alltså troligen sämre för växten när mängden Gainutri ökade. I det här projektet har vi visat att solrosor växte lika bra i torv + 20% Gainutri som i ett grund- och övergödslat torvsubstrat; vi har dock inte undersökt vad som är det optimala blandningsförhållandet mellan Gainutri och torv.

Det var plantorna som odlades i torv + 20% Gainutri i kombination med övergödsling som blommade först. Antalet blad samt knoppar vid skörd var högre för solrosorna i den gödslade torven än för plantorna i 20R utan övergödsling. Några faktorer som kan ha bidragit till en senare blombildning, och därmed till ett ökad antal blad för 100T, kan vara de högre koncentrationerna av P, Cu och/eller B i skottet. Växterna visade dock inga specifika bristsymptom för dessa ämnen. Vid odling av minisolros kan en kortare odlingsperiod fram till blomning kanske vara mera intressant än ett högre antal blad och sidoknoppar.

Även om extra näringstillförsel till 20R under kulturtiden inte påverkade höjden eller torrvikten signifikant i vårt försök fanns det en tendens till positiv effekt av övergödslingen på antalet knoppar. Vid användning av Gainutri i kommersiell solrosodling, där man använder mindre krukor, kan man räkna med att övergödslingen har en större betydelse.

Alla makronäringsämnen låg inom eller ovanför NSAs rekommendationer och för de flesta makronäringsämnen skilde sig inte koncentrationerna i skottet signifikant för 20G och 100T. Inblandning av 20% Gainutri verkar alltså ha varit tillräcklig med avseende på de flesta makronäringsämnen. Komplettering behövs dock för B och Cu, och sannolikt även för Mo.

Solros är känd för att ackumulera metaller och koncentrationerna av många mikronärings- och spårämnen var högre för 20G än för 100T. Både Cd och Na låg inom normala värden för solros. Höga halter av Mn från zeoliten kan vara ett problem redan vid inblandning av 20% Gainutri om man odlar växter som är känsliga för Mn.

Slutsatser

Torv grundgödslat med 20% Gainutri fungerade lika bra som konventionellt gödslat torv för solros med avseende på vegetativ tillväxt och innehållet av de flesta makronäringsämnen. Halterna av bor och koppar i skottet låg dock under det rekommenderade området, medan

det fanns ett överskott av mangan. Både kadmium och natrium låg inom normala värden för solros. Växterna i torv+Gainutri blommade tidigare jämfört med den konventionellt gödslade torven, men hade färre knoppar och blad. En ökning av mängden Gainutri till 30% hämmade tillväxten. Vid användning av Gainutri som grundgödslingsmedel behöver övergödslingen anpassas efter mängden Gainutri i substratet för att optimera kulturens tillväxt och kvalitet.

Referenser

Avloppsguiden och Kunskapscentrum Små Avlopp, 2011. Marknadsöversikt - Produkter för enskilt avlopp. http://www.avloppscenter.se/shop/11994/art77/21840077-fdf9b2-Marknadsoversikt_1_1_2011_maj_low.pdf

Havs och vattenmyndigheten, 2013. Styrmedel för en hållbar åtgärdstakt av små avloppsanläggningar. <https://www.havochvatten.se/4.5f66a4e-81416b5e51f79515.html>

Ebrahimi, R., Bhatla, S.C., 2011. Effect of sodium chloride levels on growth, water status, uptake, transport, and accumulation pattern of sodium and chloride ions in young sunflower plants, *Comm. Soil Sci. Plan.* 42, 815-831.

Flanagan, D.M., 2017. Zeolites. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2017. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/zeolites/mcs-2017-zeolite.pdf>

Ganrot, Zs., 2005. Urine processing for efficient nutrient recovery and reuse in agriculture. PhD Thesis. Göteborgs Universitet, <http://www.melica.se/sites/default/files/dokument/Avhandlingen.pdf>

Li, Y-M., Chaney, R., Schneiter, A.A., Miller, J.F., Elias, E.M., Hammond, J.J., 1997. Screening for low grain cadmium phenotypes in sunflower, durum wheat and flax. *Euphytica* 94, 23-30.

Ming D.W., Gruener E., Henderson K.E., Steinberg, S.L., Barta, D., Galindo, C. Jr., Henninger D.L. 1995. Plant growth experiments in zeoponic substrates: applications for advanced life support systems. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100033397.pdf>

NSA, 2017. The Sunflower Production Guide. National Sunflower Association, Canada. www.canadasunflower.com/pdf/Sunflower_Production_Guide.pdf

Faktaruta

- Faktabladet är utarbetat inom Institutionen för biosystem och teknologi, Enheten för hortikulturell produktionsfysiologi, Box 103, 230 53 Alnarp.
- Projektet är finansierat av Västra Götalandsregionen, Again AB, Partnerskap Alnarp och Hasselfors Garden
- Projektansvarig och ansvarig författare för detta faktablad är Siri Caspersen, Siri.Caspersen@slu.se
- På webbadressen <http://www.slu.se/site/bibliotek/> kan detta faktablad hämtas elektroniskt.