



Kretslopp från stad till land – praktiska försök med organo-mineraliska pellets i nordvästra Skåne 2020-2023



Europeiska jordbruksfonden
för landsbygdsutveckling. Europa
investerar i landsbygdsområden



NORDVÄSTRA SKÅNE
MED ÖRESUND



NORDVÄSTRA SKÅNES VATTEN OCH AVLOPP

Hushållnings
sällskapet



EKOBALANS



LANTBRUKARNAS
RIKSFÖRBUND



Swedish University
of Agricultural Sciences

INLEDNING

Projektet "Kretslopp från stad till land" löpte mellan åren 2019-2023. Projektet finansierades av EU LEADER Nordvästra Skåne med Öresund och Jordbruksverket. Projektet syftade till att producera en kretsloppsgödsel med bas i staden och fastställa avkastningen för denna gödningsprodukt i fältförsök. Möjligheten för att påverka den regionala utvecklingen samt det lokala, ideella arbetet var även en viktig del genom att projektet bedrevs som ett LEADER projekt. För detta syfte bedrevs projektet med en projektgrupp som presenteras i tabellen nedan.

Projektmedlemmar

Namn	Företag	Projektroll
Hamse Kjerstadius	NSVA AB	Projektägare & projektadministratör
Lars Törner	LT Miljö	Projektledare
Ulrika Dyrlund & Gunnel Hansson	Hushållnings-sällskapet	Skörd av försöksfält, analys av skörderesultat, rapportförfattande
Gunnar Thelin	Ekobalans Fenix AB	Produktion av pellets
Erik Rasmusson & Sven-Erik Svensson	SLU Alnarp	Detaljerade fältförsök vid försöksstation Lönnstorp
Peter Knutsson	Egenföretagare jordbruk	Lantbrukare som genomförde fältförsök
Roland Andersson	Egenföretagare jordbruk	Lantbrukare som genomförde fältförsök
Magnus Larsson	Egenföretagare jordbruk	Lantbrukare som genomförde fältförsök
Martin Krokstorp	Egenföretagare jordbruk	Lantbrukare som genomförde fältförsök
Ingemar Jönsson	Egenföretagare jordbruk	Lantbrukare som genomförde fältförsök

Den testade kretsloppsgödseln producerades av Ekobalans Fenix AB och var en organo-mineralisk pellet, bestående av ungefär 50% organisk fraktion (avvattnad biogödsel) och 50% återvunnen mineralfraktion (ammoniumsulfat eller struvit). Pelleten producerades i tre olika varianter under projektets gång och bestod av som mest 10% kväve varav hälften kom från ammoniumsulfat (dvs mineralkväve) och hälften från biogödseln (dvs organiskt bundet kväve). Pelleten jämfördes i alla fältförsök med en mineralgödsel-referens från Yara och utvärderingen skedde som en kväve-gödsleffekt (produkt). Det bör påpekas att gödsleffekten av andra näringsämnen eller ev långtidseffekter av att återföra organiskt material till åkermark ej utvärderades inom detta projekt.

Denna rapport sammanfattar Hushållningssällskapets utvärdering av fältförsöken som bedrevs av de lokala lantbrukarna. Sammantaget gav studien användbara resultat vid fältförsöken år 2020 och 2021, medan försöken år 2023 tyvärr drabbades av den kalla och torra våren, följt av stora regnmängder varför resultat för båda Yara-referensprodukt och pelleten gav långt under förväntad avkastning. Resultaten från år 2020 och 2021 visade på avkastningsnivåer nästan i nivå med mineralgödselreferensen i avseende på skörd per kg N gödslat. Detta trots att hälften av kvävet i pelleten var organiskt vilket var ett högt kväveutnyttjande för en organisk produkt. Pelletsens låga C/N kvot på ca 1,5 var troligen en bidragande faktor till den höga kväveeffektiviteten.

Utöver resultaten från Hushållningssällskapet återfinns även resultat från SLU Alnarp där detaljerade fältförsök bedrevs vid försöksstation Lönnstorp. Resultaten från Alnarp återges ej i denna rapport men återrapporterades vid det slutseminarium som hölls för projektet 17 november 2023 i Helsingborg. Resultaten från SLU för år 2020, 2021 och 2023 visade sammantaget ingen skillnad i malkornsskörd mellan pelleten och YARA för de



lägre (50 - 140 kg N/ha) doserings-nivåerna. Vid högre doser (vid 110 och 140 kg N/ha) gav pelleten en något lägre proteininnehåll i malkornen och avkastningen var då 90% av Yara-produkten.

Pelleten hade dock några negativa sidor som framkom i hanteringen för lantbrukarna. Till att börja med hade pelleten en kvävehalt på endast 10% (att jämföra med Yara produkten som låg på >20%) vilket medförde att lantbrukarna fick använda en lägre spridningshastighet med traktorerna, dvs en ökad arbetstid för att sprida stora volymer pellets gödsel. Lägre koncentration i pelleten medför att den tar upp en större volym vilket även medför risk för ökade logistikkostnader på grund exempelvis fler påfyllningar och ökat behov av lagringsutrymme. Vidare hade den initiala pellet-produkten en något avlång form vilket gjorde att den kunde sätta igen såhus, slangar och såbillar. Pelleten hade även problem med dammbildning och lukt vilket bör åtgärdas för framtida produkter.

Resultaten från fältförsöken visar att den organo-mineraliska pelleten med låg C/N-kvot, var ett effektivt organiskt gödselmedel vid myllning i samband med sådd av en vårgroda. Pelletsens låga innehåll av kväve, damm och lukt minskade lantbrukarnas intresse för produkten och för att pelleten ska kunna hanteras rationellt i en kombisåmaskin krävs vidareutveckling avseende storlek, damm och lukt. Med en mer anpassad pellets kommer det med säkerhet finnas stort intresse för produkten från lantbrukets sida, framförallt om det är möjligt att få den godkänd för ekologisk odling, vilket skulle öka det ekonomiska värdet på pelleten.

FÖR NSVA

Ort: Helsingborg

Datum 2024-02-16

.....
Hamse Kjerstadius, Utvecklingsingenjör

Kretslopp från stad till land –

Resultat från fältförsök gödslade med pelleterad kretsloppsgödsel

Av: Gunnel Hansson, Hushållningssällskapet Skåne (2023-11-10)

Denna rapport är framtagen inom ramen för projektet Kretslopp från stad till land, 2019-2023, finansierat av LEADER Nordvästra Skåne med Öresund. Projektet syftade till att etablera en fungerande regional hanteringskedja för en ny hållbar växtnäringssprodukt, här benämnd H+. Utgångsråvaran för H+ är rötrest från biogasframställning och målet är att få fram till en lagringsduglig vara med jämn kvalitet och som lätt passar in i befintlig spridningsteknik för vanlig handelsgödsel, exempelvis vid kombisådd med universalsåmaskin. Det pelleterade gödselmedlet är framtaget av Ekobalans Fenix AB, ett företag som arbetar med att recirkulera växtnäring.

I denna rapport utvärderas främst H+ växtnäringseffekt jämfört med mineralgödsel. Rapporten omfattar utvärdering av resultat från de fältförsök som etablerats av lantbrukare i närområdet samt deras praktiska erfarenheter kring hanteringen av gödselmedlet. Fältförsök utfördes i vårspannmål 2020, 2021 samt 2023. Under 2022 utfördes inga fältförsök på grund av brist på gödselprodukt.



Bild 1. H+ en pelleterad kretsloppsgödsel framtagen av Ekobalans. Pelleten bestod av ca 50% organisk fraktion och ca 50% återvunnen mineralfraktion (främst ammoniumsulfat).

Metod

Produkten H+

Den rötrestbaserade gödningsprodukten H+ framställdes satsvis i tre omgångar av företaget Ekobalans. I processen tillsattes ammoniumsulfat, och vid ett tillfälle struvit, för att öka växtnäringsinnehållet i slutprodukten som pelleteras för att kunna användas i ordinarie lantbruksmaskiner som används vid sådd.

H+ innehåll av växtnäring har analyserats inför spridning respektive år. Analysresultateten redovisas i tabell 1. Notera att pelletsen i samtliga 3 år är framställd i en ny satsvis process. Det första året tillsattes struvit och ammoniumsulfat. De två senare åren tillsattes endast ammoniumsulfat.

Prov	Agrilab 2020-03-19 *	Synlab 2020-09-15 **	LMI 2021-04-09	SGS 2023-03-17	Genomsnitt 4 analyser
TS	95,5 %	95,2 %	87,5 %	90,9 %	92,3 %
Tot-N	122 g/kg ts	110 g/kg ts	107 g/kg ts	100 g/kg ts	110 g/kg ts
NH4-N		99 g/kg ts		57 g/kg ts	
C	179 g/kg ts		169 g/kg ts		
C/N	1,5		1,6		
P	5,4 g/kg ts	4,4 g/kg ts	20,2 g/kg ts	12 g/kg ts	10 g/kg ts
K	34,7 g/kg ts		28,7 g/kg ts	4,4 g/kg ts	23 g/kg ts
Mg	2,8 g/kg ts		11,9 g/kg ts	2,5 g/kg ts	
Ca	14,9 g/kg ts		16,6 g/kg ts	23 g/kg ts	
Na	2,0 g/kg ts		2,7 g/kg ts		
S	119 g/kg ts		84 g/kg ts		
Fe	4,2 g/kg ts		11,4 g/kg ts		
Cu	56 mg/kg ts		58 mg/kg ts		
Mn	165 mg/kg ts		168 mg/kg ts		
Zn	289 mg/kg ts		260 mg/kg ts		

Tabell 1. Analysresultat H+. *genomsnitt av fyra analyser **genomsnitt av två analyser

H+ växtnäringsinnehåll har varierat något mellan analyser och år som en följd av att det är olika satsvis produktion som har genomförts med olika råmaterial för biogödsel samt olika mängd ammoniumsulfat och struvit som tillsatts. I vidare beräkningar antas H+ som vara innehålla 10 % totalkväve, 1 % fosfor och 2 % kalium. Mineralgödselmedlet som använts i fältförsöken har varit NPK 22-3-10 med 22 % kväve (varav cirka 60% ammoniumkväve och 40 % nitratkväve), 3 % fosfor och 10 % kalium.

Försöksled

Fältförsöken har såtts av respektive lantbrukare med den såmaskin som normalt brukas på gården, se exempel bild 2. Gödseln har tillförts i samband med sådden av en vårspannmålsgröda (vårkorn eller havre).



Bild 2. Exempel på såmaskiner använda för sådd av försöken.

Försöksplanen har varierat något hos de olika lantbrukarna och mellan åren men leden i tabell 2 har varit med alla år på alla platser.

Led	Behandling	Mängd produkt, ca kg/ha	Mängd totalkväve ca kg N/ha	Mängd fosfor ca kg P/ha	Mängd kalium ca kg K/ha
A	Ogödslat	0	0	0	0
B	Halv giva mineral-NPK myllad	250	55	8	25
C	Halv giva H+ myllad	550	55	6	11
D	Full giva mineral-NPK myllad	500	110	16	50
E	Full giva H+ myllad	1100	110	11	22

Tabell 2. Försöksled som ingått i samtliga försök samt mängd växtnäring i respektive led med mineral-NPK (NPK 22-3-10) samt H+ (NPK 10-1-2).

Led A utgör nolled där ingen växtnäring tillförs. Led B och D är referensled med mineralgödselprodukten NPK 22-3-10. Mineralgödseln utgör mätare i försöket då dess växtnäringseffekt är väl undersökt. Mängden kväve i försöksupplägget baseras på

rekommendationer från Jordbruksverket enligt Riktlinjer för gödsling och kalkning ([Riktlinjer gödsling](#)). I några av försöken har lantbrukaren testat att köra 1,5 gånger full giva, dvs motsvarande ca 1500 kg/ha av H+ och 600 kg/ha mineral-NPK.

I de flesta fall har gödseln myllats i samband med sådd och placerats mellan sårader på 4-5 cm djup. Några av lantbrukarna har testat att sprida gödseln med upplyfta billar och sedan låtit gödseln blandas in i de översta centimetrarnas yttjord i samband med sådden, benämnt "ytmyllat" i resultatdelen. I något fall har gödseln körts med upplyfta såbillar efter sådden, benämnt "på ytan" i resultatdelen.

Försöksrutornas bredd har utgjorts av såmaskinens bredd hos respektive lantbrukare. Försöken såddes med två upprepningar per försöksled. Efter grödans uppkomst gränsade Hushållningssällskapet Skåne av fyra skörderutor per försöksled med storlek enligt nationell standard (ca 2 m bredd * 8 m längd), se principskiss på bild 3. På detta sätt kunde man med precision följa försöket under hela säsongen.

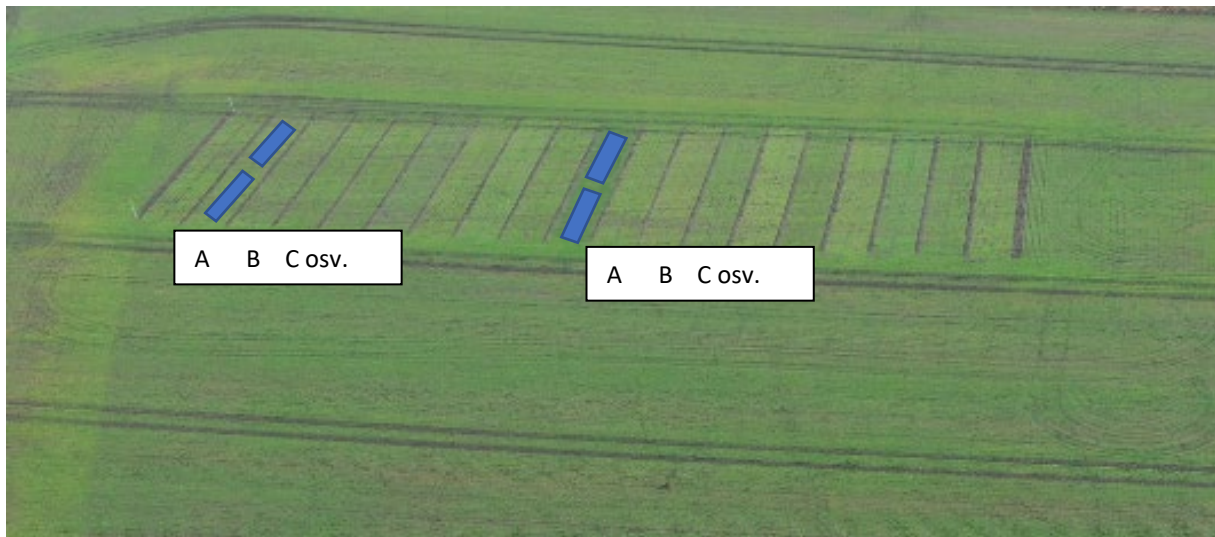


Bild 3. Bilden illustrerar hur ett motsvarande försökupplägg ser ut från ovan innan skörderutorna avgränsats. De blå rutorna illustrerar skörderutorna. Bilden är ej från projektet. För att få ta fram ett så statistiskt säkert resultat som möjligt utan att försöket är ett randomiserat blockförsök, har två skörderutor placerats i varje gödslingslängd.

Växtskyddsinsatser under säsongen har utförts av respektive lantbrukare efter behov.

Försöksskörd

När grödan var mogen tröskade lantbrukaren grödan runt försöket och Hushållningssällskapet Skåne tröskade skörderutorna med försökströska (bild 4). Innan skörd graderas stråstyrka och ev. stråbrytning.

Försöksskördens storlek bestämdes för varje ruta (16 kvm). Vågens noggrannhet kontrolleras dagligen mot känd vikt och alltid efter förflyttning mellan olika försöksplatser. Avvikelsen får vara högst 100 g för vikter < 20 kg och högst 200 g för vikter > 20 kg. Vågkontrollen protokollförs, dateras och signeras.

För bestämning av olika kvalitetsegenskaper togs ett representativt prov ut per skörderuta. Proverna torkades till lagringsduglig vattenhalt och skickades efter torkning till analyslaboratorium.

De statistiska sammanställningarna från försöksplatserna görs i Agriculture Research Manager (ARM). Den statistiska bearbetning består av ett ANOVA-test som följs av testet Student-Newmans-Keuls som hanterar multipla parvisa test. Mer om de statistiska begreppen finns i bilaga 1.

Följande parametrar är mest värdefulla för att utvärdera växtnäringseffekten i försöken:

- **Kärnskörd**

Mängd skördad rensad vara. Anges i kg/hektar.

- **Proteinhalt**

Proteinhalten (kvävehalten) har betydelse för grödorns värde som foder. Hos vårkorn har proteinhalten betydelse för kvalitén på varan som malt. Proteinhalten anges i % av ts.

- **Kväveskörd**

Proteinhalten tillsammans med skörden (kväveskörd) är ett bra mått på kvävegödslingens effekt. Kväveskörd i vårkorn och havre beräknas genom ts skörd * (proteinhalt/6,25) och anges i kg kväve/hektar.

- **Kväveeffekt**

Kväveeffekt i beräkningarna anger hur mycket av det tillförda total-kvävet som återfinns i skörden i förhållande till upptaget kväve i skörden i ogödslat. Kväveeffekten beräknas som (ledets kväveskörd – kväveskörd i ogödslat)/kvävegivan.



Försökströskan är ca 2 m bredd, skärbordet kan variera lite efter modell och fabrikat. Exakta mått anges alltid vid skörd.



Vy uppifrån hytten vid tröskning.



Med försökströskan kan man välja att hacka eller stränglägga halmen. Vanligtvis hackas halmen om inte försöket syfte är att provta halmen.



Varje enskild försöksruta tröskas individuellt. Provet från rutan tas inne i tröskan i dessa små burkar. Dessa väges, torkas och analyserar enligt en internationell standard.

Bild 4. Bilder från försöksskörd.

Försöksgårdarna

Försöksplatserna har årligen valts ut av projektledare Lars Törner (LT Miljö) tillsammans med projektägare Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp (NSVA). Fältförsöken har varit placerade hos lantbrukare i närhet till Helsingborg.

1. Peter och Johan Knutsson, Östergård (2020, 2021 och 2023)
2. Roland Andersson, Bangsbo (2021 och 2023)
3. Martin Krokstorp, Krokstorps gård (2020 och 2023)
4. Magnus Larsson, Fleninge Gunnestorp (2023)
5. Ingemar Jönsson, Vallåkra Fjärestadbacken (2023)

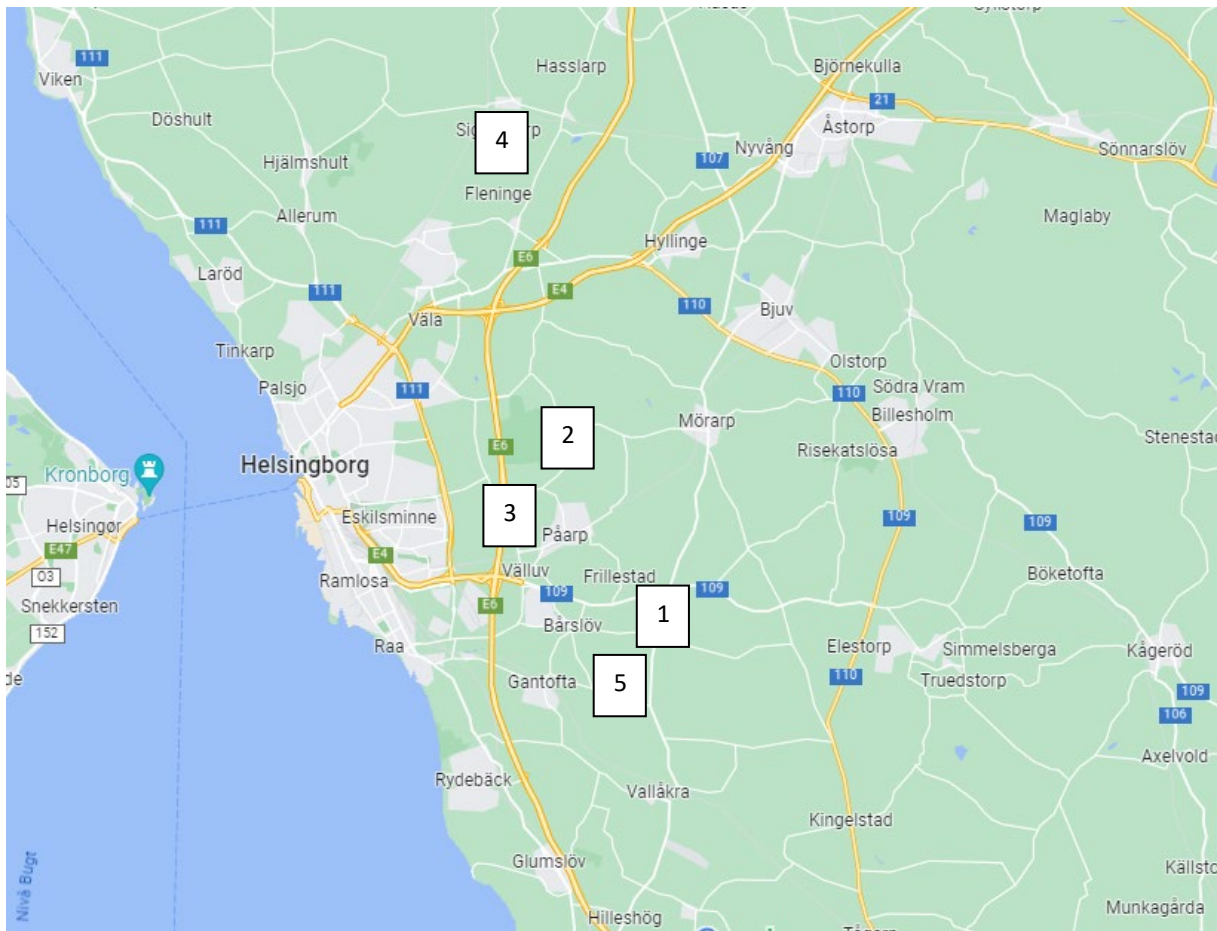


Bild 1. Försöksvärdarnas huvudgårdar 1) Östergård och 2) Bangsbo 3) Krokstorps gård 4) Fleninge Gunnestorp 5) Vallåkra

Resultat från fältförsöken 2020

Första året 2020 placerades försök ut på tre platser, varav två platser beslöts att fortgå och försöken skördas. På den tredje platsen blev det problem med lantbrukarens gödnings-spridare då gödningspelletsen var för stora för gödnings-billarna.

Kväveeffekt i tabellerna nedan anger hur mycket av det tillförda total-kvävet som återfinns i skörden i förhållande till upptaget kväve i skörden i ogödslat. Kväveeffekten beräknas som (ledets kväveskörd – kväveskörd i ogödslat)/kvävegivan. Vid gödsling med rekommenderad mineralkvävegiva för förväntad skördenivå ligger som jämförelse kväveeffekten ofta kring ca 50 %.

Behandling	Skörd kg/ha	Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein-halt % av ts	Kväve-skörd kg N/ha	Kväve-effekt %
Ogödslat	5006 c		8,0 b	54	
Halv giva mineral-NPK myllad	7234 b	+2228	8,4 b	83	51%
Halv giva H+ myllad	6931 b	+1925	8,2 b	77	42%
Full giva mineral-NPK myllad	7597 a	+2591	10,0 a	103	44%
Full giva H+ myllad	7816 a	+2810	9,8 a	104	45%
CV%	3,3				
LSD $p=.05$	343				

Tabell 3. Resultat för Östergård 2020. Skörd av havre, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

På Östergård blev havreskörden god med statistiskt säkra skillnader mellan kvävenivåerna. Mellan H+ och mineral-NPK blev det inga säkra skillnader i skörd.

Behandling	Skörd kg/ha	Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein-halt % av ts	Kväve-skörd kg N/ha	Kväve-effekt %
Ogödslat	4274 b		8,5 b	49	
Halv giva mineral-NPK myllad	6320 a	+2046	10,3 ab	89	71%
Halv giva H+ myllad	6605 a	+2331	10,3 a	93	78%
Full giva mineral-NPK myllad	6345 a	+2071	9,5 ab	82	30%
Full giva H+ myllad	6330 a	+2056	8,7 ab	75	23%
CV%	4,9				
LSD $p=.05$	443				

Tabell 4. Resultat för Krokstorps gård 2020. Skörd av havre, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

Vi ser ingen skörderespons för mer än halv giva på Krokstorp och inga statistiskt säkra skillnader mellan H+ och mineral-NPK. Att full giva inte har gett högre skörd än halv giva kan bero på hög kväveleverans från marken då biogödsel tillförs regelbundet i växtföljden.

Resultat från fältförsöken 2021

Resultaten från de två försöksplatser 2021 redovisas i tabell 5-6.

Behandling	Skörd		Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt		Kväve- skörd kg N/ha	Kväve- effekt %
	kg/ha			% av ts			
Ogödslat	2965	d		9,3	c	38	
Halv giva mineral-NPK myllad	5268	c	+2303	8,8	g	63	46%
Halv giva H+ myllad	5150	c	+2185	9,5	b	67	53%
Halv giva H+ ytmyllad	5789	b	+2824	9,2	d	72	62%
Halv giva H+ på ytan	5836	b	+2871	8,9	f	71	60%
Full giva mineral-NPK myllad	6209	a	+3244	10,5	a	89	47%
Full giva H+ myllad	5979	ab	+3014	9,0	e	73	32%
<i>CV%</i>	<i>2,9</i>						
<i>LSD P=.05</i>	<i>231</i>						

Tabell 5. Resultat för Östergård 2021. Skörd av vårkorn, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

Resultaten från Östergård 2021 visar god statistisk säkerhet. Halv giva H+ ytmyllad och på ytan har här gett högre skörd än H+ myllad, vilket är oväntat då en lägre skörd förväntas från en ytmyllad pellet. Mellan H+ myllad och mineral-NPK myllad blev det inga säkra skillnader i skörd.

Behandling	Skörd		Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt		Kväve- skörd kg N/ha	N- effekt %
	kg/ha			% av ts			
Ogödslat	5667	d		10,7	d	82	
Halv giva mineral-NPK myllad	6807	ab	+1140	11,6	bc	108	47%
Halv giva H+ myllad	6191	cd	+524	11,2	cd	95	25%
Halv giva H+ ytmyllad	6627	abc	+960	10,7	d	96	26%
Halv giva H+ på ytan	5775	d	+108	11,1	cd	87	9%
Full giva mineral-NPK myllad	7043	ab	+1376	12,8	a	122	36%
Full giva H+ myllad	6473	bc	+806	11,5	bc	101	18%
<i>CV%</i>	<i>4,8</i>						
<i>LSD P=.05</i>	<i>458</i>						

Tabell 6. Resultat för Bangsbo 2021. Skörd av havre, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

På Bangsbo blev havreskörden god. Myllad mineral-NPK gav högre skörd än myllad H+ vid halv kvävenivå medan skillnaden inte är statistiskt säkerställd vid full kvävegiva. Effekten av placeringen av H+ är svår att utläsa på Bangsbo. Lantbrukaren hade vissa problem med såmaskinens utmatning av H+, vilket kan ha påverkat resultaten.

Resultat från fältförsöken 2023

Resultaten från de fem försöksplatserna 2023 redovisas i tabell 7-11. En relativt sen sådd detta år efterföljt av en mycket torr vår och försommar har gett låga skördar och lågt kväueupptag. Den statistiska säkerheten i resultaten från 2023 är mycket svag och resultaten måste tolkas med stor försiktighet. Detta återspeglas även i den låga kväue-effektiviteten för resultaten jämfört med tidigare år.

Behandling	Skörd		Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt		Kväve- skörd kg N/ha	Kväve- effekt %
	kg/ha			% av ts			
Ogödslat	3212	c		9,9	h	43	
Halv giva mineral-NPK myllad	4939	ab	+1724	10,4	f	70	49%
Halv giva H+ myllad	4077	bc	+865	9,9	g	55	22%
Full giva mineral-NPK myllad	5531	a	+2319	11,6	d	87	40%
Full giva H+ myllad	4435	ab	+1223	11,5	e	69	24%
Full giva H+ ytmyllad*	4261	ab	+1049	12,2	c	71	25%
1,5 *full giva mineral-NPK myllad	5653	a	+2441	12,9	a	99	34%
1,5 * full giva H+ myllad	4595	ab	+1383	12,8	b	80	22%
<i>CV%</i>	<i>13,6</i>						
<i>LSD P=.05</i>	<i>937</i>						

Tabell 7. Resultat för Östergård 2023. Skörd av vårkorn, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt. *endast två skörderutor, dvs. ej fyra skörderutor som i normalfallet.

På Östergård ser vi inga signifikanta skillnader i skörd mellan gödselmedlen på respektive kväuenivå. Vi ser heller ingen säker skillnad beroende på om H+ myllats grunt eller djupare. Tendensen är att mineralgödselmedlet fungerat bättre än den organiska produkten.

Behandling	Skörd		Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt		Kväve- skörd kg N/ha	Kväve- effekt %
	kg/ha			% av ts			
Ogödslat	4114	a		10,9	a	61	
Halv giva mineral-NPK myllad	5505	a	+1391	11,6	a	87	47%
Halv giva H+ myllad	4193	a	+79	10,9	a	62	2%
Full giva mineral-NPK myllad	5471	a	+1357	12,8	a	95	31%
Full giva H+ myllad	5179	a	+1065	11,7	a	82	19%
1,5 *full giva mineral-NPK myllad	5568	a	+1454	12,4	a	94	20%
1,5 * full giva H+ myllad	4962	a	+848	13,2	a	89	17%
<i>CV%</i>	<i>13,4</i>						
<i>LSD P=.05</i>	<i>1013</i>						

Tabell 8. Resultat för Bangsbo 2023. Skörd av vårkorn, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

Det finns inga signifikanta skillnader i skörd mellan leden på Bangsbo. Tendensen är att mineralgödselmedlet gått något bättre än den organiska produkten.

Behandling	Skörd		Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt		Kväve- skörd kg N/ha	Kväve- effekt %
	kg/ha			% av ts			
Ogödslat	2032	b		11,1	g	31	
Halv giva mineral-NPK myllad	3174	a	+1142	12,0	f	52	38%
Halv giva H+ myllad	2679	a	+647	12,1	e	44	24%
Full giva mineral-NPK myllad	3304	a	+1272	14,5	c	65	31%
Full giva H+ myllad	2855	a	+823	13,8	d	54	21%
1,5 *full giva mineral-NPK myllad	3136	a	+1104	15,8	a	67	22%
1,5 * full giva H+ myllad	2936	a	+904	14,8	b	59	17%
CV%	14,7						
LSD P=.05	647						

Tabell 9. Resultat för Krokstorp 2023. Skörd av vårkorn, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

Det finns inga signifikanta skillnader i skörd mellan de gödslade leden på Krokstorps gård. Tendensen är att mineralgödselmedlet gått något bättre än den organiska produkten.

Behandling	Skörd		Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt		Kväve- skörd kg N/ha	Kväve- effekt %
	kg/ha			% av ts			
Ogödslat	2680	c		12,0	c	44	
Halv giva mineral-NPK myllad	2810	bc	+130	12,2	bc	47	5%
Halv giva H+ myllad	3087	b	+407	12,2	bc	51	13%
Full giva mineral-NPK myllad	2943	bc	+263	12,4	b	50	5%
Full giva H+ myllad	3384	a	+704	12,8	a	59	14%
CV%	5,1						
LSD P=.05	233						

Tabell 10. Resultat för Gunnestorp 2023. Skörd av havre, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

På Gunnestorp är skörderesponsen för gödsling mycket svag och resultaten måste tolkas med stor försiktighet även om det finns vissa signifikanta skillnader i skörd mellan leden.

Behandling	Skörd		Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt		Kväve- skörd kg N/ha	Kväve- effekt %
	kg/ha			% av ts			
Ogödslat	2527	e		10,8	c	37	
Halv giva mineral-NPK ytmyllad	3018	d	+491	11,7	b	48	20%
Halv giva H+ ytmyllad	3291	c	+763	12,7	a	57	36%
Full giva mineral-NPK ytmyllad	3352	b	+825	12,8	a	58	19%
Full giva H+ ytmyllad	3490	a	+963	13,0	a	62	23%

Tabell 11. Resultat för Vallåkra 2023. Skörd av korn, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

I Vallåkra ytmyllades all gödsel i de översta centimetrarna. Den organiska produkten har här haft fördel jämfört med mineralgödseln.

Sammanfattande resultat 2020-2023

Tyvärr innebar odlingsförhållandena 2023, med relativt sen vårsådd och kraftig torka under vår och försommar, stora utmaningar för grödorna, framförallt för vårspannmålen. Det innebär att försöksresultaten detta år inte bör ingå i en sammanställning. Medeltal för resultaten från de fyra försöken 2020 och 2021 redovisas i tabell 12.

Behandling	Skörd, kg/ha	Merskörd jmf ogödslat kg/ha	Protein- halt % av ts	Kväve- skörd kg N/ha	Kväve- effekt %
Ogödslat	4478		9,1	56	
Halv giva mineral-NPK myllad	6407	+1929	9,8	85	53%
Halv giva H+ myllad	6219	+1741	9,8	83	49%
Full giva mineral-NPK myllad	6799	+2321	10,7	99	39%
Full giva H+ myllad	6650	+2172	9,8	88	29%

Tabell 12. Medeltal 4 försök 2020 och 2021. Skörd, proteinhalt, N-skörd samt N-effekt.

I de fyra försöken 2020 och 2021 är effekten av H+ nästan i nivå med mineral-NPK, vilket ger ett mycket högt kväveutnyttjande för en organisk produkt. H+ låga C /N kvot om ca 1,5 är troligen en stor bidragande faktor till den höga kväveeffektiviteten.

Med NPK 22-3-10 tillförs mer kalium och något mer fosfor än med H+. Skillnaderna i tillförd mängd fosfor och kalium har dock troligen haft marginell betydelse för skördeutfallet.

I försöken 2020 och 2021 är effekten av H+ nästan i nivå med mineral-NPK-produkten. Om kväveeffekten i H+ antas vara 90 % jämfört med mineralgödselkväve kan växtnäringsvärdet i H+ värderas till drygt 2 kr/kg vara, enligt tabell 13.

	Innehåll N kg N/kg vara	Innehåll P kg P/kg vara	Innehåll K kg K/kg vara	
Innehåll H+	0,09	0,01	0,02	
	Värde N, kr/kg vara	Värde P, kr/kg vara	Värde K, kr/kg vara	Totalt värde kr/kg vara
Växtnäringsvärde H+	1,53	0,30	0,28	2,11

Tabell 13. H+ växtnäringsvärde om kväveeffekten antas vara 90 % av mineralgödselkväve och kvävepriset är 17 kr/kg N, fosforpriset är 30 kr/kg P och kaliumpriset är 14 kr/kg K (cirka-priser 2023-11-01)

Diskussion

H+ har i försöken gett mycket hög kväveeffekt vilket sannolikt beror på den låga C/N-kvoten. Resultaten från fältförsöken liknar de som framkommit i andra studier med organiska gödselmedel utförda av SLU. Ett standardiserat sätt att beräkna ett organiskt gödselmedels växtnäringseffekten är genom:

Mineralgödselvärdet = den mängd mineralgödsel-N som går åt för att åstadkomma samma skördeökning som det aktuella organiska gödselmedlets innehåll av totalkväve

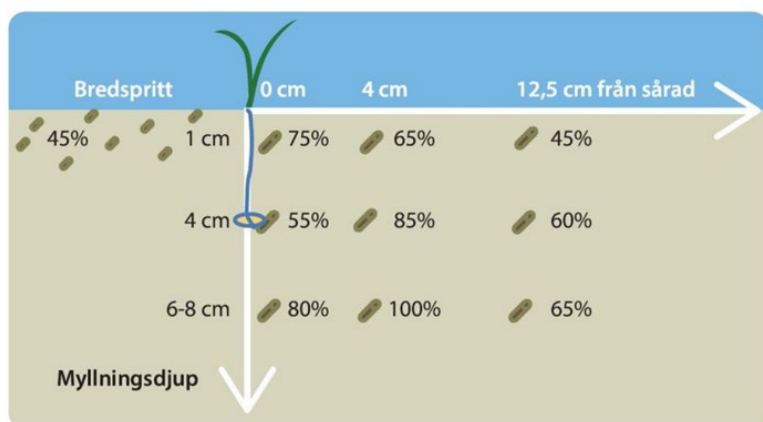
(Mineral Fertilizer Equivalents, MFE)

H+ beräknade mineralgödselvärdet om 90 % utifrån försöksresultaten ligger något högre än de som SLU kommit fram till enligt tabell 14. Det högre kväveeffekten beror troligtvis på att tillsatsen av ammoniumsulfat i tillverkningsprocessen ger snabbverkande kväve.

Kol/kväve-kvot	Mineralgödselvärdet % av totalkväve
1-2	80%
3-4	70%
5-6	60%
7-8	50%
9-10	40%
11-12	30%
13-14	20%

Tabell 14. Mineralgödselvärdet beroende på kol/kväve-kvot. Källa Sofia Delin, SLU Skara

För att ett organiskt gödselmedel ska utnyttjas optimalt med så lite förluster som möjligt bör gödselmedlet som i försöken myllas. Arbete vid SLU tyder på att det hade varit en fördel att mylla pelletsen ner på 7 cm djup (figur 1) jämfört med de 4-5 cm som gjordes i försöken med H+. Djupare myllning innebär dock ett ökat dragkraftsbehov och risk för att jorden "flisar" vid sådden.



Figur 1. Mineralgödselvärdet hos köttmjölpellets beroende på placering från raden och djup vid radmyllning i samband med sådd. Källa Delin, Engström och Lundqvist, SLU

H+ innehåller nästan lika mycket svavel som kväve. Den organiska gödselns låga innehåll av svavel är normalt en begränsande faktor. Spannmålsgrödor anses behöva svavel i förhållande till kväve motsvarande 1:10, oljeväxter 5:10. Med H+ tillgodoses grödornas svavelbehov väl. Generellt skapar H+ innehåll av mullämne ett mervärde för produkten.

Förädlingen av rötresten till pelleterade gödselprodukter kan ses som en utveckling mot mer hanterbara och homogena produkter som alltmer liknar konventionell handelsgödsel som passar in i maskinsystem som är utvecklade för granulerad mineralgödsel. De fem lantbrukarna som haft fältförsök på sina gårdar har bidragit med viktig information när det gäller H+ hanterbarhet och möjligheterna för att sprida H+ med ordinarie kombisåmaskiner. Synpunkter som lyfts fram av lantbrukarna:

- H+ låga kväveinnehåll (ca 10%) jämfört med mineralgödsel-NPK (ca 20%) innebär att dubbelt så stor mängd gödsel behöver hanteras i såmomentet som sker under tidspress. Försenad sådd på våren innebär lägre skörd.
- Det låga kväveinnehållet i H+ ger ökade logistikkostnader på grund exempelvis fler påfyllningar och ökat behov av lagringsutrymme.
- Pelletsens form och storlek gör att den lätt sätter igen i såhus, slangar och såbillar. Stopp försenar sådden. Det kan också vara svårt att upptäcka stopp, vilket innebär att gröda inte blir gödslad.
- Den stora mängden gödsel som ska matas ut av såmaskinen och pelletsens form har inneburit att lantbrukarna har vi behövt sänka hastigheten med cirka 50% vid sådd, vilket sänker effektiviteten med lika mycket.
- Dammbildning vid hanteringen av H+ bör utredas ur hälsosynpunkt och produkten bör utformas så att dammbildning minimeras
- Lukt vid hantering av H+ är ett arbetsmiljöproblem och luktreduktion vid hantering av biogödsel innan pelletering bör utredas.

H+ är idag inte KRAV-godkänd. Dels då det i framställningen används ett processhjälpmedel vid avtattningen som inte är tillåtet för gödselmedel till ekologisk odling. Vidare då återvunnet ammoniumsulfat tillsättes i pelleten. Med ett KRAV-godkännande skulle H+ kunna betinga ett mycket högre värde (se jämförande priser för KRAV-godkänd köttmjölspellets i tabell 15). H+ skulle med sitt "icke animaliska ursprung" kunna vara ett alternativ med mervärde jämfört med produkter baserade på slakteriavfall.

Produkt	kr/kg vara	kr/kg N
Biofer 6-3-12 +7 S	7,00	74
Biofer 9-3-4 + 2 S	5,40	44
Biofer 10-3-1 + 0,5 S	5,15	41
Biofer N 15 + 2 S	11,40	76

Tabell 15. Kvävepriset i några ekologiska gödselmedel beräknat på totalkväveinnehållet (C/N-kvot 4-5) samt 30 kr/kg P och 14 kr/kg K (cirka-priser 2023-11-01).

Slutsats

Resultaten från fältförsöken visar att kretsloppsgödselmedlet H+, med låg C/N-kvot, är ett mycket effektivt organiskt gödselmedel vid myllning i samband med sådd av en vårgröda. H+ låga innehåll av kväve, damm och lukt minskar lantbrukarnas intresse för produkten och för att H+ ska kunna hanteras rationellt i en kombisåmaskin krävs vidareutveckling av pelletsen. Med en mer anpassad pellets kommer det med säkerhet finnas stort intresse för produkten från lantbrukets sida, framförallt om det är möjligt att få den godkänd för ekologisk odling.



Bild från försöket på Krokstorp 2023. Till vänster ogödslat, till höger halv giva mineral-NPK.
Foto Lars Törner



Bild från försöket på Krokstorp 2023. Till vänster halv giva H+, till höger full giva H+.
Foto Lars Törner

Bilaga 1

Statistiska begrepp

För att ta reda på om resultaten i ett försök uppkommer till följd av skillnader i behandling mellan led, och inte bara uppstår av en slump, bearbetas alla försöksresultat statistiskt. Nedan följer en beskrivning av vilka bearbetningar som görs, samt vad de olika begreppen betyder.

SIGNIFIKANSGRUPPER

Ytterligare ett sätt att redovisa ledvisa skillnader är genom indelning i signifikansgrupper. Leden tilldelas då en eller flera bokstäver där varje bokstav avser en signifikansgrupp. Led som har en gemensam bokstav, t.ex. "a", tillhör samma signifikansgrupp och är inte statistiskt olika. Även när det ena ledet har flera bokstäver, t.ex. "abc", och det andra ledet har bara en eller några av dessa bokstäver, t.ex. "a", är de inte statistiskt skilda åt, eftersom de har minst en bokstav gemensam, i det här exemplet "a". Två led som inte har någon gemensam bokstav, t.ex. ett led med bokstaven "a" och ett annat med bokstäverna "bc", tillhör olika signifikansgrupper och är således signifikant skilda ($p < 0,05$). Med hjälp av signifikansgrupperna är det lätt att snabbt se om två led är signifikant skilda eller inte. Det led som har högst medelvärde tillhör vanligen signifikansgruppen "a".

VARIATIONSKOEFFICIENT (CV %)

Variationskoefficienten är standardavvikelsen, för residualavvikelserna, uttryckt i procent av medelvärdet. Den är ett mått på hur jämnt ett försök är. Ju lägre variationskoefficient, desto jämnare försök. I fältförsökssammanhang görs följande grova indelning av försök, beroende på dess CV:

- < 3 mycket jämnt försök
- 3 – 6 jämnt försök
- 6 – 10 något ojämnt
- > 10 ojämnt försök

LSD – MINSTA SIGNIFIKANTA SKILLNAD

LSD används för att jämföra leden parvist. Detta mått anger hur stor skillnaden, t.ex. i skörd, måste vara mellan två led för att de leden skall vara signifikant olika. Värdet avser skillnaden som krävs för enstjärnig signifikans d.v.s. $p < 0,05$. Om p-värdet för variabeln är $> 0,05$, d.v.s. när det inte finns några signifikanta skillnader mellan leden, brukar inte LSD-värdet redovisas, för då bör man inte jämföra leden parvist.