

Användning av musslor och musselrester som gödselmedel i jordbruket



Lars Olrog och Erling Christensson

**Hushållningssällskapet Väst
Rapport nr. 1 2008**



THE ROYAL
SWEDISH
ACADEMY OF
SCIENCES



**KRISTINEBERGS MARINA
FORSKNINGSSTATION**
KRISTINEBERG MARINE RESEARCH STATION



Innehållsförteckning:

	Sid.
Inledning	3
Syfte och mål	3
Bakgrund	4
Tidigare undersökningar	4
Genomförande	5
Kompostering av musselrester	5
Fältförsök i korn	6
Försöksplan	7
Växtnäringsinnehåll	7
Innehåll av tungmetaller	8
Fältförsök 2005	9
Fältförsök 2006	11
Försöksresultat	12
Kväveprofilmätningar	17
Kalkningseffekter	18
Ekonomiska beräkningar	19
Sammanfattande diskussion	21
Summary	23
Litteratur	23

Användning av musslor och musselrester som gödselmedel i jordbruket

Inledning

Delprojektet ”Användning av musslor och musselrester som gödselmedel i jordbruket”, har ingått som en del i det större projektet ”Musselodling som kretsloppsmotor”, som finansierats med medel från fiskets strukturfond via Fiskeriverket och letts av Kristinebergs Marina Forskningsstation. Prytz fond har bidragit till finansieringen till detta delprojekt som genomförts av Hushållningssällskapet Väst.

Syfte och mål

Det övergripande målet med projektet var att bidra till en minskning av belastningen av växtnäringsämnen i kustnära havsområden, genom att undersöka möjligheterna att hantera näringsrika restprodukter från musselnäringen, som en gödselresurs istället för som ett avfallsproblem.

Projektet genomfördes under perioden 2004-2007 med syftet att klargöra gödseffekten och gödselvärdet av hela musslor, samt av färska och komposterade musselrester från musselindustrin Scanfjord AB i Mollösund. Syftet var också att genomföra och studera komposteringsprocessen då hackad halm och musselrester samkomposteras.



Bild 1. Musslor odlas på band som hålls upp av bojar.

Bakgrund

Blåmusslor tar upp kväve via plankton. Musselodlingar längs kusten påverkar därför övergödda kustområden positivt (*Lindahl O, Kollberg, S. 2007*). Kvävet har till viss del läckt ut från jordbruksmark och det är därför positivt om jordbruket kan minska nettoeffekten av utsläppen genom att ta vara på näringsrika rester från musselnäringen.

I dagsläget odlas ca 5 000 ton blåmussla per år i Sverige. Musslor är en delikatess och det finns anledning att tro att odlingen kan öka. Betingelserna är goda på västkusten och produktionen i Sverige är liten i jämförelse med andra länder i Europa. Resterna från produktionen utgör ca 30-40 % av skörden och består av krossade musslor, småmusslor, skal och andra organismer. Det är främst denna fraktion som kan utnyttjas som foder och/eller gödselmedel. Forskare vid Kristinebergs Marina Forskningsstation har målsättningen att odlingen skall öka till 50 000 ton per år. Detta skulle innebära att betydande mängder av restprodukten skulle bli tillgängligt för det kustnära jordbruket. De lantbruksföretag som drivs ekologiskt, d.v.s. utan tillförsel av handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel, har hittills visat störst intresse för att tillföra musselrester till åkrarna, eftersom de inte använder handelsgödsel. Att musselskalen är kalkrika och skalen lättvittrade gör produkten än mer intressant. Växtnäringsinnehållet i musselrestfraktionen är ca 12 kg N/ton, 1 kg K/ton och 0,8 kg P/ton. Kalkhalten ligger på runt 200 kg CaO/ton. Dessutom finns givetvis andra växtnäringsämnen. Halterna av tungmetaller är låga. Kadmiumhalterna är t.ex. jämförbara med de som finns i olika typer av jordbrukskalk. Redan idag gödslar/kalkar ett tiotal lantbrukare på bl.a. Orust sina åkrar med rester från Scanfjord AB's musselproduktion i Mollösund.

Tidigare undersökningar med musselrester som kalknings- och gödselmedel

Gödsling med musselskal

Under perioden 1985 till 1988 utfördes fältförsök med musselskal från en beredningsindustri i Bovallstrand. (*Dahlborg, R. 1989*). Materialet bestod i stort sett av musselskal som rensades bort efter att musselköttet tagits till vara. Tydliga effekter på jordens pH-värde kunde konstateras. Gödningseffekterna var däremot osäkra.

Musselskal har också testats som kalkningsmedel för sjöar med positivt resultat. (*Håkansson, M. 1985*). Vid ett försök med malda musselskal till sjöar i Munkedals kommun, konstaterades tydliga kalkningseffekter. Musselskal var enligt undersökningen väl så bra som kalkstensmjöl. (*Thorsson, L 1996*).

Musselskal innehåller 6,5 % organiskt material. (*Håkansson, M. 1985*). Av den oorganiska delen är 97% kalciumkarbonat av typen aragonit. Jordbrukskalk består av calcit, som är en annan typ. Kalken i musselskal är därför mycket mera löslig, vilket skulle kunna medföra effekter på pH-värdet i jord även om skalen inte finmås. I skalen finns även fosfater och sulfater som kan ge ett växtnärings tillskott till jorden.

Gödslingsdemonstrationer och försök

Demonstrationsodlingar där musslor och musselrester från Scanfjord AB i Mollösund testades som gödsel- och kalkningsmedel genomfördes år 2002 - 2004. Två orienterande fältförsök har också genomförts. Dessa visade på tydliga gödseffekter i korn. (*Olrog, L, 2004*). Mätningar av pH-värdet andra året efter gödsling visade också på en pH-höjning i matjorden där färsk musselrester spridits.

Genomförande

Kompostering av musselrester



Bild 2. Komposteringsförsök hos Tomas Ivarsson, Häröd.

Inför odlingsäsongerna med fältförsök 2005 och 2006 genomfördes kompostering av musselrester från Scanfjord AB blandat med hackad halm. Ca 10 ton musselrester tippades på en gödselplatta på Häröds Gård, Orust och blandades med ca 500 kg hackad halm. Komposterna de två åren lades upp i oktober/november månad som en sträng med bredden 3 m och höjden 1,5 m. Fyra omblandningar gjordes med ca 5 veckors mellanrum. Den utpräglade lukten från de färsk musselresterna försvann snabbt och redan efter mindre än en vecka var den fräna lukten borta. Den färdiga komposten hade endast en svag lukt av hav på våren. Analyserna av den kompost som spreds i försöken framgår av tabell 2. Analysvärden för kompostmaterial, från olika tidpunkter under komposteringsprocessen, framgår av tabell 1 nedan. Denna kompost anlades i november 2005.

Tabell 1. Förändringar i kompostmaterialets sammansättning under komposteringsprocessen.

Musselkompost	tot-N	NH4-N	P	K	CaO	Cd
	kg/ton ts	kg/ton ts	kg/ton ts	kg/ton ts	%	mg/kg ts
05-dec	14,7	2,32	1,7	2,9	52	0,168
06-apr	10	0,25	1,5	0,9	40	0,125
06-okt	8,6	0,26	1,6	0,5	43	0,155

Enligt tabell 1, har totala kvävehalten och halten amoniumkväve sjunkit kraftigt från december 2005 till användandet i april 2006. Även kaliumhalten har sjunkit kraftigt. Kalium är lätttrögligt och är därför utsatt för utlakning. Förvaringen ytterligare ett halvår har inte medfört lika stor nedgång i näringshalt.



Bild 3. Komposteringsprocessen startar snabbt och alstrar värme.

Fältförsök i korn

Under perioden 2005-2007 har fyra fältförsök i korn, L3-2266, utförts i Bohuslän. Avsikten med försöken har varit att undersöka gödselvärdet hos musslor, musselrester från industrin och komposterade musselrester med motsvarande mängder växtnäring i form av handelsgödsel. Samtliga försök skördades, men ett försök 2005 skrotades p.g.a. låg skörd orsakad av svampangrepp och brådmognad. Ett försök 2006 redovisas separat p.g.a. mycket låg rymdvikt orsakad av torka. Även effekten år två har studerats. Resultaten nedan är en sammanställning av tre av de fyra försöken.

Försöksplan kg tot-N/ha

A	ogödslat	0
B	hela musslor	60
C	hela musslor	120
D	musselrester	60
E	musselrester	120
F	kompost musselrest	60
G	kompost musselrest	120
H	NPK 24-4-5	30
I	NPK 24-4-5	60
J	NPK 24-4-5	90
K	NPK 24-4-5	120

Växtnäringsinnehåll i musslor och musselrester.

Ett flertal analyser av musslor, färskas musselrester och med halm komposterade musselrester har gjorts under perioden. Nedan redovisas analysvärden i genomsnitt för dessa analyser inkl. analyser gjorda 2003 och 2004. Analysresultaten för färdig kompost redovisas för de två försöksåren 2005 och 2006.

Tabell 2. Närings- och tungmetallinnehåll i musslor, musselrester och komposterat material.

	Musslor	Musselrest	kompost 2005	kompost 2006
Torrsubstans,%	56,4	57,9	60,2	55,2
Totalkväve, kg/ton	12,7	11,4	4,7	5,5
Amoniumkväve, kg/ton	2,1	2	0,6	0,14
Askhalt %	47,3	49,7	54,9	47,7
C/N	4	4,6	9	8
kalkverkan, CaO, %	19,2	24,2	27,4	22,2
klorid, Cl, kg/ton	3,6	4,8	1	1,4
kadmium, Cd, mg/kg	0,057	0,065	0,06	0,069
krom, Cr, mg/kg		0,6	2,25	
koppar, Cu, mg/kg		1,7	5,1	
kvicksilver Hg, mg/kg		<0,009	< 0,009	
kalium, K, kg/ton	1,2	1	0,59	0,48
magnesium, Mg, kg/ton	0,56	0,67	2,1	0,88
natrium, Na, kg/ton	3,1	3,5	4,6	2
nickel, Ni, mg/kg		< 0,45	< 2,25	
bly, Pb, mg/kg		0,52	0,73	
fosfor, P, kg/ton	0,9	0,77	0,79	0,82
Selen, Se, mg/kg		< 0,9	< 1,8	
zink, Z, mg/kg		9,8	26	

Som framgår av tabell 2, skiljer sig inte analysvärdena för musslor och musselrester så mycket från varandra. Det är heller inte att vänta, eftersom musselresterna i huvudsak består av musslor som sorterats bort pga. storlek eller för att de är trasiga. Det komposterade materialet däremot har endast knappt hälften av de färska musselfraktionernas totala kväveinnehåll och visar på låga värden för ammoniumkväve. Det är ett välkänt fenomen från andra undersökningar att ca hälften av kvävet förloras vid kompostering.



Bild 4. Musselkött innehåller värdefull N och P. Skalen innehåller kalk.

Tungmetallinnehåll i musslor, musselrester och kompost.

Som framgår av analysvärdena i tabell 2 för tungmetaller är nivåerna låga i de aktuella musselmaterialen. I dagsläget 2007 gäller reglerna enligt tabell 3, för ekologisk produktion enligt KRAV's regler.

Tabell 3. Maximal tillåten tillförsel av tungmetaller enligt gällande regler från Naturvårdsverket och KRAV, samt tillförd mängd med 10 ton musselmaterial.

Ämne	Max tillförsel per år (g/ha,år)	Tillförsel med 10 ton Musselkompost (g)	Tillförsel med 10 ton färska musselrester (g)
Bly	50	7,3	5,2
Kadmium	0,75	0,65	0,65
Koppar	500	51	17
Krom	50	22,5	6
Kvicksilver	1	0,09	0,09
Nickel	50	22,5	4,5
Zink	700	260	98

Enligt tabellen ovan, är det gränsen för kadmium som ligger närmst att begränsa tillförseln av musselmaterial som gödsel/kalkningsmedel.

Fältförsöken 2005

Försöken anlades på Lågum, Naturbruksgymnasiet i Dingle, resp. på Korsebergs gård ca en mil öster om Lysekil.

Väderleken 2005

Under maj och juni var det förhållandevis svalt. Början av juni var mycket blöt vilket medförde sämre tillväxtbetingelser och ökad risk för angrepp av bladsvampar. Sommaren blev därefter torr och varm fram till slutet av juli då en regnig period inleddes och som varade fram till mitten av augusti.

Försöket på Lågum



Bild 5. Musselmaterial sprids i försöksrutorna.

Försöket lades ut enligt försöksplanen och enligt sedvanlig teknik för gödslingsförsök. Jordarten var mellanlera som höstplöjts. De olika musselmaterialen lades ut enligt försöksplanen och harvades ner varefter korn såddes den 7 maj. Gödningen av handelsgödselleden skedde efter uppkomst. Gödningen med musselmaterialen hade god effekt.

Försöket på Korseberg



Bild 6. Musselmaterialen plöjs ner i samband med vårbruket.

Försöket anlades enligt plan, men fältet vårplöjdes efter att musselmaterialerna lagts ut. Jordarten var lättlera och förfrukten gammal vall. Sådden skedde 14 maj. Grödan angreps tidigt av bladfläcksjuka och skörden blev mycket låg. Gödningseffekter kan konstateras, men resultaten redovisas inte i sammanställningen p.g.a. att andra faktorer än gödningen påverkat skörden i alltför hög utsträckning

Fältförsöken 2006

Two field trials were conducted at Naturbruksgymnasiet in Dingle, one at Harska ca 8 km east of the school and one at Svarteborg ca 5 km north of the school.

Väderleken 2006

Snow lay long into spring which led to a relatively late spring. The end of May was rainy, but June was dry until the week after midsummer. Thereafter it was warm and dry which caused drought damage and premature ripening of the crop in many places. The current autumn was characterized by heavy rain with severe harvest conditions.

Försöket på Harska

The trial was conducted according to the plan. Mussel fractions were distributed on the trial plots and plowed in, followed by harrowing and sowing. The sowing was on 9 May. Commercial fertilizer was spread after emergence. The soil was clayey and light. The crop developed normally, but was negatively affected by the dry summer in combination with the current soil which is drought sensitive.



Bild 7. Försöksrutorna vårplöjs efter att musselmaterialet fördelats.

Försöket på Svarteborg

Försöket genomfördes på samma sätt som det på Harska. Sätiden var 12 maj och jordarten mycket mullrik lerig mo. Grödan utvecklades till en början normalt, men brådmognade till följd av den varma torra perioden i juli. Extremt låga rymdvikter och den låg skördenivå blev följden av brådmognaden. Resultaten redovisas därför separat. Gödslingen med de olika musselfraktionerna har dock haft en tydlig effekt även i detta försök.



Bild 8. Försöksrutorna skördas. Skörden vägs och prover tas ut för analys.

Sammanställning av fältförsökens resultat.

Resultat som redovisas är dels skörd av korn gödslingsåret, dels skörd av korn eller havre året efter gödslingsåret. Vidare redovisas resultat från kväveprofiltagningar hösten gödslingsåret och jordanalyser av pH-värden året efter gödslingsåret.

Skördeeffekter gödslingsåret

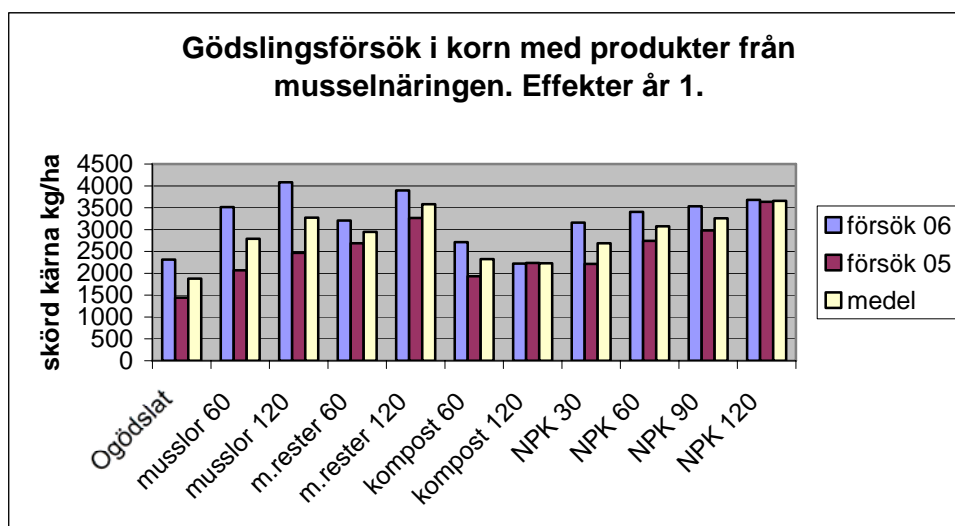
Försöken Lågum 2005 och Harska 2006 redovisas tillsammans, medan försöket på Svarteborg redovisas separat pga. låg skörd och låg rymdvikt. Försöket på Korseberg redovisas inte p.g.a. missväxt.

Försöken Lågum 2005 och Harska 2006

Tabell 4. Resultat av två gödslingsförsök i korn 2005 och 2006, år 1, gödslingsåret. (kg kärna/ha).

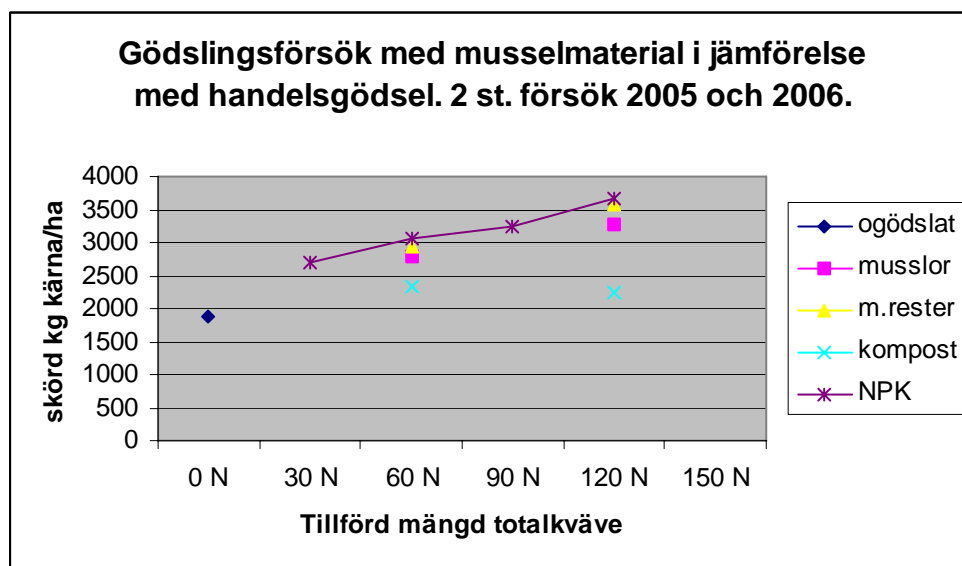
Försöksled	Harska 06 kg/ha	Lågum 05 kg/ha	medel kg/ha	merskörd kg/ha
Ogödslat	2315	1443	1879	0
musslor 60	3515	2067	2791	912
musslor 120	4083	2467	3275	1396
m.rester 60	3209	2686	2948	1069
m.rester 120	3895	3266	3581	1702
kompost 60	2714	1935	2325	446
kompost 120	2221	2236	2229	350
NPK 30 N	3161	2214	2688	809
NPK 60 N	3405	2744	3075	1196
NPK 90 N	3535	2979	3257	1378
NPK 120 N	3681	3635	3658	1779

Diagram 1. Skörderesultat för två försök, Lågum 2005 och Harska 2006.



Som framgår av diagram 1 och tabell 4, har samtliga musselfraktioner haft en positiv inverkan på skörden.

Diagram 2. Gödslingseffekt av olika musselmaterial i jämförelse med handelsgödsel NPK 20-4-5.



Tabell 5. Skördeökning av gödsling med musselmaterial som kg kärna/ha och i % av skördeökningen efter gödsling med motsvarande mängder handelsgödselkväve.

Gödselmedel	Skördeökning 60 kg N/ha kg/ha	% av NPK effekt vid 60 kg N/ha %	Skördeökning vid 120 kg N/ha Kg/ha	% av NPK effekt vid 120 kg N/ha %
NPK 20-4-5	1196	100 %	1779	100 %
Hela Musslor	912	76 %	1396	78 %
Musselrester	1069	89 %	1702	96 %

Gödslingseffekten av musslor och musselrester har legat på 76-96 % av vad motsvarande effekt varit av handelsgödsel räknat på kväveinnehåll. Detta är högt för ett organiskt gödselmedel. Kompostens gödslingseffekt var svag i de två försöken. Det bör också uppmärksammas att totalkväveinnehållet i komposten är mindre än hälften av vad det är i färska musslor och musselrester, varför det krävs mer än dubbla mängden kompost som gödselgiva räknat i kg/ha för att ge samma kvävemängd som det färska materialet ger.

Eftersom endast resultat från två försök redovisas för gödslingsåret ovan, är underlaget litet, men följande slutsatser kan dras ur resultaten.

- Färska musslor har gett en skördeökning på runt 912 kg korn för en insats av musselmaterial innehållande 60 kg totalkväve och en skördeökning på 1396 kg för insatsen 120 kg tot-N.
- Färska musselrester har gett en skördeökning på 1069 kg korn för en insats av musselmaterial innehållande 60 kg totalkväve och en skördeökning på 1702 kg för insatsen 120 kg tot-N.
- Komposterade musselrester har gett en skördeökning på 446 kg korn för en insats av musselmaterial innehållande 60 kg totalkväve.
- Handelsgödsel (NPK 24-4-5) har gett en skördeökning på 1196 kg korn för insatsen 60 kg korn och 1779 kg för insatsen 120 kg N.
- Gödslingseffekten för färska musslor och musselrester har i de redovisade försöken varit 76–78 % resp. 89-96 % av motsvarande handelsgödseffekt vid tillförsel av 60 och 120 kg tot-N per ha.

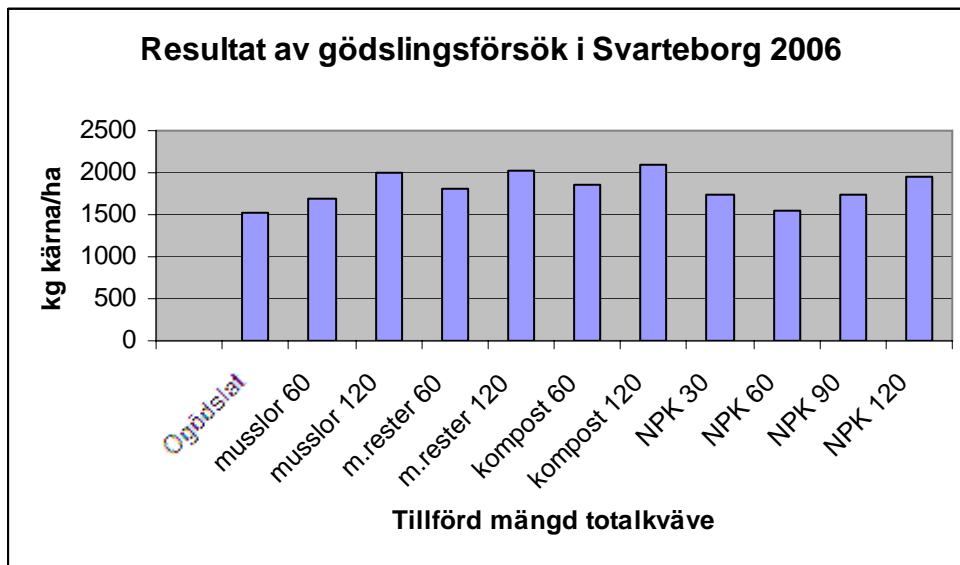
Resultat från försöket i Svarteborg 2006

Svarteborgsförsöket 2006 drabbades av torka och brådmognad. Försöket redovisas trots det eftersom resultat är intressanta. Till skillnad mot övriga försök hade den komposterade musselfraktionen i detta försök störst positiv inverkan på skördenivån av samtliga led. Det kan bero på att kompost har en positiv verkan på jordens vattenhållande förmåga vilket är positivt ett torrt år som detta.

Tabell 6. Skörd och skördeökning (kg/ha) i försöket i Svarteborg 2006

Gödsling kg tot-N/ha	skörd kg/ha	merskörd kg/ha
Ogödslat	1533	0
musslor 60	1701	168
musslor 120	2006	473
m.rester 60	1808	275
m.rester 120	2017	484
kompost 60	1850	317
kompost 120	2091	558
NPK 30	1735	203
NPK 60	1552	19
NPK 90	1732	199
NPK 120	1950	417

Diagram 3. Skörderesultat från försöket i Svarteborg 2006, år 1, gödslingsåret.



Skördeeffekter år 2, året efter gödslingsåret.

Från tre av försöken finns resultat att redovisa från år 2, året efter gödslingsåret, då ingen gödning alls lades till försöken. Lågum, Svarteborg och Harska.

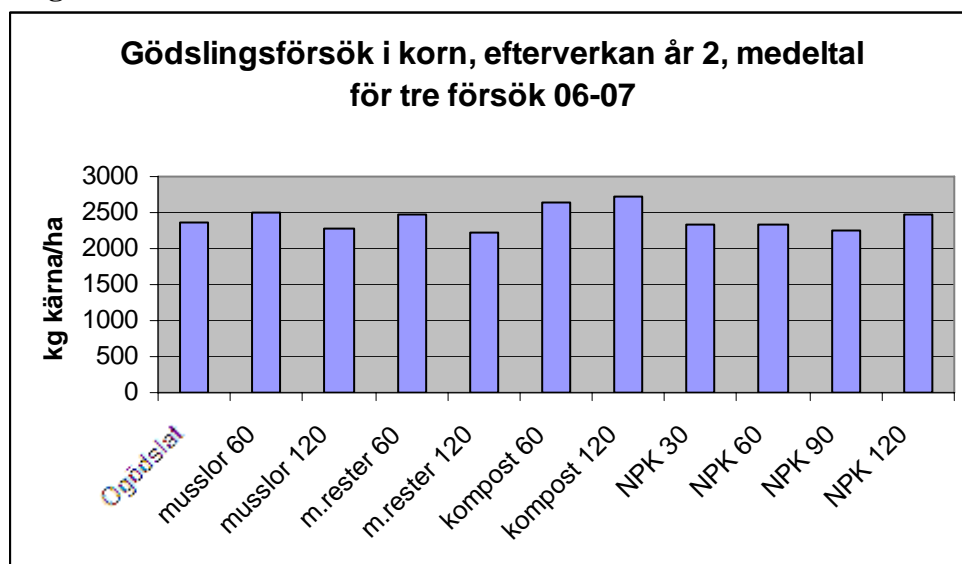


Bild 9. Försöket på Harska skördas hösten 2006.

Tabell 7. Skörderesultat från enskilda försök år 2. (kg/ha)

Gödselmedel	Lågum 06	Sv.borg 07	Harska 07	medel	skördeökning
Ogödslat	1436	2794	2874	2368	0
musslor 60	1494	2896	3091	2494	126
musslor 120	1374	2720	2732	2275	93
m.rester 60	1620	2744	3024	2463	95
m.rester 120	1744	1922	3033	2233	-135
kompost 60	1687	3156	3058	2634	266
kompost 120	1860	3199	3128	2729	361
NPK 30	1315	2887	2785	2329	-39
NPK 60	1378	2635	2997	2337	-31
NPK 90	1224	2720	2803	2249	-119
NPK 120	1508	2816	3106	2477	109

Diagram 4.



Som framgår av tabell 7 och diagram 4, visar resultaten på en positiv effekt för de komposterade musselresterna år 2, året efter gödslingsåret.

Kväveprofilmätningar

Provtagningar av jordens innehåll av ammonium- och nitratinnehåll har utförts hösten efter att fältförsöken anlagts. Analysvärdena framgår av tabell 8 nedan.

Tabell 8. Restkvävmängder (kg /ha) i marken ner till 90 cm, hösten anläggningsåret för de fyra fältförsöken.

Försök	led A ogödslat	led C musslor	led E musselre.	led G kompost	led K NPK
Lågum	20	19	20	19	20
Korseberg	33	51	50	38	69
Harska	37	45	54	42	63
Svarteb.	78	87	79	104	100

Som framgår av tabell 8, syns variationer mellan de olika gödslingsleden i försöket i Korseberg 2005. Kornet som gav låg skörd, har här inte förmått ta upp tillgängligt kväve, vilket lett till en betydande restkvävmängd i handelsgödselledet och en förhöjd halt i leden med musslor och musselrester. Kompostledet däremot visar på låg mängd, vilket kan förklaras med att kvävet är hårdare bundet i kompostmaterialet. En liknande bild ger försöket på Harska 06, medan Svarteborgsförsöket visar på förhöjda värden i kompostledet och i handelsgödselledet. Den brådmognade grödan har här tagit upp små mängder kväve, vilket lett till stora restkvävmängder i samtliga led.

Kalkningseffekter

I de två försöken utlagda 2006 mättes pH-värdena i försöksrutorna hösten 2007. Som framgår av mätningarna tycks den pH-höjande effekten av musselmaterialen varit liten det första året. Eftersom det totala kalkinnehållet är stort bedöms effekten vara långsam.

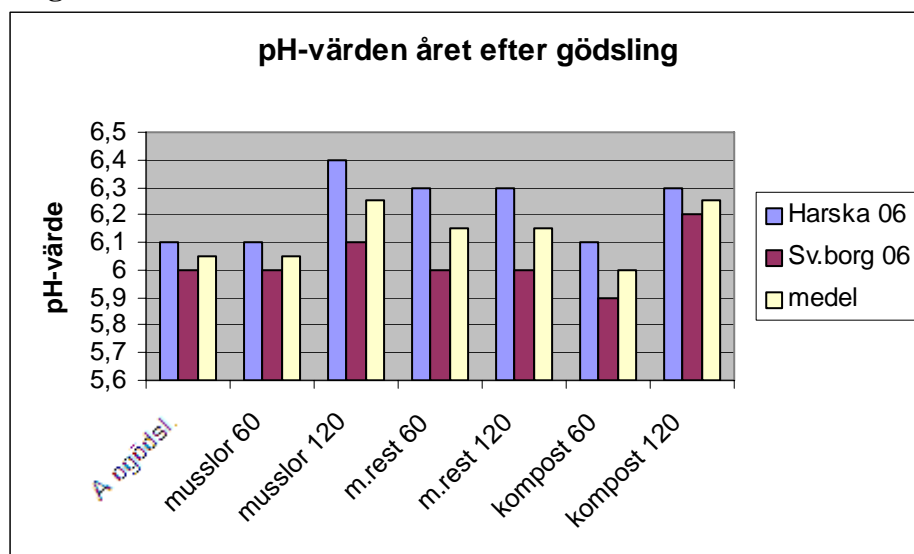


Bild 10. Hela musselskal vittrar långsamt.

Tabell 9. Jordens pH-värde i de olika försöksleden året efter gödslingen.

Gödsling	Harska 06	Sv.borg 06	medel
ogödslat	6,1	6	6,05
musslor 60	6,1	6	6,05
musslor 120	6,4	6,1	6,25
m.rest 60	6,3	6	6,15
m.rest 120	6,3	6	6,15
kompost 60	6,1	5,9	6
kompost 120	6,3	6,2	6,25

Diagram 5.



Ekonomiska beräkningar

Ett syfte med projektet har varit att fastställa olika musselmateriels gödselvärd. Genom att jämföra med handelsgödsel i försök och genom att analysera materialen på dess innehåll av växtnäring och kalk har ett underlag skapats för att göra en värdering av musselmateriels ekonomiska värde för jordbruket. Underlaget är hämtat enbart från de tre beskrivna fältförsöken, med var för sig låg signifikans för skördeökningar beroende av näringstillförseln. Slutsatserna måste därför värderas med hänsyn till detta.

Värdet av musselmateriels växtnäringsinnehåll.

Innehåll av växtnäring och kalk per 10 ton, samt värdet av motsvarande mängd i handelsgödsel och jordbrukskalk (mjöl/kross) år 2007 framgår av tabell 10.

Växtnäringsämnen är värderade till 9,60 kr, 12,25 kr, resp. 4,25 kr per kg för kväve, fosfor och kalium. 1 kg CaO värderas till 0,56 kr per kg exkl. spridningskostnad.

Tabell 10. Värdet av musselmaterialets växtnäringsinnehåll per 10 ton.

Gödselmedel	Kväve kg	Fosfor kg	Kalium kg	CaO kg	Värde kr
Hela musslor	120	9	12	1900	2 377
Musselrester	110	8	10	2400	2 512
Musselrestkompost	50	8	6	2700	2 116

Som framgår av tabellen ovan innehåller produkterna växtnäring och kalk till ett betydande värde. Det bör dock beaktas att kvävet i musselmaterialet i hög grad är bundet, till skillnad från det i handelsgödsel. Det är därför svårt att avgöra hur mycket som kommer att tas upp av grödan. Å andra sidan kan det bundna kvävet vara mindre benäget för utlakning. Musselmaterialets kalkningseffekt kan bli långsam om skalerna inte är finkrossade, men å andra sidan är kalken i musselskal av en typ som vittrar lättare än jordbrukskalk (sid 2).

Värdet av skördeökningen.

Utifrån skördeökningen orsakad av gödslingen (tabell 4 och tabell 7)), kan värdet av gödselmedlet bedömas. Eftersom försöksunderlaget är litet blir värderingen dock osäker. Försöksåren 2005 och 2006 var båda varma och torra, vilket kan ha minskat musselmaterialets och inte minst kompostens frigörande av kväve och kalk, men kan också ha missgynnat handelsgödselade led eftersom gödslingen där skedde efter uppkomst. Skördenivåerna var låga. Värdet per kg spannmål sätts till 1.50 kr/kg. Beräkningen för komposterade musselrester är baserad på resultaten från försöket på Lågum som har gett entydigt resultat. För kompostleden har även skördeökningarna för år 2, året efter gödslingsåret, medräknats (tabell 7).

Tabell 11. Värdet av musselmaterialet beräknat efter aktuella skördeökningar.

Gödselmedel	Skördeökning 60 kg tot-N/ha	Gödsel mängd ton/ha	Värde Kr/ha	Skördeökning 120 kg tot-N/ha	Gödsel mängd ton/ha	Värde Kr/ha
Musslor	912	4,6	1 368	1396	9,2	2 094
Musselrester	1069	4,8	1 604	1702	9,6	2 553
# Kompost.	744	12,8	1 116	1217	25,6	1 826

Ett försök, Lågum 2005

Som framgår av beräkningarna har musselmaterialet ett betydande gödsel/kalkningsvärde. Omräknat till gödselvärde värde per 10 ton för de olika musselmaterialet vid en gödselgiva motsvarande 120 kg N per ha.

Musslor 2 280 kr per 10 ton
Färska musselrester 2 660 kr per 10 ton
Komposterade musselrest. 710 kr per 10 ton

Sammanfattande diskussion

Avsikten med projektet var att testa olika musselmaterial som gödsel- och kalkningsmedel, samt att genomföra och dokumentera kompostering med musselrester och halm. Genom en omfattande provtagning av musslor och musselrester från Scanfjord AB i Mollösund, samt på komposterat materialet, kan det konstateras att de olika materialen innehåller betydande mängder av växtnäring och kalk. Musselrester innehåller per 10 ton ca 110 kg kväve, 8 kg fosfor och 10 kg kalium. Till det kommer mikronäring och ca 2 ton CaO, vilket motsvarar ca 4 ton jordbrukskalk. Värdet av motsvarande kalkmängd och växtnäring i form av inköpt jordbrukskalk och handelsgödsel är ca 2 500 kr. I de fyra fältförsök som genomförts kan skördeökningar konstateras, även om försöksunderlaget är litet. Musslor och musselrester visade på över 75 % effekt av motsvarande kvävegiva i form av handelsgödsel. Den med halm komposterade fraktionen visade på mindre skördeökning det år gödslingen skedde. I ett av försöken Svarteborg 2005, hade dock kompostmaterialet bäst effekt. Detta försök drabbades av brådmognad och resultaten får tolkas med hänsyn till detta. En orsak till kompostens positiva effekt i just det försöket, kan ha varit att den tillförda mullsubstansen påverkade jordens vattenhållande förmåga positivt. Året efter gödslingsåret kunde en andraårseffekt konstateras efter kompostgödslingen i flera försök. De färsk fraktionerna visade dock endast på obetydliga positiva gödslingseffekter året efter gödslingen. En ekonomisk beräkning utifrån den merskörd som kunde konstateras efter gödsling med 10 ton musselmaterial ger ett värde på 2 260 kr för färsk musselrester och 710 kr för komposterade musselrester. Beräkningen har dock inte tagit hänsyn till kompostens mervärde orsakat av hög mullhalt samt bättre hanterbarhet p.g.a. tilltalande lukt och struktur. Kalkningseffekten av tillfört material är långsam. De pH-mätningar som genomfördes året efter att musselmaterialen spridits är små, vilket också var väntat eftersom de kalkhaltiga skalorna inte krossats eller malts. Eftersom skalorna med åren torde sönderdelas alltmer med åren finns det anledning att förvänta en allt snabbare takt i frigörandet av kalk. Musselskalorna är ju som nämnts i inledningen uppbyggda av ett lättvittrat kalkmaterial.

En viktig aspekt är tillförda gödselmedels innehåll av tungmetaller. De analyser som gjorts visar entydigt på låga halter i nivå med vad man hittar i godkända kalkningsmedel avsedda för jordbruksändamål. Den tungmetall som ligger närmast en risk är kadmium. I dagsläget kan mängden 10 ton musselkompost spridas per år och hektar enligt gällande regler, vilket innebär att en giva på 50 ton/ha kan ges var femte år. Detta skulle innebära att tillförd mängd kalk skulle bli ca 12 500 kg CaO/ha var femte år, vilket är en väldigt hög kalkgiva. Mer realistiskt är att sprida runt 20 ton musselkompost var femte år, vilket skulle innebära en tillförd kalkmängd på ca 5 ton CaO var femte år. Med denna giva skulle också totalt runt 100 kg kväve, 8 kg fosfor och 5 kg kalium tillföras jorden per hektar. Tillförsel av 20 ton musselkompost per ha var femte år skulle också innebära att mängden 0,26 g kadmium skulle påföras per ha och år igenomsnitt, vilket är ca en tredjedel av maximal tillåten mängd.

Att kompostera eller på annat sätt processa det färska musselmaterialet har fördelar som att lukten försvinner och att komposterat material i viss utsträckning kan lagras. Även en eventuell risk för någon typ av smittspridning minskar om materialet är processat. Den kompostering som genomfördes under två vintrar fungerade bra. Redan någon vecka efter blandningen av halm och musselrester avtog lukten drastiskt. Efter genomförd kompostering var materialet jordlikt och hade endast en svag doft av hav. Under komposteringsprocessen minskade totalkvävemängden till ca hälften jämfört med innehållet vid uppläggnings av komposten. Detta stämmer väl med andra undersökningar.

Kväveminskningen vid komposteringen medförde att gödselgivan av kompost i försöken blev ca det dubbla, jämfört med färskt material räknat i kg. Detta för att tillförd kvävmängd skulle bli lika i de olika försöksleden. Detta innebär att gödslingseffekten av musselkompost per ton räknat är låg i jämförelse med färskt material. Ytterligare fältförsök med komposterade musselrester genomfördes 2007. Resultaten visar på tydliga effekter men det projektet redovisas i egen sammanställning.



Bild 11. Det komposterade materialet har en tilltalande lukt och struktur.

I dagsläget odlas som nämnts i inledningen ca 5 000 ton blåmussla per år i Sverige. Resterna från musselproduktionen utgör ca 30-40 % av skörden och består av krossade musslor, småmusslor, skal och andra organismer. Det är främst denna fraktion som kan utnyttjas som foder och/eller gödselmedel. Forskare på Kristinebergs Marina Forskningsstation har, som nämnts i inledningen, målsättningen att odlingen skall öka till 50 000 ton per år. Detta skulle innebära att ca 20 000 ton av restprodukten skulle bli tillgänglig för jordbruket. Denna mängd skulle innehålla mer än 200 ton kväve, vilket motsvarar mer än 800 ton av det handelsgödselmedel, NPK 24-4-5 som användes i försöken. Om gödslingsgivor runt 20 ton komposterade musselrester per ha skulle användas, skulle ca 1 000 ha jordbruksmark kunna gödslas/kalkas årligen.

Summary

During the period 2005-2007, four field experiments with mussel material have taken place in Bohuslän, Sweden. Fresh mussels and a rest fraction from the mussel factory, Scanfjord AB in Mollösund, have been tested as a fertilizer in the production of barley and oats. During the winter seasons, mussel rests have been mixed with straw and composted. The test result showed that fresh mussels and the fresh rest fraction of mussels, gave about 85 % effect in the yield, compared with the chemical fertilizer which has been used in the test. The composted fraction gave a lower effect, but had effect even the year after it had been used.

Litteratur

- Håkansson M. 1985.* Meddelande till Hushållningssällskapet från Tjärnö Marinbiologiska Station.
- Dahlborg R. 1989.* Sammanställning av fältförsök med musselskal Hushållningssällskapet i Uddevalla.
- Thorsson L. 1996.* Försökskalkning med finmalda musselskal i tre sjöar i Munkedals kommun. Hushållningssällskapet i Uddevalla.
- Olrog L. 2000.* Fintrådiga alger som gödselmedel. Hushållningssällskapet i Uddevalla.
- Melin Y. 2001.* Alternativ användning av marina fintrådiga alger. Länsstyrelsen i Västra Götaland
- Kollberg S. Lindahl O. Johansson R. Loo L.-O. 2003.* Orienterande utfodringsförsök med blåmusslor i äggproduktion. Kristinebergs marina forskningsstation.
- Olrog L., Christensson E 2003.* Musselodling och jordbruk i samverkan Hushållningssällskapet Väst.
- Lindahl O., Kollberg S Loo L.-O. 2003* Musselodling kan rena Bohusläns kustvatten Svenskt Vatten nr 5 39-40.
- Lindahl O., Kollberg S. 2007* Musselodling som kretsloppsmotor. Eg's strukturfond. Slutrapport för proj Idnr. 221-792-04.
- Hemsidan www.miljomusslor.kmf.kva.se

