

Musselodling och jordbruk i samverkan.



Lars Olrog, Erling Christensson

Innehållsförteckning:

Bakgrund	2
Musselskal som kalknings- och gödselmedel	4
Musslor och musselrester som gödsel- och kalkningsmedel	5
<i>Näringsinnehåll</i>	6
<i>Innehåll av tungmetaller</i>	7
Gödsling med musslor och musselrester	8
<i>Demonstrationsodling 2002</i>	8
<i>Fältförsök 2003</i>	11
Erfarenheter från spridning av musselrester	14
Diskussion	15
Sammanfattning	18
Referenser	19

Musselodling och jordbruk i samverkan.

Bakgrund

Att använda organiskt material från havet som gödsel är ingen nyhet. Tång togs förr upp på stränderna och forslades till jordbruk för att brukas ned på åkrarna som gödsel. Till och med överskott av sill har vissa tider använts som gödselmedel. Nyligen gjordes också försök att utnyttja fintrådiga alger som gödsel. Dessa alger är besvärande för miljön i vikarna längs kusterna och det vore önskvärt att få bort materialet. Gödselmedel framställda av andra typer av alger saluförs idag och säljs i första hand till trädgårdsodlare som efterfrågar ekologiska gödselmedel med stort innehåll av mikronäringsämnen. Det finns alltid behov av växtnäring som kväve och fosfor inom jordbruket. Eftersom samma näringsämnen finns i alltför höga halter i havsvattnet är det därför mycket intressant att försöka fånga upp överskottsnäring i vattnen längs kusten och sedan utnyttja den i jordbruket. Såväl jordbruket som havsmiljön har mycket att vinna på en sådan lösning.



Bild 1. Musselodling vid Hamburgsund



Bild 2. Ettåriga musslor från musselodling vid Resö.

Musslor har en enastående förmåga att ta upp växtnäring, inte minst kväve, via alger från havsvattnet. Havsforskarna ser en kraftigt ökad musselodling som en intressant delösning på problemet med Västerhavets övergödning. Lantbrukarna kan då få en nyckelroll genom att ta till vara den näringsrika restprodukten. Redan idag gödslar några lantbrukare på bl.a. Orust sina åkrar med rester från musselproduktionen. Goda gödslingseffekter har konstaterats och 2003 genomförde Hushållningssällskapet, med stöd från Kristinebergs Marina Forskningsstation, ett fältförsök för att få klarlagt hur bra musselresterna är som gödsel- och kalkningsmedel. Under sommaren 2003 har musselrester också testats i ett orienterande utfodringsförsök med höns. Framtida användning som foder kan bli aktuell. (Kollberg et al, 2003).

Musselskal som kalknings- och gödselmedel

Näringsinnehåll i musselskal

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 torde medföra att effekten på pH-värdet kan bli god även om skalen inte finmås. I skalen finns även fosfater och sulfater som kan ge ett växtnäringstillskott till jorden.

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. Musselskalen jämfördes med jordbrukskalk i försöket och gavs i givor om 25 resp. 50 ton per ha. I försöket grundgödslades med handelsgödsel motsvarande 80 kg kväve per ha.

Ingen skördeökning kunde påvisas i havre första försöksåret. En skördeökning med 170 resp. 430 kg/ha kunde noteras i korn året efter gödslingen. Gödslingseffekten med musselskal var således osäker. Om ingen handelsgödsel tillförts kan resultatet ha blivit bättre. Däremot konstaterades kraftiga pH-effekter under perioden 1985-88 då jordprov analyserades. Värdena steg i leden med musselskal från 5,7 till 6,9 resp. 7,0 under perioden. Det bör dock påpekas att jordproven mals innan analys, vilket kan innebära att den faktiska pH höjningen i fält inte blir lika snabb som under laboratorieförhållanden.

Musselskal har också testats som kalkningsmedel för sjöar. I 750 ml insjövattnen med pH 4,58 blandades 15 mg krossat musselskal, vilket resulterade i en pH-höjning till 6,93 efter 5 dygn under omrörning. (Håkansson, M. 1985).

Vid ett försök med malda musselskal till sjöar i Munkedals kommun, konstaterades också tydliga kalkningseffekter. Musselskal var enligt undersökningen väl så bra som kalkstensmjöl. (Thorsson, L 1996).

Musslor och musselrester som gödsel- och kalkningsmedel



Bild 3. Musslor testas som gödsel på Tingvall 2003.

Näringsinnehåll i musslor och musselrester

Vid odling och produktion av musslor bildas en restprodukt bestående av krossade musslor och småmusslor blandat med andra organismer som koloniserat odlingarna. Denna fraktion kan vara av storleksordningen runt 30-40% av den skördade varan. Vid en produktion av 10 ton säljbara musslor får man alltså ca 3-4 ton av restprodukten. Denna restprodukt från Scanfjord AB, har använts av lantbrukare på Orust sedan flera år tillbaka, dock utan detaljerade kunskaper om produktens gödsel-och kalkningseffekt. Blåmusslan består lite förenklat av kött och skal. Skaldelens näringsinnehåll diskuterades i föregående avsnitt. Den produkt som idag är aktuell att gödsla med innehåller rester från produktion av hela musslor till försäljning och består av krossade musslor, småmusslor och andra organismer som koloniserat odlingen.

Analysen av hela musslor, samt analys på musselrester från Scanfjord AB's musselproduktion, ger följande näringsinnehåll i 10 ton av produkterna. Innehållet ställs i relation till 10 ton fast stallgödsel i tabell 1.

Tabell 1 *Näringsinnehåll (kg) i Musslor/ Musselrester i relation till stallgödsel.*

	Musslor 10 ton	Musselrest 10 ton	Fast st.gödsel 10 ton, (tabell- värde)
Torrsubstans	41%	60%	20-30%
Kväve	81	150	35
Fosfor	5	10	15
Kalium	10	14	40
Natrium	59	36	
Klorid	100	42	
Kalkverkan	17% CaO	19% CaO	

Tabellen är baserad på analysvärden från hela ettåriga musslor från Resö 2002 och musselrester från Scanfjord AB 2003, samt tabellvärden för nötkreatursgödsel. Den högre torrsubstanshalten i musselresterna tyder på att havsvattnet runnit av. Musslorna däremot har vid analysen haft vattnet kvar. Musslornas och musselresternas innehåll av kväve, fosfor och kalium är gynnsamt fördelade med tanke behovet för spannmål. Enligt analysen för musselrester innehöll materialet även mikronäringsämnen, t.ex. 5 g selen i 10 ton. Den höga halten av kalciumkarbonat i skaldelen ger den höga kalkeffekten. Det bör dock beaktas att kalkeffekten på fältet också beror på hur effektivt skalen är sönderdelade. Hela skal kan förväntas ge en långsammare effekt på pH-värdet än krossade eller malda.

Gödselmedel som innehåller höga halter av klorid har en negativ inverkan på kvalitén hos t.ex. potatis. Även natrium är ett ämne som kan orsaka problem. Lerjordarnas struktur kan påverkas negativt av tillförsel av stora mängder. Musselmaterialets saltinnehåll är dock inte oroväckande stort. Eftersom natrium och klorid i första hand finns i havsvattnet, är det bra om vattnet i musslorna och musselresterna runnit av innan de hamnar på åkermarken som gödsel. Vid användning av alger som gödsel har samma problem uppmärksammats. (Olrog, 2000)

Innehåll av tungmetaller i musslor och musselrester

En viktig aspekt vad gäller gödselmedel är varans tungmetallinnehåll. Kvicksilver och kadmium är ämnen som jordbruket vill ha ut så lite som möjligt av på åkermark. Såväl Naturvårdsverket som den ekologiska odlingens kontrollorganisation, KRAV, sätter upp gränsvärden för tillförseln. I tabell 2 nedan visas KRAV's gränsvärden, samt innehållet enligt analys av musslor från en musselodling 2002.

Tabell 2 *Tungmetallinnehåll i musslor och gränsvärden enligt KRAV.*

	Innehåll av tungmetaller i musslor (mg/kg)	Innehåll av tungmetaller i 10 ton musslor (g)	Tillåten tillförs. enl. KRAV (g/ha,år)
Kadmium	< 0,18	< 1,8	0,75
Krom	< 0,45	< 4,5	50
Koppar	1,3	13	500
Kvicksilver	< 0,01	< 0,1	1
Nickel	< 0,45	< 4,5	50
Bly	< 0,9	< 9	50
Zink	5,1	51	700

Analyserna av tungmetaller i musslor visar på låga värden. En analys av musselrester 2003 ger värden i samma storleksordning. Kadmium är den metall som skulle kunna bli begränsande för användningen. Analysresultatet ger värdet; lägre än 1,8 ppm. Om detta värde skulle vara det aktuella, skulle drygt 8 ton musslor kunna spridas vartannat år på ett ha jordbruksmark. Är det aktuella värdet lägre kan större mängder användas. Analysen av musselrester 2003, som nämndes ovan, har värdet 0,06 mg per kg, vilket innebär en möjlig giva på drygt 10 ton som årlig giva med hänsyn till kadmiuminnehållet.

Gödsling med musslor och musselrester

Demonstrationsodling 2002.



Bild 4. *Musselrester brukas ned i jorden före sådd av demonstrations-rutor 2002.*

Två rutor 6x12 m gödslades med 25 resp. 55 ton musselrester per ha. Analyser av liknande material från Scanfjord anger ett totalt kväveinnehåll på 125 resp. 275 kg i dessa gödselgivor. Rutorna låg på ekologiskt odlad mark på Hushållningssällskapetets försöksgård, Tingvall, i norra Bohuslän. Musselresterna harvades ner varefter korn såddes. 2002 var ett ur växtodlingssynpunkt gynnsamt år med skördar av vårsäd över det normala. Förfrukten var vall med klöverinslag. Liggsäd är att vänta vid en så kraftig gödsling om huvuddelen av kvävet blir tillgängligt för grödan.



Bild 5. Korn i rutor där musselrester använts som gödsel. I tredje rutan härifrån (markerad), har liggsäd bildats och ogräs vuxit igenom grödan. Gödslingen var 25 ton per ha, vilket var för mycket detta år.

Resultat av demonstrationsodling

Kornet i de musselgödslade rutorna växte frodigt och grödan lade sig fullständigt i bägge rutorna, tidigast i den kraftigast gödslade. Detta tyder på att även den mindre givan på 25 ton/ha var alltför stor och att alltför mycket växtnäring tillfördes. Erfarenheterna från denna demonstrationsodling, som finansierades med KULM-medel via länsstyrelsen, låg till grund för de använda gödselgivorna i det nedan beskrivna försöket 2003.



Bild 6 och 7. Musselrester från Scanfjord läggs ut på försöksrutorna.

Fältförsök 2003

I det fältförsök som anlades 2003 jämfördes musselrester, hela musslor och flytgödsel som gödselmedel till korn. Försöket planlades och genomfördes av Hushållningssällskapet i samråd med SLU i Skara och lades ut på Tingvalls försöksgård på ett fält där korn odlats även året innan. Försöket bekostades av projektmedel, Interreg III A "Gränslöst samarbete", från Kristinebergs marina forsknings-station. Försöket genomfördes med tre försöksblock på ekologiskt odlad mark.



Bild 8. Nedbrukning av musslor och musselrester våren 2003

Musslor och musselrester brukades ner med tallriksredskap varefter fältet vårplöjdes, harvades och såddes. Mängderna musselrester som spreds var bestämda efter resultat från en analys från ett tidigare tillfälle. En analys av de musselrester som spreds till försöket visade i efterhand på betydligt högre näringsinnehåll. (se tabell 2 och 3). Analysen av musselresterna visade på högre torrsubstanshalt och högre näringsinnehåll än hela musslor som innehåller ca 33% vatten. Med musselresterna tillfördes därför betydligt mer växtnäring än med hela musslor. Efter en jämn uppkomst kom osedvanligt mycket regn, vilket resulterade i stora ojämnheter i försöket.

Ogräset blev bitvis besvärande och den blöta våren medförde att utvecklingen av grödan varierade avsevärt beroende av närheten till täckdikesledningarna.



Bild 9. Provtagning av jorden på försöksfältet våren 2003. Det kraftiga regnandet därefter försämrade grödan och störde försöket.

Resultat av fältförsök 2003

Fältförsöket 2003 visade på tydliga gödslings effekter, även om det saknas underlag för statistisk säkra resultat. Två av de tre blocken i fältförsöket fick kasseras p.g.a. ojämnheter orsakade av otjänlig väderlek under våren. Att tröska enbart ett block och redovisa precisa skördesiffror är inte vetenskapligt korrekt. Istället graderades skörden av Erling Christensson från Hushållningssällskapet, som har över 20 års erfarenhet av försöksverksamhet. Nedan presenteras graderingen som relativt tal i jämförelse med ogödslad led, vars skörd sätts till 100. Skörden i den ogödslade rutan uppskattas till mellan 2 och 3 ton per ha. Som framgår av graderingen nedan av resterande del av försöket, ger tillförsel av såväl musslor som musselrester tydliga gödslings effekter i samtliga givor.

Försöksled	Kväve- tillförsel	Uppskattad Relativ skörd
A Ogödslat	0	100
B Musslor, hela 5 ton/ha	40 kg tot-N per ha	120
C Musslor, hela 10 ton/ha	80 "	140
D Musselrester 8 ton/ha	120 "	125
E Musselrester 16 ton/ha	240 "	160
F Flytgödsel, nöt 35 ton/ha	52 kg NH ₄ -N per ha	130
G Flytgödsel, nöt 70 ton/ha	104 "	170



Bild 10. Erling Christensson, Hushållningssällskapet, graderar en del av försöket som inte påverkades i så hög grad av den regniga våren. Området med liggsäd till höger om Erling, har fått 80 kg per ha kväve i form av musslor, rutan till vänster har gödslats med 35 ton flytgödsel per ha.

Erfarenheter bland lantbrukare efter spridning av musselrester på åkermark.

Ett tiotal lantbrukare på Orust har spridit musselrester från Scanfjord på sina åkrar under ett tiotal år. Omfattningen har varierat på gårdarna från några enstaka sändningar till över 20 fram till 2003. Nedan följer en sammanställningen av den enkätundersökning som gjorts bland lantbrukarna under september 2003.

- Lantbrukarna lagrar materialet på gödselplatta i huvudsak. Vid enstaka fall har materialet lagrats på åkern.
- De flesta lantbrukarna blandar musselresterna med fast stallgödsel.
- Materialet sprids med stallgödselspridare i givor motsvarande vad som ges som ren stallgödsel, vanligtvis 20-30 ton blandat material per ha. I de fall musselresterna sprids utan inblandning har givorna som regel varit mindre.
- De grödor som gödslats har i första hand varit höstsäd och vårsäd. Materialet har plöjts ned. Några odlare har spridit musselrester på vallar.
- Gödslingseffekten bedömer lantbrukarna som osäker. Några har konstaterat tydliga effekter där mer material tillförts på grund av ojämn spridning.
- Kraftig lukt uppger samtliga lantbrukare vara problemet. I övrigt anses hanteringen fungera bra. Som tänkbara problem anger någon att musselskal skulle kunna skada kor som får i sig skal med skarpa kanter. En lantbrukare anger som tänkbart problem att musselresterna skulle kunna dra till sig råttor. En har konstaterat dålig utveckling i grödan där en hög med musselrester legat året före. Det kan bero på hög salthalt just där.
- Anledningen till att lantbrukarna åtagit sig att ta emot musselresterna är dels ett förväntat kalkningsvärde och i någon mån en gödslingseffekt. Flera anger att de blivit intresserade då de sett att några andra provat. Någon anger också att det känns bra att medverka till miljöförbättringar.
- Alla, utom en som övergått till flytgödselhantering, kan tänka sig att fortsätta ta emot musselrester.

Diskussion

Stora resurser sätts i dag in på att minska de höga halterna av näringsämnen i havet. Havsforskare från bl.a. Kristinebergs Marina Forskningsstation arbetar i ett projekt för att öka musselproduktionen till 50 000 ton längs Bohuskusten. Om detta skulle realiseras skulle ca 20 000 ton musselrester från produktionen kunna bli tillgängligt för jordbruket. I dagsläget ligger det närmast till hands att utnyttja materialet som gödsel på i första hand ekologiskt drivna jordbruk, men man kan också tänka sig att det kan förädlas till djurfoder. Orienterande utfodringsförsök med höns (*Kollberg et al.2003*) har gett lovande resultat.



Bild 11. Sune Jacobsson från Resö levererar musslor för analys.

De gödslingsförsök och kalkningsförsök som redovisats tyder på att musselrester har god gödslings- och kalkningseffekt. Erfarenheterna från gödslingsförsöket och utförda näringsanalyser tyder på att gödselgivor på mellan 5 och 15 ton per ha av musselrester, utan inblandning av annat material, kan vara rimliga. Om musselresterna blandas med annan gödsel eller komposteras får givorna anpassas till aktuellt näringsinnehåll.

Gödselgivan får ju alltid anpassas efter vilken gröda som odlas samt jordens naturliga bördighet och innehåll av växtnäring. Nämda gödselgiva skulle ungefärligen täcka fosfor- och kaliumbehovet för en spannmålsgröda och ge ett betydande tillskott av kalk. Enligt målsättningen ovan, med en musselodling på 50 000 ton, skulle då ca 2 000 ha spannmål årligen kunna försörjas med musselrester som gödsel. Det kan ställas i relation till att det i Bohuslän odlas ca 8 000 ha spannmål med EU-stöd för ekologisk produktion.



Bild 12. *Musselköttet omsätts snabbt i jorden medan skalén bryts ner långsamt.*

Tillförsel av tungmetaller via gödsel kan vara ett problem. De analyser av hela musslor och musselrester som redovisas, anger dock låga värden. Om musselrester skall ges årligen och i höga givor, bör återkommande analyser göras. Slutna musslor innehåller också salt havsvatten. Eftersom vare sig natrium eller klorid är bra att tillföra i större mängder bör därför detta vatten ha runnit av. Det borde inte vara något problem eftersom musslorna öppnar sig när de dör och vattnet därför rinner av.

Enligt enkätundersökningen bland lantbrukare som prövat musselrester som gödselmedel finns ett problem, nämligen lukten. Det kan diskuteras om inte annan gödsling inom jordbruket kan lukta väl så kraftigt. Lukten av musselmaterialet är man dock inte van vid. Bäst har gödslingen fungerat i de fall musselresterna omgående kunnat köras ut på fältet och plöjas ned. Eftersom musselrester produceras året om, måste dock materialet lagras på gården. De lantbrukare som i undersökningen anger att det fungerar bra, har effektivt blandat in ströbäddsgödsel eller annan fast stallgödsel i musselmaterialet. Några tycks ha fått en effektiv komposteringsprocess till stånd, vilket medfört att luktproblemen vid senare hantering och spridning uteblivit.

Att på något sätt hantera musselresterna som skall utnyttjas till gödsel, så att en relativt luktfri produkt kan spridas, är viktigt om spridningen av musselrester skall komma att ske i stor skala. Tänkbara lösningar kan vara att utnyttja musselresterna i biogasproduktion, för att sedan använda rötresterna som gödsel. En annan väg är kompostering av materialet, antingen vid produktionsplatsen för musslor, eller ute på gårdar. För att få en snabbare kalkverkan kunde det vara en fördel om musselmaterialet krossades eller maldes. Det vore värdefullt att kommande år fortsätta med gödslingsförsök för att få bättre underlag till rådgivning. En möjlighet på sikt är att materialet förädlas till en tilltalande gödslingsprodukt för användning i trädgårdsodling.

Produktion av blåmussla har många fördelar. Förutom att resultatet blir ett värdefullt livsmedel och en delikatess, kan restprodukten utnyttjas till foder och ett kombinerat gödslings- och kalkningsmedel. Till detta kommer den positiva miljöeffekten som uppnås genom att musslorna tar upp överskottsnäring från havet. Musselodlarna kan kanske i framtiden komma att ersättas av samhället för det positiva miljöarbete som utförs. Det bästa på lång sikt är givetvis att minska utsläppen av växtnäring till havet vid källan. I väntan på resultat måste dock även andra åtgärder vidtas och ökad musselodling är då en möjlighet.

Sammanfattning

Västerhavet har idag högre halter av kväve och andra näringsämnen än vad som är önskvärt. Samtidigt råder brist på växtnäring, inte minst fosfor inom jordbruket. Det är därför intressant att studera möjligheten att använda musselrester från musselproduktionen i jordbruket. Kan dessutom produktionen av blåmussla öka kraftigt i framtiden kan såväl jordbruket som havsmiljön att vinna på det. I dagsläget används musselrester som gödsel i liten skala. De orienterande gödslingsförsök som genomförts av Hushållningssällskapet i Uddevalla under 2002 och 2003, visar på god gödslingseffekt av musselrester. Vid tidigare undersökningar av musselskalens kalkverkan har positiva effekter konstaterats. Orienterande studier vad gäller musslor som foder till höns har också givit intressanta resultat, vilka dock inte redovisas här. En enkätundersökning som gjordes bland lantbrukare på Orust som mottagit musselrester från Scanfjord AB i Mollösund, visar att lantbrukarna överlag tycker det är ett intressant gödselmedel, men att lukten är besvärande om materialet inte komposteras med halm och gödsel.



Bild 13. *Utsikt vid Hamburgsund*

Referenser:

- 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 fimalda 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.

Sammanställningen är gjord hösten 2003 och är finansierad med EU-medel via KULM-programmet del 3.

