



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Växtnäringseffekter av vintermellangrödor i no-tillsystem

Nutriment effects from winter cover crops in a no-till
system

Andreas Campbell och Sissela Campbell

Växtnäringseffekter av vintermellangrödor i no-tillsystem

Nutrient effects from winter cover crops in a no-till system

Andreas Campbell och Sissela Campbell

Handledare: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknik

Examinator: Erik Steen Jensen, SLU, Institutionen för biosystem och teknik

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: No-till, vintermellangröda, mellangrödemix, bördighet, jordförbättring, mullhalt, kol, direktsådd, markbiologi.



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en två respektive treårig universitetsutbildning vilken omfattar 120 respektive 180 högskolepoäng. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,5 veckors heltidsstudier (10 hp).

Vi är själva intresserade av nyttjandet av no-till och vintermellangrödor för att förbättra markens bördighet och lönsamheten i växtodlingen. Vi vill därför närmare undersöka hur man implementerar detta för att kunna utveckla vår växtodling.

Ett varmt tack riktas till Sven-Erik Svensson och Emil Jacobsson som bidragit med kunskap, råd, synpunkter och granskning.

Erik Steen Jensen har varit examinator.

Alnarp maj 2017

Sissela Campbell
Andreas Campbell

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	4
SUMMARY	6
INLEDNING	8
BAKGRUND	8
<i>Odlingsystem som nyttjats tidigare</i>	9
<i>Odlingsystem som nyttjas nu</i>	9
<i>Odlingsystem för framtiden</i>	10
MÅL	10
SYFTE	11
FRÅGESTÄLLNING	11
AVGRÄNSNING	11
MATERIAL OCH METOD	12
LITTERATURGENOMGÅNG	12
INTERVJUER	12
VAL AV VINTERMELLANGRÖDOR	12
LITTERATURSTUDIE	14
BEGREPPSFÖRKLARING	14
KVÄVE	14
FOSFOR	15
KOL	16
BIOLOGISK AKTIVITET	17
VÄXTFÖLJDSSJUKDOMAR	18
EXEMPEL PÅ OLIKA ARTER SOM MELLANGRÖDOR	19
<i>Råg</i>	19
<i>Facelia</i>	19
<i>Luddvicker</i>	19
<i>Cikoria</i>	20
<i>Sudangräs</i>	20
<i>Sunnhampa</i>	20
<i>Ettårigt rajgräs</i>	21
<i>Blodklöver</i>	21
<i>Bovete</i>	21
<i>Rättika, Rova</i>	21
AVDÖDNING AV VINTERHÄRDIGA VINTERMELLANGRÖDOR INFÖR VÅRSÅDD	22
<i>Roller Crimper</i>	22
<i>Kemisk avdödning</i>	22
<i>Nedmyllning</i>	22
<i>Putsning</i>	23
YRKESUTÖVARES ERFARENHETER	23
<i>Dan Forgey, South Dakota, USA</i>	23
<i>Jimmy Standefer, Tennessee, USA</i>	25
<i>Emil Jakobsson, Gotland</i>	26
RESULTAT OCH DISKUSSION	27
ARTMIXER AV VINTERMELLANGRÖDOR	27
SLUTDISKUSSION	30
REFERENSER	32
SKRIFTLIGA	32
MUNTliga	34

BILAGOR.....	35
BILAGA 1	35

SAMMANFATTNING

Sedan vi tagit över en gård i Kullabygden, nordvästra Skåne, har vi letat efter olika sätt att öka lönsamheten. Marken har, sedan svinproduktionen försvann för 10 år sedan, brukats för växtodling utan tillförsel av organisk gödsel. Detta har lett till att det krävs allt större insatser att bruka jorden samtidigt som skördarna har stagnerat. Efter att ha diskuterat problemen med sakkunniga kom vi fram till att det troligtvis beror på en minskad mullhalt i matjorden. Jordarna i området är av kraftigt skiftande karaktär. De är allt från sandjordar till styva leror. Ibland återfinns hela spektrat inom ett och samma fält. Under de senaste åren har observerats att lerjordarna blivit mera svårbrukade och sandjordarna blivit mera tork- och erosionskänsliga. De senaste 5 åren har vi haft tillgång till biogödsel. Efter att ha spridit biogödsel årligen på några skiften har vi börjat se hur skördenivåerna ökar trots att tillförseln av både kväve och fosfor minskat. Vi har dragit en parallell mellan detta och en högre tillförsel av organiskt material.

För att vidare öka tillväxten av organiskt material i jorden samt minska energi-användningen för att bruka marken, införskaffades en no-till såmaskin. Vi tycker oss märka en förbättring av jordens bördighet genom att använda oss av no-tillsystemet, men vi vill utveckla odlingssystemet och uppnå ytterligare förbättringar, varför vi har börjat intressera oss för mellangrödor. Vi har funnit att man utomlands har uppnått goda resultat genom att kombinera användandet av no-till och vintermellangrödor. Tyvärr har vi inte funnit mycket information om detta från svenska källor, eftersom nyttjandet av både no-till och mellangrödor inte är speciellt utbrett i Sverige. Därför har vi valt att till stor del nyttja amerikanska källor. Vi har nyttjat både intervjuer med brukare som utvecklat dessa tekniker på sin egen gård samt vetenskapliga källor.

Allting pekar mot att man genom att använda sig av no-till och vintermellangrödor kan öka markens bördighet. Genom att kombinera både no-till och mellangrödor bör man kunna snabba på processen.

Nackdelarna som visat sig är att man genom att använda mellangrödor kan öka förekomsten av växtföljdssjukdomar, vilket gör att man måste vara noggrannare vid upprättandet av växtföljden. No-till i sin tur har en förmåga att öka förekomsten av svampinfektioner i grödan beroende på att växtresterna inte myllas ner i marken. Eftersom fakta till stora delar är hämtad från Nordamerika råder en viss osäkerhet om huruvida informationen är applicerbar under våra förhållanden. Vi bedömer dock att de potentiella vinningarna är så pass stora att riskerna är värda att ta.

Enligt vår undersökning finns det mycket som tyder på att användandet av vintermellangrödor tillsammans med no-till kan ge stora vinningar. Man kan återställa och förbättra markens bördighet genom att få en ökad mullhalt samtidigt som man utför en tjänst för miljön genom att binda atmosfäriskt kol till marken och på så vis minska mängden koldioxid i luften. Vintermellangrödors egenskaper kan användas för att minska behovet av kemisk bekämpning och tillförsel av mineralgödsel. Det är att föredra att använda sig av vintermellangrödor i olika blandningar för att få synergi-effekter genom att gynna olika biologiska system som kräver en mångfald för att fungera. Genom att implementera detta i ett no-tillsystem förstärks effekten ytterligare

eftersom markens integritet bevaras då man inte angriper den med olika sorters bearbetningsredskap som raserar det biologiska samhället.

SUMMARY

As we're just about to become tenants of an old family farm in the north-western part of the Scania region of Sweden we're actively looking for new ways to boost the net revenue of our farming operation. Our farm has been managed as purely a cash crop operation for the last ten years. Before that it was run as a mixed operation with cash crop and hog production.

After consultation from an agronomist who's specialized in soil carbon and organic matter we came to the mutual conclusion that our levels of biomatter in our topsoil have decreased a substantial amount during the years farmed without the addition of manure or other organic fertilizers. The soils in the area are of strongly mixed compositions with everything from sandy loams to clay soils. The strongly mixed soil types tend to change fairly quick within the fields which pose a big challenge when it comes to farm them. The absence of animals and the manure they produce have accented the problem during the last years. We've witnessed a depression of the soils fertility due to a lack of organic matter in the topsoil. This has also led to a need to increase the horsepower needed to till the clay soils and at the same time the sandy loams have gotten an increased tendency to dry out in the summers and erosion has become an increasing problem.

To rectify these increasing problems, we've invested in a no-till air seeder. However, as the no-till practice seems to have been a huge improvement for our soil health, we'd like to further improve and speed up the process of repairing the damage made to the soils during the many years of abusive treatment.

A couple of years ago we started to utilize biofertilizer, a by-product from the production of methane gas for energy production. However, the low concentration of dry matter in this kind of fertilizer limits its use to fields that can accept fairly large amounts of liquid in the spring and autumn. It's also not economically feasible to transport this kind of fertilizer to fields far away from the bunker where it's stored. We have noticed some improvements in the fields which have received the biofertilizer annually for a couple of years. One of the things we've noticed are the fact that we've been getting increased yields despite a lower addition of both nitrogen and phosphorus. This fact indicates that our main problem is a lack of organic matter in our topsoil.

After some research on the subject we found out that the use of cover crops, in conjunction with no-till, could help remedy our problems and help speed up the process. Unfortunately, there's not much facts on the subject from Swedish sources, probably due to the fact that the use of no-till isn't very widely spread in Sweden. Neither is the use of cover crops let alone the conjoined use of them both for the purpose of improving soil health and decreasing use of manmade fertilizers.

That's why we've found it more interesting to use American sources as this type of practices has seen some extensive use under quite some time in those regions. We've used what little domestic information available as it would seem more relevant due to different rotations and climates. We've also taken into serious consideration the experiences of real world users of these techniques. Majority of this information have been found on the public internet and is available for everyone to utilize.

The facts point towards that both the use of no-till and cover crops can help in building organic matter. In combining these two techniques one should be able to greatly speed up the process of increasing carbon and organic matter levels back to a stable and healthy level. Unfortunately, these techniques also bring with them different challenges that we would need to learn to better cope with. The use of cover crops can in some cases bring with it the problem with increased rotational crop diseases. The use of no-till tends to increase fungal diseases on the cash crops as the residues from last year's crops are not disposed of. There's a lot needed to be learned about how to handle these potential problems. For one the use of a proper rotation would be important to avoid serious complications with rotational diseases. There's also the problem of climate differences, as most of the knowledge on the subjects comes from North America which does not have the same climate challenges as northern Europe.

Even regarding the increased challenges posed by implementing these systems the gain seems to be well worth the added risks as the path we're now on wouldn't lead to anything but further increased hardships due to depriving soil health. We'd love to see an increased amount spent on researching these subject under our conditions as it could be a way for farmers in our region to conduct a more sustainable and profitable operation.

Our study shows that the use of cover crops in conjunction with no-till can increase the fertility of the soils by amongst other things increasing organic matter in the topsoil. Except from bringing back and increasing fertility this also helps the environment by taking airborne carbon and fixating it to the soil, thus reducing the amount of carbon dioxide in the atmosphere. The different properties of cover crops can be used to reduce the need for chemical pesticides as well as manmade fertilizers. It's preferred to utilize these cover crops in different mixes as this creates a synergy effect by boosting different biological systems that depends on diversity. By implementing these techniques in a no-till system the gains would be greater in long term as it preserves the biological society as opposed to interrupt it by tillage, making it have to start all over again every so often.

INLEDNING

Bakgrund

Åsbacka Gård ligger i Höganäs kommun i nordvästra Skåne. Jordarterna är av starkt varierande karaktär med allt ifrån styv lera till sand. Fram till 2006 bedrevs det slaktsvinsproduktion på gården, och sedan dess har det inte funnits någon djurproduktion och ej heller tillförts någon stallgödsel. I samband med att djurproduktionen lades ned förändrades även växtodlingen genom att plogen ställdes undan och gården har sedan dess varit plöjningsfri. 2015 inleddes nästa steg då gården gick från plöjningsfri odling till no-till i samband med att ett generationsskifte inleddes.

På gården har observerats, precis som på många andra växtodlingsgårdar, en minskning i jordens bördighet och brukningsbarhet, orsakat av minskande mullhalter och ökande packningsskador. Med de starkt varierande jordarterna har detta medfört starkt varierande problem som på grund av snabba skiftningar inom fälten varit problematiska att hantera. Man har observerat att lerorna blivit tyngre och mer svårbehandlade, vilket lett till en undermålig dränering av vatten. Man har även observerat en minskning i den biologiska aktiviteten i dessa jordar då man allt för ofta kan finna att fjolårets växtrester brukas upp under höstbruket praktiskt taget opåverkade av att ha legat i jorden under ett år. Sandjordarna har eskalerande problem med erosion, både från vind och vatten, samtidigt som den redan svaga kapillariteten och vattenhållande förmågan blivit ännu sämre, vilket lett till tork- och erosionsskador.

Dessa problem har till stor del härletts till en minskad mullhalt i marken orsakad bland annat av att den enda tillförseln av växtnäring skett i form av mineralgödsel. Växtföljden har tidigare även varit av en typisk skånsk karaktär med en stor andel höstsådda grödor och betor. Denna växtföljd har även lett till att problem med vissa ogräs, till exempel renkavle och kvickrot, har ökat.

Målet är att med hjälp av "nya" odlingstekniker och implementerandet av mellangrödor som en källa till näring och biologisk aktivitet förbättra jordens sammansättning och därmed dess bördighet, vilket bör leda till högre avkastningar med lägre insatser. Genom att bevara förnan vill man skydda jorden från de yttre elementens påverkan samt gynna den mikrobiella floran i marken. Man vill nyttja maskar och olika typer av växtrötter till att luckra och skapa kanaler i jorden för att slippa dyra mekaniska bearbetningar som inte visat sig göra tillräcklig nytta i förhållande till kostnaden. Ytterligare ett mål är att kunna substituera en del av mineralgödseln, vilken är en stor kostnadspost, genom att odla mellangrödor som genom olika egenskaper kan fixera växtnäringsämnen och göra dem tillgängliga för efterkommande gröda. Exempel på detta kan vara kvävefixerande baljväxter samt djuprotade växter som kan hämta fosfor och kalium från lagren djupare nere i markprofilen dit huvudgrödans rötter normalt ej når.

Syftet med dessa tekniker är att vända en tydligt nedåtgående trend med stagnerande skördar och jordar som blir mer svårbrukade för varje år. Det leder till att det krävs större insatser för att odla en gröda som inte ger en större avkastning. Med stagnerade skördar, spannmålspriser som knappt gått upp de senaste 30 åren, ökade kostnader för

insatsvaror och odlingsareal måste växtodlingen anpassa sig för att kunna producera lönsamma grödor till de krympande marginalerna. Med det politiska trycket att göra lanterbruk mera ekologiskt hållbart med en lägre användning av kemiska bekämpningsmedel och mineralgödsel krävs att vi börjar undersöka andra sätt att lösa problemen.

Odlingssystem som nyttjats tidigare

På gården har det funnits en slaktsvinsproduktion som avslutades 2006. Den producerade givetvis gödsel som spreds på gårdens marker. Ingen gödsel såldes. För att hantera gödselmängderna så brukades all mark på traditionellt vis med plog. I samband med att slaktsvinsproduktionen avslutades så ställdes även plogen undan och gårdens areal började brukas plöjningsfritt med tunga kultivatorer. Vid denna tid odlades arealen med en typisk "skånsk växtföljd" med stor andel höstsådda grödor och sockerbeter. Som ett resultat av den plöjningsfria odlingen kunde man efter några år urskilja en tydlig skiftning i matjordslagret där det övre skiktet, som blivit omrört av kultivatoren, var lättare och hade en bättre struktur än underliggande skikt, som till stor del hade förbrukat sin mullhalt.

Efter att under flera säsonger ha studerat de positiva effekterna av en plöjningsfri odling och dess positiva effekter på markens mikrobiella liv började vi för ett par år sedan att märka en stagnation. Jorden var tungarbetad och skördenivåerna hade slutat att öka. Den styva leran lyckades inte till fullo bryta ned fjolårets skörderester och de lätta jordarna började få problem med erosion. Vid denna tid hade även betodlingen lagts ned för att ge mera plats åt lönsammare odlingar då priset på socker hade nått en allt för låg nivå, samtidigt som odlingens omkostnader blivit allt för höga. Även fältskador syntes flera år efter att det hade odlats betor. Betodlingens försvinnande var en av de avgörande faktorerna till att vi kunde ändra vårt bearbetningssystem. Sockerbeter var den enda grödan i vår växtföljd som krävde en intensiv form av bearbetning för att avkasta tillfredsställande. De gav även upphov till en hög markpackning vid skörd som inte kunde åtgärdas på annat vis än genom en intensiv bearbetning.

Odlingssystem som nyttjas nu

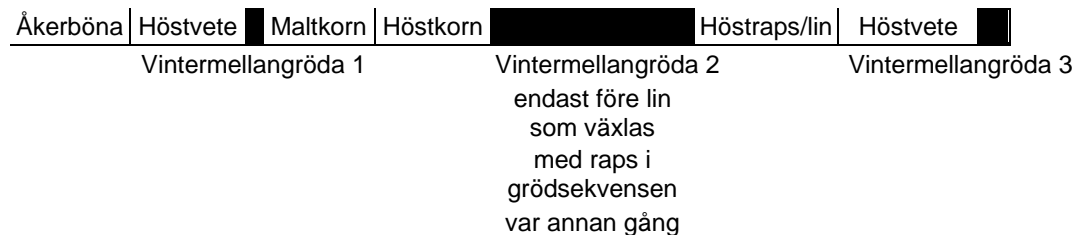
Idag bedrivs växtodlingen som no-till. Direkt efter skörd putsas stubben som lämnas relativt hög, för att förbättra tröskans kapacitet samt för att slippa riskera att få in stenar i tröskan. Därefter behandlas stubben med en halmharv. Den har som funktion att fördela ut eventuella lokala ansamlingar med halmrester som tröskan eller putsen lämnat efter sig samt att locka ogräs och spillsäd att gro genom att utsätta dem för markkontakt och ljus. Det är viktigt att poängtera att även om det är en harv, så gör den ingen nämnvärd bearbetning av jorden utan arbetar endast på ytan och i skörderesterna. Därigenom kan grundprincipen med no-till bibehållas, ingen bearbetning av jorden sker. Efter detta etableras nästkommande gröda med en kombidirektsåmaskin av modellen Seed Hawk som nu importeras från Kanada av Väderstad. Såmaskinen är utvecklad speciellt för sådd i stubb utan föregående bearbetning och klarar av att hantera skörderester. Växtföljden är idag; åkerböna, höstvetete, maltkorn, höstkorn, raps/lin, följt av höstvetete. De senaste åren har vi haft tillgång till att köra ut biogödsel som levereras från en kommunal biogasanläggning i Helsingborg. Biogödseln har, förutom att minska vårt

behov av mineralgödsel, bidragit med att höja den biologiska aktiviteten i marken, vilket lett till en avsevärd förbättring av skördenivån i både stråsäd, oljeväxter och baljväxter.

Odlingssystem för framtiden

I framtiden vill vi utöka de markgynnande effekterna av no-till genom att börja använda oss av olika mellangrödeblandningar. Vi tror att man skulle kunna, beroende på art, få tillgång till många olika positiva effekter av mellangrödor. Med olika baljväxter kan man binda luftburet kväve till marken. Olika gräsarter kan bidra med att binda fria näringsämnen i marken och förhindra att de läcker ut. Gräset har också stora fibrösa rotsystem som ökar biomassan i marken, vilket kan bidra till att öka mullhalten. Rättikor och andra kålväxter har djupa grova rötter som kan hjälpa till att luckra jorden på djupet samt skapa djupa kanaler för vatten och luft i jorden. I framtiden hoppas vi kunna förstå och styra det biologiska samspelet som råder i en balanserad mark för att på så sätt minska vårt behov av mineralgödsel och växtskydd samt även få en välmående bördig mark som kan ge hög avkastning trots låga insatser både vad gäller energi och insatsvaror.

Växtföljden i framtiden skulle då kunna se ut som följer; åkerböna, höstvetete, vintermellangröda, malkorn, höstkorn, raps/ vintermellangröda före lin, höstvetete, vintermellangröda, se figur 1.



Figur 1. Illustration av framtida grödsekvens med vintermellangrödor.

Mål

Målet med detta arbete är att ta reda på hur man kan använda mellangrödor för att påverka markens bördighet. Vi vill även ta reda på hur och om vintermellangrödor kan nyttjas inom ett no-tillsystem.

Vår målsättning är att skapa en grödsekvens där marken alltid skall vara bevuxen, antingen med en huvudgröda eller med en vintermellangröda. Det är även viktigt för oss att vi kan hantera växtresterna som lämnas av vintermellangrödorna utan att mylla ner denna då vi nyttjar oss av ett no-tillsystem och inte har som avsikt att bearbeta jorden. Vi vill identifiera olika artblandningar som uppfyller dessa krav som ställs.

Det finns många olika tekniker för att hantera resterna, både kemiskt och mekaniskt. Vilken som är lämpligast beror till stor del på vilken typ av mellangröda som används samt vilken den efterföljande huvudgrödan är. Även här är målet att identifiera lämpliga blandningar.

Syfte

Vi vill studera hur man använder mellangrödor i ett no-till system då vi inte har för avsikt att återvända till ett traditionellt sätt att bruka jorden med kultivatorer eller plog.

Vi vill få ut så många olika positiva effekter som möjligt ur vintermellangrödorna samtidigt som de ska vara enkla att hantera inom no-till både vad gäller etableringen och resterna som de lämnar på fältet när huvudgrödan ska etableras. Syftet med att implementera mellangrödor i växtföljden är att förbättra markens bördighet. Vi vill även kunna minska vår användning av kemiska bekämpningsmedel och mineralgödsel genom att nyttja de olika egenskaperna hos vintermellangrödorna.

Frågeställning

Hur skall en vintermellangrödemix för ett no-tillsystem komponeras, och kan den påverka jordens bördighet och samtidigt bidra till att minska användningen av handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel?

Avgränsning

Vi kommer att ta hänsyn till de förhållanden som råder på vår gård som fallet berör. Det är möjligt att våra slutsatser inte kan appliceras på andra växtodlingsgårdar då alla har sina egna förutsättningar.

Vi kommer att studera olika mellangrödors inverkan på markens bördighet främst med fokus på växtnäringsämnen kväve och fosfor, mull/kolhalter, biologisk aktivitet samt även växtföljdssjukdomar. Det finns givetvis mångtaliga fler faktorer som avgör markens bördighet, men dessa kommer vi inte att ta hänsyn till.

I arbetet tänker vi enbart studera vintermellangrödor som sås i syfte för att hålla marken beväxten även under vintern före en vårsådd huvudgröda.

Vintermellangrödans effekt och produktion av biomassa är starkt påverkad av hur lång växtsäsong de får. Växtsäsongens längd beror dels på när etableringen sker och även vilka förutsättningar som råder i fält vid etableringstidpunkten som påverkar groningen. Även höstens väder kan påverka mellangrödans tillväxt. Då dessa parametrar kan skilja sig mycket från år till år väljer vi att inte ta hänsyn till detta.

MATERIAL OCH METOD

Litteraturgenomgång

För att samla information till detta arbete har vi mestadels använt oss av sökmotorn Google och Google scholar. Vi har även pratat med yrkespersoner för att samla deras kunskap och erfarenhet om ämnet i fråga. Sökord vi har använt oss av har till exempel varit mellangrödor, även med andra ord inkluderade, såsom kväve, växtföljdssjukdomar och kol. För att hitta litteratur på engelska har vi använt sökord som cover crop, även här med ord som phosphorus med mera. I litteraturen har det ibland funnits rekommendationer och hänvisningar till andra källor och studier som vi också har tagit del av för att vidareutveckla arbetet. Vår handledare, Sven-Erik Svensson, har gett oss en del litteratur som vi har tagit del av.

Intervjuer

Intervjuerna med Dan Forgey och Jimmy Standefer har genomförts av Sustainable Agriculture Research and Education respektive United States Department of Agriculture. Dessa har publicerat reportage med videolänkar med intervjuerna på sina hemsidor i syfte att sprida lantbrukares åsikter om mellangrödor i ett no-tillsystem. Intervjun med Emil Jakobsson har utförts av oss via telefon.

Val av vintermellangrödor

Vi önskade ta fram tre olika mixer av vintermellangrödor för olika tillfällen i växtföljden. Blandningarna av vintermellangrödor har vi kommit fram till genom att ställa upp de olika alternativen av mellangrödor i en tabell och poängsätta deras egenskaper, vilka är kvävefixerande, kvävefångande, släpper ifrån sig kväve lätt, djuprotande, klumprot, mullbildande, ogrässanerande och fibrösa rotsystem. Dessa egenskaper betygsattes med 0, 0,5 och 1. För att forma tre olika blandningar sattes kriterier som fick egenskaperna att väga olika tungt vid de tre blandningarna. Poängen som används till kriterierna var -10, -2, 0, 1, 2 och 3 för att få egenskaperna att väga olika tungt vid de olika blandningarna. Egenskaperna delades in i 4 kategorier; gräs, baljväxter, biogynnande och djupluckrande, för att enbart jämföras med arter inom samma kategori, eftersom vi önskar en mix av grödor som ger flera egenskaper samtidigt (se bilaga 1).

Vi studerade även olika befintliga program som syftar till att föreslå olika mellangrödor att använda sig av. Detta med hjälp av att ta hänsyn till olika, av användaren, viktade parametrar. Till exempel biomassa, kvävefixering och ogrässanering. Dessa parametrar kan rankas i tre olika steg. I resultatet ger programmet en, beroende av användarens viktningar, poängtabell utefter vilken man kan utläsa de enligt programmet mest lämpliga arterna (Optimising Subsidiary Crop Applications in Rotations, 2014).

LITTERATURSTUDIE

Begreppsförklaring

Definitionen av mellangröda kan liknas vid fånggröda, vars syfte är att ta upp läckt kväve och andra växtnäringsämnen i markprofilen, men begreppet mellangröda kan användas för att påvisa att grödan kan ha fler egenskaper än enbart fånga näringsämnen (Aronsson et al., 2012). En annan definition av mellangrödor är en gröda som odlas mellan två huvudgrödor (Hansson et al., 2017). Definitionen av vintermellangröda är en mellangröda som sås på hösten för att sedan ge plats åt de vårsådda huvudgrödorna i en grödsekvens (AHDB cereals & oilseeds, 2015).

För att maximera effekten av mellangrödan räcker det inte med att odla dem i monokulturer. Det krävs flera olika arter med olika egenskaper som skapar ett samhälle där de utbyter tjänster och samverkar för att skapa ett maximalt resultat. Syftet är att imitera ett naturligt samspel mellan olika arter. Till exempel skapar höga växter skugga och skydd åt de lägre. Olika typer av rotsystem har möjlighet att hämta näring och vatten från olika delar av markprofilen samtidigt som de luckrar och skapar stadga åt marken (Milner-Smyth, 2014).

När bakterier i baljväxters rotknölar fixerar och omvandlar luftens kvävgas till växttillgängligt ammonium sker kvävefixering (af Geijersstam, 2001). Mykorrhizasvampar är svampar som lever i symbios med växtrötter där de i utbyte mot energi från plantans fotosyntes tar upp näring åt plantan (Sjöberg, 2005).

Allelopati definieras som de kemiska substanser som, oftast, bildas under fotosyntesen. Den allelopatiska grödan kan påverka intillväxande eller efterkommande plantor både positivt och negativt (Taiz & Zeiger, 2006).

No-till kan definieras som ett sätt att etablera en gröda utan att marken bearbetas. Utsädet placeras i en smal ränna som skapas antingen av en smal pinne eller en skivbill. Rännans bredd och djup bör vara precis tillräckligt för att placera fröet på rätt sådjup och ge frötäckning. Ingen ytterligare yta av fältet bearbetas för att bevara gamla skörderester som skydd för jorden (Phillips & Young, 1973).

Kväve

Rättika och rajgräs är två arter som kan användas som kvävebindande mellangröda. Rajgräset tar upp mer kväve på 0–50 cm djupt, medan rättika har betydligt djupare rötter som kan ta upp kväve långt ner i marken, 240 cm enligt en dansk undersökning. Rättikans rötter har dessutom en luckrande effekt djupare ner i marken, vilket är passande för ett no-tillsystem (Jordbruksverket, u.å.).

Jordbruksverket (u.å.) skriver att försök visar att rättika och vitsenap tar upp mer kväve än rajgräs. Detta beror på att rättika och vitsenap bildar mer biomassa där kvävet lagras. Även vid en sen etablering är vitsenap effektivare i sin kväveupptagningsförmåga. Detta beror på att oljeväxter utvecklas snabbt och skapar djupgående rötter som når kväve långt ner i marken. Oljeväxter har en låg kol/kväve-kvot som gör att de bryts ner snabbt efter nedmyllning. Detta leder till risk för kväveläckage på senhösten och vintern om grödan myllas ner för tidigt (Jordbruksverket, u.å.). På leriga jordar är rådet att plöja sent på hösten för att minimera kväveläckaget, samtidigt som grödan förhindras att uppta kväve som är ämnat åt huvudgrödan om den tillåts att fortsätta växa på våren. Har huvudgrödan djupgående rötter kan mineraliseringen tillåtas starta på hösten eftersom rötterna har möjlighet att nå kvävet längre ner i markprofilen. Att låta mellangrödan vissna, vilket är vanligt i no-tillsystem, uppnås samma kvävefrigörning som nedbrukning (Jordbruksverket, u.å.).

Olika mellangrödor tar upp växtnäringsämnen på olika sätt. Baljväxter fixerar kväve ur luften, medan andra grödor endast tar upp det som redan finns i markprofilen. Genom att så en baljväxt som mellangröda kan huvudgrödans behov av kväve täckas, men inte vid alla tillfällen. Året efter en huvudgröda som förbrukar mycket kväve, till exempel spannmål, kommer inte en mellangröda kunna binda tillräckligt med kväve för nästkommande huvudgröda (The Ohio State University, 2009).

I en studie som gjorts på Angel Rose Dairy har det påvisats att en fungerande mellangröda kan ersätta en kvävegiva motsvarande \$23 per acre, vilket motsvarar ca 510 kr per ha. Vidare har man uppnått ytterligare positiva effekter såsom minskad erosion och ett minskat ogrässtryck som resulterat i att vall har kunnat sås in i renbestånd, dvs utan att behöva använda sig av en skyddsgröda. (United States Department of Agriculture, 2016)

Under ett projekt som gjordes för att undersöka fång- och mellangrödors effekt på rena växtodlingsgårdar kunde man fastslå att den grödan som fixerade mest kväve, 40 kg per hektar, var luddvicker i samodling med höstråg (Niléhn, 2016). Oljerättika och fodervicker, som ingen av dem är vinterhårdiga, odlade tillsammans ackumulerade lika mycket kväve som luddvickern gjorde. Effekterna av mellangrödan kunde avläsas då huvudgrödan, vårvete, skördades. Vicker i renbestånd och vicker samodlat med oljerättika respektive höstråg gav den högsta avkastningen på vårvetet. Resultatet av vicker som fång- och mellangröda är att ackumulerat kväve i marken ökade med 17–22 % och skörden av huvudgrödan ökade med 8–15 % (Niléhn, 2016).

Fosfor

Undersökningar visar att det är ytterst lite fosfor som kan tas upp med hjälp av mellangrödor för att gynna huvudgrödan. Mellangrödor kan dock ta upp fosfor som läckt långt ner i marken och göra det tillgängligt för en huvudgröda som har ett betydligt grundare rotsystem. Fosforläckage kan hindras genom att hålla marken bevuxen under vintern för att undvika erosion och ge en bra markstruktur då det största läckaget uppstår när lerpartiklar dränks i vatten. (Jordbruksverket, u.å.).

När en växt bryts ner går fosfor från att ha lagrats i växten till att fästas vid lerpartiklar i marken. När det uppstår syrebrist i marken, till exempel vid regn på porfattiga jordar, följer de fina lerpartiklarna och därmed också fosfor med vattnet. På så vis lakas fosfor ur marken och kan ge upphov till övergödning (The Ohio State University, 2009).

Genom att låta marken vara bevuxen året om kan ständigt nya grödor ta upp fosfor som utlöses ur förmultnande växtrester och på så sätt kan de förhindra läckage. Genom att höja mullhalten i jorden ökas även mängden porer som kan hålla syre, och risken för syrebrist och därigenom urlakning minskar. När den största delen av fosfor går runt i växternas kretslopp behövs inte näringsämnet tillsättas i samma utsträckning (The Ohio State University, 2009).

Bearbetning av jorden bidrar till att fritt fosfor binds till lerpartiklar. Då bearbetningen är strikt begränsad i ett no-tillsystem är det ännu viktigare att ha marken bevuxen året om. Detta så att fosfor som utvinns vid nedbrytning genast tas upp av en ny planta och på så sätt förhindras att urlakas ur marken och istället hålls kvar i det cirkulerande växtnäringsystemet. Dock är den uppbundna fosfor i en bearbetad mark inte skyddad från erosion och riskerar därför att snabbt urlakas vid regn om marken inte är bevuxen (The Ohio State University, 2009).

Mykorrhizasvampar lever i symbios med växter och hjälper på så sätt växterna att ta upp näringsämnen ur marken. Fosfor är svårare för en växt att ta upp själv än till exempel kväve och därför är samarbetet med mykorrhizasvamparna viktigare för upptag av fosfor. Bekämpning med svampmedel påverkar även mykorrhizan negativt och försvagar växtens möjlighet att ta upp fosfor. För att ge grödan bästa näringsupptagningsförmåga är det därför viktigt att ge mykorrhizan ett tillfredsställande habitat att leva i (Dokumentärfilm, 2017).

Kol

Kol och kväve är direkt relaterade till varandra och för att växten ska kunna ta upp kväve måste det finnas tillgängligt kol i marken. Kol binds till marken när döda växtrester bryts ner till humus. Kol är som ett bindemedel som fäster jordpartiklar med växtnäringsämnen och ser till att dessa kan återcirkulera i systemet. I det organiska materialet i marken finns kväve, 90 %, och fosfor, 50–75 %, lagrad (The Ohio State University, 2009). Mikroberna i jorden kan livnära sig på humus när de inte har tillgång till växtrester att bryta ner, vilket bidrar till att kolinnehållet i marken minskar och växternas förmåga att ta upp näringsämnen hindras. För att upprätthålla kolhalten i marken är det viktigt att förse mikroberna med växtrester året om för att få det biologiska systemet att fungera på bästa sätt (The Ohio State University, 2009).

Markens förmåga att lagra kol är 2,5 gånger mer än vad koldioxidhalten i luften är. Detta ger lantbrukare stora möjligheter att med hjälp av att ständigt hålla marken bevuxen och lagra in största möjliga mängd kol, inte bara skapa en hållbar och lönsam inkomst åt sig själv utan även skapa en mer hållbar omvärld för samhället i stort. När jorden bearbetas störs det biologiska samspelet, och kol och kväve frigörs från marken genom oxidation. Det är därför nödvändigt att undvika att bearbeta marken i största möjliga grad för att bevara det biologiska systemet (The Ohio State University, 2009).

Ett projekt som genomfördes i Sverige visar att en insådd av klöver och gräs gav en låg skörd på nästkommande huvudgröda, eftersom insådden till största del fastlägger kväve och binder kol i marken, som på lång sikt är gynnsamt för markens mullhalt. Dock visar projektet att det på kort sikt inte ger någon skördeökning (Niléhn, 2016).

En jord med hög mullhalt kan ses som en kolsänka då den kan binda koldioxid från atmosfären till marken. Vid nedbrytning av växtrester består restprodukterna av 20 % stabila mullämnen och 80 % koldioxid. Kolhalten i marken har stor betydelse för odlingsresultatet och försök har visat att om kolhalten ökas med 0,1 % i en jord innehållande mindre än 2 % kol kan skörden öka med 3–9 %. Med en högre mängd organiskt kol i marken förbättras strukturen och risken för erosion och därigenom näringsläckage minskar betydligt (Laxmar, 2015).

För att öka kolhalten i marken med hjälp av mellangrödor bör inga växtdelar föras bort, utan dessa ska låtas förmultna och på så sätt höja kolhalten. Då den ovanjordiska delen av växten avger större mängd koldioxid är det viktigt att välja en mellangröda som har ett stort rotsystem, då dessa bildar stabilare kolföreningar och avger mindre mängd koldioxid än den ovanjordiska delen (Kätterer, 2016). Att göra insatser för att öka skörden, till exempel ge en ökad kvävemängd till spannmålen och en väl avvägd växtföljd, ökar också kolhalten i marken eftersom grödan då har möjligheter att bilda mer rötter. Rötterna har upp till 2,3 gånger så stor förmåga att bilda stabil mull, vilket ökar kolhalten i marken, än ovanjordiska växtdelar (Kätterer, 2016).

När marken bearbetas blandas syre in, koldioxid frigörs, och nedbrytningen av mull påskyndas. Att bearbeta jorden i minsta möjliga mån, som det görs i ett no-tillsystem, är ett effektivt sätt att minska kolavgången från marken då det bidrar till att mullen bryts ner långsammare (Laxmar, 2015).

Biologisk aktivitet

No-tillsystemet är mer utbrett i USA än i Sverige och användandet av vintermellangrödor är betydligt vanligare. Där använder man ofta mellangrödor för att dessa ska luckra och bearbeta marken istället för att maskinellt bruka ner rester. Oftast används en blandning av olika grödor för att ge flera olika effekter på samma gång. Till exempel sås en blandning av rättika, råg och baljväxter för att djupluckra och samla växtnäringsämnen ur alven, sanera från nematoder och samtidigt samla kväve åt nästa huvudgröda (Ektander, 2013).

För att marken ska kunna ta upp de växtnäringsämnen som tillförs, dels genom konstgödning och dels genom nedbrytning av växtrester, krävs att det är god biologisk aktivitet i marken som kan utföra ekosystemtjänster (The Ohio State University, 2009). Den biologiska aktiviteten byggs upp genom att underhålla mikroberna med växtrester som de kan bryta ner året om. I annat fall livnär de sig på humus som finns i marken. Mikroberna både minskar läckage av kväve och fosfor från växtrester på hösten och ökar upptagningsförmågan av tillsatta växtnäringsämnen under huvudgrödans tillväxt. Genom att öka det mikrobiologiska livet i jorden ökas återcirkulationen av kväve, fosfor och kol och därigenom ökas avkastningen av huvudgrödan samtidigt som näringsläckaget minskar (The Ohio State University, 2009).

Mikroberna och de levande växterna konkurrerar dock om samma kväve i marken, vilket kan påverka grödan negativt eftersom mikroberna bryter ner kväve snabbare. Det är därför viktigt att se till att det finns tillräckligt mycket kväve i marken för både mikrober och växter (The Ohio State University, 2009).

Bekämpningsmedel och mekanisk bearbetning av marken dödar mikroorganismer oavsett om de är gynnande eller missgynnande för växterna. Genom att minska användandet av mekanisk bearbetning och bekämpningsmedel kommer mikroorganismerna i marken, och därigenom mullhalten, att öka (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007).

Växtföljdssjukdomar

I en växtföljd med raps är det viktigt att mellangrödorna inte uppförökar nematoder då dessa annars kan bli ett så stort problem att de ger skördeföruster. Genom att så nematodresistenta oljeväxter som mellangrödor störs nematodens livscykel och de kan inte föröka sig och nematodtrycket i växtföljden minskar. För att få en sanerande effekt av mellangrödan är det viktigt att ha ett tillräckligt tätt bestånd, att så tidigt på hösten och underlätta för rötterna att tränga djupt ner i marken. Rättika av resistent sorter har visat sig vara en bra gröda att använda för nematodsanering (Jordbruksverket, u.å.).

Även ogräs uppförökar växtföljdssjukdomar, såsom klumprotsjuka, och kan orsaka problem i odlingen. På grund av detta är det viktigt att reducera mängden ogräs i fält. Oljerättika som ska vara resistent mot klumprotsjuka kan även den i vissa fall angripas, likaså resistent rapsorter. Därför är det viktigt att vara uppmärksam efter tecken på sjukdomar och att inte så grödor som kan uppföröka specifika sjukdomar, oavsett om de är resistent eller ej (Wallenhammar, 2016). Då klumprotsjukan fortlever genom vilsporer är en genomtänkt växtföljd av högsta vikt och där måste även mellangrödor innefattas för att undvika uppförökning. Genom att ta prov på jorden kan klumprotsjuka upptäckas och jorden undvikas att odlas på. Undersökningar har visat att det kan ta upp till 17 år för en kraftigt klumprotsmittad jord att bli så fri från sjukdomen att det inte ger utslag på DNA-baserade provmetoder. Klumprotssporerna trivs bäst i en fuktig och något sur miljö. Flera studier har visat att den bästa etableringen av rättika är att etablera den direkt i växande spannmål i slutet av juli för att få en mellangröda som står emot klumprotsjuka väl (Wallenhammar, 2016).

Att odla vintermellangrödor har fördelen att de utgör en levnadsplats för växtgynnande insekter. Dessa begränsar antalet skadeinsekter genom att livnära sig på dem, eller genom att leva i skadeinsekter i sitt puppstadium. Genom att undvika att använda insekticider och erbjuda gynnande insekter livsförutsättningar kommer de att finnas tillgängliga att skydda huvudgrödan mot skadeinsekter redan på våren vid sådd (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007).

Genom att bruka jorden i minsta möjliga mån, och noggrant välja rätt tillfälle att så och bruka marken kan mellangrödor minska påverkan av insekter, sjukdomar, nematoder och ogräs på huvudgrödan. Forskning gjord i Georgia, USA, visar att grödor som odlas i biologisk aktiv jord i bra kondition klarar att stå emot skadegörare betydligt bättre än grödor som växer i jordar med lite biologisk aktivitet, för högt eller för lågt pH och dålig markstruktur (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007).

I ett växtodlingssystem där endast en göda är dominerande har specifika arter av nematoder stora möjligheter att leva och föröka sig, eftersom de har stor tillgång på just den grödan de är specialiserade på. I ett system där det finns många olika grödor i en välmående mullrik jord trivs betydligt fler arter av nematoder som konkurrerar med varandra och det tillåter inte att en art dominerar över någon annan. Genom att odla flera grödor samtidigt tillåts naturen genom biodiversitet bekämpa parasiterande nematoder (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007).

Exempel på olika arter som mellangrödor

Råg

Råg har en bra förmåga att samla kväve ur jorden, och skapar hög symbios med mykorrhizasvampar (Northern Great Plains Research Laboratory, 2016). Råg är bra att odla som mellangröda i en blandning av baljväxter, olika grässlager eller andra sädeslag. Även om den sås sent på säsongen kan råg producera en ansevärd mängd grönmassa och en omfattande rotmassa. Dessutom kan råg samla upp kväve samt med hjälp av sin allelopatiska förmåga bekämpa ogräs. Råg är lätt att etablera och växer även på marker som är mindre bördiga, sura, eller dåligt bearbetade. Eftersom den snabbt växer sig hög är det utmärkt att odla råg som vindskydd för andra grödor (Sustainable Agriculture Research and Education 1, 2007). Råg är vinterhärdig då den finns som både höst- och vårsått, men höstråg är vanligast förekommande (Fogelfors, 2015).

Facelia

Facelia är bra på att bilda samarbete med mykorrhizasvampar och drar till sig många nyttoinsekter. Det är en ettårig gröda som föredrar att växa i kallare områden och endast behöver en liten mängd vatten för att kunna växa. Facelia är en relativt högväxande gröda som har låg marktäckning och har låg tolerans för salthaltiga jordar (Northern Great Plains Research Laboratory, 2016). Facelia är inte vinterhärdig (Båth & Mårtensson, 1998).

Luddvicker

Luddvickerns huvudegenskap är att fixera kväve. Vid gynnsamma förhållanden kan en mellangröda av luddvicker substituera upp till 112 kg kväve per ha. Luddvicker är även bra på att binda fosfor från marken och förhindra att det lakas ut. Luddvicker har en ogrässanerande effekt, främst på våren då de döda resterna effektivt täcker marken och förhindrar ogräsfrö att gro. Resterna av luddvicker har även en viss allelopatisk förmåga. Luddvicker bidrar inte mycket till att bygga upp markens mullhalt eftersom dess organiska massa förmultnar helt på en ganska kort tid (Sustainable Agriculture Research

and Education, 2007). Luddvicker är vinterhärdig i södra Sverige när den sås sent (Båth & Mårtensson, 1998).

Cikoria

Cikoria är en perenn korsblommig växt med en djupluckrande pålrot. Den är mycket bra på att ta upp fritt kväve i marken och på så sätt hämma läckage. Cikoria bildar symbioser med mykorrhizasvampar och gynnar dessa. Dess främsta positiva egenskap är att de drar till sig stora mängder nyttoinsekter och gynnar pollinatörer. Cikorian växer i en hög stängel och missgynnar inte ogräset mycket. Den har dock ett högt proteininnehåll vilket är en fördel om betesdjur önskas i mellangrödan. Nackdelen med cikoria är att den, utan kemisk bekämpning, kan vara besvärlig att bli av med i huvudgrödan (Northern Great Plains Research Laboratory, 2016). Cikoria är vinterhärdig (Lindström, 2010).

Sudangräs

Sudangräs är inte särskilt beroende av specifika pH-värden i jorden, och kan klara nivåer från 5,0–9,0, vilket gör att de klarar sig bra i hårt brukade jordar. Rötterna är djupt penetrerande och är således effektiva till att åtgärda packskador. Genom att putsa ner den, och eventuellt skörda biomassa, när stjälken når en höjd av ca 1m gynnas rotutvecklingen. De skapar mycket biomassa vilket leder till en hög mullbildande förmåga. Sudangräs har en förmåga att störa livscykeln hos nematoder, vilket minskar trycket från dessa i efterkommande grödor (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007).

Resultat från svenska fältförsök visar dock att sudangräs har en dålig förmåga att konkurrera med ogräs i jämförelse med bovete, oljerättika och facelia. I både ogödslade och gödslade försök fanns markant fler ogräs hos sudangräs än hos de andra arterna (Hansson et al., 2017).

Sunnhampa

Sunnhampa är en ettårig kvävefixerande baljväxt. Plantan breder inte ut sig på marken, har en medelhög vattenförbrukning, och har god nematodhämmande förmåga. Sunnhampa används ofta som gröngödslingsgröda eller foder. Dock bör man vara noggrann vid val av sort då vissa sorter innehåller giftiga ämnen (Northern Great Plains Research Laboratory, 2016).

Trots att sunnhampa är en tropisk växt så kan den vara passande som vintermellangröda i vårt klimat. Den sätter inga frön när den odlas norr om 28:e breddgraden. Det är positivt när den används som mellangröda då man inte behöver kontrollera så att den inte fröar av sig och skapar problem i huvudgrödan. Den bör dock, på grund av sitt tropiska ursprung, sås relativt tidigt, gärna 8 veckor före första frosten för att utvecklas optimalt (Alwell, 2015).

Ettårigt rajgräs

Rajgräset är bra till att förhindra erosion. Det har ett grunt men mycket kraftigt rotsystem, vilket förbättrar infiltrationen och bidrar till en god struktur i matjorden. Rotsystemet i kombination med en hög produktion av organiskt material bidrar till att effektivt bygga upp en hög mullhalt i marken. Rajgräset är mycket bra på att ta upp löst kväve i marken och binda det i sina rötter och blad. Det förhindrar läckage och istället gör kvävet tillgängligt för en huvudgröda när gräset förmultnar (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007). Ettårigt rajgräs är frostkänslig och dör av under vintern (Båth & Mårtensson, 1998).

Blodklöver

Blodklöver är en kvävefixerande baljväxt, men som även tar upp löst kväve i marken och förhindrar läckage. Den har en snabb tillväxt och bidrar till uppbyggnaden av markens mullhalt. Dess låga växtsätt och det faktum att den inte är vinterhärdig gör det lätt att hantera resterna på våren. Blodklöver är en bra värdväxt som gynnar pollinatörer genom en god produktion av nektar. Den är även värdväxt till flertalet nyttoinsekter. (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007).

Bovete

Bovete gror snabbt och skapar snabbt ett tätt bladskikt. Den har en effektiv ogräs-sanerande effekt både genom att skugga marken, men också genom vissa allelopatiska egenskaper. Det vissnar på vintern och förmultnar snabbt på våren och avger då de näringsämnen som det har tagit upp på hösten.

Bovete sägs ha en god förmåga att extrahera fosfor från marken som stråsåd och gräs annars inte kommer åt. Bovetens tunna rötter skapar en fibrös, fint myllad matjord. Den intensiva blomningen drar effektivt till sig pollinatörer och andra nyttoinsekter. (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007). Bovete är frostkänslig (Fogelfors, 2015).

Rättika, Rova

Rättika och Rova har en allelopatisk effekt på marken. Genom att frigöra biotoxiner och metaboliska biprodukter har de en hämmande effekt på svampar, skadeinsekter och ogräs. Deras rötter är grova och i vissa fall mycket djupgående, ända ner till 2 m, vilket gör dem effektiva till att bekämpa djupa packningsskador. Brassicaväxter kommer att uppföröka vissa växtföljdssjukdomar som klumprotsjuka, vilket gör dem olämpliga att användas i växtföljder med raps. För att uppnå ett tillfredsställande resultat bör de sås relativt tidigt, varför de kan vara svåra att använda i växtföljder där raps eller andra kålväxter ingår (Sustainable Agriculture Research and Education, 2007). Rättika är inte helt frosttålig och överlever sällan kalla vintrar (Lindström, 2010).

Avdödning av vinterhärdiga vintermellangrödor inför vårsådd

Det är viktigt att avdöda vintermellangrödan i god tid. Bästa tidpunkten för att avdöda dem är antingen i blomning eller, för gräsen, i axgång. Det viktigaste är att ej låta mellangrödan fröa av sig då de lätt blir till okontrollerade ogräs istället för gynnande mellangrödor. För avdödning av vinterhärdiga åreuller och perenner finns några olika metoder (Jensen, 2015).

Roller Crimper

En roller crimper består av en trumma med blad som sitter i ett längsgående v-format mönster som syftar till att trycka ned mellangrödan och krossa dess stjälkar vilket stoppar vatten- och näringstransporten mellan växten och dess rötter. Med detta system uppnår man 90–100 % avdödning av mellangrödan. Samtidigt som man, med rätt täckning, lägger den ned mot marken och kan skapa ett täckande skikt som förhindrar att ogräs kan gro. Nackdelen med en roller crimper är att den bara har visat sig effektiv mot åreulla och vinteråreulla växter. När man använt den på perenna arter har effekten varit mycket begränsad (Rodale institute, u.å.).

Roller crimper är ett verktyg man kan använda sig av för att avdöda vinterhärdiga mellangrödor utan att använda sig av kemiska preparat. Det innefattar ej heller något brukande av jorden, vilket möjliggör användandet av vinterhärdiga mellangrödor även i ekologiska odlingsystem (Rodale institute, u.å.).

Kemisk avdödning

Man kan använda sig av kemiska preparat för att avdöda en vinterhärdig eller perenn mellangröda (Kemikalieinspektionen, 2017).

Nedmyllning

Alla typer av vintermellangrödor kan myllas ner för att på så vis avdödas. Om man nyttjar vissa högväxta arter kan det vara lämpligt att först putsa ner dem, för att säkerställa en god nedmyllning samt förhindra att de fastnar i en kultivator. Om man använder sig av denna metod bör man bruka ned mellangrödan 2–3 veckor innan sådd eftersom dess växtrester binder upp kväve som huvudgrödan inte annars kommer åt. Vissa mellangrödor har allelopatiska förmågor vilka förhindrar att frön gror vilket ytterligare motiverar till att utföra nedmyllningen i tid (Jensen, 2015).

Putsning

Ettåriga växter kan vanligtvis dödas genom att man putsar ner dem då de är i blomnings- eller axgångsstadiet. Man bör sedan vänta ett par dagar så resterna hinner börja vissna innan man myllar ner dem eller så i växtresterna. I annat fall kan de ha en tendens att fastna och ställa till problem i maskinerna (Jensen, 2015).

Yrkesutövares erfarenheter

Dan Forgey, South Dakota, USA

Intervjuad av SARE, Sustainable Agriculture Research and Education.

Dan Forgey jobbar som driftledare för jordbruket på en gård med både odling och djurhållning i South Dakota. Här odlar man ca 3640 ha vete, majs och soja. Man har drivit odlingen som no-till under 17 år.

När man började bruka jorden för växtodling på den nordamerikanska prärien höll den en mullhalt på 5–6 %. Detta borgade för goda avkastningar som tillsammans med till synes oändligt stora arealer ledde till ett intensivt uppbrukande av prärien. Vid denna tid brukades all areal med plog och harv som till en början var dragna av dragdjur, som senare ersattes med traktorer. Den intensiva bearbetningen kombinerat med en odling av annuella och vinterannuella grödor ledde till att marken låg öppen och obeväxt under stora delar av året. När marken efterhand förlorade sin mullhalt blev bördigheten sämre och skördarna minskade. Då började man tillföra växtnäring i form av mineralgödsel, eller som Forgey kallar det “manmade fertilisers”.

För 17 år sedan när han valde att gå över till no-till var mullhalten nere på omkring 1%. Forgey menar att minskningen av mullhalten beror på att man lämnar jorden oskyddad. Vid no-till lämnar man ett skyddande skikt “soil armor” av skörderester på ytan, vilket skyddar jorden och bryts ner till organiskt material som bidrar till att återföra mullen till marken. Minskningen av mullhalten tog lång tid, men under de sista 10 åren med no-till och mellangrödor har Forgey kunnat höja mullhalten i marken med 1,2 procentenheter, vilket han är mycket nöjd med. Innan man började med no-till var jorden seg och livlös, aggregatbildningen var nästan helt obefintlig. Han menar att vintermellangrödorna har bidragit mycket till att höja hastigheten av mullens återbildande.

När han första gången sådde en mellangröda var det mest på försök efter att ha hört om andra som gjorde det. Han visste inte riktigt varför och inte heller vad han ville uppnå med det. Året därpå kom han i kontakt med SARE, Sustainable Agriculture Research & Education, som hjälpte honom med provtagningar och med att ta fram ett antal olika blandningar av mellangrödor. De utförde försök med olika blandningar och nollremсор.

Man var mycket nöjd med avkastningen på majsens som såddes efter en mellangrödsblandning av linser och raps. Linserna bidrog med att fixera kväve och rapsen bidrog med att luckra marken samt skapa biologiskt material. Sedan dess har han provat flera olika blandningar av vintermellangrödor och säger att han fortfarande har mycket att lära sig, men börjar få en bra aning om var han vill komma i framtiden.

Forgeys växtföljd är idag; höstvetete, vintermellangröda, majs, soja/solrosor, vårvete. Blandningen han använder som mellangröda idag består av linser, rättika och havre. Linserna är kvävefixerande och minskar behovet av tillförd gödning. Rättikan har en djup rot som hjälper till att luckra jorden och minska markpackningen samtidigt som den bidrar med mycket biologiskt material. Havren samlar effektivt upp fria näringsämnen i jorden och förhindrar att de läcker ut samtidigt som de har ett fibröst rotsystem som skapar god struktur i markens övre skikt.

Forgey menar att no-tillsystemet är en process som tar tid och ju längre du håller på desto bättre blir det. Efter 6–7 år kan man börja se förändringar i jordstrukturen och efter ca 10 år börjar det verkligen hända saker med en höjning av mullhalten. Förekomsten av maskar och andra mikroorganismer ökar. Aggregatbildningen förbättras, rotmassan i jorden ökar och man får en jord som är mer fibrös och smular sönder. Även vatteninfiltrationen förbättras.

Mellangrödorna handlar om att mata jorden, menar Forgey. Genom att öka innehållet av organiskt material får man mer mikroorganismer i jorden, vilket leder till mer välmående grödor som i sin tur ger en högre avkastning. “Lägg mindre gödning och använd organiskt material istället” säger Forgey. Man ska inte överanvända kväve- och fosforgödsel om man inte verkligen behöver det. Det kan utarma marken. Man måste bedriva ett hållbart jordbruk för framtiden. Marken är villig att arbeta för lantbrukaren, men man måste bara lära sig att dra nytta av den utan att misshandla den. Genom att använda sig av no-till och vintermellangrödor kan man hjälpa marken att arbeta för sig, precis som den gjorde när den var naturlig gräsmark.

Forgey spenderar mycket tid åt efterforskning innan han påbörjar sina idéer i verkligheten. SARE har varit till stor hjälp för honom i detta. Trots en mycket lyckad omställning och positiv utveckling kan Forgey ändå se nackdelar med systemet. Den största menar han är under torra år, eftersom mellangrödan förbrukar ca 50 mm vatten i marken under hösten och våren, vilket då kommer att saknas för huvudgrödan. Å andra sidan menar han att detta är till fördel under blöta förhållanden då man kan komma ut i fälten utan att köra sönder dem då mellangrödan har transporterat bort vatten. Trots detta tycker han att vinsterna mer än väl överväger riskerna som uppstår med en större bortförsel av vatten.

Forgey har även under senare år börjat att integrera boskap i sin växtodling genom att låta beta mellangrödan på hösten. Detta är något som han ser mycket positivt på då mellangrödorna kan komma att göra nytta både för djuren och för marken. Man slipper ju köra hem foder och köra ut gödsel säger han. Samtidigt menar han att jorden mår bra av att trampas på av djuren. “Det är en win-win situation helt enkelt”.

Slutligen har man kunnat observera en ökning av skördarna, 18–20 bu/ac, vilket motsvarar 1134–1260 kg/ha, hos kärnmajsens. Samtidigt som lönsamheten har ökat med \$35 per ha och år (Sustainable Agriculture Research and Education, 2010).

Jimmy Standefer, Tennessee, USA

Intervjuad av NRCS, Natural Resources Conservation Service.

Jimmy Standefer berättar att år 1967 var no-till en nyhet. Som ung lantbrukare drev han gården tillsammans med sin far, han blev nyfiken och när grannen köpte en no-tillsåmaskin beslutade han sig för att prova den nya tekniken på ett fält. Vid den tiden hade han ingen kunskap om no-till och fältet som han lät så med grannens maskin blev misslyckat på grund av att han inte hade kontroll på ogräsen. Han beslutade sig då för att inte fortsätta med no-till.

Tre år senare hade Standefer skaffat sig mera kunskap och gått på flera seminarier som behandlade ämnet och beslöt sig för att prova på no-till igen. Han valde då att så in majs i en mellangröda bestående av vete och blodklöver. Detta var 1970. Det blev ett torrt år och de konventionellt brukade fälten gav dålig skörd, men där man sått in majsen med no-till i mellangröda blev det en bra skörd. Då beslutade Standefer och hans far att fortsätta med no-till, men de hade fortfarande ingen egen maskin utan lejde in sådden av en granne som hade en 4 radig Allis Chalmers.

Standefer började då spara ihop pengar till att köpa en egen no-till maskin och 1974 köpte han en 4 radig John Deere, som han fortfarande använder. Sedan dess har han inte brukat någon mark på konventionellt vis.

Han berättar hur han fått hjälp av NRCS, Natural Resources Conservation Service, med att ta fram en artblandning att använda som mellangröda. Han valde en blandning, av 6 olika arter, som han är mycket nöjd med. Den består av; råg, vete, foderärt, blodklöver, rättika och majrova. Han berättar att detta blev en stor utveckling av vad han har hållit på med i över 40 år, då han aldrig tidigare haft så många olika arter i sin blandning. Standefer berättar att han upplever att ju fler olika arter man har i blandningen desto bättre blir resultatet. Han berättar att han tycker att det blir ett bättre skydd för marken, större förekomst av mask och mer organiskt material i jorden.

När han studerar sina fält ser han hur mikrolivet har kommit från åkerkanterna och sedan växt fram över fältet. Alla mikroorganismer är fördelaktiga, de hjälper till att bryta ner allt biologiskt material, vilket frigör näringsämnen åt grödan säger Standefer.

Andra fördelar som han observerat genom åren är att vattnet blivit renare och att problemen med erosion är i stort sett borta. Han har även drastiskt kunna minska mängden mineralgödsel som tillförs huvudgrödan, vilket han ser som en stor fördel vid dagens höga gödningspriser. Med allt biologiskt material som bryts ner till näringsämnen av mikroorganismer. Standefer menar att han odlar sin egen gödning nästan gratis, bortsett från kostnaden för frö och etablering, som han anser försumbart med tanke på dagens priser på gödning. Han har observerat dessa gödningseffekter under lång tid och tycker att effekterna blir bättre för vart år med no-till och mellangrödor. I år har han endast spridit mycket små mängder av mineralgödsel i form av fosfor och kalium.

Han har också en kraftigt reducerad användning av kemiska bekämpningsmedel, då han upptäckt att när den midjehöga mellangrödan fryser ihjäl under vintern och lägger sig på marken bildas ett skikt som kväver allt ogräs och han behöver inte spruta för att få bort ogräset.

Vidare ser han en stor fördel i bränslebesparingar när man slipper köra runt och dra plogar, tallriksredskap och harvar över fälten. Standefer säger att vid konventionellt brukande av jorden dödar man för varje körning allt fler goda mikroorganismer i jorden som hjälper till att hålla balansen (United States Department of Agriculture, u.å.).

Emil Jakobsson, Gotland

Intervjuad av Andreas Campbell och Sissela Campbell.

Emil Jakobsson bedriver lantbruk tillsammans med sin far och farbror på östra Gotland där de har växtodling och köttjursuppfödning. Han har sökt EU-stöd för mellangrödor som är ett femårigt åtagande där man odlar specifika grödor i renbestånd. Jakobsson åtog sig uppdraget 2016 och har odlat en omgång med vintermellangrödor. Han valde att så rättika det första året för att få en bättre markstruktur och luckra upp jordar som packats av tunga maskiner. Han etablerade rättikan genom att så den direkt i stubben efter skörd med en Överum-såmaskin med släpbill. Rättikan brukades ner under vintern. Mellangrödan såddes försent och gav därför inte så mycket grönmassa som var önskat.

Resultatet han såg var inte så stort men han har goda förhoppningar om att få ett långsiktigt resultat med bättre struktur och ökad kolhalt i marken. Jakobsson säger att han ska fortsätta att så mellangrödor med fokus på att luckra upp packningsskador, men vill ha en gröda som även ger mer biomassa. Han är nyfiken på att så något grässlåg nästa gång men tvekar eftersom han för några år sedan gjorde ett försök med rajgräs som var så svår att avdöda att det blev ett ogräs i efterkommande huvudgröda. I år funderar han på att så rättikan i växande gröda för att få en tidigare etablering och därigenom mer grönmassa.

Klumprotssjuka är inget som Jakobsson har problem med i sin växtodling och han har en uppfattning av att det inte är särskilt vanligt förekommande på Gotland då marken har ett högt pH-värde, då berggrunden består av kalksten. Därför är han bekväm i att låta rättika förekomma i växtföljden, trots att den annars verkar uppförökande på klumprotssjuka.

Idag brukar Jakobsson sin mark genom reducerad bearbetning och plöjer endast då han ska bryta vallen eftersom han inte ser någon annan utväg då den ska avdödas. I framtiden vill han dra ner på bearbetningen av marken. Han ser det femåriga åtagandet som träning då han under tiden får bättre erfarenhet av mellangrödor. När åtagandet är slut vill han så mellangrödor som är blandningar av olika arter för att få en mer heltäckande effekt av dem.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Artmixer av vintermellangrödor

I vår växtföljd, som består av åkerböna, höstvetete, mellangröda 1, malkorn, höstkorn, raps/ mellangröda 2 före lin, höstvetete, och mellangröda 3, har vi kommit fram till tre olika sortblandningar till mellangrödorna. Se bilaga 1. Eftersom Milner-Smyth (2014) skriver att mellangrödornas egenskaper utnyttjas som bäst när de odlas flera ihop har vi valt att göra en blandning av olika sorter. Den första blandningen, med benämning vintermellangrödemix 1, ska vara mellan huvudgrödorna höstvetete och malkorn och har fokus på att samla kväve, luckra marken och ogrässanera. Den andra blandningen, med benämning vintermellangrödemix 2, mellan höstkorn och lin i växtföljden, ska vara djuprotande, förbruka små vattenmängder, och ge lite mängd ovanjordiska växtrester. Den sista mellangrödorna, med benämning vintermellangrödemix 3, som är placerad mellan höstvetete och åkerböna ska ge stora mängder biomassa och vara ogrässanerande.

Vid framtagandet av mixerna har vi använt oss av en mall som tar hänsyn till 8 olika egenskaper hos mellangrödearten. Dessa viktas med olika koefficienter beroende på vilken huvudgröda som är förfrukt samt vilken gröda som kommer att etableras efter mellangrödorna. Vi har även delat in arterna efter 4 olika kategorier; djupluckrande, gräs, baljväxter och biodiversifierande. De individuella arternas egenskaper poängsätts bara utifrån hur effektiv dess egenskap är i förhållande till de andra arterna inom samma kategori. Syftet är att vid framtagandet av mixen alltid ta med minst en art från varje kategori för att de skall kunna komplettera varandras egenskaper och skapa biodiversitetsfördelar.

Värt att notera med detta är att även om detta verktyg har varit till stor användning så är det långt ifrån en komplett guide för att göra ett urval till sin mellangrödemix. Eftersom vi har haft begränsade tidsresurser har vi bara tagit hänsyn till 8 olika egenskaper, vilket lämnar många egenskaper, både positiva och negativa, obehandlade. Dessutom har vi bara tagit hänsyn till 11 olika arter av mellangrödor. För att utveckla detta verktyg bör man utveckla både antalet egenskaper samt antalet arter avsevärt. Se bilaga 1.

Mellangrödemix 1: råg, facelia, luddvicker, cikoria, sudangräs och bovete.

Önskade huvudegenskaper hos vintermellangrödorna: fixera kväve, ta upp kväve, luckra marken och verka ogrässanerande.

Råg valde vi för dess, enligt Northern Great Plains Research Laboratory (2016), kvävebindande förmåga då höstvetete gödslas med stora mängder kväve. Detta leder till att det även finns stora mängder kväve kvar, fritt i jorden, som höstvetete inte kunnat ta upp, vilket riskerar att lakas ut eller tas upp av ogräs. Råg har även allelopatiska egenskaper som förhindrar ogräs att växa.

Mellangrödsmixen etableras direkt i stubben med en no-tillsåmaskin så snart som möjligt efter trösket. Eftersom höstvetete tröskas relativt sent kommer mellangrödorna etableras i början till mitten av september.

Facelia är ett bra habitat för nyttoinsekter skrev Northern Great Plains Research Laboratory (2016), vilket är gynnsamt för malkorn eftersom vi då förhoppningsvis inte behöver bespruta lika mycket insekticidmedel. Facelia bidrar också enligt Northern Great Plains Research Laboratory (2016) med en förbättrad symbios med mykorrhizasvampar, vilket ger växten bättre fosforupptagningsförmåga, enligt Dokumentärfilm (2017).

Luddvicker har enligt Sustainable Agriculture Research and Education (2007) en god kvävefixerande förmåga, vilket är önskvärt för det kommande malkornet. Luddvickerns växtrester kväver effektivt ogräs på våren, vilket gynnar malkornets konkurrensförmåga. Vi valde luddvicker eftersom den enligt Niléhn (2016) både i renbestånd och, som här, odlad i blandningar av andra mellangrödor ger höga avkastningar på nästkommande huvudgröda. Detta eftersom luddvicker fixerar stora mängder kväve. Eftersom luddvicker är en baljväxt med stora kvävefixerande förmågor är det nödvändigt att ha med grödan i blandningen, eftersom denna mellangröda måste förse huvudgrödan, malkorn, med kväve. The Ohio State University (2009) skriver att en baljväxt inte alltid klarar av att förse huvudgrödan med tillräckligt stor mängd kväve efter en så krävande gröda som spannmål, så därför räknar vi med att trots mellangrödan få gödsla med kväve till malkornet.

Cikoria med sin djupgående pålrot har förmåga att ta upp kväve långt ner i markprofilen, enligt Northern Great Plains Research Laboratory (2016). Grödan gynnar nyttoinsekter och pollinatörer samt mykorrhizasymbiosen.

Sudangräs har en förmåga att med sina rötter tränga genom packnings-skadade markpartier enligt Sustainable Agriculture Research and Education (2007) och därigenom luckra upp den packade jorden. Enligt Sustainable Agriculture Research and Education (2007) skapar gräset stora mängder biomassa, vilket är gynnsamt för jordens mullhalt på lång sikt, enligt Niléhn (2016).

Bovete är både snabbväxande och har vissa allelopatiska egenskaper skriver Sustainable Agriculture Research and Education (2007). Bovete är utmärkt på att ta upp näringsämnen som finns fria i marken efter föregående gröda. Enligt Sustainable Agriculture Research and Education (2007) bryts dessutom boveten snabbt ner på våren vilket gör att näringsämnena som den tagit upp under hösten snabbt blir tillgängliga för kornet.

Mellangrödemix 2: Råg, blodklöver, sunnhampa, facelia, rova och rättika.

Önskade huvudegenskaper hos vintermellangrödan: Djupluckra, Förbruka en liten mängd vatten och Lämna liten mängd ovanjordiska växtrester. Eftersom höstkornet tröskas relativt tidigt, runt månadsskiftet juli-augusti kan etableringen av mellangrödan ske relativt tidigt. Etableringen sker med en no-tillsåmaskin under första halvan av augusti utan föregående bearbetning.

Råg har enligt Sustainable Agriculture Research and Education (2007), en allelopatisk förmåga och ger även stora mängder rötter som ger biomassa. Båda egenskaperna är vad vi önskar åstadkomma med mellangrödan. Den allelopatiska förmågan gynnar linets svaga konkurrenskraft tidigt på säsongen, vilket är vad vi till stor del eftersträvar med mixen.

Blodklöver är enligt Sustainable Agriculture Research and Education (2007) lågväxande, vilket är bra för denna mellangröda då vi inte vill ha särskilt stora mängder växtrester till huvudgrödan. Blodklöver är kvävefixerande.

Sunnhampa är enligt Northern Great Plains Research Laboratory (2016) en bra hemvist för pollinatörer, vilket gynnar både insekterna och huvudgrödan.

Facelia är ett bra habitat för nyttoinsekter, skriver Northern Great Plains Research Laboratory (2016), vilket är gynnsamt för lin eftersom vi då förhoppningsvis inte behöver bespruta lika mycket med insekticidmedel. Facelia bidrar också enligt Northern Great Plains Research Laboratory (2016) med en förbättrad symbios med mykorrhizasvampar, vilket ger växten en bättre fosforupptagningsförmåga, enligt Dokumentärfilm (2017).

Rova har en djupgående rot och kan därför luckra upp packningsskadade jordar. Eftersom rova är av brassicasläktet finns det risk att uppföröka klumprotsjuka skriver Sustainable Agriculture Research and Education (2007). Enligt Wallenhammar (2016) är det olämpligt att odla mellangrödor som kan uppföröka klumprotsjuka på smittade jordar, så det är ytterst viktigt att provta jorden innan man odlar just denna mellangröda. Eftersom raps endast förekommer i växtföljden var annan sekvens, då raps annars byts mot lin, är det inte lika stor risk att rapsen tar skada av klumprotsjukan som rovan eventuellt uppförökar.

Även rättika har allelopatiska egenskaper menar Sustainable Agriculture Research and Education (2007) och skriver att dess kemiska rester påverkar svampar, ogräs och skadeinsekter. Jordbruksverket (u.å.) menar att det finns klumprotresistenta rättikasorter som inte ska uppföröka sjukdomen, men Wallenhammar (2016) skriver att även resistenta sorter i vissa fall kan angripas. Den djupgående roten har enligt Jordbruksverket (u.å.) utmärkta egenskaper för att luckra marken och ta upp läckt kväve då rötterna kan bli upp till 240 cm långa.

Mellangrödemix 3: Ettårigt rajgräs, blodklöver, cikoria, bovete och sudangräs. Önskade huvudegenskaper hos vintermellangrödan: Skapa stor mängd biomassa och Verka ogrässanerande. Återigen sker etableringen med en no-tillsåmaskin i börjanmitten av september. Etableringen sker utan föregående bearbetning av stubben.

Ettårigt rajgräs har ett stort rotsystem som verkar luckrande och ger marken en god struktur, menar Sustainable Agriculture Research and Education (2007). Grödan har även förmåga att ta upp löst kväve ur marken.

Cikoria är bra på att samla läckt kväve ur marken och är framförallt en god hemvist för nyttoinsekter och pollinerare. Dock har plantan inte särskilt god marktäckning då den bildar en hög stängel när den växer enligt Northern Great Plains Research Laboratory (2016).

Sudangräs skapar stora mängder biomassa i både rötter och växtdelen ovan jord, speciellt om det putsas ner efter ett tag, menar Sustainable Agriculture Research and Education (2007). Grödan klarar av att växa i hårt brukade jordar med både höga och låga pH-värden.

Blodklöver är, enligt Sustainable Agriculture Research and Education (2007), lågväxande. Den är även kvävefixerande. Den tar även upp viss mängd fritt kväve från marken och förhindrar urlakning.

Bovete är både snabbväxande och har vissa allelopatiska egenskaper. Grödan är utmärkt på att ta upp näringsämnen som finns fria i marken efter föregående gröda. Bovetet bryts dessutom snabbt ner på våren vilket gör att näringsämnena som den tagit upp under hösten snabbt blir tillgängliga för huvudgrödan menar Sustainable Agriculture Research and Education (2007).

Slutdiskussion

Det har påvisats att användandet av mellangrödor kan ha en stor inverkan på markens bördighet. Olika arter för med sig olika egenskaper som bidrar till en synergieffekt som aktivt kan öka vårt odlingsresultat. Råg som exempel har goda förmågor att binda fritt kväve i marken, som inte har tagits upp av huvudgrödan, under odlingssäsongen. Därutöver bildar rågen ett fibröst rotsystem som förbättrar strukturen i det grunda matjordslagret. Den bildar dessutom en stor mängd organiskt material vilket blir till föda för mikroorganismerna och bildar mull. Rättika är likt rågen effektiv på att binda lösa näringsämnen i jorden men den gör detta på ett betydligt större djup vilket leder till att dess rötter är djupluckrande. Luddvicker är en effektiv kvävefixerare och binder snabbt stora mängder kväve från luften. Den är dessutom lätt nedbrytbar vilket gör att det fixerade kvävet blir tillgängligt redan för nästkommande huvudgröda. Att enbart nyttja en art av mellangröda kan ge positiva effekter, men för att verkligen uppnå ett långsiktigt positivt resultat erfordras att man använder sig av mellangrödor i blandningar för att återställa det biologiska samspelet i marken.

Vi har gjort försök med att använda oss av redan utvecklade och etablerade webbaserade verktyg för att välja ut de arter som vi önskar att ingå i vår mellangrödemix. Det verktyget som var mest användarvänligt var OSCAR (Optimising Subsidiary Crop Applications in Rotations, 2014). Tyvärr gav detta verktyget ej ett tillfredställande resultat då det främst verkar vara utvecklat i syftet att så mellangrödor i renbestånd. Vidare så anser vi att viktningarna som nyttjas i programmet inte är applicerbara. Då vi gjorde ett försök att utvärdera vår mellangrödemix som ska sås före lin i växtföljden fick vi mycket konstigt resultat. Prioriterade egenskaper före lin sattes till att vara Djuprotade, Kväveupptagande, Ogrässanerande och Ge en låg mängd biomassa. Resultatet som OSCAR gav oss visar på att luddvicker skulle vara den i särklass mest lämpliga mellangrödan före lin vilken enligt vår undersökning inte är utmärkande inom någon av dessa egenskaper utan främst tjänar som en mycket god kvävefixerare, något som inte önskas före lin i växtföljden. Programmet ger ej heller användaren någon möjlighet att sortera bort arter som är av vissa släktskaper och därigenom kan ge upphov till allvarliga växtföljdssjukdommar.

Genom att implementera mixen i kombination med no-till ger man de biologiska systemen maximal frihet att interagera. Det är tidigare bevisat att no-till främjar de biologiska systemen och aktivt bidrar till högre biologisk aktivitet i marken samtidigt som mullhalten ökar. Att använda sig av det ena utan det andra torde ge en viss effekt,

men genom att kombinera både no-till och mellangrödsblandningar i växtodlingen snabbas till en början processen upp och ger på lång sikt ett bättre resultat.

Både no-till och ett intensivt användande av mellangrödor för med sig ett antal negativa egenskaper såväl som positiva. De negativa egenskaperna kan utgöras av ett högre tryck av svampsjukdomar, packningsskador och olika växtföljdssjukdomar. För att kunna hantera dessa negativa effekter krävs av oss som odlare en mycket större medvetenhet om hur dessa problem uppkommer och hur de kan bekämpas. Inverkan av en god växtföljd kommer att öka samtidigt som man kommer att behöva ha en större kapacitet på sina redskap för att kunna utföra åtgärder vid lämpliga tillfällen. Ett överdrivet användande av kemiska preparat för att bekämpa dessa problem är inte att föredra då dessa preparat inte är tillräckligt selektiva och kommer, förutom skadegöraren, även att utplåna flera nyttogörande organismer.

Etableringen av mellangrödemixerna kommer att ske med en no-tillsåmaskin direkt efter trösket, utan föregående bearbetning. När mellangröderna ska avdödas före vårsådd kan man dra slutsatsen att putsning och rollercrimper kan vara svåra metoder att applicera under våra förutsättningar. För att dessa insatser ska uppnå tillfredställande effekt på avdödningen krävs att mellangrödan befinner sig i blomning eller axgång. Eftersom vi kommer att vilja etablera vår huvudgröda tidigare än så återstår bara alternativet att avdöda mellangrödan på kemiskt vis. Under förutsättningen att man inte velat begränsa sig till no-till hade man givetvis även kunnat avdöda mellangrödan genom en aggressiv bearbetning.

Markens bördighet är ett komplext system som utgörs av många olika parametrar där avsaknaden av en enstaka egenskap kan förringa effekten av flera positiva. Kunskapen om dessa system och hur de verkar i intensivt odlad jordbruksmark är generellt låg. Det finns mycket forskning utförd på mellangrödors effekter i renbestånd eller i blandningar som inte stimulerar biodiversiteten. Man har således lyckats urskilja många av de enskilda arternas positiva egenskaper, men har på vetenskaplig nivå dålig kunskap om hur biologiska samspel och synergieffekter påverkar odlingen. Den mesta informationen om detta kommer från jordbrukare som under många års tid provat sig fram och upptäckt att de mer komplexa blandningarna för med sig många fler positiva effekter. I framtiden behövs mer forskning på hur biologiska system påverkar vår mark och hur vi kan nyttja dessa för att få en mer hållbar livsmedelsframställning.

Mycket av vår information kommer från USA där man arbetat praktiskt med de olika tekniker under många år och lyckats prova sig fram till olika resultat. Det har gett goda resultat under deras förutsättningar. Det råder således viss osäkerhet huruvida dessa resultat är direkt applicerbara under våra förutsättningar. Vår bedömning är att vinsterna i dessa tekniker är tillräckligt stora för att ta risken att försöka implementera dem under våra förhållanden.

REFERENSER

Skriftliga

AHDB cereals & oilseeds (2015). *Opportunities for cover crop in conventional arable rotations*. Tillgänglig: <https://cereals.ahdb.org.uk/media/655816/is41-opportunities-for-cover-crops-in-conventional-arable-rotations.pdf> [2017-05-11]

Alwell, A (2015). Sunn hemp gains popularity as a stress-tolerant cover crop. *Organic Broadcaster*, maj/juni.

Aronsson, H, Bergkvist, G, Stenberg, M & Wallenhammar, A-C (2012). *Gröda mellan grödorna - samlad kunskap om fånggrödor*. Jönköping: Jordbruksverket (Rapport 2012:21)

Båth, B & Mårtensson, A (1998). *Användning av fånggrödor i frilandsgrönsaker*. Uppsala: Jordbruksverket. Tillgänglig: <http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN98-08/JIN98-08.HTM> [2017-05-29]

Dokumentärfilm (2017). Sista skörden. [TV-program] Tina-Marie Qwiberg, Sveriges television, 25 april.

Ektander, V. (2013). Mellangrödor har stor potential. *Jordbruksaktuellt*, 12 december 2013.

Fogelfors, H (2015). *Vår mat - odling av åker-och trädgårdsgrödor*. Lund: Studentlitteratur.

af Geijersstam, L (2001) *Kvävefixering hos baljväxter i svenska jordar vid lågt pH-värde*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/rapport_ekologi_vaxtproduktion/REV03/REV03.PDF [2017-05-29]

Hansson, D, Prade, T, Tufvesson, L & Svensson, S-E (2017). *Sommarmellangrödors ogräsbekämpande egenskaper - resultat från två fältförsök 2016*. Alnarp: Institutionen för biosystem och teknologi.

Jensen, E (2015). Cover crop basics. *Rodale's Organic Life*, 8 juli.

Jordbruksverket (u.å.). *Senap och rättika som fånggrödor*. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr146.pdf [2017-04-18]

Kemikalieinspektionen (2017). *Roundup ultra*. Tillgänglig: <http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=7603&produktVersionId=15204> [2017-05-11]

Kätterer, T (2016). *Odlingsåtgärder som leder till kolinlagring i marken*. Opublicerat manuskript. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för ekologi.

Laxmar, E (2015). Bättre koll på kolet. *Lantbrukets affärer*, 17 juli.

Lindström, s (2010). *Fröblandningar för den biologiska mångfalden på slätten*. Borby: Hushållningssällskapet i Kristianstad. Tillgänglig: <https://www.jordbruksverket.se/download/18.4b2051c513030542a9280004684/Fr%C3%B6blandningar+som+gynnar+f%C3%A5glar+och+insekter.pdf> [2017-05-29]

Milner-Smyth, A (2014). High plant diversity a must for effective cover crops. *The cutting edge*, sommarupplagan.

Niléhn, A (2016). Viktiga grödor på rena växtodlingsgårdar. *Lantbruksnytt*, 21 november.

Northern Great Plains Research Laboratory (2016). *Cover crop chart*. Tillgänglig: https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/30640500/CCC/CCC%202016_1.22.16_final.pdf [2017-05-03]

Optimising Subsidiary Crop Applications in Rotations (2014). *The cover crop and living mulch toolbox*. Tillgänglig: <https://web5.wzw.tum.de/oscar/toolbox/database/database.html> [2017-05-30]

Phillips, S, & Young, H, (1973). *No-Tillage Farming*. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin.

Rodale institute (u.å.). *Roller crimper*. Tillgänglig: <http://rodaleinstitute.org/our-work/organic-no-till/roller-crimper/> [2017-05-11]

Sjöberg, J (2005). *Arbuscular Mycorrhizal Fungi - Occurrence in Sweden and Interaction with a Plant Pathogenic Fungus in Barley*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Sustainable Agriculture Research and Education 1 (2007). *Managing cover crops profitably*. 3 uppl. Maryland: United Book Press, Inc.

Sustainable Agriculture Research and Education 2 (2010). *Adding cover crops to a no-till system*. Tillgänglig: <http://www.sare.org/Learning-Center/Multimedia/Videos-from-the-Field/Adding-Cover-Crops-to-a-No-Till-System> [2017-05-11]

Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology*. 4 ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.

The Ohio State University (2009). *Using Cover Crops to Convert to No-till*. Ohio: The Ohio State University. [Broschyr] [2017-04-19]

United States Department of Agriculture 1 (2016). *Economic case study*. Tillgänglig: https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA_NRCSCconsumption/download?cid=nrcseprd1298850&ext=pdf [2017-04-20]

United States Department of Agriculture 2 (u.å.). *Soil health*. Tillgänglig: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/tn/soils/health/> [2017-05-11]

Wallenhammar, A-C (2016). Konsten att hantera klumprotsjuka. *Svensk frötidning*. 3 december

Muntliga

Emil Jakobsson, lantbrukare i Ala Gotland, 7/5 2017

BILAGOR

Bilaga 1

Verktyg vid framtagande av mellangrödemixer

Vintermellangröda 1

Kriterie/egenskap		k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	Summa	Kommentar
	vikt	3	3	2	3	-10	1	2	1		
Gräs											
Råg	0, 0,5, 1	0	1	0	0	0	0,5	1	0,5	5,5	
Ettårigt rajgräs	0, 0,5, 1	0	1	0	0	0	1	0,5	1	5	
Baljväxt											
Blodklöver	0, 0,5, 1	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	5,5	
Luddvicker	0, 0,5, 1	1	0	1	0	0	0	0,5	0,5	6	
Sunnhampa	0, 0,5, 1	0,5	0	0,5	0	0	1	0,5	0,5	4,5	Går bort; sen sådd
Biogynnande											
Facelia	0, 0,5, 1	0	1	0	0,5	0	0,5	0	0	5	
Cikoria	0, 0,5, 1	0	1	0	0,5	0	0,5	0	0	5	
Bovete	0, 0,5, 1	0	0,5	1	0	0	1	1	0,5	6,5	
Djupluckrande											
Sudangräs	0, 0,5, 1	0	0	0	1	0	1	0	0	4	
Rättika	0, 0,5, 1	0	0,5	0	1	0,5	0,5	0,5	0	1	Går bort; klumprot
Rova	0, 0,5, 1	0	0,5	0	0,5	1	0,5	0,5	0	-5,5	Går bort; klumprot

k1 N-fix
 k2 N-fång
 k3 N-släpp lätt
 k4 Djuprot
 k5 klumprot
 k6 mullbildande
 k7 ogrässanerande
 k8 Fibrösa rotsys

Vintermellangröda 2

Kriterie/egenskap		k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	Summa	Kommentar
	vikt	1	2	-2	3	0	2	3	2		
Gräs											
Råg	0, 0,5, 1	0	1	0	0	0	0,5	1	0,5	6	
Ettårigt rajgräs	0, 0,5, 1	0	1	0	0	0	1	0,5	1	5,5	
Baljväxt											
Blodklöver	0, 0,5, 1	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	3	
Luddvicker	0, 0,5, 1	1	0	1	0	0	0	0,5	0,5	0,5	
Sunnhampa	0, 0,5, 1	0,5	0	0,5	0	0	1	0,5	0,5	3	
Biogynnande											
Facelia	0, 0,5, 1	0	1	0	0,5	0	0,5	0	0	4,5	
Cikoria	0, 0,5, 1	0	1	0	0,5	0	0,5	0	0	4,5	
Bovete	0, 0,5, 1	0	0,5	1	0	0	1	1	0,5	4	
Djupluckrande											
Sudangräs	0, 0,5, 1	0	0	0	1	0	1	0	0	5	
Rättika	0, 0,5, 1	0	0,5	0	1	0,5	0,5	0,5	0	6,5	
Rova	0, 0,5, 1	0	0,5	0	0,5	1	0,5	0,5	0	5	

k1 N-fix
 k2 N-fång
 k3 N-släpp lätt
 k4 Djuprot
 k5 klumprot
 k6 mullbildande
 k7 ogrässanerande
 k8 Fibrösa rotsys

Vintermellangröda 3

Kriterie/egenskap		k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	Summa	Kommentar
	vikt	0	3	0	3	-10	2	3	3		
Gräs											
Råg	0, 0,5, 1	0	1	0	0	0	0,5	1	0,5	7	
Ettårigt rajgräs	0, 0,5, 1	0	1	0	0	0	1	0,5	1	6,5	
Baljväxt											
Blodklöver	0, 0,5, 1	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	4	
Luddvicker	0, 0,5, 1	1	0	1	0	0	0	0,5	0,5	1,5	
Sunnhampa	0, 0,5, 1	0,5	0	0,5	0	0	1	0,5	0,5	3,5	Går bort; sen sådd
Biogynnande											
Facelia	0, 0,5, 1	0	1	0	0,5	0	0,5	0	0	5,5	
Cikoria	0, 0,5, 1	0	1	0	0,5	0	0,5	0	0	5,5	
Bovete	0, 0,5, 1	0	0,5	1	0	0	1	1	0,5	6,5	
Djupluckrande											
Sudangräs	0, 0,5, 1	0	0	0	1	0	1	0	0	5	
Rättika	0, 0,5, 1	0	0,5	0	1	0,5	0,5	0,5	0	2	Går bort; klumprot
Rova	0, 0,5, 1	0	0,5	0	0,5	1	0,5	0,5	0	-4,5	Går bort; klumprot

k1 N-fix
 k2 N-fång
 k3 N-släpp lätt
 k4 Djuprot
 k5 klumprot
 k6 mullbildande
 k7 ogrässanerande
 k8 Fibrösa rotsys

