

Biodiversitet som förebyggande åtgärd

IPM-strategier för grönsaksodling på friland

Biodiversity as a preventative measure

- IPM-strategies for field vegetables

Yenny Leijon



Biodiversitet som förebyggande åtgärd -IPM-strategier för grönsaksodling på friland

Biodiversity as a preventative measure
-IPM-strategies for field vegetables

Yenny Leijon

Handledare: Lars Mogren, SLU, Institutionen för Biosystem och teknologi

Btr handledare: Ida Backström, Jordbruksverket, Växtskyddscentralen Alnarp

Examinator: Linda-Maria Mårtensson, SLU, Institutionen för Biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Yenny Leijon

Bilder och figurer: Yenny Leijon, om inte annat anges

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

Nyckelord: *IPM, Biodiversitet, Hortikultur, Nyttodjur, Grönsaker, Habitatmanipulering, Landskapsdiversitet, Ekosystemtjänster*

Sammanfattning

Biodiversiteten i odlingslandskapen är på stadig nedgång, bland orsakerna till detta finns användandet av kemiska växtskyddsmedel och årlig jordbearbetning. Att biodiversiteten minskar är ett hot mot vår framtida odling i dessa landskap då vi är beroende av mångfalden för ett uthålligt produktionssystem. Sedan 2014 är det lagkrav att jobba med integrerat växtskydd, IPM, i Sverige. IPM är ett arbetssätt som utifrån ekologisk kunskap förebygger och lindrar angrepp av skadedjur och sjukdomar med målet att minimera användningen av kemiska växtskyddsmedel.

Detta arbete syftar till att ge ett helhetsperspektiv på den ekologiska teorin som ligger till grund för ekosystemtjänster med en förebyggande funktion, samt att ge en vägledning till de åtgärder som kan sättas in för att utnyttja dessa i frilandsproduktion av grönsaker. En sammanställning av den ekologiska teorin gjordes enligt en modell bestående av fyra delar; landskapsdiversitet, sourceområden och konnektivitetszoner, åtgärder för specifika arter och funktionell biodiversitet på gårdsnivå. En fallstudie utfördes i samarbete med Wirahill AB för att kunna sätta de fyra delarna av modellen i ett praktiskt sammanhang.

Möjligheterna och tillvägagångssätten för att utnyttja biodiversitet i förebyggande syfte är många och åtgärderna måste anpassas till de förutsättningar som finns på varje fält. En förhöjd biodiversitet kan förse naturliga fiender med viktiga resurser så som skydd, alternativt byte, nektar och pollen. Dessa behov kan tillgodoses genom att spara på tidigt blommande växter, minskad jordbearbetning, att ha obesprutade kantzoner och införa skalbaggsåsar eller blomsterremсор. Att utnyttja marginalmark som fält- och vägkanter samt vändtegar är ett bra sätt att höja biodiversiteten utan att kompromissa med rationaliteten på gården.

Summary

Biodiversity in the agricultural landscapes is steadily declining, amongst the causes of this we find the use of agrochemicals and annual soil disturbance. The decline in biodiversity is a threat to our future production in these landscapes as we are dependent on the diversity for a resilient production system. In Sweden it has been a legal requirement to work according to integrated pest management, IPM, since 2014. The IPM-approach means to prevent and ease pest and disease outbreak by using ecological theory. The goal of IPM is to minimise the use of chemical plant protection.

The aim of this paper is to give a full perspective of the ecological theory that is the foundation for ecosystem services with a preventative function, and to give a guidance to the implementations that can be used in field production to utilize them. A synthesis of the ecological theory was made with the help of a model of four parts: landscape diversity; corridors and source areas; measures for maintaining specific species; and functional agrobiodiversity. In order to put these four parts of the model in a practical context, a case study was carried out at Wirahill AB.

The possibilities and approaches to utilize biodiversity as a preventative measure are many and the implementation has to be adapted to the conditions at every field. Enhancing biodiversity can provide natural enemies with important resources such as shelter, alternative prey, nectar and pollen. These needs can be met by saving early flowering plants, reduce soil disturbance, by having unsprayed field margins and by implementing beetle banks or flower strips. To make use of marginal land such as field and road edges and headlands is a good way to enhance biodiversity in the field without compromising with the rationality of the farm.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Summary	3
Inledning.....	5
Bakgrund	5
IPM – Integrerat växtskydd	5
Vad är biodiversitet?	6
Ekosystemtjänster	7
Mål & Syfte	8
Frågeställningar	9
Avgränsningar.....	9
Material & Metoder	9
Ordlista ekologiska begrepp.....	10
Resultat Litteraturstudie	11
Implementering av biodiversitet i produktion av grönsaker.....	11
Landskapsdiversitet.....	11
Sourceområden och konnektivitetzoner	12
Åtgärder för specifika arter	13
Funktionell biodiversitet på gårdsnivå	17
Resultat Fallstudie	18
Diskussion.....	21
Gynna funktioner – inte bara nyttodjur	21
Landskapet – diversitet och konnektivitet	22
Ekonomi.....	22
Fallstudien	23
Slutsatser	25
Vägledning.....	26
Referenser	27
Bilaga 1	29
Fuglie	29
Villastad	31

Inledning

Vi befinner oss i en spännande tid då den yrkesmässiga odlingen av grönsaker ställs inför allt fler utmaningar. Då arbetet med miljömålen och restriktionerna kring bekämpningsmedel blir allt hårdare krävs nytt tänkande kring odling och hur systemen utformas för att skydda den växande grödan från växtskyddsproblem.

Växtskyddsproblem uppstår vid närvaro av en skadegörare vilket är en organism som konkurrerar med människan om en resurs. Alltså en organism som förstör något vi sätter ett ekonomiskt värde på. Det kan vara gråmögel som förstör jordgubbarna, kålfjärilen som äter upp kålen innan det är dags för skörd eller bladlöss som orsakar missbildningar och kvalitetsfel på sallat. För att skydda grödorna använder vi oss av växtskydd vilket kan vara förebyggande eller bekämpande åtgärder. Förebyggande åtgärder förhindrar att ett växtskyddsproblem uppstår som att välja lämplig gröda till fältet eller att plöja ner växtrester för att förhindra smitta. Bekämpande åtgärder sätts in när ett växtskyddsproblem är ett faktum och ämnar att minimera skadan. De bekämpande åtgärderna kan vara allt från bevattning och jordbearbetning för att störa skadegörarens livscykel till biologiska eller kemiska växtskyddsmedel.

Mellan 1980-2015 har svenskens konsumtion av grönsaker ökat med 99 % enligt Jordbruksverkets officiella statistik (2016). Medelvärdet för 2015 var ca 82kg per person och år (exklusive potatis). Som en jämförelse är motsvarande siffra för kött (färskt, fryst, konserverat och charkuteri) ca 88 kg per person och år. Det visar att grönsaker utgör en stor del av de svenska hushållens matkassar. Intresset för närproducerad mat är stort, likaså är trenden att äta säsongsbaserat. I dagsläget är importen av grönsaker förhållandevis stor, men med konsumenternas ökande intresse för närodlad finns en stor utvecklingspotential inom svensk grönsaksproduktion. För att klara efterfrågan behövs bra växtskyddsstrategier för en bärande grönsaksproduktion.

Bakgrund

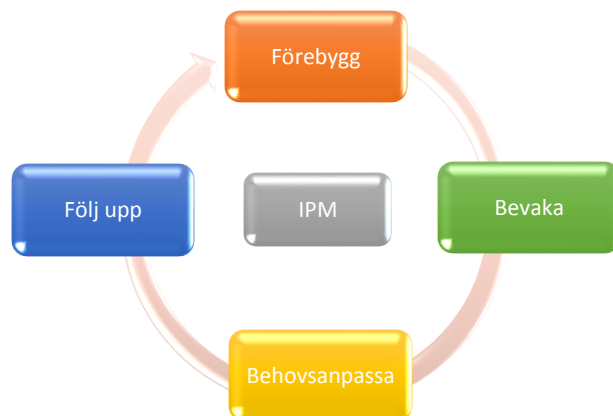
Integrerat växtskydd, biodiversitet och ekosystemtjänster är centrala i detta arbete. Här ges en kort introduktion till dessa begrepp för den som behöver. Det finns också en ordlista på sida 10 som stöd i läsningen.

IPM – Integrerat växtskydd

IPM-konceptet växte fram på 1960-talet då oro kring växtskyddsmedlens inverkan på miljön tog form (Nicholls & Altieri 2004). Kemiska växtskyddsmedel var i många fall den främsta och första åtgärden som sattes in. Då var de kemiska växtskyddsmedlen till största delen bredverkande och hade dödlig effekt på många fler organismer än bara skadegöraren. Konceptet var menat som ett alternativ till kemiska växtskyddsmedel och skulle innebära en djupare förståelse för ekologin hos insekter och grödor. Visionen var att ekologisk teori skulle ligga till grund för att förutsäga hur problem med skadegörare skulle kunna påverkas av specifika förändringar i produktionssystemet. Tanken var också att ekologi skulle vara ett hjälpmedel för att designa odlingssystem som var mindre känsliga för angrepp av skadegörare. Kemiska växtskyddsmedel skulle inte förbjudas men skulle endast användas som tillfällig komplettering i ett annars naturligt reglerande system. Idag är medlen mer specifika och utgör inte ett lika stort hot mot andra än just skadegöraren. Men på grund av risken för

resistensutveckling behöver det ändå begränsas och man måste ha en växtskyddsstrategi som förebygger i största möjliga mån.

Sedan 1 januari 2014 infördes integrerat växtskydd enligt lag i Sverige efter EU:s direktiv 2009/128 för hållbar användning av bekämpningsmedel. Syftet är att reducera användningen av kemiska bekämpningsmedel för att inte utsätta vare sig människa eller miljö för risker och oanade konsekvenser. IPM följer fyra steg (se figur 1) och då arbetet har förebyggande åtgärder som utgångspunkt följer en närmare förklaring på det.



Figur 1 De fyra delarna i en IPM-strategi

Förebyggande åtgärder utgörs av:

- Att utifrån odlingsplatsen välja lämpligt växtslag och sort
- Friskt/certifierat plantmaterial och utsäde
- Se till att plantorna är starka med hjälp av växtnäring och god vattenbalans
- Växtföljd
- God hygien så att smitta eller skadedjur inte sprids mellan fält med redskap och verktyg
- Habitatmanipulering

Habitatmanipulering är en strategi inom bevarande biologisk bekämpning för att förbättra levnadsförhållandena för de naturliga fienderna i landskapet (Nilsson et al. 2016). Genom att införa, till exempel övervintringsplatser (habitat), alternativ föda, skydd mot väder och parningsställen, ger man dem de resurser de behöver för att överleva. Detta sammanfattas som SNAP (Shelter, Nectar, Alternative prey and Pollen). Då naturliga fiender måste ha tillgång till föda för att inte riskera att de försvinner eller dör ut eftersträvas inte alltid total utplåning av skadegöraren. Bevarande biologisk bekämpning baseras på en ekosystemtjänst som är beroende av biodiversitet.

Vad är biodiversitet?

Biodiversitet, också känt som biologisk mångfald, är ett brett och allmänt känt begrepp. Trots det har inte alla en klar uppfattning om dess fulla innebörd. Gaston & Spicer (2004) förklarar det som variationen av liv. Larsson (2014) definierar biodiversitet som "ett mått på hur mycket variation eller hur många olika slags organismer som förekommer i olika miljöer.". Viktigt att komma ihåg är att biodiversitet kan ses på olika nivåer och inte bara som antalet olika arter på en given plats. Nivåerna inkluderar arter, genetisk variation inom arter och variation mellan ekosystem (Gaston & Spicer 2004).

Trots att nivåerna utgör en indelning är de tätt förenade och dess komponenter återfinns på alla nivåer. Dessa nivåer delas in i alfa-, beta- och gammadiversitet (Sepkoski 1988). Alfadiversitet syftar till mångfalden *inom* samhället, betadiversitet syftar till mångfald *mellan* samhällen och gammadiversitet syftar till mångfalden *mellan ekosystem*. Biodiversitet är alltså ett relativt begrepp som beror på vilken geografisk skala man utgår ifrån. I ett odlingslandskap kan man prata om biodiversitet i jorden, på ett fält, en hel gård eller en kommun.

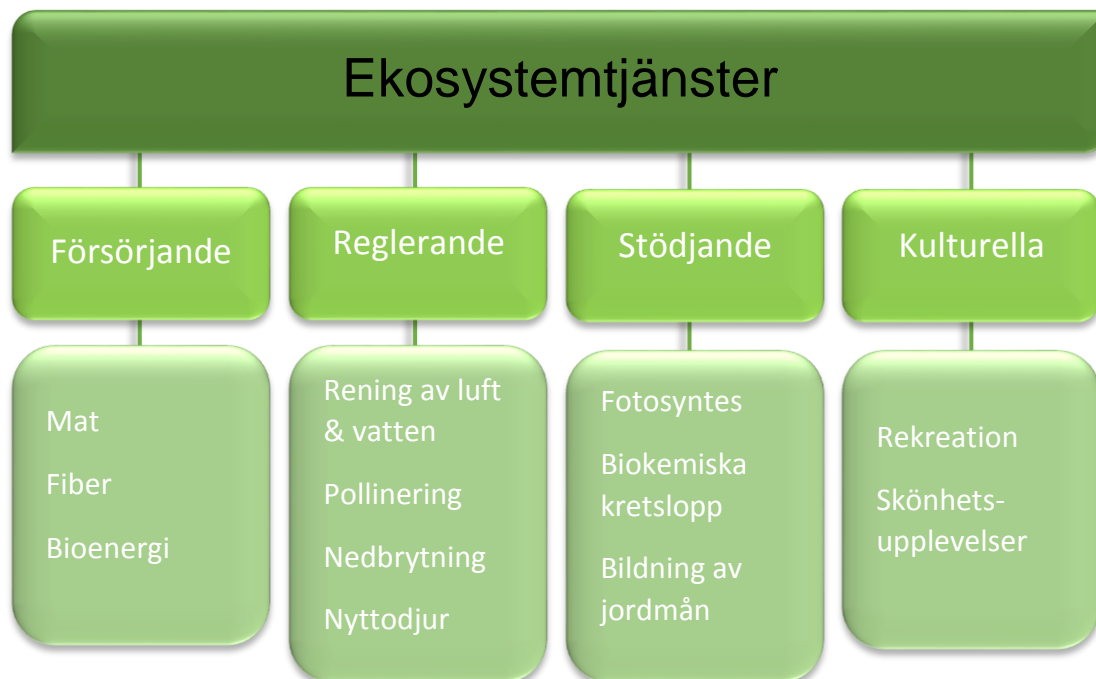
Ett ytterligare sätt att mäta biodiversitet är att utgå från de olika funktioner organismerna har inom sitt ekosystem, alltså den funktionella biodiversiteten (Song et al. 2014). Det är ett mått på både värdet, variationen och distributionen av egenskaper i samhällets struktur vilket påverkar hur ekosystemet fungerar. Antalet funktionella grupper, jämnhet och skillnad (avvikelse) mellan dem är de viktiga komponenterna i funktionell biodiversitet. Relationen mellan den funktionella biodiversiteten och ekosystemets funktion (ur vilka vi sen utvinna ekosystemtjänster) påverkas av abiotiska (icke-organiskt material och energi) och biologiska faktorer (levande organismer och organiskt material). I ett odlingsystem kan vi påverka alla dessa faktorer, därmed är den mänskliga påverkan på ekosystemet av stor vikt för hur det fungerar och vilka ekosystemtjänster vi får ut av det.

För att ge detta en betydelse i växtskyddsammanhang kan vi tänka på hur vi skulle definiera biodiversitet i ett odlingsystem. Larsson beskriver i *Växtskyddets grunder* (2014) att biodiversitet i ett odlingsystem kan delas upp i tre funktionella grupper: grödan, skadegörare och nyttodjur. Utifrån Nicols & Altieri (2004) kan en fjärde funktionell grupp läggas till: fältkantsfloran som antingen gynnar eller missgynnar skadegörare och nyttodjur. Hur dessa grupper interagerar med varandra utgör grunden för vilka ekosystemtjänster vi kan dra nytta av inom odlingsystemet.

Ekosystemtjänster

Även begreppet ekosystemtjänster är något som många känner till men kanske inte har en klar bild av vad det faktiskt är. Townsend et.al (2014) definierar ekosystemtjänster som funktioner eller egenskaper som tillhandahålls av ekosystem (naturliga eller förvaltade) till stöd för mänskliga intressen vilket generellt besparar en kostnad som annars skulle behöva betalas. Naturvårdsverket (2014) beskriver ekosystemtjänster som "ekosystemens direkta och indirekta bidrag till människors välbefinnande" vilka tillhandahålls av ekosystemets levande organismer. Dessa tjänster delas in i fyra kategorier; stödjande, reglerande, försörjande och kulturella (se figur 2).

Vi är beroende av ekosystemtjänster på många sätt då de tillhandahåller bland annat mat, fiber och läkemedel. De utgör basen av vår ekonomi och är en grundförutsättning för vår överlevnad. För att ekosystemet ska kunna leverera dessa tjänster under en längre tid krävs en bibehållen biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2014). Den biologiska mångfalden blir en slags försäkring och vi kan dra nytta av tjänsterna så länge ekosystemen förblir motståndskraftigt. Ekologisk motståndskraft, eller resiliens, definieras av Länsstyrelsen Skåne (2017) som "Ett ekosystems kapacitet att stå emot eller återhämta sig från en störning, t.ex. en översvämning, brand eller, mer långsamma, som klimatförändringar."



Figur 2

När landskapet årligen bearbetas av odling störs ekosystemet i sin återuppbyggnad (Larsson 2014). Medvetna förändringar i ett ekosystem för att förhöja en ekosystemtjänst sker ofta på bekostnad av andra ekosystemtjänster. Som exempel tar Townsend med kollegor (2014) upp intensifiering av jordbruk. Intensifiering innebär att man vill producera mer skörd per hektar, skörden är då en försörjande ekosystemtjänst. Att höja denna tjänst innebär bland annat att man förlorar vissa reglerande och kulturella tjänster. Att odla en gröda på stora fält innebär att man tillhandahåller en buffé för de skadedjur som angriper just den grödan. Det innebär också att variationen och antalet av organismer i ekosystemet är litet, då den naturliga vegetationen är borttagen. Ekosystemet har då en låg biodiversitet och en sämre förmåga att tillhandahålla exempelvis reglerande ekosystemtjänster som biologisk kontroll av skadegöraren genom nyttodjur. När vi förlorar biologisk mångfald är det inte bara vissa populationer eller arter som försvinner, utan också de ekosystemtjänster de levererar (Lennartsson 2005).

Det finns en viss risk för förvirring kring begreppen ekosystemtjänst och ekosystemets funktion. Song med kollegor (2014) förtydligade att ekosystemets funktion främst syftar till de naturliga egenskaper och processer som är närvarande i ekosystemet. Medan ekosystemtjänster syftar till människans utnyttjande av dessa naturliga egenskaper och processer.

Mål & Syfte

Målet med studien är att formulera ett vägledande dokument med förslag på åtgärder för att höja biodiversiteten i grönsaksodling med fokus på växtskydd. Syftet med arbetet är att ge ett helhetsperspektiv på funktionen av biodiversitet och visa på möjligheter för odlaren att påverka och även dra nytta av den.

Frågeställningar

Kan biodiversitet användas som en förebyggande åtgärd inom IPM?

Vilka åtgärder kan införas i en grönsaksodling på friland för att höja biodiversiteten och samtidigt minska på trycket av skadegörare?

Avgränsningar

Fokus ligger på insekter, både som skadegörare och som nyttodjur. Begreppet växtskydd innefattar annars också ogräs och växtsjukdomar som till exempel svampar och virus. Fokus ligger också på förebyggande åtgärder, därmed utesluts kurativa växtskyddsinsatser. Det geografiska området avgränsas till fälten i fallstudien.

Material & Metoder

Arbetet består av en litteraturstudie och en fallstudie. Litteratur söktes främst i Primo, Google Scholar och Web of Science. Information hämtades också från böcker på SLU:s bibliotek och från rapporter och broschyrer utgivna från Jordbruksverket.

Fallstudien utfördes i samarbete med Wirahill AB. Två fält valdes ut, dessa ingick i en prognos och varningsrunda jag utförde under säsongen som sommarpraktikant på Jordbruksverket. För att kartlägga de odlingstekniska åtgärderna utfördes en intervju med odlingsansvarig på Wirahill. Fälten studerades vid flera tillfällen under juni och juli månad. En visuell och översiktlig bedömning gjordes av närvaron av nyttodjur samt sammansättning av fältkantsfloran. Flygfoton hämtades från Lantmäteriet för att få en bild av landskapskontexten.

Inspiration och idéer hämtades också från kontakt med rådgivare och genom fältvandringar anordnade av LRF och Hushållningssällskapet. Resultatet av studierna ligger till grund för det vägledande dokumentet, litteraturen ger bakgrunden till koncepten och fallstudien och fältvandringar har gett insikt i den praktiska användningen av litteraturen.

Ordlista ekologiska begrepp

Ekologi studerandet av förhållandet av organismer och deras miljö

Individ en enskild organism till exempel en bladlus

Population flera individer av samma art till exempel en bladluskoloni

Samhälle sammansättning av populationer

Ekosystem samhället i sin fysiska omgivning

Habitat den miljö där en individ eller population lever till exempel bladlösen i ett kålfält

Biotop avser en livsmiljö för ett specificerat djur- eller växtsamhälle. Begreppet innefattar inte organismerna utan endast miljöns struktur och används som en synonym till habitat

Ekologisk nisch de komponenter i habitatet som en individ eller population samspelar med. Den definieras av organismens behov (till exempel lämplig föda) och tolerans (till exempel temperatur eller pH) och innefattar individens roll i samhället (se trofisk nivå). Nischen är alltså kombinationen av förhållanden och resurser som tillåter en livsduglig population att överleva

Trofisk nivå arter delas in i olika nivåer efter födokälla; primärproducenter (växter) är nederst då de är fotosyntetiserande, sedan primärkonsumenterna (växtätare) och sekundärkonsumenterna (köttätare)

Trofisk kaskad en indirekt effekt av en förändring i någon av de trofiska nivåerna, exempel: en predator minskar mängden av dess byte vilket gör att den trofiska nivån under bytet ökar i omfång

Ekoton kanten som uppstår mellan två habitattyper, där det ena ekosystemet tonar ut i det andra

Habitatfragmentering när en organisms levnadsmiljö delas upp och försvinner till viss del

Fragment ett avgränsat område med lämpligt habitat till exempel en åkerholme

Matrix sammanhanget i vilket vi hittar habitatfragmenten, alltså all struktur som finns runt omkring ett levnadsområde för en specifik art, till exempel åkrarna som omger åkerholmen

Konnektivitet är ett mått på organismers förmåga att röra sig mellan separerade fragment

Metapopulationer är populationer som förflyttar sig mellan olika habitatfragment och som har ett återkommande mönster av kolonisering och utdöende mellan dem

Source & sink metapopulationerna delas upp i source och sink där source är den population som bidrar med nya individer till den utdöende populationen som är sink

Biologisk bekämpning innebär att man använder sig av levande organismer för att kontrollera skadegörare så att de stannar under den ekonomiska tröskeln

Resultat Litteraturstudie

Implementering av biodiversitet i produktion av grönsaker

Mycket talar för att biodiversitet är positivt och vissa hävdar till och med att det är en nödvändighet för produktion av råvaror till mat i framtiden. Men hur ska man gå till väga som odlare för att höja biodiversiteten och vilka effekter kan man förvänta sig?

För att återgå till de funktionella grupperna inom odlingsystemet (grödan, skadedjuren, nyttodjuren och fältkantsfloran) sätter vi nu dem i ett praktiskt perspektiv. För detta arbete har jag valt att utgå från en modell som togs fram av Erisman et al. (2016) för artikeln *Agriculture and biodiversity: a better balance fits both*. Det är en modell för ett jordbrukssystem baserat på den fulla potentialen av biodiversitet. De anser att modellen ger ett hållbart system där både matproduktion och natur kan trivas. Utgångspunkten ligger i mjölkproduktion men grunden går att applicera även på grönsaksproduktion. Jag har valt att utgå från denna modell och kommer att använda dess delar som grundstruktur i arbetet. Modellen är bra eftersom den belyser alla aspekter av biodiversitet som behövs för att lyckas med de förebyggande åtgärderna inom IPM. De kom fram till att den funktionella biodiversiteten på gården är av stor vikt för ett hållbart jordbruk, men det är inte tillräckligt. Därför togs en konceptuell modell fram vilken består av fyra sammanhängande delar: landskapsdiversitet, sourceområden och konnektivitetssoner, åtgärder för specifika arter samt funktionell biodiversitet på gårdsnivå.

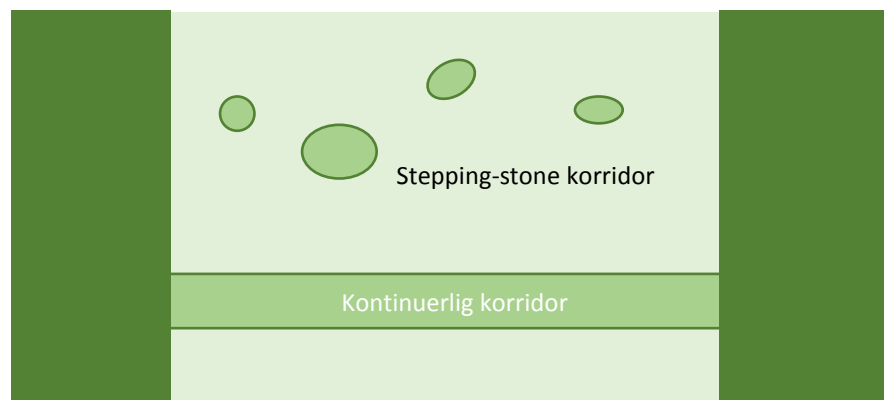
Landskapsdiversitet

Landskapsdiversitet, eller landskapskomplexitet, definieras som ett landskap med många olika habitattyper (Persson et al. 2010). Komplexiteten i ett landskap syftar alltså till gammaldiversitet. Ett intensivt odlingslandskap kategoriseras som strukturellt enkla då de odlade grödorna inte erbjuder mycket variation. Strukturell enkelhet och den störning som odlingsåtgärderna innebär, till exempel plöjning och skörd, gör det till en ogästvänlig miljö för nyttodjur (Nilsson et al. 2016). I odlingslandskapet utgörs strukturell komplexitet av en sammansättning av örter, buskar och träd (Nilsson et al. 2016). Persson med kollegor (2010) visade på att ett landskap kan vara både intensivt och komplext om det finns stycken eller remsor av semi-naturlig vegetation. I odlingssammanhang inkluderar det vallodling och all växtlighet som inte är odlad gröda så som häckar, buffert zoner, fältkanter och skogspartier (García-Feced et al. 2015). Komplexiteten kan då räknas som antalet eller längden av kanter i landskapet. Kanter, eller ekotoner som de också kallas, är övergången från ett habitat till ett annat. Skogsbrynet som är övergången mellan åkermark och skog är ett exempel. Denna övergång blir då en mix av de två vilket skapar ett hem för fler arter än de enskilda habitaterna (Hjort 2003). Det större antalet arter är ett resultat av en så kallad botten-upp kontroll där tillgången till fler växter, både i antal och variation, förser organismer i de högre trofiska nivåerna med mat och skydd. Denna komplexa landskapsbild påverkar flödet och stabiliteten av den reglerande ekosystemtjänsten naturlig kontroll av skadegöraren (Rusch et al. 2013). Studier har visat att mängden naturliga fiender ökar när fältkanterna består av vild vegetation då de erbjuder alternativ föda så som pollen och nektar samt ger skydd (Altieri et al. 2004).

Sourceområden och konnektivitetssoner

Konnektivitet i ett landskap innebär att biotoper är sammanhängande (Lennartsson 2005). Det är också ett mått på organismers förmåga att röra sig mellan separerade fragment av lämpliga habitat (Hilty et al 2006). När ett landskap fragmenteras blir habitaterna mindre och hamnar längre ifrån varandra; de får en minskad konnektivitet. Hur stor konnektiviteten är beror i allra högsta grad på vilken organism man studerar eftersom det beror på organismens förmåga att förflytta sig. För att kunna bygga upp en god konnektivitet behövs det också sourceområden att länka korridorerna till. Det ekologiska begreppet source och sink förklaras på sida 10. I odlingslandskapet skulle nyckelbiotoper så som skogsbryn, betesmarker och våtmarker vara sourceområdet och odlingsarealerna sink.

Spridningskorridorer i landskapet är ett sätt att höja konnektiviteten i landskapet samt att försäkra sig om att de naturliga fienderna har tillgång till övervintringsplatser. Som utgångspunkt är det lämpligt att fastställa om det finns strukturer i landskapet som skulle kunna funka som spridningskorridorer, om inte får man fundera på hur detta ska designas. Det finns två huvudsakliga typer av spridningskorridorer: en kontinuerlig korridor eller en så kallad "stepping-stone" korridor (Hilty et al. 2006). Den kontinuerliga korridoren erbjuder en obruten länk av vegetation mellan de två nyckelhabitaterna, medan en stepping-stone korridor består av små öar av orörd växtlighet som ligger på lagom avstånd för organismen att ta sig emellan. Korridorer uppstår naturligt men de kan också designas och införas i landskapet medvetet.



Figur 3 Schematisk bild över hur två habitat kan länkas med korridorer. Omgjord för detta arbete från Hilty et al. (2006)

Skalan och fokusarter är viktigt i designen av en spridningskorridor. Artens biologi till exempel föredraget habitat, hur de sprider sig, beteende och fysiska behov är essentiell för korridorsdesign. Skalan är uppdelad i spatial och temporal skala. Den spatiala skalan handlar om det geografiska området som berörs. Den temporala skalan handlar helt enkelt om vilken tidsperiod korridoren ska vara funktionell.

Som ett exempel kan man titta på bredden av korridoren. Om den ska vara funktionell över en lång tid, decennier eller århundraden, borde den vara 100 till 1000 meter bred (Hilty et.al 2006). Om den bara ska vara funktionell under säsong räcker det med 1-10 meter i bredd. I ett produktionslandskap med biologisk kontroll av skadegörare som fokus betyder det att korridorerna på landskapsnivå bör vara ganska breda medan årliga korridorer som blomsterremсор i fält för spridning i grödan kan vara ganska smala.

Skalbaggsåsar är ett exempel på perenna korridorer i odlingen. Den enkla beskrivningen av en skalbaggsås är att man gör en upphöjd fältkant mitt i fältet. Jordbruksverket (2015) rekommenderar att man etablerar en skalbaggsås på fält som är större än 15 hektar. Om fältet är större än 30 hektar kan fler än en ås vara nödvändig. Eftersom olika skadedjur koloniserar grödan på olika sätt, vissa är jämnt fördelade från början andra börjar i fältkanterna, är det bra om avståndet från fältkanten till fältets mitt inte är för långt (Sandström 2013 B). Skalbaggsåsen är upphöjd då det ger ett bättre mikroklimat, det blir lite torrare och varmare än omgivande fält vilket skapar lämpliga övervintringsplatser för till exempel jordlöpare (Jordbruksverket 2015). Rekommendationen är att åsen ska vara cirka två meter bred och inte mindre än 20 cm hög. Att anlägga den så långt från fältkanterna som möjligt, alltså mitt i fältet underlättar en jämn spridning av nyttodjuret från alla kanter. Att lägga åsen längs med fasta körspår förenklar det årliga arbetet. Att inte etablera åsen hela vägen ut till fältkanten underlättar också. För skalbaggar så som jordlöpare sår man tuvbildande gräs. Vill man locka andra djur och insekter kan man även så in blommande växter och baljväxter.

Blomsterremsor är ett exempel på en spridningskorridor som ska vara funktionell under en kortare tid. Viktigt när man väljer blommor till remsorna är att de olika insektsgrupperna har olika mundelar vilket innebär att blommans anatomi avgör om de kan komma åt pollen eller nektar. Flockblommiga och korgblommiga växter gynnar nyttodjur som har kortare sugsnablar (Jordbruksverket 2015).

För de nyttodjur som är aktiva tidigt på våren är det viktigt att det finns tidigt blommande växter i landskapet, speciellt nära odlingen om man vill att de ska göra nytta där. Parasitsteklar och blomflugor är exempel på insekter som behöver pollen och nektar tidigt på våren, ju mer pollen desto fler ägg lägger de (Jordbruksverket 2016). Sälg, vide, hassel, barrträd och pil är exempel på inhemska växter som tidigt producerar pollen. Att spara på tidigt blommande växter i fältkanterna går hand i hand med att skapa en god konnektivitet, och komplexitet, i landskapet.

För ökad konnektivitet och bevarande av biodiversitet samt ekosystemtjänster arbetar Länsstyrelserna med att ta fram handlingsplaner för grön infrastruktur (Naturvårdsverket 2017). Grön infrastruktur är ytterligare ett begrepp för spridningskorridor. Det är en del i arbetet kring de miljömål som finns uppsatta i Sverige. Naturvårdsverket har tagit fram riktlinjer för arbetet och där ska landskapselementen utvärderas. Även åtgärder för att höja kvalitén samt omfattningen av habitaterna ska tas fram. Handlingsplanerna är planerade att vara färdiga hösten 2018 och än så länge finns inte mycket information eller slutsatser kring arbetet. Dock står det klart att bevarandet av ekosystemets funktion är beroende av både bärande strukturer och brukandet av landskapet. Därmed ska underlaget också innefatta råd och riktlinjer kring hur man brukar jorden för en odlad mångfald.

Åtgärder för specifika arter

Denna del handlar om att sätta in åtgärder för att bevara och föröka specifika arter. Dessa arter kan vara rödlistade och behöver därmed lite extra omtanke för sin överlevnad, eller så har arten en särskild funktion som vi kan dra nytta av. För detta arbete kommer jag att fokusera på åtgärder för arter som fyller specifika funktioner i odlingssystem. Praktexempel på arter med särskilda funktioner i odlingssystem är pollinatörer (humlor, bin och blomflugor) och naturliga fiender (nyckelpigor, parasitsteklar, jordlöpare), som också kallas nyttodjur.

Den ekologiska nischen utgör den grund av krav organismen har på sin omgivning. Eller snarare de delar av omgivningen den är specialiserad på att utnyttja för att få konkurrensfördelar jämfört med andra. Om man ser det som grundpelare som dess existens vilar på är det inte så konstigt

att vissa organismer blir bortknuffade i odlingssammanhang eftersom vi medvetet ändra omgivningarna för att göra plats för våra grödor. För att återinföra dessa organismer måste alla grundpelare återigen finnas inom en rimlig kontext till exempel avstånd eller tidsperiod.

En generell åtgärd för att gynna diverse nyttodjur, inte bara naturliga fiender, är att ha obesprutade kantzoner (Jordbruksverket 2016). Det innebär att man vid besprutning med insekticider håller ett avstånd på 6 meter till fältkanter och skalbaggsåsar för att inte påverka populationen av nyttodjur.

Det finns vissa grupper av nyttodjur som är vanliga i Sverige. Nedan följer en genomgång av några av dem och dess biologi.

Blomflugor

I Norden har 412 olika arter av blomflugor påträffats, för biologisk bekämpning är det främst underfamiljen Syrphinae som är intressant eftersom larverna är rovdjur och lever främst på bladlöss (Bartsch 2009).

I laborietester har larven av kort gräsblomsfluga ätit upp till 200 bladlöss under sina tre larvstadier som varade i tio dagar (Bartsch 2009). Medan larven av glasvingefluga åt drygt 500 bladlöss under sin utveckling. De vuxna flygorna livnär sig på pollen och nektar och är viktiga pollinerare. För att få i sig tillräckligt med proteiner för äggproduktionen livnär sig honorna på pollen, medan hanarna främst äter nektar.

De har svart-gula teckningar och är lätta att känna igen på rörelsemönstret som ofta är ryckigt. De kan också hovra, alltså stå helt stilla i luften. Aktivitetsperioden är mellan april och september (Dock-Gustavsson 2016). Från kläckning har blomflugorna tre larvstadier och ett puppstadie, hur lång tid varje steg tar varierar mellan arterna (Bartsch 2009). De arter som har bladlusätande larver kan fullborda sina stadier på ca 15-30 dagar, det är främst temperaturen som avgör hur fort det går. Antalet generationer varierar mellan arter men de flesta har mer än en vilket också beror på temperatur men även tillgången till mat under aktivitetsperioden och (Dock-Gustavsson 2016).

En del bladlusätande arter övervintrar inte i Sverige utan migrerar när vintern är i antågande (Bartsch 2009). De flyttar då till sydliga breddgrader och det är då nästa generation som kommer tillbaka till våren. Blomflugorna är rörliga i landskapet och avståndet mellan lämpliga livsmiljöer kan vara från ca 100 meter till ca 100 mil, beroende på art. Men ofta kräver de att flera typer av habitat finns representerat inom ett rimligt avstånd för att tillgodose både larvens och den vuxna flygans behov. Skog (eller skogsbryn) samt våt-, ängs- och betesmarker är exempel på viktiga habitat.

Jordlöpare

Dessa skalbaggar är snabba rovdjur och lever på diverse insekter och sniglar (Pettersson & Åkesson 2011). Även larverna är predatorer. De flyger dåligt men är duktiga på att springa och kan ta sig långt på kort tid (Sandström 2013 A). De äter helst levande föda men kan också äta kadaver (insekter), vissa sorter äter också växtdelar vilket kan bidra till reducerad mängd ogräsfrön i marken. Övervintring sker utanför fälten då de är känsliga för jordbearbetning. Vuxna övervintrar i torra håligheter eller förna



Foto 1 Blomflugelarv på rödbetsblast



Foto 2 Puppa av blomflug

och larverna övervintrar i jorden. Övervintringsplatsen måste finnas inom ett rimligt avstånd för att jordlöparna ska få ett försprång på våren. Så fort skadedjuren dyker upp börjar jordlöparna söka efter föda. De lever oftast bara ett år. Gott om föda inför övervintring är mycket viktigt då goda fettreserver är avgörande för dess överlevnad. Honornas fettreserver avgör också hur många ägg de lägger till nästkommande vår. Man gynnar jordlöpare genom att anlägga skalbaggsåsar och genom att ha obesprutade kantzoner.

Kortvingar

Är en stor och divers skalbaggsfamilj och är identifierat som ett av de viktigaste nyttodjuren i odlingssammanhang (Flink 2016). De är bra flygare men lever trots det till största delen på markytan. Larverna lever främst i jorden. Övervintrar gör de vuxna individerna i åkerkanterna, eftersom de likaväl som jordlöparna är känsliga mot jordbearbetning. De flesta kortvingar är rovdjur och jagar diverse insekter, kvalster och hoppstjärter. Andra är nedbrytare och lever av kadaver, vätresten och svamp i jorden. Kortvingar är generalister och är speciellt duktiga på att kontrollera flugor till exempel kålfluga och lökfluga. De vuxna äter ägg larver och puppor från flugorna medan kortvingens larver parasiterar flugäggen. Larven hittar äggen, tar sig in och äter upp dem inifrån. Kortvingen är ute tidigt på säsongen och eftersom de är generalister hittar de annan föda innan skadedjuren koloniserar grödan. Det gör att de har ett försprång tidigt på säsongen då de inte är beroende av någon specifik parameter för att hålla populationen vid liv innan kolonisering sker. Minskad jordbearbetning gynnar dem då de spenderar mycket av sin tid nedgrävda. Även skalbaggsåsar och obesprutade kantzoner är gynnsamt.



Foto 3 Kortvinge på sallatsblad

Kvalster, rovlevande

Rovlevande kvalster är spindeldjur som jagar små bytesdjur så som växtätande kvalster och tripslarver (Petterson & Åkesson 2011). Även larver, puppor och ägg av myggor, flugor och hoppstjärter ingår i dieten. Denna grupp innefattar både specialister och generalister (Dock-Gustavsson 2013 A). Om det inte finns någon levande föda kan vissa arter äta pollen och växtsaft. Rovkvalster återfinns både i och ovan jord, vart de jagar och lever större delen av sina liv skiljer sig mellan arterna. Benen är långa vilket gör dem till goda springare när de jagar, de kan också förflytta sig snabbt med hjälp vinden. Vissa arter har svårt att förflytta sig över öppen jord utan måste ha ett överlappande bladverk för att de ska kunna ta sig från planta till planta. Dessa små djur förökar sig i snabb takt och de kan ha upp till fyra generationer per säsong. Då majoriteten dör under vintern är det ytterst viktigt med bra övervintringsplatser. Hur stor mängd rovkvalster man har i sitt fält beror till stor del på hur många befruktade honor som lyckas övervintra. De är också känsliga mot insekticider så för att gynna dem kan obesprutade kantzoner, övervintringsplatser i form av skalbaggsåsar och alternativ föda som pollen från tidigt blommande växter gynna dem.

Nyckelpigor

Både de vuxna skalbaggsarna och dess larver är främst specialister på bladlöss men äter också sköldlöss (Petterson & Åkesson 2011). Upp till 100 stycken per dygn för en enskild larv i det sista larvstadiet. Honan lägger sina ägg i grupper intill bladluskolonier, varje hona kan lägga upp till 400 stycken. Det tar ca 5-6 veckor för en nyckelpiga att gå från ägg till fullbildad. Vissa arter har flera



Foto 4 Nyckelpigepuppa på morotsblast

generationer per år, andra bara en. Det är de fullbildade nyckelpigorna som övervintrar, ofta under lövtäcken, i byggnader eller tjockt gräs (Sandskär 2002). De kommer fram tidigt, när vårsolen börjar värma. Innan bladlösen finns tillgängliga åter nyckelpigorna pollen, därmed gynnas de av växter med tidig blomning sås om sälg, vide, pil, hassel och barrträd (Arvidsson 2016). Även nyckelpigor gynnas av skalbaggsåsar där de får en ostörd plats att övervintra.

Parasitsteklar

Som grupp är parasitsteklar mycket artrik (Petterson & Åkesson 2011). Majoriteten av arterna är specialiserade på enstaka värdjur. Det är parasitstekelns larver som är av intresse för reglering av skadedjur. Honorna lägger sina ägg inuti värdjuret och när de kläckts äts värden upp inifrån av larverna (Dock-Gustavsson 2013 B). Målet är att hålla värdjuret vid liv så länge som möjligt så larven börjar med att äta fettvävnad och väntar med de livsviktiga organen tills det i princip är dags för förpuppning. När värden väl dött förpuppar sig stekeln ofta i, ibland bredvid, kroppen. Värdjurets livscykel utgör ramen för parasitstekelns därmed varierar livscykeln och antalet generationer per säsong för varje enskild art. Som vuxna individer lever parasitsteklarna på pollen, nektar och honungsdagg. Det är larverna som övervintrar, inuti värdjuret. Det kan hända att vuxna honor övervintrar men det sker sällan då honorna endast lever i några veckor. Hanarna som bara lever i några dagar övervintrar inte. När de övervintrade larverna förpuppat sig på våren och de fullbildade parasitsteklarna kommer fram behövs en tidig pollenkälla, liksom för nyckelpigorna kan man spara på sälg, vide, pil, hassel och barrträd. Men också blomsterremsor under säsong gynnar nästkommande generationer då de både förökar sig bättre och lever längre när det finns god tillgång på pollen och nektar. En sammansättning av olika växter som ger en lång blomning är att föredra, det är också bra om flockblomstriga växter ingår i blandningen då parasitsteklarna har en kort sugsnabel. Att lämna blomsterremsor och kantzoner obesprutade är såklart gynnsamt. Även plöjningsfri odling kan vara bra för de arter som parasiterar ägg i marken, då får de övervintra och utvecklas ostört.

Skinnbagg

Inom denna grupp finns både rovlevande nyttodjur och växtätande skadedjur (Winter 2016 A). Allätare som lever av både växter och insekter finns också representerat. Gemensamt för skinnbaggarna är att de äter genom att suga ut innehållet ur bytesdjur eller växter med sin kraftiga sugsnabel. De har också giftigt saliv som de injicerar samtidigt. Storleken på bytesdjuren varierar mellan arterna men kvalster, trips, bladlöss, skalbaggs- och fjärilslarver är exempel på bytesdjur. Skinnbaggarna har inget puppstadium utan har ett antal nymfstadier då de ömsar skinn. Som nymf kan de förväxlas med bladlöss men de kan skiljas åt då skinnbaggsnymfen inte har några ryggrör (sifoner). Några arter övervintrar sina ägg under bark men de flesta arter övervintrar som vuxna, även de under bark men också i gräs eller löv. Då de gärna samlas i träd och buskar är det viktigt att det finns i närheten. I frukt- och bärodling är skinnbaggarna oerhört viktiga nyttodjur. De är pigga på våren och kan jaga sina bytesdjur även på dess vintervärdar. Även skinnbaggarna är känsliga mot bekämpningsmedel, det är viktigt att invänta bekämpningströskeln och att ha obesprutade zoner. Spara på naturlig vegetation som kan erbjuda alternativ föda och övervintringsplatser lövträd och buskar är favoriter. Även remsor med gräs (skalbaggsåsar) eller blommor skapar habitat för alternativa bytesdjur.

Guldögonsländor

Guldögonsländor hör till insektsgruppen nätvingar, hit hör också stinksländor och florsländor. De är alla rovdjur och det finns cirka tjugo arter i Sverige. Bytesdjur och de vuxna individernas föda varierar

mellan arterna. Det finns arter som är rovlevande i alla stadier, alltså både som vuxen och larv. Då lever de av små insekter som bladlöss, kvalster, små fjärilslarver och ägg från diverse insekter. Hos de arter där de vuxna sländorna inte är rovlevande äter de pollen, nektar och honungsdagg. Just guldögonsländans larver är väldigt effektiva mot bladlöss och kallas för bladluslejon. 200-500 bladlöss kan en enda larv stoppa i sig under cirka två veckors tid (Winter 2016 B). Övervintrar gör de vuxna sländorna men sällan framgångsrikt då upp till 90 % inte klarar sig till våren. På våren söker honorna aktivt upp bladluskolonier, de lockas av honungsdaggen de utsöndrar, där lägger de sina ägg. Blomsterremсор gynnar de pollenätande arterna. Aktsamhet med bekämpning är viktigt även för sländorna och övervintringsplatser i form av holkar kan hjälpa fler att klara vintern.

Spindlar

Det finns drygt 700 arter i Sverige och den absoluta majoriteten är rovdjur (Sandström 2013 B). I odlingen äter de ofta bladlöss, myggor ochflugor men de är inte kräsna, de äter vad som finns tillgängligt. De jagar med eller utan nät och befinner sig både högt upp i grödan och nära marken. De är snabba och förflyttar sig snabbt, de utnyttjar även vinden för att ta sig långt på kortare tid. Spindlar finns ofta i stora mängder i fälten, upp till 3 miljoner per hektar och de hör till de tidiga nyttodjuret (Sandström 2013 B). För att gynna spindlarna som är känsliga för bekämpning ska man inte spruta för tidigt, obesprutade zoner hjälper också till. De behöver också alternativa byten och övervintringsplatser så obrukade ytor som dikes- och fältkanter ger en dem en god miljö.



Foto 5 Spindel i morotsblast i väntan på ett lämpligt byte

Funktionell biodiversitet på gårdsnivå

Funktionell biodiversitet är, som beskrivet i bakgrundsavsnittet, mångfalden av funktioner i ekosystemet. Ekosystemets egenskaper och processer påverkas av biodiversitet eftersom organismers produktivitet och bidrag till dem varierar (Wood et al. 2015). Mångfalden av arter höjer då oddsen för att fler produktiva arter finns närvarande. De kompletterar också varandra då det även finns en variation i hur olika arter använder resurser och tidvis påverkar miljön runtomkring som i sin tur påverkar andra arter.

På gårdsnivå handlar detta om de riktade insatser som görs för att höja biodiversiteten och att det fyller en viss funktion. Till exempel habitatmanipulering för att höja närvaron av nyttodjur med funktionen att kontrollera beståndet av skadedjur. Erisman med kollegor (2016) menar att den funktionella biodiversiteten på en gård innebär förvaltning av mångfalden i jorden, i betesmark och på åkermark genom att hantera de abiotiska och biotiska faktorerna på gården. Som beskrivet i samtliga avsnitt är gårdens mångfald beroende av landskapskomplexitet och konnektivitet till sourceområden. Då detta redan är behandlat i arbetet fördjupar vi oss inte mer i det.

Resultat Fallstudie

Företaget, Wirahill AB, är storproducent av grönsaker i sydvästra Skåne. På deras marker växlar de mellan hortikulturell produktion och traditionell växtodling. De hortikulturella grödorna består av kål (blom- spets- vit- rödkål och broccoli) men även rotselleri och isbergssallat. Växtodlingen innefattar stråsäd och sockerbeter men ingen raps.

På Wirahill jobbar de enligt grundläggande IPM och tycker att det är en självklarhet. De förebygger genom en godkänd växtföljd och bevakar skadedjur genom att kontrollera fälten på daglig basis. Bevakningen innefattar också att de håller sig uppdaterade om vad som är aktuellt i fält genom att prenumerera på Hushållningssällskapets nyhetsbrev. Ytterligare uppdateringar får de genom samarbetet med Jordbruksverkets växtskyddscentral som följer vissa skadegörare några av deras fält som en del i fältrundorna för prognos och varning i frilandsgrönsaker. Att behovsanpassa växtskyddsinsatser är nästa steg i IPM. På Wirahill har de behovsanpassat insatserna mot kålflugan genom att använda betat frö och behandla kålplantorna vid plantuppdragningen i växthus, alltså i en avgränsad miljö, med en låg dos Conserve (aktiv substans spinosad). Det ger plantorna det skyddet de behöver under just de fyra veckorna efter plantering då de är känsligast mot angrepp av kålflugan. För andra skadegörare, till exempel bladlöss och fjärilslarver, har de tröskelvärden och behandling sätts endast in om de uppnås. Vilka skadegörare som blir problem varierar lite från år till år till exempel var kålmalen det största hotet 2016, året innan var det rapsbaggar. Vid behandling använder de sig av så skonsamma och specifika medel som möjligt. Odlingsansvarig säger att som odlare i Sverige har man inte tillgång till kemiska preparat med brett verknings sätt eftersom de har fasats ut. De specifika medlen medför att timing är av yttersta vikt vilket gör att en växtskyddsstrategi enligt IPM är helt nödvändig för att få bra effekt av de växtskyddsinsatser som används. I dagsläget gynnar de också nyttodjur, främst i odlingen av stråsäd, med blommande kantzoner (ekologiska fokusarealer) och genom att inte klippa vägkanter för tidigt.

Markpackning undviks i odlingen då de använder sig av fasta körspår med hjälp av GPS och vattengångarna för bevattningsrampen är densamma. För att minimera utlakning beräknas gödslingsbehovet med hjälp av markkartering och förfruktsvärden.

De exempelfälten som valdes ut till studien är belägna i Fuglie (foto 6) och Villastad (foto 7). I Villastad är fältet delat på mitten av en väg. I år odlas olika typer av kål på båda fälten. Jorden plöjs på hösten efter skörd av föregående gröda. Innan plantering på våren bearbetas jorden med djupharv och rotorharv, samtidigt ges en grundgiva med NPK och i Fuglie tillsätts också kalk. Sedan plantas kålplantorna. Senare får de en till gödselgiva radmyllat med radrensare. Vid tidig skörd och nyetablering följer jordbearbetningen samma procedur med plöjning, djupharv och rotorharv.

Fält	Fuglie	Villastad
Storlek (ha)	24,8	6+4
Jordart	Moig lättlera (15-25% ler)	Lerig sand (5-15% ler)
Mullhalt	Måttlig (3-6%)	Måttlig (3-6%)
Årets gröda	Spetskål, blomkål, broccoli	Blomkål, broccoli
Antal plantningar	1	2

Växtföljd		
	1. Korn/höstvete	1. Höstvete
	2. Sockerbeta/korn	2. Lök eller korn
	3. Korn	3. Höstvete
	4. Sockerbeta	4. Kål
	5. Kål	

Tabell 1: grundförutsättningar och odlingsåtgärder på exempelfält

Visuell bedömning av nyttodjur:

Fuglie

Mycket blomflugor har setts vid varje tillfälle, lite senare på säsongen ökade också förekomsten av nyckelpigor. Paraststeklar syntes till i början av juni, art och därmed värddjur är oklart då identifiering inte var möjlig. Viss närvaro av spindlar har också noterats.

Villastad

Inte lika stora mängder blomflugor som i Fuglie men de har ändå noterats varje gång. Även här har nyckelpigor syns till och någon enstaka jordlöpare.

Fältkantsflora:

Fuglie

Vägen som löper längs med fältets västra sida kantas av en trädallé ca 2/3 av vägen. Väggkanten består av gräs och örter så som gråbo, cikoria, tistlar, rölleka, kamomill och korsört. Den södra fältkanten börjar med ett en häck/buske som tillhör en privat trädgård sedan är det främst gräsbevuxen kant med få blommande örter med inslag av några stora träd, bland annat pil. Den östra fältkanten gränsar också till en väg med gräsbevuxen kant. Norra fältkanten gränsar främst till en liten plätt som det i år odlas korn på, bakom den finns buskage mot privata trädgårdar.

Villastad

En gles allé med små pilträd i norr sedan cykelbana och planterad låg växtlighet med inslag av blommande ogräs som blåklint och rölleka. Mellan fälten går en grusväg till en gård, vägen är kantad av kortklippt gräs. Öster om fältet finns ingen kant utan det går direkt över till ett potatisfält. I väst är det endast en traktorväg som separerar till nästa fält där det i år odlas säd.

Landskapskontexten:

Båda studieobjekten ligger i utpräglad odlingslandskap. Det enda som bryter av odlingsmarkerna är privata trädgårdar, kyrkogårdar och väg- och fältkanter. Inga betydande arealer av nyckelbiotoper så som skog, våtmark eller betesmarker verkar finnas i närheten. Runt Fuglie kan man dock se att det finns några vattensamlingar i närområdet. På flygfotot över Villastad ser man kustlinjen i väst och där finns också lite naturbetesmarker med nötkreatur. Annars är det även här mest privata trädgårdar som bryter av mot de odlade fälten. För flygfoton av landskapskontexten, se bilaga 1.



Foto 6 Flygfoto över fältet i Fuglie. Foto: Lantmäteriet. Markeringar tillagda av författaren

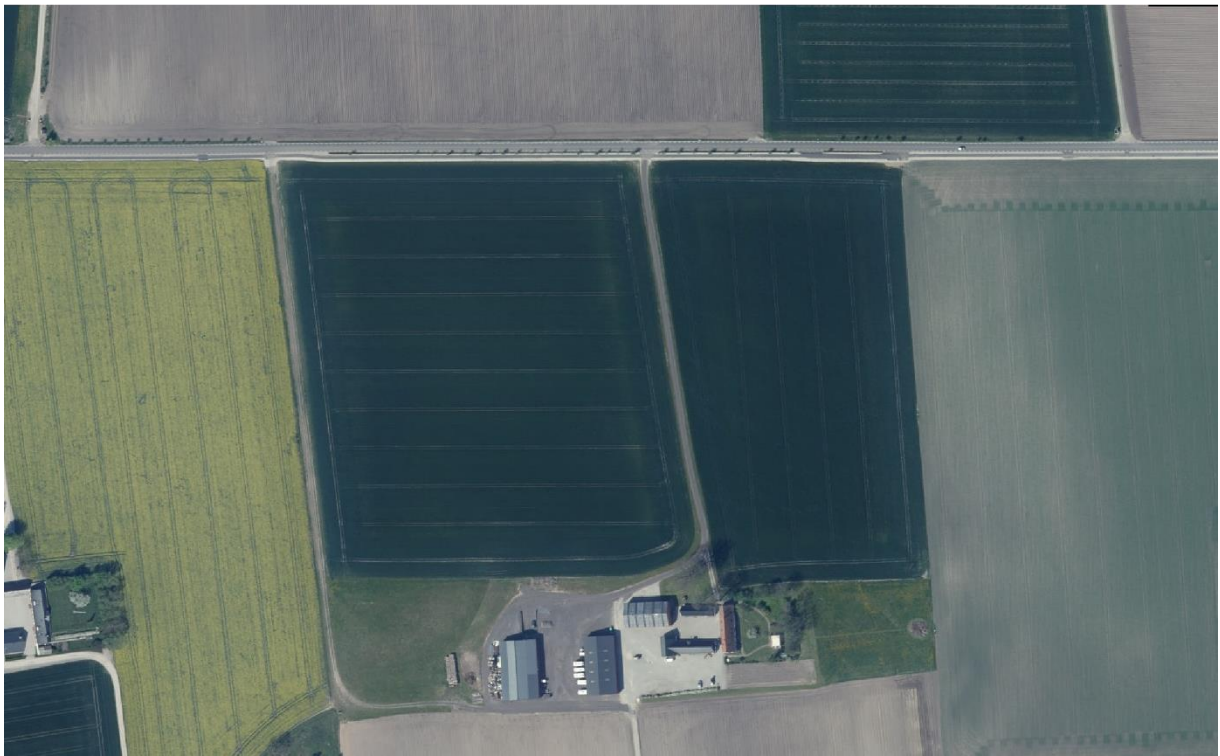


Foto 7 Flygfoto över fältet i Villastad. Foto: Lantmäteriet

Diskussion

De fyra delarna i modellen (landskapsdiversitet, sourceområden och konnektivitetssoner, åtgärder för specifika arter och funktionell biodiversitet på gårdsnivå) är egentligen inte fyra separata saker att ta hänsyn till, det är fyra olika sätt att se på biodiversitet utifrån vilken skala och mänsklig faktor man utgår ifrån. Allting hänger ihop på flera punkter och egentligen så handlar det om att identifiera i vilken stöttepelare odlaren/bonden ska agera inom. Att veta hur de små förändringarna på fältet påverkar hela landskapet är en nyckelfaktor i bevarandet och nyttjandet av biodiversitet. Landskapsdiversiteten är låg om det inte finns några spridningskorridorer som länkar till artrika områden (source). Spridningskorridorerna kan se olika ut; det kan vara en skalbaggsås, blomsterremsa, det där diket som aldrig blev röjt eller växtligheten som omger vattendraget som flyter genom odlingslandskapet. Även vägkanterna är värdefulla i ett landskap som är helt vikt åt odling av alla de slag. Den funktionella biodiversiteten är helt beroende av att det finns en landskapskomplexitet som understöder det man vill uppnå genom att sätta in specifika åtgärder för nyttodjur. Det är ett cirkulärt system där alla insatser påverkar alla faktorer. Det innebär att det finns många möjligheter att stötta ekosystemet genom att bidra till en högre biodiversitet. För att förenkla det hela utser jag två huvudpunkter som är väsentliga i detta arbete: landskapsdiversitet och funktionell grupp av nyttodjur. För att få en effekt av habitatmanipulering behövs ett visst mått av landskapskomplexitet och den funktionella gruppen av nyttodjur avgör vad som saknas eller ej.

Gynna funktioner – inte bara nyttodjur

Vilka funktionella grupper finns då? Vanligast är att de delas in i generalister eller specialister, som regel finns fler generalister representerade i odlingslandskapet då specialisten tenderar att få det svårt att hitta just sitt värddjur eller andra resurser så som pollen när det behövs. Tidsfördröjningen är den springande punkten här. Det kan finnas blommande växter i fältkanten men de blommar två månader efter att parasitstekeln kommer fram från övervintringen och behöver mat. Också fördröjningen mellan uppvaknandet och skadedjurets ankomst kan vara långt. Generalister har det lättare då de tar vad som finns att bjuda på just nu även om det kanske inte är en favorit.

Någonting som blivit uppenbart under arbetes gång är att många av de nyttodjur vi lägger fokus på nu är specialiserade på bladlöss. Det är få odlingar som endast har problem med bladlöss. För att få en heltäckande strategi ställs frågan: vilka skadedjur orsakar mest problem och vilka nyttodjur äter dem? För att reda ut detta kan nyttodjuret delas in i funktionella grupper efter bytesdjur eller efter hur de lever (till exempel marklevande, flygande). Men att gynna den ena betyder inte nödvändigtvis att man måste utesluta den andra. Skalbaggsåsen kan till exempel kombinera med blommande växter så gynnas både marklevande nyttodjur och pollenätare.

Minskad jordbearbetning är viktigt för många nyttodjur men i vissa hortikulturella grödor anses det inte möjligt att vara utan då de generellt är konkurrenssvaga växter, till exempel lök. Syftet med jordbearbetningen är att dels minska ogräsförekomsten, dels att reducera smittrisker. Med mindre jordbearbetning gynnas marklevande nyttodjur men eventuellt kan växtskyddsinsatserna mot ogräset öka istället. Och då har man inte lyckats med sin strategi eftersom målet ska vara att spruta så lite som möjligt.

En vanlig fundering eller motargument för att införa åtgärder som gynnar nyttodjuret är att det finns en risk för att man också gynnar skadedjuret och får en omotiverad uppförökning av

dessa. Viktigt i sammanhanget är att om nyttodjuret finns närvarande i samma zoner som skadedjuret kan en reglering av dem ske tidigt och koloniseringen av grödan kan därmed minska. Att jobba med biologiska faktorer är ett långsiktigt arbete och en optimal effekt kanske inte uppnås med en gång. Här kan det vara bra att testa sig fram med enkla medel och låta det ta tid.

Landskapet – diversitet och konnektivitet

För att nyttodjuret ska trivas i odlingen behövs bärande strukturer på landskapsnivå. Det innebär att det måste finnas en variation av habitat inom ett rimligt avstånd. Artrika miljöer så som skog, våt-, ängs- och betesmarker är av vikt för många nyttodjur. Och dessa måste länkas samman med odlarens fält med spridningskorridorer för att locka dem till att uppehålla sig i grödorna där de kan göra nytta. Att förbättra bärande strukturer runt om odlingen är förhållandevis enkelt för odlaren att ordna. Om det däremot saknas artrika habitat är det något svårare för varje enskild odlare att påverka. Om marken man har är för bra och värdefull planterar man inte igen den med skog eller överger den för att få naturlig flora. Att odla flerårig vall anses också höja biodiversiteten men som för Wirahill är det inte tänkbart att använda sina högvastande marker till vallodling. I det stora hela handlar det om att utnyttja marginalmark som inte kan användas till något annat på ett optimalt sätt.

I artikeln *Agriculture and biodiversity: a better balance fits both* (Ersiman et al. 2016) beskrivs det tydligt att jordbruk (både odling och djurhållning) är beroende av biodiversitet för att vara motståndskraftigt. Men det poängteras också att det är kvalitén, inte kvantitet, på landskapselementen som gör skillnad. Frågan blir då vad är kvalitet? Intensifiering av jordbruket ses som ett hot mot biodiversiteten. Intensifiering är, precis som biodiversitet, ett brett begrepp med många definitioner och måste inte alltid utgöra ett hot. Det handlar om hur man förvaltar sitt odlingslandskap. Genom att spara på de (semi-)naturliga strukturerna och sätta in extra kanter i form av åsar och remsor höjs diversiteten och komplexiteten av landskapet. Att få ett sammanhängande landskap som gynnar, och gynnas av, jordbruk och hortikulturell produktion kan vara något av en utmaning. Länsstyrelsernas arbete med regionala planer för grön infrastruktur pågår där lantbruk/-bygd står med som representerad arbetsgrupp.

I all litteratur jag läst om landskapskomplexitet, -diversitet, konnektivitet och sourceområden har fokus legat på semi-naturlig vegetation, ekotoner, skog, våtmarker och så vidare. Personligen vill jag lyfta en resurs som verkar förbises; privata trädgårdar. Närvaron av privata trädgårdar i landskapet är påtagligt och de erbjuder (ofta) allt ett nyttodjur vill ha. Blommade resurser under hela säsongen, bärande strukturer så som buskar och träd och övervintringsplatser. De är perenna odlingsystem som sällan utsätts för växtskyddsmedel (om någonsin) och den årliga störningen i form av odlingsåtgärder är minimal. Om det finns väletablerade trädgårdar i området kring fälten kan dessa med största sannolikhet fungera som ett sourceområde. Då handlar det om att locka ut nyttodjuret från trädgårdarna in i fälten. Att inkludera grannarna i gynnandet av nyttodjur kan också skapa rent sociala mervärden utöver effekten på skadedjur.

Ekonomi

Det finns mycket som talar för biodiversitet men det finns osäkerheter som utgör hinder. Förutom att tillvägagångssättet för optimal nyttodjurseffekt är något oklar och hur åtgärder ska passas in i den dagliga verksamheten finns också en fråga om ekonomi. För att öka viljan att testa dessa åtgärder måste en rent ekonomiskt mätbar effekt kunna påvisas som kan stå sig i jämförelse med nuvarande

strategier. Man tar en viss andel mark i anspråk genom att anlägga åsar och blomsterremsor och vad blir avkastningen då? Jordbruksverket har ställt upp kalkyler för jordbruk som kan ge en indikation. Men då det saknas kalkyler för hortikulturella grödor kan det ändå vara svårt för en grönsaksodlare att uppskatta kostnad och vinst. Att ta fram kalkyler för hortikulturella grödor skulle vara ett omfattande arbete eftersom avkastningen varierar stort beroende på grödan. Även odlingsåtgärder skiljer sig väldigt mycket åt och därmed kostnad och effekten på nyttodjur.

Det finns kostnader för till exempel utsäde, diesel och arbetstimmar för att förbereda såbäddar och så remsor till exempel. Osäkerheten kring hur det ska göras och vad man egentligen får i utbyte står i vägen för att den tiden och pengarna ska kännas värda. Det är inte helt säkert att kostnaderna minskar genom färre körningar med växtskyddsmedel.

Sedan handlar det också om att kvalitetskraven på hortikulturella produkter försvårar arbetet kring nyttodjur. Även om studier visar på signifikanta skillnader i skadedjursnivåer när nyttodjur är närvarande kan det ändå handla om några få procents skillnad, vilket fortfarande är för lågt då en hortikulturell gröda som har någon form av skönhetsfel i princip är osäljbar. Ingen går till affären för att köpa ett kålhuvud med gnagskador till exempel. För jordbrukssidan är det lite lättare att hantera då kunden inte ser den oförädlade produkten eftersom kvalitén på spannmål mäts på annat sätt än utseende.

Att införa obesprutade kantzoner är en bra idé men kanske inte helt överförbart i hortikulturell odling. Det varierar såklart beroende på gröda men med utgångspunkt i fallstudien är kål intressant att diskutera här. Wirahill köper in kålen som pluggplantor vilka sedan planteras ut i fältet. Varje planta är dyrbar och man räknar med en viss avkastning på varje rad för att få tillbaka sin investering. Om man då inte sprutar de yttersta raderna har pengar gått förlorade på att köpa in de plantorna och sätta ut dem. Då behövs ett avstånd på sex meter från fältkanten till första raden av grödan.

Fallstudien

Wirahill har jobbat enligt IPM länge därmed har de en bra grund och många förutsättningar för vidareutveckling. De tillämpar redan mycket av det som är avgörande för en fungerande strategi Till exempel växtföljd, bevakning av skadegörare och behovsanpassning av växtskyddsåtgärder.

Med tanke på att de skadegörare de upplever mest problem med varierar mellan säsongerna borde åtgärder för att gynna kortvingar, jordlöpare, parasitsteklar och spindlar sättas in. Att gynna tidiga generalister som kan hjälpa till med diverse skadegörare är bra strategi när man inte alltid kan förutsäga vilka skadedjur som kommer vara närvarande under säsong. Parasitsteklar är en grupp specialister men det finns många arter och värddjuren är lika många. Att gynna en funktionell grupp som har en stor mångfald kan vara gynnsamt då odlingssystemet blir mer flexibelt. Åtgärderna för att gynna dessa insekter ska vara rationellt och passa in med de odlingsåtgärder som utförs idag.

Föra att höja biodiversiteten och mängden nyttodjur i fält vill jag föreslå tre punkter som kan göras tillsammans i en strategi eller var för sig:

- 1) Skalbaggsås och/eller blomsterremsor med blommande resurser
- 2) Förbättra fältkantsstrukturen
- 3) Minskad jordbearbetning

Jag har två förslag: att så vändtegarna och införa blommande växter i vattengångarna, alternativt stepping-stone korridor i raderna (se figur 3 och 4).

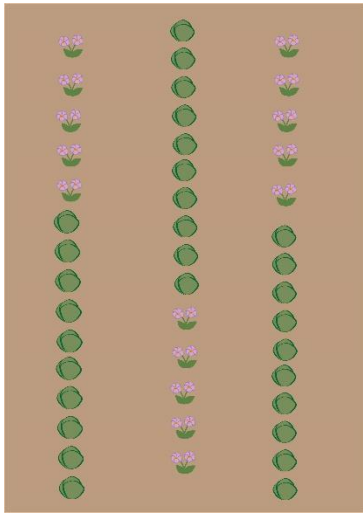
Vändtegarna är idag barmark som kräver underhåll i form av harvning för att hållas snygga och ogräsfria. Denna störning påverkar de jordlevande insekterna som jordlöpare och kortvingar negativt. På en fältvandring i augusti 2017 besöktes en gård som sått vändtegar med en blandning av spannmål, luddvicker, perser-, blod-, vit- och rödklöver. Den täta växtligheten bjuder på gott skydd och ger mycket alternativ föda. Växtligheten konkurrerar också väl med ogräs vilket innebär att harvning kan uteslutas, därmed får de marklevande nyttodjuret en större yta att röra sig på. Att så vändtegarna skulle inte medföra några större förändringar i det vardagliga arbetet för Wirahill. Om växtligheten skulle bli för hög så att framkomligheten med traktor och redskap blir begränsad kan den putsas en gång per år.

Wirahill använder sig av obesprutade och blommande kantzoner i sina sädesfält just för att gynna nyttodjur. Att införa detta även på grönsaksfälten skulle vara intressant. Men eftersom det ekonomiska perspektivet som beskrivet tidigare finns är det inte applicerbart rakt av. Som man kan se av bild 4 i Bilaga 1 är raderna med kål planterade nära kanten på den sydliga sidan. För att hålla ett avstånd på sex meter till fältkanten behöver några rader i så fall plockas bort. I övrigt finns gott om plats runt om och om vändtegarna sås in blir det ett naturligt skyddsavstånd.

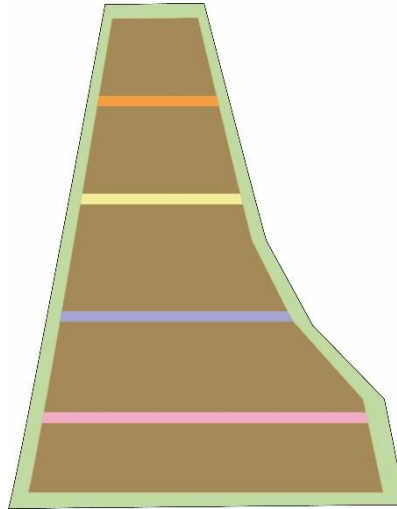
Eftersom fältet i Fuglie är ca 25 hektar skulle en skalbaggsås vara bra eftersom det rekommenderas för fält över 15 hektar. Då fältet i Villastad, vilket egentligen är två separata fält, är så små är det inte nödvändigt med en ytterligare ås/fältkant. Men man skulle kunna utveckla de som finns för att göra de mer gynnsamma. Om man inte vill offra mark för detta finns vattengångarna som är obevuxna med jämna mellanrum i odlingen. Där skulle de lätt kunna sås in blommande remsor. Höjden på växterna kan dock vara ett problem. Då kan strandkrassing, som för övrigt har en mycket bra form på blommorna, föreslås. Det är en låg växt och används redan i odlingsystem med god effekt i till exempel USA. Erfarenheter som delades under fältvandringarna visar på att permanenta blomsterremsor ger en större variation av nyttodjursarter än annuella. Både permanenta och annuella är rikliga med nyttodjur i sin helhet men den funktionella biodiversiteten skiljer. Om vattengångarna sås in med blommande växter kan de göras till permanenta korridorer vilket är att föredra i och med att de då garderar sig mot fler skadegörare.

Om sådana vattengångar känns som ett dåligt alternativ kan stepping-stone korridorer i raderna införas. Då kan de köpa in småplantor av till exempel strandkrassing och planta dem med jämna mellanrum i några rader i fältet. Därmed blir det inte extra arbete och övriga odlingsåtgärder påverkas inte nämnvärt. Den största skillnaden mellan att sås i vattengångarna och att införa stepping-stone korridorer är hur sprutningen med växtskyddsmedel ska utföras om det skulle behövas. Att spruta direkt på de blommande resurserna skulle medföra att nyttodjuret dör. Med en modern spruta vore det enkelt att stänga av munstycket för att inte spruta på blomsterremsor men det blir betydligt krångligare med en stepping-stone korridor. Om vändtegarna sås in också skulle nyttodjuret kunna återkolonisera fältet.

Förbättring av fältkantstrukturen gäller främst Villastad. Där skulle en fröblandning kunna sås in, att använda sig av en blandning rekommenderad för skalbaggsåsar kan vara en god idé för att skapa permanenta strukturer. Att införa fler bärande strukturer som buskar och träd skulle vara bra men är helt beroende på om grannar och kommun ger sitt godkännande.



Figur 3 Schematisk skiss över en stepping-stone korridor i kålodling



Figur 4 Skiss över fältet i Fuglie med förhöjd biodiversitet med sådda vändtegar och blomsterresurser i vattengångarna.

Slutsatser

Ja, det finns belägg för att biodiversitet kan användas som förebyggande åtgärd inom IPM. Åtgärder som kan införas i syfte att höja biodiversiteten är:

- Spara på buskar och träd i fältkanter och marginalmark, i synnerhet de som producerar pollen tidigt på våren.
- Införa blommande resurser i och runt fält
- Att ha obesprutade kantzoner
- Minska jordbearbetning

Möjligheterna och tillvägagångssätten för att utnyttja biodiversitet i förebyggande syfte är många, lika många som det finns fält att odla på. Det finns inte en gyllene lösning som fungerar överallt, åtgärderna måste anpassas till de förutsättningar som finns på varje fält. För vägledning se nästa sida.

Vägledning

För att höja biodiversitet med syftet att förebygga växtskyddsproblem

1. Utgångspunkt

Fokusera på *ett eller några närliggande fält* i taget.

För att avgöra vilka åtgärder som behövs är skadedjuren av huvudgrödan en bra utgångspunkt. Tänk efter *vilka skadedjur som orsakar mest problem*, det vill säga de skadedjur som oftast kräver växtskyddsåtgärder.

Utifrån skadedjuren, *identifiera dess naturliga fiender* och utvärdera om de finns i eller runt fältet.

Läs mer under Åtgärder för specifika arter (s.13-17)

2. Grundförutsättningar

Storlek: Är fältet större eller mindre än 15 hektar?

Om det är större än 15 hektar kan det vara bra att etablera en skalbaggsås.

Sourceområden: är fältet beläget i närheten av skog, våtmark eller betes-/ängsmarker?

Konnektivetszoner: finns någon form av vegetativ länk till ovan nämnda områden?

Till exempel väggkanter, fältkanter eller åkerholmar med träd, buskar och blommande örter.

Återfinns några av följande växter i fältkanten: sälg, vide, hassel, barrträd, pil, korgblommiga örter?

Om inte kan det vara bra att införa/spara på dem.

Hur många gånger jordbearbetas fältet varje år, inklusive vändtegar? Finns möjlighet att reducera det?

Läs mer under Sourceområden och konnektivetszoner (s.12-13) och i diskussionen (s.21-25)

3. Åtgärder

Utifrån de naturliga fiendernas behov och de grundförutsättningar som finns väljs lämpliga åtgärder som anpassas efter verksamhetens behov och förutsättningar.

Läs mer under Åtgärder för specifika arter (s.13-17) och i diskussionen (s.21-25)

Referenser

- Altieri, M.A., Gurr, G.M. & Wratten, S.D. (2004) Genetic engineering and ecological engineering: a clash of paradigms or scope for synergy? I: Altieri, M.A., Gurr, G.M. & Wratten, S.D. *Ecological engineering for pest management: Advances in habitat manipulation for arthropods*. Collingwood, Vic.: CSIRO Pub
- Arvidsson, A. (2016) *Nyckelpigor, gynna nyttodjuren*. Jönköping: Jordbruksverket [Online] Tillgänglig 2017-07-02 <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/nyckelpigor-gynna-nyttodjuren.html>
- Bartsch, H., & Artdatabanken (2009) *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. [DH 53a], Tvåvingar. Blomflugor : Diptera : Syrphidae : Syrphinae*. Uppsala: ArtDatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Dock-Gustavsson, A-M. (2016) *Blomflugor, gynna nyttodjuren*. Jönköping: Jordbruksverket [Online] Tillgänglig 2017-07-02 <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr2651.html>
- Flink, M. (2016) *Kortvingar, gynna nyttodjuren*. Jönköping: Jordbruksverket [Online] Tillgänglig 2017-07-02 <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/miljo-och-klimat/trycksaker-7/ett-rikt-odlingslandskap/ovr2655.html>
- Flint, M.L. (2012). *IPM in practice: principles and methods of integrated pest management*. 2. Uppl. Richmond: University of California
- Gaston, K.J. & Spicer, J.I. (2004) *Biodiversity – an introduction*. 2. Uppl. Oxford: Blackwell Science Ltd
- García-Feced, C., Weissteiner, C., Baraldi, A., Paracchini, M., Maes, J., Zulian, G., Kempen, M., Elbersen, B., & Pérez-Soba, M. (2015) Semi-natural vegetation in agricultural land: European map and links to ecosystem service supply. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), ss.273–283.
- Hilty, J., Lidicker, W. & Merenlender, A. (2006) *Corridor ecology - the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation*. Washington: Island press.
- Hjort, I. (2003) *Ekologi – för miljöns skull*. 1. uppl., Stockholm: Liber
- Holling, C. S. & Gunderson, L. H. (2002) Resilience and adaptive cycles. I: *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Washington, DC: Island press, ss. 25-62
- Jordbruksverket (2015) *Så anlägger du en skalbaggsås*. Jönköping: Jordbruksverket, JO15:1
- Jordbruksverket (2016) *Gynna nyttodjuren*. Jönköping: Jordbruksverket, OVR 324, 4. Uppl.
- Jönsson, Ekroos, Dänhardt, Andersson, Olsson, & Smith. (2015). Sown flower strips in southern Sweden increase abundances of wild bees and hoverflies in the wider landscape. *Biological Conservation*. Volym 184, ss. 51-58.
- Larsson, M. (2014) Biodiversitet. I: *Växtskyddets grunder*. SLU, ss. 35-44 [Online] Tillgänglig 2017-06-09 http://pub.epsilon.slu.se/11944/7/nilsson_u_red_150225.pdf

- Lennartsson, T. (2005) *Fragmentering och biologisk mångfald – en kunskapssammanställning om fragmentering som hot mot biologisk mångfald*. Jönköping: Jordbruksverket 2005:9
- Länsstyrelsen Skåne (2017) Vad är grön infrastruktur? [Online] Tillgänglig: 2017-08-09
http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/djur-och-natur/skyddad-natur/vart-arbete-med-skyddad-natur/gron_infra/vad_ar_gron_infra/Sidor/default.aspx
- Naturvårdsverket (2014) Grön infrastruktur. [Online] Tillgänglig 2017-08-09
<https://www.naturvardsverket.se/gron-infrastruktur>
- Naturvårdsverket (2014) Synen på ekosystemtjänster - begreppet och värdering. [Online] Tillgänglig 2017-02-24
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-8725-8.pdf?pid=14438>
- Nicols, C.I., & Altieri, M.A. (2004) The agroecological bases of ecological engineering for pest management. I: *Ecological engineering for pest management – advances in habitat manipulation for Arthropods*. Collingwood: CSIRO Publishing, ss. 33-54
- Nilsson, U., Porcel, M., Swiergel, W. & Wivstad, M. (2016). *Habitat manipulation - as a pest management tool in vegetable and fruit cropping systems, with the focus on insects and mites*. Uppsala: SLU, EPOK
- Orlandi Laureto, L.M., Vinicius Cianciaruso, M. & Menezes Samia, D.S. (2015) Functional diversity: an overview of its history and applicability. *Natureza & Conservação*. Volym 13 ss. 112-116
- Persson, A., Olsson, O., Rundlöf, M., Smith, H. (2010) Land use intensity and landscape complexity— Analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Volym 136, ss. 169–176
- Pettersson, M-L. & Åkesson, I. (2011) *Trädgårdens växtskydd*. Natur & kultur: Stockholm
- Rusch, A., Bommarco, R., Jonsson, M., Smith, H.G., & Ekbom, B. (2013) Flow and stability of natural pest control services depend on complexity and crop rotation at the landscape scale. *Journal of applied ecology*. Volym 50, ss. 345-354.
- Sandskär, B. (2002) *Skadegörare i frilandsgroänsaker och bär*. Jordbruksverket: Jönköping
- Sandström, M. (2013) *Spindlar, gynna nyttodjuret*. Jönköping: Jordbruksverket [Online] Tillgänglig 2017-07-02
<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr26510.html>
- Sepkoski, J. (1988) Alpha, beta, or gamma: where does all the diversity go? *Paleobiology*. Volym 14, nr 3, ss. 221-234
- Song, Y., Wang, P., Li, G. & Zhou, D. Relationships between functional diversity and ecosystem functioning: A review. *Acta Ecologica Sinica*. Volym 34, nr 2, ss. 85-91
- Townsend, C., Begon, M. & Howarth, R. (2014) *Essentials of ecology*. 4. Uppl. Hoboken: Wiley & Sons
- Wood, S., Karp, D., Declerck, F., Kremen, C., Naeem, S. & Palm, C. (2015) Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. *Trends in Ecology & Evolution*, 30(9), pp.531–539.

Bilaga 1

Fuglie



Foto 1: Flygfoto av landskapet som omger fältet (Lantmäteriet), markeringar tillagda av författaren



Foto 2: En bit av den södra kanten



Foto 3: Allén som sträcker sig längst med den västra kanten



Foto 4: Överblick över fältet taget från den sydvästra hörnan

Villastad



Foto 5: Flygfoto av landskapet som omger fälten (Lantmäteriet), markeringar tillagda av författaren



Foto 6: Norra fältkanten



Foto 7: Vägen som delar fälten



Foto 8: Överblick över det västra fältet