

Plantevern og plantehelse i økologisk landbruk

Bind 1 • Bakgrunn, biologi og tiltak



Redaksjon: Lars Olav Brandsæter, Svein Magne Birkenes,
Birgitte Henriksen, Richard Meadow og Theo Ruissen

PLANTEVERN OG PLANTEHELSE I ØKOLOGISK LANDBRUK

Bind 1

Bakgrunn, biologi og tiltak

Forfattere: Lars Olav Brandsæter, Svein Magne Birkenes, Birgitte Henriksen, Richard Meadow, Theo Ruissen, Reidar Holmøy, Kjell Mangerud og Helge Sjursen

Øvrige bidragsytere: Richardo Holgado, Bonsak Hammeraas, Linnea Wang, Jan Netland, Gunn Mari Strømeng, Linda Gordon Hjeljord, Ingeborg Klingen, Solveig Haukeland, Trond Hofsvang, Atle Wibe, Sverre Kobro og Guro Brodal

© GAN Forlag AS Oslo 2006
1. utgave

Redaktør: Guro Barstad
Redaksjonsgruppe: Lars Olav Brandsæter, Svein Magne Birkenes, Birgitte Henriksen, Richard Meadow og Theo Ruissen
Prosjektet er finansiert gjennom støtte fra Statens landbruksforvaltning Landbruks- og matdepartementet, samt betydelig egenfinansiering fra Bioforsk.

Trykket i Norge av GAN Grafisk AS.

ISBN 10: 82-492-0732-7
ISBN 13: 97-882-4920732-9

Det må ikke kopieres fra denne bok i strid med åndsverkloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Kopiering i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Alle henvendelser om forlagets utgivelser kan rettes til:
GAN Forlag AS
Postboks 6345 Etterstad
0604 Oslo
E-post: forlag@gan.no
www.gan.no

1 Innledning	7	3.4 Vekstskifte, jordarbeiding og ugras	166
1.1 Økologisk landbruk	7	Jordarbeid om våren (vårbrakk, utsatt såtid)	169
Hvorfor økologisk landbruk?	9	Jordarbeid om sommeren (midtsommerbrakk)	172
Forskjellen på økologisk og konvensjonelt dyrkingssystem	9	Jordarbeid om høsten (høstbrakk)	173
1.2 Plantevern i økologisk landbruk	10	Brakking gjennom hele vekstsesongen (helbrakk)	177
Hva er plantevern?	10	3.5 Vekstskifte, jordarbeiding og plantesjukdommer	177
Naturlige økosystemer versus agroøkosystemer	12	3.6 Vekstskifte, jordarbeiding og skadedyr	178
Viktige aspekter innenfor økologisk plantevern	15	3.7 Dyrkingssystem	179
Regelverk og forvaltning	23	En sterk kulturplante	179
Risiko for skade og avlingsnedgang ved økologisk drift	27	Arts- og sortsblandinger	198
Bekjempingsstrategier	29	Dekkekultursystemer	203
		Dødt jorddekke	207
2 Skadegjøernes livsstrategier	39	4 Direkte tiltak	215
2.1 Ugras	39	4.1 Biologisk kontroll	216
Historikk	41	Biologisk kontroll av ugras	217
Klassifisering	44	Biologisk kontroll av plantesjukdommer	222
Biologi og populasjonsdynamikk – Ugras	66	Biologisk kontroll av skadedyr (insekter og midd)	226
Ugrasets betydning i et økologisk driftsopplegg – Ugras	90	Nyttedyr	228
2.2 Sjukdomsfremkallende organismer	92	Nyttmikroorganismer	239
Hovedgrupper av sjukdomsfremkallende organismer	92	4.2 Fysisk og termisk kontroll	246
Sjukdomsspredning – angrep og forsvar	100	Ugras	246
Symptomer på skade	103	Plantesjukdommer	271
Sjukdomsorganismers betydning i et økologisk driftsopplegg	105	Skadedyr	272
2.3 Skadedyr	105	4.3 Alternative plantevernmidler	274
Klassifisering	105	Ugras	275
Biologi – insekter	110	Plantesjukdommer	275
Skadedyrs betydning i et økologisk driftsopplegg	116	Skadedyr	277
3 Forebyggende tiltak	121	5 Navnelister	283
3.1 Vekstskifte	123	Stikkordregister	297
Generelt om vekstskifte	124		
Vekstskifteeffekt på ugras	131		
Vekstskifteeffekt på plantesjukdommer	134		
Vekstskifteeffekt på skadedyr	135		
3.2 Vekstsskifte, effekter av grønnjødsling	136		
Ettårig og flerårig grønnjødsling	138		
«Mellomkulturer», underkultur og fangvekster	144		
3.3 Vekstskifte, jordarbeiding og teknikk	146		
Jordpakking, jordstruktur	147		
Pløying	148		
Slodd eller annet planeringsredskap	155		
Harving	156		

Forord

Gjennom prosjektet «Plantevernhandbok for økologisk landbruk» har vi skrevet 4 bøker med felles tittel «Plantevern og plantehelse i økologisk landbruk»:

- Bind 1 – Bakgrunn, biologi og tiltak
- Bind 2 – Plantevern og plantehelse i grønnsaker og potet
- Bind 3 – Plantevern og plantehelse i korn
- Bind 4 – Plantevern og plantehelse i frukt og bær

I tillegg til å kunne kjøpes i bokformat vil de 4 bindene også finnes i nettverson på «Agropub» (<http://www.agropub.no>). Primær målgruppe for bøkene er bønder og hagebrukere, men gjennom bruk av såkalte «tekstbokser» med fordypningsstoff tror vi også at studenter på videregående trinn og ved høyskoler vil ha stort utbytte av stoffet som vi presenterer. Mens Bind 1 er ganske grunnleggende i sin oppbygning, er de 3 siste bindene betydelig mer anvendt og mer en «kokebok» for hvordan man best kan håndtere de ulike skadegjørere. I Bind 1 går vi relativt grundig til verks, ikke minst gjelder dette kapittel 2 om de ulike skadegjøreres livsstrategier. Kunnskap om skadegjøreres biologi og økologi er viktig både for i forkant å unngå at plantevernproblemer oppstår, og for å gjennomføre direkte mottiltak i kulturene på en best mulig måte. Det å «kjenne fiendens» sterke og svake sider er svært viktig for å løse et aktuelt plantevernproblem, men vi tror at slik kunnskap rett og slett også gjør det morsommere å være plantedyrker. Mange skadegjørere har jo en ganske så finurlig biologi og sameksistens med sine omgivelser for å sikre egen vekst og «videreføring av slekta» gjennom produksjon av avkom. Vi håper dessuten at kunnskapen i disse bøkene skal være med å stimulere til mer robuste dyrkingssystemer hvor forebyggende plantevern har en sentral plass. Hvis framgangen til økologisk landbruk skal fortsette er det dessuten svært viktig at plantevern- tiltak og strategier harmoniserer med målsetningene for økologisk landbruk, ikke minst gjelder dette mht miljøkonsekvensene. Vi kan dessverre ikke love at vi for alle skadegjørere har effektive og gode ikke-kjemiske råd, men med en fortsatt satsing på forskning tror vi at det i framtidige versjoner av «Plantevernhandboka» også vil komme gode løsninger for disse.

Bioforsk Plantehelse og Bioforsk Økologisk har vært formelle samarbeidspartnere gjennom hele prosjektperioden, men Høyskolen i Hedmark har også vært en viktig bidragsyter. Redaksjonen til «Plantevernhandboka» har i tillegg til undertegnede bestått av Svein Magne Birkenes, Birgitte Henriksen og Richard Meadow som alle arbeider ved Bioforsk Plantehelse, og Theo Ruissen som er ansatt ved Bioforsk Økologisk.

I tillegg til redaksjonen har også mange andre stått sentralt i skrivearbeidet av Bind 1: Helge Sjursen (Bioforsk Plantehelse) i om «Ugrasets livsstrategier» (Kap. 2), Reidar Holmøy (pensjonist, tidligere UMB) om teknisk utstyr for ugraskontroll (Kap.4), Kjell Mangerud (Høyskolen i Hedmark) om jordarbeiding (Kap.3) og teknisk utstyr (Kap.4). Ricardo Holgado og Bonsak Hammeraas (Bioforsk Plantehelse) om nematoder som skadedyr.

Følgende personale fra Bioforsk Plantehelse: Linnea Wang og Jan Netland, Gunn Mari Strømeng og Linda Gordon Hjeljord, samt Ingeborg Klinge, Solveig Haukeland og Trond Hofsvang, har skrevet om biologisk kontroll av hhv. ugras, plantesjukdommer og skadedyr (kap.4).

Dessuten har Atle Wibe (Bioforsk Økologisk) og Sverre Kobro (Bioforsk PlanteHelse) skrevet hhv. tekstboks 4.12 og 4.13.

Grete Lene Serikstad (Bioforsk Økologisk), Guro Brodal (Bioforsk PlanteHelse), Trygve Rygg (pensjonist, tidligere Bioforsk PlanteHelse), Haldor Fykse (pensjonist, tidligere UMB/Bioforsk PlanteHelse), Ole-Christian Østreng (Debio) og Arne Oddvar Skjelvåg (UMB) har hatt større eller mindre deler av manuset til gjennomlesning og vi vil takke for hjelpen og viktige innspill.

Dette bokprosjektet er finansiert gjennom ekstern støtte fra Statens landbruksforvaltning («Veiledningstiltak for primærprodusenter») og Landbruks- og matdepartementet («Forskningsmidler over jordbruksavtalen»), men hadde ikke vært mulig å gjennomføre uten stor velvilje fra Bioforsk PlanteHelse, som har bevilget mye gjennom bruk av grunnbevilgning. Stor takk til alle instanser som har muliggjort dette prosjektet.

I en oppjaget verden hvor lettvinne løsninger ofte står høyt i kurs, så vil kanskje enkelte mene at vi har gått vel mye i dybden på deler av denne boken. Vi håper allikevel at dere i ledige stunder har tålmodighet og nysgjerrighet til å gjøre dette «dypdykket» inn i materien rundt ugrasplanter, plantesjukdommer og skadedyr.

Ås, 22. januar 2006



Lars Olav Brandsæter

1 Innledning

Dette kapitlet presenterer informasjon som gir en grunnleggende forståelse om skadegjørere, plantevern og plantehelse. Kapitlet beskriver bakgrunnen for økologisk landbruk og gir en kort gjennomgang av aktuelt regelverk og internasjonal organisering. Dette danner basis for å forstå hvordan økologisk landbruk i Norge er organisert og hvilke muligheter og begrensninger regelverket gir.

1.1 Økologisk landbruk

Økologisk landbruk bør betraktes mer som en utviklingsvei enn som en ferdig utviklet driftsmetode. Både regelverket og den agronomiske praksisen for denne driftsmetoden vil endres og utvikles videre etter hvert som kunnskap om økologi, biologi, agronomi og teknikk øker. Dette gjelder også ny kunnskap om produksjonsmetoders miljøkonsekvenser og kunnskap om samspill mellom maten vi spiser og vår helse.

Fra Debio (se side 8) har vi hentet følgende beskrivelse av idébakgrunn, overordna mål og praktiske forutsetninger mhp. økologisk landbruk:

«Økologisk produksjon bygger på et helhetssyn som omfatter de økologiske, økonomiske og sosiale sidene ved produksjonen, både i lokalt og globalt perspektiv. I det økologiske landbruket betraktes naturen som en helhet. I økologisk landbruk tilstrebes et selv bærende og vedvarende agroøkosystem i god balanse. Systemet baseres mest mulig på lokale og fornybare ressurser. Også ved videreforedling skal matvarene bearbeides ut fra det helhetlige utgangspunktet.

Grunnlaget for plantedyrkingen i hagebruk, jordbruk og skogbruk er hensynet til jordas struktur og fruktbarhet. I praksis betyr det blant annet å dyrke et mangfold av vekster og gjennomføre et variert vekstskifte der naturforholdene ligger til rette for det. Jordas fruktbarhet opprettholdes hovedsakelig ved resirkulering av gjødsel og annet organisk materiale.

Dyrkingssystemet utformes med flest mulig forebyggende tiltak mot skadegjørere. Lettløselig mineralgjødsel og kjemisk/syntetiske bekjempningsmidler brukes ikke. I økologisk landbruk tilstrebes balanse mellom dyretall og areal. Balanse betyr her at gården er mest mulig selvforsynt med fôr til husdyrene, og at tilførsel av gjødsel til jorda skjer med minst mulig risiko for forurensing av omgivelsene.

Ved foredling legges det vekt på å benytte skånsomme behandlingsmetoder, begrenset bruk av raffinering, energisparende teknologier og minimal bruk av tilsetningsstoffer. Genmodifiserte organismer, eller produkter framstilt ved hjelp av slike, er ikke tillatt i noen sammenheng».

Begrepet «økologisk landbruk» omfatter mer enn ordet økologi i vitenskapelig forstand. Økologisk landbruk, som er den norske parallellen til det engelskspråklige «*organic farming*», er en fellesbetegnelse for ulike driftsretninger. «Økologiforskriften» med veiledere (se side 24) setter dagens minimumskrav for hvordan driftsformen skal praktiseres. Regelverket for økologisk produksjon i Norge ble i utgangspunktet utviklet av Debio.

Gjennom EØS-avtalen har norske myndigheter ansvar for at Norge har en kontrollordning for økologisk produksjon. Herav følger det at norsk økologisk landbruksproduksjon må være i samsvar med EUs forordninger på dette området. Den første forordningen for økologisk landbruk kom i 1991. Etter den tid har det kommet ca. 40 forordninger på området som må bygges inn i det norske regelverket. EU-forordningene er forholdsvis detaljerte, og omhandler bl.a. regler for planteproduksjon, husdyrhold, kontroll og import.

I 1995 fastsatte Landbruksdepartementet for første gang forskrift for produksjon og merking av økologiske landbruksvarer. I forskriften ble Statens landbrukstilsyn og Statens næringsmiddeltilsyn (begge er nå en del av Mattilsynet) oppnevnt som kontrollmyndighet for primærproduksjon, pakking, foredling og import av økologiske landbruksvarer.

Debio er en medlemsorganisasjon som har utført kontrollvirksomheten på økologiske gårder siden 1986. I februar 1995 inngikk det som i dag er Mattilsynet en avtale med Debio, som går ut på at Debio har fått delegert myndighet for å utøve tilsyn med økologisk landbruksproduksjon i Norge. Dette innebærer bl.a. å følge standardrutiner ved kontroll og godkjenning av gårdsbruk og gartnerier. Debio inspiserer også foredlingsbedrifter på vegne av Mattilsynet. Begrepet økologisk landbruk er lovbeskyttet og varer kan bare omsettes som økologisk når produsenten har godkjenning fra Debio.



Debios Ø-merke gir forbrukeren en trygghet for at varen er produsert etter regelverket for økologisk produksjon. Ø-merket brukes både på norske og importerte produkter.

I svært mange land er økologisk landbruk på frammarsj, og selv om mangfoldet innen økologisk dyrking er enormt, finnes det faktisk et felles verdigrunnlag, uttrykt gjennom retningslinjer fra IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), den internasjonale sammenslutningen for økologisk landbruk. Blant annet er ønsket om å utvikle et bærekraftig landbruk, mest mulig basert på lokale og fornybare ressurser et felles, internasjonalt fundament. Et annet felles internasjonalt ståsted er å se landbruk og matproduksjon i et globalt og langsiktig perspektiv hvor føre var-prinsippet er en viktig grunnpilar.



Informasjon om regelverk som er relevant for økologisk planteproduksjon vil du finne mer om lenger bak i kapitlet.

Hvorfor økologisk landbruk?

Dyrking av jorda betyr store inngrep i det opprinnelige naturgrunnlaget. I økologisk landbruk søker man å opprettholde et balansert samspill mellom jord, mikroorganismer, planter, dyr og mennesker og på en slik måte opprettholde natur og miljø som grunnlag for landbruksdrift på lang sikt.

Landbruket blir stadig mer intensivt og spesialisert. Innkjøp av driftsmidler har økt kraftig, mens behovet for arbeidskraft har gått ned. Vi har fått et landbruk som produserer mer til lavere pris, men som kan ha flere negative konsekvenser, for eksempel:

- forurensning av luft, jord og vann med næringsstoffer og (syntetiske) plantevernmidler
- jorderosjon
- ensidig kulturlandskap
- stort forbruk av energi og ikke-fornybare ressurser
- stort produksjonspress i husdyrhold og planteproduksjon
- færre gardsbruk i drift (og færre bønder)
- risiko for rester av plantevernmidler i matvarer

Man kan si at økologisk landbruk har oppstått som en «motreaksjon» på denne utviklingen, og målsetningene for økologisk landbruk blir da også relatert til mange av de samme konsekvensene, men med «motsatt fortegn», dvs. at man ønsker å:

- produsere matvarer med høy kvalitet, av tilstrekkelig mengde og med en rettferdig global fordeling
- sikre genetisk mangfold og artsrikdom
- skape et miljø som tilgodeser produksjonsdyrenes naturlige atferd og behov
- forvalte naturressursene slik at skadelige virkninger på miljøet unngås, og dermed sikre jordas fruktbarhet på lang sikt
- sikre mest mulig resirkulering av næringsstoffer som vil gi balanse i energiutbyttet
- understøtte god kontakt mellom landbruket og samfunnet ellers
- arbeide for at økologisk landbruk skal gi grunnlag for en trygg økonomi for utøverne
- fokusere på kvalitet, ikke bare kvantitet
- arbeide ut fra et biologisk grunnsyn, dvs. at man gjødsler jorda, ikke plantene
- ikke bruke lettløselig mineralgjødsel (kunstgjødsel)
- ikke bruke syntetiske plantevernmidler

Forskjellen på økologisk og konvensjonelt dyrkingssystem

En vanlig oppfatning er at hovedforskjellen mellom økologisk og konvensjonelt drevet landbruk er at man ikke bruker plantevernmidler eller kunstgjødsel. Dette er imidlertid en svært forenklet måte å se det på. Mer vesentlig er at det legges vekt på alle faktorenes gjensidige avhengighet i driftsopplegget. Man skiller gjerne mellom økologiske, integrerte og konvensjonelle dyrkingssystemer.

Konvensjonell dyrking kjennetegnes ved utbredt bruk av innsatsfaktorer (for eksempel handelsgjødsel, plantevernmidler, kraftfôr) levert til gården utenfra, stor produksjon av bl.a. planter, melk og kjøtt som går ut fra gården, samt stor grad av mekanisering og ensidig drift. Det er som regel en driftsform med vekt på maksimering av gårdsinntekt med bruk av alle tillatte innsatsfaktorer.

Et økologisk dyrkingssystem er basert på et bedre definert verdigrunnlag. Dette synliggjøres bl.a. ved at:

- innførte innsatsfaktorer benyttes i mindre grad
- størst mulig del av næringsstoffene resirkuleres
- driftsopplegget er allsidig (husdyr, jord- og hagebruksvekster)
- mest mulig forebyggende tiltak mot skadegjørere

I et integrert produksjonssystem tar en gjerne i bruk elementer fra både økologisk og konvensjonell drift ved at man f.eks. bruker plantevernmidler, men sprøyter etter behov og kombinerer med andre aktuelle tiltak (resistente sorter, mekaniske eller termiske bekjempelse etc.). Alle systemene er imidlertid under utvikling, og det finnes overganger mellom systemene.

På to svært sentrale områder, næringsforsyning og plantevern, skiller økologisk landbruk seg fra konvensjonell dyrking. Vedrørende næringsforsyning er det en målsetning for økologisk produksjon at eksport av næringsstoffer ut fra driftsenheten skal være minst mulig og at næringsstoffer til og fra planter og dyr går mest mulig gjennom en «lukket syklus». Dette kan blant annet oppnås ved hjelp av et gjennomtenkt vekstskifte, forsvarlig gjødselbehandling, og tilførsel av næringsstoff i samsvar med opptak i planter og varetransport ut fra gården.

Når det gjelder miljøproblemer knyttet til plantevernmidler, inklusiv rester i landbruksproduktene, er det lett å se miljøgevinsten ved økologisk produksjon: Syntetiske plantevernmidler brukes ikke i økologisk landbruk og driftsformen vil slik ha klare miljømessige fortrinn i forhold til konvensjonell produksjon. Det er imidlertid uenighet om hvor store konsekvenser restmengder av plantevernmidler i matvarer og i miljøet har. I økologisk landbruk kan bruken av plantevernmiddel med naturlig opphav, for eksempel planteekstrakter, være aktuelt, men bruken av disse kan også være omstridt.

Økologisk landbruk vil, som beskrevet over, i seg selv kunne ha flere fortrinn i forhold til konvensjonell produksjon, men forskning og praksis i økologisk landbruk kan også komme med løsninger som kan gjøre det konvensjonelle landbruket mer miljøvennlig, f.eks. bedre håndtering av husdyrgjødsel, optimal bruk av belgvekster og ugrasharving.

1.2 Plantevern i økologisk landbruk

Hva er plantevern?

Før det moderne, kjemibaserte landbruket vokste fram, kan vi si at alt landbruk var økologisk drevet og stort sett erfaringsbasert med ingen eller begrenset kunnskap om grunnleggende prosesser. Var det ikke problemer med skadegjørere i landbruket på denne tida? Jo, Bibelen og andre historiske kilder tyder på at ulike skadegjørere var et kjent fenomen (blant annet i Am 4.9 og 5 Mos 28.22). Mennesker hadde altså kjennskap til sjukdommer og andre

skadegjørere på planter før det moderne landbruket begynte å utvikle seg. Forklaringen ble lenge søkt i det overnaturlige. Også Romerne mente plantesjukdommer skyldtes guddommelige inngrep. Kongen Numa Pompilius (rundt 700 f.kr.) innstiftet en årlig fest (Rubigalien) hvor en rød hund ble ofret for å avverge epidemier av rustsjukdommer i korn. Dette foregikk helt til begynnelsen av vår tidsregning. Det tok lang tid før folk flest ble bevisst at årsak til avlingssvikt skyldtes ulike skadegjørere.

I ulike historiske epoker har man søkt å løse plantevernproblemene med ulik tilnærming. Etter en periode med ervervelse av kunnskap om biologien til skadegjørerne tok man opp kampen på en mer rasjonell og vitenskapelig basert måte. Først ble kampen rettet direkte mot skadegjøreren med lite hensyn til uheldige bieffekter, men etter hvert ble tilnærmingen til fagområdet «plantevern» bredere, og i dag ser vi at fokus gjenspeiler hele spekteret fra enkeltløsninger til overordnede systemtilnærminger. Trenden i dag er å fokusere mer på systemløsninger, og her har økologiske landbrukere allerede lang erfaring. Plantevern inkluderer således alle tiltak som hindrer en skadegjører (ugras, insekter, midd, nematoder, pattedyr, virus, bakterier, sopp) i å redusere avlingen kvalitativt eller kvantitativt.

Av noen brukes i dag begrepet «plantehelse» ganske synonymt med begrepet plantevern, noe som kanskje ikke alltid er like velegnet. Vi kan kort definere at god plantehelse betyr planter som er sunne og friske (tekstboks 1.1).

Tekstboks 1.1 Plantevern og plantehelse

I andre halvdel av 1800-tallet og fram til begynnelsen av 1900-tallet dreide fagområdet plantevern seg generelt om kunnskap om ulike skadegjørere som sjukeorganismer og skadedyr. Senere ble problemene med ulike skadegjørere mer og mer vinklet omkring begrepet plantevern. Dette viser en sterkere fokusering på å verne plantene mot skadegjørere ved hjelp av ulike tiltak. De seinere årene har begrepet **plantehelse** blitt mer vanlig. Dette gjenspeiles bl.a. ved at Plantesjukdomsloven (lov om tiltak mot plantesjukdommer og skadedyr på planter fra 1964) ble endret til Lov om plantehelse i år 2000. Det gir uttrykk for en økende forståelse for at målet ikke bare er planter uten synlig skade, men at plantene som helhet er sunne, dvs. at de har god motstandskraft mot skadegjørere. Fra 2004 ble Plantehelseloven innlemmet i Matloven.

Et problem med bruk av plantehelsebegrepet som en erstatning for plantevern, er at dette begrepet er mer relatert til sjukeorganismer enn til skadedyr og ugras. Spesielt i forhold til ugras føles begrepet plantehelse lite dekkende. Skadevirkningen av ugras er jo hovedsakelig avlingsnedgang på grunn av konkurranse og da passer ordet «plantehelse» dårlig. Det synes derfor mest naturlig å betrakte begrepet «plantehelse» som en del av fagområdet «plantevern».

Fagområdet plantevern er en form for «anvendt biologi». Biologisk kunnskap om kulturplantene og de ulike skadegjørere, og hvordan ulike kulturtiltak påvirker samspillet mellom kulturplante og skadegjørere, er grunnlaget for utviklingen av fagområdet plantevern. Grunnleggende biologisk kunnskap er derfor avgjørende for alle som arbeider innen fagområdet plantevern, dette gjelder ikke bare forskeren, men også i høyeste grad bonden.

I det neste kapitlet, som omhandler de ulike skadegjøreres livsstrategier, vil vi definere mer nøyaktig hva som menes med ugras, sjukdommer og skadedyr, men skal også her komme med en kort definisjon.

Ugras er alle planter som er uønsket i en kultur. Det betyr at en plante kan være ugras i en kultur, men ikke i en annen. Ugras som er svært vanskelig å bekjempe, for eksempel floghavre, er underlagt lovverk for å hindre spredning. En kan også definere kulturplanter (f.eks. oljevekster) som ugras hvis de dukker opp i en annen kultur (f.eks. kornåker) året etter og stjeler mye lys, vann og næring. Kveke er et av ugrasene som det er satt store ressurser inn på å bekjempe, men kveka kan faktisk være til hjelp hvis den sprer seg i en veiskråning og binder jorda, slik at erosjonsfaren reduseres. På denne måten må en se hvor, når og hvordan plantene opptrer for å kunne definere dem innunder begrepet ugras.

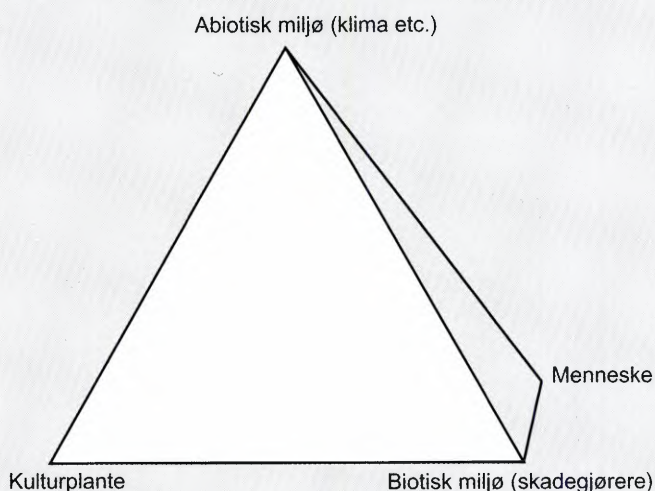
Sjukdommer forårsakes av angrep av både bakterier (f.eks. ringrâte i potet), sopp (f.eks. gråskimmel i jordbær) og virus (f.eks. sharkavirus på plomme). Også blant sjukdomsorganismene finnes det eksempler på skadegjørere som er underlagt *lovverk for bekjempelse*, for eksempel pærebrann, rød marg i jordbær og sharkavirus.

Begrepet skadedyr innbefatter alle dyr som gnager, suger eller på annen måte skader plantene, slik at plantens kvalitet og kvantitet reduseres. Det betyr at elg og rådyr som trækker eller beiter i et kålfelt, snegler som knasker i seg deler av en salatavling, insektlarver som gnager hull i eplene eller gulrotsugerens saftopptak fra bladverket til gulrota er alle skadedyr. Noen skadedyr er så vanskelig å bekjempe eller så uønsket i norsk landbruk at de er underlagt lovverket. Eksempel på dette er potetcystenematode (potetål).

Naturlige økosystemer versus agroøkosystemer

Selv om det i økologiske driftsformer legges vekt på å utvikle dyrkingssystemer mest mulig basert på naturens premisser, innebærer ikke det at en økologisk driftsform er et naturlig økosystem. Både den konvensjonelle og økologiske driftsform er i utgangspunktet menneskeskapt, med bl.a. matproduksjon for øyet. Et slikt kunstig økosystem, der mennesket, kulturplantene og det øvrige biotiske (planter/ugras, dyr/skadedyr, sopper, bakterier, virus) og abiotiske miljø (klima, næringsstoffer, vann, gasser) inngår, kalles et agroøkosystem (tekstboks 1.2). På grunn av forstyrrelser i et slikt system, som vekstskifte, pløying og andre agronomiske tiltak, har kulturmark en del fellestrekk med såkalte pionerplantefund, der planter nyetablerer seg på åpen jord, for eksempel etter skogbrann, jordras etc. Å studere forekomst og utvikling av naturlige økosystemer gir økt forståelse for hvordan de ulike organismene fungerer i forhold til hverandre, også i et agroøkosystem. For naturlige økosystemer blir det lite relevant å snakke om skadeorganismer eller skadegjørere, siden man i stor grad kan si at de ulike organismene er avhengige av hverandre i slike systemer. Begrepet skadegjørere (ugras, skadedyr og plantesjukdommer, eller uønskete organismer), er i agronomisk forstand bare relatert til kulturplantene, og det er derfor meningsløst å operere med dette begrepet i naturlige økosystemer.

Tekstboks 1.2 Agroøkosystemet



Figur 1.1 Et kunstig økosystem, der mennesket, kulturplantene og det øvrige biotiske (planter/ugras, dyr/skadedyr, sopper, bakterier, virus) og abiotiske miljø (klima, næringsstoffer, vann, gasser, jord) inngår, kalles et agroøkosystem. Disse faktorene og samspillet mellom disse blir ofte vist ved et tetraeder med de ulike faktorene («aktørene») i hvert sitt hjørne.

Innen fagområdet plantevern er det en evig søken etter å påvirke samspillet mellom kulturplantene, det abiotiske/biotiske miljøet og mennesket for å oppnå best mulig produksjon av kulturplanter i agroøkosystemet.

I tillegg til hjørnene/faktorene i tetraederet er det to elementer til: *tid* og *rom*. Fordi skadegjørerne utvikler seg over tid og ikke angriper alle planter eller arter samtidig, betyr det at skadegjørerne ikke finnes i samme grad overalt i én og samme kultur. Tilstedeværelse av skadegjørere betyr ikke alltid at det er behov for å sette inn tiltak. Skadegjørerne vil alltid være et naturlig element i et agroøkosystem. Det er betydningen de har for produksjonen som er avgjørende for om det er behov for sette inn tiltak. En slik vurdering krever kunnskap om de enkelte skadegjørere, deres levestruktur, potensielle muligheter for å utvikle seg over tid (eventuelt over flere år) og i rom. Potensielle avlingsskader og økonomiske tap som angrep/konkurranse fra skadegjørerne kan medføre, må også tas med i vurderingen.

Tekstboks 1.3 Planteskadegjørere i naturlige økosystemer og menneskelig bidrag til spredning

Om våren kan en oppdage brune prikker på undersiden av blad på hvitveis (figur 1.2) og gule flekker på vårkål. Dette er angrep av de respektive rustsoppene *Tranzschelia anemones* og *Uromyces ficariae*. Friske og angrepne planter kan stå ved siden av hverandre. Dette skyldes blant annet genetiske forskjeller i vertsplantepopulasjonen. Organismer som vi kaller «skadegjørere» er i utgangspunktet ledd i naturlige økosystemer. Skadegjørere som finnes i naturlige økosystemer, men som ikke er dominerende og iøyenfallende kan få en helt annen rolle gjennom menneskelig aktivitet, for eksempel gjennom en større genetisk likhet (mindre genetisk variasjon) i plantene som dyrkes. Dermed kan en naturlig skadegjørere finne gode levevilkår på planter som er brukt til matproduksjon. Et godt eksempel er bringebærbladmidd som sjelden gjør mye av seg på villbringebær, men som kan gjøre stor skade på visse sorter av dyrket bringebær.

Nyoppståtte problemer med skadegjørere er ofte forårsaket av menneskelig aktivitet. Det betyr at bl.a. (potensielle) skadegjørere er blitt overført til økosystemer hvor de opprinnelig ikke var til stede. En del av disse skadegjørerne finner levevilkår i det nye økosystemet og kan utvikle seg til et plantevernproblem, mens andre ikke klarer seg i det nye økosystemet. På denne måten har mange planteskadegjørere spredt seg over hele verden. Man har som regel ikke vært klar over at et nytt problem kunne oppstå før skaden var et faktum. Risiko for denne typen situasjoner ligger bak føre var-holdningen til bruk av genmodifiserte organismer (GMO) innen økologisk landbruk, særlig i åpne økosystemer.



Figur 1.2 Rustsopper på hvitveis A) *Ochropsora ariae* og B) *Tranzschelia anemones*.
Foto: Rolf Langnes.

Ser vi nærmere på naturlige økosystemer, så oppdager vi overraskende mange organismegrupper og -arter, det være seg både planter, insekter og sopper, som lever av planter, men som samtidig er lite synlige (tekstboks 1.3). I spesielle tilfeller kan de plantespisende/parasitterende organismene utvikle seg til et nivå hvor plantene blir sterkt skadet. Dette kan være på grunn av uvanlige forstyrrelser av systemet, eller at parasittens livssyklus tar mange år, og ender med et «herjingsår». I uberørte, naturlige økosystemer er det snakk om koevolusjon mellom planter og organismer som lever av og på dem. Dette har ledet til en viss balanse mellom plante og parasitt. Slik balanse er vanligvis ikke fastlåst eller statisk, men derimot i en stadig forandring. De er dynamiske. Det betyr at over en tidsperiode på noen år, kan omfang av skade og antall parasitter svinge rundt

et gjennomsnittsnivå. Det kan ta kortere eller lengre tid før ytterpunktene i svingningene viser seg. På grunn av påvirkning av ytre faktorer som for eksempel klima, kan de årlige svingninger være små eller store. I naturlige økosystemer er plantene mer tilpasset til et liv med «skadeorganismer» rundt seg. Hos våre kulturplanter har en del av forsvarsmekanismene forsvunnet gjennom foredling fordi det fokuseres på ønskete agronomiske egenskaper, som for eksempel økt avlingsnivå. Produksjon av bitterstoffer, som ofte frastøter plantespisere, er et eksempel på en egenskap som har blitt «ofret» i foredlingen. Dannelse av slike stoffer (ofte kalt sekundære stoffer) blir også ofte påvirket gjennom gjødslingsnivået.

Skadegjørere i agroøkosystemer

Den vesentligste forskjellen mellom et naturlig økosystem og et agroøkosystem er den styrende/forstyrrende rollen mennesket har i systemet. Grunnlaget for dette er å forvalte areal, drive butikk og tjene til sitt levebrød.

Spørsmålet om hvorfor vi har skadegjørere i våre landbrukssystemer er på mange måter viktigere og mer interessant enn spørsmålet om hvordan vi kan bli kvitt skadegjørerne. Dette fordi svaret på det første ofte vil lede til et naturlig svar på det andre. Paradoksalt nok legger ofte mennesket/bonden forholdene til rette for at skadegjørerne kan etablere seg og utvikle seg videre. Det er disse menneskeskapte forholdene i samspill med skadegjørerens egenskaper, som gjør at problemet utvikler seg, og dermed bestemmer omfanget av problemet. Det er likevel viktig å innse at uansett hvor mye vi arbeider forebyggende mot skadegjørere, så vil en del skadeorganismer opptre i forskjellige kulturvekster.

Noen viktige egenskaper ved tradisjonelle/konvensjonelle agroøkosystemer, og eksempler på innvirkning på skadegjørere:

- Bruk av relativt mye lettløselig mineralgjødsel øker ikke bare det potensielle avlingsnivået, men endrer også plantenes kjemiske sammensetning, som igjen kan påvirke skadegjørernes utviklingshastighet og ha konsekvenser for skadenivået som oppstår
- Både planteforedlere og produsenter har fokusert sterkt på å *utnytte eller øke plantenes teoretiske produksjonspotensiale*. En konsekvens av denne tankegangen er at plantene gjødsles sterkt og at ulike skadegjøre bekjempes med direkte tiltak, stort sett basert på bruk av *syntetiske plantevernmidler*
- *Genetisk ensartede plantearter/sorter dyrkes over større områder*, og disse har ofte den samme fysiologiske utvikling. Disse ensartede (homogene) arealene legger gjerne forholdene godt til rette for at visse skadegjørerpopulasjoner bygges opp
- *Redusert vekstkifte* med færre eller ingen mellomår fører til at plantevernproblemer bygges opp over flere år

Viktige aspekter innenfor økologisk plantevern

Kjenn din gård

Det er bonden selv som kjenner sin gård best. Hver gård har sin egenart, det kan for eksempel ligge jordstykker nær en elv eller bekk hvor dette skaper særegne klimatiske forhold. Andre deler av gården kan ligge høyere opp i lia eller ha et helt annet jordsmonn. Avstand til omkringliggende vegetasjon, for eksempel skogkanten, kan ha betydning. Tidligere erfaringer på gården, gjort over en rekke

år, er viktig informasjon for hvordan gården kan utnyttes optimalt. Spesielt gjelder dette ved endringer i arealbruk eller driftsopplegg på gården.

- Kjenn dine produksjoner og de skadegjørere som truer disse og vurder dette ved valg av kulturvekst og sort. God plantevernstrategi begynner med god agronomi. Forholdene bør legges til rette for en god produksjon, men er likevel en balansegang mellom ulike mål. Erfaringer forteller mye om risiko for ulike skadegjørerangrep i de ulike kulturvekstene. Det er ikke bare viktig å kjenne til tidligere plantevernproblemer, men også at en kjenner de skadegjørerne som kan bli et problem i framtida. Dette gjelder særlig når en velger nye sorter eller dyrkingsteknikker
- Kjenn biologien til skadegjørerne på gården. Det er svært viktig å vite hvordan eller hvorfor de utvikler seg, spesielt om utviklingen kan knyttes til elementer i dyrkingsprosessen som kan påvirkes

Skade, avlingstap og økonomisk tap

Det økonomiske sluttresultatet for hele gårdsdriften er viktig for en gårdbruker. I tillegg vil også mange andre mål, som for eksempel trivsel med arbeidsoppgavene, være viktige. Det er også av stor betydning at en produsent ikke har et alt for ensidig syn på skadegjørere. Det er viktig å forstå forskjellen på begrepene skade, avlingstap og økonomisk tap.

En skade (eller symptom) på en plante kan skyldes biologiske (biotiske faktorer, hvor blant annet skadegjørere hører hjemme) og/eller ikke-biologiske faktorer (abiotiske faktorer, for eksempel klima og jordstruktur). Skader kan føre til avlingstap, dvs. redusert avlingsmengde (vekt eller volum) eller produktkvalitet. Det er imidlertid ikke alltid slik at skade gir avlingstap. For eksempel tåler agurk opptil 20 % angrep av mjøldogg på bladverket før det gir avlingstap. Avlingstapet kan føre til økonomisk tap.

Skade som oppstår ved lagring, transport og i detaljistleddet kan også være svært store. På verdensbasis blir denne formen for skade likestilt med skade som oppstår i selve produksjonsprosessen. Dette aspektet er vanligvis for lite belyst i debatten om verdens matvareproduksjon og matforsyning.

Sammenhengen mellom avlingstap og økonomisk tap er sammensatt. Økonomien henger sammen med markedet, og markedet reagerer også på avlingstap. Vanligvis reagerer et marked med økte priser når volumet av en vare reduseres. Hvordan dette igjen påvirker økonomien hos en enkeltprodusent, henger sammen med om denne produsenten har mer eller mindre skade enn andre produsenter. I et åpent marked kan reduksjon av produksjonsvolum bli fullstendig kompensert av høyere priser. Når skaden ytrer seg som kvalitetstap (kvalitetsforringelse) og ikke påvirker avlingsvolumet, kan det endelige økonomiske resultatet være svært lite tilfredsstillende når produkter av dårlig kvalitet erstatter høykvalitetsprodukter.

Samspill mellom skadegjørere og planter

En bør naturligvis prioritere å forhindre, eller i alle fall begrense, at skader oppstår. Et viktig emne er forståelse av samspill mellom planter og skadegjørere, og hvilke faktorer som påvirker dette samspillet.

De ulike skadegjøreres livsstrategier

For alle organismer kan vi gruppere deres livsstrategier i to deler:

- 1 **Hvordan arten sikrer seg etterkommere.** Ulike ugrasarter har forskjellige former for formering. Mange arter har stor frøproduksjon, gjerne med frø som kan overleve svært lenge i jorda, mens andre arter også har flerårige røtter som sikrer framtidige generasjoner. Vi er her inne på det som kalles livssykluser. Slike finnes det et utrolig stort mangfold av innenfor både ugras, sjukdomsorganismer og skadedyr.
- 2 **Hvordan arten vokser og etablerer seg fra frø, spore eller egg fram til voksent individ med nye avkom.** Det finnes et stort spekter av ulike strategier for vekst og utvikling av en skadegjører gjennom vekstsesongen, for å sikre at levedyktige avkom produseres.

Kunnskap om skadegjøreres livsstrategier er av stor betydning for utvikling av metoder for å regulere forekomst av slike organismer i landbruksproduksjonen.

Utvikling av skadegjørere

Alle utviklingsprosesser, i høy grad også populasjonsutviklingen til skadegjørere, har en viktig felles dimensjon, som er *tid*. Enhet for tid kan være sekund, minutt, time, dag, men også år og tiår. I plantevernssammenheng er time, dag og år ofte de mest relevante enhetene. I agronomisk sammenheng forholder man seg ofte til en vekstsesong, men på den annen side er det viktig å være klar over at for mange skadegjørere er det relevant å vurdere utviklingen over flere år. Oppbygging av jordboende smittekilder av ulike nematodearter eller frøbankens størrelse er gode eksempler.

Den andre viktige dimensjonen i utviklingen av skadegjørere er utviklingen i *rom*, dvs. hvordan skadegjøreren sprer seg utover arealet. Eksempel her er i hvilken grad en «rose» (flekk) av åkertistel vokser i størrelse/diameter. Kombinerer vi de to dimensjonene, tid og rom, kan vi altså definere for eksempel hvor raskt en flekk av åkertistel vokser. I denne sammenhengen er det også viktig å nevne at en skadegjører aldri er jevnt fordelt over et område, og at denne fordelingen endrer seg over tid.

Grunnleggende kunnskap om utviklingen av skadegjørere finnes innen fagområdet populasjonsdynamikk (tekstboks 1.4).

Tekstboks 1.4 Populasjonsdynamikk

Populasjonsdynamikk er en disiplin innen faget økologi.

Populasjonsdynamikken har som mål å beskrive antallsendringer i forskjellige populasjoner mht. faktorene tid og rom. Metoder som brukes omfatter bl.a. observasjoner, kartlegging og kvantifisering av skadegjørerpulasjoner.

Innenfor populasjonsdynamikken studerer man også sammenhengen mellom populasjoner og dens «levende» og «døde» omgivelser. Innenfor fagområdet økologi kan vurderinger foregå på enkeltindivider (for eksempel et insekt eller en ugrasplante), populasjon (for eksempel alle kålfluene i en kålåker) og samfunnsnivå (man studerer flere arter samtidig). Gjennom analyser forsøker man å forklare hva som skjer. Ved å lage modeller kan man danne seg en tallmessig forståelse og dermed studere effekten av ulike inngrep mht. populasjonsutviklingen i samspill med omgivelsene. Kunnskap innen dette fagområdet betyr mye for forståelsen av hva som skjer med skadegjørere. Det danner grunnlaget for å iverksette tiltak for regulering av skadegjørere.

Populasjonsegenskaper

Populasjoner kan karakteriseres gjennom en del kvantitative og kvalitative egenskaper. I studiet av populasjoner ser vi at populasjonsegenskapene blir ganske forskjellig fra enkeltindividets. Hvert individ går gjennom en livssyklus, og de forskjellige livsfaser betyr mye for betydningen av hvert individ i utviklingsprosessen av hele populasjonen. For eksempel vil en voksen marihøne spise mindre bladlus enn sene larvestadier. Andel av sultne individer, altså sene larvestadier i en populasjon, er derfor avgjørende for den totale effekten. Det er viktig å være klar over hva som tas med i vurderingen, i dette tilfelle altså utviklingsstadiet til skadegjøreren, når en vurderer en hel populasjon.

Å kvantifisere populasjoner er ikke alltid enkelt. Individuelle ugrasplanter, insekter og nematoder kan på visse stadier tallfestes rimelig bra. Med sopp, virus og bakterier er det vanskeligere. For slike skadegjørere er det lettere og oftest mer vanlig å kvantifisere antall synlige symptomer, for eksempel antall bladflekker.

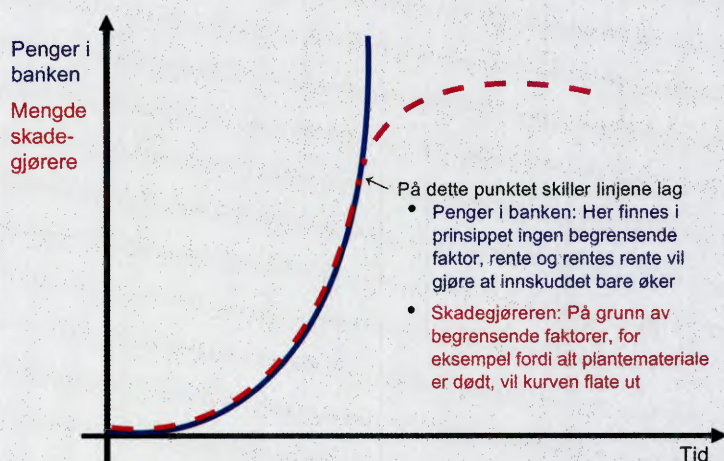
Generelle regler for populasjonsdynamikk

Som alle andre levende organismer har skadegjørere mulighet til å utvikle seg både ved at hvert enkelt individ vokser i størrelse, men også at antall individer i en populasjon øker. Denne prosessen kan sammenlignes med pengene som du har «på bok» i banken (se figur 1.3). Her vil hver krone gi en viss avkastning gjennom rentesatsen. Den endelige kapitalen vil avhenge av det opprinnelige innskuddet og rentesatsen. I tillegg vil det selvfølgelig være viktig om man underveis tar noe ut av banken.

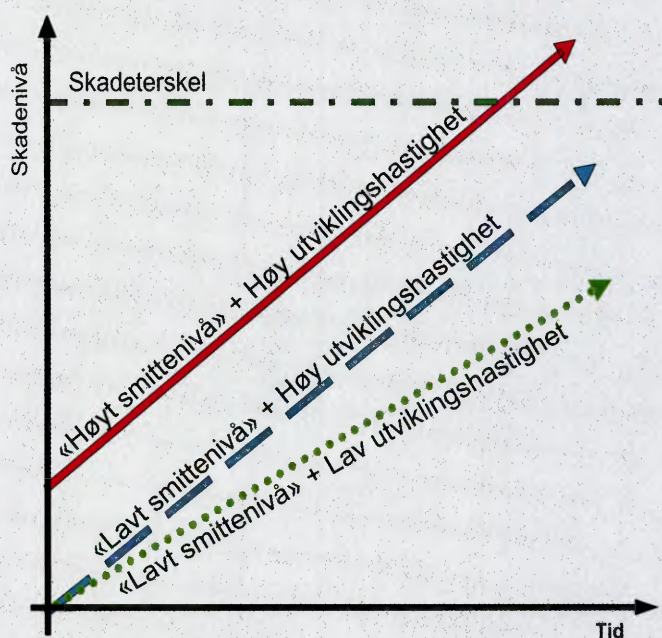
Prinsipielt skjer det samme med skadegjørere som utvikler seg.

Primærsmitten (utgangspopulasjonen), er her parallellen til innskuddet i banken, og utviklingsraten er tilsvarende rentesatsen som bestemmer hvor fort populasjonen vokser. Vekstprosessen i naturen fortsettes vanligvis ikke i det uendelige, men blir begrenset av en eller flere faktorer som gjør seg gjeldende etter hvert. At veksten tar slutt fordi temperaturen blir for lav, at det blir vanskeligere å finne friske plantedeler for skadegjøreren, og at modningsprosessen i planten tilter, er eksempler på faktorer som påvirker utviklingsraten. Hvis vi skjematisk skal tegne en slik prosess med en graf, med tid på x-aksen, og angrepsnivå på y-aksen, får man i prinsippet en

S-formet kurve. Utviklingsprosessen flater ut til et nivå som ofte blir betegnet som systemets bæreevne.



Figur 1.3 Prinsippskisse for populasjonsdynamikk i naturen sammenlignet med innskudd i banken.



Figur 1.4 Prinsippskisse for utvikling av skadegjørere som følge av smittenivå (hvor på den vertikale akselen linjen starter) og skadegjørerenes utviklingshastighet (hvor bratt linjen er).

For lettere å forstå betydningen av primærnivået (det opprinnelige innskuddet i banken) og utviklingsraten (rentesatsen) i en utviklingsprosess av en skadegjører kan en gjengi den S-formede kurven gjennom en annen matematisk form på en slik måte at den kurvede linjen blir en rett linje. Ved å gjøre dette blir primærnivået og utviklingsraten straks synlig på en enkel måte. Primærnivået er nivået på vertikalaksen på tid null. Utviklingsraten gjenspeiles av hvor bratt den rette linjen blir over tid (rød graf på figur 1.4).

Nå kan vi «leke» med denne figuren. Hvis for eksempel primærsmitten blir lavere gjennom bruk av friskere plantemateriale, starter utviklingen på et lavere nivå og det tar lengre tid før det samme nivå (les skade) blir oppnådd (blå graf på figur 1.4). Hvis en samtidig endrer utviklingsraten gjennom bruk av for eksempel en mer resistent sort (jfr. lavere rentesats) går utviklingen tregere, altså en mindre vinkel mellom utviklingslinje og tidsaksen (grønn graf på figur 1.4). De ulike tiltak i en produksjon har mer eller mindre innvirkning på primærnivået av skadegjørere og/eller utviklingsrate av dem.

Populasjonsdynamikk og miljø

Ulike klimafaktorer som temperatur og fuktighet påvirker i stor grad etablering og utvikling av mange skadegjørere. Eksempelvis vil en periode med dugg på blader være avgjørende for spiring og inntrenging av noen typer soppsporier. For ugras er også miljøfaktoren *lys* viktig, for eksempel trenger frø av mange ugrasarter lys for å spire. Det kan være stor variasjon mellom ulike skadegjørere i hvordan de reagerer på samme miljøfaktor. For eksempel har ulike grupper av sjukdomsorganismer forskjellig pH-preferanser. Det samme gjelder temperatur og fuktighet, og det optimale kan variere for ulike arter.

Miljøet rundt en plante/skadegjører kan vurderes på tre ulike nivåer:

Makromiljø: Størrelsesorden fra «meter til km», for eksempel skiftenivå på en gård.

Mesomiljø: Størrelsesorden «cm til meter», tilsvarer miljøet rundt en enkelt plante.

Mikromiljø: Størrelsesorden «cm og mindre». Spesielle mikromiljøer som er viktig i plantevernsammenheng er f.eks. bladoverflater (phyllosfære) og rotsonen (rhizosphære).

Klimaet i de 3 ulike miljønivåene vil være under stadig forandring, men vanligvis innenfor en viss og rimelig godt kjent variasjonsbredde. Endringer i miljøet kan gå raskt (sekunder/minutter) eller langsomt (opptil år). Det er viktig å ha en forståelse for hvilke faktorer i miljøet som er av betydning for skadegjørernes utvikling, og hvordan de gode miljøforholdene varierer.

Som alle andre levende organismer har skadegjørere mulighet til å utvikle seg både i størrelse av hvert enkelt individ, og i antall individer. Denne prosessen kan faktisk sammenlignes med pengene som du har «på bok» i banken. Her vil hver krone gi en viss avkastning gjennom rentesatsen. Den endelige kapitalen vil avhenge av det opprinnelige innskuddet og rentesatsen. Når det gjelder skadegjørere vil primærsmitten tilsvare bankinnskuddet og veksthastigheten til skadegjøreren vil tilsvare rentesatsen (nærmere beskrevet i tekstboks 1.4).

Nøkkelfaktorer

Utviklingen av en skadegjører og omfanget av skaden den forårsaker, påvirkes ofte av flere faktorer. For de ulike kulturvekster og tilhørende skadegjørere er kunnskap om disse faktorene sentrale i arbeidet med å utforme effektive forebyggende tiltak og strategier. Å klarlegge slike nøkkelfaktorer, som kan hjelpe oss i kontrollen av skadegjørerne, er derfor et viktig arbeid.

Skadegjørere, det være seg sjukdomsorganismer eller skadedyr, har alle sin plass i næringskjeden. Litt forenklet kan vi si at dette betyr at alle spiser og blir spist. Med litt fantasi kan man kanskje også integrere ugraset i slike næringskjeder, men da må vi oppfatte ordet «spising» som et utvidet begrep. De ulike

næringskjedene kan være veldig komplekse og dynamiske, særlig når vi vurderer antall og antallsendringer over tid innen hvert enkelt ledd (for eksempel en skadegjører) av næringskjeden. Det er viktig å utvikle en forståelse for hvordan slike endringer i næringskjeden oppstår og hvordan disse kan påvirkes. I denne sammenhengen er det viktig å huske at det verken er mulig eller ønskelig å endre naturen gjennom å forandre naturens lover, men at våre påvirkningsmuligheter består i til en viss grad å kunne endre de faktorene som styrer omfang og hastighet av prosesser i naturen. Slike menneskestyrte endringer kan medføre både nytte og skade i landbrukssystemer, og det er viktig å være klar over at langsiktige prosesser er vanskelige å bedømme på forhånd.

De styrende faktorene finnes både i den biotiske (levende) og abiotiske (ikke-levende) natur. De biotiske faktorer kan grupperes i to:

- 1 «Utenforstående» faktorer som påvirker forholdet mellom plante og skadegjører. Et eksempel på dette er mariehøner i forhold til bladlus. Det er godt kjent at antall mariehøner per arealenhet er helt avgjørende for hvor raskt en bladluspopulasjon utvikler seg (forholdet mellom hvor mange nye lus som blir født og hvor mange som blir spist av mariehøner). Antall mariehønelarver per arealenhet vil altså være en viktig styrende faktor her.
- 2 Iboende faktorer/egenskaper hos plante eller skadegjører. Kjente begreper som bl.a. resistens og toleranse beskriver disse faktorene (se tekstboks 1.5). De patogene egenskapene er genetisk (arvemessig) bestemt, men for at en plante skal kunne bli angrepet, utvikle symptomer og eventuelt dø, er det mange forhold som må ligge til rette. I hvilken grad en patogen sopp kan gjøre en plante syk, uttrykkes vanligvis med soppens aggressivitet. En plante kan være mottakelig for angrep av en sopp, eller den kan være resistent mot slikt angrep. Dette er også genetisk bestemt. Mellom disse to ytterpunktene er det en gradvis overgang. Begrepet toleranse brukes ofte for å uttrykke at en plante blir svært lite skadet av en sopp.

Tekstboks 1.5 Sortsvariasjon i kulturplantene og rasevariasjon mht skadegjørere

De fleste planter er «immune» for de fleste skadegjørere. Likevel er det mange mikroorganismer, insekter, midd og nematoder som kan skade planter. Innenfor en enkelt plantart (for eksempel bygg) er det sorter med forskjellig motstandsevne og det finnes forskjellige genetiske varianter (raser) av skadegjørere. Sortsvariasjon i kulturplantene og rasevariasjon i skadegjørere vil følgelig gi variasjoner i angrepsgrad. Samspillet mellom plante og skadegjører betegnes med forskjellige begreper:

Aggressivitet hos skadegjørere:

Aggressivitet betegnes som parasittens evne til å skade en vertorganisme.

Virulens hos skadegjørere:

Virulens betegner skadegjørerens evne til å angripe en vertorganisme.

Patogenitet hos skadegjørere:

En organisme, vanligvis brukt om sopp, bakterier og virus, sin evne til å forårsake sykdom. Patogeniteten til en organisme blir bestemt av både aggressivitet og virulens.

Resistens (=Motstandsdyktighet) i planter:

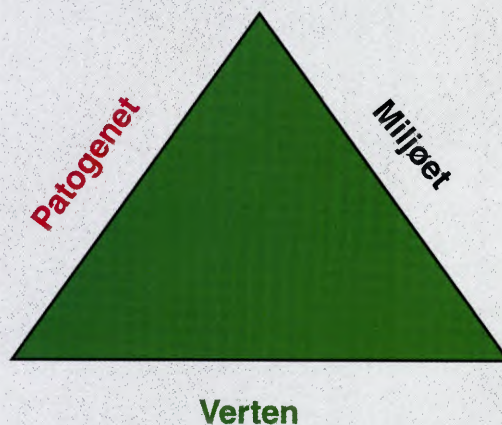
Resistens hos planter er evnen til å hindre skadegjørerens vekst og utvikling, dvs. redusere skadegjørerens evne til «å fungere som en skadegjører».

Mottakelighet (motsatt av resistens) hos planter:

En plante med høy mottakelighet har svak eller manglende evne til å begrense skadegjørers vekst og aktivitet. Her snakker vi med andre ord om summen av egenskaper som tilrettelegger for at en organisme blir en vert for en parasitt.

I tillegg til egenskaper hos vert og skadegjører, er miljøfaktorer som temperatur, vann og næring avgjørende for omfanget av skaden som kan utvikles.

Sjukdomstrianglet



Figur 1.5 «Sjukdomstrianglet», bestående av egenskaper hos vert og skadegjører (patogenet), samt hvordan miljøet påvirker samspillet mellom disse to, avgjør skadeomfanget.

Biodiversitet

Begrepet biodiversitet blir stadig hyppigere brukt i forbindelse med landbruksproduksjon. Biodiversitet brukes for å karakterisere biologisk mangfold i et økosystem, dvs. forekomst av mange arter. Det legges ofte et verdigrunnlag i dette begrepet. Generelt vil man oftest forbinde en høy biodiversitet med noe positivt. Om dette alltid er positivt i landbrukssammenheng kan likevel diskuteres. Denne vurderingen, om det er positivt eller ikke, henger sammen med rollen biodiversitet spiller i et agroøkosystem. Begrepet funksjonell biodiversitet gir et visst uttrykk for denne presiseringen.

Agroøkosystemer med høy grad av biodiversitet blir ofte karakterisert som mer robuste enn systemer med lavere biodiversitet, ut fra den erkjennelse at nivået av skadegjørere blir holdt i sjakk av ulike styrende faktorer i systemet. I den grad høy biodiversitet er med på å løse plantevernproblemene vil det altså ofte være slike styrende faktorer som vi allerede har diskutert som er forklaringen bak dette.

Tekstboks 1.6 Biodiversitet

Biodiversitet har betydning innenfor plantevern. Det henger sammen med vertsplantespekter og graden av spesialisering hos skadegjøreren. For eksempel storknolla råtesopp (*Sclerotinia sclerotiorum*) har et vertsspekter med flere

hundre plantearter og er dermed ikke så kresen. Vekstskifte kan ikke så lett løse problemene med angrep av denne soppen hvis man ikke vurderer vertsplantespekteret nøye. Andre skadegjørere er spesialiserte, som for eksempel mange rustsopper, insekter og nematoder. Her har vekstskifte mye mer å tilby. Potetcystenematode angriper bare potet og nære slektninger av potet. Enkelte sopper kan være så spesialiserte at de bare angriper en sort og ikke andre innen samme planteart. Dette gjelder ofte genspesifikk resistens. Dette betyr ikke at økt biodiversitet på sortsnivå (altså mange forskjellige sorter) samtidig betyr stor diversitet av enkelte egenskaper. Her bruker man begrepet intraspesifikk biodiversitet. Når en snakker om biodiversitet som omtaler variasjon i arter snakker en om interspesifikk biodiversitet. Mange forskjellige sorter kan være nære slektninger og dermed bære nøyaktig de samme genene en bonde er interessert i.

Biodiversitet i tid og rom

Biodiversitet er ikke et statisk fenomen. Levende organismer, særlig i landbrukssammenheng, er i stadig endring. Dette varierer fra sted til sted. Erfaringer fra egen gård gir et visst inntrykk av slike variasjoner.

Biodiversitet og habitat- (leveområde-) diversitet

Variasjon mht forutsetningene i leveområder er det viktigste grunnlaget for variasjon i levende organismer. Disse områdene kan endre egenskaper over tid. Disse endringene skjer ved faste naturlige rytmer, (dag-natt, årssesonger) men også gjennom naturlige og menneskelig inngrep. Dette innebærer at biodiversitet til en viss grad kan styres, bevisst eller ubevisst i en riktig eller feil retning.

Målemetoder

Det finnes forskjellige måter å uttrykke biodiversitet på, men vanligvis brukes diversitetsindeks (DI). Det finnes flere utgaver også av denne, men alle er funksjoner av antall arter som er representert og antall individer av hver art. Det er viktig å kjenne hva slags biodiversitet indeksen gjenspeiler for en riktig vurdering.

Funksjonell biodiversitet

En del av de viktige funksjonene som biodiversitet har i naturlige systemer, er blitt redusert i det moderne landbruket. Genetisk uniformt plantemateriale skaper ideelle forhold for utvikling av skadegjørere. Ny kunnskap forsøker å gjenvinne det tapte terrenget. Tiltak som øker biodiversiteten med det mål å utnytte de positive egenskapene, er bl.a. samplanning, underkultur og sortsblandinger. Vekstskifte kan vurderes som et tiltak for økt biodiversitet, men her ligger biodiversitetens rolle på et lengre tidsperspektiv.

Et annet tiltak i strøk med stor andel av dyrket mark er å skape særmiljøer hvor naturlige fiender av skadegjørere trives.

Regelverk og forvaltning

Inntil slutten av 1800-tallet blandet offentlige myndigheter seg lite inn i styre og stell i landbruket. Etter hvert viste det seg at ugras, skadedyr og sjukdomsorganismer reduserte avlingene betraktelig, og et stort behov for både ny kunnskap gjennom forskning og reguleringer gjennom lovverk og kontroll, meldte seg. I kjølvannet av disse nye behovene ble W.B. Schøyen i 1891 ansatt som offentlig landbruksentomolog. I 1894 ble tittelen omgjort til

statsentomolog med ansvar for både plantesjukdommer og skadedyr. Skrifter fra Schøyen til Landbruksdepartementet er meget verdifulle kilder til kunnskap om plantehelsen i Norge for disse årene. Den offentlige forvaltningen omkring planteskadegjørerne vokste: I 1913 ble således Emil Korsmo tilsatt som statskonsulent i ugrasspørsmål, og i 1919 ble en stilling som statsmykolog opprettet. I 1907 ble for første gang en planteskadegjører, stikkelsbærdreper, regulert gjennom offentlig lovverk. Dette ble betydelig utvidet i 1916 gjennom, *Lov om bekjempelse av skadeinsekter og plantesjukdommer* fra 1916. Det er en lang og komplisert historie fra denne pionértida og fram dagens forvaltning og lovregler, som i tillegg til skadegjørere også omfatter omsetning og bruk av plantevernmidler, inkludert økologiske.

Regelverk

Alt regelverk og all forvaltning omkring matproduksjon og mattrygghet, inkludert økologisk produksjon, er fra 2004 hjemlet i Matloven. Foruten å sikre helsemessig trygge næringsmidler og fremme helse, kvalitet og forbrukerhensyn langs hele næringskjeden, samt ivareta miljøvennlig produksjon, skal loven fremme god plante- og dyrehelse. Dette er en fullmaktslov som forvaltes av helse og omsorgsdepartementet (HOD). Mattilsynet fører tilsyn og fatter vedtak for gjennomføring av bestemmelsene i loven og tilhørende forskrifter. Spesielle krav og forpliktelser innen plantehelse er omtalt i matlovens §18. For å sikre gjennomføring og utfylling av loven er det fastsatt en rekke forskrifter. De viktigste på området planteproduksjon, plantevern/plantehelse og økologisk produksjon er kort omtalt nedenfor.

Forskrift om økologisk produksjon og merking av økologiske landbruksprodukter og næringsmidler fra 2005 skal sikre at landbruksprodukter og næringsmidler, som markedsføres som økologiske, overholder produksjonskravene. Videre skal forskriften ivareta miljøvennlig produksjon og sikre redelig omsetning. Mattilsynet har med faglig bistand fra Debio utarbeidet tre veiledere til forskriften:

- Veileder A er en felles veileder med generell informasjon om blant annet idégrunnlaget, regelverket, myndighetsfordelingen og kontrollordningen, samt generelle krav til produksjon, merking, og omsetning av økologiske produkter.
- Veileder B gir mer utfyllende informasjon om bestemmelsene som gjelder for de som driver økologisk primærproduksjon, med diverse lister som vedlegg.
- Veileder C gir utfyllende informasjon om bestemmelsene som gjelder for de som foredler, lagrer, omsetter og/eller importerer økologiske landbruksprodukter, næringsmidler og fôrvarer.

Mattilsynet har tilsynsansvar for økologisk produksjon, foredling og salg av økologisk mat. Mattilsynet har imidlertid inngått avtale med Debio om gjennomføring av selve den praktiske kontrollen ute på gårdsbruk og i bedrifter. Debio rapporterer til Mattilsynet om resultatene av kontrollen.

Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere (01.12.2000, vil bli revidert i 2006). Formålet med forskriften er å hindre introduksjon og spredning av planteskadegjørere, bekjempe eller utrydde eventuelle utbrudd i Norge og sikre produksjon og omsetning av planter og formeringsmateriale med best mulig helse og tilfredsstillende kvalitet. Forskriften inneholder bestemmelser om tiltak mot planteskadegjørere, spesielle bestemmelser om produksjon og omsetning av planter og formeringsmateriale (registreringsordning, krav til kvalitet, identitet/

renhet, sertifisert produksjon), spesielle bestemmelser ved innførsel/utførsel (sunnhetssertifikat), avgifter osv. Forskriften har en rekke vedlegg, bl.a. lister over planteskadegjørere som det er forbudt å introdusere/spre i Norge, såkalte karanteneskadegjørere eller farlige skadegjørere. Ethvert funn av disse må straks meldes til Mattilsynet, og ved påvisning av slike gir Mattilsynet pålegg om gjennomføring av tiltak som skal hindre videre spredning og om mulig bekjempe skadegjøreren.

Bioforsk Plantehelse yter viktig faglig forvaltningstøtte, inkludert diagnose av en rekke planteskadegjørere og faglig rådgivning, til Mattilsynet på planteområdene.

Det norske plantehelser regelverket er basert på at Norge har inngått flere internasjonale avtaler. Dette gjelder bla den internasjonale plantehelseravtalen (International Plant Protection Convention, IPPC) som administreres av FAO og avtalen om veterinære og plantesanitære tiltak (Sanitary and Phytosanitary measures, SPS-avtalen) under verdens handelsorganisasjon (WTO). Sammen med Landbruks- og matdepartementet (LMD) deltar Mattilsynet i IPPC. Blant de viktigste oppgavene her er utvikling av internasjonale standarder for plantehelser.

På europeisk nivå deltar Mattilsynet, sammen med Bioforsk Plantehelser, i samarbeidet i den europeiske plantevernorganisasjonen European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO). Organisasjonen gir bl.a. anbefalinger om hvilke offentlige tiltak mot planteskadegjørere som medlemslandene bør sette i verk, samt anbefalinger om hvilke spesifikke krav som bør stilles ved handel med planter og plantedeler. Mattilsynet samarbeider også jevnlig med planteinspeksjonstjenestene i de andre nordiske landene, bla gjennom årlige møter.

Plantehelser er pr i dag ikke en del av EØS-avtalen. Det ser ikke ut til å være nødvendig så lenge aktiviteten i IPPC og EPPO dekker de viktigste problemstillingene.

Forskrift om såvarer fra 1999, og *forskrift om settepoteter* fra 1996, med seinere endringer, har som formål å sikre produksjon og omsetning av såvare og settepoteter med best mulig helser og kvalitet. Forskriftene m/vedlegg inneholder bl.a. betingelser for dyrking og produksjon og krav til kvalitet. Dersom såvaren/settepotetene tilfredsstillter kravene ved vekstkontroll, kontroll dyrking og laboratorieanalyser blir såvaren/settepotetene sertifisert av Mattilsynet. Produksjon, innførsel og omsetning av såvare/settepoteter kan bare skje dersom betingelsene i forskriftene er oppfylt.

I henhold til veileder B i økologiforskriften skal økologisk godkjent såvare og formeringsmateriale benyttes. De samme kvalitetskravene gjelder for økologisk som for konvensjonelt dyrka såvare og formeringsmateriale. For ettårige vekster gjelder at produksjonen skal skje på sertifisert/godkjent økologisk areal (såing og høsting). For flerårige gjelder det at produksjonen skal være i henhold til driftsreglene i minst to år og at høsting skjer på godkjent økologisk areal (dvs. såing kan skje på karensareal). Dersom økologisk formeringsmateriale av ønsket sort ikke kan skaffes, kan ubeiset konvensjonell vare brukes.

Retningslinjer for sertifisert produksjon av hagebruksvekster fra 2001, er en frivillig ordning for å produsere friske planter av god kvalitet og riktig sort. Pr. 2005 omfatter retningslinjene bærvekster, pryddplanter i veksthus og frukttrær og

grunnstammer til frukttrær. Retningslinjene stiller strengere krav til både produksjonssted, produksjonsmetoder, dyrkingsmedier og hygiene, samt krav om fravær av flere skadegjørere, enn det plantehelseforskriften har som minimum. Bare virksomheter godkjent av Mattilsynet kan produsere sertifisert plantemateriale. Sertifiserte plantefelt blir regelmessig testet og kontrollert av Mattilsynet etter fastsatte retningslinjer.

Forskrift om plantevernmidler fra 2004 omfatter foruten de kjemiske plantevernmidlene også andre stoffer og biologiske preparater eller organismer som skal brukes til å verne, hemme eller forebygge angrep av planteskadegjørere. Også stoff eller preparat som blir utgitt for å regulere plantevekst (unntatt gjødselstoffer), drepe eller hemme uønska vekst av blader og ris, kontrollere uønska vegetasjon utenom kulturjord og øke virkningen av andre plantevernmidler, omfattes av forskriften. Plantevernmidler skal godkjennes av Mattilsynet.

Agronomisk utprøving av plantevernmidler utføres av Bioforsk Plantehelse på oppdrag fra Mattilsynet.

Floghavre er et ugras som er vurdert som så farlig for norsk korndyrking at det er underlagt egen forskrift, *Forskrift om floghavre* fra 1988. Dersom ugraset påvises, skal det bekjempes. Det er forbudt å omsette såvare, halm, helt korn og erter til fôr, husdyrgjødsel, kompost, jord mm fra eiendommer hvor det er påvist floghavre, dersom ikke varen er behandlet slik at spireevnen til eventuelle floghavrefrø er ødelagt. Mattilsynet fører et register over alle gårder der ugraset er påvist.

Forskrift om prøving og godkjenning av plantesorter fra 1999, fastsetter vilkår og fremgangsmåte for opptak av plantesorter på offisiell norsk sortsliste (utgis av Mattilsynet), og skal bidra til at sorter som markedsføres er best mulig tilpasset norske forhold. En plantesort kan bare oppføres på offisiell norsk sortsliste dersom den har bestått nyhetsprøving og gjennomført verdiprøving slik at den anses å ha en tilfredsstillende dyrkings- og bruksverdi i Norge. Verdiprøving av sorter utføres av Bioforsk på oppdrag fra Mattilsynet.

Oppdaterte lover og forskrifter med vedlegg finnes tilgjengelig på www.lovdata.no

Mattilsynets *Nasjonalt senter for planter og vegetabilsk mat*, ved regionkontoret for Oslo, Akershus og Østfold i Ås, koordinerer arbeidet med å opprettholde god plantehelse i Norge og redusere risikoen for introduksjon og spredning av planteskadegjørere med planter, plantedeler, trelast, jord m.m. og at innsatsvarene i planteproduksjon: frø og plantemateriale, plantevernmidler, gjødsel, kalk, dyrkingsmedier og kompost, har høy kvalitet og nytteverdi.

Kimen Såvarelaboratoriet AS (tidligere Såvarelaboratoriet i Landbrukstilsynet/ Statens frøkontroll) er autorisert av Mattilsynet til å utføre offisielle laboratorieanalyser av såvarer som grunnlag for sertifisering. I tillegg utfører laboratoriet analyser av såvarer på oppdrag fra såvarebransjen og dyrkere/bønder som bruker egen såvare. Laboratoriet er også autorisert til å diagnostisere floghavre og analysere for innhold av floghavre i helt frø til fôr.

Mer informasjon omkring tilsyn med planter, plantevern/plantehelse og økologisk produksjon finnes på www.mattilsynet.no og www.debio.no.

Regelverk for plantevern i økologisk produksjon

Regelverket omkring plantevern i økologisk landbruk er bygd opp rundt erkjennelsen av at det er viktig med forebyggende tiltak. Selv om det ikke er noen bestemte krav til sunnhetstilstand utover det som kreves for konvensjonell såvare og formeringsmateriale, er det viktig med så friskt og ugrasfritt utgangsmateriale som mulig ved økologisk produksjon.

Økologiforskriftens veileder B omhandler tiltak som skal anvendes for å forebygge og unngå ugras, skadedyr og plantesjukdommer:

- Valg av hensiktsmessige (sjukdomsresistente) arter og sorter, slik at plantene har størst mulig konkurransevne overfor skadegjørere og ugras under de gjeldende forhold på den enkelte driftsenheten
- Bruk av hensiktsmessig vekstskifteplan
- Bruk av mekaniske bekjempingsmetoder (pløying, harving, radrensing, hakking osv)
- Tilrettelegging for skadegjørernes naturlige fiender, for eksempel ved bruk av nytte dyr, samplanting/arts mangfold, oppsetting av fuglekasser osv.
- Bruk av termisk behandling (flamming) og rekke damping

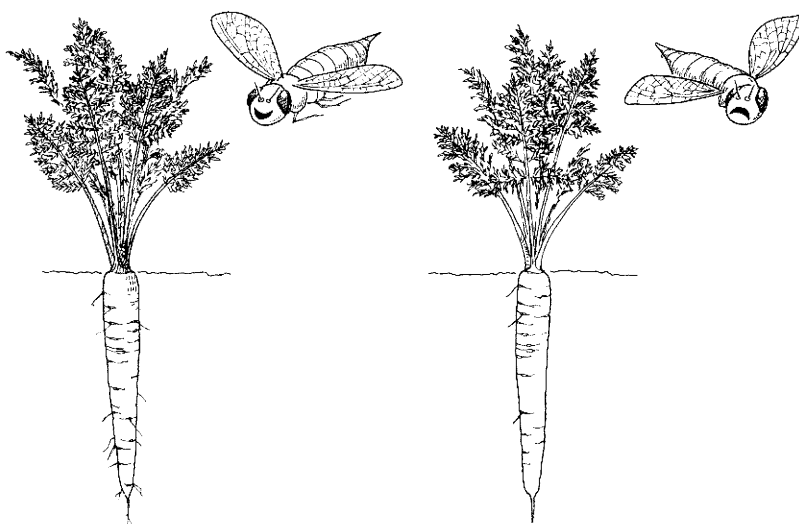
Som vedlegg til veileder B finnes bl.a. lister over nytteorganismer som er godkjent til biologisk bekjempelse i økologisk produksjon (liste 2 B1) og liste over preparater som er tillatt brukt i økologisk produksjon (liste 2 B2). For noen av disse kreves forhåndsgodkjenning av Debio. Midlene og nytteorganismene i B1 og B2 er godkjent av Mattilsynet i henhold til *Forskrift om plantevernmidler*. Oppdaterte lister finnes på Mattilsynets nettsider (www.mattilsynet.no)

Liste 2 C inneholder anbefalinger ved bruk av hjemmelagde planteuttrekk og preparater / plantestyrkende midler.

Risiko for skade og avlingsnedgang ved økologisk drift

Som vi har vært inne på tidligere, vil risiko for skade i en produksjon være svært avhengig av hvilken produksjon det er snakk om, men også hvor produksjonen foregår. For eksempel vil produksjon av økologisk potet, pga. tørråtefare, være langt mer risikofylt i nedbørsrike lavlandsstrøk i Sør-Norge enn mer tørre eller kaldere strøk. Økologisk produksjon av frukt og bær er også eksempler på kulturer hvor vi kan fastslå at risikoen, i alle fall i dag, er ganske stor. I motsetning til potet er det for eksempel for eple vanskelig å finne områder hvor produksjonen er lite utsatt for skadegjørere.

I det økologiske miljøet verserte det tidligere en del kontroversielle påstander omkring plantevern i økologisk landbruk, bl.a. at økologiske produkter var lite utsatte for skadedyr (se figur 1.6).



Konvensjonelt dyrket gulrot

Økologisk dyrket gulrot

Figur 1.6 Innenfor det økologiske miljøet verserte det, spesielt tidligere, en del kontroversielle påstander, bl.a. om at skadedyr ikke angriper økologiske planter.

Tegning: Hermod Karlsen.

Hva gjør bonden hvis et problem verken kan løses ved hjelp av forebyggende eller direkte tiltak? Den ytterste konsekvens kan være at en er nødt å vurdere om produksjonen passer for gården. Denne egnethet for en produksjon på en bestemt økologisk gård er et grunnleggende tema i planlegging av økologisk produksjon. På tysk har man et velegnet og mye brukt begrep for dette: *Standortgerechter Anbau* = Stedstilpasset produksjon. Potetproduksjon kan for eksempel være et problem der tørråte vanligvis forårsaker en tidlig nedvisning av potetriset. Tørråtesoppen fører ikke bare til avlingstap, men også til at næringsstoffene i jorda ikke blir utnyttet og derfor lett kan vaskes bort. Skrantende kulturplanter vil også øke ugrasproblemene. På enkelte gårdsbruk/ lokaliteter kan derfor konklusjonen bli at bonden bør kutte ut en produksjon helt og heller satse på andre kulturer.

Et annet aspekt omkring risiko handler om hvor avhengig bonden er av en bestemt produksjon. Hvis drifta på en gård i stor grad er bygd opp rundt en eller noen få store produksjoner, sier det seg selv at man er sårbar hvis en skadegjører med stor skaderisiko dukker opp og man ikke har aktuelle tiltak til rådighet. Et mer allsidig driftsopplegg vil derfor være en strategi mot at stor skade i en kultur skal ødelegge økonomien et gitt år. Dette er spesielt viktig i risikofylte produksjoner, for eksempel ved økologisk fruktproduksjon.

Finnes det løsninger for alle plantevernproblemer? Svaret på dette spørsmålet er sterkt relatert til hvor langt vi kan og er villige til å strekke oss for å gjøre driftsopplegget mest mulig robust. For eksempel vil et driftsopplegg med relativt ensidig kornproduksjon kunne gi grunnlag for flere plantevernproblemer, som flerårig ugrasarter som kveke og åkertistel. Et driftsopplegg med mindre korn, hvor eng og rotvekster inngår, vil være langt mer robust mht. flerårig ugrasarter. I driftsopplegg med mye korn vil dessuten kornsjukdommer som overvintret på halmrester og en del jordboende skadegjørere kunne redusere stabiliteten. I et agronomisk perspektiv finnes altså tiltak/strategier for i alle fall å løse en del av

disse problemene. Spørsmålet kan være om produsentene har mulighet eller vilje til å gjøre et slikt valg, og dette henger også sammen med prioriteringer som ligger utenom de agronomiske, for eksempel myndighetenes landbrukspolitikk, som er avgjørende for bondens økonomi.

I en del produksjoner vil det kunne finnes tiltak som minsker risikoen til det minimale, men som samtidig gjør produksjonen langt mer ressurskrevende både mht. driftsmidler og arbeidsbehov. Et eksempel på dette er bruk av fiberduk eller insektnett for å hindre insektangrep i flere utsatte grønnsakkulturer. Det avgjørende er om innsatsen blir godtgjort gjennom en reduksjon av forventet skadenivå.

Som en oppsummering av ulike faktorer som er viktige for utvikling av plantevernstrategier for å minimalisere risiko i økologisk landbruk, kan vi sette opp følgende hovedlinjer:

- Stabilisering av agroøkosystemet, dvs. optimalisert bruk av forebyggende tiltak.
- Vurdering av produksjonens egnethet i forhold til gårdens forutsetninger.
- Risikospredning ved økt kultur mangfold, dvs. mange kulturvekster, eller ved større genetisk mangfold innen produksjonssystemet.
- Mest mulig bruk av naturlige prosesser/system for regulering av skadegjørere, først og fremst gjennom å styrke eksisterende naturlige mekanismer.
- Bruk av effektive og økologisk forsvarlige direkte tiltak der hvor forebyggende tiltak ikke er nok.

Et problem kan ofte være at teknikker som fungerer i mindre målestokk, for eksempel i en kjøkkenhage, ikke er gjennomførbare for større arealer. Driftsopplegg har mye å si for bondens plantevernsituasjon, men selv under optimale forhold vil bonden likevel ha mange utfordringer mht. å løse sine plantevernproblemer. Når det gjelder for eksempel ugras, vet man at uansett hvor optimalt driftsopplegg man har lagt opp til, vil man få total avlingssvikt i mange kulturer hvis man ikke setter inn direkte tiltak som fast rutine i driftsplanen. Et annet aspekt er at i mange kulturer finnes et mangfold av skadegjørere som potensielt kan utvikle seg, og de ulike skadegjørere kan reagere veldig forskjellig på ett og samme kulturtiltak. Det er med andre ord en dårlig løsning om man gjennom et bestemt tiltak løser et problem men skaper et annet. Som vi skal komme tilbake til senere, er det ikke bare agronomiske tiltak som påvirker skadegjørernes utvikling.

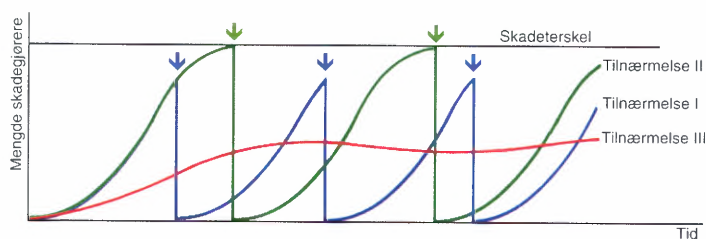
Bekjempingsstrategier

Fra å bekjempe til å forebygge...

Det å forebygge, eller hindre, at skadegjøreren dukker opp eller gjør skade, istedenfor å bekjempe skadegjøreren etter at den har dukket opp, er i tråd med ved selve grunntanken i økologisk landbruk. Det er derfor svært viktig å utvikle robuste strategier som bygger på mest mulig forebyggende plantevern. Men når dette er sagt, må det nok en gang poengteres at det også i mange situasjoner innen økologisk dyrking vil være helt nødvendig med direkte tiltak fordi det er umulig å forebygge alle problemer. Frøugras og andre skadegjørere med stor utviklings- og spredningsevne, for eksempel kålmøll, (ofte kombinert med liten motstandsdyktighet hos kulturveksten), er eksempler på dette.

Innen plantevern kan det skilles mellom tiltak som har kortvarig eller lengre virkningsgrad. Langsiktige løsninger får man ofte gjennom, la oss kalle det «strategiske» valg. Tidsperspektivet er da gjerne flere vekstsesonger. Et typisk eksempel på et slikt strategisk valg er planlegging av vekstskifte. Omløpsplaner må være satt sammen slik at de forebygger problemer med skadegjørere på lengre sikt. Mer kortsiktige valg kan vi kalle «taktiske» valg, og disse har i prinsippet bare et perspektiv begrenset til en vekstsesong. Valg av tidspunkt for radrensing er et eksempel på dette. Et annet taktisk valg kan gjelde sortsvalg. I en del tilfeller kan strategiske og taktiske valg være svært sammenflettet. Som eksempel kan nevnes: 1) Man hører ofte at det er viktig å ta med rotvekster i et vekstskifte for å kunne hanskes med de flerårige ugrasartene. Dette gjør man ikke fordi rotvekstene er spesielt konkurransesterke overfor for eksempel åkertistel. Årsaken er snarere at en radkultur gir gode muligheter for radrensing. Det mest effektive for kontroll av flerårige ugrasarter vil selvfølgelig være å bruke en konkurransesterk radkultur (eksempel: hodekål vs. gulrot/løk). Det strategiske og det taktiske valget kan henge nært sammen. En serie med effektive direkte tiltak mot flerårige problemugras samlet sett er et forebyggende tiltak hvis dette bidrar til å redusere problemet på lengre sikt. 2) Mht. jordboende skadeorganismer kan effekten av valg av resistent sort, for eksempel potetecystenematode-resistent potetsort, ha et langsiktig perspektiv i tillegg til den kortvarige. Sortsvalget det ene året gjør at smittenivået i senere år forhåpentligvis er under skadeterskel. Den endelige effekten er avhengig av vertsplantespekter og virulensegenskaper av de enkelte skadegjørere og dens samspill med den sorten som er valgt. Sortsvalg kan altså ha både en strategisk og en taktisk dimensjon. For bonden vil effektive forebyggende tiltak med langvarig virkning ofte være økonomisk gunstige. Generelt kan vi si at desto mer en plantevernstrategi er basert på forebyggende tiltak, jo mer stabilt blir driftssystemet.

Dagens ulike praksiser innen plantevern kan grupperes i tre ulike tilnæringsmåter (figur 1.7) som på mange måter også gjenspeiler den historiske utviklingen.



Figur 1.7 Prinsippkisse for ulike planteverntilnærmelser.

Tilnærming I: Programmert / rutinemessig bruk av direkte tiltak, for eksempel sprøyting.

Tilnærming II: Direkte tiltak gjennomføres i henhold til skadeterskel.

Tilnærming III: Målsetningen er at forebyggende tiltak forhindrer at skadeterskel overstiges. Pil angir når direkte tiltak gjennomføres.

Tegning: Hermod Karlsen.

Tilnærming I. Bruk av et direkte tiltak mot en skadegjørere: En har en fiende og fienden ønskes fjernet. Problemet er at denne fienden kommer tilbake fordi livsgrunnlaget for denne fortsatt er til stede. Dette betyr at det vil være nødvendig å sette inn tiltak på nytt. Denne måten å drive plantevern på kan vi si at hører til det «gammeldagse kjemikalielandbruket».

Tilnærming II. Aktuelle tiltak gjennomføres med henhold til bekjempelsesterskel og bruk av varslingssystemer. Dette betyr at en gjennomfører tiltak bare når det gir en økonomisk gevinst. For denne tilnærmingen bygger konseptet fortsatt på å fjerne fienden og ikke på det å fjerne årsaken til problemet. På denne måten forsøker en å redusere uheldige bivirkninger av den opprinnelig valgte strategi.

Tilnærming III. Man fokuserer på forebyggende tiltak. Her blir det lagt vekt på å forhindre at problemet i det hele tatt oppstår eller bare har et begrenset og akseptabelt nivå (terskel for bekjempelse blir ikke, eller sjelden nådd). Det å løse plantevernproblemer ved hjelp av et gjennomtenkt vekstskifte hører hjemme her.

Det er stor variasjon for ulike skadegjørere om effektive forebyggende tiltak finnes. Figur 1.7 representerer, i alle fall for visse skadegjørere, mer en målsetning for framtida enn en situasjonsbeskrivelse i dag. Et eksempel kan være rognebærmøll i eple hvor effektive skadedyrmidler kan brukes (= god effekt), mens det i dag ikke finnes kjente og effektive forebyggende tiltak. På den annen side, det arbeides med å finne forebyggende tiltak også for dette plantevernproblemet. Hvis man lykkes med forebyggende plantevern, vil det kunne bety en stor gevinst fordi det øker forutsigbarheten i produksjonen, og redusere innsats og kostnader som henger samme med direkte tiltak.

Innen generell produksjonsøkologi (tekstboks 1.7) er plantevernets rolle å kontrollere det ene hjørnet i tetraederet som vi tidligere har vist («skadegjørere» i figur 1.1) ut fra det potensielle produksjonsnivået, avhengig av de genetiske egenskapene til kulturplantene og de abiotiske faktorene. For økologisk produksjon gjelder det spesielt å utnytte alle naturens påvirkningsmuligheter uten de «syntetiske innsatsfaktorene».

Tabell 1.1 Eksempler på forebyggende og direkte plantevern¹⁾

Forebyggende planteverntiltak	Direkte planteverntiltak
- god jord- og plantekultur	- jordarbeiding (stubbharving etc.)
- god grøfting	- luking
- optimal kalking og gjødsling	- flammning
- effektiv jordarbeiding	- skjerming (fiberduk)
- fornuftig vekstskifte	- sprøyting
- optimalt valg av plantearter og plantesorter (resistente sorter etc.)	- bruk av nytteorganismer
- friskt frø og plantemateriale	
- optimal såtid, plantetid og såmengde/ planteavstand	

¹⁾ For enkelte av tiltakene som er nevnt, kan det diskuteres om de er av forebyggende eller direkte karakter

Tekstboks 1.7 Produksjonsøkologi

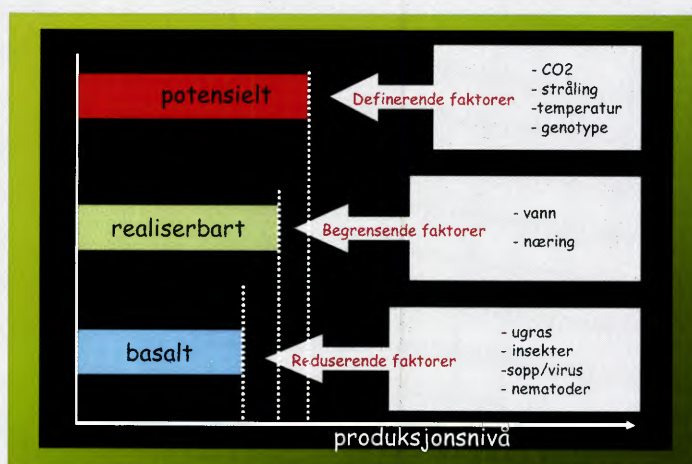
Fagområdet som omfatter studiet av hvordan ulike vekstfaktorer påvirker vekst og utvikling hos planter, er kalt produksjonsøkologi. Vi gjør oppmerksom på at begrepene som brukes i denne tekstboksen som definerende faktorer, potensielt m.fl., er oversatt fra engelsk litteratur og ikke etablerte norske uttrykk. De virksomme faktorene i produksjonsøkologien kan deles i tre grupper:

Definerende faktorer. En plantes fotosyntese (omforming av solenergi til sukker i plantene) bestemmes av tilgang på sollys, varme og karbondioksid. Vi vet at ulike plantearter og -sorter (= genotype i figur 1.8) har forskjellig produksjonsevne, derfor er også den faktoren blant de såkalte produksjonsdefinerende faktorene. Disse faktorene bestemmer til sammen det teoretiske produksjonspotensialet («den teoretisk maksimale avling» = potensielt (rød søyle) i figur 1.8).

Begrensende faktorer. Til denne gruppen regnes næringsstoffer og vann, og de er bestemmende for om det teoretiske produksjonspotensialet kan nås. I praksis når en svært sjelden den ideelle situasjonen som gir potensiell produksjon. I figur 1.8 er dette framstilt ved at de begrensende faktorene har redusert produksjonsnivået til «grønn søyle», som er den *realiserbare* delen av det teoretiske potensialet.

Reduserende faktorer. Den tredje og siste gruppen omfatter de ulike skadegjørerne, og det blå produksjonsnivået (basalt) i figur 1.8 viser at avlingen ytterligere reduseres hvis ingen tiltak settes inn mot skadegjørerne.

Denne grupperingen av vekstfaktorene er gyldig for både konvensjonelt og økologisk landbruk.



Figur 1.8 Prinsippskisse for hvordan ulike grupper av vekstfaktorer, hhv. «definerende», «begrensende» og «reduserende», påvirker avlings- eller produksjonsnivået. (Etter Porceddu og Rabbinge 1997)

De ulike faktorenes betydning vil variere sterkt mellom ulike driftsformer. I noen tilfeller vil for eksempel skadegjørere medføre total avlingssvikt hvis ingen mottiltak gjennomføres. Et slikt eksempel kan være at man ikke gjennomfører noe tiltak mot ugraset i en konkurransesvak kultur som gulrot.

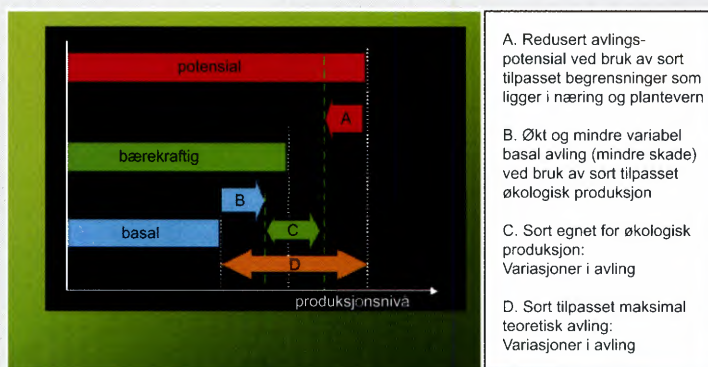
Hvordan kan vi så bruke kunnskap fra produksjonsøkologien for å utvikle økologiske dyrkingsmetoder som gir størst mulig sikkerhet i produksjonen på både kort og lang sikt?

Litt av sammenhengene kan forklares ved å se på den definerende faktoren «genotype» i forhold til de begrensende faktorene. Ta som utgangspunkt følgende beskrivelse av etterkrigstidas landbruk:

·I denne perioden har størst mulig avling vært et overordnet mål, bl.a. har dette blitt synliggjort gjennom en sterk fokusering på avling i foredlingen av nye sorter. Dette har vært mulig ved at kravet til næringstilførsel og plantevern har blitt ivaretatt gjennom tilførsel av lettøselig mineralgjødsel og bruk av syntetiske plantevernmidler. Således har man ved tilstrekkelig bruk av disse innsatsfaktorene kunnet nærme seg det potensielle avlingsnivået som er angitt i figur 1.8. Hvis man ikke tilfører disse driftsmidlene, vil produksjonen kunne komme ned på det «basale» nivået.

På kort sikt har denne framgangsmåten gitt større avlinger og redusert risikoen for avlingssvikt gjennom bruk av lettøselig mineralgjødsel og syntetiske plantevernmidler. Denne vektleggingen av avling har i mange tilfeller gått på bekostning av resistens mot skadegjørere og evne til et bedre næringsopptak ved begrenset næringstilgang. Heldigvis har resistensforedling alltid vært vektlagt, men med tilgang på effektive plantevernmidler som bakenforliggende forutsetning. Bruker man en sort (genotype) som utelukkende ivaretar målet om høyest mulig potensiell avling, men samtidig ikke har tilgang til (eller ønske om) å bruke visse typer eksterne innsatsmidler, vil produksjonen ofte vise seg å være mer risikofylt og derfor mindre avlingsstabil. Som et alternativ til beskrivelsen ovenfor, vil vi for økologisk produksjon søke følgende situasjon (figur 1.9):

·Sorter som brukes i økologisk dyrking skal gi en akseptabel avling av ønsket kvalitet, samtidig som sorten har god evne til å utnytte tilgjengelige næringsstoffer og er motstandsdyktig mot skadegjørere. Det medfører at man i praksis benytter sorter med lavere produksjonspotensial, men som samtidig er mindre avhengige av lettøselig mineralgjødsel og syntetiske plantevernmidler for å holde avlingsnivået oppe og på et stabilt nivå.



Figur 1.9 Prinsippkisse som viser hvordan valg av egnet sort for økologisk produksjon kan påvirke avlingsnivå og stabilitet. (Etter Porceddu og Rabbinge 1997)

Overvåking

Regelmessig overvåking av kulturplantene er helt essensielt for å oppdage angrep tidlig. Dette er like viktig i en åpenåkerkultur som i et veksthus. Kontroller bør foregå hyppig, og tettest når man av erfaring eller ved varslingsnet vet at angrep kan forekomme. Overvåking og registrering for å danne seg et riktig skadegjørerbilde er like viktig for både ugras, sopp og skadedyr. Den visuelle kontrollen, med bruk av feller for å se om for eksempel gulrotflua forekommer, er avgjørende for denne typen skadegjørere. For kontroll av visse insekter er det også viktig at man ikke bare ser i kantene, men går ut i åkeren for å se over hele feltet. Det samme

gjelder ugras. Vindspredning av insekter kan gi forekomst på spesielle steder og vegetativ formering av rotugras fører til "ugrasroser".

Skadeterskler

Begrepet skadeterskel blir mye brukt i sammenheng med direkte tiltak mot skadegjørere.

Begrepet er utviklet og gitt innhold i et mer omfattende kunnskapsområde som fagfolk ofte benevner *skadeterskelteori*. Som omtalt før, står skade, avlingstap og økonomisk tap i sammenheng med hverandre, men sammenhengen er ikke statisk (fastlåst). Det finnes to forskjellige skadeterskelbegrep.

Bekjempelsesterskelen defineres som det laveste nivået av en skadegjører som krever innsats for å unngå avlingstap. Den økonomiske skadeterskelen forteller oss når det er lønnsomt å sette inn tiltak mot skadegjøreren, dvs. skadeomfanget veid opp mot kostnadene man har ved gjennomføring av tiltak.

Mange skadegjørere er vanskelige å vurdere mht. hvordan angrepet vil utvikle seg, bl.a. fordi mange skadegjøreres utvikling er relatert til vær og klimaforhold. Verken bekjempingsterskel eller økonomisk skadeterskel er altså fastlåste verdier. De er avhengig av framtidig utvikling av en skadegjører, og kan dermed være mer eller mindre usikre.

Bøndernes egen erfaring, kombinert med en forståelse av hvordan de enkelte skadegjørere kan utvikle seg under visse forhold, hjelper sterkt til å bedømme de aktuelle og framtidige plantevernproblemene på gården. Dette gjelder også tolkingen av skadeterskelnivået.

Prognoser og varsling

Prognoser for angrep og varsling av mulig skade er etablert for en del skadegjørere i viktige jord- og hagebruksvekster (tekstboks 1.8).

Tekstboks 1.8 VIPS = Varsling Innen PlanteSkadegjørere

Varsling Innen PlanteSkadegjørere (VIPS) er en gratis varslingstjeneste på Internett om angrep og skader av sjukdommer, skadedyr og ugras i viktige jord- og hagebruksvekster. Tjenesten er et tiltak under 'Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler' og er utviklet av Bioforsk og Landbrukets Forsøksringer (LFR).

VIPS er fritt tilgjengelig for alle på www.vips-landbruk.no og gir informasjon til dyrkere og veiledere om fare for angrep eller ikke og dermed behov/ikke behov for sprøyting, eventuelt andre tiltak. Varsling er en viktig del av integrert plantevern og er et hjelpemiddel for å unngå unødvendig bruk av plantevernmidler og dermed unngå ekstra kostnader for dyrkere og unødvendig miljøbelastning. I tillegg til varsling har nettstedet også overvåking av skadegjørere ved at det legges ut meldinger om 'førstefunn' og utvikling / skadeomfang av en rekke sjukdommer og skadedyr i ulike distrikter.

VIPS omfatter skadegjørere i korn, potet, grønnsaker og frukt (se tabell under). Varslene blir laget på grunnlag av klimadata, værprognoser, observasjoner av angrep i felt, skadeterskler og modeller for utvikling av skadegjørere/vertplanter.

Klimadata levers av ca 75 værstasjoner (Bioforsk eier de fleste, noen er private/eies av forsøksringer) som er plassert i de viktigste dyrkingsområdene. Værprognosene leveres av Meteorologisk Institutt. Forsøksringene registrerer angrep av skadegjørere i felt og data legges inn i modeller (utvikla av forskere ved Bioforsk) for den enkelte skadegjørere. Varslene vises på internett () ved hjelp av fargesymboler: Rød betyr infeksjonsfare, gul betyr mulig infeksjonsfare og grønn betyr ingen infeksjonsfare.

Varsler i VIPS (pr 2005):

Korn	Potet og grønnsaker	Frukt og bær
Grå øyeflekk	Potettørråte	Epleskurv
Hveteaksprikk	Kållflue	Eplevikler
Byggbrunflekk	Kållfly	Rognebærmøll
	Gulrotflue	Gråskimmel i jordbær (testversjon)

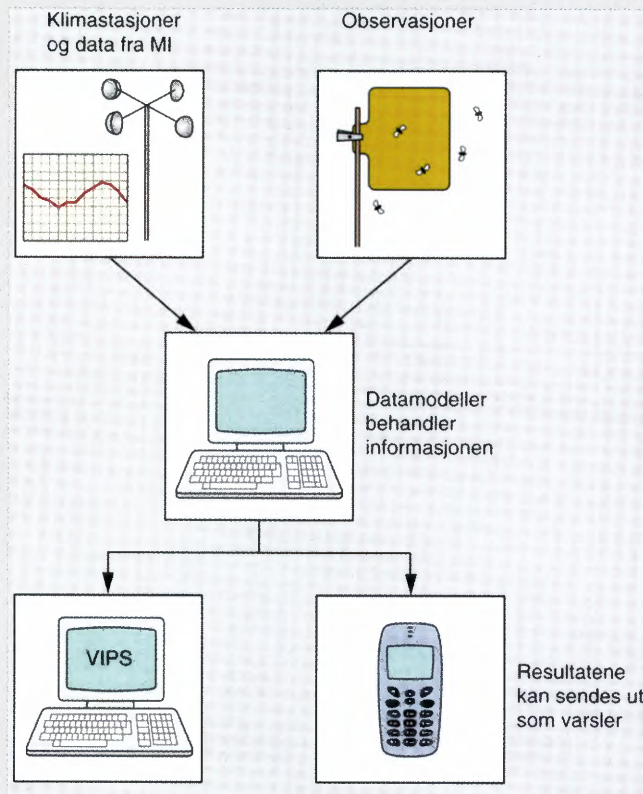
Brukere kan registrere og legge inn egne observasjoner/forutsetninger/tiltak på egen gård og motta **personlig varsel**. Ved vurdering av behov for å sette i verk eventuelle tiltak kan det være lurt å kontakte den lokale veiledningstjenesten. Ringlederen sitter inne med stor kunnskap om lokale vekstforhold, og kan derfor «tolke» det lokale varslet med tanke på egen gård og produksjon.

Flere av varslene kan fås som tekstmelding på mobiltelefon (sms) ved å abonnere på varsling for en eller flere skadegjørere i ønsket område.

VIPS ugras i korn er et nettbasert hjelpemiddel for å beregne behandlingsbehov ved ugrasangrep i kornåker. Dette er en norsk versjon av det danske Plantevern Online. Programmet gir ikke varsel om ugras, ugraset kommer uansett, men det gir råd om middelvalg og dose på bakgrunn av

opplysninger om kornart, forventet avlingsnivå, temperatur, jordtype og ugrasarter/mengder/utviklingsstadium, med eller uten gjenlegg.

Mange vil sikkert, og det med god grunn, stille spørsmålet om relevansen av VIPS i forhold til økologisk landbruk. Bruk av varsler og skadeterskler er bygd på at man har tilgang på direkte tiltak når problemer oppstår, og det har man jo ofte ikke ved økologisk dyrking. Dette kan endre seg i fremtiden for eksempel ved at planteekstrakter etc., godkjennes mot visse skadegjørere. Ellers vet vi for eksempel at det finnes gulrottyrkere i dag som legger på fiberduk ved varsling av gulrotflue.



Figur 1.10 VIPS = Varsling Innen PlanteSkadegjørere. Fra *Handtering og bruk av plantevernmidler: grunnbok*, illustratør: Bjørn Norheim. Landbruksforlaget 2004. Gjengitt med tillatelse.

Informasjon og veiledning om plantevern i økologisk produksjon

- Veiledere i forsøksringer/økoringer (førstefase-informasjon)
- Bioforsk Plantehelse (spesifikke spørsmål, videregående diagnostisering)
- Bioforsk Økologisk (håndbok økologisk landbruk, nettbasert kurs om økologisk landbruk)
- Debio (godkjenning av tiltak i økologisk produksjon)

Referanser og anbefalt lesning

- IFOAM 2004: *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2004* (Red. Miller, H. og M. Yussefi). 167 s.
- Källander, I. 1989: *Växföljden – grunden i odlingsystemet*. I: Jordbruksbok för alternativ odlare. Stockholm, s. 184–194
- Landbruksdepartementet 1999: *Stortingsmelding nr. 19, 1999–2000: Om norsk landbruk og matproduksjon*. 161 s.
- Porceddu, E. og R. Rabbinge, 1997: *Role of research and education in the development of agriculture in Europe*. I: M.K. van Ittersum og S.C. Geijn (Red.) *Perspectives for Agronomy – Adopting Ecological Principles and Managing Resource Use*. Pages 3–15 (in series *Developments in Crop Science* 25. Elsevier Science.
- Ruissen, T. 2002: *Plantevern i økologisk landbruk*. I: Økologisk landbruk. NORSØK-rapport 1–2002, s. 31–38
- Serikstad, G.L. 2000: *Økologisk landbruk*. Småskrift (NORSØK) nr. 2 / 2000
- Skjelvåg, A.O. 1992: *Barekraftige produksjonssystem*. Forelesningsnotat i hovedkurs i plantekultur ved Norges Landbrukshøgskole.

Noen viktige linker i Norge:

www.debio.no
www.mattilsynet.no
www.bioforsk.no
www.hihm.no
www.vips-landbruk.no

2 Skadegjørernes livsstrategier

Kunnskap om skadegjørernes biologi er viktig både for å unngå at plantevernproblemer oppstår, og for å kunne gjennomføre direkte mottiltak i kulturene på en best mulig måte. Derfor vil vi i dette kapitlet komme relativt grundig inn på ulike forhold omkring ugrasets, skadedyrenes og sjukdomsorganismenes evne til å overleve sammen med plantene vi dyrker. Med et fint ord kan vi kalle denne evna for deres «livsstrategier». Vi vil i dette kapitlet komme mer detaljert inn på ugrasets enn skadedyrenes og sjukdomsorganismenes livsstrategier. Dette blir gjort fordi ugraset generelt sett er mer universelt ved at de ulike artene finnes i de fleste av våre kulturvekster, mens mange skadedyr og sjukdomsorganismer er mer spesifikke i valg av kultur eller vertsplante. Livssykluser og livsstrategier for mange skadedyr og sjukdomsorganismer, vil derfor bli nærmere omtalt i Bind 2, 3 og 4 i forbindelse med de ulike kulturvekstene.

Det er delte meninger om hvilke ord en skal bruke på kampen mot skadegjørerne. For eksempel vil mange oppfatte betegnelsen ugrasbekjempelse mer eller mindre synonymt med totalbekjempelse, oftest i forbindelse med bruk av ugrasmidler (herbicider). Noen mener derfor at dette ordet ikke hører hjemme i et mer økologisk perspektiv. Begreper som ugrasregulering, ugraskontroll og ugrastiltak er mer nøytrale ord. For alle skadegjørergrupper vil de ulike tiltakene kunne deles inn slik:

- Forebyggende (eller indirekte) tiltak, dvs. tiltak som reduserer forutsetningene for utvikling av en skadegjører (nærmere omtalt i kapitlet *Forebyggende tiltak*).
- Direkte tiltak, dvs. tiltak som rettes direkte mot skadegjøreren i kulturen (nærmere omtalt i kapitlet *Direkte tiltak*).

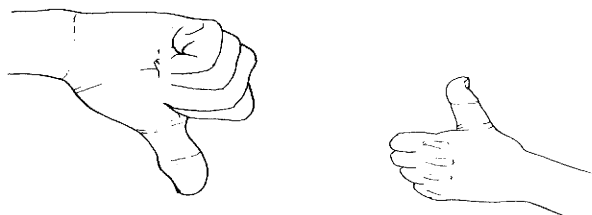
Forebyggende tiltak vil for alle grupper av skadegjørere være en bærebjelke i økologisk plantevern. Ofte vil det i tillegg være nødvendig med direkte tiltak for å forhindre videre utvikling når en skadegjører en gang har slått til i en kultur. Å vite noe om både skadegjørernes livssyklus og biologi og deres samspill med miljøet omkring, det vi i sum kan kalle deres økofysiologi, er avgjørende for at de forebyggende tiltakene vi setter inn skal fungere best mulig.

2.1 Ugras

I de fleste sammenhenger blir ugras betraktet som viltvoksende planter som vokser blant kulturplantene, og som konkurrerer med disse om vekstfaktorer som lys, vann, næring og plass. Begrepet ugras defineres gjerne på forskjellige måter, men her nevner vi bare en kort, generell definisjon: Ugras er uønska planter, d.v.s. planter som opptrer på en plass der de ikke er ønsket med hensyn til plassens bruksområde (se også Korsmos definisjon i tekstboks 2.1). Ordet ugras har en negativ klang gjennom bokstaven *u*. Denne ene bokstaven signaliserer noe nedsettende. Ellers kan en slå fast at vekster som vokser på dyrket mark, uten at dette er dyrkerens mening, ikke alltid er skadelig. Under andre himmelstrøk, ja også hos oss i tidligere tider, har mange planter, som i de fleste sammenhenger opptrer som ugras, blitt brukt til mat (f.eks. meldestokk og

linbendel) og som medisinplanter (f.eks. groblad). En annen gunstig effekt disse plantene kan ha, er å redusere erosjon og utvasking, spesielt i åker om høsten og i vinterhalvåret (f.eks. tunrapp). De kan også ha positiv innvirkning på for eksempel balansen mellom nyttedyr og skadedyr. På den annen side kan ugras ødelegge for den sanerende effekten vekstskifte kan ha på ulike skadegjørere. Som eksempler kan nevnes oppformering av klumprotsmitte på gjetertaske og oppformering av potetcystenematoder på svartøtvier.

Dette understreker at svaret på spørsmålet om en plante skal karakteriseres som ugras, d.v.s. uønsket, eller ikke, avhenger av situasjonen. Ingen planteart er alltid ugras, men mange arter kan i gitte situasjoner *opptre* som ugras. Noen arter gjør dette svært ofte, andre langt sjeldnere. Det er derfor feil å si at ugras gjør nytte. **Ugras gjør skade.** Når de samme artene i andre situasjoner er nyttige, er de ikke uønsket, og følgelig heller ikke ugras. Figur 2.1 oppsummerer en del av den "dobbeltrullen" som plantene vi her diskuterer, kan ha når de opptrer som henholdsvis ugras og nytteplanter.

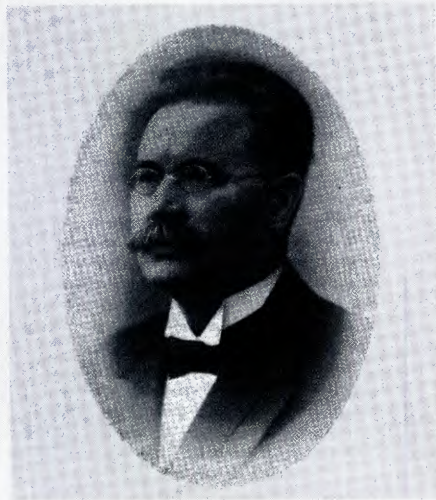


- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Reduserer avling pga. konkurranse• Reduserer avling pga. allelopati*• Vanskeliggjør høstingen• Forurenses avlingen• Fungerer som vertsplante for parasitter | <ul style="list-style-type: none">• Høstes og brukes som fôr, mat m.m.**• Reduserer erosjon/utvasking• Henter opp næringsstoffer fra jorddyp• «Huser» nyttedyr• Bedrer jordstrukturen• Tilfører organisk materiale• Er en del av det biologiske mangfoldet |
|---|--|
- *veksthemmende stoffer
- ** tidligere tider eller andre kulturer

Figur 2.1 Selv planter som ofte opptre som ugras, og derfor er mest kjent for sine skadevirkninger, kan ha positive sider. Tegning: Hermod Karlsen.

I noen tilfeller kan til og med kulturplantene selv opptre som ugras. Dersom en oljevekst er dyrket ett år, kan spillfrø overvintre og føre til oppblomstring i neste kultur som for eksempel kan være korn. Et annet eksempel er dyrking av ulike kornarter etter hverandre i et omløp. Spillkorn fra havre det ene året kan gjøre seg gjeldende som ugras i bygg året etter.

Tekstboks 2.1 Emil Korsmo



Emil Korsmo ble født i 1863, og døde i 1953, vel 90 år gammel. Han var en pionér innen ugraslære (herbologi), og gjorde kampen mot ugraset til sin livsoppgave. Han fungerte som statskonsulent i ugrasspørsmål i årene 1913–20, og som professor i herbologi ved Norges Landbrukshøgskole (nå: Universitetet for miljø- og biovitenskap) i årene 1920–33. Korsmo utgav en rekke bøker og skrifter, for eksempel *Ugress i nutidens jordbruk* (1925, ny utgave i 1954), *Ugressplancher* (1918, ny utgave 1934–38), plansjeverket *Ugressfrø* med tekst og register på 11 språk (1935) og et stort, illustrert verk om ugrasplantenes anatomi, *Anatomy of Weeds* (1954). Ugrasplansjene er senere blitt utgitt i bokform (1981, 1986 og 2001) av Landbruksforlaget. 5 nye arter ble tatt inn i boken i 2001-utgaven, der grafikken er utført av tegneren Hermod Karlsen. Flere av verkene til Korsmo er oversatt til andre språk. Allerede i sin første bok, *Ugræs i Ager og Eng* som utkom i 1896, definerte han ugras på følgende måte: «Ved ugræs forstås man alle de paa dyrket mark opptredende planter som man ikke tilsigter at have der...» Korsmo var den første forsker som inndelte uønskete plantearter i biologiske grupper. Formålet var den gang som nå: sikker bestemmelse og bekjempelse av ugrasene. Ved ulike forsøk som ble utført, kunne effektiv ugrasbekjempelse gi 20–40 % avlingsøkning. Noen av bekjempingsmetodene Korsmo beskrev, som luking og harving, er fremdeles aktuelle, mens de kjemiske metodene ved bruk av svovelsyre, salpetersyre og kalsiumcyanid, hører historien til. Ett unntak er jernsulfat, som fremdeles er i bruk til kjemisk bekjempelse av mose i plen.

Historikk

For å forstå ugrasfloraens sammensetning i dagens jord- og hagebruk, er det nyttig å kjenne noe til de enkelte planteartenes innvandringshistorie. Under den siste istida var hele Skandinavia, med unntak av noen fjelltopper (nunataker) og trolig en smal kyststripe, dekket av is. En regner med at Skandinavia utelukkende har vært mottakerland for planter etter istida, bortsett fra noen overlevende fjellplanter. De fleste artene, ugrasene inkludert, har vandret inn fra sør og sørøst, via Mellom-Europa og Danmark. Noen av dagens ugras (bl.a. vassarve, burot og ulike meldearter) var blant de tidligste pionerplanter i kjølvannet etter avsmeltingen.

En kan skille mellom de artene som vandret inn til landet ved egen hjelp, de såkalte spontane eller heimlige artene, og de artene som ble brakt til landet ved hjelp av mennesket, tilsiktet eller utilsiktet. Den siste gruppen arter kalles for antropokore eller innførte arter, og utgjør nå nesten halvparten av alle arter. Av totalt ca. 2400 plantearter i Norge, er det ca. 250 arter, eller noe over 10 %, som gjør seg gjeldende som ugras. Ca. 100 av disse artene er vanlige over mer eller mindre hele landet.

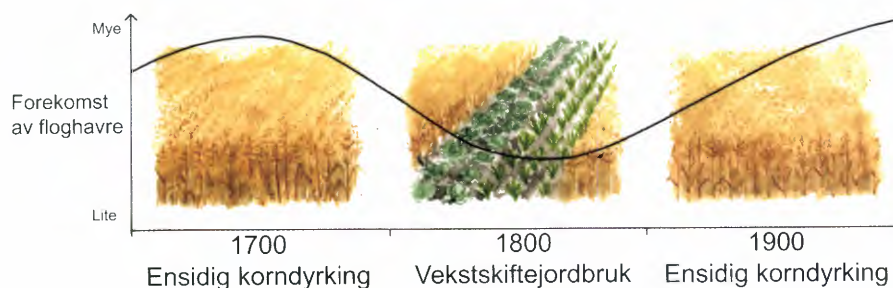
På grunnlag av fossile funn av frø og andre plantedeler av ulik størrelse (makrofossiler), funnet i naturlige avleiringer i vann (for eksempel bunnslam i innsjøer, leire og torv), har en kunnet datere ved hjelp av C-14-metoden (radioaktivt karbon) den tidligste innvandringen av planter i perioden ca. 13 000–3000 f.kr. Da åkerbruket begynte ca. 3000 f.kr. i den yngre steinalder og fram til og med vikingtida (ca. 1050 e.kr.), er de vesentlige funn fra avtrykk i kar, potteskår og leire. Senere skriver funnene seg fra for eksempel jord, stolpehull, hus, lagre, latriner og humusholdige lag. Innvandringshistorien er også basert på analyse av pollen eller blomsterstøv, gjerne kalt mikrofossiler.

Figur 2.2 viser når en har kunnet datere de første eksemplar av arter som i dag ofte opptrer som ugras i Skandinavia. Både klimaet og vegetasjonen har gjennomgått store endringer i de over 15 000 årene som har gått siden istida, samtidig som landet hevet seg. Botanikeren Axel Blytt mente å kunne påvise (i 1876) to store skogperioder på grunnlag av to ulike stubbelag i myrer på Vestlandet. Da må en regne med at de fleste urteplanter var trengt langt tilbake. Det nye åkerbruket og fedriften førte med seg betydelige forandringer i floraen. Da det ble ryddet i de tette urskogene, ble landskapet etter hvert mer og mer åpent. Særlig for lyselskende arter hadde edelløvskogene vært en innvandringsbarriere. Nå fant disse artene store muligheter i de mange skogkantene som oppsto. Også i våre dager er skogkantene viktige lokaliteter for lyselskende busker og urter. Jordbrukskulturen førte til en renessanse for en rekke arter som hadde spilt en betydelig rolle i den første koloniseringen av landområder, men som hadde fått redusert sine muligheter etter hvert som skogene overtok. Gjødsling av åkrer begünstiget bl.a. nitrofile (nitrogenelskende) strandplanter som svinemelde, meldestokk, klengemaure, åkertistel og åkerdylle til å slå seg ned der. Dessuten brakte mennesket etter hvert med seg mange nye arter sammen med såkorn og grasfrø.

	Før Kristus					Etter Kristus	
	Istid	12 000	9000	6000	3000	1500	2000
Spontane (hjemlig) arter:		Vassarve	Meldearter		Meldestokk Tungras	Balderbrå	
		Syre- og grasarter	Stornesle Krypsoleie		Åkersvinerot	Åkertistel Åkerdylle Kveke	
Antropo- kore (innførte) arter:					Linbendel Floghavre Gjetertaske		Gulda Tunhalder- trå
						Skvallerkål	
Antall arter:		22	65		218	501	2400

Figur 2.2 En del arters innvandringshistorie i Skandinavia, fra istid og fram til moderne tid.
Tegning: Hermod Karlsen.

Ulike dyrkningsmessige forhold har, fra det tidlige svedj jordbruket da vegetasjonen ble brent ned før dyrking, og som varte til ut på 1800-tallet og fram til dagens industri jordbruk, endret seg betydelig og medførte at ugrasfloraen gjennomgikk store endringer både med hensyn til hvilke arter og antallet arter som fantes. Et eksempel kan være floghavrens fluktusjoner gjennom 17-, 18- og 1900-tallet (figur 2.3).



Figur 2.3 Fluktusjoner i forekomst av floghavre gjennom 17-, 18- og 1900-tallet som en følge av endret dyrkingspraksis i vårt naboland Sverige (etter Lundqvist og Fogelfors 2004).
Tegning: Hermod Karlsen.

På 1700-tallet var det mange steder en relativt ensidig korndyrking, som medførte store problemer med floghavre. Dette systemet ble på 1800-tallet etterfulgt av et mer mangfoldig vekstskifte med flerårig eng, noe som langt på vei eliminerte problemene med floghavre. I dagens moderne jordbruk, hvor korn ofte dyrkes ensidig, ser vi at problemet med denne arten har kommet tilbake. Dagens moderne landbruk har også medført at antall problematiske ugras har gått tilbake. I eldre tider med «svakere» kulturvekster og mindre effektiv jordarbeiding, kunne mange arter etablere seg, mens dyrkingsmiljøet

i dag passer for færre arter. Undersøkelser fra Sverige viser at i dag utgjør de 10 vanligste artene om lag 75 % av ugrasbiomassen, mens for 30 år siden måtte det 20 arter til for tilsvarende biomasse.

Klassifisering

Mulighetene for en art til å konkurrere med kulturveksten og formere seg, er avhengig av ugrasplantens vokseegenskaper i forhold til kulturplanten. Særlig er den årlige vekstrytmen viktig, eksempelvis spiretidspunktet, og *om* og *når* jordarbeiding blir utført i løpet av året. Både ugraset og kulturen, inkludert alle dyrkingstekniske tiltak bonden utfører, inngår i agroøkosystemet. I ugraslæren (herbologien) deler man gjerne ugraset i biologiske grupper etter de egenskapene som har størst praktisk interesse, uten omsyn til den vanlige botaniske systematikken. Av særlig interesse i denne sammenhengen er *levealderen* og *formeringsmåten* til ugraset. Denne inndelingen ble utførlig beskrevet av Korsmo (tekstboks 2.1).

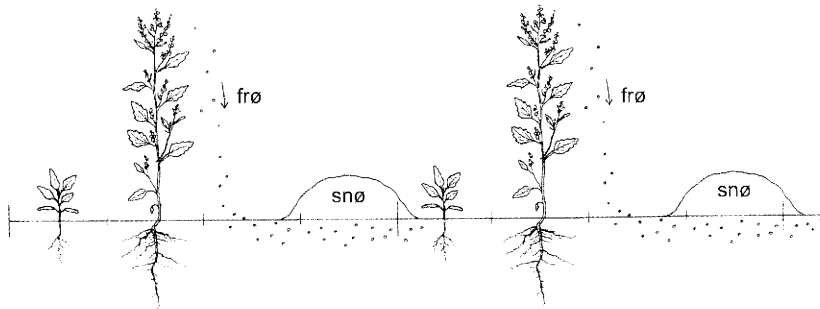
Biologiske ugrasgrupper etter Korsmos inndeling

Sommerettårige ugras

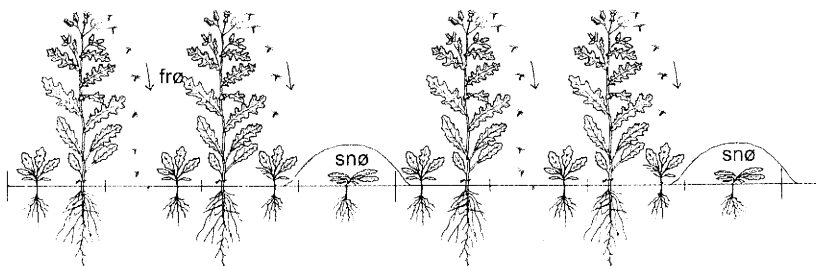
Sommerettårige arter lever bare en sommer. De spirer opp av frø om våren, blomstrer og setter frø. Deretter dør hele planten, inklusiv roten (figur 2.4). Disse artene overvintrer altså bare som frø. Frøproduksjonen er som regel svært rikelig, og frøet modner samtidig med eller før den kulturveksten ugraset vokser i. Det frøet som faller på jorda, spirer vanligvis først neste vår. Skulle frøet spire alt samme høst, vil planten som regel fryse i hjel i løpet av vinteren. I særlig milde vintre kan visse arter greie seg. Blir frøet gravd dypt ned under jordarbeidinga, kan det ligge i jorda i mange år uten å miste spireevna.

Sommerettårige ugras kan bare utvikle seg i større mengder der jorda blir arbeidet om våren. De fleste av våre vanligste ugras i åker og hage hører til denne gruppen. De viktigste artene er: Floghavre, meldestokk (tekstboks 2.2 og figur 2.4), kvassdå, guldå, linbendel, hønsegrasartene, tungras, vindeslirekne, åkergull, åkersennep, åkerkål, åkerreddik, klengemaure, åkerstemorsblom, tunbalderbrå, åkervortemjolk, hønsehirse og jordrøyk.

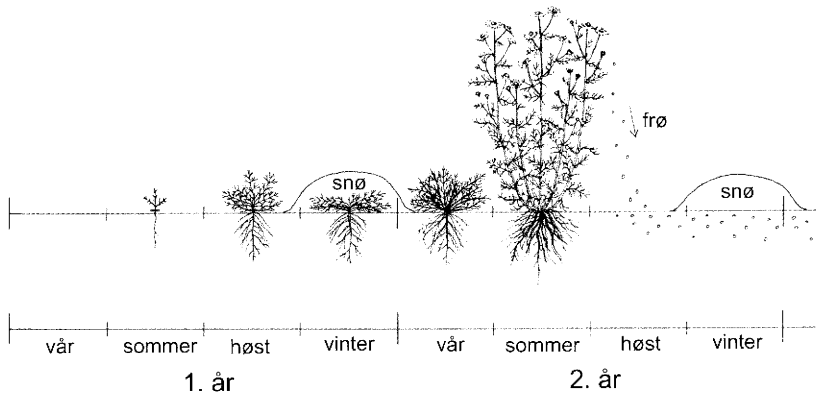
a) Sommerrettårige ugras (eks. meldestokk)



b) Vinterrettårige ugras (eks. åkersvineblom)



c) Toårig ugras (eks. balderbrå)



Figur 2.4 Livssyklusen til a) sommerrettårige, b) vinterrettårige og c) toårig ugrasarter. Se tilsvarende figur for flerårig ugras i figur 2.8.
Tegning: Hermod Karlsen.

Tekstboks 2.2 Meldestokk (*Chenopodium album*)

Biologi/livssyklus

Biologisk gruppe: sommerettårig (se figur 2.4).

Den voksne planten er 30–100 cm høy. Stengelen er glatt, kantet og stiv med opprette greiner. Bladene er rombeformet-eggeformet/ovale, de øverste oftest lansettformet, alle mer eller mindre tagget i kanten. Bladene har et melaktig belegg, som består av hår med en kulerund, gjennomsiktig blære i toppen (kan sees lett med en håndlupe). Planten er meget fleksibel i vokseform (eksempelvis tynn og smal i en kornåker, men vid og bred i en grønnsakåker), avhengig av konkurransepresset fra andre planter omkring. Meldestokk har kraftig pålerot.

Formeringen skjer bare med frø. Frøproduksjonen er opptil 20 000 frø per plante, men ca. 3000 i middeltall. Det tar flere måneder for planten å oppnå frømodning, hvilket gjør den mer sårbar på vokseplasser hvor den blir sterkt forstyrret. Høstspirte frøplanter vil ikke overleve vinteren. *Frøplanten* har avlange frøblad med stilk. Frøbladene er røde på undersiden.

Meldestokk danner en lagringsdyktig *frøbank*. Frøbankstudier av et seksårig omløp med eng og åpenåker, viste at det fremdeles var 29 % igjen av frøbanken første året etter en treårig engperiode (jfr. figur 2.19). Frø som ligger for dypt til å spire, kan beholde spireevna i flere tiår.

Forekomst og vokseplasser/kulturer

Meldestokk finnes i alle slags åkerkulturer, men helst i rotvekster og grønnsaker. Dessuten finnes den i hager, på veikanter og på det Lids flora kaller skrotemark, dvs. steder der naturlig vegetasjon er sterkt forstyrret eller ødelagt ved inngrep, for eksempel på tomter, fyllinger og avfallsplasser, og der andre planter kan etablere seg. Meldestokk finnes også på komposthauger og rundt gjødseldynger. Planten liker helst løs, råmesterk jord, som er sterkt gjødslet og nitrogenrik.

Litt om kontroll

Det er viktig å hindre frøspredning. Frøene drysser lite før høsting. Ellers kan planten ugrasharves eller radrenses. Termisk kontroll ved flammning på små planter, virker relativt bra. Biologisk kontroll med mykoherbicer er under utvikling.



Figur 2.5 Meldestokk. E. Korsmo.

Vinterrettårige ugras

Vinterrettårige arter har normalt evne til å overvintre. Frøet kan spire gjennom hele sommerhalvåret. Spirer det tidlig nok, blomstrer plantene og setter modent frø på samme måten som de sommerrettårige. Disse frøene kan igjen spire og utvikle nye frøproduserende planter. Spirer frøet så sent i vokseperioden at planten ikke når full utvikling, overvintrer den, blomstrer og setter frø neste vår eller sommer (figur 2.4). Frøene fra disse plantene kan så spire, og siden det ennå er tidlig på året, har plantene gode muligheter til å produsere egne frø før vinteren. Dermed kan en oppnå to frøgenerasjoner på ett år. I noe varmere land enn Norge, for eksempel England, kan en til og med få tre frøgenerasjoner i året.

Vinterrettårige ugras er, som vi skjønner, mer allsidige enn de sommerrettårige. De vokser derfor godt både i vårsådde og i høstsådde kulturer, men som de sommerrettårige artene, er også de vinterrettårige avhengige av løs jord for å kunne utvikle seg i større omfang.

Vi har bare ni vinterrettårige ugras som er særlig viktige: Vassarve, gjetertaske, rødtvetann, pengeurt, åkersvineblom (tekstboks 2.3 og figur 2.4), haremat, tunrapp, stemorsblom og åkerminneblom.

Tekstboks 2.3 Åkersvineblom (*Senecio vulgaris*)

Biologi/livssyklus

Biologisk gruppe: Vinterrettårig (se figur 2.4).

Den voksne planten er 10–40 cm høy. Stengelen er oppstigende eller opprett, saftig og nokså svak, uregelmessig greinet, glatt eller noe spindelvehåret. Bladene er oftest glatte, tynne og buktfinnet med stor avstand mellom lappene, som er uregelmessig tannet eller tagget. Nedre blad er omvendt eggeformet eller lansettformet i omriss og smalner av i en kort bladstilk. Øvre blad er avlange med bred, omfattende grunn. Planten har tynn pålerot med mange siderøtter.

Formeringen skjer bare med frø. Åkersvineblom har en frøproduksjon på 1400–7200 frø per plante. Det tar relativt kort tid (1,5–2 mnd) for planten å oppnå frømodning. *Frøplanten* har lansettformete frøblad med stilk. De varige bladene framkommer vanligvis enkeltvis. Spirer godt på jordoverflaten og fra små dyp. Spirer til alle årstider når været er lagelig. *Frøene* er meget følsomme for endringer i lysintensitet og lyskvalitet. Frøbanken er relativt lite lagringsdyktig.

Forekomst og vokseplasser/kulturer

Åkersvineblom finnes i hager, gartnerier, planteskoler og åkerkulturer, særlig i hagebrukskulturer. Ellers finnes den på veikanter, havstrand/tangvoller og skrotemark. Planten foretrekker lettere, næringsrike jordarter.

Litt om kontroll

Planten kan ugrasharves eller radrenses. Termisk kontroll ved flammings på små planter, virker relativt bra.



Figur 2.6 Åkersvineblom. E. Korsmo.

Toårige ugras

Toårige arter blomstrer normalt ikke før året etter spiring. Enten de spirer tidlig om våren eller senere på sommeren, utvikler de første året bare røtter og en bladrosett som overvintrer. Etter frømodningen 2. år dør hele planten (figur 2.4).

På grunn av den spesielle livssyklusen som disse artene har, må de stå i ro i to vekstsesonger på rad for å komme til sin rett. Samtidig er de avhengig av åpen jord for at frøene skal kunne spire. Slike forhold finner vi først og fremst i toårige kulturer, som for eksempel høstkorn og første års eng, dessuten i grassmark med «sår» i grassmatten. Toårige ugras spiller svært liten rolle i ettårige kulturer der jorda blir pløyd hvert år. Ved redusert jordarbeiding kan situasjonen derimot fort bli en annen.

De viktigste toårige artene er: Balderbrå (tekstboks 2.4 og figur 2.4), myrtistel, vegtistel, krusetistel og dikesvineblom.

Tekstboks 2.4 Balderbrå (*Matricaria perforata*)

Biologi/livssyklus

Biologisk gruppe: Toårig (se figur 2.4).

Den voksne planten er 20–100 cm høy. Stengelen er oppstigende eller opprett, furete, glatt og greinet ovenfor midten. Bladene er to- til tredobbelt finnet med trådformete småblad, opptil 3 cm lange, furete på undersiden. Planten har greinet pålerot.

Formeringen skjer bare med frø. *Frøplanten* har ovale, små frøblad uten stilk. Første varige bladpar har sidefliker som er svakt krokboyd, i motsetning til tunbalderbrå som har færre og mindre, mer rette sidefliker. Frøene gror best når de ligger oppå jorda, eller er nedmoldet til maksimum 0,5 cm.

Balderbrå danner en lagringsdyktig *frøbank*. Planten danner normalt bare en rosett i spiringsåret. Denne krever en kjølig vinter (vernalisering) for å oppnå blomstring og frømodning året etter. Dersom det i spiringsåret inntreffer en kjølig periode (det kan til og med opptre meget lokalt i forsengkninger i terrenget), kan vi få blomstring allerede i spiringsåret («stokkløping»).

I svensk litteratur regnes planten som vinterrettårig, i engelsk litteratur til og med sommer/vinterrettårig. Balderbrå kan sette vond lukt og smak på melk fra kuer som har spist balderbrå. Frøene kan spres via husdyrgjødsel og grasfrø. Antall frø per plante er gjennomsnittlig 34 000, men kan komme opp i 250 000.

Forekomst og vokseplasser/kulturer

Balderbrå opptrer som ugras særlig i høstkorn og første års eng. Ellers finnes den på vei- og grøftekanter, langs jernbanelinjer og på skrotemark. Dersom en sløyfer jordarbeidinga om høsten og arbeider jorda lite om våren før såing, kan balderbrå fort bli et vanskelig ugras også i vårsådde kulturer. Planten foretrekker helst næringsrik, sur eller nøytral, leirholdig jord.

Litt om kontroll

Siden småplanter kan forventes å spire fram i høstkorn et par uker etter såing, er harving aktuelt som direkte tiltak. I førsteårseng er tidlig slått et mulig tiltak for å unngå frøspredning og oppfylling av frøbanken. Avfall fra korntørke og låvegolv må ikke brukes til strø eller kastes i gjødselen, det må brennes.



Figur 2.7 Balderbrå. E. Korsmo.

Flerårige ugras

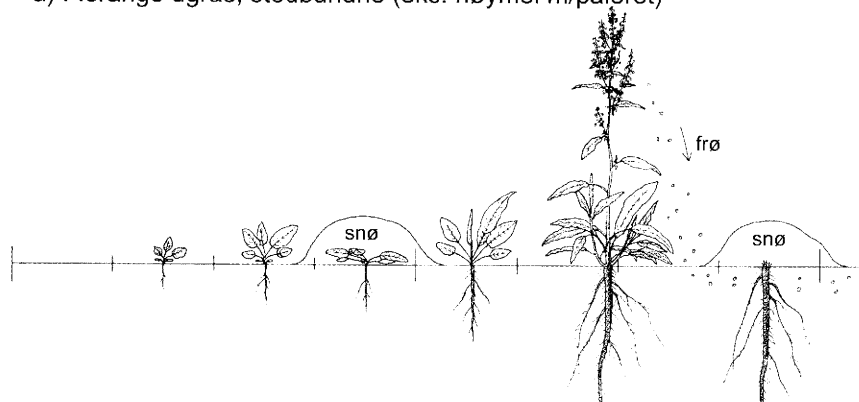
Ugras som lever lenger enn to år, blir gjerne kalt flerårige ugras. Etter formerings- og spredningsmåten deles de i to grupper: Stedbundne og vandrende.

Stedbundne ugras

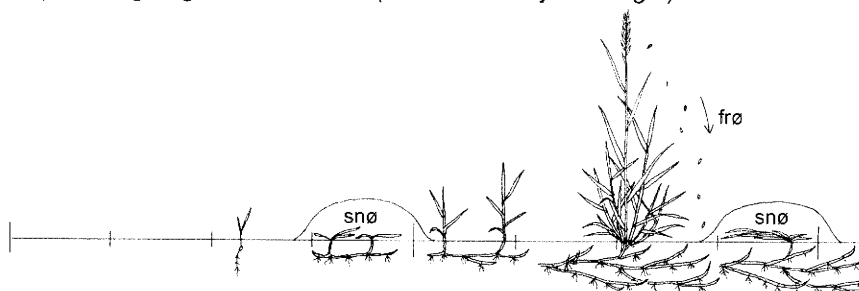
Karakteristisk for gruppen stedbundne ugras er at plantene kan formere og spre seg kjønnet (generativt) med frø og sporer, men ikke vegetativt ved egen hjelp. Selve plantene er således stedbundne eller stasjonære. Roten hos noen arter har likevel vegetativ regenerasjonsevne når den blir oppdelt eller sterkt skadd. Det må altså en ytre impuls til for at denne formeringsmåten skal fungere.

I spiringsåret utvikler de fleste flerårige stedbundne ugrasene bare rot og bladrosett. I andre året forsetter utviklingen, og som regel blomstrer plantene og setter frø første gang da (figur 2.8). Noen arter blomstrer alt i spiringsåret (for eksempel følblom og smalkjempe). Etter frømodning visner de overjordiske plantedelene ned hver høst, men roten lever videre og setter nye blad og blomsterbærende skudd hver vår gjennom flere år. Lysskuddene kommer dels fra hovedroten og dels fra den underjordiske delen av stengelen.

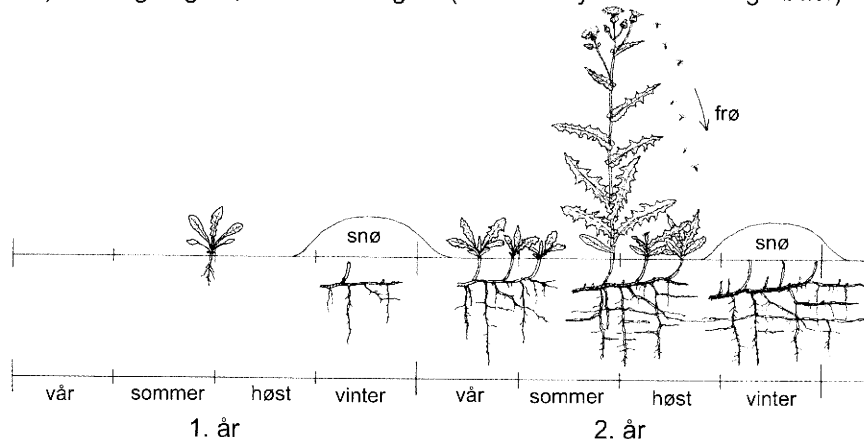
a) Flerårige ugras, stedbundne (eks. høymol m/pålerot)



b) Flerårige ugras, vandrende (eks. kveke m/jordstengel)



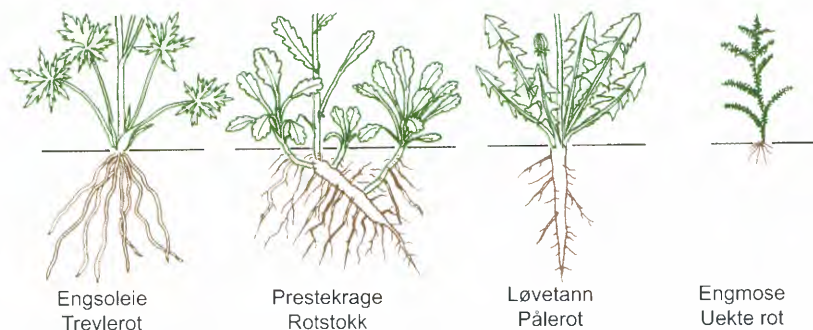
c) Flerårige ugras, vandrende ugras (eks. åkerdylle m/formeringsrøtter)



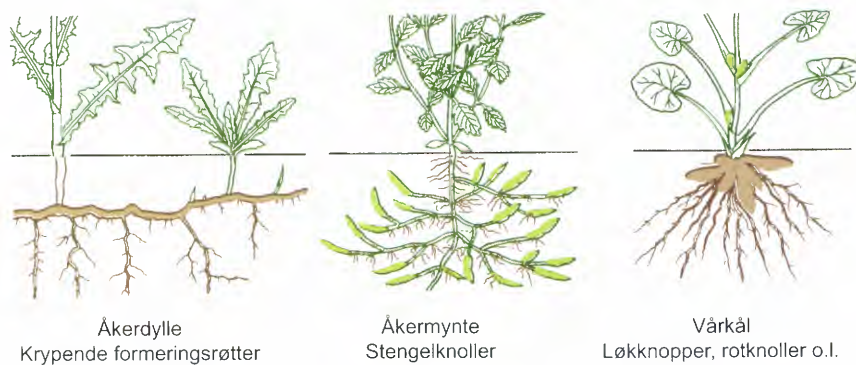
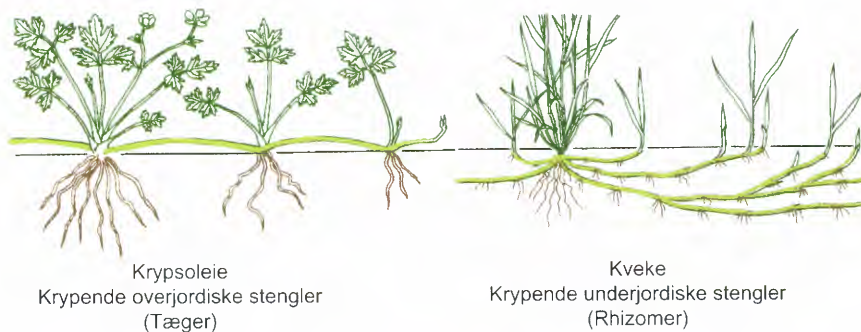
Figur 2.8 Livssyklusen til ulike former av flerårig ugras. Se tilsvarende figur for ett- og toårige ugras i figur 2.4.

Tegning: Hermod Karlsen.

Flerårige, stedbundne ugras = «engugras»



Flerårige, vandrende ugras = «rotugras»



Figur 2.9 Ulike former for formeringsorganer hos flerårig ugras. Tegning: Hermod Karlsen

Det er særlig i eng og beite, og andre steder der planten kan vokse i fred i lengre tid, at vi finner ugras som hører til gruppen stedbundne ugras. De blir derfor ofte kalt «engugras».

Denne ugrasgruppen kan ellers deles i fire undergrupper etter rottype: trevlerot, rotstokk, pålerot og uekte rot (figur 2.9). De viktigste artene i de fire undergruppene er:

trevlerot: Engsoleie, følblom, blåkoll og sølvbunke.

rotstokk: Prestekrage, gul gåseblom, landøyda, burrot, engkarse, smalkjempe, groblad, rome og selsnepe.

pålerot: Dunkjempe, vinterkarse, russekål, vanlig høymole (tekstboks 2.5 og figur 2.8), krushøymole, byhøymole og løvetann.

Uekte rot: Engmose.

Uekte rot betyr at «roten» ikke er bygd for næringsopptak som hos høyere planter/karplanter, men bare tjener som festeorgan, som hos tang og tare i sjøen. Næringsopptak i moser (og i tang og tare) skjer direkte via bladoverflata.

Tekstboks 2.5 Vanlig høymole (*Rumex longifolius*)

Biologi/livssyklus

Biologisk gruppe: Flerårig, stedbundet med pålerot (se figur 2.8).

Den voksne planten er 50–150 cm høy. Stengelen er opprett, ugreinnet, furete øverst, rund nedover mot basis, dels med en svak og ujamnt rødlig fargetone. Bladene ved bakken danner rosett. Stengelbladene er spredte. De nedre er bredt ovale til lansettformet og stilket, de øvre smalt lansettformet med utdradd spiss, kortstilket eller sittende. Alle blad er mer eller mindre hjerteformet ved grunnen og med bølgeformet, krusete kant. Fruktskaftet har et ledd nedenfor midten. Fruktdekkbladene er hjerteformet med omtrent hel kant, uten «korn» på utsiden. Den voksne planten har en kraftig, greinet pålerot.

Formeringen skjer hovedsakelig med frø, men planten kan også sette nye skudd fra groper i rotbarklaget, spesielt i den øvre delen av roten, når den blir skadd eller oppdelt, for eksempel ved pløying. Antall frø produsert per plante er gjennomsnittlig 9000. *Frøplanten* har ovale/lansettformete frøblad med 3–5 millimeter langt bladskaft, og 8–15 millimeter lang bladplate. De 1–2 første varige bladene er ovale/eggerunde med helrandet bladkant, mens blad nr. 2–3 og de etterfølgende har en svakt bølget/kruset kant. *Høymolefrø* som faller til jorda har dormans (= frøhvile, se senere avsnitt om Frø og frøspiring), og danner derfor frøbank med ekstra seiglivete frø, som kan ligge i hvile i jorda i årevis. Frø som blir hengende igjen på morplanten er ikke dormante, og kan spire med en gang ved gunstige forhold.

Frøplanten utvikler seg første året til en rosett som overvintrer. Rosetten vokser videre året etter, og danner den høye blomsterplanten. I årene deretter er det bare selve roten som overvintrer.

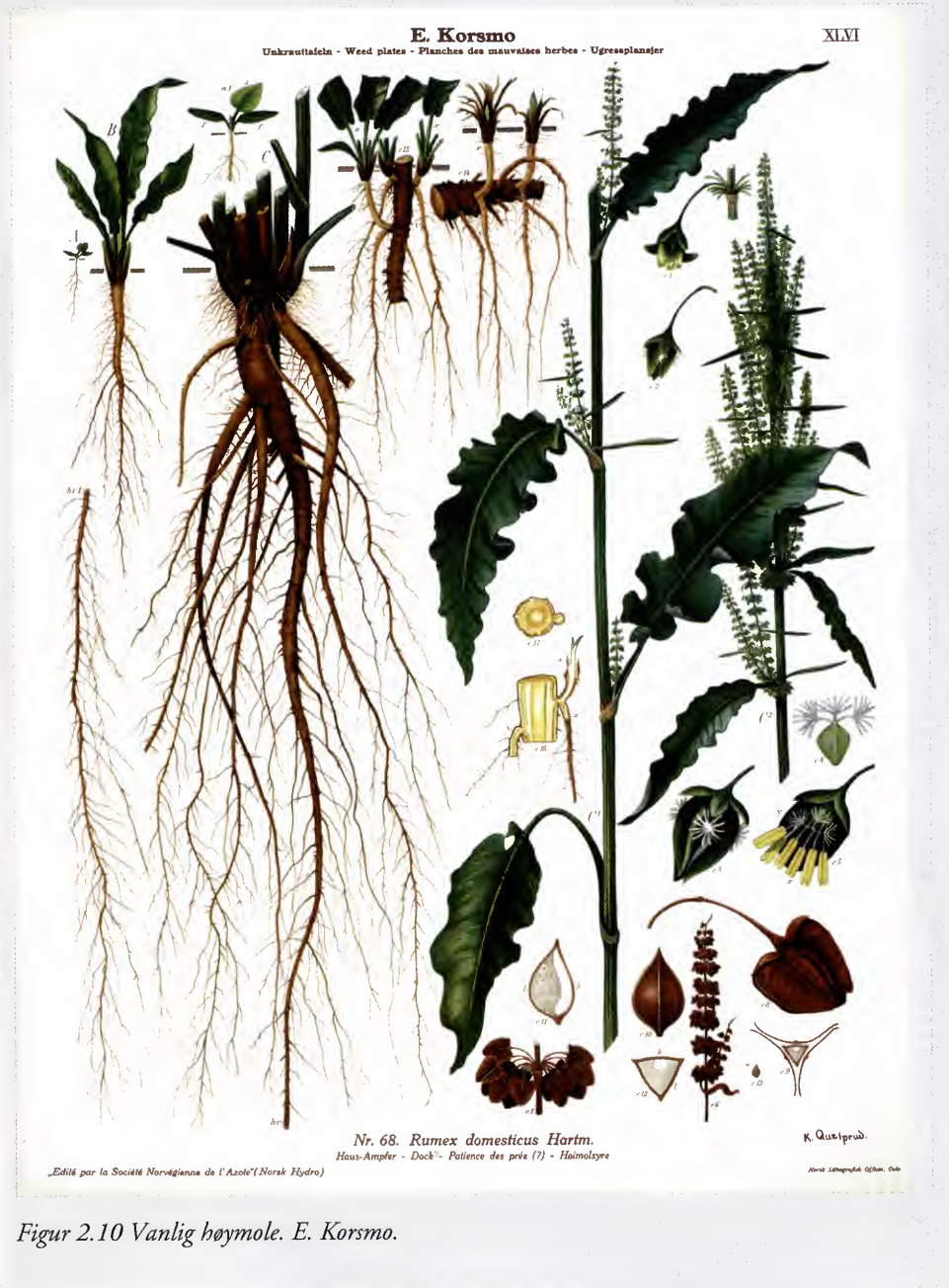
Forekomst og vokseplasser/kulturer

Høymole er brysom i eng og beite. Ved redusert jordarbeiding kan den også være det i åker. Den finnes ellers i grasmark, på avfallsplasser, langs veikanter og jernbaner. Planten liker næringsrik, sandholdig leirjord, som er rik på organisk materiale.

Litt om kontroll

Det viktigste kontrolltiltaket er å hindre frøspredning. En bør unngå at fôrrester som kan inneholde høymolefrø kommer over i gjødselen. Tidlig slått og nedlegging i silo er et effektivt tiltak mot frøspredning. Oppsplitting eller luking av høymoleplanter i «rotlausveka» før blomstring, er en gammel metode som fremdeles kan være aktuell, særlig i frøeng. Ved luking er det viktig å få med i alle fall de øvre 5 cm. Rotbiter dypere enn 5 cm synes å ha liten gjenvekstsevne. Eng der høymole har tatt overhånd, er best å pløye opp og bruke til åker noen år. Konkurransstudier har vist at skuddveksten til frøplanter blir sterkere påvirket av rot- enn av skuddkonkurranse. Derfor er

det viktig at slike frøplanter ikke får etablere seg på åpne flater som reduserer rotkonkurransen.



Figur 2.10 Vanlig høymole. E. Korsmo.

Vandrende ugras

Alle arter i gruppen vandrende ugras har kontinuerlig, vegetativ formering og spredning. De formerer seg dessuten med frø eller sporer. Når de vokser opp fra frø, lager de i spiringsåret bare bladrosett og rot som overvintrer. De fleste artene blomstrer og setter frø første gangen året etter, altså i 2. leveåret (figur 2.8), men noen først 3. året (hestehov, hundekjeks og skvallerkål). Mange arter er svært frørike. Vandrende ugras har altså evne til å spre seg vegetativt, uten ytre inngrep. I dagligtale blir de ofte kalt «rotugras». Noen inkluderer gjerne også de stedbundne i dette begrepet. Mange av de mest bryssomme ugrasene, både i åker og grasmark, hører til denne gruppen.

Tekstboks 2.6 Kveke (*Elymus repens*)

Biologi/livssyklus

Biologisk gruppe: Flerårig, vandrende med krypende, underjordisk stengel (se figur 2.8 og figur 2.9).

Den voksne planten er 30–100 cm høy. Den danner vide matter, lange jordstengler og mange lysskudd. Selve strået er stivt og snaut. De nedre bladslirene har ofte stive, nedvendte hår. Bladene er mørkegrønne, 3–10 millimeter brede, oftest rue i kanten. Aksene er stive med 10–20 småaks, som sitter med flatsiden mot midtaksen, i motsetning til raigras som har småaksa sittende med kanten mot midtaksen.

Formeringen skjer hovedsakelig ved krypende jordstengler (rhizomer), men også med frø. Kveke danner *frøplanter* som korn, ved at en koleoptile kommer først opp av jorda, og deretter selve skuddet inni koleoptilen. Ved 3–4-bladstadiet begynner den nye frøplanten, i likhet med lysskudd fra jordstengler, å utvikle både overjordiske sideskudd og underjordiske stengelutløpere. Fra nå av er utviklingen av planter fra frø og lysskudd fra jordstengler nesten identisk. Utviklingen fram til 3–4-bladstadiet er imidlertid langsommere for frøplanten enn for lysskuddet.

Kveke danner vanligvis en kortlivet frøbank, men *frøene* kan bli liggende i hvile i mange år dersom de begravnes dypt i jorda. Maksimalt spiredyp er 7 cm. Frøproduksjonen er ofte dårlig, og spiller som regel en underordnet rolle i forhold til den vegetative formeringen – på kort sikt. På lengre sikt, og ved langdistansespedning, for eksempel med rennende vann, har frøformering større betydning. Forutsetningen er en vellykket pollinering. Frøformering muliggjør dannelse av nye kloner med nye egenskaper tilpasset nye vokseforhold.

Jordstenglene er seige, sterkt greinet, og vokser horisontalt. Forsøk i Sverige har vist at mengda av jordstengler kunne fordobles på en måned om høsten. 99 % av de nydannede jordstenglene lå i sjiktet 1–10 cm, og ingen under 15 cm. De kan spire fra dyp ned til 15 cm (figur 2.25), men lite eller ingenting fra 20–25 cm.

Ved forberedelse til vinteren har kveka ofte mange overjordiske grønne skudd av varierende alder. Under gunstige forhold kan en del av disse skuddene overleve vinteren, men de fleste vil dø. Om våren vil de fleste skuddene komme enten fra knopper på vertikale stammer, eller fra skuddspisser av jordstengler som ikke nådde overflaten om høsten. Alle knopper dannes ved leddknutene. Flertallet av disse «primærskuddene» kommer i en relativt begrenset periode på et par uker. Dannelse av sideskudd og nye jordstengler begynner normalt ved 3–4-bladstadiet. Da passerer næringsreserven i jordstenglene et minimum (figur 2.21). Men ved sterk konkurranse fra en kulturvekst vil denne utviklingen utsettes til kveka har flere blader. På senvåren og utover sommeren vokser både de overjordiske skuddene og jordstenglene svært raskt. Alle deler av de underjordiske stenglene, både de som vokser vertikalt og horisontalt, har om lag lik iboende evne til å danne nye skudd. De egentlige røttene er relativt tynne i forhold til jordstenglene. De sitter ved leddknutene som knoppene, og har opptak av næring som eneste funksjon, ikke formering.

Jordstenglene på uforstyrrede kvekeplanter vil bøye seg opp mot jordoverflaten og danne overjordiske skudd. Flertallet av knoppene på jordstenglene vil derimot forbli i hvile, og deretter dø sammen med resten av jordstenglene etter ett eller flere år hvis de ikke aktiveres. Knopphvilen forårsakes av en

dominerende effekt fra lysskuddene. Veksten i spissen av jordstenglene vil med andre ord undertrykke veksten i de bakenforliggende knoppene ved apikal dominans. Dersom jordstengler kuttes ved for eksempel jordarbeiding, brytes hvilen/dominansen. En del av de hvilende knoppene blir da aktivert og skyter, og det dannes nye lysskudd. Jordstengler med bare ett ledd og en knopp kan danne nye planter. Forsøk har vist at jordstenglene i en urørt bestand kan oppnå en alder på tre år, men flertallet dør tidligere. Andre undersøkelser har vist at utløpere som vokser på nitrogengjødslet jord blir raskere nedbrutt av sopp enn utløpere som vokste på nitrogenfattig jord. I åkre med årlig jordarbeiding er det sjelden at jordstenglene blir mer enn 2 år, og gjennomsnittsalderen er oftest mindre enn ett år.

Forekomst og betydning som ugras

Kveke har trolig sin opprinnelse fra tangvoller på havstrand, som åkertistel og åkerdylle, men den kan også ha stammet fra sandstrender og tørrenger. Den opptrer som ugras i de fleste jord- og hagebrukskulturer som et av de verste åkerugras. Kveka foretrekker lett moldrik eller sandholdig jord, men ellers de fleste jordtyper, unntatt flygesand og lite omsatt mosemyr. Den er vanlig i hele landet, og sprer seg nå i fjelldalene og nordpå.

Litt om kontroll

Kveka bør bekjempes med gjennomført renhold av radkulturer og ved høst- eller vårbrakking, med utgangspunkt i utviklingen av jordstengelsystemet. Sterk oppdeling av kveka gjennom jordarbeiding, kan ha stor bekjempingseffekt selv uten dyp pløying, men da bør jordarbeidinga gjentas flere ganger. Siden kveka er en lyselskende plante, er det et viktig forebyggende tiltak å dyrke vekster som dekker godt. Flere omløpsforsøk har vist at kveka tar langt tidligere overhånd ved ensidig vårhvetedyrking enn ved dyrking av bygg eller havre.



Figur 2.11 Kveke. E. Korsmo.

Etter den vegetative formeringsmåten kan rotgraset deles i fem undergrupper: Krypene, rotslående stengler, krypende jordstengler, krypende formeringsrøtter, stengelknoller i jorda, annen vegetativ formering (figur 2.9). De viktigste artene i de fem undergruppene er:

- krypende, rotslående stengler (tæger): Krypsoleie, krossknapp og gåsemure.
- krypende jordstengler: Kveke (tekstboks 2.6 og figur 2.8), skvallerkål, ryllik, nyseryllik, hestehov, stornesle, stormaure, åkersnelle, einstape og strandvind.
- krypende formeringsrøtter: Åkertistel (tekstboks 2.8), åkerdylle (tekstboks 2.7 og figur 2.8), geitrams, småsyre, vegkarse og åkervindel.
- stengelknoller i jorda: Åkersvinerot og åkermynte.

- vegetativ formering på andre måter: Engsyre, ugrasklokke, hundekjeks, mjødur, tyrihjel, vårkål, lyssiv og knappsiv.

Ugrasklokke har for eksempel både krypende jordstengler og pålerøtter som vokser ut fra jordstenglene. Hundekjeks har en form for oppsplitting av øvre del av røttene, og er således «svakt» vandrende.

Tekstboks 2.7 Åkerdylle (*Sonchus arvensis*)

Biologi/livssyklus

Biologisk gruppe: Flerårig, vandrende med krypende formeringsrøtter (se figur 2.8 og figur 2.9).

Den voksne planten er 50–150 cm høy, og greinet i toppen, som åkertistel. Åkerdylle har ellers tynnere og mykere blad og mykere torner enn åkertistelen. Bladene er spredte, lansettformet i omriss, og dypt fliktet og snaue med runde bladører. Blomsterkorgene er langskaftete, 4–5 cm brede med mørkegule kroner. Blomsterskaftene og korgdekkbladene har gule kjertelhår. Planten har hvit melkesaft. Antall frø per korg er 150–200, per blomsterbærende stengel ca. 6400. *Frøplanten* har bredt eggerunde frøblad, ca. 5–8 mm lange. Bladskafte er relativt kort (1–3 mm). De varige bladene, som kommer enkeltvis, er ovalt tungeformete.

Formeringen skjer hovedsakelig ved krypende formeringsrøtter, men også ved frø. Åkerdylle vokser flekkvis, som åkertistel. Men formeringsrøttene til åkerdylle ligger mye grunnere i jorda (5–15 cm) enn de dyptgående tistelrøttene (figur 2.23). De er svært skjøre, og blir derfor lett oppdelt av jordarbeidingsredskaper. *Frøplanter* av åkerdylle danner en bladrosett, evt. også en kort stengel, men blomstrer ikke i spiringsåret. Derimot blir de i stand til vegetativ formering etter at den sekundære tykkelsesveksten i røttene har startet, d.v.s. fra røttene er ca. 1,5 mm tykke. Overjordiske skudd av åkerdylle overvintrer ikke.

Lysskudd fra underjordiske plantedeler vokser om våren ut fra adventivknopper i barklaget på røttene, eller på basale stengeldeler som har overlevd vinteren. Når de nye skuddene har utviklet tilstrekkelig bladareal – vanligvis med 5–7 blad på uskyggete rosetter – passerer tørrveksten av formeringsrøttene et minimumsnivå (figur 2.21). Deretter begynner tørrvekta igjen å stige, og fra nå av dannes også nye formeringsrøtter, både horisontalt og vertikal – en utvikling som foregår gjennom hele resten av vekstsesongen. I første del av denne perioden utvikles også lysskudd fra de nye formeringsrøttene.

På lysskuddene som begynte veksten om våren, utvikles blomster og frø. Lysskuddene som har vokst opp fra nydanna røtter, setter normalt ikke blomster.

På ettersommeren utvikler formeringsrøttene en stadig sterkere «indre hvile» som gjør at framveksten av nye skudd etter hvert stopper opp. Selv oppdeling av røttene, fører da bare til en meget begrenset nydannelse av lysskudd og røtter. Hvilen synes derimot ikke å stoppe fotosyntesen i overjordiske plantedeler, eller økningen av tørrvekta i underjordiske organer. På grunn av rothvilen har jordarbeiding om høsten langt mindre bekjempingseffekt på åkerdylle enn på kveke. I verste fall kan jordarbeidinga forsterke problemet med åkerdylle. Hvilen brytes etter noen få uker med lav temperatur, slik at knoppene er fullt spiredyktige når våren kommer.

Forekomst og betydning som ugras

Åkerdylle forekommer i åkerkulturer, men også i eng, beite og hager. Ellers finnes planten på skrotemark og strandkanter/havstrand. På de sistnevnte vokseplasser har den trolig sin opprinnelse. Den foretrekker dyp mold- og næringsrik leirjord, men vokser også på god, dyrket myr. Åkerdylla er utbredt i både kyst- og innlandsstrøk gjennom det meste av landet, men er sjelden i nord. Selv om åkerdylle ikke er et så vanskelig ugras som åkertistel, kan planten likevel være svært problematisk lokalt.

Litt om kontroll

Formeringsrøttene til åkerdylle er svært skjøre, og brytes lett i stykker. Derfor er de ømfintlige for gjentatt jordarbeiding, så lenge gjenvekst ikke blir hemmet av hvile. Da kan de fleste formeringsrøttene bli drept med noen gangers jordarbeiding med passende intervaller tidlig i vekstsesongen. Oppdeling av det grunne rotsystemet bør etterfølges av dyp pløying. Åkerdylla kan bli svært problematisk ved ensidig økologisk korndyrking. I omløp med eng og grønn gjødslingsvekster, samt radkulturer hvor det radrenses, kan man derimot kontrollere dette ugraset bedre.



Figur 2.12 Åkerdylle. E. Korsmo.

Tekstboks 2.8 Åkertistel (*Cirsium arvense*)

Biologi/livssyklus

Biologisk gruppe: Flerårig, vandrende med krypende formeringsrøtter

Den voksne planten er 40–120 cm høy, greinet i toppen som åkerdylle, og har grov, svakt kantet stengel uten vingekanter eller torner. Bladene er spredte, lansettformete, buktfinnete, tornete eller tannet. Undersiden er glatt eller filthåret. Øvre blad er sittende. Planten mangler melkesaft, i motsetning til dyllearter som har slik melkesaft. *Frøplanten* har ovale og helrandete frøblad med kort stilk.

Åkertistel representerer et typisk eksempel på en planteart som vokser flekkvis, karakterisert ved en vegetativ eller ukjønnnet *formering* med et nett av formeringsrøtter i ulike sjikt i jorda. Dette sikrer lokal overlevelse.

I litteraturen blir frøformering av åkertistel ofte karakterisert som ineffektiv. Dette skyldes flere forhold. Åkertistel har egne hann- og hunnplanter (særbu). De førstnevnte har lyst purpurrøde kroner/korger, de sistnevnte fiolette. Blomstene blir insektsbestøvet. Antall levedyktige *frø* per plante er høyst variabelt. I følge Korsmo kan en åkertistelplante produsere 20–200 frø per hunnlig korg, når begge kjønn er til stede. Er det ene kjønn fraværende, blir det ingen frø. Dessuten er bare omtrent halvparten av frø som blir produsert, fylt med opplagsnæring, med mulighet for spiring. I tillegg faller de lett ut av fnokken. Etter bare få meters flukt fra morplanten er frøene ute. Endelig blir mange frø spist av insekter eller nedbrutt av sopp. Resultatet er at bare en liten andel av frøene virkelig danner nye planter eller blir lagret i frøbanken. Frøene er likevel ikke uten betydning. Ved overføring til nye områder kan ett spiredyktig frø være nok. På den annen side er ikke betydningen så stor som antall blomsterkorger kan gi inntrykk av.

Forekomst og betydning som ugras

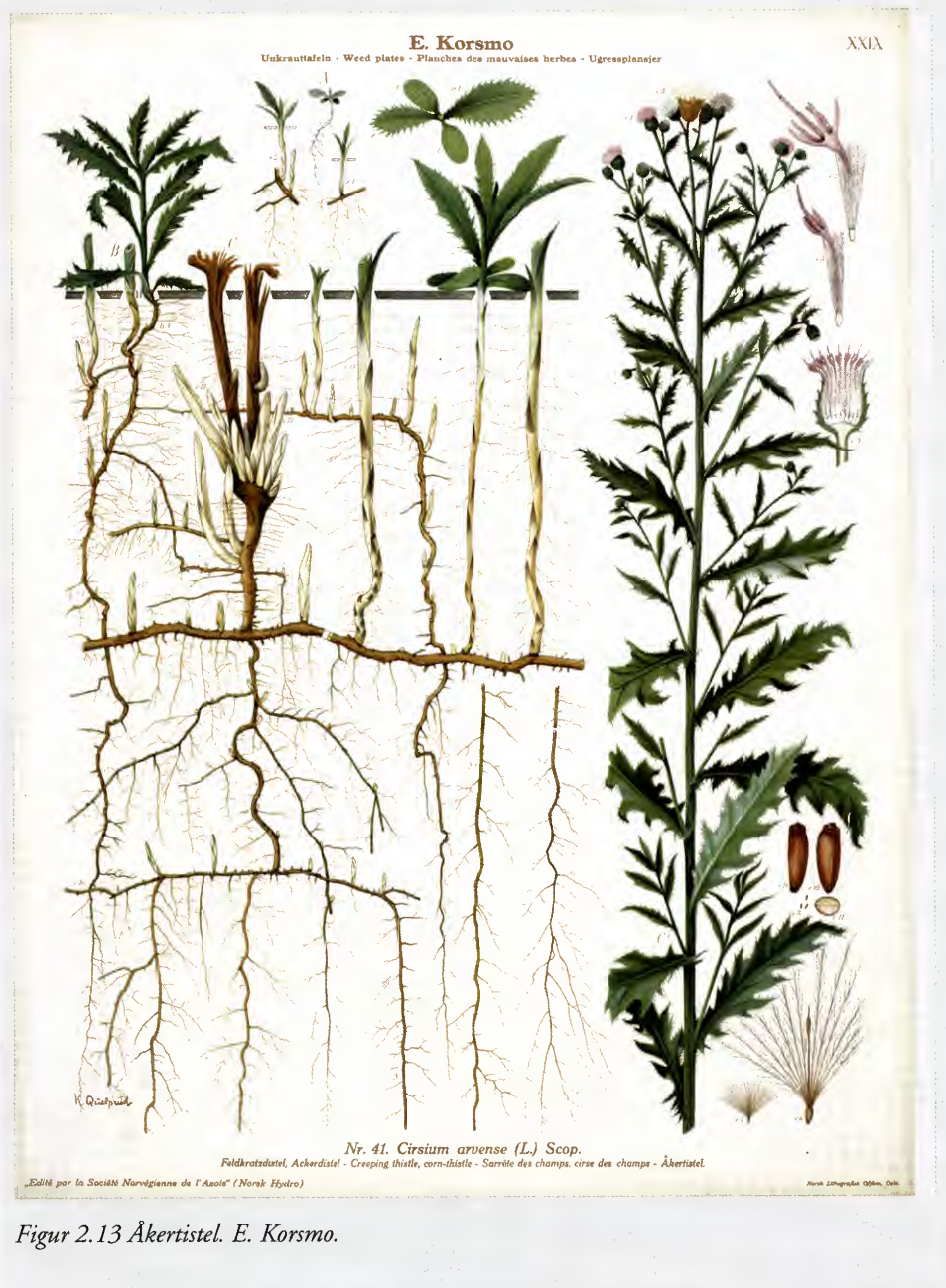
Åkertistel har trolig sin opprinnelse i tangvoller på havstrand, men har før det, etter istida, kommet til landet fra sørøst, som de fleste andre naturlig spredte plantearter. Åkertistel forekommer nå mest som ugras i åkrer og hager, men fins også på veikanter og skrotemark I Norge er åkertistel vanlig i lavlandet og dalfører i det meste av landet, men sjelden i ytre strøk av Vestlandet og i Finnmark.

Åkertistel var før introduksjon av fenoksysyrene (for eksempel MCPA) i siste halvdel av 1940-årene, trolig det verste ugraset i norsk landbruk. Etter at disse midlene ble tatt bruk i korn, som arealmessig ble en stadig større kultur, gikk åkertistelen sterkt tilbake. Da ble kveke, som trivs godt i denne kulturen, det verste ugras i steden. Ved økologisk dyrking kan åkertistel på nytt bli problematisk, dersom det ikke utføres kontrolltiltak. Ved større mengder av åkertistel blir kornavlingen sterkt nedsatt. Et konkurranseforsøk i Canada med åkertistel og høsthvete viste således en avlingsreduksjon på hele 71 % ved de tetteste forekomstene av planten, med en gjennomsnittlig reduksjon på 49 % for 11 felt som var med i forsøket.

Litt om kontroll

De fleste ikke-kjemiske bekjempingsmetodene som anbefales og benyttes i dag, er faktisk blitt brukt i minst 150 år, bortsett fra biologisk kontroll og ugrasfri såvare. Noen av metodene som ble lansert allerede rundt 1850, kjenner vi igjen: 1) dyp pløying, 2) gjentatt slått, 3) bruk av konkurransekräftige kløver- og grasarter, 4) planting av konkurransesterke

radkulturer og 5) kombinasjon av metodene. En etablert bestand av åkertistel er ikke lett å bli kvitt raskt, og et reguleringsprogram bør derfor strekke seg over flere år. Biologisk kontroll ved hjelp av mykoherbider (ugrasmiddel som inneholder sopp sporer) er foreløpig på forsøksstadiet.



Figur 2.13 Åkertistel. E. Korsmo.

Forekomst av ugras i ulike kulturer

Som figur 3.28 viser, er det stor forskjell i konkurransevne mellom de ulike kulturvekster. Dette fører til at hvis vi ikke setter inn direkte tiltak mot ugraset, kan vi forvente at det blir langt mer ugras i for eksempel gulrot eller kål enn i kornvekstene. Et annet spørsmål er om vi vil finne de samme ugrasartene i alle kulturvekster, og om de samme artene dukker opp uavhengig av så- og plantetidspunkt. Finner vi eksempelvis de samme artene i vårkorn og høstkorn?

Korsmo som altså først etablerte en biologisk inndeling av ugraset, utnyttet ikke muligheten for systematisering av hvilke arter som etablerer seg i de ulike kulturvekster. Likevel har hans detaljerte beskrivelser utvilsomt gitt viktig informasjon som underlag for bedømming av hvilke ugras som opptrer i ulike kulturvekster. Den svenske ugrasforskeren Sigurd Håkansson har kombinert Korsmos biologiske inndeling med grupper av ulike kulturvekster, basert på aktuell litteratur og intervjuer av biologer og dyrkere, og bygd opp en matrise som viser hvilke plantearter/plantegrupper som mest sannsynlig vil kunne opptre som ugras og skape problemer i ulike kulturvekster (tabell 2.1). De sommerrettårige artene etablerer seg først og fremst i kulturvekster som også er sommerrettårige, eksempelvis poteter, grønnsaker, vårkorn og våroljevekster. I disse kulturrene vil naturligvis vårsperite, vinterrettårige arter også etablere seg (jfr. åkersvineblom, figur 2.6). Ved dyrking av høstsådd korn og oljevekster, vil det være mindre av sommerrettårige arter, men desto mer av vinterrettårige og toårige ugras. Av flerårige arter, vil stedbundne og vandrende arter som er følsomme for jordarbeiding, hovedsakelig finnes i enga. De mest problematiske flerårige artene, helst arter med underjordiske stengelutløpere som er motstandsdyktige mot jordarbeiding, og arter med rotutløpere, kan forventes å finnes i nær sagt alle kulturvekster. Flerårig eng kan virke sanerende på flerårige arter med rotutløpere, for eksempel åkertistel.

Tabell 2.1 Forekomst av ulike biologiske ugrasgrupper i de forskjellige kulturvekster (modifisert etter Håkansson 1995)

Biologiske ugrasgrupper	Ettårige kulturvekster			Eng	
	Grønnsaker og poteter	Vårkorn og oljevekster	Høstkorn og oljevekster	Yngre	Eldre
Ettårige arter:					
Sommerrettårige	+++	+++	+ / ++	+	0
Vinterrettårige	+++	++	+++	++	+
Toårige arter*	0	0	++	+	0
Flerårige stedbundne arter	+	0	0	++	+++
Flerårige vandrende arter:					
Overjordiske stengelutløpere	++(+)	0	0	++	+++
Underjordiske stengelutløpere:					
Følsomme**	+	0	0	+	+++
Motstandsdyktige**	+++	+++	++(+)	+++	++(+)
Rotutløpere	+++	+++	++(+)	++(+)	+(+)

* Her tenkes spesielt på balderbrå

** Mht. jordarbeiding

Gradering av mulighetene til utvikling av formeringsdyktige ugrasplanter:

+++ = størst muligheter

++ = litt begrensede muligheter

+ = noe muligheter

0 = ingen muligheter

Tekstboks 2.9 Samspill mellom ulike kulturplanter og biologiske ugrasgrupper

Sommer- og vinterrettårige ugras

For alle vekstskifteomløp vil de vinterrettårige ugrasene stort sett være vanskeligere å holde tilbake enn de sommerrettårige. Dette skyldes naturligvis at disse ugrasene kan spire og etablere seg gjennom hele vekstsesongen.

De sommerrettårige artene etablerer seg hovedsakelig i kulturvekster som også dyrkes som sommerrettårige, dvs. poteter og grønnsaker, og vårsådde korn og oljevekster. I disse kulturrene vil også vårspirte vinterrettårige arter etablere seg. Ved dyrking av høstsådde vekster som korn, oljevekster eller høstsådde fang- og grønn gjødslingsvekster, vil de vinterrettårige artene være dominerende. Jordarbeiding, men også kraftig regnvær om høsten stimulerer disse artene til spiring. Vinterrettårige arter kan også dukke opp i eldre eng, men spiller liten rolle. Sommerrettårige ugras som smånesle, svartstøvler og stivdylle stresses hardt av kornet utover vekstsesongen, men i radkulturer trives de godt.

Som nevnt tidligere, er en del arter svært tilpasningsdyktige, meldestokk er et godt eksempel. Andre eksempler er vassarve, som er skyggetolerant, og klengemaure som er vel tilpasset rikelig nitrogen.

Toårige ugras

Myrtistel, vegtistel og krusetistel er alle toårige tistelarter. Myrtistel (myr og vassjuk jord) og vegtistel (tørrere steder) finnes oftest i beitemark og naturlig eng. Krusetistel er mest vanlig i yngre eng og i åker med «dårlig» jordarbeiding. Balderbrå er nok tradisjonelt den mest kjente representanten blant de toårige artene. Den er her i landet et typisk ugras i høstkorn og første års eng. I åker der jorda blir grundig bearbeidd, spiller den ingen rolle i vårsådde kulturer, noe den ville ha gjort, om den var vinterrettårig, slik enkelte hevder. Hvis man derimot ikke foretar jordarbeiding om høsten og arbeider jorda lite om våren, kan overlevende balderbrå bli plagsom også i vårsådde kulturer. I andre land, gjerne lenger sør, er det ikke uvanlig at balderbrå setter frø i vårsådde vekster. Der får balderbrå følgelig mer preg av å være en vinterrettårig art.

Flerårige ugras i eng

Av flerårige arter, vil stedbundne arter (bl.a. løvetann, høymole, groblad), og vandrende arter med overjordiske stengelutløpere (bl.a. krypsleie), og arter med underjordiske stengelutløpere som er følsomme for jordarbeiding (bl.a. stornesle, ryllik, stormaure), hovedsakelig finnes i enga. Noen karaktertrekk ved ugras som vokser i eng:

Stedbundne ugras formerer seg seg hovedsakelig med frø og trenger ro i minst to år før frøproduksjonen kommer i gang. Denne tilstanden finner de i enga, men sjelden i åker. Redusert jordarbeiding og direktesåing gjør imidlertid at problemene med slike ugras i åker øker.

Vandrende ugras *med overjordiske stengler* (krypsleie): Stolonene lever ikke lenger enn en vegetasjonsperiode, og nye planter utvikles fra nodiene.

Vandrende ugras *med underjordiske stengler* (rhizomer): Stornesle, nyseryllik og stormaure er følsomme for jordarbeiding. De kan finne sin plass der hvor det er lite jordarbeiding, for eksempel eng. Andre arter er motstandsdyktige mot jordarbeiding: For eksempel har kveke stort potensiale for oppformering etter jordarbeiding, og kan derfor ofte finnes i ettårige kulturer.

- Hvorfor mange flerårige arter trives så dårlig der hvor det er åpen åker kan være vanskelig å skjønne. Noe av forklaringen kan være at disse artene tåler nedmolding dårligere enn nedkutting (ved høsting av eng).
- Noen arter har dessuten god evne til å tilpasse seg forholdene der hvor de vokser. Eksempel er en del arter (eks. groblad, løvetann, blåkoll, krypsoleie) som tåler nedkutting.

Flerårige ugras i åker

De mest problematiske flerårige artene, dvs. arter med underjordiske stengler som er motstandsdyktige mot jordarbeiding (kveke, hestehov), og arter med formeringsrøtter (åkertistel, åkerdylle), kan en vente å finne i nær sagt alle kulturvekster. Flerårig, vekstkraftig eng kan riktignok virke sanerende på flerårige arter som åkertistel, åkerdylle og kveke.

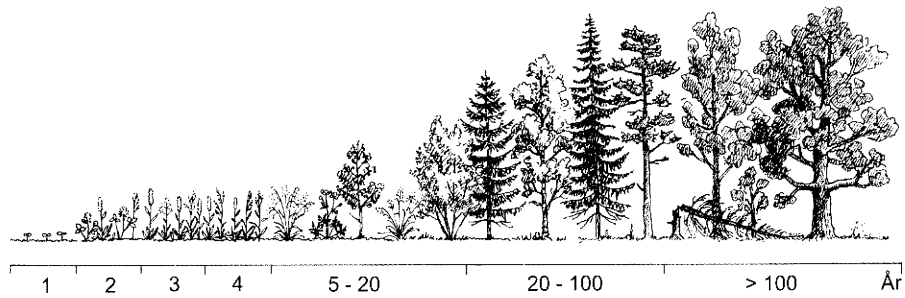
Biologi og populasjonsdynamikk – Ugras

Ugraset sin plass i agroøkosystemet

Når planter etablerer seg for første gang under uforstyrrede forhold, vil den ene arten avløse eller utkonkurrere den andre – det en kaller suksesjon. Til en viss grad, avhengig av hvilke kulturvekster vi snakker om, finner vi bruddbiter av slike suksesjoner i agroøkosystemene. Denne rangordningen, det at ulike planter kommer til ulike tidspunkt i en tidsrekke, og hvordan ugrasartenes egenskaper henger sammen med forholdene på vokseplassen, blir nærmere beskrevet i de følgende avsnittene. Ugrasproblemene på en gård kan langt på vei gi informasjon om hvordan kulturvekstene blir dyrket.

Suksesjon

En åker som får stå urørt, vil bli invadert av planter som etter hvert vil dekke åkeren. Dette skyldes dels frøspredning fra omgivelsene, dels framspiring fra frø i åkerjorda (frøbanken) eller fra vegetative formeringsorganer til flerårige ugras. Ugras representerer ofte de tidligste stadiene i en slik gjengroing av en åker. Denne reetableringen av vegetasjon på en forstyrret jord (for eksempel etter jordarbeiding) kalles sekundær suksesjon. Primær suksesjon skjer bare dersom det i utgangspunktet ikke finnes noen rester av vegetasjon på stedet fra før (jfr. pionerplantene etter istida). De ulike tiltakene vi setter inn mot ugras (for eksempel harving) kan anses som hindringer for videre sekundær suksesjon. Hurtigvoksende, kortlivede planter, som ettårige og noen flerårige arter, forekommer hyppigere i starten på suksesjonen enn i senere stadier. I flerårig eng for slått eller beite forandrer både kulturen og ugrasvegetasjonen seg gradvis etter som tida går. Dersom vegetasjonen får fritt spillerom uten noen form for inngrep, vil gras- og busksamfunn overta, for til slutt å ende i et stabilt skogsamfunn (se figur 2.14). Suksesjonsforløpet kan i hovedsak forklares som resultat av konkurranse mellom plantene i plantesamfunnet. Planter som får et forsprang i vekst og utvikling ved å spire tidlig (for eksempel meldestokk), har fordel av dette i konkurranse med andre planter som spirer senere. I et lukket vegetasjonsdekke, for eksempel en tett eng, er det således ofte vanskelig for planter som spirer opp sent fra frø, å etablere seg på grunn av konkurranse fra den etablerte vegetasjonen. Derimot kan vi i eng ha innslag av flerårige arter som løvetann og høymole som utvikler seg i takt med enga. Disse artene kan imidlertid også komme til senere, og deretter stadig øke i omfang.



Figur 2.14 På en flate uten planter (for eksempel etter at isen trakk seg tilbake etter sist istid), og som får stå uforstyrret, vil man se at plantenes artssammensetning vil endre seg mye med tid som faktor. Dette kalles suksjon, og man vil mange steder se en utvikling hvor det begynner med ettårige plantearter, fortsetter med flerårige urteaktige planter, gras og busker, for så å ende i et stabilt skogsamfunn.

Tegning: Hermod Karlsen.

Livsstrategier hos planter – hvilke arter blir ugras?

Generelt har alle planter tilpasset seg sine spesielle vokseplasser, basert på at tilgjengelige ressurser, som energi, karbon, vann og mineralnæringsstoffer, er blitt utnyttet på en best mulig måte for planten. Dette gir seg utslag i at de ulike plantearter og populasjonene får en spesiell oppbygning (morfologi), blomstringsfrekvens, regelmessighet i frøspiringen (periodisitet) og fysiologisk tilpasning. Disse livsstrategiene er knyttet til en bestemt genetisk utrustning (DNA) som gir dem økologiske likhetstrekk. Kunnskap om plantenes primærøkologiske strategier gir oss en nøkkel til å forstå strukturen og dynamikken i ulike plantesamfunn og økosystemer, agroøkosystemer inkludert. Faktorene forstyrrelse (for eksempel ulike mekaniske tiltak i en åker, beiting, plantesjukdom, tråkk, forurensning, vind, erosjon og brann) og stress (ytre begrensninger som hemmer tørrstoffproduksjonen i alle deler av vegetasjonen, som lav temperatur, skygge, vannmangel og næringsmangel) bestemmer i stor grad hvilke arter som vokser hvor. Kombinasjonsmulighetene mellom disse to faktorene utgjør tre forskjellige hovedklasser av strategier for plantene (tabell 2.2):

- a Konkurransesterk strategi
- b Stresstolerant strategi
- c Ruderal strategi

Tabell 2.2 Inndeling av livsstrategier hos planter i etablert fase

Intensitet av forstyrrelse	Intensitet av stress	
	Lav	Høy
Lav	A) Konkurransesterk strategi (eks. stornesle)	B) Stresstolerant strategi (eks. tyttebær)
Høy	C) Ruderal strategi (eks. groblad der det er mye tråkk)	D) Ingen levedyktig strategi (årsak til mangel på karplanter i Antarktis)

Tekstboks 2.10 Mer om livsstrategier hos planter: K–S–R–modellen

I 1974 lanserte den engelske økologen J.P. Grime K–S–R–modellen, der bokstavene står for plantenes mulige strategier: Konkurransesterk, Stresstolerant og Ruderal strategi. «Ruderal» har noe med rydning å gjøre, steder Lids flora kaller «skrotemark», der naturlig vegetasjon er sterkt forstyrret eller ødelagt av inngrep, for eksempel på tomter, fyllinger og avfallsplasser. Ytre faktorer som kan påvirke en vegetasjon deler Grime inn i to hovedkategorier: stress og forstyrrelse. Med stress menes varige (eller permanente) ytre begrensninger som hemmer plantenes biomasseproduksjon i alle deler av vegetasjonen, for eksempel lav temperatur, skygge, vannmangel og næringsmangel. I eksempelvis en fattig myr er det hele tida næringsmangel. I en tørr furuskog er det ofte både næringsmangel og vannmangel. Ved forstyrrelse blir hele eller deler av plantebiomassen ødelagt som følge av plantespisende dyr (herbivorer), plantesjukdommer, tråkk, forurensning, vind, frost, uttørring, erosjon eller brann. Harving og pløying blir i denne sammenheng regnet som en forstyrrelse. Det samme gjelder slått ved grasdyrking. Som tabell 2.2 viser, kan en ha ulike intensiteter av stress og forstyrrelse i etablert fase, dvs. når plantene har kommet over spirestadiet. Ugraset vil falle i gruppe A eller C, eller kombinasjon av A og C. Bare tre av kombinasjonene gir levedyktige vokseforhold for plantevekst. Der både alvorlig stress og forstyrrelse forekommer samtidig, er ingen vegetasjon mulig.

Kombinasjonene A, B og C i tabell 2.2 kan framstilles som henholdsvis hjørnene K, S og R i et trekantdiagram (se figur 2.15). Hvert hjørne av trekanten representerer ekstremer av utviklingsspesialiseringene. Ifølge K–S–R–modellen vil en vegetasjon utvikle seg på et bestemt sted til en gitt tid, som resultat av en likevekt mellom intensitet av stress (varig begrensning av produksjonen), forstyrrelse (fysisk ødeleggelse av vegetasjonen) og konkurranse (naboene kaprer de samme ressursene). Over et lengre tidsrom skjer det en endring av artssammensetningen og de genetiske egenskapene til vegetasjonen ved selektiv utdøing og/eller innvandring av ulike plantearter. Der hvor det er lite stress og forstyrrelse, vil planter med gode konkurranseegenskaper invadere vokseplassen, og utviklingen vil gå i retning av monokultur. Levedyktig strategi til en viss planteart kan plasseres i en gitt posisjon inni trekanten i forhold til koordinatene i trekanten. I den posisjonen er det en form for likevekt mellom konkurranse, stress og forstyrrelse for vedkommende art.

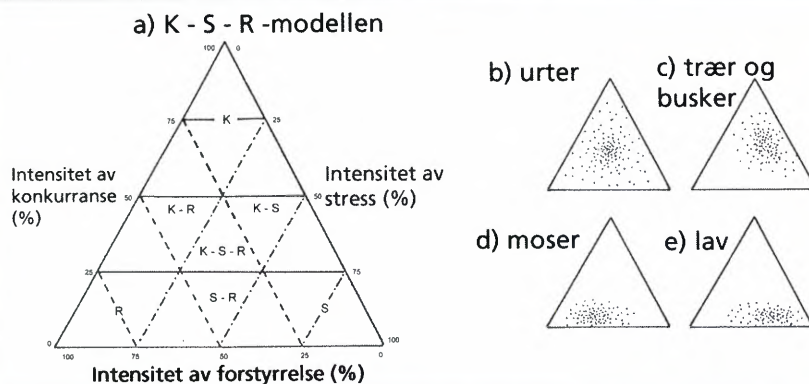
I den virkelige verden varierer K–S–R–likevekten fra plass til plass, selv innen ett og samme plantesamfunn, både gjennom døgnet og gjennom årstider. Et plantesamfunn kan bestå av plantearter med svært ulike strategier. Ofte ligger det inne en «forsinkelse» i vegetasjonsendringen i forhold til stress og forstyrrelse.

Konkurranse. Produktive, uforstyrrede vokseplasser (for eksempel i nærheten av gjødselhauger) vil bli kolonisert av robuste, flerårige planter med høy potensiell veksthastighet (som stornesle). Sonene både over og under jorda blir okkupert av en tett, hurtigvoksende biomasse. Det er ofte høy dødelighet av planteindivider som blir fortrent av naboene. De utdøende individene er gjerne de som er følsomme for patogener eller plantesjukdommer. Det kan også forekomme utsulting av rotsystemdeler, på grunn av lokal næringsmangel. Det vil skje en utvelgelse mot genotyper med stor morfologisk fleksibilitet. Overvintring skjer gjerne ved hvilende knopper og frø, mens andel årlig produksjon viet til frø er liten. Ved mangel på ressurser, som for

eksempel næringsstoffer, blir det en hurtig nedgang i utviklingen av blad og røtter.

Stress. I markert kontrast til produktive vokseplasser er vokseplasser hvor alvorlig stress begrenser plantevekst, som for eksempel kronisk mangel på nitrogen og/eller fosfor, eller tørke. Bare lave «kapringshastigheter» for de begrensede ressursene er mulig for stresstolerante plantearter (som bergknapparter og grasarten finnskjegg). Både overlevelse og reproduksjon er avhengig av plantenes kapasitet til å forbli levende gjennom lange perioder med liten vekst. Hos slike planter blir gjerne vekst «kople» fra ressursinntaket. Vern mot beiting av plantemasse er også typisk. Stresstolerante planter overlever vinteren med røtter og ofte vintergrønne blad. Ved mangel på ressurser blir det liten respons på utviklingen av blad og røtter.

Forstyrrelse på vokseplassen favoriserer genotyper der hurtig vekst og tidlig reproduksjon øker sannsynligheten for at tilstrekkelig avkom produseres for overlevelse og reetablering av populasjonen. Vokseplasser som i utgangspunktet er næringsrike, men med hyppige forstyrrelser (som for eksempel på jordbruksarealer, hager, stier med mye tråkk, og/eller der tidsbegrenset tørke kan forekomme), koloniseres altså av arter med ruderal strategi. Blant disse finner vi også efemere plantearter, dvs. arter som overlever tørketid i form av frø (mange av våre ettårige ugras), knoller eller løker (f.eks. strandløk), men som ellers ikke har noen spesiell tørketilpasning. Andel årlig produksjon viet til frø er stor, og plantene overlever vinteren i form av hvilende frø. Mangel på ressurser gir hurtig innskrenking av vegetativ vekst med påfølgende blomstring og frøsetting.



Figur 2.15 Modell for inndeling av plantestrategier. Etter Grime et al. 1988.

Frø og frøspiring

Summen av levedyktige frø av en planteart i jorda eller på jordoverflaten kalles frøbanken av vedkommende art. «Innskuddet» i denne banken er produksjonen av frø fra plantene som vokser på stedet, og frø som kommer inn utenfra, for eksempel gjennom husdyrgjødsel, uren såvare og frø som blåser inn. Ved studier av hvordan arter utvikler seg i en bestand et bestemt år eller over flere år, kan frøbanken gi et uttrykk for endringene som har skjedd i den aktuelle tidsperioden. Størrelsen av frøbanken og hvilke arter som forekommer, gjenspeiler tidligere års og dagens drift av et dyrkingsareal.

«Innskudd» i frøbanken

Frøformering er den eneste formeringsmåten for omkring 90 % av ugrasartene. Flerårig vandrende ugras har i tillegg vegetativ spredning, eksempelvis rotutløpere. Følgelig er hovedkilden til nyspirte ugrasplanter frø spredd på jordoverflaten og/eller frø tidligere nedgravd i bakken. Blomsterplantene blant ugraset utmerker seg gjerne ved en stor frøproduksjon. Mens kornplantene normalt produserer omkring 50 frø per plante, må vi hos de fleste ugras regne med flere tusen, ti tusen eller hundre tusen frø per plante. Korsmo har i boka *Ugras i nåtidens jordbruk* (1954) tall for frøproduksjon hos de fleste ugras. Som eksempler kan nevnes løvetann 3000, vassarve 15 000 og groblad 21 500 frø per plante i gjennomsnitt for planter som vokser sammen med kulturvekstene, og opp til 700 000 frø på spesielt store planter av burot. Det kan også være stor variasjon innenfor en art, for eksempel kan frøproduksjonen til gjetertaske variere mellom 2000 og 40 000 frø per plante. Det er særlig i år med åpen åker at jorda blir tilført store mengder nye ugrasfrø.

De fleste frø drysser av plantene på selve vokseplassen, gjerne før kulturen er høstet. Jorda kan også få tilførsel ved ulike former for spredning, som for eksempel ved vind (løvetann), dyr/menneske (då-arter), gjødsel (høymole), såvare (floghavre) og landbruksmaskiner (floghavre). De fleste ugras er svært seiglivet og lunefulle med hensyn til framspiring. Dette gjelder særlig floghavre. Regulering/bekjemping av dette ugraset er til og med nedfelt i egen forskrift: *Forskrift om floghavre*.

«Uttak» av frøbanken

Å hindre at frøene i det hele tatt blir tilført jorda, vil følgelig være et viktig tiltak for å holde størrelsen på frøbanken nede. Effektiv ugrasregulering i selve såbedet før frøsetting, og å hindre frøtilførsel utenfra, er eksempler på slike tiltak.

Når vi diskuterer frøbank, vil spiringsbiologien til ugrasfrøene stå sentralt. Men her må det også legges til at spiringsbiologien til ugrasfrøene ikke er tilstrekkelig utforsket. Frøet hos de fleste ugras er mer eller mindre spiretregt (dormant), og spirer lite eller ikke straks etter at det er modent.

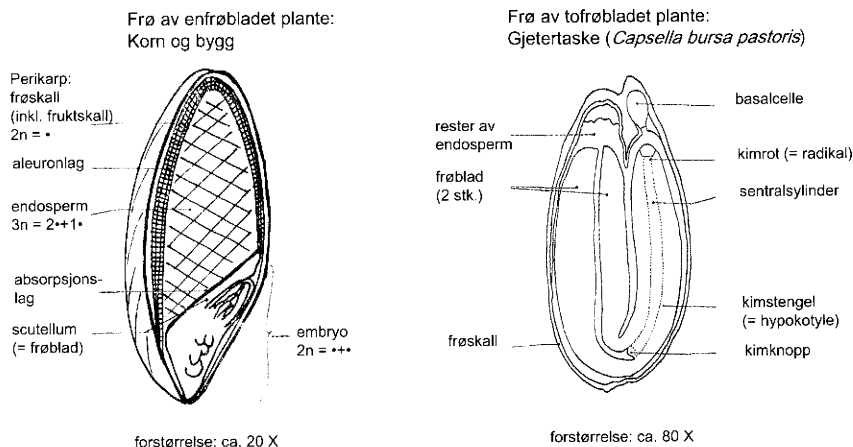
Frøhvile (spiretreghet/dormans)

At levende frø ikke spirer med en gang, kan skyldes egenskaper ved frøet (primær frøhvile) eller egenskaper ved miljøet omkring (sekundær frøhvile).

Primær frøhvile

Denne hvilen utvikles i frøet under modningsprosessen og hindrer at frøet spirer, selv om miljøet omkring er optimalt. Årsakene til primær frøhvile kan være flere (figur 2.16):

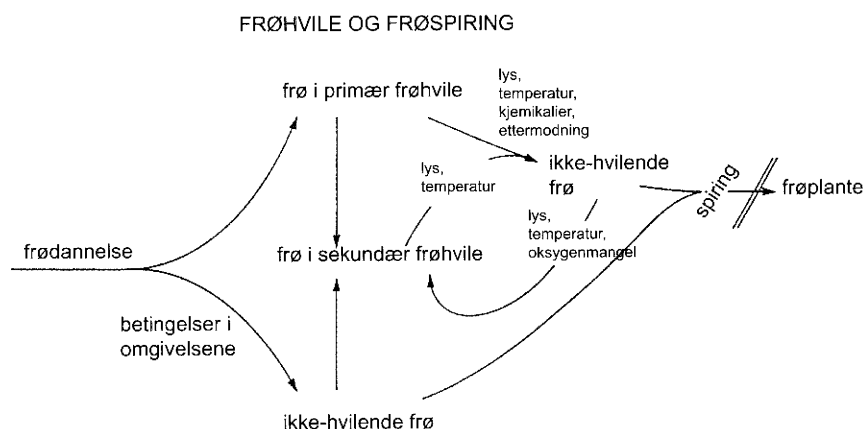
- Tett frøskall.
Frø hos belgvekster (kløverfrø), meldefamilien m.fl. har skall som er nærmest ugjennomtrengelig for vann, eventuelt også for oksygen. De kan derfor bli liggende lenge før spiringen kan starte.
- Spirehemmende stoffer i ulike deler av frøet.
Hos en del arter, som åkersennep og stemorsblom, finnes det stoffer i frøet som hemmer spiringen. Hos for eksempel korn, kan frøet være ferdig utviklet, men trenger likevel lagring i tørr tilstand ved romtemperatur før spiring kommer i gang.
- Umodent embryo.
Noen arter, for eksempel hvitveis, har frø som trenger ettermodning for å videreutvikle embryo, før spiringen kan begynne.



Figur 2.16 Frø av enfrøbladet og tofrøbladet plante.

Sekundær frøhvile

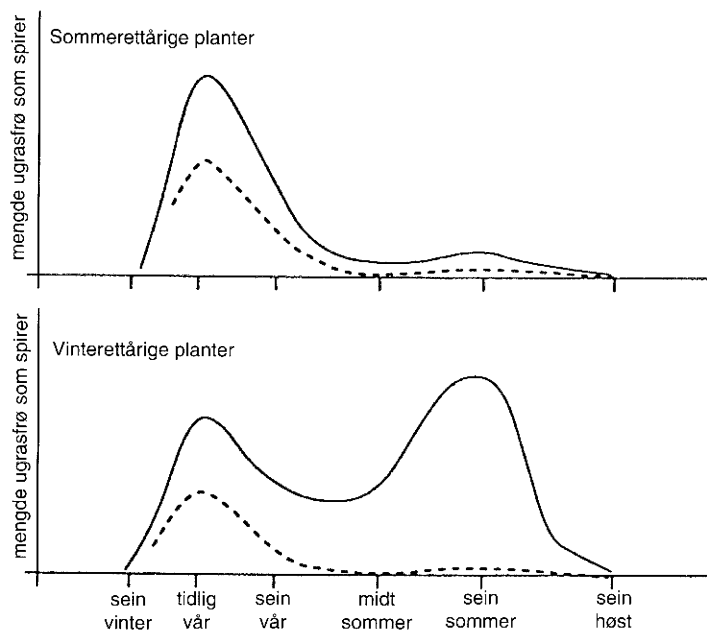
Betingelsene for frøspiring er ikke til stede i miljøet omkring. Dette kan skyldes viktige faktorer som mangel på fuktighet og lys, feil lyskvalitet, for lavt oksygennivå, for lav temperatur eller hemmende (allelopatiske) stoffer i jorda. (figur 2.17).



Figur 2.17 Frø i jorda kan være i ulike tilstander, enten ikke-hvilende eller i primær eller sekundær frøhvile. Figuren viser overgangen fra 'frø i primærhvile' eller 'ikke-hvilende frø' til enten spiring eller til 'frø i sekundær frøhvile'. For 'Frø i sekundær frøhvile' kan hvilen bli brutt vha. endringer i miljøet.

Karakteristisk for frøhvilen hos ugrasfrøet er ellers at den kan variere sterkt, ikke bare mellom arter, men også innen samme art. Selv frø fra samme plante, eller i alle fall fra samme populasjon, kan spire til ulike tidspunkter. Noen frø spirer straks etter modning, mens en større del spirer først tidligst neste vår etter overvintring. Det er svært vanlig hos ville planter at frøene etter spredning må gjennom en periode med lav temperatur (stratifisering) før de kan spire. Under naturlige forhold vil frøene for disse artene da hindres i å spire om høsten. Endelig kan en del frø bli liggende i jorda i flere år og kanskje ikke spire før tredje, fjerde året eller senere, selv om frøet ligger både passe dypt og ellers har gode spirevilkår.

Hos de fleste ugras er det en sterk periodisitet i spiringen: Sommerrettårige ugras har for eksempel spiretopp tidlig vår, mens vinterrettårige ugras har en mindre topp tidlig vår og en større topp sen sommer (figur 2.18). Denne periodisiteten i spiringen tyder på at frøet, på grunn av arvelige forskjeller, må få ulike ytre impulser i kortere eller lengre tid, før spiringen tar til. Temperatursvingningene og daglengdeskiftene mellom årstidene har trolig mest å si.



Figur 2.18 Periodisitet i spiring for sommerrettårige og vinterrettårige arter. Øverste kurven viser at frøene til de sommerrettårige artene har en spiretopp på våren og at spireprosenten avtar raskt utover våren og sommeren. Nederste kurven viser at frøene til de vinterrettårige artene i stor grad spirer gjennom hele vekstsesongen men med en spiretopp på våren og en om sensommer/høsten. De heltrukne kurvene viser spiring etter jordarbeiding, mens de stiplede kurvene viser spiring fra jord som ikke blir jordarbeidet (Etter Håkansson 1995).

At det finnes ulike mekanismer som hindrer frø i å spire, har en viktig økologisk funksjon: Disse mekanismene, både de som ligger i selve frøet og i miljøet omkring, hindrer at en stor del eller alt frø, spirer på en gang. Hvis dette skjedde, og forholdene senere ikke var til stede for vekst, ville arten bli totalt utryddet på vokseplassen. Denne strategien er spesielt viktig for ettårige arter, siden disse må satse alt på ett kort, nemlig frøformering, i kontrast til flerårige arter, som også kan overleve ved flerårige røtter og jordstengler. For både ettårige og flerårige arter representerer frø den eneste «linken» mellom generasjonene, der utveksling av arvemateriale foregår.

Frøenes levealder

Det er en av naturens mekanismer at en levende organisme som et frø, kan være spireklart i lang tid, for så å spire når forholdene ligger til rette for det. Et imponerende eksempel er frø av arktisk lupin (*Lupinus arcticus* S. Wats) hvor det er funnet 10.000 år gamle frø som fremdeles var levedyktige. Også frø av ugras kan bli svært gamle, bl.a. er det funnet spiredyktige, 1700 år gamle frø av meldestokk og linbendel ved arkeologiske utgravninger. Som tabell 2.3 viser, er det stor variasjon mellom lagringsevne til ulike ugras.

Tabell 2.3 Prosent levedyktige frø etter ulik lagringstid ved nedgraving i jord (middel av 2 og 15 cm dybde) i Fairbanks, Alaska (etter Conn og Deck 1995)

Art	Latinsk navn	Prosent levedyktige frø					
		0 år	2.7 år	3.7 år	4.7 år	6.7 år	9.7 år
Floghavre	<i>Avena fatua</i>	97	4	<1	<1	<1	0
Gjetertaske	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	87	46	43	30	18	2
Kvassdå	<i>Galeopsis tetrahit</i>	46	0	0	0	0	0
Kveke	<i>Elymus repens</i>	27	<1	0	0	0	0
Linbendel	<i>Spergula arvensis</i>	94	35	30	29	18	<1
Meldestokk	<i>Chenopodium album</i>	100	49	25	35	17	4
Tunbalderbrå	<i>Chamomilla suaveolens</i>	85	60	61	25	20	1
Tungras	<i>Polygonum aviculare</i>	61	13	9	7	3	1
Vassarve	<i>Stellaria media</i>	89	62	39	26	26	5
Vindeslirekne	<i>Polygonum convolvulus</i>	69	6	5	5	3	1

Undersøkelsen viser en stor nedgang i levedyktighet, fra 6.7 til 9.7 lagringsår for noen av artene. Selv etter 10 år i nedgravd tilstand, var 13 av de undersøkte 17 artene fremdeles i stand til «å videreføre slekten». Selv om tallene for floghavre er lave, er det viktig å være klar over at frø av denne arten kan leve ganske lenge når de blir pløyd ned. Ei floghavreplante kan produsere opp til 500 frø.

Frøspiring og miljøfaktorer

Det første som skjer når frø «våkner til liv», er at frøet tar opp vann. Deretter vil frø bare spire innenfor et visst temperaturintervall, som da gjerne er tilpasset det klimaet vedkommende art hører hjemme i. Forholdet til temperatur blir ofte delt inn i minimum-, optimum- og maksimumstemperaturer. Også døgnvariasjoner i temperatur vil påvirke frøspiringen. For eksempel er det vist at åkertistelfrø spirer raskere hvis jordtemperaturen varierer mellom dag og natt.

En tredje viktig faktor er lys. Både lysmengde og -kvalitet (forholdet mellom rødt og mørkerødt lys) vil påvirke spireprosessen. Ikke alle ville arter reagerer likt på lys. En undersøkelse har vist at for 75 % av viltvoksende ettårige og flerårige arter ble spiringen stimulert ved lystilgang, 22,5 % var upåvirket og 2,5 % viste spirehemming ved lystilførsel. Frøene til de fleste artene som reagerer på lys, har oftest to kjennetegn: A) De er viltvoksende og B) Frøene er små. Hvis slike frø spirer for dypt nede i jorda, vil de dø fordi opplagsnæringen (som ofte er fett) i frøet blir oppbrukt før spirene når jordoverflaten. Lyskravet for å starte spireprosessen vil derfor sikre at de bare spirer når de er i nærheten av jordoverflaten. At en del frø bare spirer når temperaturen i jorda varierer mye mellom dag og natt, er også med på å sikre at disse artene bare spirer når de er i nærheten av overflaten. Lenger ned i jorda vil temperaturvariasjonen mellom dag og natt være mye mindre. Frøene til de fleste kulturplanter har ikke noe lyskrav, fordi vi gjennom foredling har selektert bort denne egenskapen. Frø kan også reagere på ulik lyskvalitet. Blant annet vil mye langbølget, mørkerødt lys hindre en del frø i å spire. Den økologiske konsekvensen av at frø reagerer på denne måten, er at mye mørkerødt lys «forteller» frøet at det allerede er en del planter som har etablert seg på vokseplassen. Altså er signalet til frøet at «nå er det ikke noe fordelaktig å spire, sjansen for å bli utkonkurrert av andre planter er for stor».

Også andre faktorer som for eksempel tilgang på oksygen, og spirehemmende stoff i jorda (allelopati) kan påvirke frøspiringen.

I radkulturer er en form for ugrasregulering å dekke til jorda med enten døde planterester («mulching») eller en underkultur (levende plantedekke). Slike former for jorddekke vil påvirke mange forhold i jorda, bl.a. lys og temperaturforhold.

Tabell 2.4 viser resultatene fra en amerikansk undersøkelse av hvilken effekt dødt og levende dekke av lodnevikke hadde på ugrasveksten. Kort oppsummert kan resultatene forklares slik: A) Et levende plantedekke reduserer sollyset mest, i tillegg til at også forholdet mellom rødt og mørkerødt lys endres mest der, i retning mørkerødt (forholdet minker i tallverdi). B) For både dødt og levende dekke er temperatureffekten noenlunde den samme: Maksimums- og minimumstemperatur henholdsvis synker og stiger (nærmer seg hverandre), noe som gjør at temperaturvariasjonen gjennom døgnet blir mindre. C) Dødt dekke vil redusere spiring og vekst hos ugraset, men i mindre grad enn et levende dekke. De ulike effektene på ugraset skyldes ikke bare virkning på frøspiringen, de ulike formene for dekke vil også i stor grad påvirke veksten til ugraset etter oppspiring. For eksempel vil mange av de ugrasfrøene som spirer i et levende dekke dø på grunn av lysmangel.

Tabell 2.4 Effekt av ulike typer plantedekke (død og levende lodnevikke), sammenlignet med bar jord, lys- og temperaturforholdene ved jordoverflaten og ugrasvekst (etter Teasdale og Daughtry 1993)

Klimafaktor / ugrasvekst	Bar jord	Lodnevikke	
		Dødt dekke	Levende dekke
Stråling (sollys)	100 %	17 %	0,6 %
Lyskvalitet (Rødt / Mørkerødt)		Lite påvirket	Redusert
Jordtemperatur: Maksimum		Redusert	Redusert
Minimum		Svak økning	Svak økning
Forskjell gjennom døgnet		Redusert	Redusert
Effekt på ugraset	«Ingen»	Middels	Sterk

Spiredyp

Det optimale spiredypet for ugrasfrøet er jamt over svært grunt, det ligger for de fleste arter mellom 0 og 1 cm. Mange av våre vanligste åkerugras spirer for eksempel ikke om frøet ligger dypere enn 2–3 cm. Som tabell 2.5 viser, vil noen arter, for eksempel då-artene, spire også fra enda dypere sjikt.

Tabell 2.5 Ulike ugrasarters maksimale spiredyp rangert i spiredypklasser

Dyp	Art		Frøspiring: Maksimum dyp (cm)	
	Norsk navn	Latinsk navn		
Små	Burot*	<i>Artemisia vulgaris</i>	På overflaten	
	Stivdylle	<i>Sonchus asper</i>	0–1,0 ²	
	Tunbalderbrå	<i>Chamomilla suaveolens</i>	0,5 ²	
	Hestehov*	<i>Tussilago farfara</i>	1,0 ²	
	Haremat	<i>Lapsana communis</i>	1,0 ²	
	Ryllik*	<i>Achillea millefolium</i>	0–2,0 ²	
	Åkersvineblom	<i>Senecio vulgaris</i>	«på overflaten eller små dyp» ¹	
	Gjetertaske	<i>Capsella bursa pastoris</i>	2,0 ¹ / «små dyp» ²	
	Pengeurt	<i>Thlaspi arvense</i>	2,0 ¹ / 1,0 ²	
	Rødtvetann	<i>Lamium purpureum</i>	2,0 ²	
	Åkerminneblom	<i>Myosotis arvensis</i>	2,0 ²	
	Åkersennep	<i>Sinapsis arvensis</i>	2,0 ¹	
	Middels	Balderbrå	<i>Matricaria maritima</i>	2,0 ¹ / 4,0 ²
		Vanlig hønsesgras	<i>Polygonum persicaria</i>	«små dyp» ²
Engsoleie*		<i>Ranunculus acris</i>	«små dyp» ²	
Åkerdylle*		<i>Sonchus arvensis</i>	0,5–3,0 ²	
Løvetann*		<i>Taraxacum officinale</i>	2,0–3,0 ²	
Linbendel		<i>Spergula arvensis</i>	3,0 ²	
Kvassdå		<i>Galeopsis tetrahit</i>	1,0–4,0 ²	
Vassarve		<i>Stellaria media</i>	3,0 ²	
Groblad*		<i>Plantago major</i>	4,0 ²	
Krypsoleie*		<i>Ranunculus repens</i>	4,0 ²	
Større	Småsyre*	<i>Rumex acetocella</i>	5,0 ²	
	Meldestokk	<i>Chenopodium album</i>	5,0 ¹ og ²	
	Åkertistel*	<i>Cirsium arvense</i>	6,0 ¹ / 1,0 ²	
	Klengemaure	<i>Galium aparine</i>	6,0–9,0 ²	
	Dåarter spp.	<i>Galeopsis spp.</i>		
	Tungras	<i>Polygonum aviculare</i>		
	Vindelslirekne	<i>Polygonum convolvulus</i>		
	Kveke*	<i>Elymus repens</i>		
	Høymole*	<i>Rumex longifolius</i>		
	Floghavre	<i>Avena fatua</i>	17,5 ¹ / 25,0 ²	

¹Kilde: Radosevich og Holt (1984)²Kilde: Korsmo (1935)

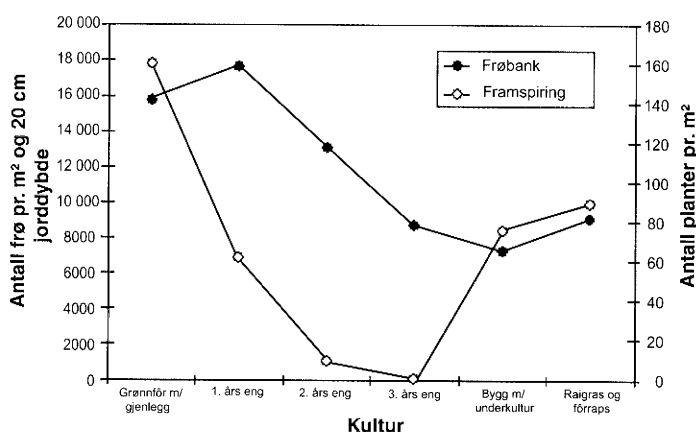
*Flerårige arter

Hvordan kan vi påvirke frøbanken?

Dersom vi hindrer ny frøsetting og spredning utenfra, minker altså tilførselen til frøbanken. I tillegg kan en del ugrasfrø følge med avlingen og bli ødelagt på forskjellig vis, for eksempel ved ensilering. Dessuten kan jorda tappes for frø ved at de spirer, og deretter ødelegges ved ulik jordarbeiding, eller rett og slett fortæres av jordboende organismer. Helbrakk, som er «ekstremversjonen» av jordarbeiding, der ingen kulturvekst finnes og jordarbeidinga stadig gjentas gjennom hele vekstsesongen, er selvfølgelig det mest effektive tiltaket for å

reducere frøbanken. I en undersøkelse ble det vist at ett år med helbrakk reduserte frøbanken med om lag 50 %. Helbrakk er imidlertid en gammeldags, lite miljøvennlig og økonomisk ulønnsom metode. I et engelsk såkalt «sylinderforsøk» ble det funnet en årlig reduksjon i frøbanken på 32 % i «forstyrret jord», med en halveringstid på 2 år (den tida det tar for at frøbanken skal bli halvparten så stor). I «uforstyrret» jord derimot, ble den årlige reduksjonen bare 12 %, og halveringstida hele 6 år.

Selv om hovedmengda av frø stammer fra tidligere år, vil utviklingen over tid endre seg i takt med de ulike kulturene i omløpet. I et økologisk drevet areal ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (tidligere Norges landbrukskøleskole) ble det etter en engperiode på tre år med minkende frøbank, hovedsakelig bestående av ettårige ugrasarter, funnet en rask økning i neste periode med korn og ulike radkulturer (figur 2.19). Hvor mye frøbanken økte i åkerkulturene var selvfølgelig avhengig av hvor god kontroll en hadde på ugraset i disse kulturene. Maksimum ble i gjennomsnitt oppnådd første året etter åpenåkerperioden, altså i 1. års eng, og minimum første året etter engperioden, i bygg med underkultur. (Tidspunktene for maksimum og minimum er forskjøvet ett år i forhold til de reelle, kort og godt fordi analysene ble gjort først tidlig om våren året etter at frøene var produsert) Da var frøbanken redusert til ca. 40 % av maksimumsnivået. Legg også merke til svingningene i antall framspirte ugras, som er resultatet av jordarbeidinga og konkurransen som ettårig ugras møter i ulike kulturer i omløpet. I 3. års eng, hvor jorda ikke ble arbeidet og hvor det var god vekst i de konkurransesterke, flerårige kulturplantene, ble det f.eks. minimal framspiring av ettårige ugras, og tilsvarende mindre bidrag til frøbanken. I grønnfôr med gjenlegg, som er en relativt lysåpen og konkurransesvak kultur, ble det maksimal framspiring av ettårige ugras, med tilsvarende bidrag til frøbanken, noe som altså kunne registreres i etterfølgende kultur.

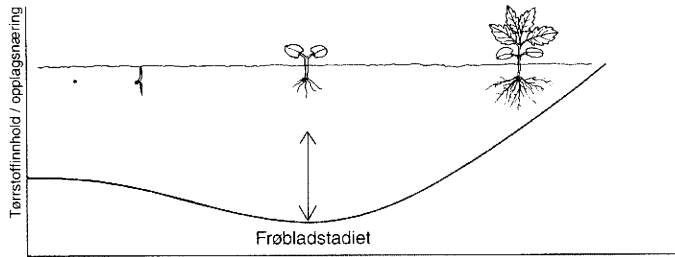


Figur 2.19 Totalt antall frø (venstre akse) av tofrøbladete, ettårige ugras ca. 25. april i øverste jordlag (0–20 cm) per m² gjennom første 6-årige omløp etter omløp til økologisk drift på Frydenhaugjordet ved Universitetet for miljø- og biovitenskap. Antall framspirte ugrasplanter (høyre akse) per m² (ved utviklingsstadium Zadoks 49) for korn i åpen kultur eller like før 1. slått i eng og raigrasfôrreps. (etter Sjursen 2001)

Utviklingsstadium og variasjon i næringsinnhold

Når nye planter utvikler seg fra frø, tappes frøet for næring. Summen av næring i frø og plante reduseres også inntil et bestemt stadium. Deretter vil næringsinnholdet øke. Dette stadiet, kompensasjonspunktet, inntreffer

omkring frøbladstadiet (figur 2.20). Plantene er da svært følsomme for forstyrrelser, for eksempel jordarbeiding.



Figur 2.20 Figuren viser kompensasjonspunktet for frøgras. Frøplanter blir tappet for næring inntil et bestemt stadium hvorpå næringsinnholdet vil øke. For frøgras er dette stadiet omkring frøbladstadiet.

Tegning: Hermod Karlsen.

Vegetative formeringsorganer Levealder

Et frø kan spire bare en gang. Dersom den unge planten blir hindret i å utvikle seg, har ikke frøet flere sjanser til å gi opphav til en ny plante. En knopp på en jordstengel, rot eller knoll, kan heller ikke bryte mer enn en gang, men skulle dette skuddet bli ødelagt, finnes det gjerne en ny knopp på den samme organdelen som kan bryte i stedet. Et vegetativt formeringsorgan er således ikke uten videre ferdig med livet fordi om en av knappene blir borte.

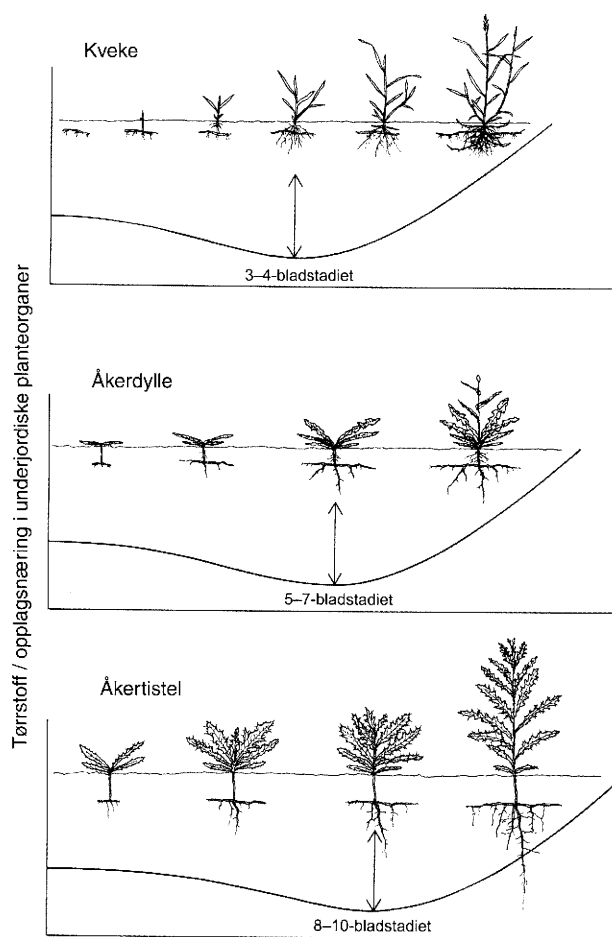
I forhold til de fleste frø er levealderen til vegetative formeringsorganer vesentlig kortere. Levealderen synes å variere en del, avhengig av både plantearten og de aktuelle jordarbeidingstiltakene og vokseforholdene. I svenske forsøk er det for eksempel funnet at korte jordstengler hos kveke dør etter at de nye lysskuddene var etablert, dvs. etter ca. 2 år. Lengre jordstengelbiter derimot kunne være i god stand også ved utgangen av dette andre året. I forsøk med 5 cm lange røtter av åkerdylle og åkertistel, og jordstengler av hestehøv med 5 knopper, er det funnet at disse formeringsorganene bare i få tilfeller ble eldre enn 2 år.

Tidsaspekt 1: Utviklingsstadium og variasjon i næringsinnhold

Når nye planter utvikler seg fra et vegetativt formeringsorgan blir dette, på samme måte som et frø, tappet for næring. Mens frøet etterpå går helt til grunne, kan altså det vegetative formeringsorganet samle ny næring fra den overjordiske, grønne delen av planten og leve videre for kortere eller lengre tid. Nye formeringsorganer vokser også fram, men egne lysskudd makter disse ikke å sette før etter at morplanten har nådd en viss størrelse.

Både tørrestoffmengde og næringsinnhold i vegetative formeringsorganer varierer med utvikling av planten. Fra å ligge på et middels nivå før de nye skuddene begynner å vokse, passerer mengda av tørrestoff og næring et minimum en eller annen gang i vekstsesongen. Når lysskuddene blir store nok til å sende mer næring (assimilater) ned i røttene eller jordstenglene enn disse organene bruker opp, stiger tørrestoffmengda igjen. Plantene tåler minst å bli forstyrret i veksten når de vegetative formeringsorganene er mest tappet for opplagsnæring.

For de fleste plantearter har en ikke noe eksakt svar på hvor store plantene er når minimumspunktet for tørrstoffinnholdet passerer. Noen viktige ugras er undersøkt mer enn andre. Svenske forsøk har vist at kveke passerer dette stadiet når lysskuddene er 12–15 cm høye og har 3–4 blad. Tilsvarende minimum for åkerdylle og åkertistel vil du finne i figur 2.21. Undersøkelser har vist at hestehov har tilsvarende minimum når det største bladet er mellom 4 og 10 cm bredt, og åkersvinerot når bladrosetten har 6–12 blad. Et praktisk problem er at de mest følsomme stadier ofte ikke kommer før etter normale tider for etablering av vårsådde vekster. Da kan det være vanskelig å sette inn nødvendige tiltak.



Figur 2.21 Kompensasjonspunkt, dvs. minimum av næring-/tørrstoff i underjordiske planteorganer, for kveke (øverst), åkerdylle (i midten) og åkertistel (nederst). For kveke er dette punktet på 3–4-bladstadiet og for åkerdylle 5–7-bladstadiet. En enkelt åkertistel plante har sitt kompensasjonspunkt om lag på samme utviklingstrinn som åkerdylle (5–7-bladstadiet), men fordi skuddene til åkertistel kommer opp til ulike tider er det vanlig å angi kompensasjonspunktet for et slags «tyngdepunkt» av bestandet av denne arten. Dette har blitt bestemt til å være når 25 % av åkertistelplantene er på 8–10 bladstadiet, dvs. når de største tistelplantene er 15–20 cm høye. Disse tre artene er mest følsomme for mekaniske tiltak, for eksempel jordarbeiding eller nedkutting, når de er ved kompensasjonspunktet. Tegning: Hermod Karlsen.

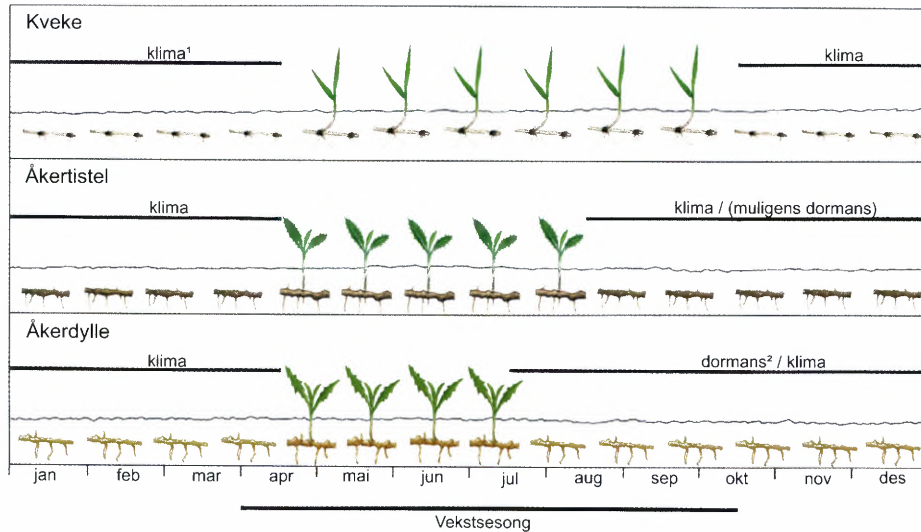
Hvordan kunnskapen om kompensasjonspunktet for en art kan utnyttes i praksis, er vist for kveke i figur 3.26 (stubbarbeiding om høsten). Figur 2.26 viser effekten av gjentatt jordarbeiding ved ulike utviklingstrinn (fra 1–2-bladstadiet til 6–7-bladstadiet) for kveke. Hvis jordarbeidinga gjøres for sent ser vi at tørrstoffmengda i underjordiske plantedeler øker. Tilsvarende figurer kunne man også lage for andre arter med krypende formeringsorgan, men effekten vil bli forskjellig for de ulike arter. Den relativt gruntvoksende åkerdylla kan for eksempel utarmes med færre behandlinger om disse utføres tidlig i vekstsesongen. Mer dyptvoksende arter som åkertistel, hestehov og åkersnelle utarmes saktere enn kveke.

Av hensynet til andre faktorer er det sannsynligvis lite aktuelt med helbrakk i økologisk dyrking, men figur 2.26 viser at en gjentatt jordarbeiding i deler av vekstsesongen kan ha mye for seg. Ved flere gangers jordarbeiding bør den første sørge for sterk oppdeling slik at mange knopper aktiveres, noe som fører til stort forbruk av opplagsnæring. I kombinasjon med en etterfølgende konkurransesterk vekst, kan svært god effekt på ugraset forventes.

Generelt vil nye jordstengler eller formeringsrøtter til flerårige ugras for alvor begynne å vokse først etter at kompensasjonspunktet er passert. Før den tid har altså plantene bare den utarmete mor-jordstengelen eller mor-roten å lite på. Det er ikke sikkert at alle flerårige planter har akkurat dette mønsteret, men for de plantene vi vet noe om, er dette nyttig kunnskap. Ved å utføre jordarbeiding, radrensing, lusing og/eller hakking når plantene er svakest, oppnår vi størst virkning med minst innsats.

Tidsaspekt 2: Knopphvile/dormans

På samme måte som frø, kan også de vegetative formeringsorganer være i mer eller mindre hviletilstand. De fleste arter er mest spirevillige om våren og tidlig sommer. Utover høsten kan det utvikles knopphvile (dormans) med forskjellig styrke, som bl.a. er artsavhengig. Kveka har for eksempel lite dormante knopper, selv sent på året. Dette benytter vi oss av i høstbrakkingen ved at vi kutter jordstenglene (rhizomene) med harv eller fres for at så mange knopper som mulig skal bryte. Når lysskuddene er blitt passelig store (opp til 3–4 blad), ødelegger vi dem ved ny jordarbeiding. Studier i Norge har vist at åkertistel og åkerdylla har likhetstrekk når det gjelder evne til å sette nye skudd fra røtter (figur 2.22). Figuren viser at disse artene har stor evne til å sette skudd tidlig om våren men at evna taper seg raskt utover høsten (egentlig en dropp i mai–juni pga. de første skuddene, men evna stiger igjen og når en topp i juli–august før den da raskt faller igjen). Et generelt råd for disse to artene er at mekaniske tiltak bør settes inn fra våren og framover til omkring begynnelsen av august. Etter denne tid inntreer i alle fall for åkerdylla en utpreget skuddhvile. Dette betyr i praksis at uansett hvor mye røttene til åkerdylla kuttes opp, så vil det ikke komme opp lysskudd på denne årstida. Dette vil først skje neste vår. Forsøk har vist at hestehov har tilsvarende årsrytme som åkertistel. Siden åkerdylla blir mer eller mindre spiretreg utover sensommeren, kan vi derfor ikke vente at oppdeling av dyllerøttene om høsten, selv med ny jordarbeiding senere, skal gi færre planter året etter, slik tilfellet er med kveke. Hvis vi ikke pløyer rotbitene dypt ned, slik at de nye lysskuddene får lang vei opp til overflaten, kan resultatet heller bli omvendt.



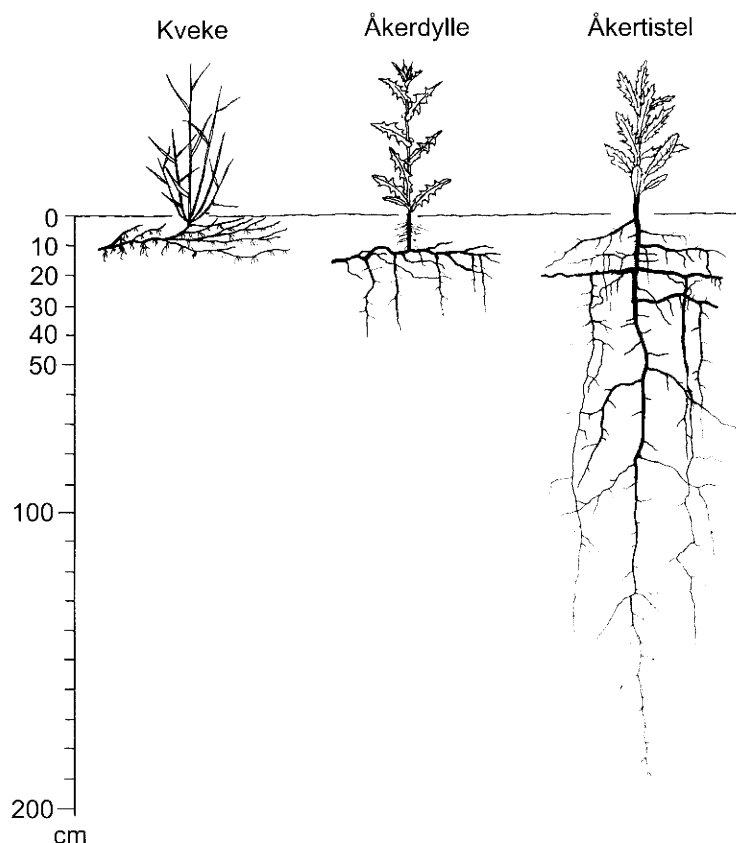
Figur 2.22 Evne til skuddskyting fra opphakkede jordstengler (kveke) eller røtter (åkertistel og åkerdylle) gjennom året. Kveke sender lysskudd fra jordstengelbiter gjennom hele vekstsesongen så lenge temperatur og fuktighetsforhold tilsier at planten er i vekst. For denne arten er det hovedsakelig klima som er begrensende faktor. Åkertistel og åkerdylle har ikke samme evna som kveke til å sende opp lysskudd utover høsten. Den nedsatte evna til skuddskyting utover høsten skyldes, i alle fall for åkerdylle, skuddhvile. Antagelig har åkertistel skuddhvile om høsten, men i litt mindre grad enn åkerdylle. Figuren er en prinsippskisse bl.a. fordi lengden på vekstsesongen er forskjellig alt etter hvor i landet man er. (Årsaker til at det ikke etableres lysskudd: ¹Klima, hovedsakelig temperatur, ²Skuddhvile/dormans).

Tegning: Hermod Karlsen.

Hvor dypt formeringsorganet ligger

Som figur 2.23 viser, går rotsystemet hos åkertistelen betydelig dypere enn hos åkerdylle og kveke. Det er funnet vertikale røtter av åkertistel helt nede på 2–3 meters dyp i tyngre jordarter. Motstykket til dette er kveka som har hele massen av jordstengler i ployedybde. De horisontale formeringsrøttene hos åkertistel finnes hovedsakelig 15–30 cm nede i jorda. At disse røttene ligger så dypt, betyr at de mest vanlige jordarbeidingsredskaper ikke når ned og får kuttet dem opp. Formeringsrøttene til åkerdylle ligger som jordstenglene hos kveke adskillig grunnere, i all hovedsak i de øverste 10–15 cm.

Krattlodnegras, storkvein og vasslirekne er andre eksempel på arter med relativt gruntliggende formeringsorgan, mens de hos hestehov og åkersnelle som hos åkertistel går betydelig dypere.



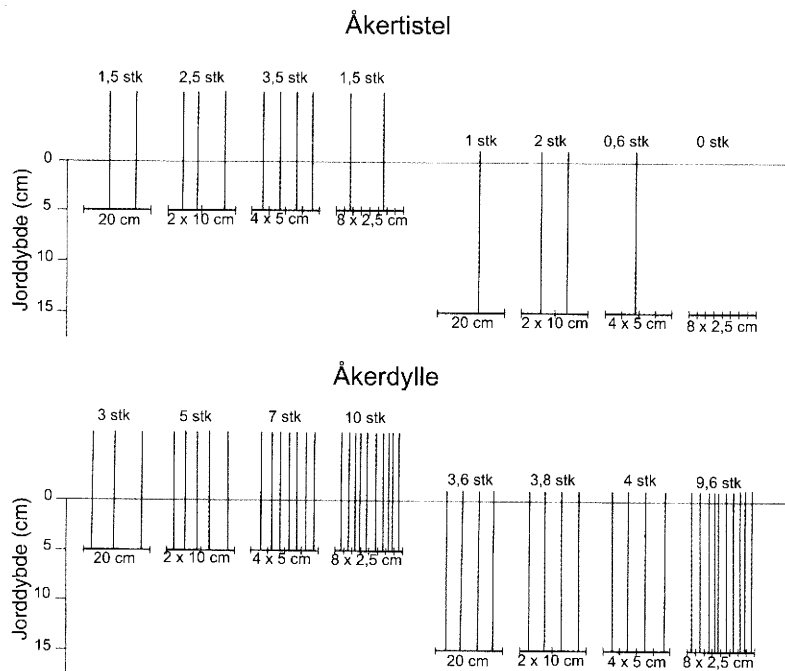
Figur 2.23 Åkertistelens vertikale røtter kan gå svært dypt. Tegningen over viser røtter ned til 2 m, men i litteraturen er dybder helt ned til 3–4 m nevnt. De horisontale formeringsrøttene til åkertistelen ligger hovedsakelig 15–30 cm under jordoverflaten. Åkerdylle er langt mer gruntvoksende, med horisontale formeringsrøtter stort sett i sjiktet 5–15 cm. Kveke er enda nærmere jordoverflaten, hele jordstengelsystemet ligger i all hovedsak i de øverste 10–15 cm. Tegning: Hermod Karlsen.

Oppkutting av vegetative formeringsorganer

De svake periodene for ugraset som er omtalt her, kommer altså fram ved at knoppene på de vegetative formeringsorganene bryter og utvikler lysskudd. Jo kortere jordstengel- eller rotbitene er, jo mindre næring er det bak hvert skudd, og jo mindre tåler planten å bli forstyrret. Ved å kutte opp jordstenglene og røttene i mindre biter, vil flere knopper bryte. Oppdelingen av formeringsorganene vil altså øke effekten av de etterfølgende tiltakene, så sant de blir satt inn til rett tid. Gjør vi ikke det, vil oppdelingen av jordstenglene/ røttene tvert om føre til flere planter.

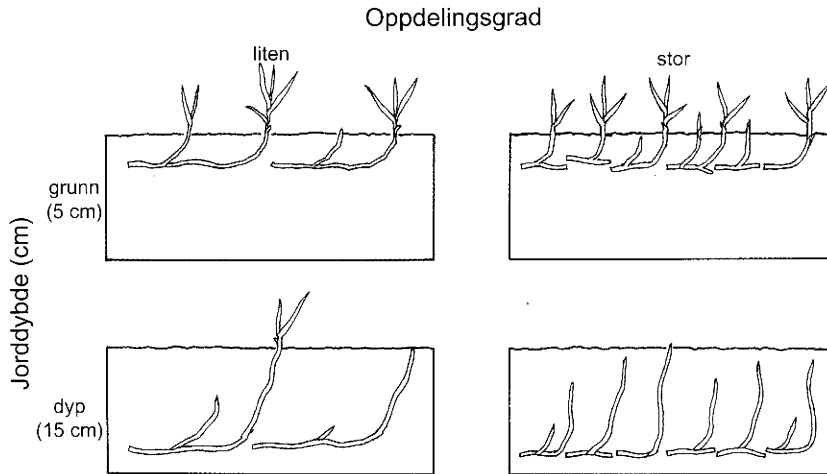
Undersøkelser viser at åkerdylle både har flere skudd per cm rot og spirer hyppigere fra større dyp, enn tilfelle er for åkertistel (se figur 2.24). Om man skal anbefale en sterkest eller svakest mulig oppdeling av røtter eller jordstengler, avhenger av hva som skjer etterpå. Hvis man ønsker å sulte ut ugraset mest mulig, er det fordelaktig med sterk oppdeling av røttene, og etter siste behandling dyp nedpløying av rotbitene. På den annen side vil en sterk oppdeling av røtter med påfølgende etablering av en kulturplante hvor man ikke kan sette inn tiltak, for

eksempel korn, være uheldig. Effekten av ulik oppdelingsgrad og nedgravingsdybde for kveke er vist i figur 2.25.



Figur 2.24 Antall lysskudd som har kommet opp etter ulik oppdelingsgrad og nedgravingsdybde for røtter av åkertistel og åkerdylle. 20 cm lange rotbiter er plantet og sammenlignet med ulike oppdelingsgrader (2 rotbiter á 10 cm, 4 rotbiter á 5 cm og 8 rotbiter á 2.5 cm) Rotbitene er lagt på enten 5 eller 15 cm jorddybde. Antall lysskudd ble talt 40 dager etter oppdeling og nedgraving. Åkerdylle har produsert flere lysskudd og dessuten også tålt dypere nedgraving enn åkertistel (etter Fykse 1974).

Tegning: Hermod Karlsen.

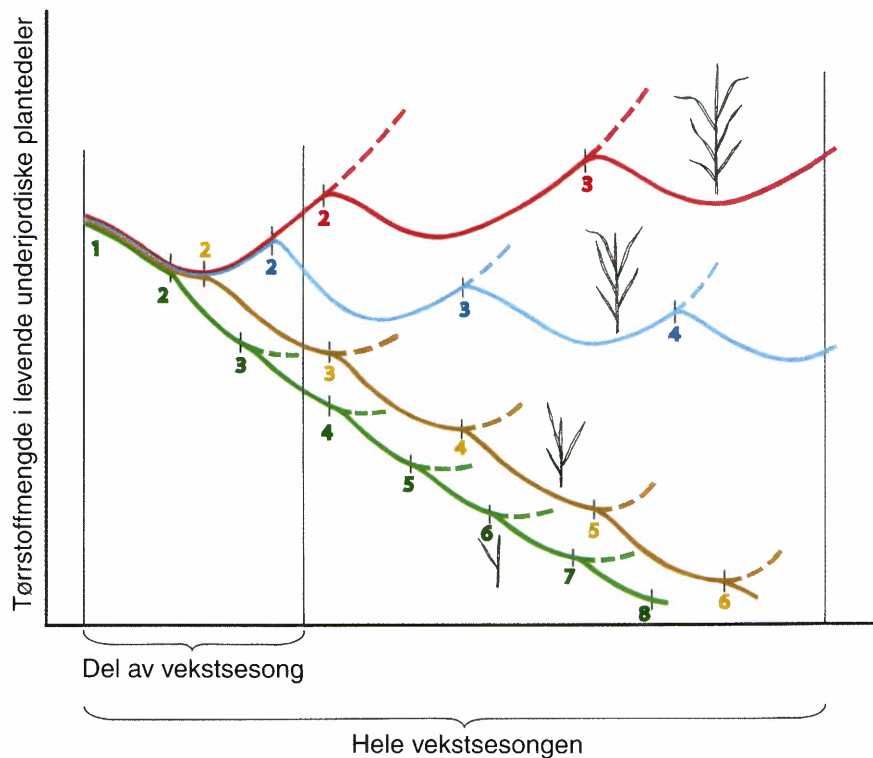


Figur 2.25 Ulik oppdelingsgrad og nedgravingsdybde av kvekejordstengler. Denne undersøkelsen viste at stor oppdelingsgrad av jordstenglene gir flere lysskudd enn liten oppdelingsgrad, men at stor oppdelingsgrad kombinert med dyp nedgraving førte til at de fleste lysskuddene og tilhørende jordstengelbit ikke hadde nok opplagsnæring til å nå overflaten. (etter Håkansson 2003).
Tegning: Hermod Karlsen.

Hvor store dyp et vegetativt formeringsorgan greier å sende opp skudd fra, varierer med plantarten og størrelsen på organdelen. Jo større den er, jo dypere kan den ligge, og enda klare å sette nye lysskudd. Felles for alle ser likevel ut til å være at dersom de kommer for dypt til å sette lysskudd første året, hjelper det ikke om de kommer opp på et lageligere dyp året etter. Da er de døde. Vegetative formeringsorganer skiller seg derfor sterkt fra de fleste frø, som kan ligge mange år i jorda uten å ta skade.

Gjentatt jordarbeiding for «å sulte ut» ugraset

Som figur 2.26 viser, kan man utarme kveka ganske raskt hvis man for eksempel bruker våren og forsommeren til jordarbeiding på en optimal måte. Hvis man gjennomfører helbrakk (en metode som på grunn av kostnadene og miljøeffektene ikke er særlig aktuell i dag) vil det meste av kveka være borte i løpet av en vekstsesong. For andre ugrasarter vet vi mindre, men den grunntvoksende åkerdylla utarmes nok raskere, dvs. ved færre behandlinger, enn for eksempel arter som åkertistel, åkersnelle og hestehov med dypere rotsystem. Figuren under viser at man får en raskere utsulting av kvekejordstenglene hvis man gjennomfører behandlinga ved kvekas 2 bladstadium enn ved senest 3–4 bladstadiet. Amerikanske undersøkelser har vist at åkertistelen blir raskest tappet for opplagsnæring hvis jordarbeidinga gjøres hver 3. uke.



Figur 2.26 Tørrstoffmengde (prinsippskisse) av levende underjordiske plantedeler ved mekanisk kontroll gjennom hele eller deler av vekstsesongen for kveke ved ulike utviklingsstadi. Grønn kurve: Gjentatt jordarbeiding ved 2-bladstadium. Orange kurve: Gjentatt jordarbeiding ved 3–4-bladstadium. Blå kurve: Gjentatt jordarbeiding ved 5–6-bladstadium. Rød kurve: Gjentatt jordarbeiding ved 6–7-bladstadium. (Etter Håkansson 1995).
Tegning: Hermod Karlsen.

Påvirkning av klimafaktorer som temperatur og fuktighet

Kvekas vekst styres i stor grad av vær og klimaforhold. Nedre temperaturgrense for at kveka skal vokse er om lag 5 °C. For mange andre ugras vet vi ikke de nøyaktige temperaturrekrene under norske forhold, men utenlandske undersøkelser kan tyde på at for eksempel åkertistel slutter å vokse tidligere, om lag 8 °C. En annen viktig klimafaktor for vekst og utvikling er jordfuktigheten. Optimale vekstvilkår for kveka om høsten kan være både en fordel og en ulempe, sett i relasjon til bonden og ut fra «kvekas perspektiv»: Hvis det er optimale forhold for kveka utover høsten, og man ikke setter inn mottiltak, vil kveka selvfølgelig ha «gode dager» og produsere store mengder nye jordstengler og mye opplagsnæring. Hvis man iverksetter en utsultingsstrategi under optimale forhold (gjentatt jordarbeiding ved 3–4-bladstadiet), vil jordstenglene tynes svært effektivt. Hvis det derimot er veldig tørt i jorda om høsten, vil kveka vokse lite uansett, og en utsultingsstrategi vil da være mindre effektiv.

Det har vært en del fokus på muligheten til å drepe røtter og jordstengler ved uttørring på jordoverflaten, spesielt gjelder dette kveka. I Norge er ikke klimaet spesielt gunstig for en slik strategi. Klimaet vårt er ofte for fuktig. Mer informasjon om dette finnes i tekstboks 2.11.

Tekstboks 2.11 Uttørking av kvekejordstengler

For å kunne tørke i hjel kveka etter oppharving kreves det kveke i god vekst, tørr luft og høy temperatur. Det er derfor først og fremst vår og sommer at dette kan bety noe i kvekekampen. Ved hver harving vil bare en liten del av jordstenglene komme opp på overflaten. Vi må derfor ha lang tid med pent vær for å få et godt resultat. Det er viktig å huske på at utsatt såing for å få tid til en slik uttørking, ofte medfører redusert avling. Hvis forholdene ligger til rette for det, vil jordstengler som ligger oppå overflaten kunne drepes gjennom uttørking i løpet av noen dager. Danske undersøkelser har vist at kvekejordstengler på overflaten av tørr jord kan drepes på 4 dager i varmt vær, men at man i praksis ofte mislykkes. Forsøkene i Danmark viste videre at hvis man fikk 2 uker med tørt vær i slutten av august, hadde dette en bra effekt på jordstenglene. I september var det vanskeligere å skade jordstenglene, og i oktober var det naturligvis liten effekt. Under norske forhold kan man forvente svært vekslende resultat både mellom ulike plasser og mellom år. Forsøkene i Danmark viste at visse jordarbeidingsredskaper kan dra opp 75 % av utløperne.



Figur 2.27 Kvik-Up harven er effektiv til å legge kvekejordstengler på jordoverflaten, men krever stor motorkraft.

Foto: Silja Valand.

Konkurransen

Forenklet kan en si at konkurranse forekommer i en plantebestand så snart tilveksten hos en plante i bestanden begrenses ved at ressurstilgangen reduseres eller miljøet på annen måte forverres som følge av naboplantens forekomst og livsaktivitet. Utfallet av suksesjonsforløpet er i høy grad avhengig av konkurransen mellom de ulike artene. Verken i naturlig vegetasjon eller på dyrket mark lever plantene som isolerte enkeltindivider. Tvert imot, de står mer eller mindre tett sammen og utgjør ofte karakteristiske plantesamfunn, der de enkelte plantene gjensidig påvirker hverandre og konkurrerer om de livsnødvendige ressursene, som lys, vann og næring. Konkurranse mellom planter kan igjen spaltes opp i skuddkonkurranse, som er konkurranse om lys, og rotkonkurranse som hovedsakelig er kampen om næringsstoff og vann. Under visse forhold kan plantene også konkurrere om karbondioksyd (i tette bestander) og kanskje også om oksygen til røttene. Planter kan også påvirke hverandre på andre måter enn ved konkurranse, for eksempel ved å avgi biologisk aktive stoffer (allelopati) som kan virke spire- eller veksthemmende på mottakeren. Fenomenet er kjent i flere forskjellige relasjoner, for eksempel at kulturveksten (for eksempel rug) avgir stoffer som hemmer ugraset eller at ugraset (for eksempel kveke) hemmer kulturplanten (se tekstboks 2.12).

Tekstboks 2.12 Allelopati; Kjemisk krigføring mellom planter

I samfunn av ulike organismer vil mange arter regulere hverandre ved å produsere og frigjøre kjemiske stoffer. Dette fenomenet blir ofte klassifisert under fellesbetegnelsen kjemisk økologi. Et eksempel er insekter eller nematoder som ikke angriper visse planter pga. frastøtende stoffer (repellenter) eller toksiske kjemikalier som planten produserer. Allelopati representerer «plante- mot-plante»-aspektet på dette området. Betegnelsen allelopati ble lansert av vitenskapsmannen Molish i 1937 for å beskrive kjemisk samspill mellom planter (mikroorganismer og høyere planter), inkludert både stimulerende og hemmende effekter. I en del miljøer har uttrykket allelopati blitt brukt i snevrere forstand, begrenset til bare hemmende effekter mellom høyerestående planter. Molish sin opprinneleige og brede definisjon kan i mange tilfeller være mer hensiktsmessig å bruke, blant annet fordi mange undersøkelser har vist at allelopati direkte eller indirekte ofte involverer mikroorganismer. De aktuelle stoffene behøver ikke bare komme fra plantene, men kan også bli avgitt av mikroorganismene, som på sin side bruker plantemateriale som substrat («mat»). Det er vist at slike naturlig forekommende stoffer kan ha både en hemmende og stimulerende effekt på planter ved henholdsvis høye og lave konsentrasjoner.

Det er vanlig i litteraturen å separere samspillet mellom planter i henholdsvis konkurranse og allelopati. På friland er det svært vanskelig å skille disse to komponentene fra hverandre, men det er utviklet metoder for bruk i veksthus/laboratorier for å isolere allelopatidelen fra konkurranse.

Stoffer med allelopatisk effekt kan finnes i alle plantedeler. Om disse stoffene frigjøres til omgivelsene i tilstrekkelig mengde til å påvirke naboplanterne, er fremdeles i mange tilfeller usikkert.

Stoffer med allelopatisk virkning blir ofte kalt allelokjemikalier. Allelokjemikalier blir frigjort ved fordamping, utskillelse av roteksudater, utvasking og nedbryting av planterester. Det er mye som tyder på at mange slike stoffer frigjøres sammen, og at en hemmende effekt oppstår på en additiv eller synergistisk måte. Allelokjemikaliene representerer et mangfold av ulike stoffer, fra enkle hydrokarboner til komplekse polysykliske strukturer. De representerer syrer, aldehyder, alkaloider, terpenoider og mange andre stoffer.

Det er grunn til å tro at allelopati i visse plantesamfunn er en viktig samspillfaktor, mens det i andre er av mindre betydning. Det er uenighet blant forskere om allelopatiens betydning i landbruket.

Noen godt dokumenterte eksempler:

- Allelopatisk effekt av visse rissorter på ugras (figur 2.28)
- Allelopatisk effekt av kveke på kulturplanter
- Allelopatisk effekt av rug på ugras (figur 2.29)



Figur 2.28 Bildet til venstre viser en vanlig «ikke-allelopatisk» rissort hvor ugraset (hovedsakelig *Heteranthea limosa*) vokser tallrikt helt inntil risplantene. Til høyre, bilde av en «allelopatisk» rissort hvor ugraset ikke vokser inne i planteraden.
Foto: Maria Olofsdotter.



Figur 2.29 Bildene er fra et forsøksfelt i Norge, uten og med innblanding av hostrug om våren for planting av blomkål. Til venstre: Ingen hostrug innblanet, bare frest. Til høyre: Hostrug frest inn i jorda rett før planting. Mye mindre ugras der rug ble frest inn i jorda. Mange undersøkelser i utlandet har vist tilsvarende virkning av rug.
Foto: Lars Olav Brandsäter.

Konkurransen kan forenklet splittes opp i tre faktorer: kulturplanten, ugraset og miljøet plantene vokser i.

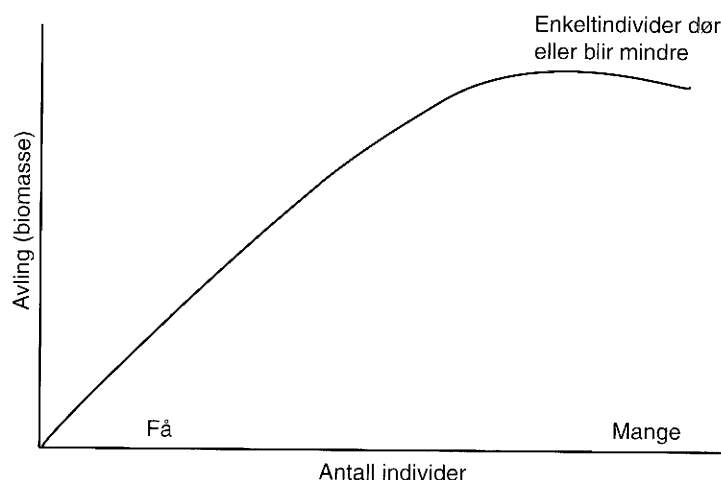
Kulturplanten

Intensiteten av konkurransen, uavhengig av om vi snakker om innbyrdes konkurranse mellom kulturplantene eller mellom ugrasplantene (intraspesifikk konkurranse, dvs. konkurranse mellom individer av samme planteart), eller konkurranse mellom kulturplanter og ugras (interspesifikk konkurranse), beror på hvor tett plantene står, plantetettheten (antall planter per m²). Dessuten varierer konkurransen med *jevnheten i bestanden* og den *relative framspiringstida* (for eksempel når kornet spirer i forhold til ugraset). Ved lik plantetetthet eller såmengde per arealenhet vil planter som har stor radavstand, men står tett i raden, konkurrere sterkere med hverandre enn planter i en bestand der radavstand og avstand mellom plantene i raden er omtrent lik.

I en vanlig bestand av bygg utgjør ugrasbiomassen, på grunn av konkurranse fra kornet, bare 5–15 % av biomassen i en reinbestand av ugras. Avgjørende for ugrasprosenten er plantetettheten av både korn og ugras, plantefordelingen, kornsorten, ugrasfloraens artssammensetning og relativ framspiringstid for korn og ugras. I gunstige tilfeller kan ugraset utgjøre bare 2–3 %, men opptil 20–30 % eller mer under «uheldige» forhold.

Ugras som vokser inne i planteraden, for eksempel i en grønnsakskultur, vil konkurrere kraftigere med kulturvekstene enn ugras som vokser mellom radene (i gangene). Dessverre er det også slik at ugras som vokser inne i planteraden er vanskeligere å fjerne enn ugras som vokser i gangene.

På en gitt vokseplass gir plantesamfunnet, avhengig av egenskapene til vokseplassen (jordtype, lys, temperatur, vann- og næringstilgang), en viss biomasse- og frøavling. Er det liten plantetetthet, stiger biomasseproduksjonen (avlingen) lineært med antall individer. Etter hvert som planteantallet øker, øker også konkurransen mellom de enkelte individene, og avlingskurven flater ut (figur 2.30). Enkeltplantene kan reagere ved å dø ut, eller ved at hver enkeltplante blir mindre. Resultatet er i begge tilfeller at biomasse- og frøproduksjon ikke lenger øker proporsjonalt med planteantallet, men gjerne når en optimumsverdi. I en tett plantebestand med *ulike arter*, for eksempel en kornåker med ugras, minker plantestørrelsen. Plantedøden øker også med økende såmengde og økende antall framspirte ugrasplanter, altså en kombinasjon av de to nevnte tilfellene, relativt sett mer for de konkurransesvake enn for de konkurransesterke plantene.



Figur 2.30 Ved økende plantetetthet vil planteindividene begynne å konkurrere med hverandre (intraspesifikk konkurranse) og avlingskurven dermed flate ut.

Ugraset

Den relative framspiringstida for kulturplanter og ugras varierer bl.a. med egenskapene til såvaren, såbed og dets tilberedning (eksempelvis jordart, sådybde og gjødsling) og værforhold. Skaden ugraset kan gjøre den første tida etter såing, er vanskelig å rette opp senere i vekstsesongen, selv med god gjødsling. Ved mye ugras kan gjødsling gjøre vondt verre. På den annen side kan rikelig gjødsling føre til rask og god vekst i kulturplantene, og når dette kombineres med direkte kontroll av ugraset, for eksempel harving, gi god effekt mot ugraset. Hvilke muligheter vi har for å kontrollere ugrasframveksten i de ulike kulturene, blir utførlig behandla i Bind 2–4 om henholdsvis grønnsaker og potet, korn og frukt og bær.

Mange vanlige ugras finnes i den «ruderales» gruppen, d.v.s. de som tåler forstyrrelse på vokseplassen. Artene karakteriseres gjerne med høy potensiell veksthastighet, i tillegg til produksjon av svært mange frø per plante under gunstige forhold, sammenlignet med kulturplanter (tabell 2.6). De småfrøete artene tunrapp og vassarve har for eksempel høyest maksimal veksthastighet.

Tabell 2.6 Hastighet av frøplanter tørrstoffproduksjon (ruderalearter og bygg/tomat) (etter Grime 1979)

Arter	Frøvekt (mg)	Maksimal veksthastighet (g per uke)	Gjennomsnittlig relativ hastighet per uke som funksjon av bladarealet	Bladareal (g per m ² per uke)
Ruderalearter:				
Tunrapp	0,26	2,7	1,7	120
Tungras	1,50	1,4	1,4	134
Vanlig høsegras	2,10	1,3	1,3	177
Vassarve	0,35	2,4	2,1	101
Kulturplanter:				
Tomat	3,10	1,6	1,0	64
Bygg	37,8	1,6	0,9	64

Den nevnte effekten av gjødsling kan langt på vei forklares rent fysiologisk. For å kunne utnytte nitrogengjødsling, hovedsakelig tilført som nitrat (NO₃⁻), må plantene ha et effektivt enzym (nitratreduktase) som kan omgjøre nitraten til en form (nitritt) som planten kan «viderebehandle». Tilførsel av nitrat øker enzymaktiviteten umiddelbart (se tabell 2.7). Dersom et meldestokkfrø havner på en næringsfattig vokseplass, vil ikke frøet utvikle seg på grunn av næringsmangel. Dette kan utnyttes ved dyrking av kulturplanter, ved å plassere gjødselen i nærheten av kulturfrøet, mens områdene omkring ikke får tilført gjødsel (jfr. bruk av kombimaskiner for såing og gjødsling ved korndyrking).

Tabell 2.7 Induksjon av nitratreduktase i planter på ruderalearter vokseplasser, angitt som mikromol produsert nitritt per time per gram friskvekt (etter Kinzel 1982)

Plantart	Aktivitet av nitratreduktase		
	Før tilsetning av nitrat	Etter tilsetning av nitrat	Aktivitetsøkning (%)
Klengemaure	5,9	7,2	22
Løvetann	3,8	4,1	8
Meldestokk	5,3	6,0	13
Stornesle	12,9	14,6	13
Svinemelde	3,3	4,4	33
Tungras	5,9	7,3	24

I tett bestand (for eksempel en kornåker) blir det mangel på lys jo dypere ned i bestanden en kommer, avhengig av bladverkets utforming og høyde på enkeltplantene. Noen ugras (for eksempel vassarve og åkerstemorsblom) er spesialtilpasset lavere lysintensiteter enn ordinært dagslys ved å vokse optimalt ved svakere lys. Andre arter som åkerkål, meldestokk og kvassdå, øker veksten ved økende lysintensitet. Disse artene har fordeler ved tynn åker, eller når de vokser høyt i bestanden.

Et annen spesialtilpasset ugras er vindeslirekne, som kan klatre på andre planter. Ved å vokse på denne måten kan plantene redusere forbruk av karbohydrater til produksjon av styrkevev, noe som muliggjør en desto hurtigere vekst av bladverk, dannelselse av blomster og deretter modne frø. I et dansk vekstskifteforsøk var vindeslirekne den eneste arten som økte biomasseproduksjonen helt

proporsjonalt med antall planter uten tegn til noen «avflating» av vekstkurven (jfr. figur 2.30), hvilket gir arten en stor konkurransefordel. Dessuten har den relativt få, men store frø (1 frø = 5,0 mg), som kan spire fra større dyp (ned til 8 cm) enn småfrøete arter, for eksempel vassarve (ned til 3 cm) (se tabell 2.5 og avsnittet spiredyp).

Ugrasets betydning i et økologisk driftsopplegg –

Ugras

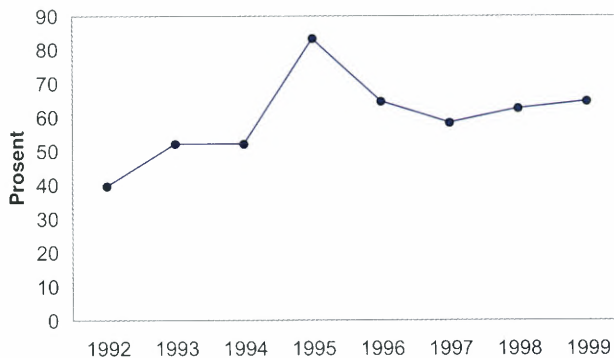
Ugrasfloraen er i stor grad et speilbilde av driftsformen. Forekomst og betydning av ulike ugras har endret seg gjennom tida. Foruten de naturlige betingelsene, som klima og jordforhold, har både tekniske og politiske endringer i landbruket over tid påvirket ugrasfloraen. Noen eksempler kan nevnes: 1) Introduksjon av fenoksysyrer etter 2. verdenskrig førte etter hvert til tilbakegang av åkertistel i norske åkre. Åkertistel ble tidligere regnet som det verste åkerugraset, og er et av de vanskeligste ugrasene i økologisk landbruk. 2) I 1950-årene kom det politisk beslutning om ensidig kornproduksjon på Østlandet, og mer grasproduksjon på Vestlandet og i fjellbygdene. I kornarealene fikk en etter hvert problem med kveke og floghavre. 3) I 1990-årene ble mål om redusert jordarbeiding vedtatt, som indirekte medførte at ugrasveksten økte. En del ugras fikk vanskeligere forhold enn før og er derfor blitt trent tilbake eller langt på vei utryddet, mens andre arter har utviklet seg i sterkere grad enn tidligere. Generelt kan en si at ugras som er særlig bryssomme, er akkurat de som finner seg best til rette med den aktuelle dyrkings- og driftsmåten.

Hvilken betydning ugraset har ved økologisk drift, kan følgende talleksempler illustrere. I et økologisk felt på UMB ble det registrert bl.a forekomst av åkertistel i både omleggingsperioden og de første årene den økologiske driften var i gang. I følge tabell 2.8 fantes det ikke åkertistel da registreringene startet i 1992. Planten har etablert seg fra 1993. Fra og med 1994 var hele arealet omlagt til økologisk drift. Figur 2.31 viser samlet utvikling for alle tofrøblada rotugras. Bortsett fra en topp i 1995, synes frekvensen av slike ugras å ha stabilisert seg.

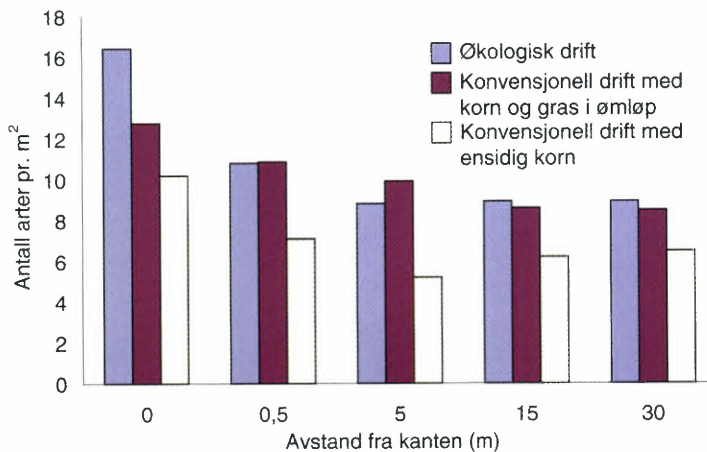
Et annet talleksempl er fra kornfelt i et kulturlandskapsprosjekt, som viser at økologisk drift byr på et større artsmangfold eller biodiversitet, enn konvensjonell drift (figur 2.32). I åkerkantene er det klart flest arter per m² ved økologisk drift. Ved avstandene 0,5–30 m er det liten forskjell i artstetthet mellom økologisk og konvensjonell drift, dersom det er gras i omløpet. I ensidig korn er det færrest arter per m².

Tabell 2.8 Frekvens av åkertistel (antall ruter med funn av totalt 16, per år og skifte) ved omlegging til økologisk landbruk på Frydenhaugjordet (UMB), Ås (etter Sjursen 2002)

	Skifte						Sum
	1	2	3	4	5	6	
1992	-	-	-	-	-	-	0
1993	-	2	-	-	2	-	4
1994	-	3	2	-	2	-	7
1995	1	4	1	1	2	1	10
1996	3	3	1	1	2	1	11
1997	2	3	1	1	1	1	9
1998	4	11	-	6	-	6	27
1999	-	10	1	2	1	-	13
Sum	10	36	6	11	10	9	



Figur 2.31 Frekvens av alle tofrøblada rotugras (antall ruter med funn av totalt 16, per år og skifte) ved omlegging til økologisk landbruk på Frydenhaugjordet, UMB (etter Sjursen 2001b). Omleggingen startet i 1992, full økologisk drift fra 1994.



Figur 2.32 Antall plantearter per m^2 i kanter og ulike avstander fra kanten i korn ved ulike driftsformer (etter Sjursen 2001).

2.2 Sjukdomsfremkallende organismer

Plantesjukdommer kan forårsakes av virus, sopp og bakterier, altså de samme gruppene mikroorganismer som gir sykdom hos mennesker og dyr. Også næringsforstyrrelser, for mye eller for lite vann og lys, for høy eller for lav temperatur, giftstoffer i naturen osv. er med på å hemme plantenes optimale utvikling. Dette skjer både direkte og indirekte ved å gjøre plantene mer mottakelige for sjukdomsangrep. Et sjukdomsangrep fører ikke alltid til tydelige symptomer. Livsfunksjoner og yteevne kan likevel være nedsatt. Motstandskraft eller resistens mot sjukdommer avgjøres av plantens gener, men også av en rekke fysiske/fysiologiske faktorer. Et menneskes motstandskraft kan bli nedsatt ved ulike former for stress. På samme måte vil noen planter lettere kunne bli utsatt for sykdom dersom de blir stresset, for eksempel ved tørke, næringsforstyrrelser eller lignende. Kunnskap om hva som påvirker plantenes motstandskraft er viktig når vi skal forsøke å begrense sjukdomsangrepene. Alle de fine samspillene i naturen gjør at dette blir komplisert. Best mulig kunnskap om disse sammenhengene vil uansett være et viktig middel for å forebygge sykdom hos plantene. Det vil nok være et urealistisk mål å hindre enhver form for «nedsatte helse» hos en plante, men det er et mål å strebe mot så sunne planter som mulig. I dette avsnittet vil vi særlig gå inn på livsstrategiene til de ulike sjukdomsfremkallende mikroorganismene, for å kunne forstå og dermed forebygge angrep av disse.

Hovedgrupper av sjukdomsfremkallende organismer

Sopper

Soppene er organismer med stor variasjon i størrelse, form og levemåte. Blant soppene finner vi alle overganger fra encellede via mikroskopiske arter til store hatsopper. Soppene vokser på, og skaffer seg næring fra levende eller døde planter eller dyr og svært mange er viktige nedbrytere i naturen. Parasittsoppene (tekstboks 2.13) på jordbruksvekster er mikrosopper, og kan som regel bare ses som et belegg av soppvev på planta, eller vi ser bare plantas reaksjon eller symptomene på soppangrepet. De fleste parasittsoppene er samtidig patogene, dvs. sjukdomsfremkallende. Av de om lag 100 000 soppartene vi kjenner, kan noe mer enn 10 000 arter framkalle sykdom på planter. De fleste sopper er saprofytter som lever av dødt organisk materiale, noen er parasitter uten at de dermed framkaller sykdom. Alle sopper absorberer all sin næring fra miljøet omkring. For å ta til seg næring må soppene skille ut enzymer som bryter ned cellulose, lignin, proteiner og andre organiske stoffer til enkle sukkerarter og aminosyrer de kan ta opp. En sopp som er parasitt på en levende plante kan fortsette å vokse som saprofytt på døde planterester. Sopper på ettårige planter kan på den måten overleve fra en sesong til annen hvis de ikke danner hvilestrukturer.

I dag mener man stort sett at sopper har felles opphav med planter og dyr tidlig i utviklingen av livet på jorda, og de fleste tilhører et eget sopprike, rike «Fungi». En gruppe sopper skiller seg imidlertid fra andre ved at de har cellulose i celleveggen. Disse kalles eggsporesopper, men er egentlig ikke ekte sopper. Her finner vi bl.a. tørråtesoppen. Eggsporesoppene har mange likhetstrekk med visse trådformete gulgrønnalger – noe som allerede ble hevdet av botanikere rundt midten av forrige århundre. Eggsporesoppene og *Hyphochytridiomycetes*, som tilhører samme klasse som eggsporesoppene, er i følge en hypotese kanskje de eneste «soppene» som har utviklet seg fra grønne forfedre, dvs. som opprinnelig

har hatt kloroplaster. Disse tilhører i dag rike *Chromista*, altså et annet rike enn de fleste sopper. Noen få andre sopper tilhører rike *Protozoa*. Disse kalles ofte «lavere sopper», og vi finner her blant annet klumprotsoppen.

Sopporganismen er bygd opp av hyfer og formeringsorganer. Hyfene er tynne tråder bestående av soppens trådformede celler. Cellene vokser i lengden og av og til dannes det sideskudd, slik at man får forgreininger av hyfene. Alle hyfene danner et nettverk som man kaller et mycelium. Når myceliet har nådd en viss alder, danner det som regel formeringsorganer. Herfra spres det sporer (figur 2.33), som er soppenes parallell til frø hos høyere planter. Danning av disse sporene foregår på svært forskjellige måter i de ulike soppsektene. De ukjønna sporene er dannet gjennom vanlig celledeling rett fra soppmyfene. De fleste sopparter danner i tillegg sporer som et resultat av kjønnet formering. I prinsippet foregår danning av slike sporer gjennom samme biologiske prosess som hos alle organismer. Det vil si at «avkommet» blir en blanding av kjernene til «foreldrene» og er derved opphav til nye genetiske kombinasjoner. Samme sopp kan produsere både kjønna og ukjønna sporer. Ofte blir kjønna sporer dannet i sammenheng med en hvileperiode eller etter overvintring. Ukjønna sporer blir produsert i store mengder og sprer soppen i vekstida. En type ukjønna sporer, kalt konidier, finner vi oftest i angrepne plantedeler, særlig da ved epidemiske plantesjukdommer som mjøldogg på korn.

Soppmycelet er ikke særlig «holdbart», dvs. at det brytes raskt ned i frigjort tilstand når vertsplanten dør. Sterk tørke eller frost vil som regel også bidra til mycelets død.

Tekstboks 2.13 Parasittsopper

En parasittsopp er en sopp som snylter på en annen levende organisme og tar næring fra denne. Noen parasittsopper lever kun på levende planter og er da biotrofe. Disse kalles obligate parasitter. Sopper som kun lever på dødt organisk materiale kalles nekrotrofe parasitter. Andre parasitter (utgjør de fleste andre sopper) kan leve på både dødt og levende organisk materiale og varierende næringsmedier. Disse kalles ikke-obligate parasitter. Av de ikke-obligate parasittene finner man sopper som lever det meste av tida på levende planter, men som kan gå over til å leve på dødt plantemateriale under spesielle omstendigheter. Disse er semibiotrofe og kalles fakultative saprofytter. Andre lever det meste av tida på dødt organisk materiale, men kan under spesielle omstendigheter angripe levende planter og bli parasitter. Disse kalles fakultative parasitter.

Mange sopper kan overleve ekstreme forhold ved at de danner ulike hvilestrukturer med stor motstandskraft. Eksempler på dette er tykkveggede sporer som kalles klamydosporer, eller tykkveggede sporehus som beskytter et innhold av sporer (hvileporangier). Hvilestrukturer kan også være sklerotier, som egentlig er en fortettet mycelklump. Det kanskje mest allment kjente eksempelet på et sklerotium er mjølauke eller meldrøye (tekstboks 2.14), som man kan finne i korn og grasarter. En annen vanlig sjukdomsfremkallende sopp (bl.a. i oljevekster) er storknolla råtesopp (figur 2.34) med det betegnende, latinske navnet *Sclerotinia sclerotiorum*.

Tekstboks 2.14 Mjølauke

Mjølauke – helsefarlig «medisinplante» var tittelen på en folder utgitt i 1992 som fagnytt i plantevern, skrevet av Leif Sundheim. Teksten nedenfor er et utdrag av teksten i folderen.

Mjølauke-soppen *Claviceps purpurea* er en snylter på korn- og grasarter. Fra smitta blomster vokser det fram svarte hvileknoller (sklerotier) isteden for frø. Hvileknollene blir to til tre ganger så lange som frøene og stikker ut gjennom agnene i blomsten. I grasarter med små frø, slik som kvein og timotei, blir hvileknollene bare noen millimeter lange. I korn kan de derimot bli 2–3 cm lange.

Mjølauke-soppen lever i et uvanlig samspill med planter i grasfamilien. Sporene til soppen spirer på arret omtrent som pollenkorn. Lander de på et arr som er pollinert, vil de ikke kunne vokse ned i fruktknuten. Hvis sporene derimot spirer like etter at blomsten har åpnet seg, vokser spiretråden fra arret gjennom griffelen ned i fruktknuten. Etter at fruktknuten er gjennomvokst av soppen vokser det fram konidiesporer som tyter ut sammen med sukkerholdig plantesaft fra blomsten. Dette trekker til seg insekter som sprer soppen fra plante til plante og fra blomst til blomst på samme plante. Tørt vær etter blomstring fremmer denne sekundærspredningen fra smitta blomster.

Hvileknollene vokser fram fra smitta fruktknuter i takt med veksten av frøene i friske blomster. Ved frømodning stikker hvileknollene ut gjennom agnene i blomsten. De løsner lett, faller ned på bakken og overvintrer. En del hvileknoller vil følge med korn eller grasfrø i skurtreskinga, og uten skikkelig rensing vil de kunne komme ut i åkeren med såvaren. Om våren spirer hvileknoller i jordskorpa med rødfargede fruktlegemer omtrent så store som et knappenålshode (på stilk). Spiringen og sporekastingen faller sammen i tid med blomstringen av gras og korn.

Mjølaukesoppen har mange vertsplanter i grasfamilien og er lite spesialisert. Det vil si at den kan smitte fra en grasart til en annen, og fra gras til korn. Rug har krysspollinering og mer åpen blomstring enn de andre kornartene. Derfor er mjølauke mer vanlig i rug enn i bygg og hvete. Havre er sjelden utsatt for mjølauke.

I tidligere tider var mjølauke i korn et alvorlig helseproblem for mennesker. De giftige alkaloidene i mjølauke får blodårene til å trekke seg sammen slik at blodsirkulasjonen til armer og bein blir redusert. Forgiftning kunne føre til koldbrann med påfølgende tap av fingre og tær, eller skader på nervesystemet, epileptiske kramper og død. I land med mye rugdyrking var det eksempler på at tusenvis av mennesker døde som følge av mjølauke i matkornet.

Giftvirkningen på husdyr ligner de som er skildret i eldre litteratur om mennesker med mjølaukeforgiftning.

«Mutterkorn», det tyske navnet på hvileknollene, viser til bruk av mjølauke i folkemedisin i gamle dager. Uttrekk av mjølauke ble bl.a. brukt til å sette i gang fødsler og til å stoppe blødninger.

Hvileknollene inneholder flere giftige alkaloider, deriblant ergotamin og ergotolin. Disse og andre alkaloider blir i dag brukt innen medisinen, blant annet mot migrene. Selv om en plante er infisert med mjølauke, er det bare blomsten (utvikling av hvileknoller i disse) som er giftig. Soppen lever ikke i resten av planten som dermed er fri for giftstoff.

Med moderne rensing av såkorn er det liten fare for å så ut hvileknoller med såkornet om våren. Derfor er mjølauke sjelden noe problem i korndyrkinga i dag. I grasfrøavl kan det derimot fortsatt være så sterke angrep av mjølauke at det går ut over avlingene. I godt stelte beiter vil graset ikke vokse fram til frømodning, derfor får ikke soppen tid til å produsere hvileknoller. I gras på utmarksbeite vil man ofte finne noe mjølauke.

Tiltak mot mjølauke vil bli omtalt i Bind 3 som omhandler plantevern i korn.

Arter i enkelte soppfamilier slik som mjølauke og *Fusarium* arter er i stand til å produsere giftige forbindelser kalt mykotoksiner. Slike sopper kan angripe korn i løpet av vekstsesongen og deretter danne giftige stoffer inne i kornet. (tekstboks 2.15). *Fusarium* er den viktigste mykotoksinproduserende soppen i korn i dag.

Tekstboks 2.15 Mykotoksiner i korn

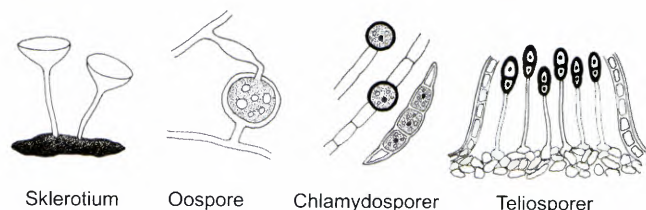
I flere soppfamilier finner vi sopparter som er i stand til å produsere giftige forbindelser, kalt mykotoksiner. Mykotoksiner i fôr og mat kan forårsake ulike plager og symptomer alt etter type og mengde. Det er også forskjeller mellom dyrearter i hvor raskt de reagerer på innhold av mykotoksiner i fôret. Reaksjoner kan være alt fra fôrvegring til abortering og problemer med lever og nyrer. Eksempler på mykotoksindannende sopp finnes i en rekke vekster over store deler av verden. *Aspergillus flavus* er et eksempel på en mykotoksinproduserende sopp som hovedsakelig opptrer i varmere strøk. Den kan danne aflatoksin, et svært giftig toksin som sporadisk kan finnes i f.eks. peanøtter. Ochratoksin er et annet toksin som dannes av en *Penicillium*-art. Dette toksinet kan blant annet forekomme i rosiner, vin og kaffe. Også korn fra våre områder kan inneholde ochratoksin, spesielt dersom kornet ikke er tørket tilstrekkelig raskt ned eller dersom det er lagret under fuktige forhold. Sopper fra slekten *Penicillium* vil ofte være tilstede på kornet ved høsting, men det er først og fremst på lager at enkelte av disse produserer ochratoksin. Sopper som kan skape problemer på lagret korn kalles ofte lagermuggsopper. Generelt har vi hatt lite problemer med ochratoksiner i norsk korn. På grunn av fare for dannelse av dette toksinet er det imidlertid svært viktig med rask nedtørring av kornet til 15 % vanninnhold. De viktigste mykotoksinprodusentene i korn i Norge kommer imidlertid fra soppfamilien *Fusarium*. Arter i slekten *Fusarium* angriper kornet i vekstsesongen og kan danne mykotoksiner i akset/kornet. *Fusarium* kalles av den grunn ofte for "åker-muggsopp". *Fusarium* er et stort problem i mange ulike vekster i store deler av verden.

Fusarium culmorum er en vanlig *Fusarium*-art under norske forhold. Denne arten danner toksinet deoksynivalenol, eller DON som det ofte forkortes til. Dette toksinet tilhører gruppa «trichothecener» som er den største gruppa *Fusarium*-toksiner. Arten *Fusarium avenaceum* er den vanligste arten på korn i Norge. Den trives godt under norske forhold, men er mindre vanlig sydover i Europa. Denne *Fusarium*-arten kan blant annet produsere toksinet moniliformin, et toksin som regnes for å være mindre skadelig. Generelt vil det være slik at fuktige somre fremmer angrep av *Fusarium* i kornet og dermed øker faren for høyere toksininnhold i kornet sammenlignet med tørrere somre. *Fusarium*-sporer smitter fra planterester på bakken og opp i akset ved regnsprut. Det er under kornets blomstringsperiode at kornet er spesielt mottakelig for *Fusarium*-infeksjon. I tillegg er det en ulempe dersom kornet blir stående lenge utover høsten i fuktig vær. At kornet er tørt ved høsting, og

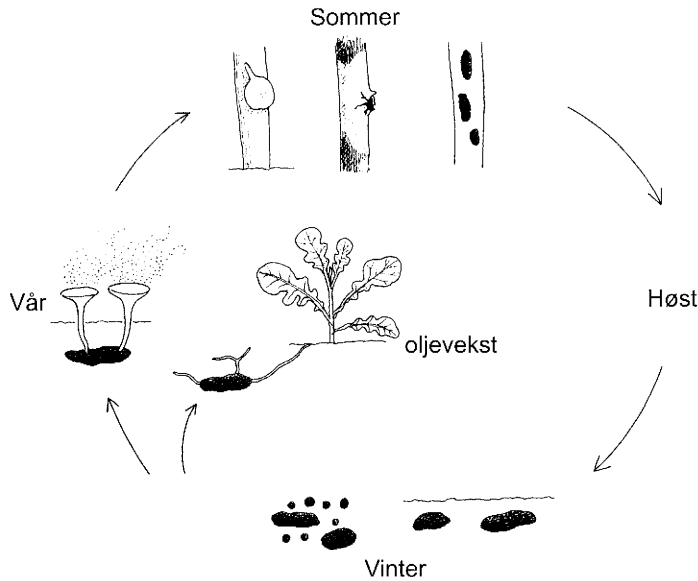
at fuktigere korn blir raskt tørket ned er viktig også for å unngå dannelse av *Fusarium* toksiner. *Fusarium* stopper imidlertid å vokse/producere toksiner ved ca 20 % vanninnhold, mens *Penicillium* kan danne ochratoksin helt ned imot 15 %.

Klimaforholdene i vekstsesongen er som nevnt viktige for *Fusarium*-infeksjon og dermed toksinnivået, men andre forhold har også betydning. Det er vist at redusert jordarbeiding, som fører til økt mengde planterester på, og i jordoverflaten, kan føre til høyere infeksjon av *Fusarium* og også noe høyere innhold av mykotoksiner. Vi har også sett at sprøyting med kjemiske soppmidler har ført til en økning av *Fusarium*-infeksjonen i kornet. Dette kan skyldes at andre sopper blir drept av soppmidlene, mens *Fusarium* ikke påvirkes særlig mye. Det er derfor en teori at en god del *Fusarium* som overlever fungicidbehandling faktisk får mindre konkurranse om plass og næring enn den hadde før sprøyting. Vekstskifte, gjødsling, tetthet i plantebestandet, bruk av stråforkorting og ulike sortsegenskaper vil også kunne påvirke et *Fusarium* angrep.

Forskning pågår fortsatt for å finne ut mer om hva som forårsaker variasjon i innholdet av *Fusarium*, og hvordan man kan lage prognoser for infeksjonsnivå av denne soppen.



Figur 2.33 Ulike typer sporer og organer for overlevelse av sopp.
Tegning: Hermod Karlsen.



Figur 2.34 Syklus for overlevelse, spredning og infeksjon av storknolla råtesopp i oljevekster. Soppen overlever om vinteren i form av sklerotier (fortettet mycelklump) i jorda. Sklerotiene spirer med apothecier (små hattsopper) ved tilstrekkelig fuktighet og temperatur i vekstsesongen. Sporer fra apotheciene spres ved hjelp av regnsprut og dersom oljevekstene er i full blomstring kan sopp sporer lande på kronblader som har falt ned i forgreiningpunkter på planta. Soppen vokser på kronbladene og kan vokse videre inn i stengelen fra forgreiningpunktene. Inne i stengelsen vokser soppen og skader ledningsvevet slik at plantene modnes og visner for tidlig. Det dannes nye sklerotier inne i stengelsen på slutten av vekstsesongen. Sklerotiene kan falle til jorda og overleve der, eller følge med ved tresking av oljevekstene og spres til nye områder sammen med såfrø.
Tegning: Hermod Karlsen.

Infeksjonsprosessen

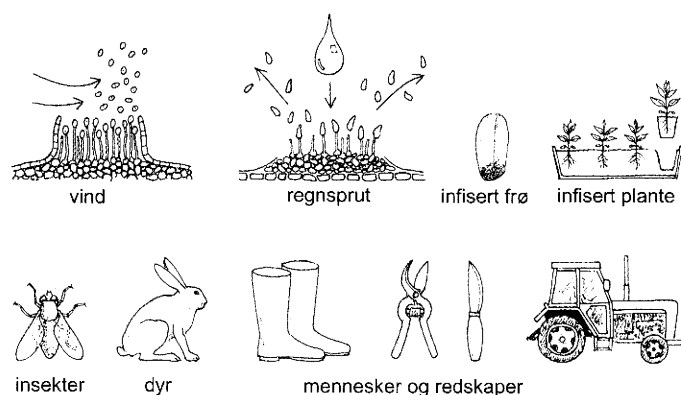
Infeksjonsprosessen innledes med at en sopp sporer spirer med en hyfe, og hyfespissen trenger inn i planten. Dette kan skje ved at hyfespissen trenger seg vei gjennom plantenes overhud (epidermis), eller de kommer inn gjennom naturlige åpninger i planten, for eksempel via spalteåpninger. Slike sopper kalles primære patogener. I andre tilfeller greier soppen bare å trenge inn dersom planten er såret i overhuden av maskiner, redskaper eller andre parasitter. Slike sopper kalles sekundære patogener. Ofte finner vi sekundære sopper i et plantevev som opprinnelig er angrepet av et primært patogen, noe som kan forstyrre symptombildet og gjøre det vanskelig å bestemme årsaken til infeksjonen.

Etter at planten er blitt infisert av en patogen sopp, tar det ofte noe tid før man ser resultatet i form av symptomer. Denne perioden uten synlige tegn på infeksjon, kalles inkubasjonstida. Soppen arbeider nå inne i plantevevet. Dersom soppen er aggressiv og skader eller dreper plantevevet raskt etter hvert som den trenger seg vei i planten, vil symptomene kunne bli synlige etter få dager, for eksempel som tørråte på potetblad. Inkubasjonstida er også avhengig av klimaforholdene og typen sopp eller patogen. Et eksempel på særlig lang inkubasjonstid finner vi hos stinksot, en frøoverført sjukdom som angriper høstvetete. Den kommer først til syne i akset under modning av kornplantene, selv om den opprinnelige infeksjonen startet året før under oppspiringen.

Spredning og smitteveier

De små og lette soppsporene fraktes lett med luftstrømmer og vind, fra plante til plante, åker til åker, landsdel til landsdel og land til land. Mjøldogg i bygg kan ikke leve saprofyttisk på dødt plantemateriale, derfor må den hvert år «fraktes» inn i landet med vindstrømmer fra Danmark/Sverige. Der det dyrkes vinterbygg, vil smitten kunne overleve i vinterbyggåkrene og spre seg derfra til vårbyggåkre tidlig i sesongen. Dette betyr tidligere angrep av mjøldogg i vårbyggåkre.

Vindspredning av sporer er nok den vanligste måten sopp blir spredd på, men andre veier betyr også noe. Regnsprut betyr mye for enkelte sopper som overlever i dødt plantemateriale på marka. Her blir sporene spredd ved at regndråper treffer sporulerende soppvev på marka som derved får fart og kan lande oppe på bladverket hvor soppen kan etablere seg og leve videre som parasitt. Soppsmitte fra plante til plante i samme åker blir en blanding av kontaktsmitte og spredning ved hjelp av vind eller luftstrømmer. Sopper som lever i jorda kan også angripe planter gjennom røtter. Soppselekten *Fusarium* inneholder flere ulike arter som er årsak til mange forskjellige sykdommer i ulike kulturer. Den kan smitte direkte fra jord til bl.a. potet, gulrot, kløver og korn. Den samme soppen smitter også ved hjelp av regnsprut opp i kornakset I kornet kan den overleve og spres videre dersom kornet brukes som såkorn. Infisert såkorn og såfrø er viktig som spredningsvei for en rekke ulike sykdommer. Smitte av sykdom kan også spres via løker og småplanter. Redskaper, maskiner, dyr og mennesker kan også være med på å spre plantesjukdommer, både over korte og lange avstander.



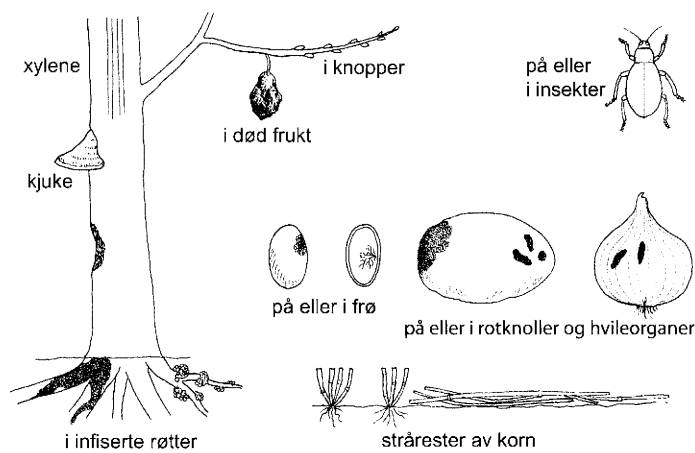
Figur 2.35 Eksempler på spredningsmåter for plantesjukdommer.
Tegning: Hermod Karlsen.

Bakterier

Sett i forhold til soppene forårsaker bakteriene færre plantesjukdommer. Noen av dem har imidlertid stor økonomisk betydning, og flere regnes som farlige skadegjørere, for eksempel i potet (ringråte). Bakterier er encellede organismer med fast cellevegg, men uten en cellekjerne. Derfor kalles de også prokaryoter som betyr «før kjerne» (rike = *Prokaryotae*). Formen på de plantepatogene bakteriene er stavformet. Bakterier vokser ved å dele seg i to. Noen bakterier henger sammen to og to eller flere i kjeder etter delingen. Under gunstige forhold kan bakterier dele seg en gang i timen eller oftere. Slik kan en bakterie gi opphav til noen millioner avkom i løpet av et døgn. Bakteriene danner da «kolonier», som kan ses som slimete masser med det blotte øyet. Artsgrensene er ikke alltid så tydelige, derfor har det vært mange endringer når det gjelder navnetsettingen hos ulike bakteriearter. Selv om bakterier deler seg og derved har ukjønn

formering, kan også deler av arvematerialet overføres mellom en del bakteriearter, særlig blant *Pseudomonas*-artene.

De fleste av de rundt 1600 kjente bakterie-artene medvirker i naturens husholdning ved nyttig omsetning og nedbrytning av plante- og dyrerester, mens et hundretalls arter er sjukdomsframkallende, bl.a. hos planter. Plantepatogene bakterier trenger seg inn i plantevev gjennom naturlige åpninger eller skadd vev, og lever i første omgang av stoffer som lekker ut av plantecellene. Bakteriene kan påvirke dette med å danne toksiner og enzymer som gjør at plantecellene og cellenes funksjon endrer seg og dermed gir synlige symptomer. For eksempel er bløttråte vanlige symptomer i poteter, rotvekster og grønnsaker. Visnesyke kan være resultatet av bakterievekst i plantenes ledningsvev. Plantepatogene bakterier danner ikke hvilespor, men har stort sett evne til å overleve ved å senke sin fysiologiske aktivitet til et minimum. På denne måten kan de tåle mer ekstreme forhold. Uten tilknytning til vertsplante-materialet har de fleste plantepatogene bakterier liten sjanse til å overleve i et miljø med andre, svært aktive mikroorganismer.



Figur 2.36 Steder og strukturer for overlevelse av sopp og bakterier.

Tegning: Hermod Karlsen.

Virus

Virus er årsak til mange farlige sjukdommer, og alle virus er parasitter i celler, helt fra encellede organismer til høyerestående planter, dyr og mennesker. Virus skiller seg fra alle andre patogene organismer, ikke bare i størrelse og form, men også i sin enkle kjemiske og fysiske oppbygning, infeksjonsmåte, formering, hvor de opptrer i plantevevet og hva slags symptomer de fremkaller. De er oppbygd av en nukleinsyre (arvestoff, DNA eller RNA) med en proteinkappe omkring. Vi kan ikke si at virus er levende organismer på samme måte som bakterier og sopper. Virus har ikke noe eget stoffskifte, og kan ikke ta til seg næring eller formere seg på egen hånd slik bakterier og sopp gjør. Virus kan formeres i planteceller ved at de lurer cellene til å bruke sine enzymer til dette formål. Slik sett er virus egentlig en bit genetisk informasjon som bruker plantas biokjemiske apparat til å formere seg opp for så å spre seg videre til nye celler og planter. Virus er derfor svært spesialiserte parasitter i plantene. Virus er så små at de ikke kan sees i vanlig lysmikroskop, men man må bruke et elektronmikroskop for å se og ta bilder av virus. Etter at et virus har brukt plantecellas apparat til å formere seg, kan de passere celleveggen og føres med væskestrømmen i ledningsvevet i plantene. Etter en tid vil alle deler av planta inneholde virus. Spredning fra plante til plante kan foregå med en vektor, som

er fellesnavnet på levende organismer som overfører virus. Vektorer kan være insekter (for eksempel bladlus), sopp og nematoder. Virus kan også overføres ved at blader kommer i kontakt med hverandre eller skader seg (for eksempel at hår blir brutt av). Dette kan for eksempel skje ved påvirkning av vind eller ved kjøring i åkeren. Virus kan også overføres ved vegetativ formering av plantemateriale, for eksempel via settepoteter. I vegetativt formerte vekster er det derfor svært viktig med virusfritt utgangsmateriale. Frø er imidlertid mindre utsatt for virusinfeksjon, siden virus ikke så lett går over i frøet. Frøformerte kulturplanter er derfor vanligvis mindre utsatt for virus enn vegetativt formerte planter.

Andre sjukdomsfremkallende mikroorganismer

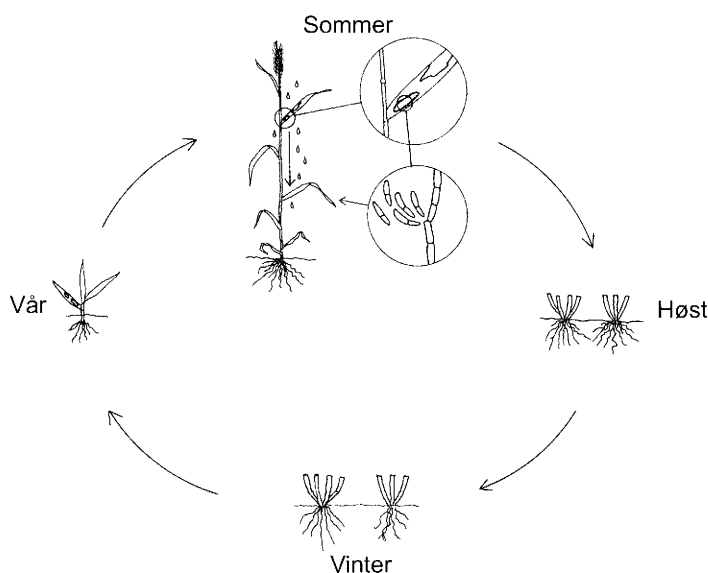
De tre gruppene mikroorganismer som til nå er omtalt, omfatter alle de viktigste sjukdomsfremkallende organismene i våre jord- og hagebruksvekster. Det finnes imidlertid to andre grupper med organismer som også kan fremkalle sjukdommer i planter. Disse kalles viroider og phytoplasma. Viroider er egentlig et virus uten proteinkappe, dvs. kun en bit genetisk informasjon. Viroider har vært klassifisert som en egen gruppe mikroorganisme, men er nå klassifisert som virus. Phytoplasma er nærmest en bakterie uten cellevegg. «Fyllodi» i blomster er et eksempel på en sjukdom fremkalt av phytoplasma. Blomsterfyllodi innebærer at det skjer en slags forgreining i selve blomsten slik at den får mange små og buskete utseende blomster der det normalt bare skulle vært en blomst.

Sjukdomsspredning – angrep og forsvar

Dersom vi betrakter verden fra sjukdomsorganismenes ståsted, vil deres liv være styrt av det samme instinktive «ønske» om formering og spredning som hos alle andre levende organismer. I dette ligger selvsagt svært ulike krav til omgivelsene, men innebærer for alle et viktig krav, nemlig tilgang på næring. Et plantepatogen finner maten pent servert i store mengder når vi i landbruket dyrker like vekster og arter over store områder og år etter år. Tilgang på næring er likevel ikke den eneste utløsende faktor for spredning og formering. Klimaforhold som temperatur, lys og fuktighet påvirker i høy grad utviklingen av en sjukdom. Plantenes resistens eller motstandskraft spiller også en stor rolle. Dette skal vi snakke mer om, men først skal vi se på hvordan noen av de sjukdomsfremkallende soppenes livssykluser kan arte seg.

Utbredelsen av en soppjukdom på en plante eller i en åker, skjer vanligvis ved gjentagelse av følgende prosess: spiring – infeksjon – vekst – dannelse av en ny generasjon sporer. Dette kalles en infeksjonssyklus. Tida det tar for en syklus å fullføres betyr mye for hastigheten av sjukdomsutbredelsen. Det samme gjør mengden sporer som dannes i en syklus og sannsynligheten for at de nydannede sporene greier å starte en ny infeksjonssyklus. Det siste henger mye sammen med de mikroklimatiske forholdene som er til stede. Noen patogener fullfører bare en eller deler av en syklus i løpet av et år. Sotsopper på korn er eksempler på sjukdommer med bare en syklus per sesong. Etter at et korn med sotsmitte har spirt, infiserer sotsoppen planta etter hvert som den vokser. Infeksjonen kommer først til syne i akset etter skyting og fram mot modning. Ved riktige forhold spres sotsporene fra akset og over i nye friske aks, men soppen kan ikke danne nye sporer på disse nyinfiserte aksene. Infeksjonen kan ikke ses med det blotte øyet, og først neste sesong, når prosessen har gjentatt seg, kan man se resultatet av sporespredningen året før. For eksempel kan stinksot pga. stor sporeproduksjon oppformere seg kraftig fra en sesong til en annen dersom forholdene ligger til rette for det. Svært mange sopper har imidlertid flere (fra 2–30) generasjoner per år. Slike sjukdommer infiserer først plantene fra en

primær smittekilde, for eksempel tørråte i settepotetknoller, mjøldogg som kommer med vind fra en infisert åker, eller grå øyeflekk fra infiserte planterester (figur 2.37). Under gunstige forhold dannes nye sporer på de nylig angrepne plantene, og slik kan sjukdommen spre seg videre fra stadig nye planter. Tenker man seg det enorme antall sporer som kan dannes på bare ett infeksjonssted, er det lett å forstå hvordan en sykdom med mange sykluser kan bre seg eksplosivt i løpet av kort tid under de rette forholdene. Disse sykdommene er med andre ord epidemiske.



Figur 2.37 Syklus for overlevelse, spredning og infeksjon av grå øyeflekk i bygg. Smitte av grå øyeflekk overlever på halmrestene gjennom høsten og vinteren. Soppen sporulerer i halmen og smitte spres til bladene på unge planter om våren. Når soppen infiserer bladene dannes det øyeflekker der soppen kan produsere nye sporer. Ettersom planta vokser spres sporene videre oppover ved hjelp av regnsprut. Tegning: Hermod Karlsen.

I prinsippet vil de samme forholdene være avgjørende for omfanget av en epidemi og omfanget av et angrep generelt. Det vil si at faktorer vi tidligere har nevnt som viktige for å få et angrep, vil også være viktige for utviklingen av en epidemi, men de riktige forholdene må i tillegg vare lenge.

Informasjon om disse faktorene er viktige for å forstå hvorfor et sjukdomsangrep utvikler seg som det gjør. Selv under tilsynelatende like forhold kan det være forskjeller i omfanget av et sjukdomsangrep, og kjenner vi de fleste faktorene kan vi kanskje lete oss fram til hvorfor det noen steder blir mindre sjukdom. Noe kan nok oppfattes som opplagt for de fleste, siden flere faktorer nærmest er allment kjent for de som dyrker jorda med interesse. Betydningen av vekstskifte eller valg av motstandsdyktige planter og betydning av fuktig vær er nok gammel kunnskap, men ikke mindre viktig å huske på.

Vi kan blant annet dele inn faktorene på følgende måte:

Vertsplantefaktorer

- Vertsplantens resistensnivå
- Variasjon i resistensnivå hos vertsplantene

(dvs jo større utbredelse av genetisk like planter med hensyn på resistens (monokulturer med samme sort), jo lettere kan et patogen tilpasse seg disse plantene. Variasjon i resistensnivå (for eksempel sortsblandinger) gjør det vanskeligere for patogenet å tilpasse seg)

- Vertsplantens eller plantedelens alder (mange planter er mer/bare mottakelig for sjukdom i visse stadier/bestemte utviklingstrinn)
- Type vertsplante (trær, busker, ettårige, toårige)

Patogenfaktorer

- Hvor aggressivt og/eller virulent patogenet er
- Hvor mye smitte (mengde inokulum) det er til stede
- Reproduksjonshastighet; hvor mange generasjoner/livssykluser patogenet har, og hastigheten på formering og sporedannelse
- Spredningsmåten til patogenet (sopper som oppformerer seg raskt og spres med vind eller regn forårsaker for eksempel lettere epidemier enn virus og bakterier som er avhengig av vektorer og formerer seg inne i planten)

Miljøfaktorer

- Fuktighet (nedbør, bladfuktighet, luftfuktighet, jordfuktighet; viktig for svært mange sopper og de fleste bakterier)
- Temperatur
- Solstråling (UV-stråler kan drepe enkelte organismer)
- Fritt vann/regn (viktig for spredning av en del organismer)

Dyrkingspraksis/menneskelig påvirkning

- Valg av skifte (jordtype og topografi påvirker mikroklima)
- Valg av «utgangsmateriale», for eksempel såfrø, settepoteter, småplanter m.m.
- Vekstskifte, jordarbeiding, gjødsling, plantetetthet, drenering, monokulturer m.m.
- Bekjempelsesmetoder: forebyggende (bruk av resistente sorter m.m.) og direkte (sanering, biokontroll, kjemisk m.m.)
- Introduksjon av nye patogener, for eksempel ved reiser, import
- Avstand til smittekilde, for eksempel kantvegetasjon

Hvordan planter kan unngå sjukdom

Noen planter blir lettere angrepet av sjukdom enn andre. Evna til å motstå eller overvinne angrep av et patogen, kalles resistens. På samme måte som ulike sorter varierer i resistens overfor for eksempel en patogen sopp, kan soppen variere i aggressivitet overfor planten. Dette kalles virulens. Selv planter som i utgangspunktet er mottakelig for et bestemt patogen, vil ha en viss grad av noe vi kaller for uspesifikk resistens mot «sine» patogener. Dette kalles ofte for generell resistens, eller feltresistens. Som navnene tilsier, beskytter ikke denne resistensen planta fra å bli infisert, men bremser utviklingen av sjukdommen på de enkelte plantene. På den andre siden har vi spesifikk resistens, som kan gjøre en plante helt eller svært motstandsdyktig mot angrep av et bestemt patogen. Spesifikk resistens bestemmes av få gener mens uspesifikk resistens bestemmes av mange gener. Dette gjør at spesifikk resistens lettere vil kunne overkommes av patogenet, og planta vil kunne miste sin resistens. Uspesifikk resistens, eller feltresistens er ikke fullstendig, men til gjengjeld mer robust og varig.

En plante som i utgangspunktet er mottakelig, kan av og til «unnslippe» en sjukdom. Dette kan skje på grunn av den enkelte plantes fysiologiske egenskaper. Frøene kan for eksempel modne tidligere enn plantene rundt, eller herdingen skje tidligere enn andre planter av samme sort. Alder spiller ofte en rolle siden noen planter bare er mottakelige for et patogen i visse stadier av sin utvikling. I mange tilfeller unnslipper plantene sjukdom fordi de vokser i blanding (sortsblandinger, artsblandinger) med andre ikke-mottakelige planter. Mengda inokulum eller smittestoff som når fram til disse plantene blir mindre enn hvis de vokser i monokultur.

Mange planter unnslipper et angrep av *Pythium* og *Phytophthora* dersom temperaturen er høy og jordfuktigheten lav, mens for eksempel hvete unngår liknende sjukdommer forårsaket av *Fusarium* og *Rhizoctonia* hvis temperaturen er lav. Den vanligste grunnen til at sjukdom ikke utvikler seg er manglende fuktighet i form av regn eller dugg. I såkalte tørre år er utbrudd av tørråte, epleskurv og andre sjukdommer langt færre enn i fuktige år. Patogenene trenger ofte en vannfilm på planten, eller høy luftfuktighet, i nesten alle stadier av sin livssyklus. Vi har imidlertid også eksempler på patogener som utvikler seg bedre under tørre forhold, og som hemmes av regn eller vanning. *Streptomyces scabies*, eller flatskurv på potet, er eksempel på en slik sjukdom som man altså kan «vanne» seg bort fra. Dette er fordi bakteriell antagonisme mot flatskurv fungerer for dårlig under tørre forhold. En annen faktor er pH. Klumprotsoppen blir hemmet av høy pH, mens nevnte flatskurvsopp hemmes av lav pH.

Enkelte sortsegenskaper hos plantene kan gjøre at de unnslipper sjukdom selv om de for øvrig er mottakelige. For eksempel slipper tidlige potetsorter som regel lettere unna tørråte enn sene sorter. Dette er fordi knolldanningen allerede er i gang før tørråteinfeksjonene setter inn. Tidlige sorter er faktisk ofte mindre resistente enn sene sorter, men unngår altså lettere infeksjon pga. sin tidlighet. Rask vekst kan også gjøre at plantene «vokser fra» et sjukdomsangrep. Hvis vi bruker disse forskjellene bevisst, kan det være med på å begrense sjukdomsomfanget hos den enkelte dyrker, i den enkelte åker osv.

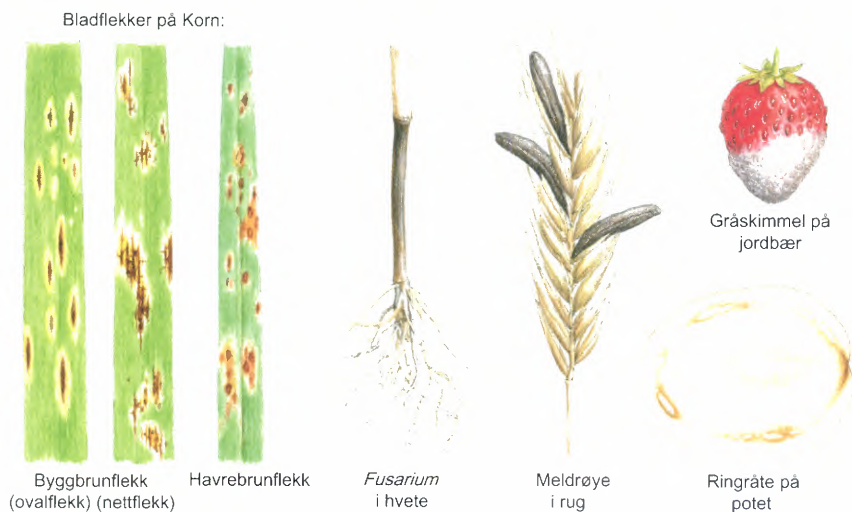
Symptomer på skade

Symptomer på sjukdomsangrep kan for eksempel være tydelige flekker, spesifikke for en sjukdomsorganisme, noe som gjør det enkelt å stille diagnose. Andre kan være diffuse og lite særpregede. Ved usikkerhet kan det være nødvendig å ta i bruk mikroskop eller annet teknisk utstyr eller metoder for sikkert å kunne fastslå hva som er årsaken. Det finnes mye godt bildemateriale og diagnoseverktøy for de som vil lære å kjenne sjukdomssymptomer fra hverandre. Her i boka skal vi omtale symptomer mer generelt.

Det finnes typer symptomer som ofte skyldes en gruppe sjukdomsorganismer. For eksempel vil en svulst eller bløtråte som regel være forårsaket av en bakterie, mens rust og mjøldoggbelegg er dannet av sopper. Tabell 2.9 viser hvilke symptomer de ulike sjukdomsorganismene kan lage, mens figur 2.38 viser hva som menes med noen av symptomnavnene som nevnes i tabellen.

Tabell 2.9 Symptomer på sopp, virus og bakterier

	Sopp	Virus	Bakterier
Bladflekker	X	(X)	X
Avdøde plantedeler (nekroser)	X	X	X
Sotsporeklumper	X		
Rustflekker	X		
Svulster			X
Visning	X		X
Redusert vekst		X	
Vekstforstyrrelser	X	X	
Fargeendringer/kloroser	X	X	(X)
Tørrrâte/tørre råter	X		
Blørrâte/bløte råter	X		X



Figur 2.38 Noen eksempler på symptomer på sjukdomsangrep i ulike vekster.
Tegning: Hermod Karlsen.

Enkelte av de nevnte symptomene kan også skyldes andre skadegjørere, for eksempel kan redusert vekst skyldes nematodeangrep.

Sopp, virus og bakterier gir mer eller mindre ulike symptomer på plantene. Angrep av en skadegjører er imidlertid ikke det eneste som kan gi symptomer. Næringsmangel kan i en del tilfeller gi liknende symptomer som for eksempel et soppangrep. Å kunne skille symptomer på sjukdom fra andre typer stress og mangler er avgjørende ved valg av videre strategi.

Noen eksempler: Et angrep av en levende organisme på en grønn plantedel, som et blad, vil som regel føre til en bleking av bladet, eller «klorose» som dette kalles. I neste omgang vil den angrepne delen kunne dø og bli brun. Dette kalles nekrose. Næringsmangel vil også kunne gi nekrotiske flekker på bladene, men disse vil ofte opptre i et mer regelmessig mønster enn tilfellet er for en levende skadegjører. Det er imidlertid vanskelig å gi generelle regler fordi det alltid finnes unntak.

Å kjenne de ulike symptomene fra hverandre kan selvsagt virke som en omfattende og vanskelig oppgave. Med noe kunnskap om grunnleggende og viktige symptomer og kjennetegn har man imidlertid en god basis.

Sjukdomsorganismers betydning i et økologisk driftsopplegg

Økologisk produksjon i seg selv er ikke en garanti mot sjukdommer, men forebyggende tiltak og strategier preger denne driftsmåten sterkere enn det som er vanlig i konvensjonell produksjon.

Økologiske gårdsbruk vil som regel ha en mer allsidig drift enn konvensjonelle gårdsbruk. Typiske vekstfølgesjukdommer (sjukdommer som kommer av dårlig vekstskifte) vil være mindre problematiske ved allsidig drift og godt vekstskifte. Sjukdommer som følger såfrø og såkorn vil derimot kunne bli mer problematiske ettersom muligheter for direkte behandlingsmetoder i form av beising er mer begrenset. Pløying er nok mer utbredt ved økologisk drift enn ved konvensjonell drift i dag. Pløying begraver planterester og kan begrense spredning av enkelte sjukdommer som overlever i slike rester. Slik kan man fortsette å se på enkelt-tiltak og i hvilken grad disse kjennetegner driftsformer og samtidig påvirker sjukdomssituasjonen.

Allsidigheten varierer i dag mye både innenfor det økologiske og innenfor det konvensjonelle landbruket. Forskjeller i sjukdomssituasjonen vil eksistere mellom de fleste gårdsbruk som følge av alle ulike forhold som er med å påvirke sjukdomsutviklingen. Selv om man kan si noe svært generelt om sjukdomssituasjoner på økologiske og konvensjonelle gårder, er det til syvende og sist driftsopplegget sammen med gårdens naturgitte forhold som avgjør. En allsidig drift med gode omløp vil i stor grad ha betydning for sjukdomssituasjonen enten det gjelder økologiske eller konvensjonelle bruk. Slikt sett er det kanskje viktigere å se på hvordan sjukdommer blir påvirket av konkrete dyrkingstekniske tiltak, for eksempel omløp/vekstskifte, jordart, næring (type og mengde) og jordarbeiding. Dette blir nærmere omtalt i neste kapittel av boka.

2.3 Skadedyr

«Hvilken vidtløftig og vanskelig oppgave det ofte kan være at få undersøgt riktig grundigt de forskjellige smådyrs hele livs- og utviklingshistorie, der ved sin levevis får økonomisk betydning som skadedyr for vore kultur planter.»

Konservator W. M. Schøyen 1888

For å forstå insekters og andre dyrs opptreden som skadedyr er det nødvendig med en enkel innføring i hvordan skadedyrene er bygd opp, hvordan de opptrer, overvintrer, oppformerer seg, finner vertsplantene og gjør skade.

Klassifisering

Når man omtaler skadedyr på planter i økologisk landbruk er det først og fremst insekter det tenkes på. I tillegg kommer nematoder (se eget avsnitt lengre bak), midd, snegler, smågnagere og storvilt. Pattedyrene skal ikke behandles i denne boken. De insektsordnene som er mest aktuelle som skadedyr er (rangert fra mest primitive til mest utviklete) saksedyr, trips, plantesugere, biller,

sommerfugler, tovinger (fluer) og veps (planteveps). Vi omtaler ofte midd sammen med insekter. Midd er edderkoppdyr, men i likhet med insekter tilhører midd overordenen *Arthropoda*, leddyr.

Skadedyrene kan grupperes etter type munndeler og type skade. De kan gjøre skade enten under egglegging, spising eller fordi de påfører planten sjukdomsframkallende organismer som bakterier, virus, o.l. I tillegg er det noen få arter som krøller bladene rundt seg for ly, og dette kan skade plantene, spesielt hvis vekstpunktet blir dekket over. Noen arter stikker eggleggingsrøret inn i plantevevet, og dette kan gi små prikker på plantene og eventuelt være inngangsporter for plantesjukdommer. Munndelene har ulik utforming hos ulike skadedyr. Stikkende-sugende munndeler finner vi bl.a. hos bladlus og teiger. Disse suger plantesaft. Skaden kan være bladkrusing og dødt plantevev. Hos noen arter blir et toksin som dreper plantecellene spyttet inn i planten, og dette kan føre til at bl.a. vekstpunktet dør eller deler seg på en unormal måte. Flere av disse sugende skadedyrene utskiller en sukkerholdig væske (honningdugg) som gir grobunn for svertesopp på planteflaten, noe som går ut over både fotosyntese og produktkvalitet.

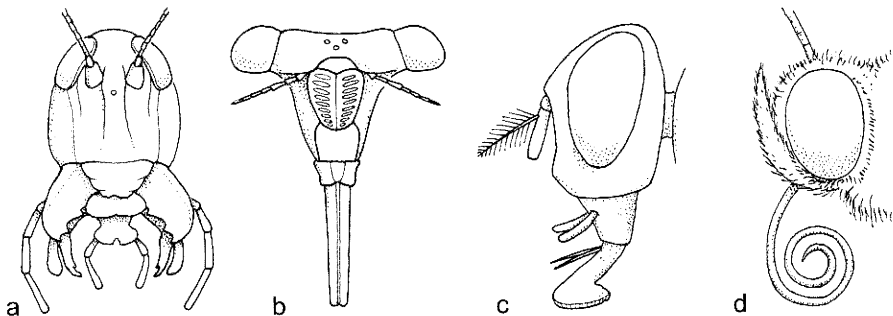
Både trips, midd, snegler og nematoder spiser på en måte som kan karakteriseres som suging av plantesaft. Fra trips, midd og snegler er skaden oftest celledød som er synlig på planteflatene. Noen ganger kan snegleskade gå dypere i plantedelene slik at det ligner gnagskade. Nematodeskade vil oftest oppfattes som svak vekst eller visning og det er vanlig å overse et angrep før nematoder er funnet i prøver.

Minering i plantene, som sees som ganger eller «tunneler» i plantedelene, gir forskjellige typer skade avhengig av hvilken plantedel det er i. Det er oftest larver av sommerfugler, fluer og noen biller som minerer i planter. Hvis det er i røttene kan det føre til visning og evt. plantedød. I andre plantedeler kan det forårsake forringet kvalitet, råte, og hvis angrepet er sterkt, kan planten dø eller avlingen utebli.

Den skaden som er mest iøynefallende er gnagskade. Insekter med bitende-gnagende munndeler gnager tvers gjennom plantematerialet. Som regel gir dette redusert bladareal for fotosyntese eller direkte skade på produktet. Noen ganger kan plantene snauspises eller ødelegges totalt fordi de blir gnagd av ved jordoverflaten. Insekter som gnager er vanligvis larver av sommerfugler, planteveps eller biller, eller voksne biller (tabell 2.10).

Tabell 2.10 Munddelenes utforming hos noen skadedyr og skaden de forårsaker (se også figur 2.39)

Gruppe	Larve	Voksen	Skade
Saksedyr	Bitende-gnagende	Bitende-gnagende	Flisete gnag
Teger	Stikkende-sugende	Stikkende-sugende	Celledød og veksthemming (toksin i spyttet)
Bladlus	Stikkende-sugende	Stikkende-sugende	Bladkrølling og virusmitte
Kvitfly	Stikkende-sugende	Stikkende-sugende	Suger ut plantesaft og svekker bladene
Sikader	Stikkende-sugende	Stikkende-sugende	Suger ut plantesaft og svekker bladene
Skjoldlus	Stikkende-sugende	Stikkende-sugende	Suger ut plantesaft og svekker plantene
Sugere	Stikkende-sugende	Stikkende-sugende	Bladkrølling
Trips	Skrapende-sugende	Skrapende-sugende	Flekker og striper
Sommerfugler	Bitende-gnagende	Sugesnabel (ikke skadedyr)	Miner og hullgnag
Tovinger	Bitende-gnagende munnhakker	Stor variasjon, alle lever av flytende føde (ikke skadedyr)	Miner og ganger, celledød og veksthemming fra gallmygglarver
Bladvæps	Bitende-gnagende	Ofte bitende-gnagende	Hullgnag
Biller	Bitende-gnagende	Bitende-gnagende	Hullgnag, noen minerende larver
Midd	Stikkende-sugende	Stikkende-sugende	Avfargete flekker
Nematoder	Munnbrodd	Munnbrodd	Celledød og forvridd vekst
Snegler	Raspetunge	Raspetunge	Skråkantete og flisete hull



Figur 2.39 Munddelene hos a) gresshoppe (bitende-gnagende), b) sikade eller tege (stikkende-sugende), c) flue (svampeaktig) og d) sommerfugl (sugesnabel).

Tegning: Hermod Karlsen.

Nematoder

Nematoder (rundormer) er virvelløse dyr der kroppsvæsken fungerer som skjelett (hydrostatisk skjelett). Det osmotiske trykket gir kroppen stødighet og form, og muliggjør nematodenes svømmende bevegelsesmåte. De har de samme organsystem som finnes hos andre dyr, men mangler hjerte- og pusteorgan. Nematoder finnes i alle biotoper over hele jordkloden og er den største gruppen av flercellede dyr. De fordeler seg over 250 familier som igjen grupperes i nærmere 20 ordener, hvor orden *Tylencida* omfatter det største antallet

nematoder som lever på planter. En næringsøkologisk basert inndeling for disse nematodene er:

- rotnematoder som lever fritt i jord, hvorav noen kan vandre ut og inn av planterøtter, andre kan være fastsittende inne i rota
- knoll- og stengel­nematoder
- bladnematoder
- bladgall- og frøgallnematoder

Mer utdypende informasjon om nematoder som skadedyr finner du i tekstboks 2.16.

Tabell 2.11 Viktige planteskadelige nematoder

Norsk navn	Noen planter som skades
Potet­cystenematoder	Potet
Korn­cystenematoder	Korn, gras
Kløver­cystenematoder	Kløver, belgvekster
Grascystenematoder	Gras
Kroknematode	Korn, gras
Stengel­nematode	Frø, løk, purre, kløver, blomsterløk
Potetråtenematode	Potet, narcisser, gulrot
Furuvednematode	Bartrær
Rotgallnematoder	Potet, grønnsaker, hagebruksvekster
Rotsårnematode	Potet, grønnsaker, frukt, bær, korn, gras
Bladnematoder	Jordbær, veksthusplanter
Stuntnematoder	Korn, gras
Torvnematode	Roser, veksthusplanter
Nålnematoder ¹⁾	Jordbær, gras, grønnsaker
Dolknematoder ¹⁾	Frukt, bær, veksthusplanter
Stubbrotnematoder ¹⁾	Potet, grønnsaker

¹⁾ Overfører også virus.

Tekstboks 2.16 Nematoder

Av kjente nematodeslekter er ca. 7 % parasitter på planter og 41 % parasitter på dyr, mens resten er frittlevende med forskjellige levesett. Om lag 2200 nematodearter lever på planter, men under nordiske forhold er kanskje bare 100 av disse skadelige i ordets rette forstand. Det store flertallet kan snarere benevnes som vekstspisere, som tar seg en «jafs» av plantene uten at veksten lider nevneverdig av det.

Nematoder finnes over alt, og i en kvadratmeter jord kan det finnes millioner av dem. Vanligvis er de mikroskopiske, trådformede dyr som lever av døde dyre- og planterester i jord eller sediment, eller som parasitter på dyr, mennesker og planter. Omfanget av skader forårsaket av nematoder som lever på eller inne i planter er avhengig av nematodeart, antall individer, planteslag, jord- og klimaforhold. Angrep reduserer avling og kvalitet, og kan forkorte vekstens levetid. Plantevev som er skadet av nematoder er mer utsatt for sykdom forårsaket av sopp og bakterier. Dessuten kan enkelte nematoder overføre virus til planter. I felt er det vanlig å finne flere arter av skadelige nematoder i det samme område. I jordbruksområder, hvor dyrkingen må anses som spesialisert, finner en ikke samme balanse mellom nematoder og

planter som det man gjør i uberørt natur der nematoder gjennom mer enn 400 millioner år har utviklet seg sammen med sine respektive vertsplanter.

De fleste nematoder som finnes i jord- og plantematerialer er 0,3–1,0 mm lange, men noen kan også bli så lange som 5–7 mm. I hovedsak er de gjennomsiktige og dermed vanskelig å se uten bruk av mikroskop. Unntaket er cystenematoder hvor hunnene fra om lag midten av vekstsesongen kan sees med det blotte øye på rotsystemet hos en del planteslag. Velkjent er potetcystenematoder (potetå) som kan sees på potetrota som knapt millimeterstore runde hvite og gule kuler fra cirka 40 dager etter setting. For cystenematoder på korn tar det normalt 70 dager fra såing før man ser de hvite små kulene på rotsystemet.

Særlig hos arter av cystenematoder og stengel-nematoder forekommer flere raser, også kalt patotyper. Nematoder av ulike raser innen en art er utseendemessig helt like. For å skille de forskjellige rasene benyttes derfor spesielt utvalgte testsorter som er tilpasset nematodearten. Rasebestemmelse gir kunnskap om sorter av et planteslag er mottakelig for bestemte populasjoner av nematoder, eller om sorten er motstandsdyktig (resistent). Dette er viktig kunnskap for dyrkeren med tanke på riktig sortvalg for å oppnå så god avling som mulig.

Generelt gjennomgår nematoder fire ungstadier og hudskifter fra egg til de blir voksne. Det er andre ungstadiet som klekker fra egget. For å trenge gjennom celleveggene, enten for å kripe inn i planta eller bare for å spise, har nematoden en spiss munnbrodd. Denne brodden er et spesielt kjennetegn for gruppen som tilhører nematoder som spiser på levende planter. Hver art av nematoder har sin spesielle livssyklus. Under våre klimatiske forhold er det noen nematoder som i løpet av sommermånedene rekker å ha flere generasjoner, for eksempel rotsårnematoder. Men det finnes også de som bare rekker én generasjon i året, slik som cystenematoder. De fleste nematoder legger sine egg direkte i jorda. Noen tar imidlertid bedre vare på eggene sine for å øke sjansen for arten å overleve. Flere nematoder har ekstrem overlevelsesstrategi. Benevnelse som kryptobiose (hemmelig liv), anabiose («gjenoppstandelse»), eller anhydrobiose, er kjente begreper. Som det siste navnet antyder, tilpasser nematodene seg tørke gjennom selv å tørke ut slik at all fysiologisk aktivitet stopper, for så å «vekkes til liv» når ytre faktorer, først og fremst vannrelaterte, blir ideelle. I denne tilstanden kan nematodene overleve i svært lang tid, faktisk flere titalls år, og utstå ekstreme påvirkninger. Potetcystenematoder er en slik art. Her legges eggene inne i hunnens kropp, og når hun dør, omdannes skallet til et ganske motstandsdyktig skall. Selv uten vertsplante i mer enn 40 år har man fått klekking fra slike cyster.

Nematoder er ikke bare skadelige. Noen kan anvendes som modellorganismer i utviklingsbiologisk forskning, som bioindikatorer på miljøforandringer, og ved biologisk bekjempelse av insekter og snegler. (se Kapittel 4 om biologisk kontroll)

Nematoder er i hovedsak enkjønnet. Flere planteparasittære nematoder, for eksempel rotgallnematoder, har kjønnsløs forplantning i form av jomfrufødsel.

Symptom på skade av nematoder viser seg ofte som flekker med misvekst i åkeren. På plantene er ikke alltid symptomene like entydige, og krever ofte hjelp av mikroskop.

Siden nematodene i seg selv er stasjonære, må de ha hjelp til forflytting over lengre avstander. Hjelpen kan komme fra vind, flomvann, jordarbeid, redskap, transport, plantesalg, m.m., men som hovedregel er det i forbindelse med at jord flyttes på et eller annet vis.

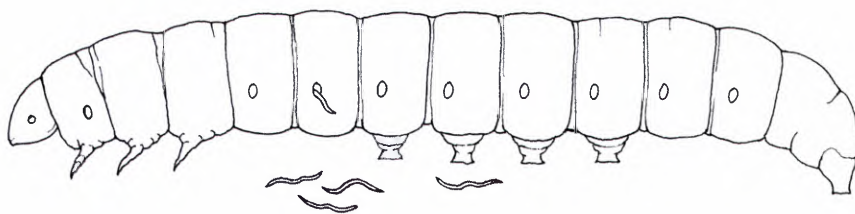
Bekjempelse av nematoder er i mange tilfeller vanskelig. Naturlige fiender som spesielle sopper, bakterier, rovnematoder, o.a. kan finnes i jorda, men det gjenstår ennå å få slike system til å fungere maksimalt med tanke på å hindre avlingstap. Blant annet solarisering, varmebehandling, damping, drukning, brakking, og valg av ikke-vertsplanter kan være tiltak for å redusere nematodebestand. Frost kan også gjøre at en del nematoder fryser i hjel, men for eksempel for potetcystenematoder må man ned under $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ før det blir noe hjelp av betydning. Forebyggende tiltak som renhold, valg av riktig plantemateriale, vekstskifte, og analyse av jordprøver for nematoder er svært viktig for å redusere og hindre skade av nematoder i plantekulturen.

Biologi – insekter

Insektfysiologi

Hvis vi skal bekjempe insekter som er skadedyr kan det være en fordel å kjenne til deres oppbygging slik at vi kan utnytte de svakhetene som finnes. Ytterst har insekter et tynt lag som består av vokslike stoffer som er syrebestandige. Dette gir beskyttelse mot inntørking, fuktighet og noen sykdomsorganismer. Under dette laget er det to porøse lag som inneholder kitin som gir beskyttelse mot vanlige etsende kjemikalier. Under kitinlaget er selve huden og under den er et membran. Til sammen danner alle disse lagene det som tilsvarende skjelettet hos insektet.

Insektskroppen er delt opp i flere segmenter (ledd), og mellom disse mangler det harde, ytre laget som ellers dekker leddene. Dette gjør kroppen bevegelig. De myke partiene kan også være svake punkter der f.eks. sopppatogener kan få fotfeste. I tillegg er det mange åpninger gjennom huden i forbindelse med kjertler og pustehull og disse kan brukes av bl.a. nematoder som angriper insekter (se figur 2.40).



Figur 2.40 Patogener utnytter svake punkter til angrep av leddyr. Figuren viser insektpatogene nematoder som angriper en sommerfugllarve via pustehull.
Tegning: Hermod Karlsen.

Sanseorganer som brukes i forbindelse med utvelgelse av føde (planter) er lukt-, syn- og smaksorganer. Det er oftest voksne hunner som søker seg fram til plantene som skal være mat til avkommet. Lukteorganene sitter hovedsakelig i antennene hos voksne insekter (figur 2.41) og i munnområdet hos larver.

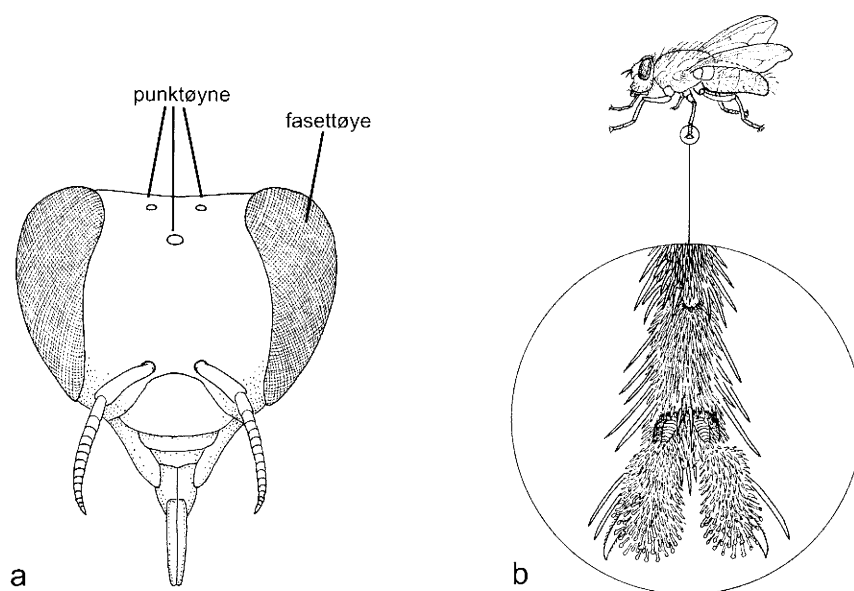


Figur 2.41 Nattflyhann sett forfra. Antennene har hundretusener av celler som er reseptorer for lukt.

Foto: Ernst Priesner.

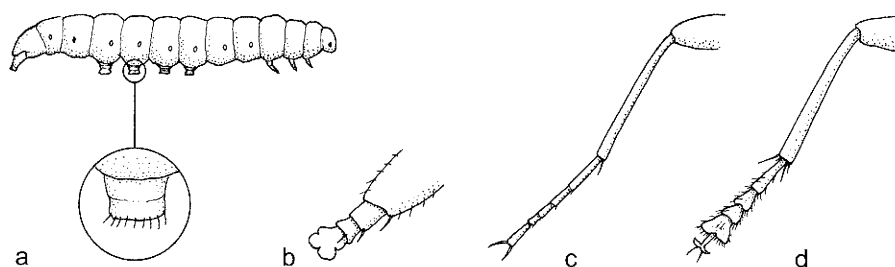
Synsorganene er alltid på hodet og består av punktøyne og fasettøyne (figur 2.42a). Punktøynene oppfatter lys og mørke, mens fasettøynene bl.a. oppfatter bevegelse, avstand og farger. Fasettøynene er mer utviklet hos predatorer som skal fange byttet enn hos jordboende plantespisere som f.eks. rotlus.

Smaksorganene brukes til å bestemme om maten (f.eks. en plante) er riktig eller ikke. De fleste smaksorganene sitter i og rundt munndelene, men hos flere arter sitter de også på føttene (figur 2.42b). Dette gir insektet muligheten til å smake på maten raskt etter landing og godta eller avvise den uten å bruke mye tid. I tillegg har noen arter smaksorganer i eggleggingsrøret som brukes til å velge hvor eggene skal legges.



Figur 2.42 a) Fasett- og punktøyne. b) En del smaksorganer er i hårene på insektfoten. Dette gjør at insektet kan ta imot smakssignaler raskt etter landing og bruke dette i plantevalg. Tegning: Hermod Karlsen.

Insekter som lever på planter har utviklet seg slik at de får feste på plantene. Mange arter har spesielle strukturer på føttene som gir dem feste (figur 2.43). Dette kan være kroker, hår, sugekopper eller kjertler som produserer klebrige stoffer som gir en «post-it»-effekt. Det er dette som gjør at dyrene kan gå opp en rett vegg eller stå opp ned i taket.

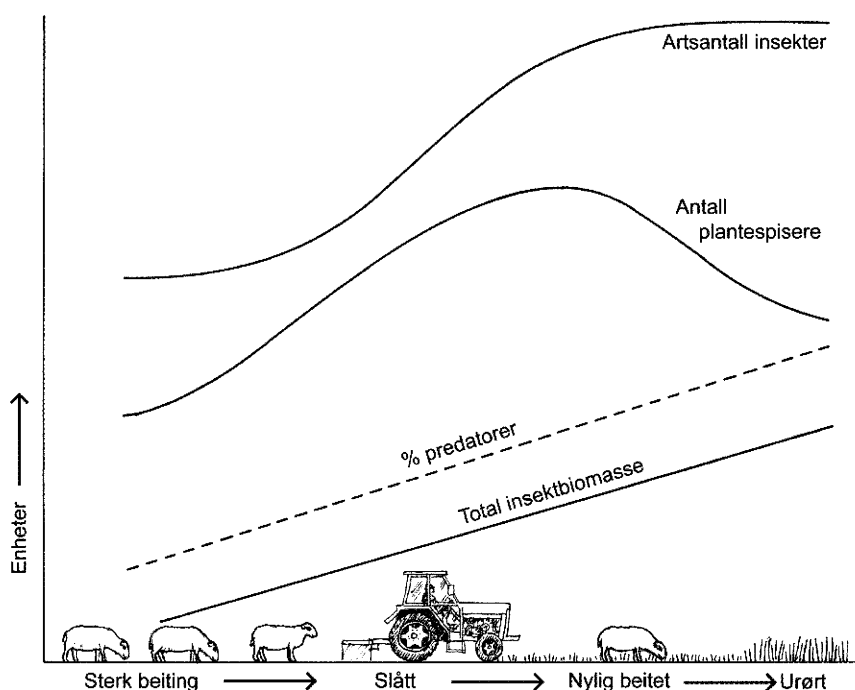


Figur 2.43 Føtter hos a) sommerfugllarve. Forstørrelsen viser kroker som gir feste på planten. b) trips. Den blæreaktige tuppen suger seg fast på planten. c) foten til en løpebille som ikke går på planter. d) foten til en løpebille med kroker og hår som gir feste på planter. Tegning: Hermod Karlsen.

Økosystemet på dyrket mark

Å forstå hvordan et enkelt individ opptrer på laboratoriet er ikke nok til å forklare atferden på dyrket mark. Dyrene lever sammen i populasjoner og det er egenskapene til populasjonene som betyr mest for skadeomfanget. Skadedyrenes populasjoner er avhengige av andre dyr, vertsplantepopulasjoner, klima, jordsmonnet og terrenget. Målet med skadedyrstudier er å forstå hvordan økosystemet som skadedyrpopulasjonen er en del av, fungerer. Denne forståelsen vil hjelpe oss til å påvirke utviklingen av skadedyrpopulasjonene slik at vi unngår økonomisk skade ved å gripe inn i økosystemet.

Økosystemet på dyrket mark utsettes for mange forstyrrelser. Pløying, harving, o.l. «stiller klokka» tilbake hvert år. Dette påvirker faunaen sterkt i forhold til mer uforstyrrede naturlige økosystemer. Ikke minst ettårige kulturer, som for eksempel korn, er ofte dyrket på en måte der jorda ligger brakk etter høsting. Dette reduserer både mengda og mangfoldet av dyreliv på det stedet. I en klassisk undersøkelse i England ble det for eksempel funnet ti ganger så mye leddyr i naturlig grasmark som i en kornåker. Også slåtten reduserer mengden leddyr og reduksjonen er større hos nyttedyr enn skadedyr (figur 2.44).



Figur 2.44 Effekt av inngrep i grasmark på insektenes artsantall, antall plantespisere, prosent predatorer og biomasse (etter Southwood 1971).

Tegning: Hermod Karlsen.

Den korte tida vi dyrker åkerkulturer fører også til lavere artstall av dyr. Dette gjelder mest for rovdyr og parasitter. Antall plantespisende arter blir også redusert, men antall individer pleier å øke sterkt. Dette gjør det vanskelig å bygge opp en balanse mellom skadedyr og nyttedyr i kortvarige kulturer.

Plantene som vi finner i et naturlig økosystem er et produkt av naturlig seleksjon. I en plantekultur er det derimot mennesker som velger plantene. I unge kulturer av dyrkede planter er det ofte mye åpen jord mellom plantene. Dette kan påvirke angrep av skadedyr fordi mange av disse reagerer på kontrast mellom plante og åpen jord når de leter etter vertsplanter. Langvarige samspill mellom dyr og planter i naturlige økosystemer fører til reduserte svingninger i populasjonene, og dette gir økende stabilitet. Når mennesker velger og dyrker planter er samspillet mellom dyr og plante forholdsvis nytt, noe som fører til mindre stabilitet og større sjanser for bølger av skadedyrangrep.

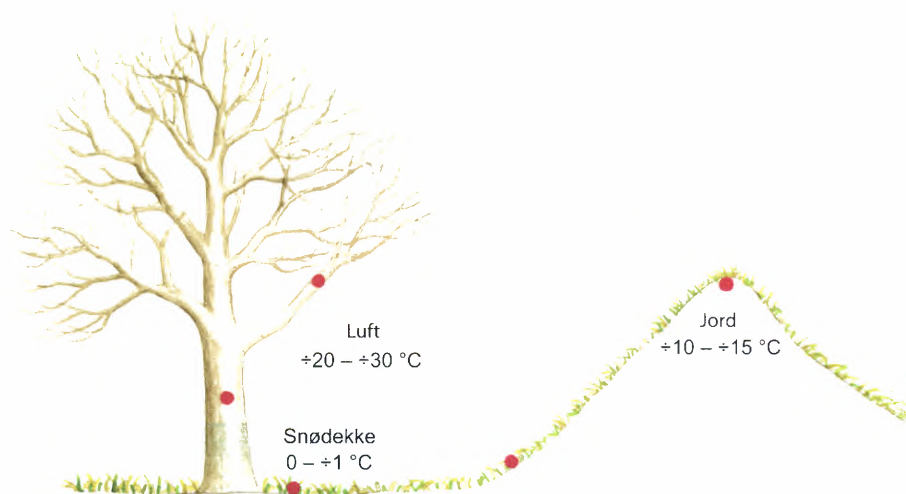
Ved å velge vegetasjonen påvirker dyrkeren økologien på mange måter, som i sin tur påvirker skadedyrsituasjonen. Det er ikke bare valg av plante, men sort, vekstfølge, størrelsen på åkeren, valg av nabovekster, m.m. som også spiller inn.

Som oftest er skadedyr som angriper kortvarige vekster svært mobile. Da kan de finne fram til kulturveksten tidlig, ofte før sine naturlige fiender. Kulturvekster består av ensartede plantebestander som har mistet mye av sitt forsvar. I naturlige økosystemer vil plantene i tillegg til egne forsvarsmekanismer ha forsvar pga. variasjonen i plantebestanden i utviklingsstadium, blanding med andre vekster og genotyper.

Det er viktig å være klar over at når mennesker dyrker planter, så skaper vi et nytt økosystem på stedet. De naturlige, regulerende kreftene som gjør at plantespisere sjelden herjer i naturen er ikke lenger til stede. I tillegg, jo mer kortvarig kulturen er, jo vanskeligere er det å få hjelp av de naturlige økologiske faktorer mot skadedyr. Derfor må vi dyrke på en måte som etterligner naturen så langt som mulig, mens vi samtidig må kunne utføre praktiske tiltak.

Overvintring

Insekter har forskjellige strategier for å overleve den norske vinteren. Det de har til felles er tilnærmet nullaktivitet. Ulike arter overvintrer i ulike stadier (egg, larve, puppe, voksen). Noen overvintrer på det plantematerialet der de utviklet seg. Andre finner beskyttelse under løv, skogsstrø eller under bakken (figur 2.45).

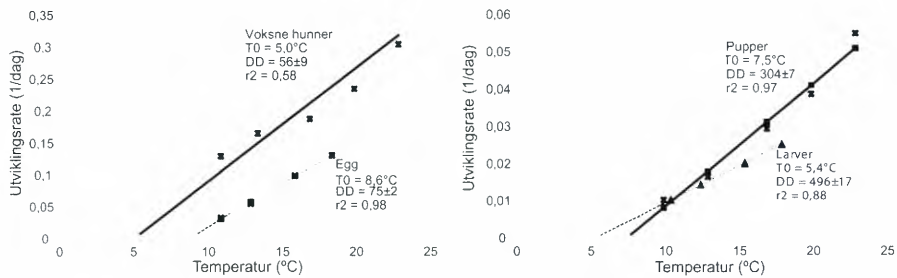


Figur 2.45 Vanlige minimumstemperaturer på steder hvor ulike insekter overvintrer. Tegning: Hermod Karlsen.

Insekter som ikke er tildekket mot kulda må beskytte seg mot frysing ved hjelp av forandring i innholdet i kroppsvæsken. En del insekter kan danne alkoholholdige stoffer som fungerer på samme måten som kjølevæske i bilmotorer. Da tåler insektene temperaturer helt ned i -50 °C . Insekter som har tvungent vertsskifte, som f.eks. noen bladlusarter, tilbringer vinteren på vertsplanten som de skal begynne den nye sesongen på. Disse kan bare sette i gang å spise der de er når temperaturen stiger nok om våren. De fleste andre må oppsøke vertsplanter for spising eller oppformering.

Et insekt blir aktivt (for eksempel klekker fra egget) om våren ved en bestemt temperatur, mens utvikling til neste stadium krever en bestemt varmesum. Dette gjelder også for videreutvikling og vekst. Hvis vi vet hva varmesumskravet er for en art kan vi beregne når arten vil opptre og angripe plantene. For enkelte

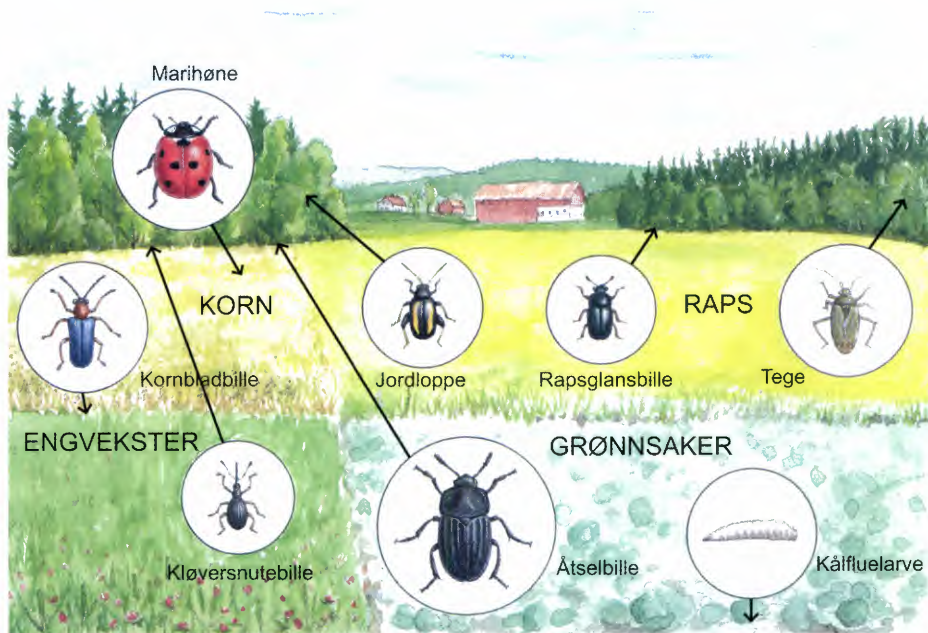
skadedyr er det utført detaljerte biologiske studier som viser hvordan utvikling av de forskjellige stadiene er påvirket av temperaturen (figur 2.46).



Figur 2.46 Temperaturen påvirker insektenes utvikling. Figuren viser utviklingshastigheten hos kålfly i ulike stadier og påvirkningen av temperaturen. Ved hjelp av slike studier kan vi regne ut når et angrep vil komme, og hvor fort det vil utvikle seg (etter Svae Johansen). Merk ulik skala på de to grafenes y-akser.

Oppsøking av vertsplanter

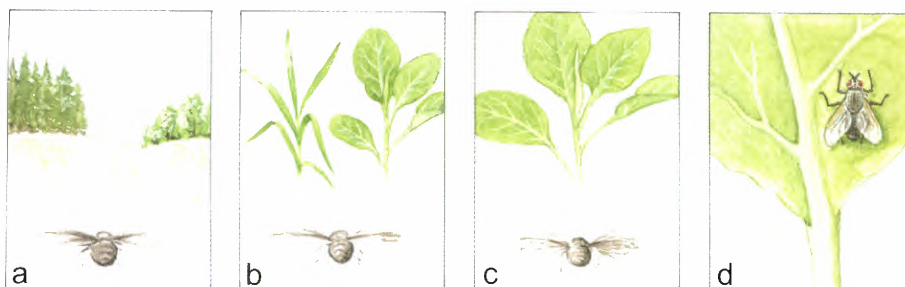
De insektartene som opptrer som skadedyr i Norge har oftest bare én eller noen få generasjoner hvert år. Når vi tar i betraktning at vekstskifte hører naturlig til økologisk landbruk, betyr dette at insektene må oppsøke vertsplantene fra det stedet hvor de overvintret. Dette gjelder både for insekter som overvintret i og utenom kulturen (figur 2.47).



Figur 2.47 Eksempler på hvor noen insekter flytter for overvintring (etter Tischler 1965). Tegning: Hermod Karlsen.

De fleste insekter flyr, og kan dermed aktivt søke seg til området hvor vertsplanten befinner seg. Noen er svake flyvere og blir fraktet med vind og luftmasser, men etterpå må også disse søke seg fram til de rette plantene. Denne søkeprosessen har flere trinn og forskjellige sanseorganer spiller inn. For å finne fram til riktig habitat (området hvor vertsplanten er) flyr insektet mot vinden og registrerer duftstoffene for å finne duften av vertsplanten. Når det nærmer seg planten overtar fargesansen og det velger å lande på den rette plantefargen,

oftest mot en mørk bakgrunn (jord). Når det har landet bruker det smaksorganer for å bestemme om planten er av riktig slag. Hvis den er det, setter insektet i gang med å spise eller oppformere seg (figur 2.48). Hvis planten ikke er av det rette slaget forlater insektet planten og fortsetter søkingen. Oppformering skjer oftest som egglegging, men hos enkelte arter som bladlus kan det fødes levende unger («jomfrufødsel»).



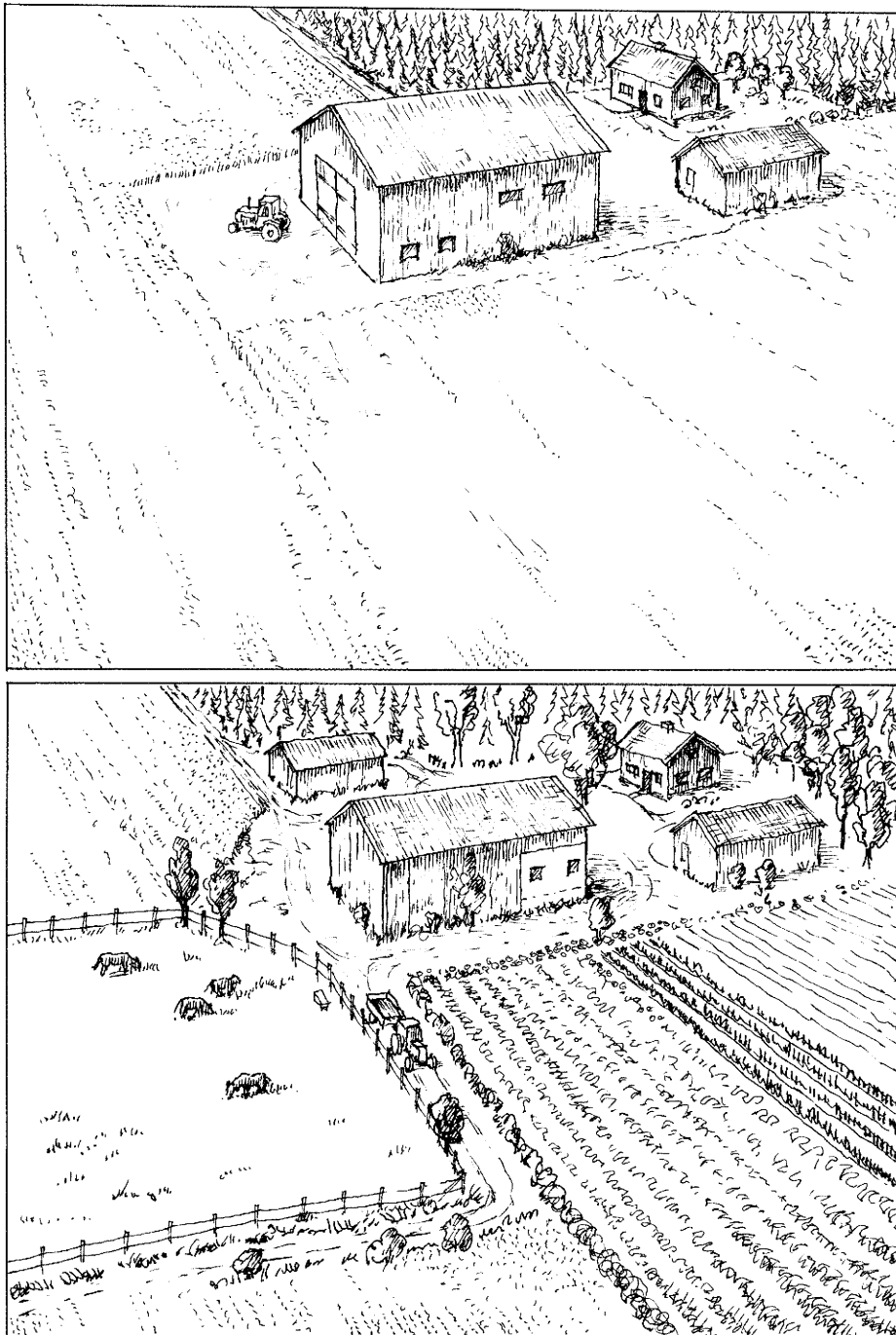
Figur 2.48 Oppsøking av vertsplanten. Fra lang avstand brukes luktesans (a), fra kort avstand brukes fargesans (b og c), etter landing brukes smakssans (d).
Tegning: Hermod Karlsen.

Skadedyrs betydning i et økologisk driftsopplegg

Insektfobi gjør at tilstedeværelse av småkryp i matproduktene er uønsket, også når de ikke gjør noe skade. I konvensjonelt landbruk forårsaker dette mye sprøyting som ikke har noe med vern av plantene å gjøre. En beslektet sak er «kosmetisk skade» på hagebruksprodukter. Det er viktig at forbrukerne veier sine krav på «ren mat» opp mot sine krav på skadefri og insektfri mat! Dette fører ofte til mye unødvendig bruk av ressurser for å tilfredsstille forbrukernes delvis ubegrunnede krav. I økologisk landbruk er det selvsagt uaktuelt å bruke giftstoffer i produksjonen.

Det er en kjent påstand at det er mindre skadedyrangrep i økologisk landbruk. Dette kan stemme, men årsakene kan være mange. Hvis vi tar som utgangspunkt at vekstskifte er helt vesentlig i økologisk landbruk, men mer tilfeldig og frivillig i andre driftsformer, kan dette være en viktig årsak til at vi kan oppleve mindre angrep, se kapittel .

I tillegg til vekstskifte er det som regel et større mangfold av vekster i økologisk landbruk enn i andre driftsformer. Det er mindre monokultur arealmessig, og dette gir dårligere vilkår for en plantespiser til å utvikle seg til å bli et skadedyr. Mat- og oppformerings-ressursene er redusert i omfang og dette begrenser utviklingen. I tillegg er det vanskeligere for et insekt som har kommet inn i området å finne fram til de rette vertsplantene når det er et større mangfold (figur 2.49). Dette skal vi se nærmere på i forbindelse med dekkekultur/samplanting som er en bevisst bruk av mangfold i plantekulturen.



Figur 2.49 Figuren viser en gård med lite mangfold (over) og en gård med mye mangfold (under). Lite mangfold gjør det lettere for et skadedyr å finne fram til rette sted.
Tegning: Hermod Karlsen.

Rutinemessig bruk av plantevernmidler i andre driftsformer kan også være en årsak til mindre angrep i økologisk landbruk. Det er en kjent sak at de fleste kjemiske plantevernmidler slår ut nytteorganismer. Dette kan være både predatorer, parasitter og patogener. Se under avsnittet *Biologisk kontroll* (Kapittel 4) om betydningen av naturlig forekommende nytteorganismer. Det er vanlig at skadedyr utvikler resistens mot kjemiske midler raskere enn nytteorganismene gjør. Dette fører til en oppblomstring av skadedyrene fordi deres fiender fjernes.

En beslektet årsak er det som vi kaller for sekundære skadedyr. Det vil si plantespisende insekter som opprinnelig var til stede på våre kulturplanter uten å være så tallrike at de gjorde merkbar skade. En kjemisk behandling mot et annet insekt som var til stede i større mengder har drept nyttedyrene som var med på å holde den første arten i sjakk, og da blir et ikke-skadedyr til skadedyr.

På den negative siden er det lite å stille opp med i økologisk landbruk når et skadedyrangrep først er et faktum. Det er få ikke-kjemiske midler som er både tilgjengelige, effektive og godkjent for bruk i økologisk landbruk. Derfor er det meget viktig at angrep forebygges. Som nevnt er det viktigste forebyggende tiltak vekstskifte, men vi skal i de neste kapitlene også se på lokalisering av kulturen på gården, renhold i kulturen, jordarbeiding, så- og plantetid, sortsvalg og resistens mot skadedyr, bruk av dekkekultur/samplanting/fangstplanter og fysisk utestenging av skadedyr. Videre skal vi se på bruk av biologisk bekjempelse, d.v.s. bruken av nyttedyr og mikroorganismer. Og vi skal se på naturlige skadedyrmidler, som planteekstrakter, steinmel, m.m.

Referanser og anbefalt lesning

- Agrios, G.N. 2005: *Plant pathology – 5th ed.*. Amsterdam, Elsevier, 922 s.
- Andersson, S. og B. Eriksson 2001: *Nematoder – världens vanligaste varelser*. Faktablad om växtskydd, 56T, 8 s.
- Conn, J.S. og R.E. Deck 1995: *Seed viability and dormancy of 17 weed species after 9.7 years of burial in Alaska*. Weed Science 43, s. 583–585
- Danmarks JordbrugsForskning 2004: *Ukrudtsbogen, 4. udgave*. (Red. Madsen, K.H. og J. Jakobsen). Forskingscenter Flakkebjerg, Afdeling for Plantebeskyttelse, Flakkebjerg, Slagelse, 338 s.
- Fykse, H. 1974: *Studium av åkerdylle. II Utbreiing i Noreg, vokster og kvile – dels jamført med nærstående arter*. Forskning og forsøk i landbruket Bind 25, s. 389–412
- Fykse, H. og H. Sjursen 1992: *Forelesingar i herbologi: I. Ugras Biologiske og økologiske eigenskaper*, Landbruksbokhandleren, Ås-NLH, 108 s.
- Fykse, H. og H. Sjursen 1992: *Forelesingar i herbologi: II Rådgjerder mot ugras*, Landbruksbokhandleren, Ås-NLH, 107s.
- Grime, J.P. 1979: *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester, Wiley, 222s.
- Grime, J.P., J.G. Hodgson, og R. Hunt 1988: *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. Chapman og Hall, London, 741 s.
- Hofsvang, T. og L. Sundheim 1990: *Sjukdommer og skadedyr på jordbruksvekster*. A/S Landbruksforlaget, 112 s.
- Håkansson, S. 1995: *Ogräs och odling på åker*. Aktuelt från lantbruksuniversitetet 437/438 Mark • Växter, Uppsala, 70 s.
- Håkansson, S. 2003: *Weeds and weed management on arable land – An ecological approach*. CABI Publishing, UK, 274 s.
- Kinzel, H. 1982: *Planzen-ökologie und Mineral-stoffwechsel*. Ulmer, Stuttgart, 534s.
- Korsmo, E. 1935: *Ugressfrø*. Gyldendal Norske Forlag, Oslo, 175 s.
- Korsmo, E. 1954: *Ugras i nåtidens jordbruk*. A/S Norsk Landbruks Forlag, Oslo, 635 s.
- Lundkvist, A. og H. Fogelfors 2004: *Ogräsreglering på åkermark*. Rapport · 6, Institutionen för ekologi och växtproduktionslära, Uppsala, 281 s.
- Magnusson, C. og B. Hammeraas 1994: *Potetcystenematodenes (PCN) biologi, smitteveier og bekjempelse*. Faginfo 4, s.112–127
- Palti, J. 1981: *Cultural practices and infectious crop diseases*. Advanced Series in Agricultural Science 9, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 243 s.
- Parry, D.W. 1990: *Plant pathology in agriculture*. Cambridge University Press, Cambridge, 385 s.
- Radosevich, S.R. og J.S. Holt 1984: *Weed ecology: implications for vegetation management*. New York, Wiley, 265 s.
- Rasmussen, I.A., S. Holm og S.I. Kristensen 1999: *Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug* (Red. Rasmussen, I.A.) – En rapport fra en workshop, s. 1–84
- Semb, K. 1996: *Growth characteristics of spring barley and selected weeds .1. Effect of irradiance in growth chambers*. Weed Research 36 (4), s. 339–352
- Semb, K. 1996: *Growth characteristics of spring barley and selected weeds .2. Effect of temperature and irradiance in growth chambers*. Weed Research 36 (4), s. 353–367
- Sjursen, H. 2001a: *Change of the weed seed bank during the first complete six-course crop rotation after conversion from conventional to organic farming*. Biological Agriculture and Horticulture 19, s. 71–90

- Sjursen, H. 2001b: *Biodiversitet av planter ved ulike driftsformer*. Grønn Forskning 2/2001, s. 92–98
- Sjursen, H. 2002: *Ugrasutvikling ved økologisk grovforproduksjon*. Grønn Forskning 2/2002, s. 216–222
- Southwood, T.R.E. 1971: *Farm management in Britain and its effect on animal populations*. Proceedings Tall Timbers Conference on Ecol. animal control by habitat management, s. 29–51
- Sundheim, L. 1982: *Sjukdomar på korn og engvekster*. Landbruksbokhandelen Ås–NLH, 132 s.
- Teasdale, J.R. og C.S.T. Daughtry 1993: *Weed suppression by live and desiccated hairy vetch (Vicia villosa)*. Weed Science 41, s. 207–212
- Tischler, W. 1965: *Agrarökologie*. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena, 499 s.
- Turner, S. J. 1996: *Population decline of potato cyst nematodes (Globodera rostochiensis, G. pallida) in field soils in Northern Ireland*. Ann. appl. Biol. 129, s. 315–322
- Tømmerås, B.Å., T. Hofsvang, A. Jelmert, O.T. Sandlund, H. Sjursen og L. Sundheim 2003: *Introduserte arter. Med fokus på problemarter for Norge*. NINA (Norsk institutt for naturforskning) Oppdragsmelding 772, 58 s.
- Whitehead, A.G. 1997: *Plant nematode control*. Cab International 1998, 384 s.
- Øydvin, J. og B. Hammeraas 1973: *Lethal low temperatures for the cyst content of the potato-root eelworms*. Nematologica 19 (4), s. 568–569

3 Forebyggende tiltak

Forebyggende tiltak for kontroll av skadegjørere er i tråd med grunntanken i økologisk landbruk, og har alltid spilt en sentral rolle innen slik dyrking. En god, helhetlig økologisk dyrkingspraksis vil bestå av et todelt aspekt: (1) Dyrkingspraksisen må ivareta kulturplantens behov, med tilstrekkelig næringsforsyning som spesielt viktig, men må samtidig (2) ikke legge forholdene til rette for oppformering og uakseptabel skade av ugras, sjukdomsorganismer og skadedyr. Solid kunnskap om kulturplanten og skadegjøreren hver for seg kreves for å få dette til, men også kunnskap om hvordan ulike dyrkingspraksis påvirker samspillet mellom kulturplante og skadegjørere. I dette kapitlet vil derfor kunnskap om skadegjørernes livsstrategier, som vi har skrevet om i forrige kapittel, være et svært viktig grunnlag for tiltakene som beskrives.

Et gjennomtenkt vekstskifte er spesielt viktig i økologisk dyrking. Hvilke vekstskifter vi benytter, berører svært mange faktorer, ikke minst gjelder dette næringsforsyning og plantevern. I hvilken grad vekstskifte kan forhindre at plantevernproblem oppstår, er generelt avhengig av 3 sentrale egenskaper hos skadegjøreren:

- 1 Mobilitet (spredningsevne) til skadegjøreren.
- 2 Antall vertsplanter (spesifikk vs. ikke-spesifikk) skadegjøreren har.
- 3 Hvor raskt smittenivået går ned ved fravær av vertsplante.

Som utgangspunkt for dette kapitlet har vi benyttet en figur (figur 3.1) som viser sammenhengen mellom de 2 første av disse egenskapene hos en skadegjørere, og hvilken gruppe tiltak som i størst grad kan kontrollere skadegjøreren.

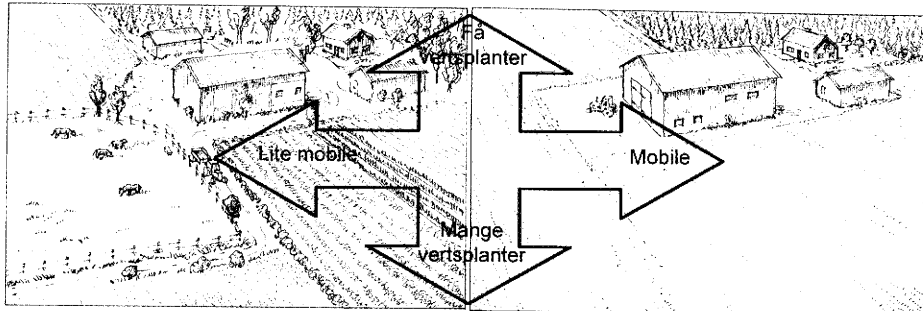
- a. Skadegjører som:
- Har få vertsplanter
 - Er lite mobile

Tiltak: Vekstskifte, hvor ofte en plante dyrkes er den viktige faktoren

- c. Skadegjører som:
- Har få vertsplanter
 - Er mobile

Tiltak: Et optimalt utformet dyrkingssystem

- Sterke kulturplanter
- Arts- og sortsblandinger
- Jorddekke



- b. Skadegjører som:
- Har mange vertsplanter
 - Er lite mobile

Tiltak: Vekstskifte, i hvilke rekkefølge plantene blir dyrket

- d. Skadegjører som:
- Har mange vertsplanter
 - Er mobile

Tiltak: Som for C.

Figur 3.1 Generell skisse som viser sammenhengen mellom skadegjørerens mobilitet (hvor lett de sprer seg) og hvor mange vertsplanter de har, og hvilken type tiltak som vil påvirke skadegjøreren mest. Kombinasjonen av mobilitet og vertsplanteegenskaper til sammen danner 4 forskjellige grupper (A–D) av skadegjørere. Egenskapene mobilitet og vertsplantespekter er nok mest relevant for skadedyr og sjukdomsorganismer, mindre for ugras, men tilhørende klassifisering av aktuelle tiltak er høyst relevant mht. ugraskontroll.

Tegning: Hermod Karlsen.

- a Vekstskifte har best effekt på de skadegjørerne som er lite mobile og som samtidig har få vertsplanter. I denne gruppen av skadegjørere finner vi hovedsakelig jordboende sopp og skadedyr (nematoder). Et «romslig» vekstskifte, dvs. at det går flere år mellom hver gang en kulturvekst dyrkes på samme arealet, er ofte tilstrekkelig tiltak for å holde smitten under skadelig nivå. Bruk av resistente og tolerante sorter (bruk av slike sorter er jo også en del av det vi kan kalle vekstskifte) forsterker virkningen. Vekstskifte har også stor betydning i ugraskampen, dels fordi ulike kulturvekster har forskjellig konkurransevne mot ugras, og dels fordi ulike kulturer muliggjør ulike typer av tiltak, jfr. radkulturer og korn.
- b Også for skadegjørere som er lite mobile, men som har flere vertsplanter, vil vekstskifte virke som tiltak. I denne gruppen av skadegjørere finner vi også hovedsakelig jordboende sopp og skadedyr (nematoder). Valg av vekster og hvilken rekkefølge de har i omløpet, er viktig for å holde smittenivået nede. Avhengig av hvilke skadegjørere vi snakker om, vil et optimalt dyrkingssystem (mht. blant annet sådato og sortsvalg), også ofte være viktige supplerende tiltak.
- c Det er mange svært problematiske skadegjørere innenfor økologisk dyrking som er mobile og har få vertsplanter (for eksempel tørråte og kålfluer). Tradisjonelt vekstskifte virker dårlig mot denne gruppen av skadegjørere. Stort sett vil vi for disse måtte lete etter løsninger innenfor det vi her kaller et optimalt utformet dyrkingssystem. Her er det viktig å gi kulturplanten et best mulig utgangspunkt ved å velge mest mulig resistent sort, bruke ren og frisk såvare, sørge for god jordkultur, optimalt så-plantetidspunkt, osv. Det

å benytte systemer hvor arter og sorter blandes på ulike måter, så vel som bruk av underkultur eller et dødt jorddekke, kan også være gode tiltak her. Dessuten vil ulike direkte tiltak som harving eller radrensing inne i kulturen, bruk av biologisk kontroll eller andre «økologiske plantevernmidler» også høre hjemme i det vi kaller dyrkingssystemet. Disse tiltakene har vi valgt å behandle i *kapittel 4*.

- d Til slutt har vi gruppen som består av skadegjørere med stor mobilitet og med mange vertsplanter. Overfor disse skadegjørerne har vekstskifte liten effekt, men som vi har sett for de andre gruppene med skadegjørere (A, B og C), vil også her et gjennomtenkt dyrkingssystem virke positivt.

Som allerede nevnt, vil vi altså for mange skadegjørere finne aktuelle tiltak både innenfor vekstskifte og et optimalt utformet dyrkingssystem.

For sjukdomsorganismer og skadedyr er det ofte en svært spesifikk kobling mellom kulturplante og hvem som lever på og av den. En slik «ernæringsmessig kobling» har vi ikke mellom ugraset og kulturplantene, med unntak av snylteplanter, for eksempel timiansnyltetråd som lever på rødkløver og nærstående arter. Ugraset dukker opp i de kulturen hvor konkurranseforhold og ulike tiltak tilsier at de kan leve og produsere avkom. Enkelte ugras, for eksempel floghavre, har ganske bestemte krav til leveplass (kornåker) og vil bare unntaksvis skape problemer i andre kulturen. Som vi nevnte i forrige kapittel, vil sommerrettårige frøgras, for eksempel meldestokk, hovedsakelig gjøre skade i kulturen der jorda bearbeides på våren, mens vinterrettårige ugras også skaper problemer i høstsådde vekster. Den virkelige store generalisten blant ugras i Norge er kveke. Denne arten finner vi nær sagt i alle kulturvekstene vi dyrker, og det er hovedsakelig jordarbeiding som kan sette den tilbake. En svakhet ved kveka er likevel at den krever god lystilgang for å trives. Vekster som dekker godt, virker derfor sterkt hemmende på veksten. Havre gir således mindre kveke enn hvete. Mange av de forebyggende tiltakene som vi skal komme inn på i dette kapitlet, har to funksjoner, den ene er å drepe ugraset, mens den andre er å forsinke framspiringen og utviklingen av ugraset slik at det blir størst mulig størrelsesforskjell mellom ugras og kulturplante. Denne forskjellen er svært viktig for selektiviteten (dreper ugraset men ikke kulturplantene) ved mekaniske og termiske (flaming) tiltak.

3.1 Vekstskifte

For kontroll av skadegjørere som har få vertsplanter og som beveger seg lite, vil et gjennomtenkt vekstskifte stå svært sentralt. Å la det gå flere år mellom hver gang en kulturvekst dyrkes på samme areal, er ofte tilstrekkelig til å holde smittenivået under skadelig nivå. Hvor lang tid det bør gå før man kommer igjen med samme vekst, er avhengig av skadegjøreres oppformeringsgrad når vertsplante er til stede, og hvor raskt smittenivået synker ved fravær av vertsplante. Som vi allerede har vært inne på, vil bruk av resistente/tolerante sorter ofte kunne forsterke effekten av vekstskifte. Som et eksempel på dette kan det nevnes at hvis man har smitte av potetcystenematoder på gården sin, og skal dyrke mottakelige potetsorter, anbefales generelt et 6-årig vekstskifte. Hvis man benytter et omløp hvor man veksler mellom resistent og mottakelig potetsort, kan man gå ned på omløpstida og dyrke potet hvert tredje år.

For mange skadegjørere vil den mest effektive form for kontroll være at man hindrer smitte fra å komme inn på åkeren gjennom blant annet infisert jord og plantemateriale.

Å komponere et fornuftig vekstskifte handler imidlertid ikke bare om kontroll av en bestemt skadegjører. Bonden må tenke helhetlig, d.v.s ta hensyn til både skadegjørere, næringsforsyning og jordstruktur.

Generelt om vekstskifte

Vekstskifte er å dyrke ulike kulturplanter i en bestemt rekkefølge på et skifte. Tabell 3.1 viser eksempel på ensidig korndyrking kontra korndyrking med ert og kløvereng i omløpet.

Tabell 3.1 Eksempel på omløp med ensidig korndyrking og korndyrking med ert og kløvereng

	År 1	År 2	År 3	År 4
Omløp 1: «Ensidig korndyrking»	Korn	Korn	Korn	Korn
Omløp 2: «Vekstskifte»	Kløvereng	Hvete	Havre + ert	Bygg m /gjenlegg

Selv om «Omløp 2» er mer allsidig enn førstnevnte omløp, er heller ikke dette omløpet hva vi kan kalle et særlig «romslig» vekstskifte fordi det fremdeles er sterkt dominert av korn. Som vi skal høre mer om senere er det først når omløpet blir lengre, kanskje 6–8 år, og består av for eksempel radkulturer, flerårig eng og korn at man virkelig snakker om allsidig sammensatte omløp.

Samplanting har en del til felles med vekstskifte. Med samplanting menes ulike kulturvekster som står side om side på samme skifte (man kan kalle slik samplanting et «romlig» vekstskifte, i motsetning til et vekstskifte i tid som dette kapitlet omhandler). Fra småhagene kan vi hente et eksempel hvor løk og gulrot dyrkes i et «annenhver rad-system» spesielt med det for øyet å holde skadedyr borte.

Historiske kilder forteller oss at en dyrkingspraksis med vekstskifte har vært brukt svært lenge. For eksempel er det nevnt i litteraturen at vekstskifte var brukt under Han-dynastiet i Kina for mer enn 3000 år siden.

Utover 1900-tallet ble det i det moderne og mer industrielle landbruket en mer og mer gjengs oppfatning at eksterne innsatsfaktorer som kunstgjødsel og sprøytemiddel kunne erstatte vekstskifte uten at avlingene gikk ned. Vurderer vi bare ut fra et avlingsperspektiv kan vi vel også si at denne overgangen til mer ensidig plantedyrking mange steder lyktes ganske bra. Avlingsnivået i det «industrielle landbruket» er det jo ofte lite å si på, men det er også rapportert fra mange steder at avlingsnivået går ned etter flere års ensidig produksjon. Som nevnt tidligere, medførte denne type produksjonssystem at man også fikk med noen «uønskede blindpassasjerer». En annen, indirekte årsak til mindre bruk av vekstskifte, var overgangen til et mer mekanisert landbruk, noe som medførte at hesten som trekkdyr ofte forsvant fra gårdene, og bonden trengte dermed ikke å bruke noe areal til å produsere fôr til trekkrafta på gården.

Valg av vekstskifte påvirker mange faktorer som er viktig for avlingsnivået (tabell 3.2), som blant annet jordas innhold av organisk materiale, næringsforsyning og ulike skadegjørere.

Tabell 3.2 Faktorer som blir påvirket gjennom valg av vekstskifte

Faktor	«Nivå»
Næringsforsyning:	Nitrogen Fosfor Kalium
Organisk materiale i jorda	
Jordstruktur:	Aggregatdannelse og stabilitet Jordtetthet Vanninfiltrasjonsevne Vannlagringsevne
Skadegjørere:	Ugras Sjukdomsorganismer Skadedyr

Av disse er det nok næringsforsyning, særlig nitrogen, og å forebygge høye populasjoner/ bestander av skadegjørere som har blitt vektlagt mest når man har planlagt ulike omløp.

Næringsforsyning

Det er spesielt forholdet mellom nærende (inntektside) og tærende (kostnadsside) vekster i et omløp som har blitt vektlagt. På kostnadssiden vil produksjon av matnyttige produkter som korn og grønnsaker hvor avlingene i større eller mindre grad høstes og fjernes fra produksjonsstedet, veie tungt. Kostnadene medfører blant annet at næringsstoffer som nitrogen og kalium fjernes fra jorda, at jordstrukturen blir dårligere, og at problemene med flerårige ugras øker. På inntektsiden kommer den delen av vekstskiftet som tilfører systemet nødvendige egenskaper, for eksempel bedring av jordstruktur og redusert bestand av flerårige ugras. Tilførsel av næringsstoffer som nitrogen gjennom bruk av belgvekster, for eksempel bønner eller erter i renbestand eller som del av engblanding, er også en særdeles viktige inntektspost. Bruk av underkultur i korn, som er en ren inntekt, og bruk av fangvekster for å overføre næringsstoffer til neste års kulturvekst, er også viktige faktorer i dette regnestykket. For en bestemt gård vil det være viktig å finne den rette balansen mellom inntekts- og kostnadssiden ut fra de begrensninger og muligheter som finnes i produksjonen. Kostnadsbalansen varierer sterkt mellom ulike situasjoner, blant annet vil klima og jordtype være av stor betydning.

«Næringsstoffer eller plantevern? Ja takk, begge deler»

For en økologisk bonde vil det ofte ikke være snakk om at det ene prioriteres framfor det andre, både næringsforsyning, plantevern og andre faktorer må ligge til grunn for valg av et bestemt omløp. Et godt vekstskifte vil være et system som produserer tilfredsstillende mengder av produkter av ønsket kvalitet, ut fra gitte begrensninger. Slike begrensninger kan være klima, jordart, tilgang på husdyrgjødsel, dyrkingsregler og tilgang på arbeidskraft. Systemet må også ha mest mulig stabile avlinger over tid. Økobonden erfarer ofte at ønsket om næringsforsyning og ugraskontroll kan stå i motsetningsforhold til hverandre.

En underkultur som står utover høsten og samler nitrogen, vil for eksempel umuliggjøre stubbarbeiding mot kveke.

Hvilke vekster skal inn i omløpet og hvilken rekkefølge skal de ha?

Ved valg av vekstskifte er det viktig å finne ut hvilke vekster som skal utgjøre et omløp, og i hvilken rekkefølge de skal komme. Ut fra et næringsforsyningsaspekt vil det ofte falle naturlig at næringskrevende kulturer, som kanskje også krever god jordstruktur, for eksempel en del grønnsakskulturer, kommer rett etter eng eller et grønngjødslingsår (belgvekster i renbestand eller i blanding med grasart). Mer fordringsfulle kornarter, for eksempel hvete, vil på samme måte ofte komme etter kulturer som har gunstig ettervirkning på næringsstoffer og jordstruktur.

Hvilke typer skadegjørere kan man regulere ved hjelp av vekstskifte?

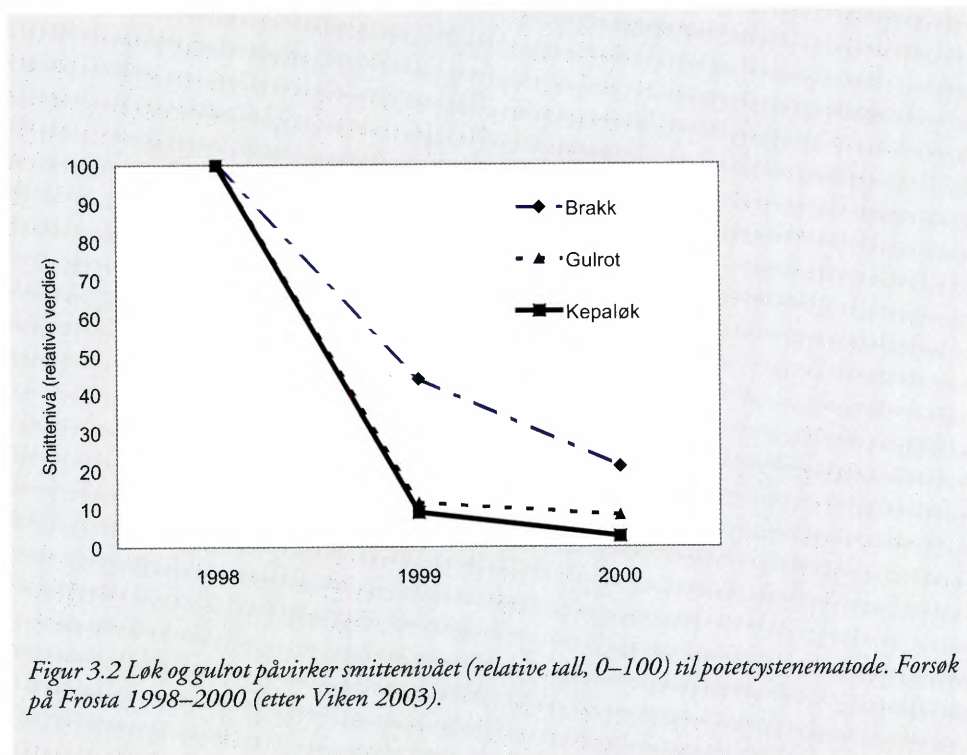
Det er skadegjørere med et begrenset vertsplantespekter, som er lite mobile og som ikke klarer å spre seg (smitte) ved fravær av vertsplante, som kan kontrolleres mest effektivt ved hjelp av vekstskifte. De skadegjørere som faller innenfor disse tre kriteriene er i all hovedsak jordlevende organismer av skadedyr og sjukdommer. Potetcystenematode og klumprot er typiske representanter for denne gruppen. Smittenivået i jorda faller imidlertid saktere ved fravær av vertsplante for klumprot enn hva tilfelle er for potetcystenematoder.

Et annet aspekt ved vekstskifte og plantevern er at kulturvekster som ikke er vertsplanter, faktisk kan påvirke populasjonsutviklingen direkte hos ulike skadegjørere. Dette kan skje enten ved at de virker konserverende, for eksempel eng på klumprot, eller sanerende, for eksempel løkvekster som «lurer» larvene til potetcystenematoden til å klekke uten at vertsplante er tilgjengelig (tekstboks 3.1).

Tekstboks 3.1 Skadegjørere blir også påvirket av ikke-vertsplanter

Når man planlegger hvilke kulturvekster som skal inn i et omløp, er det tradisjon for at man tenker mest på de vanlige vekstskiftfaktorene: Forholdet til vertsplanter, skadegjørernes mobilitet og hvor raskt smittenivået går ned ved fravær av vertsplante. Forsøk har imidlertid vist at det i en del tilfeller heller ikke er uten betydning hvilke «ikke-vertsplanter» som tas inn i et omløp. For eksempel har det i norske forsøk kommet fram at eng konserverer klumprotssmitte. Dersom en ønsker at smittenivået av denne skadegjøreren skal gå raskt ned, bør man altså ha lite eng i omløpet. De norske undersøkelsene har dessuten vist at pløying, sammenlignet med redusert jordarbeiding, gjør at smittenivået synker saktere. Det at eng konserverer smittenivået av en skadegjørere har vi også sett i forsøk med potetcystenematoder. Årsaken til disse effektene av eng og pløying er litt uklare. At sporer og andre spredningsenheter havner dypt ned i jorda gjennom pløying, gjør muligens at de er vernet mot stor biologisk aktivitet. Ulike organismer i jorda kan for eksempel tenkes å bruke klumprotsporer som føde.

Det er også eksempler på at noen ikke-vertsplanter er spesielt gunstige for reduksjon av smittenivå for enkelte skadegjørere. Norske forsøk har blant annet vist at spesielt løkvekster, men også gulrot, er gunstige i et omløp for å senke potetcystenematodens smittenivå raskest mulig (se figur 3.2).



Er en av «motorene» ved økologisk drift truet?

I økologiske dyrkingssystemer er det ofte en hyppig frekvens av belgvekster. Disse har to hovedfunksjoner for økobonden:

- 1 De fungerer som forkultur (skaffer nitrogen) for etterkommende kulturer
- 2 De er viktige førvekster pga. høyt proteininnhold

Innholdet av belgvekster blir derfor ofte mye større på økologiske gårder enn på gårder med konvensjonell drift. Generelt vet vi at ensidig dyrking av samme vekst ofte medfører at jordlevende skadegjørere oppformerer. For å motvirke dette kan man veksle mellom ulike belgvekster, for eksempel kløver, ert og åkerbønne. Hvis belgvekstene som integreres i et omløp, angripes av samme skadegjørere hjelper jo ikke dette. Det er derfor viktig å vite hvilke vertsplanteregister skadegjørerne har. Antakelig vil formering av planteparasittære nematoder (tekstboks 3.2) og sjuksdomsorganismer (tekstboks 3.3) være det man kan frykte i denne sammenhengen. Det er derfor viktig å forebygge en utvikling som kan true den viktige «motoren» som belgvekster er, i økologisk dyrking. På den annen side vet man at bruk av grønn gjødsling (innblanding av plantemateriale i jord) kan ha en renoverende effekt på mange skadegjørere.

Tekstboks 3.2 Nematoder i belgvekster

Gjennom sin nitrogenfiksering er kløver og andre belgvekster svært viktige vekster i økologiske omløp. Flere nematodearter kan imidlertid redusere nitrogenfiksering fordi de skader belgvekstenes rotsystem. Graden av skade er avhengig av flere forhold, slik som nematodeslekt og -art, hvor mange nematoder som er i jorda, og vertsplantens mottagelighet. Angrep av nematoder kan redusere både avlinga, vekstenes overvintringsevne og levetid. Skaden nematodene gjør, kan forverres ytterligere ved at også andre

organismer som sopp, bakterier og virus angriper de samme plantene. Dessuten kan belgvekstene oppformere nematodearter som også skader vekster som kommer senere i omløpet. Det kan medføre at vekster som dyrkes etter, eller sammen med belgvekster også kan få nedsatt avling hvis nematodene har denne veksten som vertsplante.

Viktige nematoder i belgvekster

De siste 40 årene er det ikke gjort systematisk kartlegging av utbredelse av nematoder som er skadegjørere på belgvekster i Norge. Her nevnes de viktigste slektene og artene av skadelige nematoder.

Kløvercystenematoden angriper og skader både hvitkløver og rødkløver. Særlig rødkløver er kjent å være svært mottagelig. Skadeterskelen ligger på ett egg per ml jord. I hvitkløver er det kjent at angrep av kløvercystenematoden påvirker utviklingen av *Rhizobium*-bakteriene slik at nitrogenfiksering blir redusert. Symptom på angrep kan sees som flekkvis dårlig vekst med små planter, i verste fall plantedød.

Stengel-nematoden er kjent som et viktig nematodeproblem i rødkløver. Fire individer per 100 ml jord er nok til å gi betydelige skader. Angrepet sees lettest om våren eller forsommeren, og i gjenveksten på sensommeren. Symptomer kan være runde flekker eller store, sammenhengende flater med dårlig vekst i kløverfeltet. Angrepne planter blir korte med mange skudd hvor både basis, stengler og bladskaft kan bli sterkt oppsvulmet og forvridde. Ofte dør angrepne planter. Symptomene er de samme for rødkløver, hvitkløver, alsikekløver, og luserne.

Rotgallnematoder og rotsårnematodene har svært mange vertsplanter, også belgvekster. Det er ikke gjort forskning omkring skadene disse nematodene forårsaker på kløvervekster under norske forhold.

Potetråtenematoden er i tillegg til skadegjører på blant annet potet og gulrot også en skadegjører på kløver. Nematoden er observert i råtne røtter av rødkløver, og forsøk viser at den også er årsak til utgang av kløver. Viktige og gode vertsplanter for potetråtenematoden er også grønnsaker som kepaløk, pastinakk, rødbeter og selleri, og flere ugras som småsyre, åkerdylle, åkermynte, åkersvinerot og åkertistel.

Stuntnematoden lever fritt i jorda, og i motsetning til tidligere nevnte nematoder, spiser de på røttene fra utsiden. Stuntnematoder skader dessuten en rekke andre planteslag, og kan særlig observeres som svært redusert vekst i korn og gras.

Bekjempelse

Riktig valg av planteart, sorter og vekstrekkefølge i et vekstskifte er generelle og viktige tiltak mot nematoder. Bruk av resistente sorter av belgvekster mot for eksempel stengel-nematoder er en del av dette. Foredling og testing for resistens mot stengel-nematoder i rødkløver var tidligere et viktig arbeid som reduserte de store skadene i betydelig grad. Siden slik foredling og testing ikke lenger gjøres, må det forventes at skadeomfanget, særlig i rødkløver, tar seg opp igjen.

Ugrasrenhold er et nødvendig tiltak mot nematoder. Å fjerne gode vertsplanter for nematoder vil kunne redusere smittepresset på kulturplantene. Dette gjelder for alle nevnte nematoder unntatt cystenematoder som har et mer begrenset spekter av vertsplanter. Det samme kan også gjelde stengel-nematoder med sine raser som er tilpasset spesielle plantearter.

Det sikreste rådet som kan gis, er at man varierer bruken av belgvekster mest mulig. Som et supplement til de vanlige belgvekstartene bør arter som fôrvikke/lodnevikke, luserne, legesteinkløver m.fl. vurderes.

Tekstboks 3.3 Sjukdommer på belgvekster

Belgvekstene kan angripes av en rekke forskjellige jordboende sjukdomsorganismer (tabell 3.3). Enkelte sopper kan angripe flere ulike belgvekster, i blant også andre kulturplanter. I Norden er det likevel bare noen få sjukdommer som har vært spesielt vanskelige når man har dyrket en belgvekst hyppig. De mest kjente eksemplene så langt har vært visnesyke i erter og rotråte i kløver. Dersom dyrkingssystemet endres, og man begynner å dyrke belgvekster i større grad, kan imidlertid situasjonen forandre seg. Økt innslag av belgvekster kan medføre at mindre problematiske sjukdommer tiltar.

Mengda smitte (inokulum) samt klimafaktorer bestemmer infeksjonen

Angrepsgrad avgjøres av hvor mye smitte som finnes i jord og planterester i kombinasjon med klimafaktorer som temperatur og fuktighet. Andre faktorer som påvirker sjukdomsutviklingen, er jordtype og eventuelt sjukdomshemmende egenskaper i jorda. Smittenivået i jorda er som kjent sterkt avhengig av hvor ofte en belgvekst har vært dyrket i omløpet. Sortsvalg kan også bety noe. Et viktig spørsmål er hvordan tidligere dyrking av de vanlige kløverartene påvirker muligheten til å dyrke andre belgvekstarter.

Erfaringer fra Sverige

Forsøk i Sverige viser at smittepresset på kløver er relativt høyt uansett hvilke omløp man har, og at det heller ikke er avgjørende om man dyrker økologisk eller ikke. På den annen side, jo mer belgvekster man har dyrket, jo mer har man sett at svake sjukdommer har tatt seg opp. Som tabell 3.3 viser, er det funnet mange ulike sjukdomsframkallende sopper i svensk jord.

Vertsplantespekteret er en nøkkelfaktor

Omløpets sanerende effekt bestemmes i stor grad av de ulike skadegjøreres muligheter til å oppformeres i ulike vekster. Visse patogene sopper har en bred vertsplantekrets, hvilket betyr at de vil oppformeres i flere ulike kulturplanter. Andre sopper har bare et begrenset vertsplantespekter av nært beslektede vertsplanter.

Fusarium fra kløver smitter både bønne og ert

Som nevnt, har flere belgvekstpatogener en bred vertsplantekrets, og svenske undersøkelser har vist at enkelte sopper kan gi sterke angrep på ulike belgvekstarter. For eksempel viste det seg at flere *Fusarium* arter fra rødkløver var sterkt patogene på blant annet ert og åkerbønne.

Visnesyke i erter, bare et problem i ert?

Visnesyke (*Aphanomyces euteiches*) er en sjukdom som først og fremst assosieres med ertedyrking. Et generelt råd er at man ikke bør dyrke erter oftere enn hvert sjette år for å hindre store problemer med denne soppen. I USA har man funnet at soppen kan være patogen også på rødkløver og luserne. I svenske undersøkelser har man ikke funnet at visnesyke angriper kløver, men foruten i erter er soppen funnet i luserne, legesteinkløver, fôrvikke og phaseolus-bønne.

Veien videre

I en engelsk studie fra 1980-tallet sies det at belgvekster bør sees på som «en og samme art» mht. jordboende sjukdommer. Forhåpentligvis er dette å trekke det litt for langt, men det kan slås fast at vi trenger mer kunnskap om disse soppenes vertsplantespekter her i landet.

Tabell 3.3 Kjente, helt eller delvis jordboende, plantesjukdommer på belgvekster i Sverige

Belgvekst	Sjukdom	Sjukdomsorganisme
Phaseolus-bønne	Spireskade	<i>Pythium spp./Rhizoctonia solani</i>
	Svarråde	<i>Thielaviopsis basicola</i>
Luserne	Rotråde/spireskade	<i>Fusarium spp.</i>
	Phoma råte	<i>Phoma medicaginis</i>
Rødkløver	Visnesyke	<i>Verticillium dahliae</i>
	Rotråde/spireskade	<i>Fusarium spp.</i>
Hvitkløver	Kløverråde	<i>Sclerotinia trifoliorum</i>
	Spireskade	<i>Pythium spp.</i>
	Rotråde/spireskade	<i>Fusarium spp.</i>
Åkerbønne	Stolon- og rotråde	<i>Cylindrocarpon spp.</i>
		<i>Phoma sp.</i>
		<i>Colletotrichum spp.</i>
	Sjokoladeflekksyke	<i>Botrytis cinerea/ B. fabae</i>
	Rotråde/spireskade	<i>Fusarium spp.</i>
Ert		<i>Rhizoctonia spp.</i>
		<i>Pythium spp.</i>
		<i>Phoma spp.</i>
		<i>Cylindrocarpon sp.</i>
	Visnesyke	<i>Aphanomyces euteiches</i>
	Svarråde	<i>Thielaviopsis basicola</i>
	Spireskade	<i>Pythium spp.</i>
	<i>Rhizoctonia solani</i>	
	Rotråde/spireskade	<i>Fusarium spp.</i>
	Stengelråde	<i>Sclerotinia spp.</i>
	Stengel og rotråde	<i>Phoma medicaginis var. pinodella</i>

Etter Levenfors, Lager og Gerhardson 2001

Behandling av kulturvekst kan være like viktig som kulturen i seg selv

I tillegg til å innse at jordarbeiding er en integrert del av et vekstskifte, er det kanskje like viktig å være klar over at forskjellige tiltak i de ulike kulturene også er av avgjørende betydning. Flerårig eng er for eksempel ansett for å gi effektiv kontroll av åkertistel i et omløp. Engårene vil likevel ikke være særlig virkningsfulle hvis ikke enga slås på riktig tidspunkt. Effekten av eng på åkertistel vil således være et samspill mellom konkurransen fra enga og effekten av slått.

Vekstskifteeffekt på ugras

Vekstskifteeffekten på ugraset kan vi si er en «puslespilleeffekt» ved at vi setter sammen brikker med ulike kulturvekster og jordarbeidingsmåter. I tillegg til disse brikkene med kulturer og jordarbeiding vil dessuten mange andre faktorer som klima, jordtype og gjødsling være bestemmende for både sammensetning og mengde ugras.

Ugraseffekten av vekstskifte kan vi derfor si er en langtidseffekt av hvordan ugraset blir påvirket av kulturplantene vi dyrker, inkludert effekten av jordarbeiding som gjennomføres:

- Effekt av kulturveksten
 - a Kulturens etableringstidspunkt, dvs. så- eller plantetidspunkt.
 - b Kulturvekstens konkurransestyrke.
 - c Tiltak som gjøres i kulturen (radrensing i grønnsaker, slått i eng- og grønngjødslingsvekst, etc.).
- Effekt av jordarbeiding som gjøres mellom kulturene i et omløp.

For noen kan det kanskje virke litt rart at effekten av jordarbeiding inkluderes som en del av vekstskifte, men valg av kulturvekst og gjennomføring av jordarbeiding er så nært knyttet til hverandre at det er svært vanskelig å skille dem fra hverandre.

Kombinasjoner av at ugras, først og fremst flerårige arter, først tynes gjennom jordarbeiding for så å utsettes for konkurranse fra en kulturvekst, er også interessant. Et godt eksempel er kombinasjonen av utsulting av kvekejordstengler ved skålharving etterfulgt av dyp nedpløying, med etablering av en kultur med god konkurransevne. Slike kombinasjoner av jordarbeiding og konkurranse er svært aktuelt for kontroll av alle flerårige ugras ved økologisk dyrking (dette belyses mer under avsnittet om *grønngjødsling*).

Det finnes ikke spesielle vekstskifteomløp som i seg selv, og uten bruk av effektive direkte tiltak, hindrer alle typer ugras i å spire og etablere seg. Dette skyldes at alle ugras innenfor de ulike biologiske ugrasgruppene (sommerrettårige, vinterrettårige m.fl.) enten har klare fordeler eller begrensninger hva gjelder sitt nærvær i forskjellige kulturvekster. Effekter på flerårige ugras er antakelig viktigere enn virkningen på frøugras.

Hvilke ugras vokser i de ulike kulturer?

I et omløp som er dominert av kulturvekster som framelsker bestemte ugras, eller en gruppe av ugras, og hvor man ikke setter inn effektive tiltak, vil ugraset etter hvert bli svært tallrikt. Eksempler på dette kan vi hente fra tabell 2.1. Ugras eller ugrasgrupper som er merket med ++ eller +++ for de forskjellige kulturvekster, har potensiale til å øke sin utbredelse sterkt hvis man dyrker disse for ensidig.

Noen eksempler kan nevnes:

- ensidig korndyrking gir økende problem med flerårige ugras som åkerdylle og åkertistel
- mye høstkorn gir økende innslag av vinterrettårige ugrasarter og balderbrå
- mange år med eng gir større innslag av stedeagne, flerårige ugras som høymole
- grønnsakbonden blir ofte godt kjent med sommer- og vinterrettårige arter

Ulike kulturvekster har svært forskjellig potensiale for å konkurrere med ugraset. Vekster som dekker jorda tidlig, og som har høy tørrstoffproduksjon, har generelt best evne til å konkurrere med ugraset. Eksempler på slike vekster er korn og oljevekster. En veletablert og tett eng er et annet eksempel på en kulturvekst som både er sterk mot ettårige og mange flerårige ugras. En vekst som poteter etablerer et tett bestand relativt sent om sommeren, men vil etter den tid konkurrere bra med ugraset.

Det er ingen lett oppgave å sette opp en fasit på hvordan ulike vekstrekkefølger vil påvirke ugrasutviklingen. På den annen side kan man lett definere hvordan problemer best mulig skal forebygges (og det gjelder egentlig ikke bare ugras, men alle skadegjørere):

En størst mulig variasjon i omløpet vil hindre at problemer bygger seg opp etter hvert. Denne variasjonen vil omfatte hvordan plantene rent morfologisk ser ut, hvilke mønster de blir sådd eller plantet i, så- og plantetidspunkt, hvilke direkte tiltak som benyttes med mer.

Vi vet at det, antakelig uten unntak, finnes ugras som har en livsstrategi som alltid passer de ulike kulturplantene. For korn er det kanskje spesielt vanskelig. Ikke bare har vi floghavren (som også er en kornart), som selvfølgelig trives under de samme forhold som «kulturkornet». Arter som åkertistel, åkerdylle og kveke trives også svært godt under de samme forhold som kornet. Dette tilsier at problemene vil øke med tida hvis vi prøver å dyrke korn ensidig over tid. Økobondens utfordring vil derfor være å sette opp slike vekstfølger at de ulike enkeltarter ikke får sjanse til å danne bestand som truer en fornuftig avlingsstabilitet på gården. Også mindre forandringer i et omløp, for eksempel ved at en kornbonde dyrker høstkorn i tillegg til vårkorn, gir små, men viktige bidrag til å få et mer robust system. Innlemmes også radkulturer i omløpet, vil bonden kunne gjennomføre radrensing som også vil hemme de tre nevnte ugrasartene.

Dette høres veldig greit ut, men økobonden vil selvfølgelig, som andre bønder, også måtte forholde seg til mange andre faktorer, som landbrukspolitik (hvordan kanaliseringspolitikken påvirker vekstskiftemuligheter), økonomi og «antall timer i døgnet».

Vekstskiftevalg vil også dreie seg om å finne kulturer som muliggjør forskjellige mekaniske tiltak, for eksempel radrensing.

«Fordel for ugraset» kan vendes til «fordel for bonden»

Det er et problem for bonden at ensidig dyrking av bestemte kulturvekster favoriserer enkelte ugras, men trøsten er at dette «fortrinnet for ugraset» kan vendes til en motsatt situasjon: Når effektiv kontroll gjennomføres, kan den kulturplante som uten bekjempning er mest gagnlig for ugraset, endres til den veksten i omløpet som setter ugraset mest tilbake.

For å illustrere dette kan vi ta et eksempel fra grønnsakdyrkingen: De sommerrettårige artene er avhengig av jordarbeiding om våren for å spire godt. Når grønnsakbonden om våren gjennomfører jordarbeiding før såing eller planting, blir dette kravet innfridd og flere frø spire. Hvis grønnsakbonden så gjennomfører tiltak som dreper de oppkomne ugrasplantene, og dermed hindrer ny produksjon av frø, vil han redusere frøbanken mer i slike kulturer enn i andre.

I praksis vil det nok ofte være slik at det i grønnsaker skjer en oppblomstring av frøgraset fordi for mange frøplanter får stå i fred og formere seg. Hvis derimot direktetiltakene (mekaniske og termiske tiltak supplert med luking) som gjennomføres er gode nok, vil altså frøbanken reduseres.

Det er imidlertid en stor forskjell mellom den økologiske og konvensjonelle bonden når det gjelder muligheten til å utnytte at gitte ugras kommer sterkt i visse kulturer. Den konvensjonelle bonden tar ofte fram åkersprøyta i denne situasjonen og kan stort sett i enhver kultur sette inn et effektivt sprøytetiltak. Økologiske bønder har ikke denne muligheten. I radkulturer har de ulike former for ugrasregulering tilgjengelig, mens situasjonen er langt vanskeligere i andre kulturer. For eksempel vil man i korn med vanlig radavstand ha få muligheter til å gjøre noe med rotugras på større arealer.

Mange undersøkelser i utlandet har konkludert med at behandling av kulturvekstene i et omløp (effektiviteten i radrensingen, antall slåtter i enga osv.) er minst like avgjørende som valget av vekster i omløpet.

Noen eksempler

Eng: Frøugras

Forsøk bl.a. i Norge har vist at flere år med eng gir en markant minkende frøbank. Den økte imidlertid raskt igjen da det ble dyrket «åpne kulturer» som korn og ulike radkulturer (figur 2.19). Hvor mye frøbanken øker i åkerkulturene er selvfølgelig avhengig av hvor god kontroll en har på ugraset i disse kulturene.

Eng: Flerårig ugras

Langvarig eng vil begunstige engugras som for eksempel høymole. I åkervekster vil rotugras som åkertistel og åkerdylle dominere. Tabell 3.4 viser at hyppigheten av disse to artene er størst i vårkorn, betydelig lavere i høstkornet, og at de dessuten blir mindre hyppige i eldre eng.

Tabell 3.4 Forekomst av dyllearter og åkertistel i ulike kulturer/vokseplasser som prosent av undersøkte eiendommer (etter Fykse 1974)

		Kultur eller vokseplass							
		Korn		Radkulturer		Gras / Eng			
		Vår-korn	Høst-korn	Grønn-saker	Poteter og rotvekster	Første års-eng	Eldre kunst-eng	Kulturb-eite	Natur-eng
Flerårige arter:	Åkerdylle	60	32	50	57	35	30	21	21
	Åkertistel	61	33	50	57	42	47	39	39
Ettårige arter:	Haredylle	43	23	40	39	12	7	7	4
	Stivdylle	47	21	44	44	13	5	5	3

Med unntak av tre fylker var åkertistel mer vanlig enn åkerdylle. I åpenåker stod de to artene svært likt, men med mer åkertistel i grasmark. Vårkorn inneholdt disse vekstene oftest, men poteter og rotvekster kom ikke langt bak. Haredylle og stivdylle fins mest i åpenåker, lite i grasmark.

Alle arter var mest vanlig på mold- og myrjord, men forekom også på leirjord, sand- og grusjord.

Korn: Floghavre og flerårig ugras

All erfaring tilsier at vi nærmest ber om problemer hvis vi prøver å dyrke økologisk korn i ensidige omløp. Vi har allerede vært inne på effekten av vanlig eng og grønngjødslingseng. Et annet aktuelt tiltak er å ta inn kulturer som kan radrens. Bondens, veilederens og forskerens oppgaver i dag er derfor å finne en del «tålegrenser». En slik «tålegrense» forteller hvor mye korn vi kan ha i et omløp, uten at problemene med ugras vokser oss over hodet.

Vekstskifteeffekt på plantesjukdommer

Et allsidig vekstskifte er svært viktig for å motvirke sykdomsproblemer på planter. I hvor sterk grad sykdommene kan motvirkes og hvilke sykdommer man påvirker lettest, vil variere. Tidligere har vi beskrevet sykdomssoppens ulike måter å leve og overvintre på. Vi har sett at noen kan leve på en rekke ulike verter mens andre må ha en helt spesiell vert for å overleve. Soppens preferanser er avgjørende for hvordan et vekstskifte påvirker forekomsten av en sykdomsorganisme. Sykdommer som overlever og spres fra planterester i jord og samtidig har smalt vertsplantespekter, vil være de som lettest bekjempes ved hjelp av vekstskifte. Tørråte er en organisme med smalt/spesifikt vertsplantespekter (potet/tomat), men med stor mobilitet/spredningsevne (spres svært raskt både innen en åker og over større avstander). Når soppen tar luftveien til hjelp, vil ikke vekstskifte ha samme effekt som når sopp spores fra gamle planterester i samme åker. Plassering av de ulike kulturrene på ulike skifter vil likevel kunne ha betydning for denne typen skadegjørere (kan sees på som «vekstskifte i rom» kontra «vekstskifte i tid»). Tidligpotet bør for eksempel ikke dyrkes ved siden av sene poteter. Tørråte vil kunne oppformere seg i tidligpotetåkeren og produsere mye ny smitte til de senere potetene som vil ta mer skade av infeksjon med tørråte.

Mjøldogg i hvete eller bygg spres med sporer med vind og vil som oftest finne veien til sine verter selv ved et godt vekstskifte. Her gjelder imidlertid det samme prinsippet om oppformering av smitte. Plassering av høsthvete i nærheten av vårhvete vil gi tidligere mjøldoggsmitte i åkeren med vårhvete og dermed større skade.

Som nevnt vil en sykdom som overlever på planterester i jorda, i stor grad påvirkes av vekstskifte dersom de ikke er altfor bredspektret med hensyn til vertsplanter. Smitte av sykdommer som byggbrunfleck, havrebladseptoria eller grå øyeflekk vil reduseres betydelig i løpet av bare en sesong med en annen kornart eller annen vekst. En sykdom som storknolla råtesopp vil derimot kreve opptil 6 år med en annen kulturvekst (ikke oljevekster eller erter/bønner). Dette skyldes at den overlever i form av sklerotier med svært lang levetid i jorda. Klumprot i kålvekster og visnesyke i erter er også eksempler på sykdommer som kan leve lenge i jorda.

Et godt vekstskifte alene er sjelden tilstrekkelig for å redusere forekomsten av patogener som har overlevelsesorganer som nevnt over, eller som har et bredt vertspekter og altså kan angripe mange av kulturvekstene. Imidlertid vil en kombinasjon av et godt vekstskifte og god jordarbeiding, tilførsel av organisk materiale/gjødsel (grønngjødsel, husdyrgjødsel), god vannhusholdning og god ugraskontroll kunne være suksessfullt også overfor slike vanskelige skadegjørere.

Det finnes gode eksempler fra utlandet på at vanskelige, jordboende sjukdommer i blant annet jordnøtter og bomull kontrolleres ved hjelp av et godt planlagt vekstskifte sammen med tiltak som listet over. Et godt planlagt vekstskifte vil i mange tilfeller kunne bremse oppbygning av sjukdomssmitte i jorda, også av de mer problematiske sjukdommene.

Vekstskifteeffekt på skadedyr

En populasjon av et skadedyr som finner en gunstig vertsplante på feltet, vil kunne bygge seg opp år etter år. Denne utviklingen kan brytes ved vekstskifte og dyrking i ett eller flere år av en ikke-vertsplante.

Vi skal diskutere litt mer inngående, i relasjon til skadedyr, de tidligere nevnte hovedpunktene vedrørende biologien til en skadegjører:

- 1 Gjelder for skadedyr som er lite mobile gjennom hele livssyklusen eller skadedyret bør ikke ha spesielt lettspredelige stadier. Nematoder, midd og andre jordboende, vingeløse leddyr spres ikke så lett som flygende insekter. En del insektsarter, for eksempel gallmygg, er imidlertid dårlige flygere. For å minske angrep av kålgallmygg er det mest effektive å legge åkrene med en avstand på 150–200 meter fra hverandre, helst mot den framherskende vindretning. Andre viktige skadedyr som gulrotflue og kålflue kan fly over lange avstander. Det er vist at liten kålflue kan fly opptil 2–3 km. Selv om gulrotflue og kålflue kan fly langt, vil en flytting av kulturen på mer enn 500 meter gjøre det tyngre for fluene å finne fram til vertsplantene og vil redusere angrepspresset. I tillegg vil flytting forbi en skog, hekk eller et annet større hinder redusere presset ytterligere.
- 2 Gjelder for skadedyr som har få vertsplanter, inkludert ugras. Mange gallmyggarter, for eksempel kålgallmygg og ertegallmygg, er monofage skadedyr, dvs. knyttet til vertsplanter innen en enkelt planteslekt. Oligofage skadedyr har vertsplanter innen en plantefamilie, for eksempel potetcystenematodene som er knyttet til plantefamilien *Solanaceae*. Vekstskifte er dermed et viktig tiltak i kampen mot potetcystenematoder. Det blir en økning på ca. 10 ganger i antall nematodeegg fra vår til høst etter dyrking av en mottakelig potetsort, mens det blir en nedgang på ca. 33 % etter dyrking av en ikke-vertsplante.
- 3 Gjelder for skadedyr hvor smittenivået synker raskt ved fravær av vertsplante. Man kan finne levende egg i cyster av potetcystenematode etter opp mot 20 år, men antall levende egg synker såpass fort at man kan dyrke potet en gang per 6.–7. år (man kommer under skadeterskelen ved å ha et såpass romslig omløp). Ved intensiv drift kan dyrking av resistente sorter gi en raskere nedgang i eggantallet enn dyrking av ikke-vertsplanter.

I noen tilfeller med vekstskifte, ikke minst på små arealer, er det viktig å ta hensyn til de kulturene naboen dyrker. For skadedyr med 1-årig livssyklus, for eksempel gulrotflue, vil ett år uten gulrot være nok til å bli kvitt puppene i jorda. Hvis derimot gulrotfelter finnes i nærliggende områder, vil voksne gulrotfluer fly inn fra omgivelsene og kolonisere feltet på nytt.

I årene 1891–1939 var smellerlarver (kjølmark) det oftest omtalte skadedyret i korn. Billene legger egg i gammel eng, og etter pløying går larvene over i etterfølgende kultur. En vesentlig årsak til de omfattende angrepene i korn var derfor gammel eng som forkultur. Rotvekster og potet er særlig utsatt for angrep av kjølmork, og bør derfor ikke dyrkes før minst ett år etter eng eller korn, der man vet at det har vært kjølmorkangrep.

Utvidet dyrking av en kulturplante innen et distrikt kan gi stor økning i skadedyrpopulasjonene. Fra slutten av 1940-årene økte dyrkingen av løk sterkt på Toten, senere også i Vestfold. Dette førte til omfattende angrep av løkflue utover i 1950-årene inntil en fikk effektive metoder for bekjempelse.

Enkelte ganger kan vekstskifte med hell omfatte hele distrikter for å få bukt med farlige skadedyr. I Grimstad-distriktet ble det i 1940-årene innført karanteneordning med forbud mot dyrking av erter i bestemte områder på grunn av ertegallmygg. Systemet med vekstskifte basert på distrikt praktiseres i konservesert i dag. Til tross for utstrakt dyrking innen regioner, har en unngått angrep av for eksempel ertevikler som tidligere var et alvorlig skadedyr i ertedyrkingsområdene. Derimot har intensiv dyrking av såkalte «Ringerikerter» i Hole i Buskerud de siste årene ført til en opphopning av populasjonen av ertevikler. Et annet eksempel på slikt regionalt vekstskifte er i Rogaland hvor gulrot og andre skjermplanter ble dyrket i én dal et år og nabodalen det neste året. Et år uten skjermplanter var nok til å tømme området for gulrotfluer. Dette var et frivillig tiltak og kan være vanskelig å gjennomføre i dagens samfunn. Slikt regionalt vekstskifte har også vært foreslått i nyere tid i forbindelse med kålflue i korsblomstrede vekster.

En negativ følge av vekstskifte er at skadedyrenes naturlige fiender ikke får tid til å bygge seg opp før kulturen og verts- eller byttedyret forsvinner fra stedet. Men fordelene med vekstskifte er langt flere enn ulempene.

3.2 Vekstskifte, effekter av grønn gjødsling

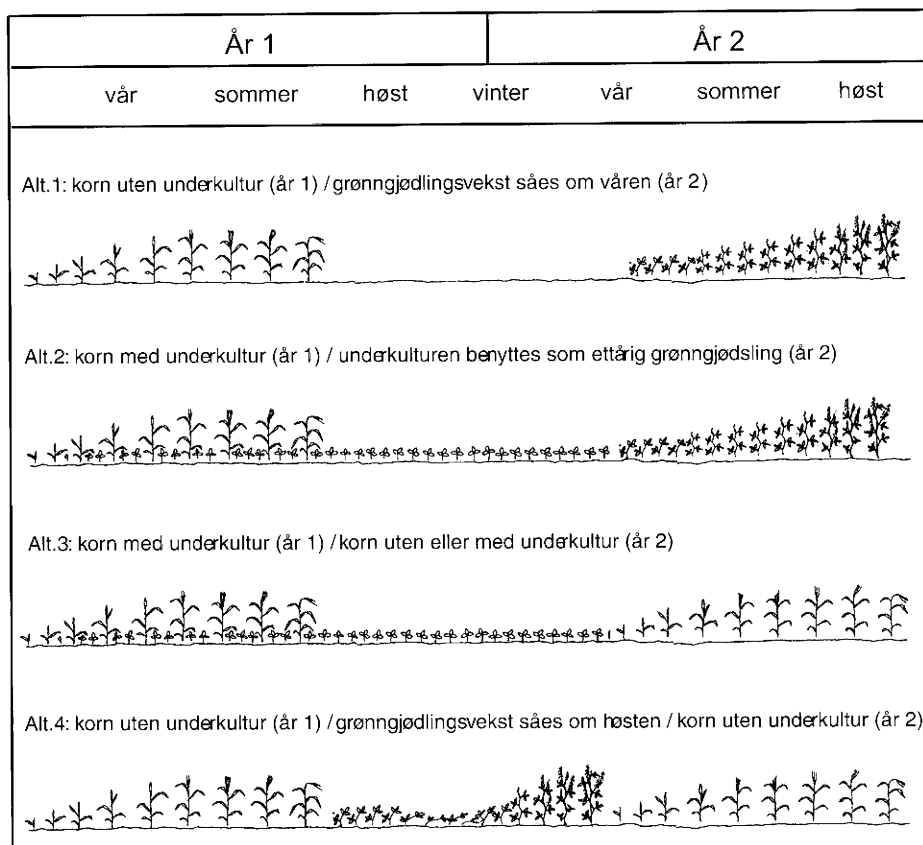
Grønn gjødsling er et samlebegrep for ulike typer vekster som i utgangspunktet dyrkes for å tilføre jorda gjødsel, hovedsakelig nitrogen. Ulike belgvekstarter, med sin evne til å ta opp nitrogen fra luften (nitrogenfiksering), er de vekstene man oftest forbinder med grønn gjødsling. Andre ikke-nitrogenfikserende arter brukes også ofte, enten i blanding med belgvekstene, eller alene. Forekomsten av ugras kan både reduseres og tilta gjennom en periode med grønn gjødsling. Et veletablert grønn gjødslingsbestand av konkurransesterke arter som lodnevikke eller rød kløver kan effektivt redusere ugraset. På den annen side vil en grønn gjødslingsart som slipper gjennom mye lys, og som samtidig kanskje også er dårlig etablert, føre til oppformering av både frøgras og flerårige arter.

Grønn gjødslingsvekstene kan også ha flere andre interessante egenskaper, blant annet har det vært en god del fokus på arter med dypt rotsystem som har evne til å ta opp næringsstoffer fra store jorddyp. Disse artene har en «pumpevirkning» på næringsstoffene på den måten at de blir gjort tilgjengelige for den etterkommende veksten, for eksempel grønnsaker, når grønn gjødslingsvekstene pløyes eller fresas inn i jorda. Grønn gjødslingsvekster med dyp pålerot, for eksempel legesteinkløver, er dessuten kjent for å ha en gunstig effekt på jordstrukturen.

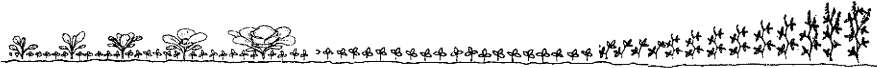
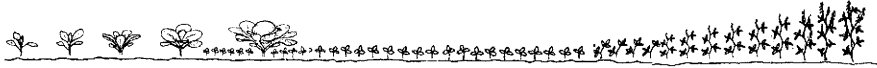
Under våre klimaforhold er det enkelte sykdommer som er spesielt besværlige i systemer med mye engbelgvekster. I en norsk undersøkelse av kløverrøtter i eldre eng, ble det funnet *Fusarium* i relativt mange prøver av kløverrøttene. En større undersøkelse i Sverige, som nettopp tar for seg forekomst av sykdommer i belgvekster ved økologiske dyrkingssystemer, viste at den vanligste *Fusarium*-arten på korn og gras i Norge (*Fusarium avenaceum*) også er vanlig forekommende på engbelgvekster og andre belgvekster der. Kløverrate forårsakes

av en annen sopp som danner sklerotier. Disse sklerotiene kan man finne nede i rothalsen på syke planter. Begge disse sjukdommene smittes via jord.

Grønningsvekster kan integreres i ulike omløp på svært mange måter (for muligheter i korn, se figur 3.3).



Figur 3.3 Grønningsvekster kan taes inn i dyrkingssystemet på ulike måter. Alt. 1: Her dyrkes korn alene første året. Ettårig grønningsvekst, eventuelt en blanding, såes om våren andre året. Alt. 2: Her etableres den ettårige grønningsveksten som underkultur i korn året i forveien. Alt. 3: Her benytter man en underkultur i korn. Våren, andre året, pløyes denne ned i jorda og man sår korn (med eller uten underkultur) på nytt. Alt. 4: Korn uten underkultur dyrkes begge år, men man sår inn en belgvekst om høsten etter tresking. Belgveksten pløyes inn i jorda som grønningsvekst om våren 2. året. Alternativene viser bare korn som kulturplante til høsting. I flere av systemene kan man imidlertid tenke seg en grønnsakkultur eller potet istedenfor, ikke minst gjelder dette alt. 4 hvor det med fordel kan såes inn en grønningsvekst etter høsting av en tidlig grønnsaks- eller potetkultur (se også figur 3.4 og tekstboks 3.5).
Tegning: Hermod Karlsen.

År 1				År 2		
vår	sommer	høst	vinter	vår	sommer	høst
Alt.1 Grønnsaker og underkultur etablert om våren (år 1) / underkulturen benyttes som ettårig grønn gjødslingsvekst (år 2)						
						
Alt.2 Underkultur i grønnsaker blir sådd midt på sommeren (år 1) / underkulturen benyttes som ettårig grønn gjødsling (år 2)						
						

Figur 3.4 Ulike muligheter for hvordan en underkultur kan etableres i grønnsaker. Alt. 1: Såing av underkulturen om våren, før eller ved planting av hovedkulturen. Alt. 2: såing av underkulturen omkring begynnelsen av juli, etter at ugraset er fjernet ved hjelp av termiske eller mekaniske metoder først i sesongen. Stort sett all erfaring tilsier at man får konkurranseproblemer hvis underkulturen såes for tidlig, og alt. 2 er nok derfor det som i praksis er mest aktuelt. Ved bruk av underkultur i grønnsaker vil det nok være mest aktuelt å så en svaktvoksende hvitkløversort. I korn er det i dag vanlig å benytte underkultur, for grønnsaker er det derimot ingen tradisjon.

Tegning: Hermod Karlsen.

Ettårig og flerårig grønn gjødsling

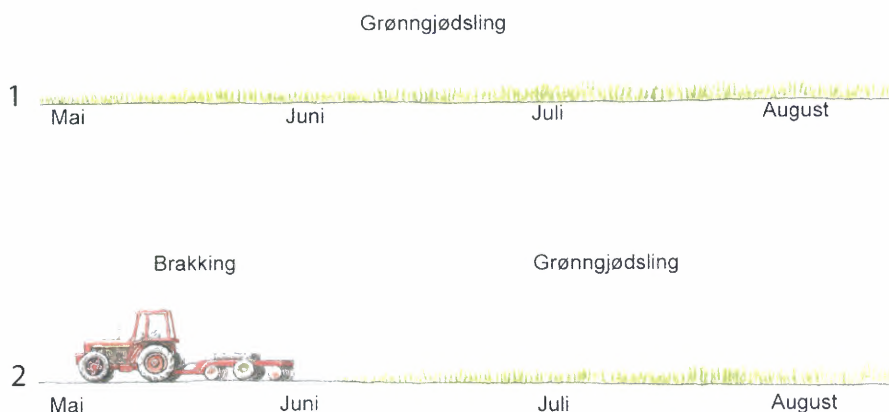
Grønn gjødslingsvekster i form av ettårig grønn gjødslingseng vil i prinsippet være det samme som en kortvarig eng og ha tilsvarende effekt på ugraset. Utformet på en optimal måte kan grønn gjødslingsenga, i tillegg til å ha en gjødslingseffekt, være en viktig arena for sanering av flerårige ugras, for eksempel åkerdylle og åkertistel.

Etablering av grønn gjødsling

Etableringen av en ettårig, eventuelt lengre grønn gjødslingsperiode, kan enten starte med at man om våren sår inn den ønskede arten, eventuelt en blanding av flere arter, (se figur 3.3 alt. 1) eller at grønn gjødslinga blir etablert som underkultur (gjenlegg) i korn året i forveien (se figur 3.3 alt. 2). Det er vanskelig å gi et generelt svar på hva som er best mht. ugraskontroll, svaret vil avhenge av ulike forhold på gården. Hvis man for eksempel har mye kveke vil alternativ 1 være å foretrekke fordi en da har muligheten å stubbharve om høsten. En underkultur som står igjen på jorden etter tresking, vil hindre en slik stubbharving. Fordi alternativ 2 antakelig gir best nitrogenfiksering, kan en altså bli stående med valget mellom maksimal nitrogenfiksering og ugraskontroll.

Hvis man velger å etablere en grønn gjødslingsvekst om våren (alt. 1) har man også en annen interessant mulighet, nemlig å gjennomføre en brakkingsperiode om våren og forsommeren før man sår (figur 3.5). Dette er spesielt aktuelt dersom man sliter med forskjellige arter av flerårige ugras. Som vi allerede har vært innom, er alle flerårige ugras i aktiv vekst på denne tida, og man kan forvente god effekt av kombinasjonen jordarbeiding og etterfølgende innsåing av en konkurransesterk grønn gjødslingsvekst. Hvis våronna starter i begynnelsen av mai, og en planlegger å så grønn gjødslingsveksten ved St. Hans-tider, rekker man 3–4 jordarbeidinger med 2–3 ukers mellomrom før såing. Det vil lønne seg å avslutte brakkingsperioden med dyp pløying. De svekkede rotskuddene vil da få problemer med å komme opp til jordoverflaten.

En brakningsperiode om våren og forsommeren vil dessuten sjelden ha store negative konsekvenser for erosjon og avrenning.



Figur 3.5 To ulike måter å gjennomføre etterårig grønnjødsling, (1) såing av grønnjødslingsvekst (er) på våren, og (2) mekanisk brakking på våren og forsommeren, med såing av grønnjødslingsvekst etter endt jordarbeiding.

Tegning: Hermod Karlsen.

Grønnjødslingsarter og blandinger

Bonden har et sett med faktorer som avgjør valg av dyrkingssystem, grønnjødslingsvekst eller blanding, blant dem mengde nitrogen som samles, effekt på jordstruktur og ugraseffekt.

De fleste belgvekstarter er relativt trege med å danne et lukket bestand. Rett etter såing er derfor mange grønnjødslingsvekster svake i konkurransen med ugraset, og dette gjør at det ofte kan være lurt å så en blanding hvor belgveksten(e) sås sammen med mer rasktvoksende arter. Det finnes mange muligheter, men vi har i forsøk god erfaring med en blanding bestående av rødkløver (0,5 kg / dekar), italiensk raigras (1 kg), honningurt (0,5 kg) og fôrvikke (8,0 kg). Her vil honningurt og fôrvikke være de raskeste til å etablere seg, etter nedkutting vil disse gjøre mindre av seg, og rødkløveren og raigraset vil etter hvert ta over.

Hvis grønnjødslingsenga starter med underkultur i korn (alt. 2 i figur 3.3) kan man ikke så inn aggressive arter som honningurt eller fôrvikke, men det er det heller ikke behov for. Kornet selv konkurrerer ofte godt med ugraset. Man kan velge å så inn rødkløver eller hvitkløver i renbestand, eller benytte en blanding.

Ønsker man å få fangveksttilskudd, må belgvekstene ikke overskride 10 % på vektbasis. En blanding som gjør det, men som like fullt er aktuell, kan bestå av timotei (50 %), engsvingel (30 %), rødkløver (15 %) og hvitkløver (5 %).

I tabell 3.5 vil du finne opplysninger om veksthastighet, dvs. hvor raskt jorda dekkes, for enkelte aktuelle arter.

Tabell 3.5 Noen grønngjødslingsveksters evne til å dekke jorda

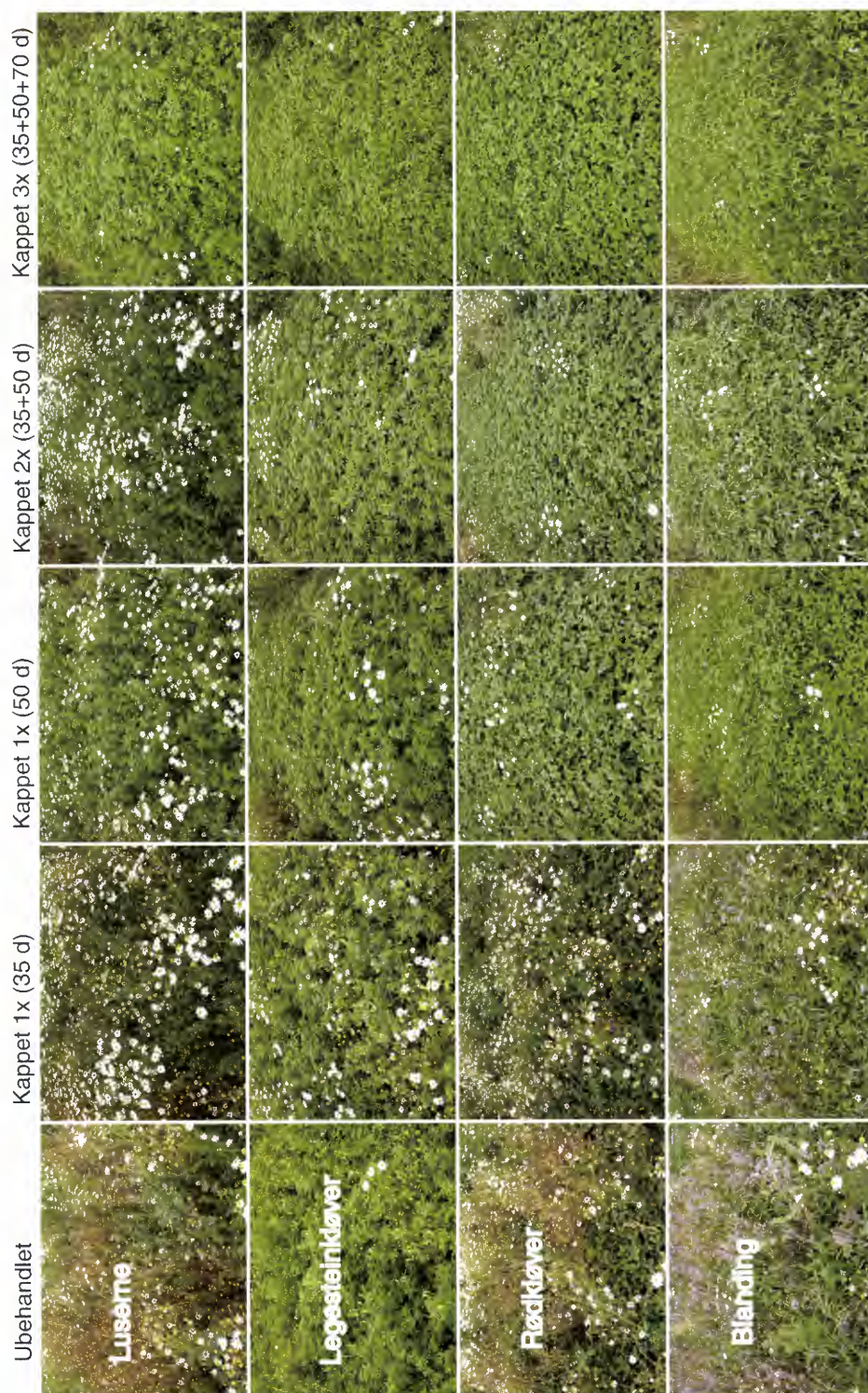
Veksthastighet (utvikling)	Arter	
	Belgvekster	Ikke-belgvekster
Trege	Rundbelg ¹ Tiriltunge ¹ Jordkløver Hvitkløver Alsikekløver	Rødsvingel
Middels	Legesteinkløver Aleksandrinerkløver Sneglebelg Luserne Rødkløver Lupin (gul, blå, hvit) ¹ Perserkløver Blodkløver	Rybs og raps Italiensk raigras Timotei Flerårig raigras
Raske	Vintervikke/lodnevikke Sommervikke/forvikke Flatbelg ¹ Ært, grå foder ¹	Reddik ¹ Honningurt Italiensk og westerwoldsk raigras Sennep ¹ Havre

¹Arter vi ikke har hatt med i egne forsøk, bestemmelse av veksthastighet bygger på erfaringer fra Danmark (Holmegaard 1987)

Behandlinger i grønngjødslingsenga

På grunn av frøgraset vil det ofte en stund etter såing være nødvendig å kutte ned grønngjødslingsveksten. Dette kan også være en fordel for belgvekstene i en blanding slik at disse etter hvert får bedre vokseplass. En art som honningurt dekker jorda raskt, men vil ha liten gjenvekstevne hvis den blir slått 1,5 til 2 måneder etter såing. Rødkløver i blandingen blir da ikke hemmet, og sikrer dermed en bedre nitrogenfiksering.

I utgangspunktet bør nedkutting gjennomføres relativt tidlig for å hindre at frøgras rekker å produsere modne frø. Et annet aspekt er at noen belgvekster etter hvert som de blir eldre, tåler nedkutting dårligere. Dette gjelder bl.a. legesteinkløver. I svensk litteratur blir det gitt en generell anbefaling om å kutte ned planten når den er ca. 30 cm høy, og ikke bruke mindre stubbehøyde enn 10 cm. Bildene i figur 3.6 viser rødkløver, legesteinkløver, luserne og en grønngjødslingsblanding bestående av rødkløver, italiensk raigras, honningurt og sommervikke, kuttet ned til ulike tidspunkt.



Figur 3.6 Nedkutting 0, 1, 2 og 3 ganger av ulike belgvekster i renbestand og i blanding, bestående av honningurt, sommervikke, rødkløver og italiensk raigras, 35, 50 og 70 dager etter såing om våren. Legesteinkløveren tynte ugraset best når den var ubehandla eller bare kuttet 1 gang. Grønn gjødslingsblandingen dekket jorda raskt og konkurrerte dermed også bra med ugraset. Foto: Lars Olav Brandsæter.

Under avsnittet om etablering av grønngjødslingsvekster var vi litt inne på hvilke muligheter en har om høsten til kontroll av flerårige ugras hvis grønngjødslingsenga etableres som underkultur (alt.2 i figur 3.3). Den muligheten en har for å kontrollere kveka, i alle fall til en viss grad, om høsten i en underkultur, er å kutte kveka (og grønngjødslings-veksten) når den senest er på 3–4-bladstadiet. Hvor god effekt dette har på kveka, og hvor mye det går utover nitrogenfiksering og overvintringsevne, vet vi ikke sikkert i dag. Med mye flerårig ugras i underkulturen om høsten er det nok lurt å slå ned disse en eller flere ganger. Spesielt gjelder dette hvis man har tresket tidlig og i tillegg får en lang og fin høst etterpå. Figur 3.26 viser hvilket potensiale kveka har til å bygge seg opp utover høsten hvis den får stå uforstyrret.



Figur 3.7 Gras- og halmsnittere er effektive til å kutte ned og knuse selv svært kraftige grønngjødslingsvekster. Bildet viser nedkutting av en frodig bestand av legesteinkløver. Foto: Lars Olav Brandsæter.

Et annet aspekt om høsten er hvordan nedklippingen bør gjøres for å sikre en best mulig overvintring for grønngjødslingsvekstene. Det er vanskelig å gi et godt svar på dette, men et generelt råd er at en bør slå så tidlig som mulig. I Sør-Norge helst før midten av september, slik at plantene kan ha noe tid til å akkumulere karbohydrater til vinteren. Kulturplantene bør generelt forstyrres minst mulig om høsten.

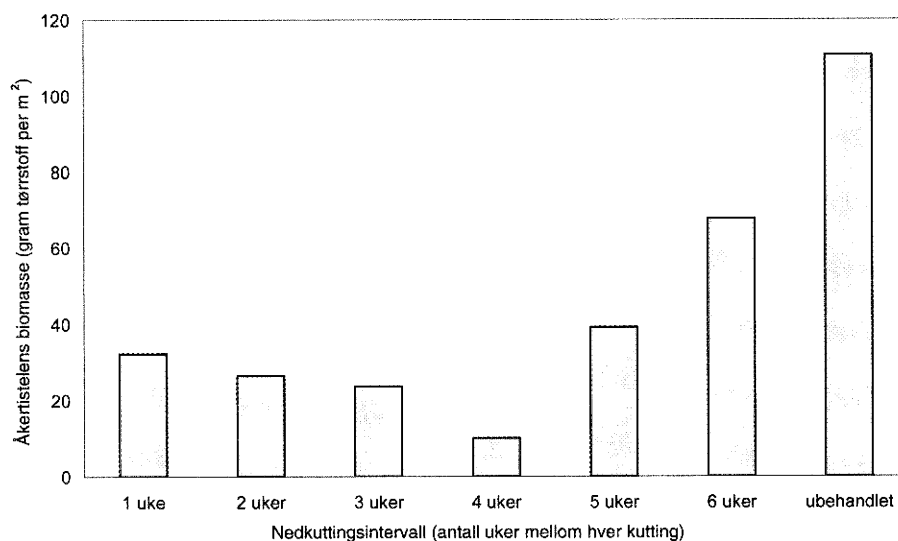
Siden mange som driver økologisk, sliter med kontroll av åkertistelen, skal denne arten vies litt ekstra oppmerksomhet. Det er interessant å merke seg at mange av de anbefalingene som vi gir i dag for kontroll av dette ugraset, faktisk ligner mye på de rådene som ble gitt for svært lenge siden. Allerede i 1848 utarbeidet amerikaneren Stevens følgende liste med gode råd i kampen mot åkertistelen:

- Dyp og regelmessig pløying
- Bruk av sommerbrakk
- Regelmessig nedslåing/slått i enga
- Bruk av konkurransesterke gras- og belgvekster
- Kombinasjoner av faktorene nevnt ovenfor

Vi ser altså at eng til slått gjennom mange år har vært ansett å være effektiv i åkertistelkampen. Hvilken effekt slåtten gir, er avhengig av slåttetidspunkt, antall slåtter og engas botaniske sammensetning.

Forsøk har vist at rødkløver og luserne kan konkurrere sterkt med åkertistel. Som vi har vært inne på tidligere, vil optimalt tidspunkt for nedkutting være når åkertistelen er svakest, dvs. på 8–10-bladstadiet. Kontroll av åkertistel blir betydelig lettere om et omløp inneholder eng over flere år. Forsøk i Amerika har vist at enga må ligge i tre år for at effekten på åkertistel skal være god. Antall engår er imidlertid ikke den eneste avgjørende faktoren, totalt antall år i omløpet og hvilke andre vekster omløpet inneholder, er også viktig. En svensk tommelfingerregel sier at det blir problemer med åkertistelen hvis engandelen kommer under 40 %, for eksempel mindre enn 2 av 5 år. Spesielt gjelder dette hvis de andre årene av omløpet er dominert av korn. Behovet for eng for å sanere flerårige ugras blir redusert hvis man har andre kulturer i omløpet, hvor det også går an å drive kontroll, for eksempel radrensing.

Anbefalinger sier at enga bør slås minst to ganger i vekstsesongen, men gjerne tre ganger, for å oppnå god effekt mot åkertistel. Forsøk i Sverige der rødkløvereng ble slått med intervaller på 1, 2, 3, 4, 5, og 6 uker viste at slått hver fjerde uke gav best effekt (se figur 3.8). En årsak til at 4 ukers intervall gav best resultat, var at rødkløveren da tålte slått uten at det gikk ut over gjenveksten. Senere forsøk har dessuten vist at det er de første slåttene om sommeren som hemmer åkertistelen mest.



Figur 3.8 Feltforsøk i Sverige hvor effekten på åkertistel av ulike slåtteinntervall (antall uker mellom hver slått) ble undersøkt i en rødkløvereng. Ubehandlet betyr at enga ikke ble slått i det hele tatt. Registreringene (tørrstoffmålingene) ble gjort i vårhvete påfølgende år (etter Dock Gustavsson 1992).

Sammenlignet med åkertistel finnes langt mindre kunnskap om hvilke effekter eng har på åkerdylla. Imidlertid vil mye av det som er skrevet om åkertistel, også gjelde for åkerdylla. En god bekjempelsesstrategi vil også her bestå i at man kutter ned åkerdylla når tørrstoffmengda er minst, dvs. på 5–7-bladstadiet. Antakelig vil åkerdylla utarmes raskere i enga enn hva tilfelle er for åkertistel. Undersøkelser i Norge viser da også at åkerdylla er mindre vanlig i enga enn hva tilfelle er for åkertistel (se tabell 3.4).

En ulempe med nedkutting av et grønngjødslingsbestand er at nitrogen i plantematerialet på jordoverflaten tapes som ammoniakkgass til lufta. En

mulighet for å nyttiggjøre seg dette plantematerialet (og nitrogenet) kan, som nevnt tidligere, være å bruke det som dekke i grønnsaker på et annet skifte.

Undersøkelser i Sverige har vist at forekomsten av kveke er ganske lik for de forskjellige kornartene, uavhengig av om det var vår- eller høstkorn. Det er også svært interessant å merke seg at det ikke ble funnet store forskjeller om kornartene ble dyrket i omløp med eng eller i omløp uten eng. Det er imidlertid i undersøkelser funnet at mengde kveke minsker med alder på enga når denne ligger i mange år. Brakking og jordarbeiding har vist større virkning på kvekebestanden enn drifta av enga. Forsøk med raigras i Norge har imidlertid vist at denne arten kan konkurrere bra med kveka.

«Mellomkulturer», underkultur og fangvekster

Figur 3.3 viser to ulike måter å etablere en «mellomkultur»:

«Alt. 3»: Så for eksempel hvitkløver eller rødkløver som en underkultur i korn. Underkulturen pløyes inn i jorda enten senhøstes eller våren etterpå. Det kan være en mulighet å slå ned underkulturen om høsten for å behandle ugraset som vokser i denne, men vi vet ikke hvor god effekt på ugras dette gir.

«Alt. 4»: Så inn en «mellomkultur» om høsten etter at kornet eller en annen tidlig kultur (tidligpotet, grønnsaker) er høstet. En flerårig belgvekst som rødkløver kunne være aktuell, men som regel vokser den for tregt til å passe for denne bruksmåten. Det har blitt gjennomført ganske omfattende undersøkelser i Norge for å finne velegnede arter og sorter til bruk som «mellomvekst» (tekstboks 3.4).

Tekstboks 3.4 Vinterettårige og toårige belgvekstarter (jfr. alt. 4 i figur 3.3)

Dersom hovedkulturen blir høstet tidlig nok, er det aktuelt å så inn en belgvekst, eventuelt en blanding, om høsten. Et grønt dekke gjennom høst, vinter og vår kan ha flere fordeler, bl.a. samle nitrogen til etterfølgende kultur og konkurrere med ugraset. Under følger en liten gjennomgang av erfaringer som er gjort med noen vinterettårige og toårige belgvekstarter.

Jordkløver (*Trifolium subterraneum*)

Jordkløver må ikke såes før midtsommer om den skal kunne overvintre. Etter overvintring blomstrer den allerede i mai, og naturlig nedvisning starter tidlig på våren/forsommeren. Vår idé med denne arten har vært at det utover våren og forsommeren skulle være mulig å plante grønnsaker direkte (eventuelt lage et plantebed ved hjelp av seksjonsfres) i det døende jordkløverbekstandet. Omfattende undersøkelser av overvintringsevne for å finne aktuelle jordkløversorter for Norge har gitt nedslående resultat. Best overvintringsevne viste 'Denmark', fulgt av 'Nuba' og 'Mount Barker'. Livssyklus og voksemåte peker ut jordkløver som nær sagt den «ideelle» underkultur for bruk i radkulturer, men den dårlige overvintringsevna har gjort at det ikke arbeides mer med denne arten. Spesielt interesserte bønder eller småhageeiere langt sør i landet kan jo gjøre et forsøk.

Lodnevikke/vintervikke (*Vicia villosa*)

Lodnevikke er en langt mer velegnet art for norske forhold enn jordkløver, men bør antakelig bare dyrkes i Sør-Norge, men heller ikke der i innlandet. Sorten 'Hungvillosa' har vært best, men 'Welta' og 'Villana' har fulgt 'hakk i hæl'. Lodnevikke bør ikke såes for tidlig på ettersommeren, siste halvdel av

august eller begynnelsen av september synes å være beste såtid. Fordi man bør bruke 7–8 kg såfrø per dekar for å få god dekning, blir høye frøutgifter et minus for lodnevikke. Ved vellykket etablering danner lodnevikke et svært tett bestand som konkurrerer godt med ugraset. Lodnevikke har god tilvekst om våren og forsommeren, og samler dermed mye nitrogen på denne årstida. Vi anbefaler derfor spesielt å bruke lodnevikke som forkultur til litt senere hold av grønnsaker. Nitrogen som finnes i biomassen til lodnevikke frigjøres raskt etter nedmolding.

Blodkløver (*Trifolium incarnatum*)

Av sortene vi har testet har 'Heusers Otsaat' vist suverent best overvintringsevne. Vi skal ikke komme så detaljert inn på denne arten, mye av det som står om lodnevikke kan overføres til blodkløver. Sammenlignet med lodnevikke har imidlertid blodkløver visse svakheter: Litt dårligere overvintringsevne, mer glissen vekst og dermed ikke så god konkurransevne mot ugraset, og dessuten, i et næringsforsyningsperspektiv, den brytes saktere ned. Et par fordeler skal imidlertid også nevnes: De blodrøde blomstene er et usedvanlig vakkert syn for øyet, og frøkostnadene er langt lavere. Men alt i alt er nok lodnevikke å foretrekke framfor blodkløver for de fleste bruksområder.

Legesteinkløver/gul steinkløver (*Melilotus officinalis*)

Våre forsøk mer legesteinkløver har bare omfattet en sort, 'Nordgold Yellow', og mye tyder på at det ikke er noe stort behov for andre og bedre sorter. Til og med «ekstremvinteren» 2000/2001 på Østlandet, overlevde denne arten godt. Den gode overvintringsevna er kanskje ikke så overraskende, denne arten finner vi nemlig viltvoksende langt nordover i landet. I motsetning til de andre artene vi har omtalt, er legesteinkløver en toårig art. Våre forsøk har vist at legesteinkløver trives best ved såing om våren og litt utover forsommeren. Overvintringsevna blir betydelig redusert ved etablering på ettersommer eller høst. Ved tidlig såing vil legesteinkløver blomstre første høsten, men dette betyr ikke at den går ut. Andre våren dekker legesteinkløver jorda raskt. Får den stå urørt utover forsommeren vil den bli svært høy, gjerne 2 m. Et viktig aspekt ved bruk av denne arten er at hvis den ikke tidligere har vært dyrket på åkeren, må såfrøet smittes med en bakteriekultur. I litteraturen finnes det mange utsagn om at legesteinkløver med sitt dype rotsystem har svært god effekt på jordstrukturen.



Figur 3.9 Jordkløver (over til venstre), lodnevikke (over til høyre), blodkløver (nede til venstre) og legesteinkløver (nede til høyre).

Foto: Lars Olav Brandsater og Arild Andersen.

Bruk av underkultur i ulike kulturvekster har en ugraseffekt. Dette er vist både i grønnsaker (ikke mye brukt på grunn av skadelig konkurranse med kulturen) og i korn. De fleste undersøkelsene har konkludert med at effekten av underkultur er best mot frøgras, men virker også litt på flerårige arter. En undersøkelse viste for eksempel at underkultur i havre i gjennomsnitt halverte kvekemengda i forhold til havre uten underkultur. På den annen side kan situasjonen fort bli motsatt hvis ugraset, i alle fall kveke, allerede er etablert i åkeren. Underkulturer og fangvekster vil i stor grad vanskeliggjøre mekaniske tiltak som stubbarbeiding om høsten.

Bruk av underkulturer eller fangvekster før hovedkulturene er sådd, og etter at de er høstet, kan være et viktig bidrag til å hindre at ugras etablerer og formerer seg på tider av året da jorda skulle ligge «svart». Hvilke vekster som bør brukes, og eventuell behandling av disse, har vi i dag for lite kunnskap til å si noe generelt om.

3.3 Vekstskifte, jordarbeiding og teknikk

Jordarbeiding mellom kulturvekstene i et omløp har flere funksjoner, som tillaging av så- eller plantebed, innarbeiding av gjødsel og plantemateriale i jorda, og kontroll av ugras. For alle driftsformer er det dessuten viktig at jordarbeidinga utføres på en slik måte at man oppnår best mulig jordstruktur, samt minst mulig erosjon og utvasking. Å unngå jordpakking er spesielt viktig. God jordstruktur vil i seg selv være gunstig i ugraskampen fordi ugraset ofte greier seg bedre enn kulturplantene på strukturskadet jord.

Det finnes mange gode argumenter for redusert jordarbeiding, men så godt som all erfaring i dag tilsier dessverre at det er et motsetningsforhold mellom redusert

jordarbeiding og ønske om mindre herbicidbruk. Spesielt gjelder dette flerårige ugras som veldig lett tar overhånd ved redusert jordarbeiding. Svært mange undersøkelser viser hvor viktig god jordarbeiding er, inklusivt pløying, hvis ugraset skal kontrolleres uten bruk av herbicider.

Jordarbeiding er viktigere i økologisk drift enn i konvensjonell drift. Jordarbeidinga skal i stor grad kompensere for bortfallet av kjemiske ugrasmidler, men den har også stor virkning på frigjøring av plantenæringsstoffer. Dette har i neste omgang betydning for veksten av både kulturplanter og ugras. Skjer jordarbeidinga på feil tidspunkt, kan den føre til tap av næringsstoffer. Jordarbeiding og kjøring på jorda er med på å ødelegge jordstrukturen, mest når det er rått. Derfor skal en ikke kjøre mer en det som er nødvendig, og passe på å unngå kjøring når det er rått. Sagt på en annen måte: En skal bruke minst mulig energi til å ødelegge jorda, og mest mulig til å få et godt resultat. Dette er, som nemnt, viktigere i økologisk drift enn i konvensjonell drift. I korndrift, hvor en har mye åpen åker, blir det mer jordarbeiding enn der eng dominerer.

Jordpakking, jordstruktur

Dersom jorda er pakket, blir det dårlige forhold for kulturplantene. Dette gjør at de blir dårligere til å konkurrere med ugraset. En del ugras trives bedre enn kulturplantene i pakket jord. Alle har vel sett hvordan tunrapp har bredt seg i åkrene, særlig på vendeteiger og langs kantene, fordi jorda har blitt mer og mer pakket. Ugras som har dypt og kraftig rotsystem, vil også konkurrere meget godt. Disse kan utnytte dypere jordlag som ikke er pakket, i motsetning til kulturplantene med grunnere rotsystem.

Belgvekstene som er avgjørende for å få økologisk drift til å fungere, lider ved jordpakking og dårlig jordstruktur. Disse plantene er avhengig av *Rhizobium*-bakterien og denne er igjen avhengig av luftveksling for å få både oksygen og nitrogen.

Hvordan unngå jordpakking og ødelegging av jordstrukturen:

Dekk og lufttrykk i dekkene

Pakkestrykket like under et hjul (i de øverste 15–20 cm) er direkte avhengig av lufttrykket i dekket. For å få lite pakkestrykk, må lufttrykket i dekket være lavt. Det er videre en sammenheng mellom maskinvekt, dekkdimensjon og lufttrykk. Jo tyngre en maskin er, jo høyere må lufttrykket i dekkene være, dersom ikke dekkdimensjonen økes. Både diameter og bredde har betydning. En økning i diameteren betyr likevel relativt lite. Dessuten er det begrenset hvor mye diameteren på hjulene på en maskin kan økes uten at det skaper problemer. Det er enklere å øke bredden. Setter en på dekk som er 30–40 % bredere, kan en senke lufttrykket til omtrent det halve. (En må se etter i trykk- og belastningstabeller hvilke lufttrykk en bør bruke, fordi det er variasjon på dekktyper, spesielt når en går over til lavere profil. Det er også en grense nedad hvor lite trykk et dekk kan tåle.)

Maskintyngde

Jo tyngre maskin, jo større lufttrykk må en bruke, dersom en ikke går opp i en dekkdimensjon som kompenserer for tyngden. Under en lett maskin reduseres trykket raskt nedover i jordlagene. Under en tung maskin, dvs. en maskin med aksellast over 4–6 tonn, holder trykket seg nesten konstant i de øvre 15–20 cm (jo røre, jo lengre ned). Fordi jorda nedover som oftest er fuktig, spesielt

i våronna, vil et lufttrykk i dekket på over 0,6–0,8 bar (1 bar = 14 pund per kvadrattomme) være grensen for når det oppstår skadelig pakking i undergrunnen. Spesielt vil dette kunne skje når en pløyer og kjører i fåra. Pakking under plogsjiktet gir relativt små årlige avlingsutslag, men det kan ta mange tiår før jorda løses opp igjen. Skal en være sikker på at en ikke får skadelig jordpakking, burde en i økologisk dyrking ha aksellast under 4000 kg og dekk som kan gå med 0,6 bar.

Jordfuktighet

Jo større jordfuktighet, jo lettere lar jorda seg pakke. I økologisk drift bør en derfor være meget påpasselig med å unngå å kjøre når det er rått.

- Gjentatt kjøring/pakking
Når en har kjørt en gang, har en oppnådd en viss pakking. Jorda har imidlertid en viss elastisitet. Dette betyr at dersom en kjører på nytt i samme spor (eller det er flere hjul som går etter hverandre i samme spor) pakkes jorda mer og lengre nedover. Dette betyr at en må prøve å redusere kjøringa på jorden mest mulig.
- Skade på planter kontra pakking
Når en kjører i voksende grøde, vil en kunne få både skadelig jordpakking og skade på kulturplantene. Ved ugrasharving i korn kan det være gunstig med brede dekk når en blindharver, men smale dekk når en harver på 3–4-bladstadiet.

Spor

I forbindelse med all jordarbeiding og annen kjøring på jorden bør hjulutstyret være så stort at en unngår spor som skaper problemer i etterfølgende arbeid.

Pløying

Hensikten med pløying er å:

- legge grunnlag for såbedet
Skal såbedet bli jevnt og godt, må pløgsla være så jevnt som mulig. Det betyr at veltene må være like store i høyde og bredde på tvers av og langs pløyeretningen. Det skal ikke være hull, og overgangen til vendeteigene må være jevn. Jo jevnere pløgsla er, jo mindre behov er det for planering etterpå. Dermed brukes også mindre energi på å ødelegge jorda. For å få et godt såbed, må all torv og alle planterester være dekket med et tilstrekkelig jordlag, slik at en kan slodde og harve uten å trekke dem opp igjen til overflata. Med tanke på senere ugrasharving er det også meget viktig å få jordoverflata så jevn som mulig.
- skjære eller rive over røtter
En vesentlig del av jordarbeidinga er å bekjempe ugras. Når en skjærer eller river over røttene, vil en hemme ugraset i forhold til kulturvekstene. Skjæret på ploget er tilpasset en viss veltebredde. Normalt er skjæret ca. 5 cm smalere enn veltebredda. På ploget med stillbar veltebredde må en passe på å kjøre med skjærbredde som er tilpasset den mest aktuelle veltebredda.
- begrave grønne plantedeler (ugras og underkultur)
Når en dekker de grønne plantedelene til ugraset med jord, vil ugraset bli sterkt hemmet og i mange tilfeller dø. Spesielt når en høstpløyer, er det meget viktig at en får tett pløgsla. Det er to årsaker til dette, den ene er at det ikke skal komme lys ned til plantene en har forsøkt å dekke, og den andre å hindre at høstregnet vasker finmassen ned på plogsålen og tetter denne. Ploget må

være utstyrt med egnet skummeutstyr og være stilt slik at pløgsla blir tett. Ugraset bekjempes best når en pløyer dypt (ca 25cm), se tabell 3.9.

- begrave planterester (sjukdomssmitte)
Dersom en har samme kultur to år på rad, vil det kunne overføres sjukdomssmitte fra planterester til nye kulturplanter. Hvis en dekker planterestene effektivt med jord, hindrer en oversmitting. Problemet er relativt lite i økologisk drift hvor en har vekstskifte.
- molde ned husdyrgjødsel
Husdyrgjødsel blir best utnyttet dersom den blir moldet ned raskt og effektivt. Dersom en harver ned gjødsla vil mye av gjødsla bli liggende på toppen eller svært grunt, og nitrogenet kan tapes som ammoniakk-gass (NH_3). Når gjødsla pløyes ned, dekkes den effektivt, men kan komme for dypt dersom en pløyer dypt. Dette kan medføre at næringsfrigjøringen går for sakte. Ut fra denne synsvinkelen bør en pløye, men pløye så grunt som mulig.
- løse opp tidligere kjøreskader
En bør etterstrebe å unngå jordpakking, men når det skjer, er ploegen et godt redskap til å løse opp tidligere kjøreskader. Samtidig kan jorda bli for løs, få for store porer og for dårlig kontakt med undergrunnen. Risikoen for dette er størst dersom en pløyer om våren og ikke pakker jorda noe sammen. Bruk av pakker på ploegen er et alternativ dersom en kjører med bred redskap og kombiredskaper etterpå. Ellers vil kjøring med tvillinghjul eller brede dekk med lavt lufttrykk ($0,5 \text{ bar}^1$) foran og bak på traktoren i de etterfølgende arbeider (slodding, harving, såing og trømling) også pakke sammen det meste av jorda til riktig fasthet.
- øke mineraliseringen
Når en pløyer, brytes jorda opp, og det blir mer oksygen tilgjengelig. Dette øker omdanning av planterester og humusstoffer fordi de organismene som bryter ned, får bedre betingelser. Vårpløgsle (og annen jordarbeiding om våren) vil derfor medvirke til at kulturplantene får lettere tilgang på næring. Pløying tidlig om høsten frigjør også næringsstoffer, men de kan lett bli vasket bort med regn og smeltevann i løpet av høsten og vinteren.

Tradisjonelt har en pløyd om høsten. Imidlertid har bevisstheten om erosjon og næringstap gjort at det blir stilt spørsmål ved om dette er riktig. Høstpløyinga har derfor gått sterkt tilbake. Økonomisk kompensasjon for ulemper med andre former for jordarbeiding, og tilskudd til fangvekster har bidratt til endringen. Der hvor det normalt er stabil vinter med tele, kan relativt sen høstpløying være gunstig fordi en setter i gang nedbryting og frigjøring av næringsstoffer, mens utvaskingen blir relativt beskjeden. Det er viktig å vente med vårpløyinga til det har tørket opp for å unngå jordpakking.

Bruksanvisningen til ploegen gir en rekke tips om innstilling, noen av de viktigste er:

- For å få kvalitetspløying må traktoren ha riktig sporvidde foran og bak.
- Med lett teigplog er det viktig at toppstanga ikke plasseres høyt på ploegen og lavt på traktoren, ellers kan det bli problematisk å få ned ploegen der det er hardt fordi ploegen da bæres av toppstanga.
- Ploegen må vedlikeholdes. Slidedeler må skiftes slik at kvaliteten på pløgsla opprettholdes. Det er dårlig økonomi å spare på skifting av slidedeler.

1) $0,5 \text{ bar}$ tilsvarer 7 psi (pund per kvadrattomme)

- Det er viktig at en kjører med så lavt lufttrykk i dekkene som mulig. Med nyere ploger er det mulig å kjøre med dekkbredde opptil 650 mm, noe som muliggjør kjøring med meget lavt lufttrykk.

En tyngre plog holder jevnere pløedybde. Derfor er en vendepløgg bedre enn en teigplog. Med vendepløgg slipper en dessuten rygger og aurfarer, noe som er gunstig med tanke på ugrasharving og radrensing.

Veltefjøl

Ofta kleber jord seg fast til veltefjøla og ligger i et 10–20 cm tykt lag. Plogen mister da evnen til å snu velta og dekker dermed ikke ugras og planterester. Resultatet blir dårlig såbed, mye rotugras og liten avling. Heldigvis er det flere muligheter for å pløye bedre på slik jord. Noen av disse løsningene koster mer enn en vanlig veltefjøl av stål, men det blir som oftest småpenger sett i forhold til avlingstapet. Dette problemet blir derfor mer omfattende behandla fordi det er lite publisert på dette området. Litt forenklet kan vi si at det i jorda finnes partikler som virker som små magneter. Disse trekkes mot stålet på veltefjøla. Det samme gjelder også vannmolekylene. Når en har en viss fuktighet, avhengig av jordtype, suger jorda seg fast til veltefjøla. Er jorda fuktig, vil vann presses ut av jorda i overgangen mellom jorda og veltefjøla og danne en vannfilm. En ser det på pløgsle, velta blir blank. Det dannes flere lag med vannmolekyler som virker som et lag med kuler slik at jorda glir lett langs fjøla. Spesielt på myrjord og jord med mye organisk materiale blir ikke trykket mot fjøla stort nok til at det presses ut vann. Jorda er for lett. Derfor er slik jord problematisk. Skal det på denne jordtypen dannes vannfilm, må jorda være meget rå. Er på den annen side jorda tilstrekkelig tørr, vil jordpartiklene heller ikke greie å suge seg fast på veltefjøla. Dette kan en se når en pløyer tørr myr. Når vanninnholdet ligger mellom disse to ytterpunktene, kleber jorda seg lett til veltefjøla. Med andre ord, en kan oppleve å få fin pløgsle på problemjord i år hvor det er meget tørt eller meget rått, og en uryddig pløgsle ellers.

Fordi det er vanninnholdet og trykket mot veltefjøla som bestemmer om det skal bli vannfilm, kan det i noen tilfeller gå bedre dersom en øker hastigheten over problemflekker. Når hastigheten øker, øker trykket mot fjøla. Kjører en med lang toppstang og plogåsene heller mot velta, vil bakre enden av veltefjøla presses ned i velta, velta stukes, trykket lengre fram på veltefjøla blir for lite og jorda glir ikke. Av og til hjelper det da å korte inn toppstanga litt og korte inn avvatringsstaket på en teigplog, og justere stoppeskruen(e) på en vendepløgg.

Når veltefjøla rustar, dannes det først rust i punkter der stålet har mikroskopiske porer. Disse porene blir etter hvert større og selv om ei veltefjøl med gravrust virker tilsynelatende blank, er det små ujevnheter som gjør at jorda suger seg bedre fast. Har en problemjord, er første bud at en ikke skal la plogen stå og ruste. Sett den derfor under tak og/eller ha på rustbeskytter (samme stoff som brukes i kanaler på biler). Husk at olje og diesel er lettere enn vann og renner av i regnvær. Gammel motorolje inneholder syrer som kan øke rustingen. Har en fått rust i fjøla, hjelper det å bruke skiver med smergellerret på vinkelsliperen eller kjøre den ren på slipende jord, men fullgodt blir det aldri. Skiva med smergellerret er også fin å bruke til å polere et nytt skjær. Da unngår en at lakk og ujamheter på skjæret blir årsak til at jorda kliner seg på.

De fleste ploger leveres i utgangspunktet med vendbar spiss som ligger oppå skjæret. Dette er en god løsning sett fra et slitasjesynspunkt, men kan være en medvirkende årsak til at det kleber på fjøla. Bak denne spissen mister velta kontakt med skjæret. Presset mot stålet blir for lite, det blir ingen vannfilm og

det legger seg jord bak spissen. Dette er som oftest utgangspunktet for klebing på fjøla. Her finnes det to løsninger som er bedre. Alle plogfabrikantene kan levere skjær hvor skjær og spiss utgjør en enhet. Noen plogfabrikanter, blant andre Kverneland, kan også levere skjær med skiftbar, ikke vendbar spiss. Overflaten på denne spissen ligger i samme plan som skjæret, og går derfor bedre i klebrig jord enn når spissen ligger oppå. Slitasjemessig er det en god løsning fordi spissen kan skiftes.

Etter vår mening burde en alltid bruke forplog eller skumskjær når en pløyer. Skumfjøla har blitt populær, men skummer dårligere. Dersom en har jord som kleber på veltefjøla vil skumfjøla forsterke problemet fordi den løfter velta i forhold til fjøla. Presset mot veltefjøla blir da mindre slik at det ikke dannes vannfilm.

Plastveltefjøl

Har en plastveltefjøl og skjær uten ovenpåliggende spiss, vil en neppe få problemer med klebing på fjøla siden vann og jord ikke suger seg fast til plasten.



Figur 3.10 Plogkropp med plastveltefjøl. Skjær og brøst er av stål.

Plast er derimot ikke så slitesterkt som stål på steinholdig jord. En får derfor større utgifter fordi fjøla slites ut raskere og koster mer enn stålfjøl. Her er det viktig at en ikke ser seg blind på denne kostnaden og glemmer at en vil få mindre rotugras og større avling. Kveka kan en nok bekjempe med høstbrakking, men det koster også penger i form av arbeid, traktorbruk, slitasje av harveutstyret og ikke minst tapt nitrogen og ekstra jordpakking. På Blæstad (Høgskolen i Hedmark) har en prøvd plastfjøl på jorder som skifter mellom ekstremt slitende jord og klebende myrjord. Plastfjøla har like god form som stålfjøler og gir derfor topp pløyerresultat i all jord. Erfaringene på denne jorda kan tyde på at plastfjøla holder omtrent like lenge som to skjærsett (og fire vendbare spisser). Trolig kan vi med en treskjærs vendepløe pløye ca. 1000 dekar på slik jord. Seks veltefjøler koster ca. 10 000 kroner. Dette betyr at slitasjen på veltefjøler koster ca. kr 10 per dekar. Dette tilsvarer kun 3–4 kg økologisk korn eller 2–3 kg økologisk kraftfôr. De som har Kverneland plog trenger ikke å skifte hele ploget, det holder med å kjøpe nye kropper.

Stripekropp

Alle plogfabrikkene leverer i dag stripekropper. Her er hele stålfjøla erstattet med tykke stålpiler som er 5–10 cm brede og med mellomrom som er omtrent like store.



Figur 3.11 Stripekropper.

Det er to årsaker til at stripekroppen går bedre på klebrig jord. Det blir større trykk på de smale stripene slik at det lettere oppstår vannfilm og jorda glir lettere. Selv om det kleber seg jord på spilene, blir det ikke så tykt lag som på ei hel veltefjøl. Stripekroppen vil derfor tilnærmet beholde sine velteegenskaper under slike forhold. Stripekroppen er i utgangspunktet konstruert for å selges til områder i andre land hvor en kun vårpløyer åker. Den er brattere enn de vanlige plogene, og dette medfører at velteegenskapene i vollpløgsle ikke er riktig så god som hos vanlig stålfjøl. Velteegenskapene er imidlertid enormt mye bedre enn ei stålfjøl med et tykt lag jord. Stripekroppen er derfor utmerket på åker, og et kompromiss på vollpløgsle på jord med mye stein. Vi har ikke erfaring med hvor fort stripene slites ut, men antakelig blir kostnadene omtrent de samme som med en vanlig stålfjøl. I innkjøp koster imidlertid stripekroppen litt mer. På Kverneland ploger kan en kjøpe stripekropp til eldre ploger.

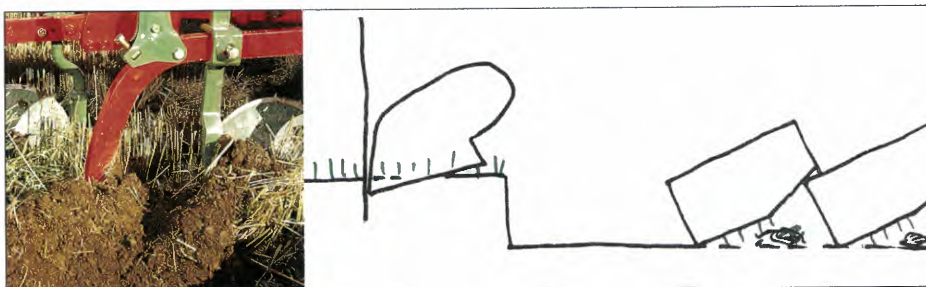
Utstyr på plogen som har betydning for ugrasregulering

Dagens ploger kan leveres med skiveristel eller knivristel, forplog eller skumfjøl. Alle disse er mer eller mindre egnet til ugrasbekjempelse. Det er uansett viktig at plogen har slikt utstyr.

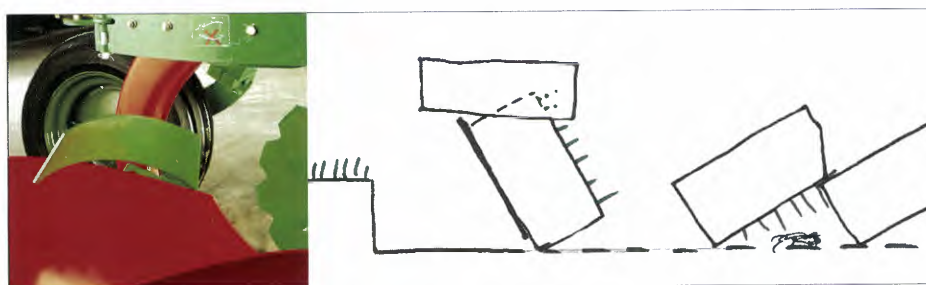
Ristelen skal skjære av horisontale røtter og sprette opp fåra for plogen (det siste gjør at plogen går stødigere). Skiveristelen (rulleskjær) er best når det gjelder å skjære av røttene. Knivristelen (skjærkniv) vil rive av røttene slik at for eksempel jordstenglene hos kveke ofte blir stikkende ut i kanten av velta. Dersom en delvis høstpløyer, bør en velge skiveristel. Har en seig, fuktig halm vil en glatt skiveristel lett stoppe, og halmen skyves foran skiveristelen. Under slike forhold skal en bruke takkete skiveristler. «Tannhjulseffekten» gjør at takkete skiveristler går rundt.

Når velta snus rundt vil lufta presses foran velta. Dette fører til at uten skummeutstyr blir grønne plantedeler av ugras og stubb fra foregående vekst bøyd opp mellom veltene. Ugraset kan da vokse videre og sjukdomsmitte overføres direkte til neste års kultur, dersom den er mottakelig for samme sykdom. Sjukdomsoverføring er ikke noe stort problem dersom en driver effektivt vekstskifte. Skummeutstyret skal fjerne grønne plantedeler og planterester på toppen av velta. Blant alternativene som finnes, er forplogen klart å foretrekke. Forplogen (skumskjæret) skjærer av en trekant på den øvre del av velta (figur 3.13). Planterester etter foregående avling kastes ned i fåra og dekkes.

Det er viktig å ha riktig dybde på forplogen. Går den for grunt, vil det fortsatt stikke opp grønne deler, og går den for dypt, vil det bli vanskelig å tette mellom veltene, spesielt på stiv jord. Får en ikke tettet mellom veltene ved høstpløying, får en lys ned til ugraset, og det fortsetter å vokse. Det er meget viktig at forplogen er blank og glatt når jorda har en tendens til å klebe på. Før bruk må en fjerne lakken og pusse overflata blank med slipepapir på vinkelsliperen.



Figur 3.12 Forplogen skjærer av den øvre del av velta og kaster grønne plantedeler og planterester ned i fura.



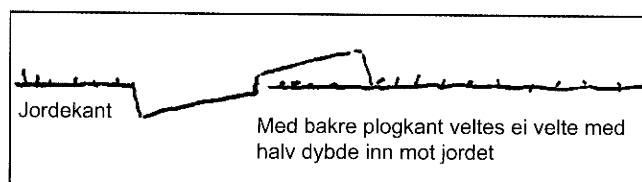
Figur 3.13 Skumfjøla skraper av en annen trekant («feil» trekant) av velta enn forplogen. I stiv jord og vollpløying vil det fortsatt stikke opp grønt mellom veltene.

Skumfjøla (skumvingen) skraper av en annen trekant («feil» trekant) av velta, se figur 3.12 og figur 3.13. I lett jord og åker vil toppen av velta brette av og legge seg ned mellom veltene, dekke grønne plantedeler og tette mellom veltene. På stivere jord skjer ikke dette. Der vil grønne plantedeler og halmstubb fortsatt stikke opp mellom veltene. På voll og dels på grønningsarealer vil rotsystemet armere jorda nær overflata. Da vil ikke skumfjøla klare å skrape vekk de grønne plantedelene. En kan derfor konkludere med at i økologisk drift bør en velge forplog. Er det mye halm som i tillegg er dårlig kuttet, vil skumfjøla gå noe bedre enn forplogen. For å få best mulig ugraskamp med plogen bør en sørge for at halmkutteren kutter godt (slipe knivene) og sprer halmen godt. I økologisk drift burde ikke halmen være noe problem, men går ikke forplogen, er skumfjøla bedre enn ingenting.

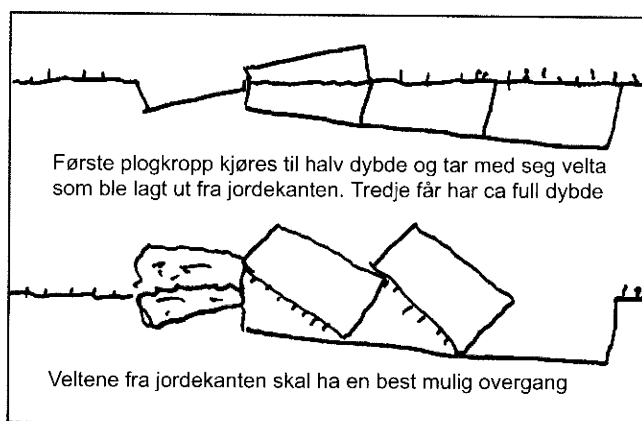
Hvordan pløyinga legges opp i praksis

En skal alltid kjøre markeringsfår for vendeteigene slik at en setter i og løfter opp på ei linje som er parallelt med åkerkanten. Dersom en kjører ulikt ut mot vendeteigen, blir det enten igjen upløyd areal eller det blir dobbeltpløyd når en pløyer vendeteigen. Helst bør en måle ut avstanden til åkerkanten slik at bredda på vendeteigen går opp med bredda på plogen. Får en igjen ei halv plogbredde vil det bli dobbeltpløying og dårlig ugraskamp. Rotugras i kanten av jordet er ofte «smittekilden» for resten av åkeren.

Når en begynner ved kanten av jordet, enten en pløyer vendeteig eller begynner med vendepløgg, bør en først kjøre ei får med bakre ploegen til halv dybde og velte vekk fra kanten, se figur 3.14. Denne velta skal igjen veltes inn mot kanten og dekkes med ei velte med første plogkroppen, se figur 3.15. Denne velta skal kjøres til ca. halv dybde, og så skal de neste to veltene ha øket dybde ned til omtrent normal pløedybde.

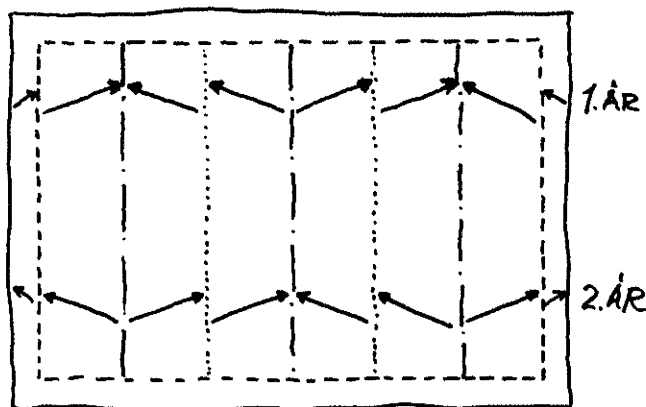


Figur 3.14 Første tur ved jordekanten.



Figur 3.15 Andre tur ved jordekanten.

En skal alltid veksle med velteretning. Velter en bare en retning, vil jorda forflyttes mot en kant. Dersom en har teigplog, skal en bestandig legge ryggen der en hadde avslutningen (aurfåra) sist en pløyde, og få avslutningen der en hadde ryggen. Dette krever at en måler opp og noterer hvor ryggen og avslutning lå. I figur 3.16 er det et forslag til hvordan dette kan gjøres. Først måler en ut vendeteigene 10–15 m brede, avhengig av traktorstørrelse, rundt hele stykket. Spar ikke på vendeteigbredde. Deretter måler en opp bredden mellom vendeteigene og setter opp stikker for pløying av ryggene $1/6$ av bredda inn fra hver side. Første året pløyer en to rygger, og når en har pløyd disse ryggene og teigene ferdig ut til vendeteigen, har en igjen $2/6$ midt på stykket. Dette slås utover og en får igjen en aurfåra midt på stykket. Vendeteigene pløyes innover dette året. Andre året lages det like brede vendeteiger og det legges en rygg midt på stykket, der aurfåra var. Så pløyer en et felt tilsvarende $1/6$ ut fra hver side av ryggen. Nå står det igjen to felt på hver side som tilsvarende $2/6$. Disse veltes utover mot markeringsfåra og mot ryggen. Er en nøyaktig kommer aurfåra der ryggen var sist år. Vendeteigene pløyes utover dette året. Med et slikt opplegg får en mindre problem med ryggen og aurfårer, og en får mindre ugras.



Figur 3.16 Organisering av pløyinga ved bruk av teigplog.

Slodd eller annet planeringsredskap

Slodden skal knuse klump, planere og forberede såbedet. Har en for mye klump i det øvre sjiktet, er det vanskeligere å få løs jord til å dekke ugraset når en senere skal ugrasharve. Planeringa er viktig både for såbedet og for å få godt resultat av ugrasharvinga. Selv om dagens ugrasharver har fjærende tinder, vil de ikke gjøre god nok jobb dersom overflata er ujevn. Tindene skal kun gå 2–3 cm ned i jorda. Med tanke på radrensing, er det også viktig med jevn overflate. Uansett hvilket planeringsutstyr en bruker, er det en fordel å ha tvillinghjul, eventuelt spesielt brede dekk på traktoren, slik at det ikke blir dype spor. Slodden gjør også en forberedelse til såbedet ved at det blir jevnt i overflaten, og jevnere hardhet i jorda. Dersom en slodder like etter jorda har blitt tørr på overflaten og venter 4–6 dager med harvinga, vil det spire mye frøugras som drepes når en harver (falskt såbed).

Typer av planeringsredskaper

Ut fra et ugrassynspunkt, spiller det antakelig ikke så stor rolle hvilket planeringsutstyr en bruker, bare en får et plant jorde med henblikk på ugrasharving og radrensing.

Slodden er et rimelig og effektivt redskap. En skiller mellom understrømningsplanke og overstrømningsplanke. Understrømningsplanken er som oftest laget av kanalstål og kan stå vinkelrett på åkeren eller noe vinklet forover. Overstrømningsplanken er et vinkeljern som høvler av og løser opp fast jord. En slodd som skal planere godt, må være minst 2,5 m bred, ha tre sloddeplanker og eventuelt ha hjul bak for å få større avstand mellom trepunktsfestet og bakre bærepunkt. Det er en fordel at første sloddeplanken er en understrømningsplanke. Denne har større evne til å knuse klump mot ei urørt, hard høstpløgsle. Er det en overstrømningsplanke, et liggende vinkelstål, vil den skjære løs klumpen som dermed blir vanskeligere å knuse. Den andre sloddeplanken kan med fordel være en overstrømningsplanke, mens den tredje bør være en understrømningsplanke. Slodden må også være så tung og plankene så høye at de hele tida har nok jord med seg til å fylle (alle) hull. På jord hvor det ikke er for mye stein, kan det med fordel være pigger eller flatstål under slodden. Disse kan under gunstige forhold lage et tilstrekkelig såbed, men normalt er det en fordel å kjøre over en gang med harva.

De fleste harver kan utstyres med sloddeplanke foran. Har en lett jord og er meget nøye med innstillingen av plogen, slik at den lager jevne velter, kan en

slik sloddeplanke være tilstrekkelig dersom harva er tung. På tyngre jord blir likevel slik enkel slodding som oftest for dårlig. Overflata blir ikke jevn nok for ugrasharvinga. På steinholdig jord vil harva lett bli løftet når sloddeplanken møter stein. Da blir planeringa dårlig og harvedybden ujevn. Sloddeplanke er et gunstig supplement til slodden og til finplanering (etter steinfjerning).

Kombinert planerings-, pakkings- og klumpknusingsredskap finnes det i dag mye av. Disse veier mye og krever en stor, tung traktor. Selv om en her i en viss grad kan klare seg med en kjøring, blir pakkinga alt for stor der hjulene går. Lettere enkeltutstyr kjørt med lett traktor med tvillinghjul er bedre. Flere fabrikker tilbyr nå tromler med ulike former for planeringsredskap foran. Hensikten er å få planert overflata og pakket jorda passelig mye sammen etter vårpløyinga. Igjen kreves det meget jevn pløying dersom en ikke slodder på forhånd.

Kjøremønster ved slodding

Det er viktig at en tenker på ugrasspredning når en slodder og harver. En bør for eksempel unngå å kjøre slik at slodden for hver tur er bortom ytterkanten av vendeteigen. I ytterkanten kryper nemlig rotugraset ut over jordet. Slodden og harva kan da dra formeringsorganene utover jordet. Slodd derfor først langs kanten rundt hele stykket, slik at vendeteigen og overgangen til jordet er sloddet. Slodd så selve stykket. Er slodden god, kan en kjøre på langs av pløgsla, spesielt på nypløyd åker. På stivere jord og høstpløyd åker, kan det lønne seg å kjøre litt diagonalt. Vendeteigene sloddes til slutt på nytt.

Harving

Det finnes et utall av redskaper for jordarbeiding, men vi konsentrerer oss om harver som er av direkte eller indirekte interesse for ugrasregulering i økologisk jordbruk. Også når det gjelder jordarbeidingsredskaper kan en snakke om «moter». Ikke alt som er nytt er automatisk det best egnede for økologisk drift. I den senere tid har det kommet mange kombinasjonsredskaper som er effektive, men som trenger en meget stor traktor. Selv om en reduserer antall kjøringar, vil dette kunne medføre så stor jordpakking at de er uegnet for økologisk drift. Flere av de redskaper som er mest «på moten» i dag, er konstruert med tanke på at en ikke pløyer. Inntil noe annet er bevist, må en imidlertid si at riktig pløying er avgjørende for å holde rotugraset i sjakk.

Med tanke på ugrasregulering, er det viktig å velge riktig type harv og tinder for å få jevn sådybde og dermed jevn bestand av kulturvekster som kan konkurrere med ugraset. Kravet om jevn arbeidsdybde gjelder også arbeidsorgan og harver som skal brukes til brakking. Når en harver før såing med vanlig kornsåmaskin, skal harva normalt bare lage et løslag på toppen som er så dypt som en skal så. Sålabbene skal m.a.o. gå på harvbunnen. Det betyr at en skal ha et løslag på ca. 5 cm (3–4 cm etter tromling). Dyp harving gir lett for dyp såing, og dette kan gi dårlig oppspiring. På den andre siden er det uheldig å så for grunt, fordi da kan det bli for tørt for frøene til å spire, samtidig som det er større risiko for å rive opp frøene ved første ugrasharving. Er det mye rotugras, kan det være aktuelt med flere gangers harving, da dypere enn for såbed og med opphold mellom hver harving, slik at formeringsorganene dels tørker ut, og dels svekkes ved at de spirer og ødelegges på nytt. Gamle forsøk (harving med hest) viser reduksjon i kvekemengda med flere gangers vårharving. I økologisk drift bør en bestandig tenke jordpakking i forbindelse med jordarbeiding. En bør derfor ikke velge alternativer som er for tunge og som krever stor traktor. En bør kjøre med brede

dekk og/eller tvillinghjul med lavt lufttrykk, og fokusere spesielt på hjulene foran på traktoren dersom lasteren sitter på.

Harv var tidligere en generell betegnelse på de redskapene som ble brukt for å lage et såbed etter pløying. I dag har harvene fått et utvidet bruksområde, og overgangen mellom de forskjellige typene av harver er ganske glidende. Noen er bevisst laget universelle, mens andre er formet for helt spesielle oppgaver. Det vi kan klassifisere som harver, kan brukes til å lage såbed, løse opp og lage såbed i upløyd jord, regulere ugras og for innblanding av halm, planterester og husdyrgjødsel.

Skrapere er normalt flattstål som er sveiset fast under understrømningsplankene på slodder. De er montert på skrå i forhold til kjøreretningen slik at de bearbeider et relativt bredt belte. Når skrapere monteres på flere sloddplanker vil de gi en jevn harvbunn, og dersom de er høye nok, kan en så direkte etter slodden. På steinholdig jord er de mindre egnet.

Tindeharver er de eldste harvene vi har, og de er fortsatt aktuelle. De produseres med flere typer tinder, og tindene kan ha mer eller mindre kraftig konstruksjon etter hvilke oppgaver harva skal løse.

Stive tinder

Våronnarver med rette og krokete, stive tinder produseres knapt nok i dag, men de brukes på kraftuttaksdrevne harver som rotorharv og lett fres. Stive tinder er best egnet for grunn harving, for eksempel til korn, i områder med stiv jord (leirjord), og for dypere harving med de kraftuttaksdrevne harvene.

Stive tinder med og uten utløsere brukes til dypharver og grubbere. Stive tinder sikrer jevn harvedybde. Tinder med utløsere vil virke som en stiv tind inntil utløsingskrafta overstiges. Når tinden løser ut vil arbeidsdybden reduseres kraftig på den enkelte tinden. Tindene kan utstyres med gåsefotskjær slik at en får full gjennomskjæring.

Fjærende tinder

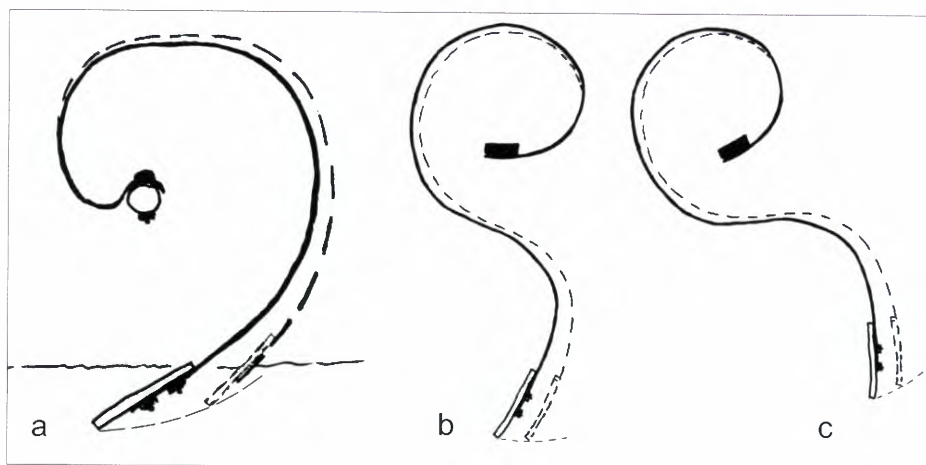
Konstruksjoner med fjærende tinder med utløsere ligner mye på stive tinder med utløsere, men tinden er i dette tilfelle laget av fjærstål. Den får derfor en vibrerende gange og dette reduserer faren for subbing i jord med mye planterester (figur 3.17).



Figur 3.17 Fjærende tinder med utløser. Foto: NN.

C-tinden kom tidlig i bruk. Årsaken var at denne typen er enkel å produsere og man ønsket en fjærende tind. Når C-tinden møter motstand, vil den rette seg ut. På grunn av sin spesielle form, vil arbeidsdybden reduseres. Figur 3.18a viser dette. Den heltrukne streken viser formen på tinden ubelastet. Den stiplede streken viser tinden belastet. Figuren viser hvordan arbeidsdybden reduseres etter hver som motstanden øker. Denne egenskapen har sine negative og positive sider. Med henblikk på å harve for å få en jevn harvbunn og dermed jevn sådybde, er tinden dårlig, for når harva eller deler av harva kommer til harde områder, blir arbeidsdybden redusert. Slik sett passer den bare for lettere jord. Imidlertid vil denne tindetypen være fordelaktig når en harver vollpløgsle. Under slike forhold vil tinder som holder relativt jevn arbeidsdybde lett kunne rive opp torv, mens C-tinden, som gir lettere etter, river opp mindre torv. For å få jevn arbeidsdybde må en da harve flere ganger.

C-tinden er knapt nok i produksjon i dag.



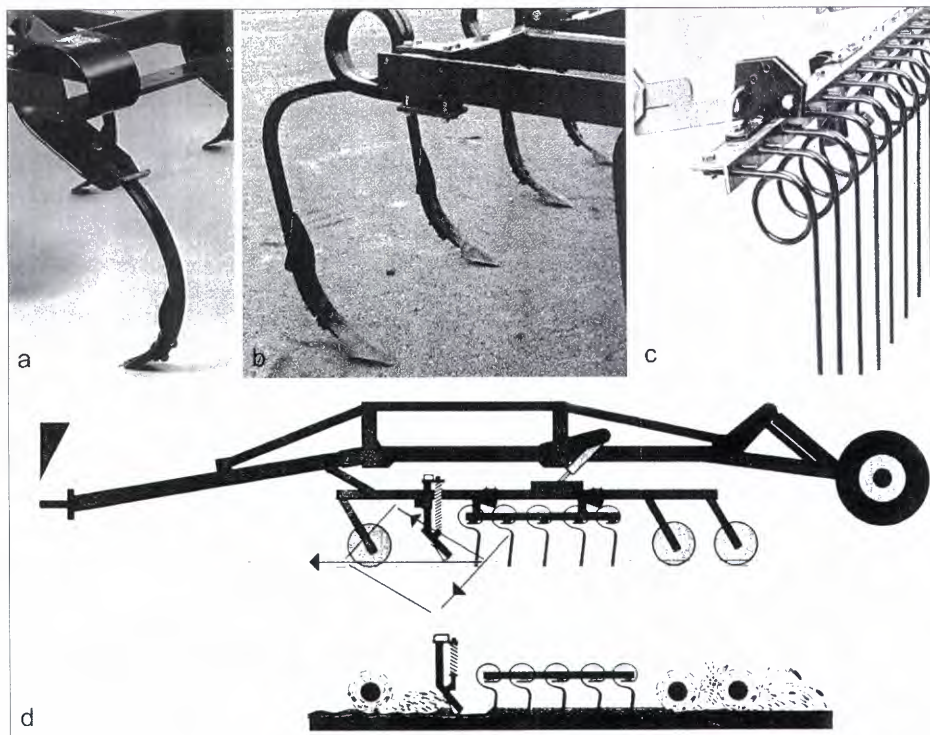
Figur 3.18 C- og S-tinden.

S-tinden dominerer på universalharver i dag. Grunnen er at den har en vibrerende gange og gir en relativt jevn arbeidsdybde. Figur 3.18b viser dette. Den heltrukne linja viser tinden ubelastet. Den stiplede linja viser tinden under belastning. Formen og stillingen på tinden gjør at arbeidsdybden varierer lite selv om motstanden varierer mye. Dersom S-tindharva er utstyrt med vridbare brander, kan en endre egenskapene til tinden. Figur 3.18c viser dette. Når branden vris, får S-tinden tilnærmet de samme egenskapene som C-tinden og egner seg bedre til vollpløgsle.

Brede S-tinder har i utgangspunktet samme egenskapene som universaltypen. Forskjellen ligger i at tindekonstruksjonen er kraftigere og kan utstyres med brede spisser og gåsefotskjær. De brukes for dypharver. De har en vibrerende gange, og subber mindre enn stive tinder med utløserer (figur 3.19a).

Smale S-formede tinder er spesialtinder beregnet på grunn harving, dvs. harver for å lage såbed. Tinden har i hovedsak samme konstruksjon som universaltinden, men den er smalere. Den delen som spissen er festet til, har en vinkel mot jorda som er nær 90° (figur 3.19d). Dette er fordi tinden har mindre behov for jordsøking, og vil ikke transportere rå jordklump opp til overflaten. I forhold til kraften den utsettes for, er den relativt stiv. En kan si at den kombinerer egenskapene til den rette tinden og S-tinden.

Kraftige Q-formede tinder lages ofte av kraftig, firkantet fjærstål. De er bøyd i en dobbel sløyfe og kan av utseende minne litt om en Q. Tinden har i hovedsak samme egenskaper som en kraftig S-tind, og brukes derfor til dypharver (figur 3.19b).



Figur 3.19 a) viser breie s-tinder. b) kraftige Q-formede tinder. c) og lette Q-formede tinder. d) viser prinsippet for en såbedharv med s-tinder beregnet på grunn harving.

Lette Q-formede tinder lages vanligvis av rundt fjærstål og har en til tre sløyfer. Tinden er brukt til vanlige harver, men benyttes mest til etterharver på såmaskiner og andre harver. Den er beregnet på grunn bearbeiding (figur 3.19c). Tilsvarende tind brukes på noen ugrasharver.

Harver for grunn bearbeiding (såbedsharver)

Grunn bearbeiding vil si en harvedybde på under 6 cm. I praksis betyr det at harvene kun er beregnet på å lage såbed for korn og småfrø. Ofte kalles disse for såbedsharver. Harvene er vanligvis utstyrt med flere dybdehjul og/eller ribbetromler som sikrer eksakt dybde. Tindene er vanligvis smale S-tinder. Se figur 3.19d. Tindeavstanden er under 10 cm, vanligvis 5 til 7 cm. Selv om harvene har 4–5 brander, blir det relativt liten avstand mellom tindene og harvene har derfor lett for å subbe dersom det er mye ugras eller planterester. Av den grunn passer de mindre godt i økologisk drift. Fordelen med harvene er at de lager et godt såbed i én operasjon. Mest aktuelle er de på stivere jordarter og jord uten stein.

Harver for middels dyp bearbeiding (fjærharver)

Middels dyp bearbeiding vil si en harvedybde på fra 3–4 til 15 cm. Disse harvene kan derfor brukes til flere oppgaver i våronna. Vi skiller mellom C-tindharv og S-tindharv. Harvene har normalt en tindeavstand på 9–11 cm, og tindene er festet på 3 eller 4 brander.

C-tindharva var den opprinnelige fjærharva som dominerte for 50 år siden, og som fortsatt finnes i bruk. Fjærharva er utstyrt med faste meier eller dybdehjul. Dybden reguleres ved å vri brandene. Ulempen med dette er at en samtidig endrer vinkelen mellom spissene og bakken. C-tindens konstruksjon gjør at de egner seg best på lette jordarter og på vollpløgsle. C-tindharva er i de fleste tilfeller for myk til å gi tilfredsstillende harvedybde for poteter og andre vekster som krever dyp bearbeiding. Kvernelands Kultisvans som ble solgt i stort antall hadde stivere tinder og kunne utstyres med sloddplanke og ribbetrommel.

S-tindharva (figur 3.20a) er den dominerende våronnharva der det pløyes. Den har vanligvis dybdehjul, men det finnes også harver som bæres av ribbetromler. Den siste typen egner seg ikke på steinholdig jord fordi ribbetromlene vil løfte opp harva og redusere arbeidsdybden når de passerer steiner. Noen av harvene leveres med vibbare brander. Det gjør harva mer universell, og harvene kan derfor brukes på stiv jord og på vollpløgsle. I økologisk drift bør en velge denne typen. Spissene på S-tindharvene er vanligvis 3–4 cm brede. Når de er så smale, vil de i liten grad transportere opp rå jord som blir liggende på overflaten og tørke til klump. Denne typen S-tindharver kan harve grunt dvs. 3–4 cm og ned til 15 cm. Flere har et bredt midtfelt og oppslagbare sidefelt. Ved grunn harving kan en bruke hele harva, mens en kan bruke bare midtseksjonen ved dyp harving dersom det skorter på traktorens trekraft. Disse harvene har for liten tindeavstand til å kunne brukes til brakking på halmstubb eller der det er mye røtter og jordstengler fra rotugras. Harvene kan i de fleste tilfeller levers med sloddplanke, ribbetrommel eller etterharv.

Harver for dyp bearbeiding – dypharv (stubbharver)

Dyp bearbeiding vil si en harvedybde på 20–25 cm (opp mot pløedybde). Ofte kalles de for stubbharver (figur 3.21b), fordi de er meget godt egnet til harving i upløyd jord, dvs til brakking høst og vår. I tillegg er disse harvene meget godt egnet for harving til poteter og til harving på nybrott. Disse harvene leveres med stive tinder, stive tinder med utløsere eller fjærende tinder. Fjærende tinder er i de fleste tilfeller fordelaktig fordi de på grunn av vibrasjonen i tinden lettere

kvitter seg med planterester og røtter, og har derfor ikke så lett for å bli blokkert av planterester. Harvene har normalt en tindeavstand på 20–25 cm. De har to eller tre brander. Med tanke på blokkering er det gunstig med stor avstand mellom tindene både i lengderetning og sideveis. Skal en harve meget dypt, bør den største tindeavstanden velges. For harveresultatet er det imidlertid en fordel at tindeavstanden ikke er mer enn 20 cm. En bør derfor velge harver med tre brander. Det er en dessuten en fordel om det er enkelt å endre tindeavstanden.

Harvene har normalt spisser som er 5–12 cm brede. De kan utstyres med vridde spisser som bedrer jordblandingen. De kan også utstyres med gåsefotskjær som gir full gjennomskjæring. Et firma kan levere spissfester med hurtigkopling av spissen. Med dette er det fort gjort å skifte mellom vanlige spisser og gåsefotskjær. Med tanke på brakking, er disse harvene dårligere egnet enn en skikkelig skålharv eller en roterende harv. Stubbharva river opp røttene, men deler ikke opp røttene i tilstrekkelig grad. Dersom en har slik harv, er den absolutt brukbar, men den må kjøres flere ganger. I de senere årene har det kommet en type som kalles skålgrubber (figur 3.21f). Den har kraftige tinder med eller uten utløser og er utstyrt med kraftige gåsefotskjær og spisser. Harva har en skålrekke bak tindene som skal jevne ut jorda etter tindene, derfor navnet. Den er også utstyrt med en eller annen type pakkevals bakerst som skal pakke sammen og jevne jordoverflaten. Dette er redskaper som kan brukes høst og/eller vår for bearbeiding av upløyd jord. Harva er meget tung og krever stor traktor, og derfor lite aktuell for økologisk drift.

Harver for meget dyp bearbeiding (grubbere)

Meget dyp bearbeiding vil si en harvedybde dypere enn vanlig pløedybde. De kalles vanligvis for grubbere og kan være vanskelige å skille fra dypharver. Grubbere kan brukes for å løse opp pakkeskader i jorda og dessuten til brakking. Dyppløsning bør foretas med én kjøring tidlig på høsten når det er tørt. Da gjør en minst mulig skade, og jorda får «satt» seg til neste vår.

Skålharver

Skålharver (figur 3.21c og d) ble tidligere brukt til harving av vollpløgsle. Til dette arbeidet ble det brukt lette typer. I dag har vi flere alternativer. Ut i fra bruksegenskaper og tyngde kan vi skille mellom tre hovedtyper, vist i tabell 3.6.

Tabell 3.6 Skålharvtyper

	Skåldiameter	Vekt per meter arbeidsbredde uten pakkevalser
Lett skålharv	< 45 cm	< 250 kg
Middels tung skålharv	45–55 cm	250–500 kg
Tung skålharv	> 55 cm	> 500 kg

Lett skålharv er først og fremst beregnet på å lage såbed på pløyd mark, spesielt vollpløgsle. Til å bekjempe rotugras blir den normalt for lett, dersom man da ikke løser opp på forhånd med en kraftig tindeharv eller bruker den på de letteste jordtypene uten stein.

Middels tung skålharv er en harv som egner seg godt til stubbharving, dersom jorda ikke er for hard og tørr, og hvor halmen er fjernet. Den er meget godt egnet til såbedstilberedning dersom en kan begrense arbeidsdybden der det er løst, med hjul eller valse.

Tung skålharv er et utmerket redskap når en skal tyne rotugras. Den skjærer seg ned og kutter formeringsrøtter og jordstengler i hard jord, også der det er mye halm på overflaten. Det er viktig at den har gode nok dybdehjul eller pakkevalse bak. Den tunge typen er dyr i innkjøp, men er mer robust mot slitasje.

Skålharvene kan som oftest belastes mer. Nyere typer er ofte utstyrt med pakkevalse etter skålseksjonene. I praksis kan derfor sum vekt per meter arbeidsbredde bli vesentlig større enn angitt i tabell 3.6, og typene vil gli over i hverandre. De fleste kan utstyres med slette eller takkete skåler. De slette gir jevnere gjennomskjæring og dermed bedre oppdeling av ugras, mens de takkete trenger noe lettere ned i bakken når det er hardt.

Skålharva skiller fra tindeharva ved at den skjærer et vertikalt snitt og at den blander jorda meget godt. Det er derfor tre områder den er særlig godt egnet til: Tilberedning av såbed på ompløyd voll, brakking mot rotugras og nedmolding av husdyrgjødsel. Problemet med skålharva er at det i hovedsak er vekt, stein i jorda og jordhardhet som bestemmer hvor dypt den går. Den søker ikke nedover slik som tindeharva. Har harva gode nok dybdehjul eller pakkevals bak, kan en regulere maksimumsdybden til harva. En skal imidlertid være klar over at når harva belastes for å gå dypere, økes også slitasjen.

Tidligere satt alle skålene i hver seksjon på en felles aksel. Harvene hadde da en X-form (skålene sitter på fire aksler) eller en V-form (skålene sitter på to aksler som dannet en V-form på tvers av kjøreretningen) (figur 3.21c). Skålenes vinkel på kjøreretningen kunne endres ved å endre vinkelen på akslene i forhold til kjøreretningen. På X-formen vil de to framre skålrekkene kaste jorda utover og den bakre innover igjen. På disse harvene er det viktig å regulere arbeidsdybden på framre og bakre rekke slik at like mye jord kastes innover som det er kastet ut. Går den bakre rekke for grunt, blir det en forsenkning i overflata midt bak harva, og går den for dypt, blir det mye jord midt bak harva. V-formen vil på samme måte kunne transportere jord sideveis, og kjører en tilbake langs draget en kjørte fram, kan det bli forhøyning eller forsenkning avhengig av om den bakre skålseksjonen går for dypt eller for grunt. I de siste årene har det kommet skålharver hvor hver skål sitter på en egen opphengsarm med fast eller stillbar vinkel i forhold til kjøreretningen (figur 3.21d). Armen har som oftest fjæring, slik at den enkelte skåla kan gå opp over en stein uten at hele skålseksjonen løftes. Disse er noe enklere når det gjelder å få lik arbeidsdybde foran og bak fordi det er kort avstand mellom seksjonene. Denne typen skålharv leveres enten for sleping eller for montering på trepunktet. De som er montert på trepunktet, krever en traktor med stor løftkraft, og den må ha stor vekt foran.

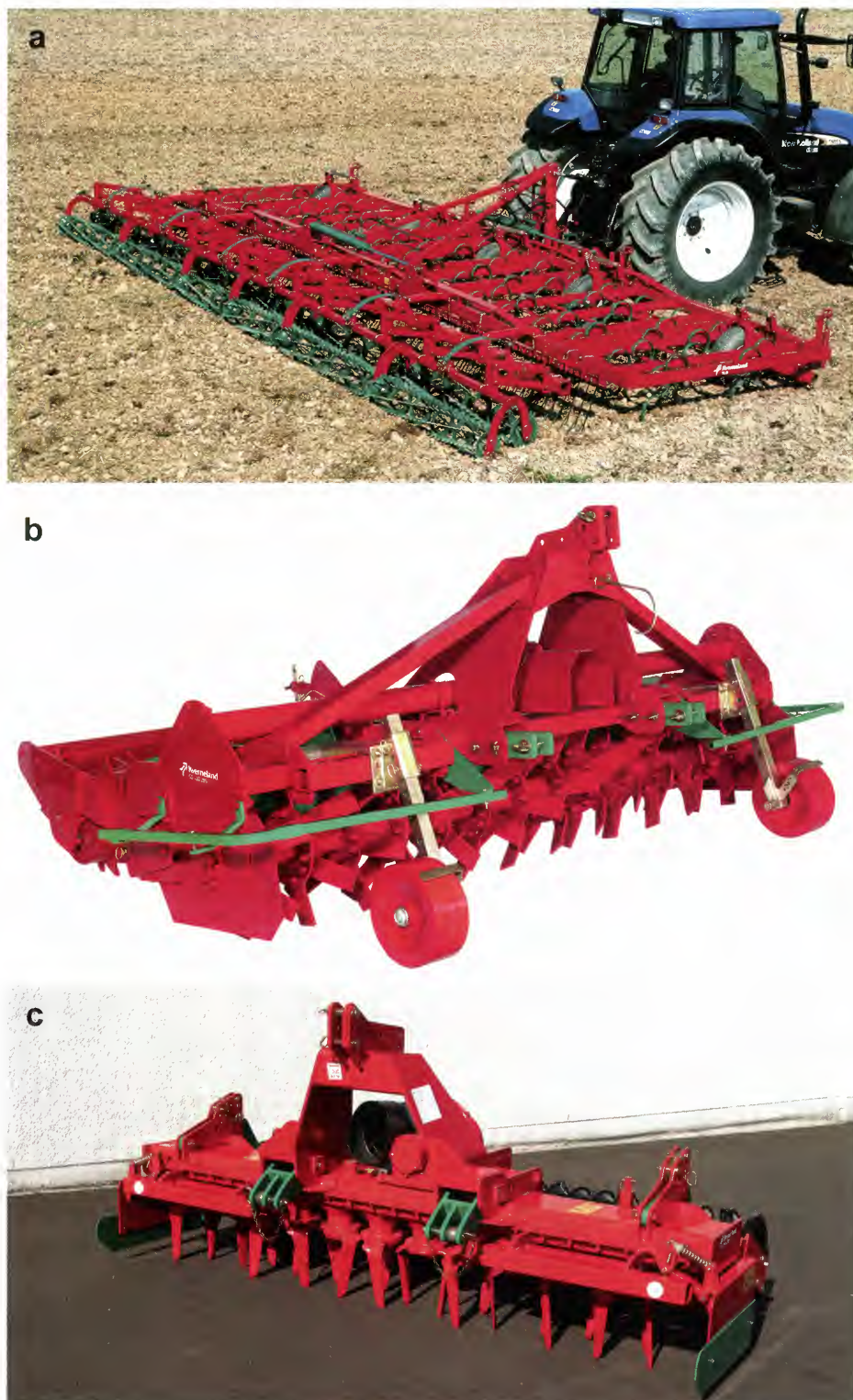
Kraftuttaksdrevne harver

Ved å drive jordarbeidingsorganet med kraftuttaket, reduseres behovet for trekraft vesentlig. Dette skulle i utgangspunktet bety at en kunne bruke en vesentlig lettere traktor, men fordi disse harvene har stor vekt, må traktoren likevel være stor og dermed tung, for å kunne løfte dem. Ved å drive arbeidsorganene med kraftuttaket vil en kunne tilpasse bearbeidingsintensiteten ved å kombinere turtall og framdriftshastighet. Dette er i utgangspunktet en fordel, men i praksis har en ofte sett at bearbeidingsintensiteten blir for voldsom, og at jordstrukturen blir ødelagt. Det er ikke noe stort problem å få slike redskaper til å arbeide dypt. Dette kan bety at tindene kommer ned i fuktig jord som er enda mindre sterk mot mekanisk påkjenning. Kraftuttaksdrevne harver må derfor ha hjul eller være utstyrt med valse bak som kan begrense arbeidsdybden. Det er viktig å forstå denne sammenhengen, slik at de kraftuttaksdrevne harvene utfører et positivt arbeide og ikke ødelegger jorda.

Det er to typer som brukes: fresen, hvor alle arbeidsorganene sitter på en horisontal aksel på tvers av kjøreretningen, og rotorharva, hvor to og to arbeidsorgan sitter på flere (mange) loddrettstilte aksler.

Jordfresere (figur 3.20b) opptrer i flere varianter og fasonger. Drifta kommer vanligvis inn på midten av akselen, men den kan også komme inn på en av sidene. Hastigheten som et arbeidsorgan treffer jordpartiklene med, er en kombinasjon av framdriftshastighet og arbeidsorganets periferihastighet. Hastigheten, og dermed påkjenningen på jorda, er størst der arbeidsorganene går ned i bakken og minst loddrett under akselen. For at arbeidsorganene i det hele tatt skal gjøre noe arbeid loddrett under akslingen, må periferihastigheten være større enn framdriftshastigheten. Loddrett under akselen er den reelle hastigheten til arbeidsorganet mot jorda periferihastigheten minus framdriftshastigheten. Der arbeidsorganet går ned i jorda, vil den reelle hastigheten være omtrent lik periferihastigheten, og dersom en kjører meget dypt, det vi si en dybde tilsvarende radien på arbeidsorganet, vil den reelle hastigheten være større enn periferihastigheten. Det er derfor viktig å avpasse framdriftshastighet, rotorhastighet og dybde, slik at jorda ikke blir ødelagt. Arbeidsorganene har normalt ikke fjæring og de treffer stein med større hastighet enn trukne harver. Dette gjør at de må være meget robuste for å kunne benyttes på steinholdig jord. I mange tilfeller opplever en at arbeidsorgan knekker og/eller bøyer seg, og at festebolter klippes av, spesielt dersom de er dårlig tiltrukket. Uansett kan en få store vedlikeholdskostnader på hard og steinholdig jord. Fresen kan brukes til å lage såbed og til bekjempelse av rotugras. Den vil også være meget godt egnet til å blande inn planterester og husdyrgjødsel. Arbeidsorganene kan variere fra rette kniver (rundstål, firkantstål eller flattstål), til J-formede kniver eller L-formede kniver. De rette typene kan brukes til de fleste oppgaver, mens de L-formede er best når en ønsker å dele opp røtter. I forbindelse med bekjempelse av rotugras, vil J- og L-formede stål være gunstigst.

Også for rotorharva (figur 3.20c) vil hastigheten som arbeidsorganet treffer jordpartiklene med, være avhengig av framdriftshastighet og periferihastighet på arbeidsorganene. Her er kanskje bildet noe enklere. Det arbeidsorganet som er på tur framover vil oppnå en maksimalhastighet som er summen av framdriftshastighet og periferihastighet. Det som er på tur bakover, vil ha en hastighet som er periferihastighet minus framdriftshastighet. (Dersom arbeidsorganet har en hastighet lik framdriftshastigheten når det går bakover, vil det ha en hastighet lik tre ganger framdriftshastigheten når det går framover.) En kan derfor ikke oppnå stor arbeidskapasitet med dette redskapet dersom en ikke skal ødelegge jord. Når det er sagt, vil redskapet være effektivt i kampen mot rotugras, stort sett på linje med en fres med rette tinner. Rotorharva er også effektiv når den koples sammen med ei såmaskin. På slike kombiredskaper sitter såmaskina festet på rotorharva. Når en harver og sår samtidig, passer det å kjøre med en hastighet på 4–7 km per time. Da blir systemet effektivt fordi en gjør to operasjoner samtidig, og harva øderlegger ikke jorda. Positivt med rotorharva er også at en ikke trenger å kjøre mer enn en tur over jordet, mens en kanskje må kjøre to turer med ei tindeharv. Med pakkevalse bak, er en sikret meget jevn harvdybde.



Figur 3.20 Ulike jordarbeidingsredskaper. a: Vanlig S-tindharp. b: Lett fres med J-formede tinder. c: Rotorharp. Fabrikat og foto alle bilder: Kverneland (gjengitt med tillatelse fra Kvernelands nettside).



Figur 3.21 Ulike jordarbeidingsredskaper. a: Brede S-tinder. b: Stubbharv. c: Tung skålharv med V-forme. d: Skålharv hvor hver skål sitter på eget oppheng. e: Stive tinder med utløser, Q-formede tinder som etterharv. f: Skålgrubber. Fabrikat og foto alle bilder: Kverneland (gjengitt med tillatelse fra Kvernelands nettside).

Vedlikehold av harver

Skal en harve til jevn dybde, må alle organene på harva gå like dypt. Dersom tinder strekkes slik at spissen går grunnere, må de skiftes ut. Når noen av spissene må skiftes ut (snus), må alle skiftes slik at de arbeider like dypt. Slitelengden på en spiss er nesten like lang som harvedybden, og da er det innlysende at resultatet blir dårlig dersom det står en ny og en nesten nedslitt spiss ved siden av hverandre. Ta gjerne vare på halvslitte spisser, de kan settes på dersom en skulle være uheldig å miste en spiss når alle er halvslitte. Om en mister eller bøyer et arbeidsorgan på lette freser eller rotorharver, og må skifte dette, bør en kutte det nye arbeidsorganet, hvis de andre er halvslitte slik at alle arbeider like dypt.

Kjøremønster ved harving

Mye av det som er sagt om kjøring på vendeteiger osv. under slodding, gjelder også når en harver, se kapittel om *Harving*. Harver med tinder kan være meget effektive til å dra opp kveke og spre den utover. Det kan være en fordel å løfte opp harva på vendeteigene. Dersom en kjører teiger og unnlater å løfte opp harva

på vendeteigene, vil jorda der bli pulverisert, og det blir dårlig vekst. Veksten på vendeteigene er spesielt viktig for å kunne konkurrere med ugraset.

Har en jevn pløgsle, god slodd og god harv, vil det som oftest være tilstrekkelig med én gangs harving til korn og gjenlegg (dersom en ikke skal bekjempe rotugras). Det kan imidlertid være områder på jorden hvor det er større behov for harving. Da kan en harve disse områdene først, og deretter harve hele stykket. Vekster med kraftige røtter som gulrot krever djupere løsning av jorda.

3.4 Vekstskifte, jordarbeiding og ugras

Jordarbeiding, sammen med konkurransen mellom kulturplante og ugras, er på mange måter fundamentet for ugraskampen. Dette gjelder innenfor enhver driftsform, men i økologisk landbruk er en optimalt utformet jordarbeiding spesielt viktig. Hvilke vekster man dyrker er avgjørende for når og hvor lenge man kan gjennomføre jordarbeiding. Det er derfor naturlig å se på jordarbeidinga som en integrert del av plantedyrkinga på en gård. Følgelig er det vanskelig å skille effekter av jordarbeidinga fra det man gjerne kaller en vekstskifteeffekt. For jordarbeiding med det mål å kontrollere ugras vil kunnskap om ugrasets biologi, og hvordan biologien blir påvirket av andre faktorer, for eksempel pløyedybde, være en helt nødvendig plattform å bygge jordarbeidingsstrategien på. Noe av målet med dette avsnittet er derfor å trekke tråder mellom jordarbeidinga og ugrasets biologi.

Jordarbeiding har to forskjellige virkninger på ugraset:

- 1 Voksende ugrasplanter vil ved jordarbeiding utsettes for en direkte virkning ved at de enten drepes eller svekkes i større eller mindre grad.
- 2 Den kommende ugrasfloraen vil ved jordarbeiding utsettes for en indirekte virkning (hemmende eller fremmende) på frø og vegetative plantedeler.

Frøugras og jordarbeiding

Jordarbeiding stimulerer den biologiske aktiviteten i jorda og påvirker i stor grad også ugrasfrøene. Jordarbeiding medfører generelt en sterk økning i antall frø som spirer (men variasjon mellom ugrasarter finnes) og dermed også antall oppkomne planter. Effekten av jordarbeiding er avhengig av bl.a. jordfuktighet. Flere frø spirer hvis jorda er fuktig. Mange av de frøene som spirer i forbindelse med jordarbeidinga, vil av ulike årsaker dø den første tida og dermed aldri konkurrere med kulturplantene (se tabellene 3.7 og 3.8).

Tabell 3.7 Effekt av jordarbeiding på frøbanken¹

Behandling	Forandring av frøbank i % av hva den var i begynnelsen av vekstsesongen		
	Total nedgang i frøbanken	% spirte planter	% frø som døde
Ubehandla	22	1	21
Jordarbeiding 2x	30	7	23
Jordarbeiding 4x	36	9	27
«Helbrakk»	50	–	–

¹ Etter Håkansson 2002

Tabell 3.8 Antall spirende frø fra ulike jorddyp (8 dager etter jordarbeiding)¹

Dyp, cm	Antall spirende frø per m ²
0–5	2437
5–10	69
>10	0

¹Mest åkersennep, pengeurt, meldestokk, rødvetann. Etter Håkansson 2002

Etablerte planter av ettårige ugras blir lett skadet om de blir dekket skikkelig av jord. I fuktig jord vil de komme seg raskere igjen enn i tørr jord, og dette gjelder spesielt om de er ufullstendig tildekket. Spirende planter vil være mest ømfintlige rett etter oppspiring. Dessuten vil planter av småfrøete arter, fordi de har mindre reservenæring, være mer ømfintlige for forstyrrelse enn storfrøete arter.

Tekstboks 3.5 Jordarbeiding i mørke

Frøene til mange ugras trenger en lysimpuls for å spire. Behovet for lys er en økologisk tilpassing for å hindre at frøet, og da spesielt arter med små frø, spirer i situasjoner hvor de svake spirene har små muligheter til å overleve. Frøets muligheter til å reagere på lys styres av fytokrom, et lysabsorberende pigmentsystem. Dette pigmentsystemet avhenger ikke bare av mengde lys, men også lyskvalitet. Ved f.eks. solens opp- og nedgang er det en høy andel mørkerødt lys, hvilket er mindre effektivt til å indusere frøspiring. To tyskere, Hartmann og Nezadal, var de første (i 1990) som foreslo at kunnskapen om frøenes lysbehov kunne utnyttes i praksis for å redusere antall ugrasfrø som spirer. Det har siden vært mange undersøkelser omkring slikt «mørkearbeide». Noen av disse er utført om natten, andre med tildekket jordarbeidingsredskap om dagen (se figur 3.22).

En gjennomgang av undersøkelsene viser at nedgangen i antall ugrasplanter varierer fra 60–70 % i de mest lovende til nesten ingen utslag i andre. Et toårig forsøk i Sverige viste dessuten stor variasjon, fra over 60 % reduksjon det ene året til bare 14 % reduksjon året etterpå. Den relativt dårlige overensstemmelsen mellom ulike undersøkelser kan bero på ulike forutsetninger (bl.a. lysnivåer, artssammensetning, bearbeidingsintensitet) som forsøkene er utført under. Effekten av jordarbeiding i mørke kan bero på to ulike forklaringer; 1. Reduksjon i antall spirte frø, og 2. Forsinket framspiring, som kan skyldes at frø nærmest jordoverflata (1–4 mm's dybde) først etter å ha akkumulert tilstrekkelig av det svake lyset som trenger ned gjennom jorda, er i stand til å spire. Av den grunn kan også tidspunktet for registrering være avgjørende for resultatet og kanskje forklare en del av variasjonen mellom undersøkelser.

Både redusert og forsinket ugrasspining er interessant fordi det styrker kulturveksten i konkurransen. Jordarbeiding i mørke vil likevel i de fleste tilfeller ikke være effektivt nok til at tiltaket alene er godt nok. Potensialet ligger derfor mer i å la «nattarbeid» inngå i en strategi sammen med andre tiltak, f.eks. ulike direkte tiltak. Jordarbeiding i mørke kan medføre økt selektivitet ved senere radrensing eller ugrasharving ved at kulturveksten får et forsprang i forhold til ugraset. På den annen side kan dette tiltaket, i likhet med andre kontrolltiltak, føre til at tolerante ugras selekteres, i dette tilfellet arter som spirer relativt uavhengig av lystilgangen. Dette tilsier at jordarbeiding i mørke bør integreres i en bekjempningsstrategi. Det er

fremdeles uklart hvor mørkt det må være i forbindelse med jordarbeidinga for å unngå spireinitiering. Som en kuriositet i så henseende kan det nevnes at det i tyske forsøk har vært brukt infrarøde nattbriller for å kunne kjøre uten lys fra traktoren, mens det i danske forsøk, i hvert fall tidligere, har vært brukt framlys på traktoren uten at man har ansett det for å kunne påvirke resultatene.



Figur 3.22 En form for «jordarbeiding i mørke» er å dekke til jordarbeidingsredskapen.

Foto: Johan Ascard.

Hvilken effekt man kan forvente av jordarbeiding på sommer- og vinterrettårige arter kan man lese ut fra figur 2.18. Frøa hos disse artene kan spire og utvikle seg om våren selv uten jordarbeiding, men jordarbeiding vil ofte øke spiringen betydelig. Spireviljen til sommerrettårige arter avtar sterkt utover forsommeren (se omtale av «dormans» i kapitlet *Skadegjørernes livsstrategier*), og jordarbeiding utover i vekstsesongen vil derfor i mindre grad påvirke disse artene. På den annen side vil vinterrettårige arter være spirevillige utover hele vekstsesongen og derfor kunne spire også etter jordarbeiding.

Flerårige ugras og jordarbeiding

Også flerårige arter produserer frø, og når disse spirer, vil situasjonen naturligvis være den samme som for ettårige arter, men når vegetative organer (formeringsrøtter, jordstengler m.m.) etter hvert blir dannet, vil potensialet for å overleve jordarbeiding ofte øke betydelig. På den annen side vil visse arter som løvetann, høymole, sølvbunke, krypsleie, stormaure og stornesle fremdeles være følsomme. Andre flerårige arter som åkertistel, åkerdylle og kveke, er langt mer robuste mot jordarbeiding.

Jordarbeiding vektlegges tungt i forbindelse med ugrasbekjemping, særlig bekjemping av arter med krypende formeringsorgan som røtter eller jordstengler. Disse artene er viktige ugras i ettårige åkervekster fordi de er vanskelige å ta både med pløying og ved tillaging av såbed. Blant disse artene kan kveke, åkerdylle, storkvein, vass-slirekne, med relativt grunt utløpersystem nevnes, mens hestehov og åkertistel har dypere utløpere (for enkelte av artene, se figur 2.23).

For alle disse artene må jordarbeidinga gjennomføres på en skikkelig måte for at denne skal være effektiv. Kunnskap om ugrasets biologi, jfr. kapitlet *Skadegjørernes livsstrategier*, vil være en helt nødvendig plattform å bygge jordarbeidingsstrategien på. Kunnskapen om biologi er viktig både for å avgjøre hvilke redskapstype som skal benyttes, når på året og hvor ofte tiltaket skal settes inn.

Følgende faktorer er viktige å ta hensyn til ved utarbeidelse av effektive jordarbeidingsstrategier:

- Levealder
- Tidsperspektiv A: Når planten har minst næringsreserver
- Tidsperspektiv B: Når planten er i en hvilefase (dormans)
- Hvor dypt rhizom-/rotsystemet er
- Hvordan oppdelingsgrad og pløyedybde påvirker evna til skuddskyting
- Hvor mange ganger man må gjenta jordarbeidinga for «å sulte ut» ugraset
- Hvordan klimafaktorer som temperatur og fuktighet påvirker ugrasene

Viktigheten av dyp pløying mht effekten på rotugras er godt dokumentert både i eldre og nyere forsøk. I et norsk forsøk har totalmengde rotugras blitt mer enn halvert ved dyp sammenlignet med grunn pløying (se tabell 3.9).

Tabell 3.9 Tørrstoffmengde (gram per m²) av ulike rotugras i forsøk på Kvithamar (Trøndelag) og Apelsvoll (Oppland) som følge av grunn (15 cm) og dyp (25 cm) pløying¹.

Lokalitet	Pløyedybde	Totalt ²	Åkertistel	Åkerdylle	Kveke	Hestehov
Kvithamar	Grunn	38,7	6,6	0,4	19,8	11,8
	Dyp	23,3	3,3	0,2	15,7	3,8
Apelsvoll	Grunn	50,5	7,3	38,5	2,9	0
	Dyp	16,9	0,7	11,3	2,6	0

¹Etter Brandsæter et al. 2005. ²Også andre ugras enne de spesifiserte inngår i «Totalt».

Jordarbeid om våren (vårbrakk, utsatt såtid)

Ved jordarbeidning til vanlig tid om våren er målet å lage et så- eller plantebed med færrest mulig spirte ugrasplanter. Jordarbeidet skal ikke gjøres dypere enn det som er nødvendig for å lage et godt såbed, men samtidig vil grunn jordarbeidning ha liten effekt på flerårige ugras. Jordarbeidning og såing eller planting kan gjøres på samme tid, gjerne i samme operasjon. Figur 3.36 viser hvor viktig det er at kulturplanten spirer raskest mulig i forhold til ugraset.

Hvis vi i denne omgang ser bort fra faren for erosjon og utvasking, anbefales høstjordarbeidning fordi dette gir jevnest såbed, og man unngår omfattende flytting av jord om våren.

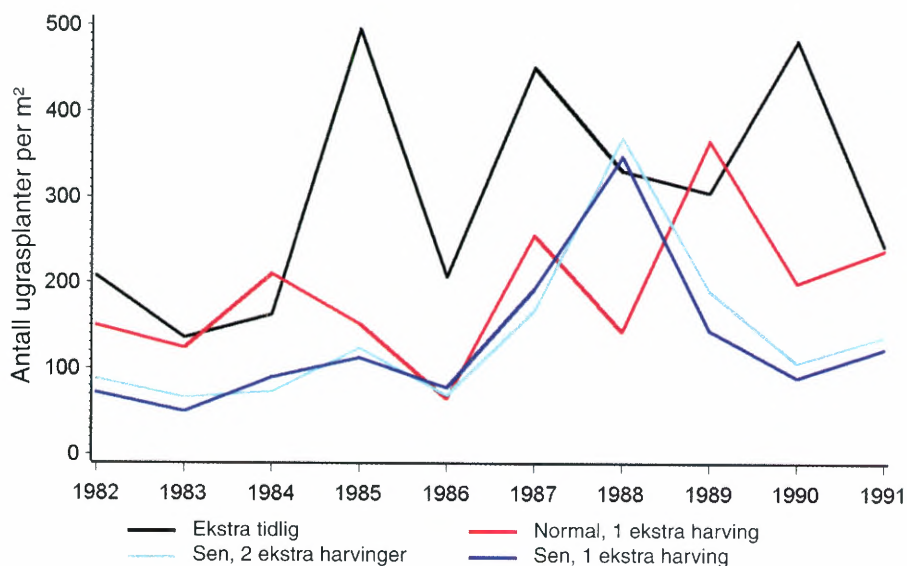
Frøugras

Flere undersøkelser har konkludert med at utsatt såtid om våren har en gunstig effekt på ugrassituasjonen. Blant annet har en flerårig forsøksserie i konvensjonelt

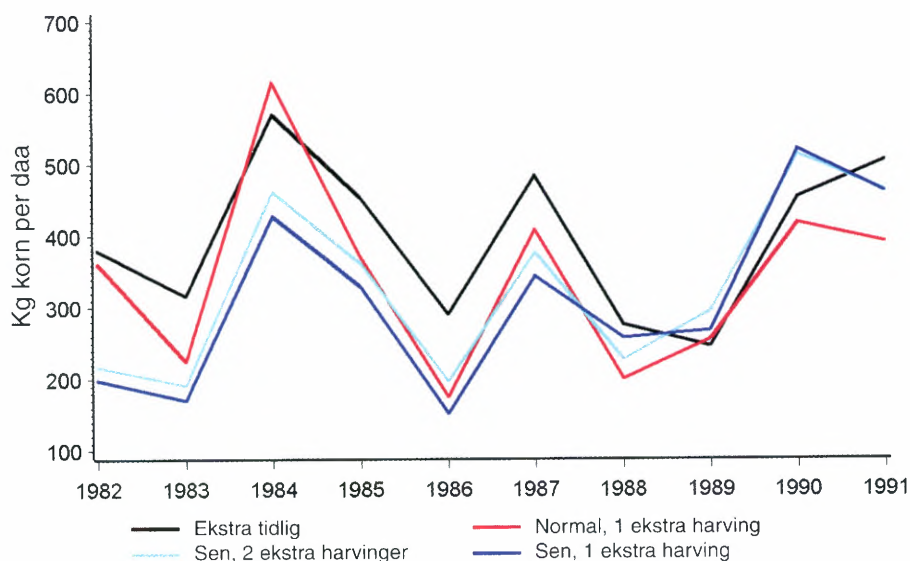
dyrket korn i Norge vist at antall ugrasplanter avtar med utsatt såtid (figur 3.23). Dette har to årsaker:

- 1 Antall spirte frø vil avta utover våren og forsommeren (figur 3.35).
- 2 Gjentatt jordarbeiding vil drepe deler av frøbanken (tabell 3.7).

Selv om utsatt såtid medfører mindre oppspiring av ugras, er ikke metoden uten ulemper. Kulturplanter som krever relativt lang vekstsesong, blir mer avhengig av værforholdene utover sensommeren og høsten for å bli høstklar. En annen potensiell ulempe kan være manglende spirefukt om våren. Den omtalte forsøksserien har helt klart vist at utsatt såtid i mange år også betyr nedsatt avling (figur 3.24).



Figur 3.23 Antall ugrasplanter per m² ved utsatte såtider av kornet om våren. I denne forsøksserien som gikk over 10 år, var det om lag 2 uker mellom hver såtid, dvs. ca. 4 uker fra første («ekstra tidlig») til siste («sen») såtid. Forsøksserien viste at utsatt såtid de fleste år gav færre spirte ugrasplanter sammenlignet med både «ekstra tidlig» og «normal såtid». (Etter Fykse 1993).



Figur 3.24 Kornavlingtall i kg per daa ved utsatte såtider av kornet om våren. I denne forsøksserien som gikk over 10 år, var det om lag 2 uker mellom hver såtid, dvs. ca. 4 uker fra første («ekstra tidlig») til siste («sen») såtid. Forsøksserien viste at såtida som gav best avling, varierte mellom år men at hovedtendensen var at utsatt såtid gav nedsatt avling. (Etter Fykse 1993).

Utilstrekkelig spirefukt har i alle fall tidligere vært viktig på Østlandet hvor forsommertørke tradisjonelt har vært et problem. Når det gjelder utsatt såtid, må hver enkelt bonde gjøre sin egen vurdering om metoden er aktuell for produksjonene på gården. Ved økologisk dyrking kan et aspekt være at utsatt såtid gir varmere jord ved såing, enn såing ved vanlig tidspunkt. Dette kan være et pluss for mineralisering og dermed tilgangen på næringsstoffer fra organisk materiale. Det kan her legges til at vårkornet i eldre tider i gjennomsnitt ble sådd et par uker senere enn i dag, i en del tilfeller enda senere.

Flerårig ugras

Jordarbeiding om våren og forsommeren har god effekt på flerårige ugras fordi plantene på denne tida er i god vekst, og knoppene på røtter og rhizomer er ikke-dormante/spiretrege. Man bør harve, frese eller lignende slik at de vegetative formeringsorganer blir delt opp mest mulig og knoppene stimulert til å sette lysskudd. Behandlinga bør gjentas, slik at man får «sulta ut» formeringsorganene mest mulig. Hvor lang tid det bør være mellom hver behandling er blant annet avhengig av hvilke ugrasarter som skal bekjempes. Man skal iallfall ikke vente lengre enn at ugraset har nådd stadiet for tørrstoffminimum i røtter eller jordstengler (se figur 2.21). Generelt vil ugraset utarmes noe raskere hvis man jordarbeider før plantene når stadiet for tørrstoffminimum. Figur 2.26 viser f. eks. at behandling av kveke på 1–2-bladstadiet fører til raskere utsvelting enn behandling på 3–4-bladstadiet. For åkertistel har forsøk i USA, hvor det ble harvet 15 cm dypt med 1–6 ukers intervaller, vist at harving hver 3. uke gav raskest effekt. Hvor lang brakkingsperioden bør være for å gi god kontroll av ulike ugras, vet vi for lite om i dag.

Selv om det ikke er lett å konkludere hvilken redskapstype som er best for å tyne ugraset, kan vi slå fast at redskap som kutter opp røtter eller jordstengler best mulig, vil være å foretrekke. Flere rotbiter vil gi flere lysskudd, og det betyr at plantenes opplagsnæring raskere blir brukt opp. Et annet viktig aspekt er om

redskapen som benyttes, når ned til røttene. Dette vil som regel ikke være noe problem for gruntvoksende arter som kveke og åkerdylle, men for åkertistelen kan situasjonen være annerledes fordi de horisontale formeringsrøttene ligger dypere, for det meste i sjiktet 15–30 cm. Har man mye åkertistel, kan det være aktuelt å starte jordarbeidinga med dyp pløying slik at redskapen når ned til disse røttene og får dratt dem opp. Det foregår for tida forsøk i Norge for å belyse dette nærmere.

Hvis man skal følge resultatene fra modellforsøk (se figurene 2.24 og 2.25), bør man etter å ha kuttet opp røtter eller jordstengler pløye disse lengst mulig ned. Lysskuddene vil da enten ha en redusert mulighet for å komme opp (ikke nok opplagsnæring), eller så vil lysskuddene bruke lang tid opp til overflata og dermed ha svært dårlig konkurransevne. Hvis disse svake skuddene utsettes for sterk konkurranse fra en kultur, vil den kunne være nådestøtet for mange slike lysskudd. Denne metoden er kanskje mest aktuell i et år hvor man dyrker en grønngjødslingsvekst fordi denne tåler å bli sådd relativt sent.

Jordarbeid om sommeren (midtsommerbrakk)

Etter for eksempel en tidligkultur av grønnsaker eller poteter, eventuelt ved avslutning av ett eller flere engår (se tekstsaks 3.6), kan man gjennomføre en kort eller lengre periode med brakking før man for eksempel sår høstkorn. En slik brakningsperiode kan være effektiv mot flere problematiske flerårige ugras, herunder kveke, åkertistel og åkerdylle. I likhet med vårbrakk vil man ved midtsommerbrakk unngå hvileperiodene (dormansen) til disse artene.

Tekstsaks 3.6 Forsøk med midtsommerbrakk i Finland

Kveka kan gjøre seg sterkt gjeldende i eldre eng og forårsake stor skade i neste kultur i omløpet, spesielt ved økologisk drift. Ulike strategier som kan kontrollere kveka bedre ved avslutning av engperioden i et omløp er undersøkt. Forsøket ble gjennomført på sandjord i eng bestående av timotei og rødkløver med følgende behandlinger 3. engår eller våren etterpå:

- 1 Stubbearbeid tre ganger i løpet av en måned etter høsting av enga. Deretter ble det sådd en fangvekst. Pløying i oktober («midtsommerbrakk»).
- 2 Stubbearbeid etter to høstinger av enga, ingen fangvekst, men pløying i oktober.
- 3 Pløying i september, kort tid etter 2. høsting av enga.
- 4 Pløying i oktober (kontroll, vanlig praksis i Finland).
- 5 Pløying om våren.

Hvordan de ulike behandlingene påvirket kveka, ble registrert i bygg året etter. De alternative metodene reduserte tettheten av kveka sammenlignet med vanlig praksis. For behandling 3, 4 og 5 varierte antall kvekeskudd mellom 147 og 182 per kvadratmeter, men det var ingen statistisk sikker forskjell mellom disse behandlingene. Det var færrest kvekeskudd for behandling 1, midtsommerbrakken, hvor det bare var 27 skudd per kvadratmeter. Behandling 2, stubbearbeidet etter to høstinger av enga, lå i en mellomstilling, med 94 skudd per kvadratmeter. Også mht. byggavlinga ble det tallmessig beste resultatet oppnådd etter «midtsommerbrakk», men det ble ikke funnet statistisk sikre avlingsforskjeller mellom noen av behandlingene. (Etter Rouhiainen et al. 2003)

De samme faktorer som for jordarbeiding og brakk ved andre årstider, vil stort sett gjelde også ved midtsommerbrakk:

- Gjennomføre behandlinga i alle fall ikke senere enn ved kompensasjonspunktet, gjerne litt tidligere.
- Knuse eller hakke opp røtter eller jordstengler mest mulig
- Avslutte med god og dyp pløying

Hvis åkertistel eller andre ugras med dypt rotsystem er hovedproblemet i åkeren, kan det være aktuelt å pløye før jordarbeiding. En ulempe ved å pløye før brakkperioden kan være at det blir vanskelig å pløye etter avsluttet jordarbeiding. Som allerede nevnt, gjennomføres det nå forsøk for å belyse pløyetidspunkt i forhold til brakking, og vi vil derfor etter hvert kunne fortelle mer om denne teknikken.

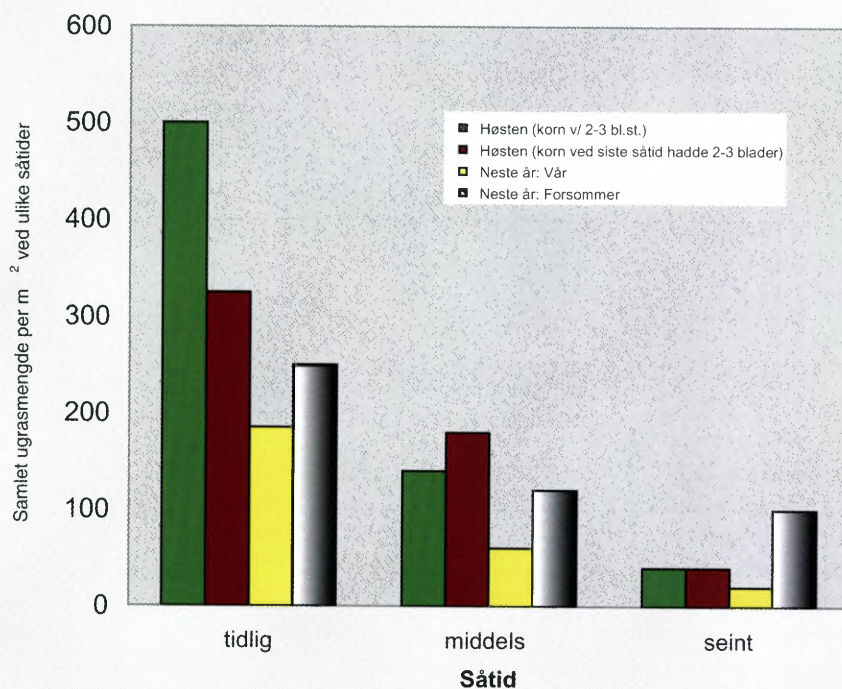
Jordarbeid om høsten (høstbrakk)

Frøugras

Hovedtyngden av spirende frøugras om høsten vil være vinterrettårige og toårige arter, men en del sommerrettårige arter, spesielt ved tidlig såing, vil også spire. Det meste av de spirte sommerrettårige plantene vil selvfølgelig dø i løpet av vinteren. Jordarbeiding om høsten vil stimulere ugraset til å spire, og en gjentatt behandling vil være med på å redusere frøbanken av disse artene. I forbindelse med dyrking av høstkorn vet vi at utsatt såtid vil redusere ugrasmengda ganske sterkt. Som om våren (vårbrakk) vil effekten av en slik utsatt såtid skyldes to ulike årsaker: (1) Man reduserer frøbanken i spiresjiktet ved gjentatt jordarbeiding, (2) Utover høsten blir en større del av frøene dormante, og vil ikke spire selv om man jordarbeider. Forsøk i høstkorn i Norge har vist klare effekter av utsatt såtid på ugrasutviklinga (tekstboks 3.7).

Tekstboks 3.7 Høstkorn og utsatt såtid

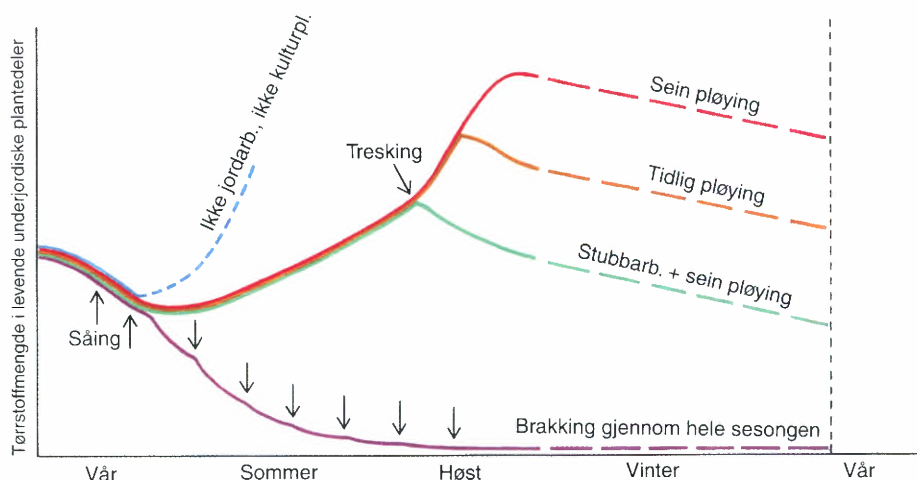
I figur 3.25 presenteres ugrastall fra et forsøk i 1994 med ulike såtider (hhv. 18. august, 1. september, og 21. september). Dette forsøket ble utført i konvensjonell dyrking og figuren viser ugrastall fra usprøyta kontrollruter. I alle feltene (3 stk.) spirte det klart færre ugrasplanter jo senere kornet ble sådd. I to av feltene så man at tidlig såing faktisk reduserte avlinga. Redusert overvintringsevne (tett kornbestand om høsten kan gi økt fare for angrep av overvintringssopp) og mer ugras er viktige faktorer for å forklare denne avlingsnedgangen. Redusert avling ved tidlig såing av høstkorn i strøk med lang veksttid er også observert i tidligere undersøkelser.



Figur 3.25 Ugrasmengde per m² (talt ved ulike tidspunkt) i høstkorn i et felt ved ulike såtider i høstkorn (etter Fykse og Wærnhus 1997).

Flerårig ugras

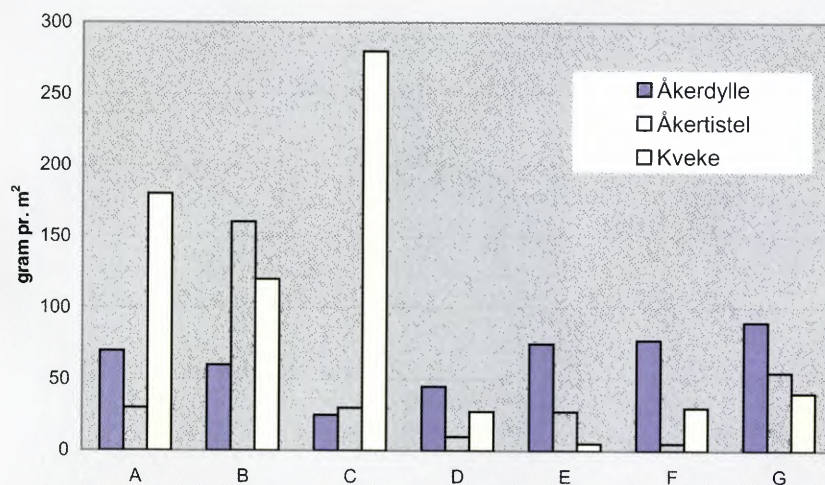
Jordarbeiding om høsten kan sies å være den klassiske formen for jordarbeiding for kontroll av flerårig ugras. Spesielt gjelder dette kontroll av kveke hvor gjentatt stubbarbeiding (hvis været tillater det) og sen høstpløying er en vel dokumentert metode. Figur 3.26 viser den prinsipielle utviklingen til kveka ved ulike tiltak utover høsten etter tresking av kornet. Som figuren viser, vil kveka utvikle seg sterkt dersom man etter tresking ikke gjør noe og bare lar dette ugraset vokse. Hvis høsten er lang og fin, kan kveka kanskje fordoble mengda av jordstengler i tida fram til sen høstpløying. Situasjonen vil kunne forsterkes om man ikke pløyer om våren. Figuren viser at kveka har dårligere forhold om man pløyer tidlig enn sent. Gjentatt harving om høsten (for å arme ut kveka), for eksempel ved bruk av skålharv, fulgt av sen høstpløying reduserer dermed kvekebestanden sterkt. Sannsynligvis vil effekten av høstharving kombinert med vårpløying ha stort sett samme effekt på kveka.



Figur 3.26 Forandringer i tørrvekt (prinsippskisse) av underjordiske plantedeler (levende) hos kveke gjennom ett år. Rød / orange / og grønn kurve: Generell kurve for kvekas utvikling ved dyrking av vårkorn med ulike behandlinger om høsten. Fiolett kurve: Gjentatt jordarbeiding gjennom vekstsesongen ('helbrakk'). Blå kurve: Kvekas utvikling hvis man verken etablerer kulturplanter eller gjennomfører noen form for jordarbeiding. (Etter Håkansson 1995)

Hvilken effekt har så jordarbeiding på andre ugrasarter? Ikke alle ugras er så spire- og vekstvillige om høsten som kveka, og dette har konsekvenser for hvordan tiltakene bør utformes. Spesielt åkerdylla er spiretreg om høsten og en oppkapping av røttene på denne tida vil ikke bety at nye lysskudd blir dannet. Oppkapping av dyllerrøttene kan i verste fall føre til oppformering av et stort antall nye planter i neste kulturvekst. Åkertistel er ikke så spiretreg som åkerdylla, men vi har noe av det samme fenomenet også for den.

Ulike metoder for kontroll av flerårige ugras om høsten ble vurdert i et ganske omfattende svensk forsøk (tekstboks 3.8).

Tekstboks 3.8 Ulike tiltak om høsten for kontroll av flerårige ugras (Bostrøm og Fogelfors 1999)


Figur 3.27 Jordarbeiding om høsten: Effekter på åkertistel, åkerdylle og kveke (registrert ved tresking året etterpå). Se tabellen under figuren for forklaring av behandling A–G.

Behandling						
A	B	C	D	E	F ¹	G
Tidlig pløying	Tidlig pløying	0	0	0	0	0
0	Harving	0	Grunn stubbarbeiding	Dyp stubbarbeiding	Dyp stubbarbeiding	Dyp stubbarbeiding
0	0	Sen pløying	Sen pløying	Sen pløying	Sen pløying	0

¹ Som E, men bare hvert annet år

Som tabellen viser, har behandling A og C bestått av henholdsvis tidlig og sen pløying om høsten. Behandling B besto av tidlig pløying etterfulgt av harving. Behandling D og E besto av sen pløying etter hhv. grunt og dypt stubbarbeid. Behandling F var helt lik E, bortsett fra at den bare ble gjort annet hvert år. Behandling G besto av dyp stubbarbeiding og ingen pløying.

Grunn stubbarbeiding ble utført med spaknivharv med arbeidsdybde 5 cm. Til dyp stubbarbeiding ble det benyttet en stubbkultivator med arbeidsdybde 10 cm. Det ble pløyd ned til 25 cm. Forsøket ble utført under konvensjonelle forhold hvor også alle forsøksledd ble kombinert med ulike former for ugrasssprøyting i tillegg til ubehandla kontroll. Resultatene er gjennomsnitt av de ulike sprøytebehandlingene og kontrollen. Selv om forsøket ikke ble gjort ved økologisk dyrking, er resultatene ganske illustrerende for hvilke tiltak som er mest effektive for kontroll av de ulike artene.

Med hensyn til kveke ser vi at lite jordarbeiding om høsten (A, B og C) gav mye kveke året etterpå. Verst blei situasjonen etter kun sen pløying (C). Da fikk kveka god anledning til å formere seg utover høsten. Behandlingene med stubbarbeiding (D, E, F og G) gav best resultat. Dette stemmer godt med

gamle råd for kontroll av kveke, som sier at stubbarbeiding utover høsten kombinert med en avsluttende, gjerne dyp, pløying gir god kvekekontroll.

Ser vi «litt stort på det», kan vi for åkerdyllas vedkommende hevde at resultatene er omvendt av effekten på kveka. Dyp stubbarbeiding (E, F og G) gav dårligst kontroll av åkerdylla. Stikk motsatt av hva vi så for kveke, har det minst behandla leddet, dvs. bare sen pløying (C) gitt minst åkerdylle. Sterk oppkapping av røttene om høsten medførte derimot et økende problem året etter.

Utslagene for åkertistel er litt vanskeligere å oppsummere fordi det ikke er «signifikante» forskjeller mellom de fleste behandlingene, unntatt for behandling B. Det helt tydelige utslaget var altså at pløying først og harving etterpå gav sterk oppformering av åkertistelen. Dette skyldes sannsynligvis at pløyinga først har transportert en stor del av formeringsrøttene opp mot overflata der de så er blitt kuttet opp i småbiter ved harvinga etterpå. Rotbitene har så etablert nye planter neste år.

Brakking gjennom hele vekstsesongen (helbrakk)

Den mest ytterliggående form for jordarbeiding vil være mekanisk brakking gjennom hele vekstsesongen (helbrakk). Undersøkelser har vist at dette kan gi om lag 50 % reduksjon i frøbanken. Effekten vil være størst under fuktige forhold. Frøhvile reduserer brakkingseffekten, noe som for eksempel vil gjelde sommerrettårige arter utover i sesongen.

En lang brakkingsperiode vil være mest aktuell mot flerårig ugras. Helbrakk vil ha sterk effekt på nær sagt alle slike ugras. Figur 2.26 og 3.26 viser at man reduserer kveka betydelig ved gjentatt jordarbeiding gjennom vekstsesongen. Helbrakk er i dag lite aktuell, da må i så fall ugrassituasjonen være svært kritisk.

3.5 Vekstskifte, jordarbeiding og plantesjukdommer

Ulike former for redusert jordarbeiding har blitt svært utbredt i mange land de siste tiårene. Primært er det ønske om bedre vannhusholdning og reduksjon av erosjon som ligger bak en slik praksis. Imidlertid har utstrakt bruk av redusert jordarbeiding i mange av disse områdene bidratt til en økning av *Fusarium*-angrep og innhold av mykotoksiner i korn. Det er vist også i norske forsøk at redusert jordarbeiding, da spesielt vårharving eller direktesåing kan bidra til økt angrep av *Fusarium* og andre sjukdommer. Dette viser betydningen av tradisjonell jordarbeiding/pløying for bekjemping av plantesjukdommer; ved å begrave infiserte planterester blir de nye plantene mindre utsatt for smitten. Likevel er det ikke generelt slik at jo mindre jordarbeiding desto mer sjukdom. Jordarbeidingspraksis vil kunne påvirke forekomsten av sjukdommer på flere måter. I tillegg til den direkte effekten på planterestene finnes det flere indirekte effekter av jordarbeiding.

Et av formålene med jordarbeiding er å løse opp pakket jord og legge til rette for god rotvekst. Bruk av tunge maskiner, særlig på våt jord, gjør at problemet med jordpakking flytter seg nedover i jorda. Det finnes eksempel på at bruk av tungt maskineri i en byggåker økte forekomsten av sjukdommer i hvete

påfølgende år. Også to år etter, i bygg på samme sted, var forekomst av sjukdom forhøyet. I Frankrike er det rapportert om forhøyet forekomst av *Rhizoctonia solani* på bønner dyrket etter poteter som ble høstet med tungt maskineri. En annen type pakking er forbundet med det vi kaller plogsåle. Plogsåler kan favorisere flere ulike sykdommer som f. eks. angrep av skarp øyeflekk. En dypere jordarbeiding, ned til 35–45 cm, kan bøte på problemer med plogsåler og fremme dypere rotvekst som igjen kan gjøre at man unngår tørkestress. I sin tur kan dette være med å forebygge sykdomsproblemer. Dypere jordarbeiding er vist å kunne motvirke angrep av nematoder, men også soppsykdommer.

Å begrave planterester gjennom pløying vil kunne hindre en del sykdomssmitte i å spre seg videre til nye planter. Virkning av pløying til 25–30 cm dybde på fordeling og dekking av planterester med soppsmitte er likevel ikke alltid entydig. Effekter av ulik type jordarbeiding på sykdommer i korn har vært nøye studert i England. Endring av jordarbeidingspraksis fra pløying til direktesåing har betydd lite for forekomst av rotdreper i bygg og hvete, men med variasjoner mellom år og steder. Dette forklares med at jordarbeiding påvirker mange andre faktorer. For eksempel vil jord som ikke vendes, kunne ha høyere grad av antagonister mot rotdreper i toppjordlaget, samt høyere forekomst av fosfor og lavere forekomst av nitrogen i øvre jordlag enn jord som vendes. På den annen side vil ikke-pløyd eller direktesådd jord kunne fremme utvikling av rotdreper i tilfeller der denne jordarbeidingspraksisen fører til mer pakket jord. Infiserte planterester i øvre jordlag, samt vekst av flerårige grasarter som kan være bærere av sykdommen, kan også virke fremmende på utvikling av rotdreper.

For sykdommer som hveteaksprikk vil pløying være mer entydig positivt, da det her er god sammenheng mellom mengda infiserte planterester og sykdomsutvikling. Samme effekt vil vi kunne se for andre sykdommer som smitter direkte fra planterester i jorda. Mjøldogg derimot, kan av og til utvikle seg mer på planter i pløyd jord enn på direktesådd. Dette har sammenheng med redusert nitrogenmineralisering i ikke-pløyd jord som igjen gir tregere vekst og mer glissent bestand. Mjøldogg smitter som kjent via sporer i luft, og ikke via planterester på bakken slik som hveteaksprikk.

Også for andre sykdommer og i ulike kulturer betyr pløying at planterester med smitte blir dekket av jord. Smittespredning blir dermed hindret, og man får redusert sykdomsforekomst. Denne formen for kontroll er viktig for eksempel for *Rhizoctonia solani*, som kan forårsake sykdom i flere ulike vekster (potet m. fl.) og salatbladskimmel.

En del overlevelsesorganer av soppsykdommer bør likevel ikke «begraves» for dypt (under vanlig pløedybde). Under dette nivået vil slike soppstrukturer (for eksempel sklerotier) bevares bedre enn i det mer aktive, øvre jordlaget. Det er bedre at inokulum/sykdomssmitte blandes inn i det øvre jordlaget der det vil kunne spire i jorda eller brytes ned av andre mikroorganismer uten å nå vertsplantene.

3.6 Vekstskifte, jordarbeiding og skadedyr

Jordarbeiding mellom kulturene er også viktig for skadedyrkontroll. Skadedyr som er på planterestene når de pløyes ned, vil bli ødelagt slik at neste generasjonen reduseres. Eksempler på dette er mange bladlusarter og minerende flue- og møllarver som ikke kan rømme planten når denne pløyes ned. På samme

måten er puppestadiet hos mange insekter å finne på plantedeler eller -rester. Også disse vil ta skade av jordarbeiding.

Skadedyr som insekter og snegler som tilbringer deler av utviklingen i jorda, vil ta skade av jordarbeiding. Disse har funnet fram til et jordsjikt eller annet bestemt sted i jorda hvor de vil ha best mulige overlevelsesvilkår. Ved pløying blir de både knust og forflyttet til andre sjikt/steder enn de selv har valgt. Dette vil som regel være ugunstige forhold for overlevelse på grunnen av frysing, uttørking, lysforhold, m.m. Predasjon, ikke minst fra fugler, øker også ved pløying. Det er ikke tilfeldig at fuglene følger etter ploegen, der mange godbiter kommer til syne!

Forsøk i England har vist at minst halvparten av kålflyene som overvintrer, ble drept ved vårpløying, mens ca. 80 % ble drept ved høstpløying.

Det er viktig å huske på at jordarbeiding sprer nematoder i åkeren, og fra jorde til jorde med redskap. Dersom smitte er til stede, må all redskap som kommer i kontakt med jord, rengjøres omhyggelig før den flyttes.

3.7 Dyrkingssystem

For sjukdomsorganismer og skadedyr som lett beveger seg, uansett om de har få eller mange vertsplanter (se Figur 3.1 «C» og «D») er vekstskifte altså et lite effektivt tiltak. Flere svært problematiske skadegjørere for økologiske bønder, for eksempel tørråte på potet og kålflye på kålvekstene, hører hjemme her. Innenfor forebyggende ugraskontroll spiller derimot et optimalt utformet dyrkingssystem en svært viktig rolle.

Eksempler på aktuelle forebyggende tiltak som har effekt mot denne gruppen av skadegjørere, er en sterk (motstandsdyktig) kulturplante, størst mulig mangfold av planter på gården, og bruk av jorddekke. Når det gjelder kulturplanten, skal vi diskutere både valg av arter og sorter, og hvordan kulturplanten bør etableres på jorden (gjødsling og kalking, såmengder m.m.), slik at man i størst mulig grad unngår problemer med skadegjørere.

For noen skadegjørere, og da tenker vi mest på ulike sykdommer, vil også høstetid være en viktig faktor for å redusere avlingstap mest mulig. Under mangfold (diversitet) vil vi komme inn på bruk av arts- og sortsblandinger, dessuten bruk av underkultur og andre systemer med dekkekulturer.

En sterk kulturplante

I første kapitlet i denne boka var vi inne på et emne som ble kalt produksjonsøkologi (se tekstaboks 1.7), og det ble bl.a. nevnt at valg av «rett» sort kan være avhengig av om man driver økologisk eller konvensjonelt. I ugrassammenheng vil optimal etablering av en mest mulig konkurransesterk kulturplante kunne bety mye. Konkurransevne til kulturplanten, sammen med jordarbeiding, er selve fundamentet for ugraskontroll i et hvert driftssystem. Fordi man i økologisk landbruk ikke har så effektive direkte tiltak som ved konvensjonelt landbruk, blir dette fundamentet ekstra viktig. I ugraskampen handler konkurransevne om to typer faktorer, plantens iboende egenskaper, og hvordan utenforstående faktorer påvirker planten.

For mange sjukdommer og skadedyr vil også ulike faktorer omkring kulturplanten være svært viktige. Ikke minst vil et optimalt sortsvalg være viktig, men vi vet også at ulike aspekt ved etableringa på jorden kan ha stor betydning.

Det vanskelige valget bonden må gjøre, omfatter et helt sett av kriterier hvor både skadegjørere, næringsforsyning m.m. inngår i en helhetlig vurdering. Det hjelper ikke om planten unngår sjukdommer, hvis den omkommer av konkurranse.

Valg av arter og sorter

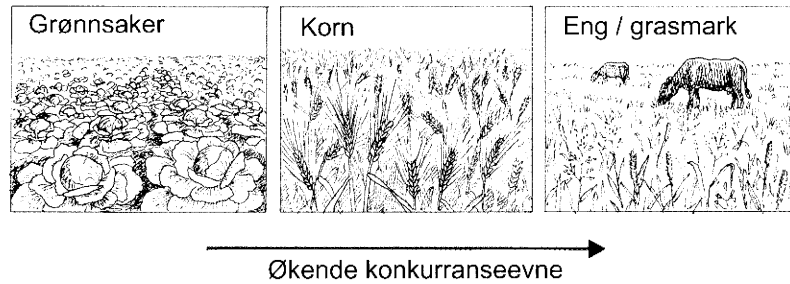
Ugras

Valg av kulturplante påvirker i høy grad vekst og utvikling hos ugraset. Planter som vokser fort og skygger godt, hemmer ugraset langt bedre enn planter som vokser sent og/eller lager åpne, lyse bestander. Også sortsvalget kan være av stor betydning. Innen kornartene vil for eksempel kortstråete sorter oftest dekke dårligere enn sorter med lengre strå.

Generell gruppering av konkurransevne til ulike kulturplanter:

- I vekster som sent eller aldri danner et konkurransesterkt og 100 % dekkende bestand, er det alltid behov for direkte tiltak. Eksempler på dette er poteter og de fleste grønnsaker. Kveke og meldestokk etablerer seg kraftig under slike forhold. Det er viktig å være klar over at en del av disse vekstene, for eksempel sene potetsorter, har god konkurransevne mot ugraset senere i sesongen.
- Vekster som korn og oljevekster etablerer seg raskt og konkurrerer godt. Vurdert ut fra avling kan ofte kontroll være ulønnsomt (i alle fall ved konvensjonell dyrking), men mht. kulturer senere i vekstskifte kan det likevel være riktig å sette inn direkte tiltak.
- For varig (flerårig) eng er situasjonen litt mer kompleks. Hvor god etableringa er, og eventuelle senere overvintringsskader betyr mye for ugrasutviklinga. Dessuten kan det være vanskelig å skille mellom «ønskede» og «uheldige» arter. Typiske engugas blir sjelden problematiske i etterkommende åkerkulturer.

Det kan være store forskjeller i konkurransekraft mellom de nevnte grupper av vekster. Det er for eksempel velkjent fra konvensjonell dyrking at havre og bygg konkurrerer mye sterkere med ugraset enn hva vårhete gjør. Innenfor grønnsaksartene, for eksempel mellom gulrot og hodekål, er forskjellene enda større.



Figur 3.28 Kulturplanter har forskjellig konkurransevne overfor ugraset. Generelt har grønnsaker dårligst konkurransevne (men det er store forskjeller mellom de ulike grønnsaksartene), mens korn, og ikke minst grasmark, konkurrerer langt sterkere med ugraset.
Tegner: Hermod Karsen.

Ulike kulturveksters konkurransevne vil variere med bl.a. sortvalg, hvor plantene dyrkes og gjødselnivå. Et svensk forsøk har vist at ved sterk nitrogengjødsling konkurrerte bygg bedre mot ugraset enn hvete, mens det motsatte ble observert ved svak nitrogengjødsling. Høstkorn blir ofte vurdert som mer konkurransesterkt enn vårkorn, men denne vurderingen er primært gjort på ugras som spirer og etablerer seg om våren. På den annen side vet vi at vinterrettårige og toårige ugras som spirer om høsten, kan skape store ugrasproblemer i høstkorn. Det er i kulturer som dekker jorda raskt, fortrinnsvis korn og oljevekster, at konkurransevna kan utnyttes som et betydelig bidrag i ugraskampen. Bruk av for eksempel en konkurransesterk kålsort kan også være viktig, men da er den største gevinsten at selektiviteten ved mekaniske og termiske tiltak forbedres. Størst mulig kulturplanter og små ugrasplanter er et godt utgangspunkt for ugraskampen.

Det er store forskjeller mellom sorter innen en og samme kulturvekst. En gjennomgående erfaring er nok at sorter som klarer seg bra ved konvensjonell dyrking, også klarer seg bra ved økologisk dyrking. I Norge har det ikke vært systematisk testing av ulike sorters konkurransevne i økologisk dyrking. Sortsprøvinga for økologisk landbruk har hatt størst aktivitet innen potet og korn, og for begge disse vekstene har resistens mot sjukdommer vært prioritert når det gjelder plantevern. I Sverige er det publisert resultat av sortsprøvinger for økologisk dyrking av korn, potet og ert hvor også konkurransevne er tatt med.

Hva er karakteristisk for en konkurransesterk sort? Som eksempel kan nevnes at en kornsort med hurtig bladvekst og sterk høydevekst vil konkurrere godt med ugraset.

Sjukdomsorganismer

Valg av kulturvekst og sort er ofte bestemmende for hvilke sjukdommer som opptrer i en åker eller et område. I mange tilfeller er sjukdomsorganismene artsspesifikke, dvs. de angriper bare en type kultur eller art. De vil ofte ikke kunne overleve særlig lenge på et skifte eller i en åker uten å ha en vertsplante å leve på. En del vil kanskje leve på døde planterester en sesong eller to, for så å dø ut. Lar man være å dyrke vertsplanten et par år, vil man på denne måten kunne sanere det infiserte plantematerialet. Dette er selvsagt en viktig effekt av vekstskifte og blir nærmere omtalt i andre avsnitt.

Valg av mest mulig resistent sort kan bety svært mye for forebygging av sjukdomsangrep. Det finnes eksempler på at selv om sterkere sorter er tilgjengelige, brukes sjukdomssvake sorter, begrunnet med at «markedet vil ha denne sorten». Den økte bruk av soppmidler som dette medfører, vekker til tider sterke reaksjoner i det samme markedet. For de fleste vil det imidlertid være mulig å velge sorter som er sterkest mulige mot de dominerende sjukdommene i området. I mange år har det pågått foredling i Trøndelag av sorter for å forbedre resistensen mot grå øyeflekk, som kan være svært destruktiv i dette området. Dette er den viktigste soppsjukdommen i bygg i Trøndelag. På Østlandet vil man gjerne velge en kornsort som er mest mulig resistent mot mjøldogg og byggbrunflekk. Resistensforedling er et langsiktig og kontinuerlig arbeid. En sort som er helt resistent mot en sjukdom, kan få sin resistens brutt ned. Særlig mjøldoggresistens i bygg og hvete har en tendens til å brytes etter en tid. Dette skyldes at også den resistente sorten blir utsatt for store mengder sopp sporer og at disse sporene vil kunne ha en viss genetisk variasjon. De mest tilpassede vil kunne overleve. De sporene som har fått endret sine genetiske egenskaper slik at de greier å leve på planten, har altså brutt plantens resistens, og vil dermed oppformeres i store mengder og spre seg videre. Et konvensjonelt dyrkingssystem der man dyrker samme sort over store arealer vil være særlig utsatt for å få brutt resistensen. Det vil ofte være slik at planter som har en viss grad av resistens, basert på flere gener eller egenskaper, vil beholde resistensen i langt sterkere grad enn i det ovennevnte tilfellet. Fullstendig resistens er ofte basert på det som i forrige kapittel ble kalt spesifikk resistens og baserer seg på et eller få gener, noe som altså har sine svake sider. Feltresistens, eller resistens som baserer seg på flere gener, vil være å foretrekke, særlig dersom samme sort dyrkes hyppig over større arealer.

Skadedyr

Plantenes resistens mot skadedyrangrep kan arte seg på tre forskjellige måter. Vi kaller disse for antixenose, antibiose og toleranse. «Antixenose» er når et skadedyr som vanligvis angriper et planteslag, ikke angriper den resistente sorten. Det kan for eksempel være på grunn av små forskjeller i plantens utseende, lukt eller smak som gjør at skadedyret ikke «liker» planten.

Vi bruker uttrykket «antibiose» når skadedyret angriper planten som vanlig, men dyret tar skade av planten. Planten kan f.eks. ha en kjemisk sammensetning som er til skade for dyret eller den kan ha en fysisk utforming med kroker eller klebrige stoffer som skader eller fanger dyret.

«Toleranse» er mindre dramatisk enn antibiose. Med toleranse menes at planten får like mye angrep som andre sorter, og dyret klarer seg like bra, men planten overlever og produserer en god avling til tross for angrepet.

Selv om det arbeides mye med å utvikle plantesorter som er resistente mot skadedyr er det få eksempler på bruk av resistens i norsk landbruk. I utlandet er det utviklet resistens mot trips i kålvekster og delvis resistens mot kålfluer. Det finnes også sorter av salat som er resistente mot bladlus. I Norge har vi en potetsort som har toleranse mot sikadeangrep, men sorten er mindre populær hos norske forbrukere. Dette er et vanlig problem i forbindelse med utvikling av resistente sorter. Det kan ta mange år i et foredlingsprogram å få til en sort med resistens, men jobben er ikke ferdig før sorten også har fått den rette matkvalitet, farge og konsistens som forbrukerne vil ha.

Mot nematoder er resistens ofte meget viktig. Resistens kan fungere bedre enn karens for å rense et jorde for potetcystenematoder. Dette skal vi ta i mer detalj i Bind 2 om potet.

Rent og friskt frø og formeringsmateriale

Ugras

En del land har egne lover for å hindre spredning av ugras. Norge har ingen generell ugraslov, men vi har to forskrifter (*Forskrift om floghavre*, av 25.03.1988 og *Forskrift om såvarer*, av 13.09.1999, begge med endringer og hjemlet i *Lov om matproduksjon og mattrygghet*, av 19.12.2003) som skal redusere spredningen av ugras, blant annet ved at innholdet av ugrasfrø i såvarene vi kjøper, ikke må overstige visse definerte verdier.

Et aspekt i ugraskampen er altså å unngå «blindpassasjerer» i frøposen, et annet er å bruke frø med optimal spireprosent og spirehastighet. Forsøk i utlandet, blant annet danske forsøk i hvete og bygg, har vist at kvaliteten til såfrøet er av stor betydning for konkurransevna mot ugras. Såfrø solgt i Norge, unntatt såkorn, testes for spirehastighet, men du finner som regel ikke opplysninger om resultatet av disse testene på frøposene. Det er rimelig å anta at kvaliteten på såfrøet er enda viktigere ved økologisk enn ved konvensjonel dyrking fordi man der ikke kan «kompensere» ved å sprøyte mot ugraset.

Sjukdommer

Sjukdommer kan spres videre på ulike måter. Noen sjukdomsorganismer følger med utgangsmaterialet vi har når vi sår eller planter. Det kan altså være fort gjort å så sjukdomsorganismen ut sammen med såkornet, eller sette den ut med settepoteten. Bruk av såkorn, såfrø, småplanter og settepoteter som er kontrollert og testet for sjukdomssmitte kan være en god investering med tanke på senere angrep av sjukdom.

Det finnes også regler for økologisk produksjon av såvarer/utgangsmateriale. Utgangsmaterialer skal være produsert økologisk. En del sjukdomsorganismer har såkornet som eneste smittevei, mens en del andre overlever i tillegg i planterester på åkeren og kan spre seg videre fra disse. Muligheter for kjemisk beising har ført til lite foredlingsarbeide når det gjelder resistens mot sjukdommene i førstnevnte kategori. Resultater fra resistenstesting mot for eksempel stinksot i høsthvete og stripesyke i bygg viser imidlertid at det finnes forskjeller i resistens mot disse sjukdommene. Konkrete tiltak med hensyn på produksjon av korn og såkorn vil bli nærmere omtalt i Bind 3.

Skadedyr

Når man kjøper eller avler opp planter, er det meget viktig at plantene inspiseres av en som kjenner til skadedyrene før plantene tas i bruk, for å unngå at en tar med seg smitte ut i det nyutplantede feltet. Bruk av egne settepoteter kan også være en mulig smitekilde og bør ikke skje ukritisk.

Kulturplantens plassering på gården

Ugras

«Fysisk» plassering av en kulturvekst på gården har begrenset betydning for ugraset. Den effekten man eventuelt kan se på ugraset, er av mer indirekte art, ved at kulturplanter som etableres på en mindre heldig plass på gården, vokser dårligere og dermed stiller svakere i konkurransen med ugraset.

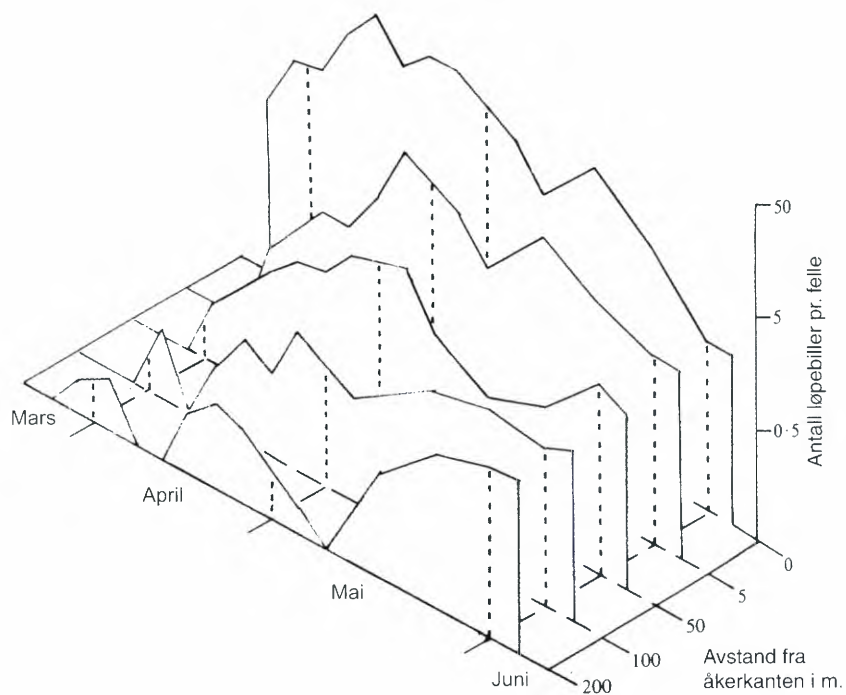
Sjukdommer

En gårdbruker som kjenner gården og jorda si godt, vil ha et godt erfaringsgrunnlag for valg av vekster på de ulike skiftene på gården. Dette valget vil ofte tas med utgangspunkt i jordas egenskaper og kulturens vekstkrav. I visse tilfeller kan plasseringen få betydning for sjukdomsangrep. Velger man for eksempel å dyrke samme sort og vekst som naboen, kan det være en fordel å plassere denne veksten et godt stykke unna naboenes åker, slik at man får en fysisk barriere som eventuelle sjukdomsorganismer må krysse. For sjukdomsorganismer som lett spres med vind, vil ikke dette være særlig effektivt, men for sjukdomsorganismer som spres hovedsakelig med regn og/eller med vind bare over korte avstander, vil det kunne bety en del. Tidligpoteter bør aldri dyrkes ved siden av senere poteter. Tidligpotetene rekker ikke å få så mye skade av tørråte, men kan selvsagt være infisert og fungere som en kraftig kilde til videre spredning av soppen over til de sene potetene der den vil få tid til å gjøre større skade. På samme måte bør høst- og vårhvete heller ikke ligge inntil hverandre fordi sjukdomsorganismer vil opptre tidligere i de høstsådde feltene, og bidra til raskere infeksjon av de vårsådde feltene. Bruker man slik kunnskap til å forsinke et angrep mest mulig, vil plantene være sterkere når angrepet først kommer. Vind kan som sagt spre sjukdommer, men kan også være med på å dempe utvikling av enkelte sjukdommer. Soppsporer trives ofte i fuktige bestander, og plassering av for eksempel potet på skifter som er mer utsatt for vind, vil kunne gjøre at bestanden tørker raskere opp. For jordbær er det også positivt med rask opptørking for å dempe angrep av gråskimmel. Vi kan bedre opptørking ved å legge planteradene langs med gjeldende vindretning. Dette gjøres av og til også i frukthager (hvis det er praktisk mulig) for å få hurtigere opptørking og redusere perioden med fuktige forhold.

Kjennskap til forskjeller i jordas pH kan være en faktor som bør spille inn ved valg av skifte for dyrking av for eksempel kålvekster. Jord med høy pH vil kunne virke forebyggende mot angrep av klumprot. Motsatt vil jord med lav pH favorisere denne soppen. På lengre sikt vil man selvsagt kunne bruke kalking som et forebyggende middel, men for plassering av vekster et aktuelt år, vil slike forskjeller ha betydning. Den generelle mikrofloraen i jord vil kunne påvirke de jordboende sjukdomsorganismene. I mange sammenhenger er det funnet at visse åkre har en naturlig sjukdomshemmende effekt. Dette er et spennende fenomen, men det er vanskelig å kartlegge og handle ut fra dette. Generelt vil en rikere mikroflora og -fauna i jord være sterkere mot jordboende sjukdomsorganismer som for eksempel *Fusarium*-arter som angriper en rekke planter, bl.a. korn og potet. Når dette er sagt, vil man raskt komme over på tiltak som endrer mikroflora i jord, som gjødsling, drenering, jordarbeiding. Effekter av slike tiltak vil vi komme tilbake til.

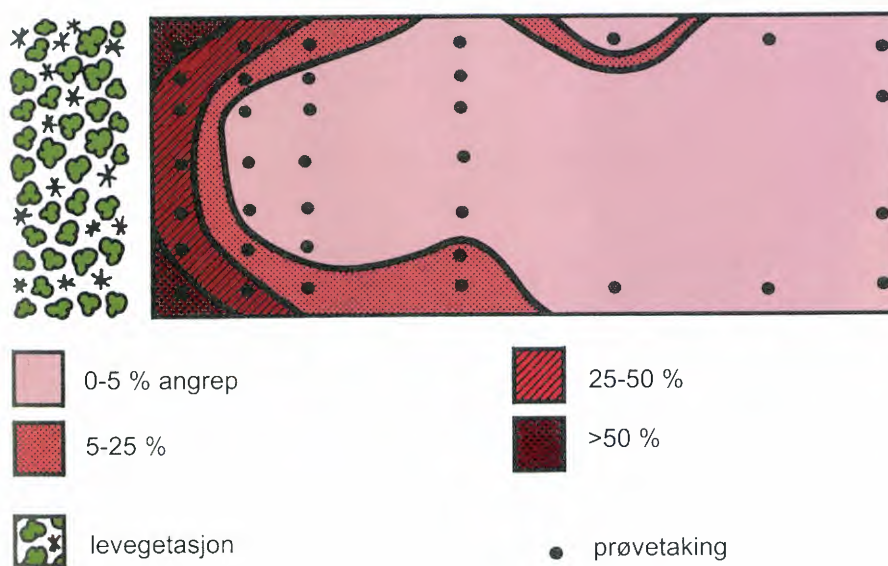
Skadedyr

For flerårige kulturer som frukt og bær, og delvis også for andre kulturer vil agronomiske hensyn veie mer enn risiko for skadedyr for hvor den enkelte kulturen plasseres på gården. I den grad skadedyrsituasjonen kan påvirke valget, er det flere ting å ta hensyn til. Hva som er best i hver enkelt kultur, vil du finne mer om i kulturheftene, men eksempler på hva man skal vurdere er jordtype, nærhet til kantvegetasjon, nærhet til beslektede kulturer og vindretning. Et eksempel på dette er bladlus i korn, som er mer utsatt for naturlige fiender når det er kort avstand fra kornåkeren til åkerkanten hvor nyttedyrene, f.eks. løpebiller, kommer fra (figur 3.29).



Figur 3.29 Løpebillen *Agonum dorsale* er en viktig predator på bladlus i korn. Figuren viser at biller som overvintrer i åkerkanten bruker lang tid på å trekke ut i åkrene etter overvintring. (Fra Coombes og Sotherton 1986)

Bladlusa blir ført passivt med vind, og på grunn av turbulens lander den ofte lenger fra f.eks. skogkanten. Situasjonen er omvendt for gulrotfluen. Den har tilholdssted i plantene i åkerkanten, og i tillegg er den en svak flyver. Derfor får vi mest angrep på gulrot i kantradene. Da er det om å gjøre å plassere gulrotåkeren så langt fra kantvegetasjonen som mulig (figur 3.30).



Figur 3.30 Angrepsmønstret hos gulrotfluen viser en markant kanteffekt. Figuren viser at skaden i gulrotåkeren blir mindre med økende avstand fra kantvegetasjonen (levevegetasjon). (Fra Esbjerg et al. 1983)

Ugras og gjødsling

Gjødsling virker inn på de ulike plantenes vekst- og konkurransevne. Ugraset reiser som kjent med næring fra jorda. Følgelig blir det mindre tilbake til kulturplantene som av den grunn vokser dårligere. Det ligger da nært å tro at tilførsel av mer gjødsel kan motvirke dette ved at kulturplantene får den næringen de trenger og derved utkonkurrerer ugraset. At dette også kan slå til i praksis, for eksempel når ugrasfloraen er sammensatt av arter som er lite i stand til å utnytte større næringsmengder, er sikkert nok, men resultatet av økt gjødsling kan også bli det motsatte, altså at kulturplantene blir undertrykket av ugraset. Dette er et felt vi vet for lite om i dag, men mange av dagens ugras utnytter for eksempel nitrogengjødsling like godt eller bedre enn kulturplantene (se tekstboks 3.9). Dette er en konsekvens av at ugrasfloraen gradvis har tilpasset seg dagens moderne landbruk. I svenske forsøk har det vist seg at flere ettårige ugras, for eksempel meldestokk, og ugraspopulasjoner i sin helhet, reagerer mer positivt på nitrogengjødsling enn kulturvekstene, som i dette tilfelle var bygg, havre og hvete. Tabell 3.10 gir en oversikt over «tapene», dvs. arter som tidligere var vanlige ugras, men som det nå har blitt mindre av bl.a. pga. økt gjødsling eller bedre drenering. Andre faktorer enn gjødsling har nok også vært medvirkende årsak til at de nevnte artene har gått tilbake. I økologisk landbruk gjødsles det mindre enn i konvensjonelt landbruk, og man kan forvente seg at ugrasfloraen vil tilpasse seg dette ved at en del mer sjeldne arter dukker opp igjen.

Tabell 3.10 Ugrasarter som det har blitt mindre av (noen nesten forsvunnet) pga. sterkere gjødsling eller bedre drenering (etter Håkansson 1995)

Art	Årsak til tilbakegang	
	Økt gjødsling	Økt drenering
Storengkall	x	-
Åkermarimjelle	x	-
Lodnefaks	x	-
Sanddodre	x	-
Sandskrinneblom	x	-
Engsmelle	x	-
Linbendel	x	-
Åkersnelle	x	-
Gåsemure	-	x
Åkersvinerot	-	x
Vasslirekne	-	x

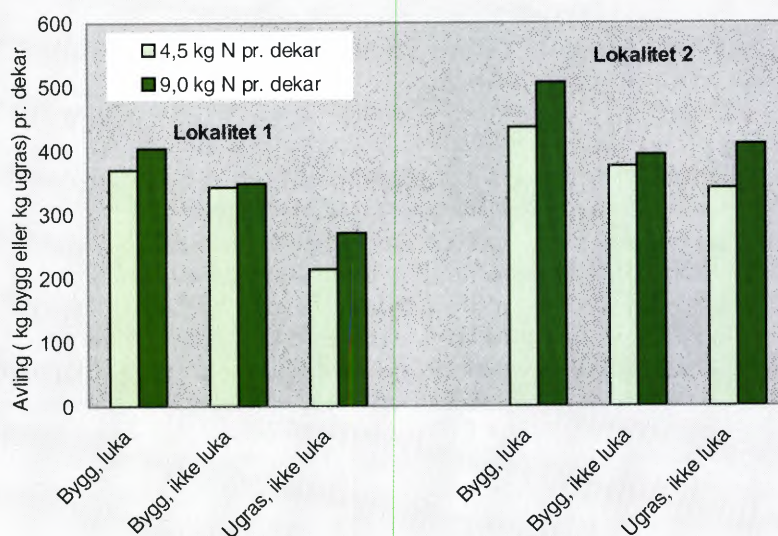
Tekstboks 3.9 Hvordan gjødsling påvirker konkurranseforholdet mellom kulturplante og ugras

Mange undersøkelser har vist at det er vanskelig «å gjødsle bort ugrasproblemet». Tabell 3.11 presenterer et forsøk som ble utført i kar med ulike sammensetninger av havre og ugras (åkersennep). Ugrasmengda i kara med havre ble variert fra 0 ugrasplanter til enten 5 eller 10 ugrasplanter. Hele forsøket ble i tillegg kombinert med 3 ulike gjødselnivåer, lite (G1), middels (G2) og mye (G3) gjødsel. Hvis havren stod alene, medførte økt gjødsling ganske klart økt opptak av nitrogen i havreplantene og økte avlingstall. Når havren stod sammen med 5 eller 10 ugrasplanter, økte mengda av opptatt nitrogen, og enda tydeligere avlinga, lite eller ikke ved sterkere gjødsling. Ugraset gjorde på den annen side seg helt klart nytte av den økte gjødslinga.

Tabell 3.11 Hvordan økende gjødselmengde (G1 minst, G3 mest) påvirker konkurranseforholdet mellom havre og ulike tettheter (0, 5 eller 10 planter per kar) av ugras (åkersennep) (etter Alkämper 1976)

	Havre Gjødselmengde			Åkersennep Gjødselmengde			
	G1	G2	G3	G1	G2	G3	
	mg N opptatt per kar						
Ugras- mengde (planter per kar)	0	540	838	1225	-	-	-
	5	325	410	443	171	447	714
	10	241	320	363	222	539	686
Avling, g tørrstoff per dekar							
0	74	101	109	-	-	-	
5	44	47	44	20	48	64	
10	33	36	36	26	56	63	

Forsøk utført på friland har også vist at det er ugraset som ofte tar opp den økte gjødselmengda. I et forsøk i Sverige ble det på 2 lokaliteter gjødslet med enten 4,5 eller 9,0 kg nitrogen per dekar. Halvparten av forsøksrutene ble luket, mens ugraset ble stående på den andre halvdel. Figur 3.31 viser, analogt til potteforsøket over, at hvis det var mye ugras i feltet, gjorde ugraset seg mer nytte av den økte gjødselmengda enn kornet.

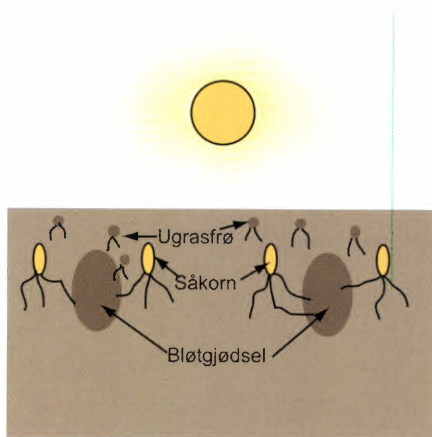


Figur 3.31 Effekt av 2 gjødselnivå (4,5 og 9,0 kg nitrogen per dekar) på kornavling og ugras når ugraset enten står eller har blitt luket bort (etter Bostrom, upublisert, gjengitt med tillatelse).

Det er viktig at gjødsling er balansert og tilpasset de forskjellige kulturene. De vil da vokse og utvikle seg harmonisk, og derved få stor evne til å holde ugras som spirer sent, for eksempel etter radrensing, nede. Gjødsler vi for eksempel for sterkt til korn, særlig med nitrogen, blir det gjerne legde fordi kraftig vekst gir svakere strå. Dette er uheldig, ikke bare fordi kornet blir mangelfullt utviklet,

eller fordi vi får problemer med skurtreskingen, men også fordi lyselskende ugras får gunstige vekstforhold. Kveka tar seg for eksempel gjerne kraftig opp i åker med mye legde, særlig om legda kommer tidlig.

Plassering av gjødsel i jorda slik at kulturvekstene får lettere tilgang enn ugraset er i dag praktisk mulig. Prinsippet går ut på at kornets røtter får kortere avstand til gjødsla enn ugraset. Dette har i lengre tid vært brukt ved radgjødsling med kunstgjødsel, men danske forsøk har vist at dette også kan fungere ved bruk av husdyrgjødsel i for eksempel korn (figur 3.32). Det reelt nye DGI-systemet (hvor gjødsla plasseres nede i jorda vha. trykk), utviklet ved UMB, kan tenkes brukt i dette øyemed. Systemet kan også åpne for muligheten til å blande gjødsel og såkorn i en felles operasjon.



Figur 3.32 Plassering av gjødsla kan medføre at kulturvekstene får lettere tilgang til gjødsla enn det ugraset gjør.

Ugras og grøfting

Grøfting av vassjuk jord er et viktig tiltak for å bedre kulturplantenes konkurransevne i forhold til ugraset. Mange ugras trives særlig godt på våt jord, f.eks. hønsegras, vassarve, krypssoleie, åkersvinerot og sølvbunke. Den slags ugras blir ikke borte fordi om jorda blir grøfta, men de mister mye av fordelene de har av å vokse godt på vassjuk jord ved at kulturplantene generelt vokser best på godt drenert jord og dermed blir mer konkurransesterke. Dessuten får vi bedre vilkår for å arbeide jorda skikkelig og til rett tid, både vår og høst, og vi får bedre effekt av hakking og radrensing i selve vekstperioden. Alt dette gjør at ugras som i og for seg vokser bra på tørrere jord, blir mindre bryssomme når jorda er godt grøfta.

Ugras og kalking

Kalking virker i flere retninger på ugrasfloraen isolert sett. En del ugras kommer avgjort best til sin rett på sur jord, for eksempel linbendel, stemorsblomst, småsyre og engmose. Kalking vil derfor motvirke disse artene. På den andre siden vil heving av pH til et nivå som er rimelig for de fleste kulturplanter også være en fordel for mange ugrasplanter. Når kalking av sur jord likevel er en fordel totalt sett, henger det først og fremst sammen med at jorda får en bedre struktur og derved blir lettere å ha med å gjøre, og at kulturvekstene selv blir sterkere konkurrenter til ugraset.

Ugras og jordstruktur

Praktiske erfaringer tilsier at ugrasproblemen tilar på strukturskadet jord. Dette skyldes nok ikke at ugraset trives bedre på dårlig enn god jordstruktur, men at det tåler slike vekstforhold bedre enn de fleste kulturplanter.

Type og mengde gjødsel skiller økologisk landbruk fra konvensjonelt landbruk. Grøfing og kalking har også stor innvirkning på ugrasfloraen, men dette er ikke faktorer som er spesifikt forskjellig for økologisk og konvensjonell dyrking. Optimale forhold for kulturplantene, slik at spesielt rotsystemet er godt utviklet, er kanskje viktigere for økologisk enn for konvensjonell dyrking pga. at plantene generelt har mindre tilgang til næringsstoffer.

Sjukdom og gjødsling

Næringsstoffer kan påvirke forholdet mellom kulturplanter og plantesjukdommer på mange forskjellige måter. I den grad bonden kan kontrollere tilførsel av ulike næringsstoffer, kan dette også til en viss grad påvirke angrep og utvikling av sjukdom i vekstene.

Vekst og vitalitet påvirkes av plantenes næringstilgang, og dette kan videre påvirke mikroklimaet og plantens evne til å motstå eller å «komme seg» etter et sjukdomsangrep. Veksthastigheten kan påvirkes og gjøre det mulig å forkorte de mest mottakelige stadiene (for eksempel frøplantestadiet) eller regulere andre stadier (blomstring), samt påvirke modningsstadiene. Tilstrekkelig næringstilførsel gjør det lettere for plantene å utnytte et overskudd av vann i rotsonen.

Noen næringsstoffer har direkte toksisk effekt på patogener, som for eksempel urea.

Nitrogen

Høye nitrogen-doser kan gi planter som er mer mottakelig for angrep av biotrofe sopper (sopper som bare vokser på levende planter) enn lavere nitrogen-doser (f.eks mjøldogg og rustsopper i korn). Dette skyldes både lavere resistens som følge av plantas sterke vekst, og samtidig frodigere og fuktigere bestand som igjen er gunstig for soppen. Motsatt kan man ofte observere et noe lavere angrep av slike sjukdommer i systemer/tilfeller der nitrogen tilgangen er noe mer begrenset. I tillegg til langsommere vekst av selve plantene vil også redusert nitrogen tilgang gi tynnere og mer luftig plantebestand og mindre optimale forhold for sopp utvikling. På den annen side vil en del fakultative parasitter (sjukdomsorganismer som også kan være saprofytter på dødt organisk materiale) kunne angripe sterkere på mindre vitale planter eller planter i svakere vekst, og altså profittere på lavere næringstilgang.

Det finnes utallige studier som viser effekt av ulike doser og tidspunkter for kunstgjødsel og virkning på patogener. Især manipulering med nitrogen tilførsel i korn er nøye studert. Selv om det ikke er de samme muligheter for manipulering med spesifikk næringstilførsel i økologisk landbruk, kan det likevel være viktig å vite noe om næringsstoffer og virkning på plantesjukdommer. Tidspunkt for nitrogen tilførsel har også betydning. Man bør unngå tilførsel av for mye tilgjengelig nitrogen sent i sesongen ved plantenes modningsstadium fordi det fører til utsatt modning og økt grønnmasse. Dette vil igjen forlenge tida med muligheter for skade av patogener og øke angrep og utvikling av sjukdom. I korn påvirker sen nitrogen tilførsel spesielt hveteaksprikk og rust, men også mjøldogg kan øke under slike forhold. For epleskurv er det vist at sen sprøyting med urea (før bladfall) kan øke

nedbrytningen av bladene, noe som igjen kan minske sporeproduksjonen av epleskurv.

Fosfor

Fosfor (P) har naturlig nok også effekt på plantesjukdommer siden dette næringsstoffet også er svært viktig i plantens metabolisme. Likevel er virkningen av dette næringsstoffet på plantens resistensmekanismer mer variable. Noen undersøkelser viser en direkte virkning av fosfater på plantesjukdommer. I en langtidsstudie i England (Rothamsted) fant man at gjentatt tilførsel av fosfatgjødning både forsinket og minsket angrep av rottreper i bygg. I USA har man vist at sterk tilførsel av fosfat har redusert forekomst av flatskurv i potet. Hveteaksprikk derimot, viste seg å øke etter økende tilførsel av fosfatgjødning. Effekt av fosfor på sjukdommer ser ut til å være merkbar bare der det har vært underskudd på fosfor i utgangspunktet, og er altså et bidrag til økt plantehelse der denne har vært svekket av ubalansert næring. I noen tilfeller kan også modning fremmes med fosfertilførsel og dermed gjøre at veksten unnslipper sjukdomsangrep. Det finnes lite praktisk anvendelig informasjon om fosfor og plantesjukdommer. Tilgjengelige gjødselslag, plantens behov og jordas status blir derfor avgjørende for tilførselen.

Kalium

Effekten av kalium (K) avhenger i stor grad av næringsstatus i jorda, mengde kalium i tilført gjødning og av den balanserende effekten fra andre næringsstoffer – spesielt nitrogen. Effektene på planten og videre på angrep av sjukdomsorganismene kan være både direkte og indirekte. Indirekte effekter kan være sårheling, økt frostresistens (også økt resistens mot snømugg), samt utsatt aldring. *Fusarium*-rottråte i luserne er blitt redusert ved økt tilførsel av kalium. Det samme er mjøldogg i bygg og hvete, samt bladskimmel i blomkål. Kaliumtilførsel har også vist seg å kunne redusere visnesyke i erter.

Organiske gjødselslag

Næringsstilførsel av mer langsomt virkende slag som for eksempel husdyrgjødsel, grønnjødsel osv. er oftest studert i forbindelse med jordboende patogener. Ved tilførsel av organiske gjødselslag, vil effektene være mer komplekse og påvirkes av effektene på jordstruktur etc. Noe av det som er nevnt for nitrogen, fosfor og kalium vil også kunne forklare effekter av organiske gjødselslag på plantesjukdommer, men virkningene vil være mer komplekse og vanskeligere å tilbakeføre direkte til et enkelt næringsstoff. Påvirkningen på mikrolivet i jorda vil være større, og flere indirekte effekter vil kunne oppnås gjennom dette. Store variasjoner etter jordtype og type av tilført materiale vil også forekomme.

Humusstoffer er resultater av nedbrytningsprosessene av organisk materiale i jord ved hjelp av mikroorganismer. Nedbrytningen er i sin tur avhengig av tilgjengelighet av karbon og nitrogen, og prosessene bremses når tilgjengeligheten på disse blir lavere. Det finnes svært mange studier som viser effekter av humusstoffer på planter. Stoffene kan virke på næringsopptaket og virke som vekstregulatorer, øke frøspiring samt øke aktiviteten til mikrofloraen. Humusstoffer kan altså virke på plantehelse gjennom å påvirke røtter og organismer i rotsonen. En rekke undersøkelser med tilførsel av humusstoffer til ulike jordtyper viser at effektene kan variere. I noen tilfeller ble planteveksten fremmet, og sjukdomsangrep av jordboende patogener som for eksempel *Fusarium* redusert, mens man i andre tilfeller fikk veksthemming av plantene. Resultatene var avhengig av jordtype. De varierende resultatene indikerer at tilførsel av næringsstoffer gjennom organisk materiale vil være til dels uforutsigbart med tanke på virkning på sjukdomsframkallende organismer.

Likevel vil det svært ofte være gunstige effekter på mikrolivet generelt og på jordas bufferevne ved tilførsel av organiske gjødselslag. Forbedret jordstruktur påvirker rotvekst og plantens evne til opptak av næringsstoffer og vann, og dermed også plantens motstandskraft mot stress og sykdom.

Sjukdom og kalking

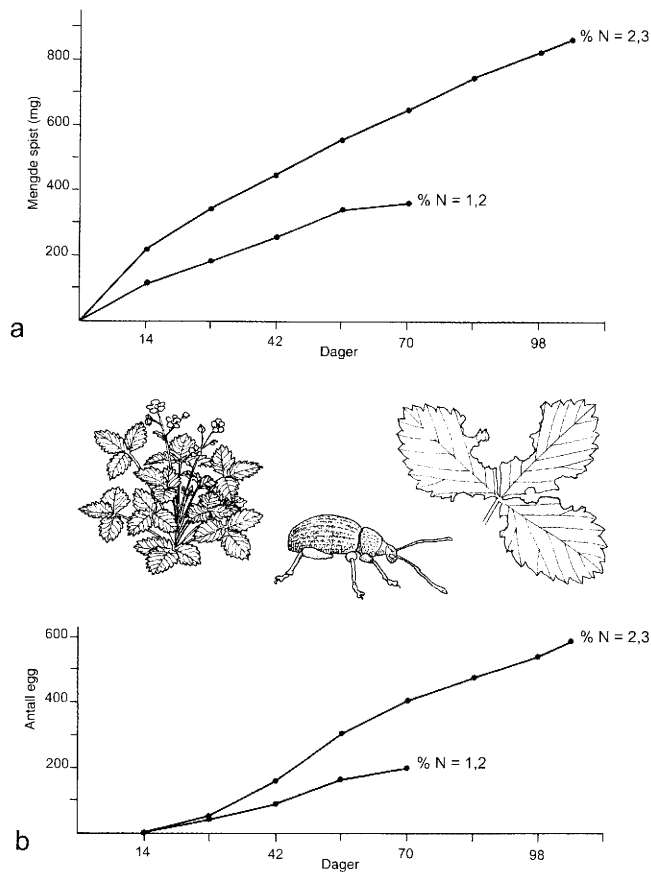
Heving av jordas pH gjennom kalking kan påvirke plantesjukdommer direkte og indirekte. Klumprot er nok det mest kjente eksemplet med kalking som tiltak. Endringer i pH vil også endre tilgjengeligheten til andre næringsstoffer. Mikronæringsstoffene blir ofte mindre tilgjengelige ved økende pH.

Sjukdom og drenering

God drenering kan bety mye for mikroklimaet i plantebestandet, også i tilfeller der plantene ikke er direkte påvirket av for mye vann i jorda. Jordtyper med ulik dreneringsgrad vil ofte være ulike med hensyn på forekomst av sykdom, også ved ellers like klimatiske forhold. En lett eller godt drenert jordart vil gi raskere opptørking og tørrere mikroklima, noe som igjen kan være med på å begrense sjukdomsutviklingen. God drenering på tyngre jordarter bør derfor også være med som en del av det forebyggende arbeidet mot sykdom.

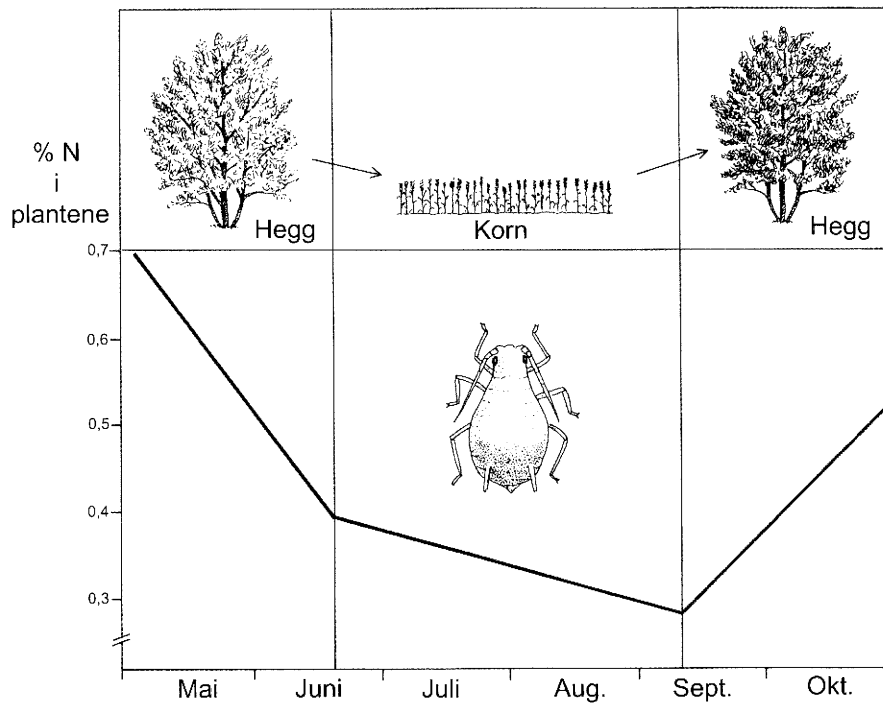
Skadedyr og gjødsling

Når nitrogeninnholdet i planten økes, forbedres vekst, reproduksjon og levetida hos insekter som lever av planten. Forsøk i Norge med rotsnutebiller i jordbær viste økt egglegging med økt nitrogeninnhold i bladene.



Figur 3.33 Når hunner av rotsnutebiller fikk blad med ca. 2 ganger så mye nitrogen, spiste de ca. dobbelt så mye (a) og la 2–3 ganger så mange egg (b). Tegning: Hermod Karlsen (etter Hesjedal).

I tilsvarende studier i England med en bladtege ble veksten per matenhet spist, fordoblet når prosent nitrogen i maten ble fordoblet. Bladlus som har tvungent vertsskifte, forlater vinterverten når nitrogeninnholdet synker (figur 3.34). Mye tyder på at enkelte plantearter etter hvert har utviklet et lavt nitrogeninnhold som en form for forsvar mot insektangrep.



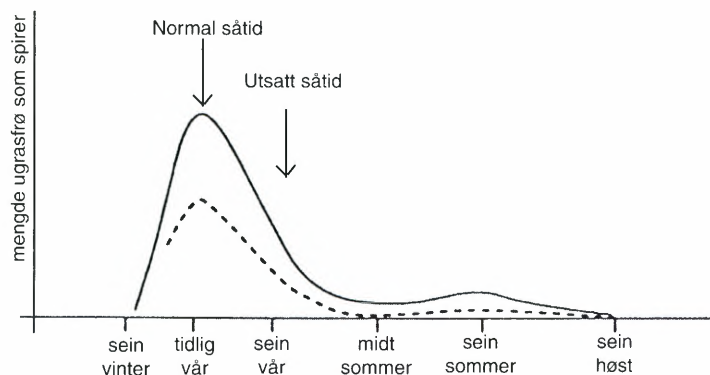
Figur 3.34 Når nitrogeninnholdet hos vinterverten synker forflytter bladlusa seg over til sommerverten. Når nitrogeninnholdet hos sommerverten synker forflytter den seg tilbake til vinterverten.

Tegning: Hermod Karlsen.

Ugras, så- eller plantetidspunkt

Gitt at vekstsesongen er lang nok, vil det for flere kulturvekster være bra for ugrassituasjonen å utsette tidspunkt for såing eller planting. Det er flere årsaker til at framveksten av ugras kan bli mindre på denne måten:

- 1 Som vi har vært inne på i kapittel 2 om «ugrasets livsstrategier», vil spireintensiteten til frøgraset avta fra en topp omkring vanlig våronntid og avta utover vår og tidlig sommer (figur 2.18 og 3.35).
- 2 Ved å utsette etablering av kulturplanten kan man gjennomføre flere harvinger som både stimulerer nytt frø til å spire, samtidig som man dreper ugrassplanter som allerede har kommet opp. Dette reduserer ugrassfrøbanken i såbedet.
- 3 Utsatt etablering av kulturplanten om våren muliggjør dessuten mekanisk kontroll av flerårige ugras. Ikke minst er dette aktuelt mot kveke, åkerdylle og åkertistel. En stor fordel med mekaniske tiltak om våren er at ingen av artene er inne i en hvilefase på dette tidspunktet, og at man dermed oppnår en «utsultningseffekt». For å oppnå god effekt på flerårige arter må man ha en viss tid til rådighet, før man etablerer kulturplanten.



Figur 3.35 Spiringsforløp for sommerrettårige ugras. Utsatt såtid medfører at færre frø spirer.

Å lage til såbedet om våren tidligere enn «nødvendig» for så å drepe ugraset som kommer opp ved å harve, kalles ofte falskt såbed (tekstboks 3.10). Hvis man har utstyr for det, bør man bruke flammning ved siste behandling rett før såing eller planting, for på den måten å hindre at mye nytt frø blir stimulert til å spire.

Tekstboks 3.10 «Falskt såbed»

Prinsippet «falskt såbed» bygger på at man gjør såbedet klart for eksempel 10–14 dager før planlagt såing eller planting. Hvis man tar seg god tid, kan man etter å ha lagd til såbedet, ugrasharve, for eksempel en uke etterpå. Etter ytterligere en uke kan man svi ned ugraset med propan, for deretter å så eller plante kulturveksten. Det er viktig å være klar over at visse ugras, f.eks. tunbalderbrå, gjetertaske og åkerstemorsblomst, er vanskeligere å flamme bort enn andre (se kapitlet *Direkte tiltak*). Det vil alltid være en fordel å flamme på tørre planter og på tørr jordoverflate. Harving istedenfor nedsviing rett før såing eller planting er ikke så bra, fordi harvinga i større grad vil stimulere nye ugrasfrø til å spire. Imidlertid er det få som har flammeutstyr, men mange kan ha nytte av falskt såbed oppnådd med harving.

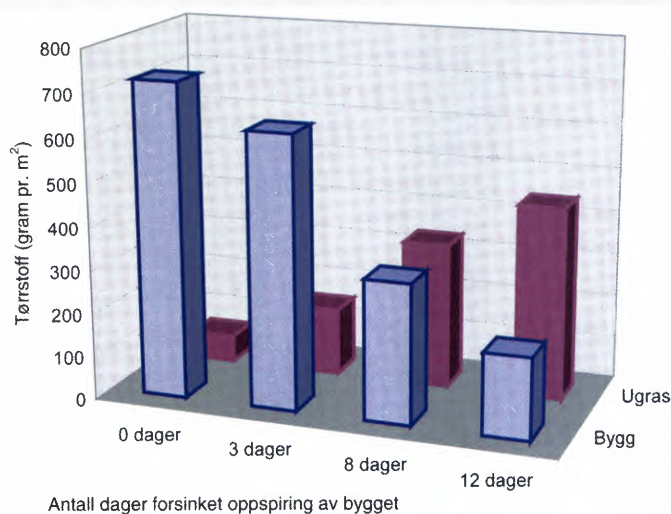
I et avsluttet norsk forskningsprosjekt («Økologisk grønnsaksproduksjon») ble det utført forsøk med falskt såbed i gulrot og hodekål. Erfaringene med falskt såbed fra dette prosjektet gav positive resultater mht. tidsforbruk til manuell ugrasrensning. I ett av forsøksåra ble det dog ikke store forskjeller mellom de ulike behandlingene. Dette året var det svært sen våronn. Konklusjonen fra prosjektet var at falskt såbed reduserer ugrasmengda og tida som trengs til manuell ugrasrensing, forutsatt at man har god nok tid om våren.

Strategien med falskt såbed er ganske fleksibel og man kan avbryte gjennomføringa dersom forholdene krever det. En annen fordel med falskt såbed er at tiltaket ikke medfører nevneverdige merutgifter. Ved bruk av falskt såbed er det også viktig å ta i betraktning at skade av ulike insekter kan variere med såtida, f.eks. gjør jordloppe mest skade når plantene er små.

Et annet emne som er relatert til såtid, delvis også til plantetidspunkt, er spiretidspunkt for ugraset i relasjon til kulturplanten (tekstboks 3.11).

Tekstboks 3.11 Hvordan spiretidspunkt for kulturplante vs. ugras påvirker konkurranseforholdet

Ved såing er det av stor betydning at man i utgangspunktet får så rask oppspiring av kulturveksten som mulig. Forsøk (figur 3.36) i Sverige har vist at om oppspiringen til korn (bygg) forsinkes, vil dette ha svært store konsekvenser for konkurranseforholdet mellom kulturveksten og ugraset, som i dette forsøket var dominert av meldestokk. Forsøket viste at tre dagers forsinket oppspiring doblet mengde ugras.



Figur 3.36 Effekten forsinket oppspiring av bygg har på ugraset (etter Håkansson 1995).

Flere ulike forhold i jorda, bl.a. jordtype og struktur, og jordmikroklimaet, herunder fuktighet og temperatur, påvirker oppspiringen til så vel kulturveksten som ugraset. I utgangspunktet kan vi likevel regne med at et godt tilberedt såbed vil gå i favør av kulturplanten. En annen viktig faktor er sådybden. For småfrøete arter sier det seg selv at man ikke må så for dypt. Ved dyp såing vil frøet bruke opp oppslagsnæringa og dø på vei opp. For storfrøete arter, som korn, står man friere til å bestemme sådybde. Dyp såing vil kunne medføre dårligere konkurransevne mot ugraset, men det er viktig å tenke på at kornet skal ha fuktighet nok til å spire. Ved tilstrekkelig fuktighet vil grunn såing gi raskere oppspiring og bedre konkurransevne. Riktig sådybde er så grunt som mulig uten at det skaper tørkeproblemer for frøet.

Ved innstilling av sådybde kan likevel andre faktorer også måtte tillegges vekt. I økologisk korndyrking er det for eksempel vanlig at man gjennomfører såkalt blindharving, dvs. at man harver rett før kornet viser seg på overflaten. Tanken med slik harving er at den skal drepe nylig spirt ugras, uten at kornet skades nevneverdig. Ved svært grunn såing vil kornet komme til overflaten før ugraset har spirt, og dette vil vanskeliggjøre blindharvinga. En dypere såing vil derfor øke selektiviteten mellom korn og ugras, slik at blindharvinga rammer ugraset, men sparer kornet. Ved dyrking av vekster som spirer sent, kan man utnytte det at ugraset spirer raskere enn kulturveksten. I for eksempel gulrot kan man utføre flammning (termisk kontroll) rett før gulrota spirer, slik at åkeren nærmest er fri for ugras den første tida etter at gulrota har spirt opp.

Både praktiske erfaringer og forsøk har vist at utsatt såtid også om høsten, vi snakker da mest om høstkorn, gir mindre ugras enn vanlig såtid. I Bind 3 vil du finne mer om dette.

Sjukdom, så- eller plantetidspunkt

Generelt kan man si at jo større/eldre en plante er når den blir infisert av en sjukdomsorganisme, jo sterkere er dens motstandskraft. Dette medfører at skaden av et angrep ved et tidlig stadium, vil være mer dramatisk enn ved et senere stadium. Et godt eksempel er bygg. Mjøldoggsmitte overlever ikke her til lands, men kommer med luftstrømmer fra kontinentet. Ved tidlig såing av bygg vil man ha større planter når den første smitten kommer, og plantene greier seg bedre mot sjukdommen. Det samme gjelder for potet og tørråte. Større planter (tidligpoteter) kommer bedre ut av et angrep av samme grunn. For noen frøoverførte sjukdommer i korn vil forholdet være motsatt. Jo tidligere en sår, og jo kjøligere det er i jorda ved såing, desto senere spirer kornplanten, og desto større kan angrep av frøoverførte sjukdommer bli. Dette kommer av at soppen begynner å vokse når planten begynner å spire. Vokser den sent, rekker soppen å følge med planten oppover. Vokser planten fort, greier ikke alltid soppen å «henge med».

I høstsådde vekster har såtidspunktet enda større betydning. Her er det de tidligst sådde som ofte får de største sjukdomsproblemene. Samtidig ønsker man at planten skal rekke å være godt etablert og herdet før vinteren setter inn. Høsthvete kan få sterkere angrep av mjøldogg, rotdreper og stråknækker ved tidlig såing. Høstoljevekster kan også få sterkere angrep av mjøldogg og *Alternaria*. På den annen side ser det ut til at man får mindre angrep av stinksot i høsthvete ved tidligere såing. Det er temperaturen ved spiring som er avgjørende med tanke på stinksot.

Skadedyr, så- eller plantetidspunkt

Vi kan lure skadedyrene ved å så eller plante tidligere eller senere en vanlig. For at et insekt skal bli til skadedyr, må både planten og insektet være til stede på et tidspunkt som er optimalt for insektet. Hvis vi vet fra erfaring eller forsøk når dette tidspunktet er, kan vi bryte syklusen ved å sørge for at planten enten ikke er tilgjengelig, eller ikke i det rette stadiet for insektet å utnytte den.

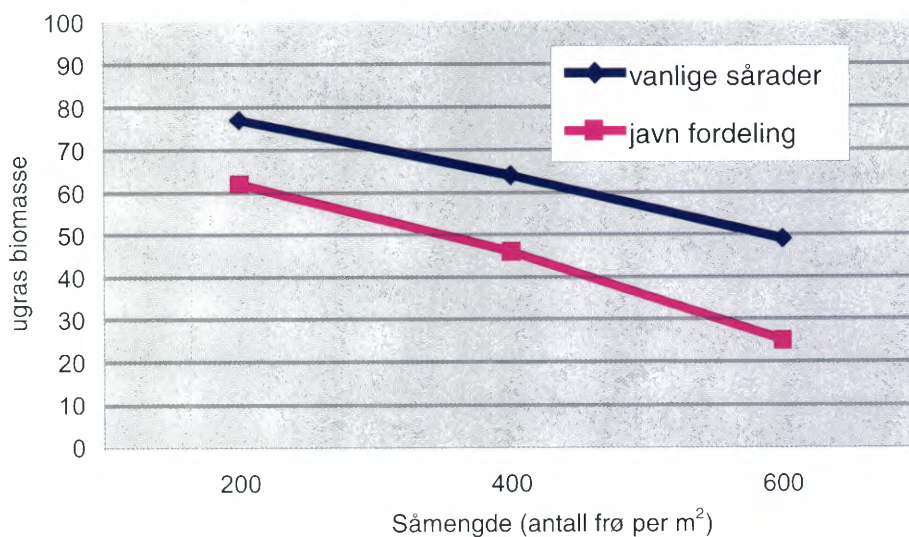
Fritflue i korn er et eksempel på en utilsiktet nedgang i angrep. På grunn av moderne redskap er det nå mulig å komme seg ut på jorden tidligere i sesongen slik at våronna er tidligere enn før. Fritfluen angriper et bestemt vekststadium, og i moderne dyrking er plantene forbi det stadiet når fluen slår til. Dette betyr færre angrep og mindre skade, samtidig som hele fritfluepopulasjonen er mindre enn før.

I forsøk med kålflue har vi sett at utsatt såing av kålrot kan gi mindre skade tidlig i sesongen. I Sør-Norge angriper liten kålflue i mai–juni, og den har en begrenset svermetid. Ved å så f.eks. ved begynnende sverming kan man sikre at plantene ikke er til stede før svermingen har avtatt. Man kan gjøre tilsvarende med utplanting av f.eks. blomkål. Når den andre svermetida kommer, er plantene store nok til å motstå angrepet. Det er også mulig å plante ut tidlig, slik at plantene er store og motstandsdyktige ved den første svermetida.

Ugras og plantetetthet

I tillegg til valg av kulturvekst har antall kulturplanter og hvordan disse er fordelt utover arealet, betydning for konkurranseevna. I praksis vil nok disse to faktorene, plantetetthet og horisontal fordeling, ha mest å si for korn og

oljevekster (figur 3.37) og det er også i disse kulturene at forskningsaktiviteten innen dette temaet har vært størst. For radkulturer vet vi at det i de aller fleste tilfeller vil være helt nødvendig med direkte tiltak. En slik optimalisering av plantetetthet og fordeling vil det derfor være mindre å tjene på i disse kulturene. I radkulturer vil det være mer aktuelt å legge til rette for mekaniske eller termiske tiltak. Dette kan til og med resultere i at man må gå ned på antall planter per arealenhet for å muliggjøre radrensing, for eksempel dyrke gulrot i enkeltrad i stedet for på seng. For radkulturer vil en optimal konkurransevne i raden være et positivt bidrag i ugraskampen. Dette vil heller ikke redusere muligheten for radrensing.



Figur 3.37 Effekten av ulike såmengder (antall frø per m².) av korn og horisontal fordeling (vanlige sårader eller jevn fordeling) på ugrasmengde (etter Griepentrog et al. 2000).

Ved økt plantetetthet vil kulturveksten konkurrere sterkere med ugraset, men intraspesifikk konkurranse øker også. Etter en tid vil kulturveksten konkurrere så sterkt med seg selv at avlinga går ned. Ved stigende såmengder vil prosentvis plantedød øke både for de minste kulturplantene og for ugraset, det siste avhengig av de ulike ugrasartenes konkurransevne. I svenske undersøkelser er det funnet at en fordobling av såmengda i forhold til normalen kan medføre 30–60 % mindre ugrasbiomasse.

Hvis en kulturvekst er etablert, slik at frøet eller såkornet er optimalt fordelt utover, vil kulturvekstens konkurransevne mot ugraset øke betydelig. Nylig publiserte resultater fra Danmark (Fig. 3.37) viser at man ved kombinasjonen økt såmengde til 600 frø per m² og optimal frøfordeling, dvs. ikke ordinære sårader men «like langt mellom alle frø», reduserte ugrasbiomassen med 60 % og økte kornavlinga med 60 % sammenlignet med vanlig praksis, dvs. 400 frø sådd i rader. Både denne undersøkelsen og andre har vist at den optimale såmengda, både mht. virkning på ugras og avling, alltid vil være avhengig av hvor jevnt frøet fordeles på såflaten. Selv om disse resultatene virker ganske overbevisende, er ikke denne type såing lett å gjennomføre i praksis. Det kreves ny og kostbar såmaskin, og på visse jordtyper kan en slik utsåing også bety større problemer med skorpe (i en sårad spirer mange frø tett innpå hverandre og «løfter i flokk», mens frø som ligger spredt, må ta belastningen alene).

Sjukdommer og plantetetthet

Plantetetthet kan påvirke sjukdomsutviklingen bl.a. ved å påvirke mikroklimaet. Siden sjukdomsutvikling ofte fremmes av fuktige forhold, kan man tenke seg at et svært tett bestand vil øke «trivselen» for en rekke sjukdomsframkallende mikroorganismer. Likevel ønsker man å ha så dekkende bestand som mulig for å konkurrere ut en del ugras. Et tett ugrasbestand vil gjøre samme skade som tett kulturplantebestand med tanke på mikroklima, men vil kanskje hindre spredning av sjukdom fra plante til plante. Riktig sådybde og godt såbed vil også være av betydning for sjukdom. For dyp såing vil gi forsinket spiring, noe som også påvirker sjukdommer. Sammenhengen mellom plantetetthet og sjukdomsspredning er kompleks, og mange forsøk er utført uten at resultatene er entydige. Litt generelt kan man si at de mobile sjukdomsorganismene, eller de som spres lett i vekstsesongen, trives og spres ekstra godt i tette plantebestander. Mange har erfaringer med at for eksempel mjøldogg i korn gjør mindre skade og altså trives dårligere i litt tynnere åkre enn i tette, frodige åkre.

Skadedyr og plantetetthet

Betydningen av plantetetthet er lite undersøkt i forhold til skadedyr. Vi vet imidlertid at teiger liker seg best i tynne bestander av f.eks. kålrot. Da kan det være en fordel å vente med tynning av direktesådde grønnsaker til etter at tegeangrep har avtatt. Å vente har også den fordel at planter som er angrepet, kan tynnes bort.

Ugras og høstetid

Høstetida er nok ikke den aller viktigste faktoren når det gjelder konkurransen mellom kulturplante og ugras, men man kan se for seg en mer indirekte effekt: En tidlig høstet kultur kan gi bedre tid til mekanisk ugrasregulering om høsten. Et eksempel kan være stubbarbeiding med påfølgende pløying om høsten for å tyne kveka. Tidlig høsting kan også muliggjøre jordarbeiding mot ugraset før tilsåing av grønngjødslingsvekst eller fangvekst.

Sjukdommer og høstetid

Optimal høstetid avhenger av for eksempel valg av kultur, sort, såtid og ikke minst klima. Valg av vekster til modning gjøres ofte på grunnlag av ønske om høyest mulig avling. For mange kulturer vil de sene sortene gi større utbytte enn de tidlige. Lengre vekstsesong gir imidlertid større risiko for sjukdomsangrep. I tillegg risikerer man fuktigere vær utover høsten, noe som kan utsette høstingen enda lengre. For korn og potet ser man ofte økt angrep av en del sjukdommer ved sent høstetidspunkt.

Skadedyr og høstetid

Når et skadedyr angriper den plantedelen som skal være salgsvare, kan vi noen ganger unngå skade ved å høste tidlig. Et eksempel på dette er når vi ved hjelp av limfeller ser at det kommer et sterkt angrep av annen generasjon av gulrotflue. Registreringen er basert på voksne fluer før og under egglegging. Etter at larvene klekker ut av eggene, går det noen dager før larvene kommer seg inn i gulrøttene. Dersom røttene er store nok til å høstes, kan vi med fordel sette i gang med høsting av de ytterste radene (der angrepet er sterkest), og fjerne matgrunnlaget til skadedyret. Selv om gulrotavlinga blir noe mindre, vil den i hvert fall være salgbar og uten flueskade.

Arts- og sortsblandinger

Arts- og sortsblandinger er ikke mye i bruk i dag, men ser vi litt i «glasskula», kan det her være mange elementer for utvikling av robuste dyrkingssystemer for

framtida. Det er godt dokumentert at systemer med stor plantediversitet generelt er mer robuste i en plantevernssammenheng enn store flater med kun en kulturplante.

På mange måter vil arts- og sortsblandinger være i slektskap med det vi senere skriver om dekkkultur. Bruk av dekkkultur vil si at vi sår inn en «ekstra» vekst som vi ikke skal høste, men som vi dyrker av andre grunner, mens vi for artsblandinger snakker om det å dyrke minst to forskjellige kulturvekster som skal høstes. Begge disse typene dyrkingssystem vil si at plantediversiteten øker, og mange av effektene vil kunne forklares ut fra de samme virkningsmekanismer. Et eksempel er insekter som blir forstyrret i vertsplantesøkingen når det dyrkes kombinasjoner av ulike vekster. Bruk av dekkkultur er mest aktuelt med tanke på skadedyr og ugras. Arts- og sortsblandinger er i tillegg svært interessant til kontroll av sjukdomsorganismer.

For å definere en artsblanding kan vi se for oss to ytterpunkter. På den ene siden har vi ensidig drift med store arealer dyrket med samme kulturvekst, for eksempel en åker med 100 dekar gulrot. I den andre delen av skalaen har vi systemer med større plantediversitet, for eksempel samplanting med gulrot og løk på annenhver rad. En mellomting mellom disse ytterpunkter kan være grønnsaker som dyrkes i 10 meter brede striper, med forskjellige grønnsaksarter side om side bortover åkeren.

Når det gjelder skadedyr, har mange undersøkelser vist at samplanting har en effekt. Det finnes lite dokumentasjon på effekten av «stripedyrking», men vi kan nok forvente oss en positiv effekt også her.

Artsblandinger med andre vekster enn grønnsaker kan være aktuelle, men mest realistisk er nok artsblandinger innen frukt, for eksempel eple og pære.

Sortsblandinger er lite brukt i dag, men kan i framtida være aktuelt for flere kulturvekster. Korn og frukt er eksempler på kulturvekster hvor dette kan ha mye for seg. For begge gruppene er det hovedsakelig i relasjon til sjukdommer, for eksempel eplekurv, at sortsblandinger kan være interessant.

Innen korn er dette en reise tilbake i tid. Før ble det ikke dyrket rene linjer, men en blanding av hva vi kan kalle ulike sorter. I dag er det nok mer aktuelt å komponere konkrete blandinger og blandingsforhold, og ikke bare bruke tilfeldige blandinger.

Selv om det er nærliggende å tenke sjukdomskontroll i relasjon til sortsblandinger, kan blandinger være interessant også i forhold til skadedyr og ugras.

Ugras

Flere grønnsakskulturer som løk, purre og gulrot har liten konkurransevne mot ugraset. I grønnsakskulturer som såes sent, eller dekker jorda sent må det settes inn betydelige ressurser, det være seg mekaniske eller manuelle tiltak, for å kontrollere ugraset. I et sveitsisk prosjekt ble det undersøkt om man kunne kompensere for manglende konkurransevne hos purre ved å dyrke den sammen med en annen og mer konkurransesterk vekst. Selleri ble valgt og dyrket i lag med purren i et «annenhver rad»-system (figur 3.38). Ulik tetthet av de to kulturrene ble undersøkt, og samplanting av de to vekstene gav et system som var mer konkurransesterkt mot ugras enn purre alene. Ett av forsøkene viste at hvis man holdt jorda fri for ugras fram til 4 uker etter planting, og etter den tid