

PLANTEBESKYTTELSE OG ØKOTOKSIKOLOGI

Tillæg til bogen

Natursyn – økologi til B-niveau

PLANTEBESKYTTELSE OG ØKOTOKSIKOLOGI

Af Bent Rasmussen

© Bent Rasmussen og Nucleus Forlag ApS.

Redaktion: Marianne Frøsig og Birthe Møller Nielsen.

Tillæg til bogen Natursyn – økologi til B-niveau, Nucleus Forlag 2006.

Kapitlet kan læses i forbindelse med afsnittet: 'Den videre udvikling' i bogen side 123.

Forklaring af biologiske begreber findes som hovedregel i bogen, ord med kursiv er forklaret til sidst i dette kapitel.

Indhold:

Plantebeskyttelse 3

Eksempler på plantebeskyttelsesmidler 5

Insekticider 5

Herbicerider 6

Uheldige sideeffekter 7

Pesticiderne i vandmiljøet 8

Udfasning af plantebeskyttelsesmidler 9

Bestemmelse af giftighed 9

LD₅₀-værdi 9

ADI-værdi 10



Figur 1. Sprøjtning virker. Rapsmarken er behandlet med herbicider, men det har knebet med traktorførerens øjemål, da en stribe ikke er behandlet, og det har lugtløs kamille benyttet sig af.

Foto: Bent Rasmussen.

Fremkomsten af plantebeskyttelsesmidler (sprøjtemidler) og den stigende mekanisering især fra 1950'erne og frem har også betydet udbyttestigninger. Mekaniseringen betød en affolkning fra landet idet en stor traktor kan erstatte mange hestes arbejdskraft. En mejetærsker overflødiggør mange mænd med leer og piger som binder og stakker neg. I vore dage ser man heller ingen roearbejdere der luger roer to gange i løbet af foråret da ukrudtet sprøjtes væk. Da roerne samtidig er sået med blivende afstand, kræver roedyrkning kun en lille arbejdsindsats.

Når landmanden har sået en afgrøde, er det selvfølgelig ud fra ønsket om at få så stort et udbytte som muligt. Den udsåede sæd er dog ikke alene i jorden, den deler pladsen med store mængder 'ukrudsfrø'

som har ligget og ventet på foråret i op til mange år se figur 2.

Ukrudt	Vårsæd	Vintersæd
Fuglegræs	49	70
Pileurt	65	-
Hanekro	27	7
Hvidmelet gåsefod	50	-
Gul okseøj	11	-
Ærenpris	20	38
Agersennep/rap	23	8
Stedmoder	26	53
Tvetand	12	25
Kamille	26	45
Forglemmigej	14	20
Burresnerre	-	11
Hyrdetaske	-	8

Figur 2. Hyppige ukrudtsarter i vår- og vintersæd. Tallene angiver hvor mange procent af forsøgsfelterne som indeholder den pågældende ukrudtsart.

Kilde: Planteproduktion.

Ukrudt er i al væsentlighed en del af vores naturlige flora og er derfor veltilpasset vort klima. Det gælder ikke nødvendigvis for kulturplanterne, derfor skal der passes godt på dem hvis de skal klare sig i konkurrencen. Jo mere ukrudt der er i marken, jo mindre bliver afgrøden, fordi ukrudt konkurrerer med afgrøden om lys, vand og næringsstoffer. Her spiller det også ind at der er større spild af kerner ved mejetærskning af en afgrøde, hvor ukrudtsmængden er stor.

Resultaterne i figur 2 er fremkommet ved at man i fire udvalgte år har lagt en mængde små prøveflader i de forskellige marker, og tallene viser i hvor mange procent af felterne de forskellige ukrudtsplanter voksede. Det ses at der er mange ukrudtsarter i markerne, og at de enkelte arter ikke forekommer lige hyppigt i de to afgrødetyper. Det hænger bl.a. sammen med deres spiringstidspunkt. En del planter spirer i det tidlige forår og kun der.

Afgrøde	Skadedyr	Sygdomme	Ukrudt
Korn	10 %	50 %	40 %
Raps	60 %	20 %	20 %
Roer	30 %	10 %	60 %

Figur 3. Skadevolderes andel af det samlede tab af afgrøder.

Kilde: Planteproduktion.

Behandling	Udbytte kg kerne/ha	Merudbytte kg kerne/ha
Ubehandlet	5880	-
Rival 1 · 1,0 liter	6260	380
Rival 2 · 1,0 liter	6600	340
Rival 2 · 1,5 liter	6650	50

Figur 4. Effekt af behandling af vinterhvede med svampebekæmpelsesmidlet Rival. I merudbyttet er medregnet udgiften til sprøjtemidlet.

Kilde: Planteproduktion.

Andre spirer om efteråret og overvintrer som små planter. Atter andre kan spire hele året. Prøv ud fra figur 2 at identificere planternes spiringsstrategi.

De forædlede afgrøder er ofte mindre modstandsdygtige over for sygdomme end deres vilde slægtninge. Jo tættere kulturplanter står, jo lettere har insekter som bladlus og snudebiller ved at bevæge sig fra plante til plante og skade deres vækst med mindre udbytte til følge. Figur 3 viser et skøn over forskellige afgrøders følsomhed over for skadevolderne.

Når landmanden dyrker en bestemt *monokultur* år efter år på samme mark, er der stor risiko for at udbyttet ikke bliver så stort som ønsket, da ukrudt og sygdomme lettere overlever fra sæson til sæson. Ukrudt kan bekæmpes kemisk, maskinelt eller ved at luge. Med den kemiske industris masseproduktion af insekticider (insektmidler), fungicider (svampemidler) og herbicider (ukrudtsmidler) blev der mulighed for langt større frihed i valget af afgrøde, ja fra 60'erne og frem kunne man glemme alt om sædskifte, man kunne dyrke byg år efter år på samme mark med samme eller stigende udbytte. Det blev starten på rene planteavlsbrug.

Der er i tidens løb gjort mange erfaringer med anvendelsen af pesticider. Når et nyt pesticid introduceres på markedet, sker det først efter grundige undersøgelser af effekten af midlet både på afgrøden og på miljøet. På figur 4 ses en undersøgelse over fungicidet Rival's betydning for udbyttet af vinterhvede.

Grunden til at der sprøjtes med svampemidler, er at nogle svampearter angriber afgrøden, fx meldug. Visse svampesygdomme (rust) får simpelthen kornets kerner til at smuldre. Forsøget viser at svampemidlet virker, men samtidig at det øko-

nomiske merudbytte ikke vokser blot ved at øge doseringen. Effekten ved at sprøjte med dette middel er en udbyttestigning på få procent.

Effekten af at anvende pesticider er ofte lille, men så længe der er en positiv effekt, vil det være incitament nok til at foretage sprøjtningen.

Der er dog ikke kun fordele forbundet med anvendelsen af pesticider. Hyppigt dukker uventede og uønskede sideeffekter op. Derfor må anvendelsen af forskellige stoffer tages op til fornyet overvejelse i Miljøstyrelsen med mellemrum. Da herbicider og insekticider blev taget i anvendelse efter 2. Verdenskrig var man kun opmærksom på midlernes positive effekt, men efterhånden dukkede de uønskede sideeffekter op. Studiet af naturfremmede stoffers virkning på miljøet kaldes økotoxikologi.

Eksempler på plantebeskyttelsesmidler

Insekticider

Et af de først introducerede insekticider var DDT. Stoffet var ideelt til insektbekæmpelse da det har stor giftighed over for insekter, mens det tilsyneladende kun var svagt giftigt over for pattedyr og fugle. Altså et helt perfekt middel mod bladlus i roer eller fluer i stalden. Efter års anvendelse af DDT begyndte der at dukke uforklarlige dødsfald op blandt fugle på højere trofiske niveauer. Efterfølgende analyser af fuglene viste at nedbrydningsprodukter fra DDT var opkoncentreret i deres fedtvæv, og at det kun i ringe grad blev udskilt med urinen.

Eksempel: En musvit æder 10 mariehønelarver som er sløve eller døende pga. DDT da de i forvejen hver har ædt 10

forgiftede bladlus. Den mængde DDT som fandtes i de 100 bladlus findes efterhånden i en musvit! Da DDT kun nedbrydes meget langsomt, vil organismer på høje trofiske niveauer kunne akkumulere store mængder DDT i deres fedtvæv. Sker ophobningen i nervebanernes myelinsker, kan deres funktion forstyrres, og det kan medføre muskelkramper eller rystelser. En musvit med disse symptomer er et lettere bytte end en sund fugl, det går så ud over spurvehøgen!

Siden slutningen af 60'erne har DDT været forbudt i dansk landbrug. Dansk landbrug nåede næsten ikke at tage DDT i anvendelse på markerne inden de såkaldte OP-midler overtog markedet i midten af 50'erne. De slog hurtigt igennem i Danmark. OP-midlerne omfattede bl.a. malathion og parathion (bladan). Stoffene er ekstremt giftige for insekter, men har desværre også en ret høj giftighed for pattedyr, derfor kræver de påpasselighed af de folk der arbejder med dem. Der kendes mange tilfælde af forgiftning med parathion, men kun få med umiddelbar dødelig udgang i Danmark. Parathion angriber også nervesystemet idet enzymet acetylcholinesterase hæmmes af stoffet. Effekten af en kraftig forgiftning er at skeletmuskler går i krampe, og hjertet holder op med at slå.

Fordelen ved OP-midlerne var at de er letnedbrydelige i naturen idet deres halveringstid er i størrelsesordenen 3-6 uger, og de ophobes ikke i organismen. Insekter og andre dyr som blev forgiftet af parathion, døde enten af stoffet eller kom sig igen uden varige skader. Den store giftighed for højere dyr var dog et problem.

Næste generation af insektmidler var pyrethroiderne. Deres giftighed er lav for pattedyr, men høj for insekter, og det har

samtidig en afskrækkende lugt for mange insekter. Med disse midler behøver insekterne således ikke at dø – de kan bare blive væk. Pyrethroidernes egenskaber hænger sikkert sammen med at de først blev udvundet fra en krysantemum-art hvor stoffet er en del af plantens forsvar mod insekter.

De tre nævnte insektgifttyper er eksempler på såkaldte bredspektrede midler som slår alt ihjel, også nyttige insekter. Sprøjter man en roemark mod bladlus, går det også ud over bladlusenes fjender, mariehønsene, og så er vi inde i en ond cirkel. Det kan ikke lade sig gøre at ramme alle bladlus med disse midler, 10-20 % overlever sprøjtningen. Da mariehønsene også er minimeret i antal, har de overlevende bladlus nu frit spil, fordi de har langt kortere generationstid end mariehønsene. Bladlusene kan derfor på kort tid nå populationsstørrelser der er højere end inden sprøjtningen. Effekten er vist i figur 5 hvor en ligevægt mellem springhaler og

deres fjender rovmidler er forstyrret ved pesticidbehandling. Når sprøjtningen har slået fjenderne ihjel, har springhalerne frit spil. Noget lignende ses også på markerne. Landmanden svarer så igen med endnu en gang sprøjtning.

Nyere forskning har frembragt nogle få selektive midler, fx Pirimor, som efter udsprøjtning optages i planten og via plantens ledningsstrenger (vedkar og sikar) føres rundt i planten. Når bladlusene stikker deres sugesnabel ind i sikarrene, suger de giften op i sig og dør. Det kræver stor forskningsindsats og dermed mange penge at udvikle selektive midler, og derfor vinder den slags midler kun langsomt frem i landbruget.

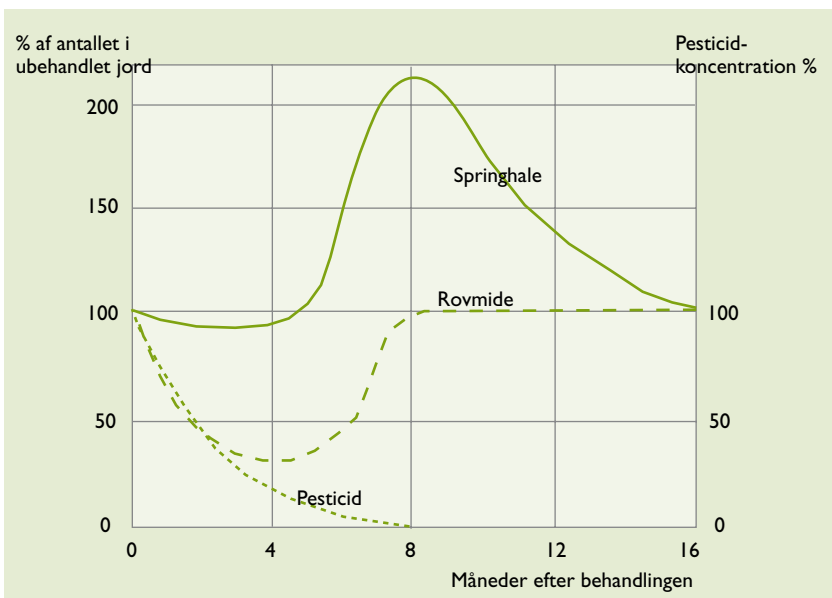
Herbicer

Plantehormonmidler som 2,4-D og MCPA blev opfundet under 2. Verdenskrig og har været anvendt i Danmark siden 50'erne. De kaldes hormonmidler da de har virkning som planternes egne væksthormoner (auksiner). Ved at sprøjte planter med disse hormonmidler stimuleres væksten af de overjordiske dele, men rødderne kan ikke følge med, hvorefter planten dør. Midlerne blev især anvendt i korn da enkimbladede planter (bl.a. korn) er meget mindre følsomme for stofferne end tokimbladede (ukrudt, roer og raps), se ordforklaring i Natursyn – Økologi til B-niveau. Ved rette dosering dræbes ukrudt mens kornet overlever. Der anvendes typisk 1500 gram/ha.

I 1970'erne dukkede det meget omtalte Roundup op. Roundup er et bredspektret herbicid da det hæmmer et enzym som indgår i syntesen af aromatiske aminosyrer i planternes vækstpunkter. Det stopper planternes vækst hvorpå de dør (glyphosat hæmmer enzymet EPSP-syntase som ind-

Figur 5. Effekten af sprøjtning hvor de naturlige fjender også rammes. Ved sprøjtningen forstyrres ligevægten mellem byttedyr og rovdyr. Her mellem en jordboende rovvide og dens bytte som er springhaler.

Kilde: Eskholm 1988.



går i dannelsen af fenylyalanin, tyrosin og tryptofan). Da denne aminosyresyntese ikke findes hos dyr, er stoffet relativt ugiftigt for alt andet end planter.

Roundup er oprindeligt udviklet til at bekæmpe kvik/senegræs på efterårets stubmarker inden der blev efterårsplojet. Efter indførelsen af vinterbyg i starten af 80'erne opstod der problemer med kvikgræs i afgrøderne, og det kunne man jo ikke så godt sprøjte væk da byggen så også ville gå til. Derfor sprøjtes mange kornmarker i vore dage ca. 4 dage inden høst med Roundup for at dræbe den kvik der vokser som ukrudt i kornet, så marken kan være ren inden vinterbyggen sås. Der er satset så meget på Roundup's fremtid at der er gensplejset roer, majs og raps, der er resistente mod stoffet.

Undersøgelser har dog vist at man med fordel kan begrænse brugen meget. Det giver ganske vist en større mængde ukrudt, men det ser ikke ud til at nedsætte afgrødernes vækst, og ukrudtet giver overlevelsesmuligheder for en række nyttige insekter.

I slutningen af 80'erne kom 'minimidlerne' som kun skal doseres med ca. 10 gram pr. ha. Typiske minimidler er sulfonylurea-herbicer som er langt giftigere for tokimbladede end enkimbladede planter. Stoffet virker ved at blokere et enzym, ALS, som er en del af planternes synteseapparat for aminosyrerne valin, leucin og isoleucin. Når de tre aminosyrer ikke dannes, dør planten.

Uheldige sideeffekter

Når mennesket udvikler pesticider, svarer naturen igen. Blandt organismene vil der være resistente mutanter som overlever



anvendelsen af pesticiderne, og de fører resistensen videre til deres afkom. Allerede før 1950 var der udviklet stuefluer som var resistente mod DDT, og siden steg antallet af resistente insektarter kraftigt.

Anvendelsen af svampemidler til bekæmpelse af svampesygdomme som meldug i byg kan også have den bivirkning at mykorrhizadannende svampe i jorden hæmmes. Det er derfor muligt at mykorrhizaudviklingen hos byg er hæmmet, det vil mindske bygplanternes vækst pga. manglende forsyning af fosfat og evt. vand. Landmanden kan selvfølgelig svare igen med vanding og en ekstra dosis fosfatgødning.

Regnorme er tilsyneladende heller ikke upåvirkede af anvendelsen af pesticider idet man på økologiske marker typisk har omkring 500 regnorme pr. m², mens der på traditionelt dyrkede marker kun findes 50-100. Årsagen til forskellen kan enten være at insekticiderne vaskes ned i regnormenes gange med regnvandet og dræber dem der, eller at regnormene simpelthen udvandrer fra marken. Det er bemærket at de om natten kravler op til overfladen

Figur 6. Nysåede ærter og vinterraps. Her er ikke megen plads til ukrudt.

Foto: Bent Rasmussen.

og udvandrere fra nysprøjtede marker. De kan vandre op til 20 meter på en nat. De manglende regnorme har betydning for både omsætning af organisk stof i jorden og planterøddernes O₂-forsyning.

Selvom der udvikles pesticider som ikke direkte dræber nyttedyr, eller blot dyr vi ønsker bevaret, kan pesticider alligevel godt have indirekte indflydelse på populationsstørrelser, se figur 104 i Natursyn – Økologi til B-niveau som viser hvorledes jagtudbyttet af agerhøns er gået ned de sidste mange år.

Pesticiderne i vandmiljøet

Med de forbedrede kemiske analysemetoder er man siden midten af 70'erne blevet opmærksom på at pesticiderne ikke altid bare nedbrydes til uskadelige stoffer når de rammer jorden, en del siver ned med regnvandet. Stofferne spores først i vandmiljøet da de kun skal sive ned til drænrørene i ca. 1 meters dybde hvorefter de transporteres til grundvand, vandløb og søer.

Mange år efter de blev taget i anvendelse, kan vi nu genfinde pesticiderne eller deres nedbrydningsprodukter i grundvandet, og det fortæller at de ikke bare forsvinder. Det har taget mange år for dem at nå grundvandet, og der kan også gå mange år fra et forbud mod anvendelsen af et bestemt stof er givet, til det er sivet ned. Derfor vil vi i stigende grad opleve en offentlig debat om sundhedsfaren ved drikkevand. Der er i dag en grænse på 0,5 mikrogram pr. liter (0,5·10⁻⁶g/L) for den samlede mængde pesticider i drikkevand, og for de enkelte stoffer er grænsen 0,1 mikrogram/L. Grænsen er sat efter detektionsgrænsen på de måleinstrumenter man anvender (GC-MS), men den klare holdning er at drikkevand skal være fri for

sådanne stoffer. Ønsket om at der slet ikke må forekomme pesticider eller deres nedbrydningsprodukter i drikkevandet, skyldes en mistanke om at nogle pesticider, eller i hvert fald nogle hjælpestoffer (alkylfenolpolyethoxylater der fungerer som emulgatorer) selv i små koncentrationer har hormonlignende effekt på mennesker og dyr. Nogle kan blokere østrogenreceptorer, og det bevirker at udviklingen af kønsorganer hæmmes. Andre virker modsat da de hyperstimulerer østrogenreceptorer hvorved de feminine træk fremmes, mens penis kun udvikles svagt hos handyr (drengene er også hanner). Problemet med de hormonlignende stoffer er at de kun skal findes i uhyre små koncentrationer for at virke, da hormoner er første trin i en biologisk forstærknings- og reguleringsproces i cellerne. Et lille molekyle på den rigtige receptor er nok til at starte en større proces.

I 1986 var ingen pesticider eller pesticidrester fundet i koncentrationer på 0,1 mikrogram/L, men enkelte fund af ukrudtsmidlet atrazin var på 0,06 mikrogram/L, altså tæt på grænsen. Det er i den forbindelse ret interessant at atrazin næsten ikke har været benyttet i landbruget, men derimod på arealer der skal holdes vegetationsfri, fx jernbanelinier og vandværkernes flise- eller grusbelægninger lige over borerne, samt i villahaver! I 1998 var situationen en anden, da var der fundet koncentrationer på over 0,1 mikrogram/L af en hel del herbicider, en bekræftelse på at nedsivningen kan tage mange år. Vi kan komme i den situation at så meget grundvand er belastet med pesticidrester, at vi ikke kan få kemikaliefrit drikkevand nok til befolkningen – og hvad så?

Et af de nyeste eksempler er fund

af glyphosat (Roundup) eller dets nedbrydningsprodukt AMPA i nogle brøndboringer, man har fundet koncentrationer på op til 2 mikrogram/L. Det er uheldigt da landbruget satser meget på netop dette stof, fordi det påstås at være skånsomt mod miljøet, og det har stor anvendelse. Forbydes anvendelsen af Roundup i fremtiden pga. sådanne fund, vil en stor forsknings- og reklameindsats være spildt. Hvis stoffer som Roundup virkelig kommer i miskredit, er landmændene og deres rådgivende konsulenter måske selv skyld i det, da midlet er brugt i sammenhænge det ikke er udviklet til. Fx har det været benyttet til nedsvidning af græsmarker inden sidste høhøst. Derved visner og tørrer græsset mens det endnu står på roden, det er derfor lettere at lave til høg, men der er rester af Roundup i høg. Undersøgelser har for mange år siden vist at tyre som spiser dette høg, får nedsat sædkvalitet.

Udfasning af plantebeskyttelsesmidler

Siden 1996 er der blevet luget kraftigt ud i de tilladte pesticider, og landmanden har i dag kun et begrænset sortiment til rådighed. Nogle af de omtalte produkter, bl.a. DDT, parathion og atrazin, er det ikke længere tilladt at bruge i Danmark. Det samme gælder en del såkaldte plante-hormonmidler som 2,4-D og MCPA som tidligere har haft en kolossal betydning i ukrudtsbekæmpelsen. Næsten alle de pesticider som er påvist i drikkevand i koncentrationer over 0,1 mikrogram/liter, er nu forbudt. Mærkeligt nok kan man stadig købe plante-hormonmidler i bygge-markedet til bekæmpelse af mælkebøtter i villahaver!

Bestemmelse af giftighed

LD₅₀-værdi

Pesticiders akutte giftighed angives normalt ved en såkaldt LD₅₀-værdi som opgives i mg/kg, altså mg pr. kg kropsvægt. Værdien angiver hvor meget gift der skal til for at slå 50 % af forsøgsdyrene ihjel efter en given tid, ofte et døgn. Det er normalt mus eller rotter der benyttes. Figur 7 viser eksempler på pesticiders LD₅₀. I alle eksempler er giftstoffet indtaget gennem munden.

Pesticid	LD ₅₀ (mg/kg)
Parathion (i)	6,8
DDT (i)	118
2,4-D (h)	375
Betanal (h)	8000
Glyphosat (h)	1568

Figur 7. LD₅₀-værdier for udvalgte stoffer.

i: insekticid, h: herbicid.

Kilde: Merck Index.

Opgave I

En forsker i Levnedsmiddelstyrelsen har sat sig for at bestemme giftigheden af NH₄Cl, ammoniumklorid, eller salmiak som finder stor anvendelse i slik. Han har en formodning om at nogle slikhungende unges mavekneb kan hænge sammen med indtagelsen af store mængder af dette stof. Han placerer 160 rotter ligeligt fordelt i 10 bure. De behandles ens, får lige meget at spise, men føden er blandet op med ammoniumklorid. Efter et døgn bliver antallet af levende rotter talt op i hvert bur. Resultatet ses i figur 8.

a. Bestem LD₅₀ (mg/kg) af ammoniumklorid (salmiak) for rotter.

b. Hvis salmiakpastiller indeholder 0,5 % ammoniumklorid, hvor mange gram salmiakpastiller skal man have for at have 50 % chance for at dø af akut forgiftning?

Hold	NH ₄ Cl mg/kg	Antal overlevende rotter
1	0	16
2	5	16
3	20	12
4	40	4
5	60	1
6	80	0
7-10	> 80	0

Figur 8. Forsøg til bestemmelse af LD₅₀.

ADI-værdi

I det daglige er LD₅₀ ikke så anvendt da mange stoffer giver ubehag eller sygdom ved lavere dosis end den dødelige, ligesom mennesker ikke umiddelbart kan sammenlignes med rotter. Derfor har man indført en såkaldt ADI-værdi, ADI står for acceptabel daglig indtagelse. Ved fastsættelse af ADI bestemmes den højeste daglige dosis gennem længere tid som ikke skader forsøgsdyrene. Resultaterne opgives også i mg/kg. Som konsekvens af at vi ikke fungerer helt som rotter, indføres der yderligere en sikkerhedsfaktor. Normalt er sikkerhedsgrænsen 1/100 af den dosis der ikke skader forsøgsdyrene. For parathion er ADI 0,005 mg/kg, altså langt under LD₅₀.

Opgave 2

Hvilke fordele og ulemper er der ved anvendelse af gensplejsede Roundup-resistente afgrøder? Hvem har fordel af planterne – hvem er det til gene for?

Opgave 3

I figur 9 ses den udbyttestigning landbruget har oplevet de sidste godt 200 år. Nævn en række faktorer som er medvirkende til den udbyttestigning der er sket. Udbyttet er opgivet i kg/ha.

Opgave 4

Undersøg vha. en fysiologibog acetylkolinesterases funktion i nerveledningsprocessen. Forklar at parathion netop må fremkalde kramper i skeletmuskulaturen og fremadskridende hjertestop når parathion (og andre OP-midler) hæmmer acetylkolinesterasen.

Opgave 5

Studentereksamensopgave 1C, maj 1993. Opgaven drejer sig om Glyphosat.

Tematisk eller supplerende læsning

Jensen, C.B. og Paludan-Müller, P.: **Økotoxikologi – pesticider og østrogenlignende stoffer**, Nucleus Forlag 1997.

Egebo, L.A. m.fl.: **Biologi til tiden**, 2. udg., Nucleus Forlag, 2006. Her forklares det hvordan roundup-resistente afgrøder produceres.

Litteratur

Fra tidsskriftet Geologisk Nyt er benyttet: Nr. 2, 1999. Nielsen, A.: Roundup i miljøet.

Nr.1, 1996. Dahlgaard, J.: Rent Drikkevand – ja tak!

Fra tidsskriftet Naturens Verden (Rhodos) er benyttet: Feb. 2000, Særnummer: Pesticider – Konsekvenser for miljøet.

Askegaard, M. m.fl.: Planteproduktion, Landbrugets Informationskontor, 1989.

Fødevarestyrelsen:

www.foedevarestyrelsen.dk

Mogensen, B.B.: Bekæmpelsesmidler. TEMA-rapport fra DMU nr. 26/1999, Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser.

Ordforklaring

Monokultur: I en monokultur dyrker man kun én afgrøde. Dvs. at man har store arealer tilplantet med en art. Det øger risikoen for angreb af skadedyr.

År	Hvede	Byg
1788	700	700
1837	1400	1000
1875	2100	1600
1935	3000	3000
1950	3500	3000
1970	4300	3600
1986	5800	4800
2000	6350	5440
2005	5940	5620

Figur 9. Udviklingen i kornudbytter i kg/ha (kerneudbytte).