



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Hållbara alternativ till ogräsmedel innehållande glyfosat

- för grönsaksodling på friland

Sustainable alternatives to herbicides containing glyphosate for vegetable cultivation in the open field

Annika Swensson Källén



Självständigt arbete • 15 hp
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2020

Hållbara alternativ till ogräsmedel innehållande glyfosat

- för grönsaksodling på friland

Sustainable alternative to herbicides containing glyphosate for vegetable cultivation in the open field

Annika Swensson Källén

Handledare: David Hansson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi, G2E

Kurskod: EX0855

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: Skibby, Danmark (2019) Annika Swensson Källén.

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

Nyckelord: *glyfosat, ogräs, grönsaksodling, friland, mekanisk jordbearbetning, utlakning, kvickrot*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Summary

This literature study examines sustainable methods to replace herbicides containing glyphosate in vegetable cultivation in the open field. Seeing that the European commission have decided to either ban or legalize the use of glyphosate by the end of 2022, member states like Sweden and others are to investigate the consequences of glyphosate to support this decision. In line with this investigation, this literature study aims to contribute to this decision making. The study also presents alternatives to glyphosate.

This literature study provides a background on the usage of glyphosate and its consequences for the environment. The result shows that glyphosate have positive consequences on the efficiency of the agricultural process but negative consequences on the environment, such as decreasing bees' cognitive ability.

Herbicides containing glyphosate is effective against the perennial weeds couch grass (*Elymus repens*), creeping thistle (*Cirsium arvense*) and perennial sow thistle (*Sonchus arvensis*). There should be no perennial weeds in the open field before establishment of the crop since they are hard to control afterwards. Weed control in organic farming have been studied. According to this study organic farming uses prevention methods such as crop rotation and forage but also direct methods such as soil tillage with inter row cultivator and stubble cultivation. For best effect it is also important to have knowledge about the weed's compensation point. Today Swedish agriculture uses integrated weed management (IWM) to reduce the use of herbicides.

The sustainability of chemical weed control and mechanical tillage has been discussed. Nitrogen is mineralized by mechanical tillage which increases the risk of nitrogen leaching. A study in Canada, 2015, investigated the application of reduced tillage along with integrated weed control. But the experiment was abandoned in the fifth year due to too much perennial weeds. Chemical herbicides have many advantages such as safe harvest and the ability to weed control large areas in a short time. However, it has a negative impact on biodiversity and there is a risk of the weed developing herbicide resistance.

Suggestions for further research would be to develop a new cultivation system without glyphosate by investigating how organic farming controls perennial weeds. Furthermore, it would be interesting to improve the plow free cultivation without the use of glyphosate.

Sammanfattning

Detta är en litteraturstudie som undersöker hållbara alternativa metoder för att kunna ersätta ogräsmedel innehållande glyfosat inom grönsaksodling på friland.

Glyfosat är den aktiva substansen i det bredverkande ogräsmedel Roundup som har funnits på marknaden sedan slutet av 70-talet. Det har legat uppe som förslag hos EU-kommissionen att förbjuda användningen av det, p.g.a. att det finns delade meningar inom forskningsvärlden ifall det är ett cancerogent ämne eller inte. Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) anser att glyfosat inte är cancerogent medan Internationella forskningsinstitutet för cancer (IARC) klassificerade det som troligen cancerframkallande. Flera länder i EU vill förbjuda glyfosat och år 2022 kommer ett nytt beslut tas.

Glyfosat har ingen selektiv verkan utan dödar all växtlighet vilket gör det till ett väldigt effektivt bekämpningsmedel inom jordbruk och grönsaksodling. Det används inom grönsaksodling på friland i skiftande omfattning i nästan alla kulturer och grödor, inför etablering av en ny kultur eller gröda.

Glyfosat har ansetts vara ett relativt säkert bekämpningsmedel då det binder starkt till jordpartiklar samt bryts ner av mikroorganismer. Det påverkar dock den biologiska mångfalden, bl.a. genom att det påverkar honungsbinas kognitiva förmåga negativt.

Bekämpningsmedel innehållande glyfosat är effektiva mot de mest besvärliga roto-gräsen kvickrot (*Elymus repens*), åkertistel (*Cirsium arvense*) och åkermolke (*Sonchus arvensis*). Grönsaksodling på friland bör vara fritt från roto-gräs innan etablering av ny kultur i och med att det är svårt att bekämpa roto-gräs efter etablering. Metoder för bekämpning av roto-gräs har undersökts inom ekologisk odling. Enligt denna studie visar det sig vara förebyggande metoder såsom växtföljd och vall samt mekanisk jordbearbetning med radhackning och upprepad stubbearbetning.

Problematiken kring kemisk ogräsreglering och mekanisk jordbearbetning har diskuterats. Kväve mineraliseras vid mekanisk jordbearbetning vilket ökar risken för kväveutlakning. En studie i Kanada år 2015 undersökte tillämpning av reducerad jordbearbetning tillsammans med integrerad odling men försöket övergavs femte året p.g.a. för mycket roto-gräs.

Förslag på vidare forskning skulle kunna vara att utveckla nya odlingssystem utan glyfosat genom att undersöka hur den ekologiska odlingen gör för att klara av svårbekämpade ogräs. Vidare vore det intressant i framtiden att utveckla den plöjningsfria odlingen utan användning av glyfosat.

Innehållsförteckning

<i>Bakgrund & problembeskrivning</i>	8
<i>Syfte och frågeställning/hypotes</i>	10
<i>Avgränsningar</i>	11
<i>Material och metod</i>	12
<i>Resultat</i>	13
Glyfosat	13
Användningsområden	13
Glyfosats egenskaper.....	14
Glyfosats nedbrytning och rörlighet i marken	14
Glyfosats påverkan på mark	15
Glyfosats påverkan på vatten.....	16
Glyfosats påverkan på biologisk mångfald	16
Ogräs	16
Vad är ett ogräs?	16
Konsekvenser av ogräs.....	17
Besvärliga ogräs.....	17
Kvickrot – <i>Elymus repens</i>	17
Åkertistel – <i>Cirsium arvense</i>	18
Åkermolke – <i>Sonchus arvensis</i>	18
Ogräsreglering inom grönsaksodling	18
Ekologisk odling	19
Växtföljd.....	19
Vall.....	21
Vallbrott.....	21
Mekanisk jordbearbetning	22
Stubbearbetning	22
Radhackning	23
Integrerat växtskydd – IPM	23

Problematik kring ogräsreglering	24
Kväveförluster vid mekanisk jordbearbetning	24
Kväveförluster vid vallbrott	25
Reducerad jordbearbetning	26
Fördelar och nackdelar med mekanisk jordbearbetning och kemisk bekämpning	27
<i>Diskussion.....</i>	<i>29</i>
<i>Slutsats</i>	<i>32</i>
<i>Källförteckning.....</i>	<i>33</i>

Bakgrund & problembeskrivning

Glyfosat är den aktiva substansen i världens mest använda och bredverkade ogräsmedel Roundup (Johansson m.fl., 2019). Detta ämne är omdiskuterat i dagsläget då det har legat som förslag hos EU-kommissionen att förbjuda användningen av det. Det finns nämligen delade meningar inom forskningsvärlden ifall det är ett cancerogent ämne eller inte. Glyfosat är fortsatt godkänt i EU i väntan på att det tas fram mer omfattande konsekvensanalyser vid användandet av herbiciden.

Det amerikanska företaget Monsanto upptäckte glyfosat 1970 som en icke selektiv herbicid med verkan på alla växtslag. De släppte ogräsmedlet på marknaden 1974 under namnet Roundup. Ogräsmedel innehållande den aktiva substansen glyfosat har varit godkända på den svenska marknaden sedan 1975. Glyfosat har genomgått kontinuerlig omprövning, delvis beroende på att kraven kring hälsa och miljö ständigt har ökat i takt med kunskapen kring det.

Sedan glyfosat upptäcktes på 70-talet har den totala samt globala användningen ständigt ökat inom jordbruks- och trädgårdssektorn. År 1994 uppmättes användningen till cirka 56,3 miljoner kg men år 2014 hade den ökat till hela 825,8 miljoner kg (Johansson m.fl., 2019). Den ökade användningen beror bl. a. på de glyfosattoleranta grödor som kallas "Roundup ready" som presenterades på marknaden i USA år 1996.

Den Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) utförde en utvärdering på EU nivå av glyfosat. Denna utvärdering ledde till en omröstning där en majoritet av medlemsländerna röstade fram kommissionens förslag om ett förnyat godkännande år 2017 som gäller fram till december år 2022. Sverige röstade för förslaget och föreslog att beslutsunderlaget skulle kompletteras med ämnets verkan på ekosystemet. Därmed kom ett förslag om att Nederländerna, Frankrike, Sverige och Ungern gemensamt ska ansvara för utvärderingen av glyfosat.

Samtidigt som EFSA:s utredning gjorde Internationella forskningsinstitutet för cancer (IARC) också en riskutvärdering av glyfosat och klassificerade det som "troligen cancerframkallande" (grupp 2A). Detta ledde till att EU-kommissionen gav EFSA i uppdrag om att se över sina resultat en gång till. Den Europeiska Kemikaliemyndigheten (ECHA) som granskar och utvärderar verksamma ämnen i växtskyddsmedel meddelade i juni 2017 att enligt deras

bedömning är glyfosat inte cancerframkallande. Detta ledde till att glyfosat fick fortsatt godkännande i fem år till trots EFSA:s och IARC:s oenighet. Oenigheten stärktes i att flera länder i EU vill förbjuda glyfosat och i december 2022 kommer ett nytt beslut att tas om ett eventuellt fortsatt användande.

Ifall ett förbud mot ogräsmedel innehållande glyfosat röstas igenom EU-kommissionen år 2022 eller tidigare, uppstår problematiken om vilka medel och metoder man ska använda istället. För att inte hamna i en kontraproduktiv situation där alternativen är värre än glyfosat diskuterar denna uppsats om vilka metoder och medel som är mer hållbara alternativ för ogräsbekämpning inom trädgårdssektorn.

Syfte och frågeställning/hypotes

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hållbara alternativa metoder för att kunna ersätta ogräsmedel innehållande glyfosat inom grönsaksodling på friland.

- Hur tillämpas glyfosat i grönsaksodling på friland?
- Vilka metoder finns som alternativ till glyfosat?
- Hur ser problematiken kring hållbarhet ut för dessa alternativ?

Avgränsningar

Denna litteraturstudie fokuserar på grönsaksodling på friland samt undersöker möjligheten för att komplettera en växtföljd med grödor inom jordbruket för en hållbar växtföljd. Avgränsningen sker vid frukt- och vinodlingar, tunnelodling samt jordbruksgrödor.

Litteraturstudien fokuserar på glyfosats påverkan på flora och fauna samt integrerad produktion, vilka ogräsbekämpningsmetoder inom ekologisk odling kan vara användbara vid glyfosatförbud och problematisering kring mekanisk jordbearbetning.

Geografiskt ligger fokus på Sverige men studier från andra länder som kan vara tillämpbara i Sverige tas upp. De källor som studerats har varit aktuella inom forskningen.

Material och metod

Undersökningsmetoden som tillämpades var en litteraturstudie. Litteratur från Jordbruksverket, Sveriges Lantbruksuniversitet samt internationella universitet och institut har använts. Litteratur från Finland har undersökts i avsnittet som behandlar glyfosats påverkan på mark i och med liknande vegetationsperiod.

Material om ogräsbekämpningsmetoder inom grönsaksodling har hämtats från Jordbruksverket samt Sveriges Lantbruksuniversitet. Metoder inom ekologisk odling har undersökts i och med att man här måste klara av ogräsbekämpningen utan glyfosat och andra herbicider.

Avsnittet om ”Problematik kring ogräsreglering” har jag studerat den litterära källan Organic Farming samt två rapporter från Jordbruksverket, Ståhl (2016) och Stenberg (2010). Dessa källor har ansetts som pålitliga eftersom de tar upp både fördelar och nackdelar med reducerad jordbearbetning.

Resultat

Glyfosat

Användningsområden

Glyfosat är den aktiva substansen i en mängd olika preparat och det mest kända preparatet är Roundup som introducerades på 1970-talet av företaget Monsanto i USA (Olofsson & Nilsson, 1999). Det dominerar än idag marknaden av bekämpningsmedel, p.g.a. att det är ett väldigt effektivt medel mot oönskad växtlighet.

Det används främst för ogräsbekämpning på jordbruksmark på våren före grödornas uppkomst och på hösten efter skörd (Johansson m.fl., 2019). Herbiciden används även inom trädgårdsproduktion i olika omfattning, inför olika kulturer och grödor. I Europa används det mest i spannmålsväxtföljder (vete, råg, rågvete, korn och havre), oljeväxter (raps, senapsfrö och linfrö) samt frukt- och vinodling.

Glyfosat har ett brett användningsområde inom jordbruket och trädgårdssektorn i Sverige då det täcker många behov (Johansson m.fl., 2019). Inom jordbruket har man det vid vallbrott, för avdödningar av fång- och mellangrödor, men även mot spillraps och spillsäd.

Glyfosat ingår i ett 20-tal godkända växtskyddsmedel i Sverige, vilket innebär att det är det vanligaste verksamma ämnet för växtskydd i Sverige. Enligt Kreuger & Gonczi (2019) har försäljningen legat mellan 600–700 ton aktiv substans per år i Sverige med undantag för 2017 då försäljningen låg på 320 ton. Varje år behandlas i snitt 252 800 hektar med glyfosatprodukter i Sverige. Detta motsvarar 17 % av den konventionellt odlade åkermarken. Det används normalt inte varje år inom spannmålsväxtföljder och oljeväxter då en besprutning av glyfosat oftast räcker mot ogräset. Inom grönsaksodling på friland används glyfosat i skiftande omfattning för ogräsbekämpning i nästan alla kulturer och grödor (Johansson m.fl., 2019). Främst vid etablering av ny kultur enligt Ascard (2015).

Glyfosat är speciellt effektivt för att bekämpa kvickrot i vårbruket innan sådd (Ståhl, 2016). Kvickrot är speciellt besvärligt att bekämpa, p.g.a. att det sprider sig med underjordiska

utlöpare. Kvickroten trivs som många andra växter vid bra tillgång på kväve, mycket nederbörd och bland konkurrenssvaga grödor.

Glyfosats egenskaper

Bekämpningsmedel innehållande glyfosat har ingen selektiv verkan utan dödar all växtlighet (Olofsson & Nilsson, 1999). Det har därmed även en bekämpande effekt på odlade grödor. Detta är med undantag för genmodifierade grödor som har getts glyfosatresistens.

Glyfosat är en herbicid med karakteristisk systemisk verkan. Detta innebär att plantan tar upp glyfosat genom dess ovanjordiska gröna delar, såsom dess blad. Ämnet sprids sedan snabbt ut till växtens alla delar. På så sätt dödas alla växtdelar snabbt. Glyfosat har dock inget förbyggande verknings sätt, mot oönskad växtlighet, i och med att det inte rör sig via marken till rötterna (Borggaard & Gimsling, 2008).

Enligt Johansson m.fl. (2019) verkar glyfosat genom att det hindrar syntesen för aminosyror genom att blockera ett enzym i plantans kloroplaster. Detta betyder att glyfosat inte har någon avdödande verkan på djur utan endast på växter och mikroorganismer. Blockeringen av enzymet leder till att växtens fotosyntes inte fungerar vilket i sin tur leder det till att växten dör.

Glyfosats nedbrytning och rörlighet i marken

Användningen av glyfosat har ansetts vara relativt säker p.g.a. ämnet adsorberas starkt till marken samt bryts ner av mikroorganismer (Hagner m.fl., 2019). Detta innebär att det har låg rörlighet i marken och därmed finns en låg risk för läckage ut i ytvatten och grundvattnet.

Nedbrytningen av glyfosat i marken är huvudsakligen en mikrobiell process (Kemikalieinspektionen, 1997). Halveringstiden kan vara ett par dagar upp till flera år beroende på den mikrobiella aktiviteten i jorden. I jordar med normal mikrobiell aktivitet bryts glyfosat ner relativt snabbt och i jordar med låg mikrobiell aktivitet bryts det ner långsamt. Halveringstiden är som snabbast vid hög mikrobiell aktivitet och vid lågt pH, runt 4,2. Vid dessa förutsättningar tar det ungefär 7 veckor att brytas ned. Växter kan binda glyfosat så pass starkt att det inte bryts ner förrän växterna själva bryts ner vilket innebär att det kan påvisas i marken långt efter besprutningen.

Nedbrytningen kan ske på två olika sätt: 1) Antingen genom klyvning av C-N bindning vilket bildar aminometyl-fosfonsyra (AMPA) vilket är en mer toxisk och resistent metabolit än glyfosat (Sun & Jaisi, 2019). AMPA visar sig även vara 3–6 gånger mer svårnedbrutet än glyfosat i marken, eller 2) genom en klyvning av C-P bindningen vilket ger mer säker produkt, sakrosin (N-metylglycin) och sedan slutprodukten glycin. Den huvudsakliga nedbrytningsprodukten av glyfosat i jord och vatten är dock AMPA (Kemikalieinspektionen, 1997).

Glyfosats påverkan på mark

Glyfosats påverkan på marken har inget enkelt svar. Interaktionen mellan glyfosat och markens organismer är komplex och varierar mellan olika jordtyper. Flertalet studier har undersökt glyfosats påverkan på markens mikrobiologi och djurliv i marken.

Glyfosat har ansetts vara en säker herbicid ur miljösynpunkt då den adsorberas starkt till jordpartiklar. Detta innebär en potentiell mindre risk för läckage ut i vattendrag och ner i jordprofilen. Med detta sagt påverkas dock glyfosats rörlighet i marken av jordtypen och jordstruktur. Dess molekylära struktur gör att den konkurrerar med fosfor vilket innebär att dess rörlighet ökar i fosforrika jordar (Simonsen m.fl., 2008). Den bildar även stabila komplex med många metalljoner vilket kan påverka växters näringsupptag (Eker, 2006).

Enligt Hagner m.fl. (2019) påverkas nedbrytningen av glyfosat inte av nordliga länders korta vegetationsperiod på 4 till 6 månader. Enligt denna studie hade besprutning med Roundup inom rekommenderade gränser minimal påverkan på nematoder och ringmaskar. Nematoder och ringmaskar användes som indikator på jordens kvalitet i och med att de är känsliga för störningar i markens ekosystem.

Glyfosat gynnar vissa organismers aktivitet samtidigt som den dämpar aktiviteten hos andra. En ökad aktivitet hos maskar påvisades direkt efter besprutning för att sedan minska (Zaller m.fl., 2014; Gaupp Berghausen m.fl., 2015). Detta tros bero på att mer dött växtmaterial blev tillgängligt. Utan besprutning var maskarnas aktivitet konstant enligt Gaupp Berghausen m.fl. (2015). Även maskarnas reproduktion samt förekomsten av mykorrhiza minskade efter besprutning (Zaller m.fl., 2014). Detta indikerar på att besprutning med glyfosat påverkar markens komplexa ekosystem.

Glyfosats påverkan på vatten

Glyfosats kontaminering av ytvatten samt grundvatten påverkar vattenlevande organismer och kvaliteten på dricksvatten. Bekämpningsmedel löper en risk för att läckas ut i yt- och grundvatten beroende på nederbörd och jordtyp (Borgaard & Gimsing, 2008). Carles m.fl. (2019) menar att övergödning av fosfor ökar ackumuleringen av AMPA och glyfosat i vattendrag i och med att nedbrytning av glyfosat påverkas negativt av fosfor i vattensystem.

Glyfosats påverkan på biologisk mångfald

Ogräs är en del av den biologiska mångfalden (Marshall m.fl., 2008). Den biologiska mångfalden gynnar pollinatörer såsom fåglar, bin och insekter som är viktiga för ett hållbart odlingssystem. Besprutning med glyfosat påverkar honungsbinas kognitiva förmåga (Marshall m.fl., 2008). När förekomsten av pollinatörer minskar kan det leda till skörd- och kvalitetsförluster i odlingen. De senaste decennierna har biodiversiteten av ogräs och dess fröbank i jorden minskat. Detta kan påverka hela näringskedjan i naturen, speciellt små däggdjur och fåglar.

För att gynna pollinatörer och den biologiska mångfalden bör det finnas en viss nivå av ogräs i odlingssystemet (Nicholls & Altieri, 2013). Marshall m.fl. (2008) menar att när kemikalier används för ogräsbekämpning behöver odlaren inte tänka på växtföljden, vilket minskar den biologiska mångfalden ytterligare.

Ogräs

Vad är ett ogräs?

Ogräs är allt som växer där människor anser att det inte är önskvärt (Andersson & Ullvén, 2019). De flesta växter förutom den odlade grödan är inte önskvärd i rabatten, på frilandsodlingen eller på åkrarna. En utmaning odlare har är att styra systemet i riktningen så att ogräsets förutsättningar att sprida sig och bli konkurrenskraftiga minskar samtidigt som den odlade grödan har möjlighet att frodas. Bekämpningen av ogräs är en balansgång där man har högre chans att lyckas ifall man har kunskap om varför och hur man bekämpar ogräs.

Konsekvenser av ogräs

Anledningen till att man väljer att bekämpa ogräs är för att det konkurrerar med den önskvärda grödan om vatten, ljus och näring (Andersson & Ullvén, 2019). Konkurrenskraftiga ogräs i trädgårdsproduktion leder till att de producerade grödorna blir mindre och får sämre kvalitet.

Ogräsen konkurrensförmåga resulterar i att grödorna kan utvecklas sämre vilket kan leda till ojämn mognad och att produkterna inte ser likadana ut. Vid kraftig ogrästillväxt kan det även leda till att luften får sämre cirkulation vilket ökar risken för svampangrepp. För att få så hög kvalitet som möjligt på sina produkter bör ogräs bekämpas.

Besvärliga ogräs

Ogräs är en icke önskvärd växt i odlingen. Hur besvärlig den är att bekämpa beror delvis på dess biologi. Genom att känna till hur ogräs reproducerar och sprider sig kan man förebygga uppkomsten av nya ogräs (Fogelfors, 2019).

Ett viktigt begrepp att känna till är ogräsets kompensationspunkt. Kompensationspunkten infaller då fotosyntes och cellandning är lika stora (Andersson & Ullvén, 2019; Dock Gustavsson, 2003). Det vill säga att växten tar upp lika mycket kol i fotosyntesen som den förbrukar i cellandningen. Vid denna tidpunkt har ogräsets rötter nått sitt minsta näringsförråd. Det är i detta stadium rotoogräs är som mest känsliga för störning. Det brukar anges i praktiska sammanhang som antal utvecklade blad då den mekaniska bekämpningen är som mest effektiv.

Kvickrot – *Elymus repens*

Kvickroten är en perenn växt som sprider sig med både frö och underjordiska utlöpare (Ståhl, 2016). Dessa stamutlöpare finns främst i de övre 10–12 cm av matjorden. Vid sönderdelning kan dessa stamutlöpare bilda nya skott och fortsätta sprida sig även om dessa nya skott är något känsligare för uttorkning.

Kvickroten växer så fort det blir plusgrader året om, även om tillväxten är något svagare under hösten (Ståhl, 2016). Den trivs som många andra växter vid tillgång på kväve, riklig nederbörd och bland konkurrenssvaga grödor. Kvickrotens kompensationspunkt är vid 3–4 blad vilket är en optimal tid för att bekämpa den.

Kvickroten bekämpas som mest effektivt med upprepad jordbearbetning (Ascard, 2015). Bekämpning kan ske när kvickroten har 3–4 blad genom sönderdelning av kvickrotens utlöpare vid kompensationspunkten med skärande redskap tillsammans en väl utförd plöjning. På lätta och medeltunga jordar kan t.ex. Kvick-upp harven användas på halvträda för snabbare effekt. Kvick-upp harven kastar rötterna upp på jordytan där de sedan torkar eller fryser ihjäl. Arbetet bör ske inifrån och ut för att hindra spridning av kvickrot från fältets kanter (Ascard, 2015).

Åkertistel – *Cirsium arvense*

Åkertistel breder ut sig med rotutlöpare och fröspridning (Dock Gustavsson, 2008: Ascard, 2015). Den är en vandrande perenn som har ett djupt rotsystem. Den har dock ett stort behov av ljus vid groningen. Vid 40–60 % minskning av dagsljus hämmas groddplantans tillväxt. Den har lägst energi i sina rötter 3–7 veckor före blomning eller vid 8–10 blad vilket innebär att det är en bra tidpunkt för bekämpning. Nya forskningsresultat visar på att den optimala tidpunkten för att bekämpa åkertistel är tidigare, d.v.s. att bekämpning bör utföras innan tistelskotten uppnår 3–4 blad (Verwijst & Lundkvist, 2018).

Åkermolke – *Sonchus arvensis*

Åkermolke har ett ganska stort ljusbehov för att kunna etablera sig men sprider sig som de föregående ogräsen med rotutlöpare och fröspridning (Ascard, 2015). De sprider sig med en radie på 2–3 meter per år i åkrarna. Även sönderdelade stamutlöpare kan bilda nya skott och ge upphov till en ny planta fram till september. Därav är jordbearbetning under våren vid 5–7 blad mest effektiv för bekämpning av åkermolke. Nya forskningsrön menar att åkermolkes kompensationspunkt inträffar tidigare men detta bör tas med en viss försiktighet. Verwijst och Lundkvist (2018) studerar orsaken närmare i pågående forskning.

Ogräsreglering inom grönsaksodling

Bekämpningsmedel innehållande glyfosat används som tidigare nämnt vid vallbrott, avdödning av fång- och mellangrödor samt avdödandet av spillraps och spillsäd (Johansson m.fl., 2019). Glyfosat är effektivt för att bekämpa ogräs på stora arealer under vårbruket för att bli av med besvärliga ogräs.

Inom grönsaksodling finns det olika faktorer att ta hänsyn till. Det är ofta många olika växtslag som odlas som är olika känsliga för olika preparat (Borg Ohlsson m.fl., 2018). I och med att man har stor omsättning per ytenhet ger insatta åtgärder ofta hög lönsamhet vilket ger ett sårbart system. Frösådd grönsakskultur direkt i fält har ofta dålig konkurrensförmåga mot ogräs.

Inom grönsaksodling på friland menar Ascard (2015) och Dock Gustavsson (2003) att man bör välja och skapa lämpliga fält som är fria från rotoqräs och med lite fröogräs. Rotoqräs är besvärliga att bekämpa i en etablerad grönsaksodling och detta bör göras innan sådd. De små ogräsen som orsakar problem inom odling med etablerade grödor brukar ej bekämpas med glyfosat. Detta innebär att vid ett förbud mot glyfosat så är det rotoqräsen inom grönsaksodling på friland som skapar problem.

Ekologisk odling

Inom ekologisk odling så är kemiska bekämpningsmedel ej tillåtna vilket innebär att man inte förlitar sig på glyfosat under vårbruket. Detta innebär dock inte att ekologiska odlare inte har problem med rotoqräs. Enligt Dock Gustavsson (2003) är ogräs ett av de största problemen inom ekologisk grönsaksodling. Men det odlas ekologiska grönsaker på friland på ca 1400 ha vilket motsvarar ca 18% av den totala arealen av grönsaksodling på friland i Sverige (Jordbruksverket, 2019). De flesta grönsaksodlingarna är relativt små, ca 4 ha per företag.

Nedanstående avsnitt undersöker metoder som ekologiska grönsaksodlare använder för att bekämpa rotoqräsen innan sådd. Denna undersökning visar att bekämpning av rotoqräs bygger främst på förebyggande metoder såsom växtföljd, vall, vallbrott samt komplettering med mekanisk jordbearbetning.

Växtföljd

Växtföljd innebär att man roterar och varierar ordningen av grödorna som odlas på fältet. Denna förebyggande metod är viktig inom ekologisk odling för att bibehålla jordens bördighet. En bra växtföljd gynnar många faktorer, då den minskar erosion, minskar gödslingsbehovet, ökar grödans avkastning, minskar förekomsten av ogräs, förebygger svamp- och växtsjukdomar (Rölin, 2015). Att utforma en bra växtföljd kräver goda kunskaper kring odling, då hänsyn måste tas till många aspekter för att få en hög skörd med bra kvalitet. Odlaren behöver tänka

på val av gröda, jordart, ogräsreglering, gödsling, växtnäring, bevattning, miljöhänsyn och markvård.

Varierad växtföljd minskar risken för uppförökning av ogräs (Rölin, 2015). Ensidig odling av en viss gröda gynnar nämligen vissa ogräs då växter trivs tillsammans med andra växter som har liknande krav för sin utveckling och tillväxt. Annuella ogräs trivs med annuella grödor och perenna ogräs trivs med perenna grödor. Det är viktigt att variera sin växtföljd mellan annuella och perenna grödor för att minska uppkomsten av ogräsarter som gynnas av ensidiga växtföljder. De besvärliga ogräsen kvickrot och åkertistel är dock ett undantag från denna regel, då de trivs bland alla grödor.

Inom växtföljden ska man aldrig låta ogräsen få fäste eller få möjlighet att föröka upp sig. Vall bör ingå i växtföljden och tvååriga vallar är det mest optimala mot rotogräs tillsammans med upprepade avslagningar. Mer långlivade vallar kan dock ge problem med att perenna ogräs brer ut sig.

En bra växtföljd inom grönsaksodling på friland bör domineras av konkurrensstarka grödor och ge möjlighet till återkommande bekämpningsåtgärder såsom avslagning, mekanisk jordbearbetning, stubbearbetning och radhackning (Andersson & Ullvén, 2019).

Mellangrödor kan användas för att bekämpa ogräs i växtföljden (Hansson m.fl., 2017). En mellangröda definieras som en gröda som växer mellan två huvudgrödor. En mellangröda som bildar ett jämnt och tätt bestånd kan konkurrera med ogräsen om ljus, näring och vatten. Mellangrödor minskar inte bara trycket av ogräs utan har även andra positiva effekter. Det minskar även växtnärläckaget, ökar kolinlagringen i marken, ökar maskförekomsten, sanerar för växtsjukdomar, minskar markpackningens negativa effekter samt ökar markens bördighet.

Mellangrödor försvårar mekanisk jordbearbetning. Länsstyrelsen (2019) menar att man bör avstå från att så mellangröda inom ekologisk odling ifall man har problem med rotogräs. Det finns också risk för att mellangrödan fröar av sig och orsakar problem i nästa gröda. För att undvika att mellangrödan fröar av sig kan man planera sådd så att det går att putsa mellangrödan för eventuell fröbildning.

Vall

Vall är viktigt i växtföljden för att bekämpa roto­gräs. Två­årig vall med uppre­pade av­slagningar vid ogräsen kom­pen­sa­tionspunkter är det mest opti­mala (Rölin, 2015). Det är en viktig metod inom ogräs­re­g­le­ring då vallen konkurrerar effektivt om ljus och vatten (Ståhl, 2018). I kombination med av­slagning uppre­pade gånger varje säsong förstärks resultatet. En blandvall med gräs och baljväxter som slås minst tre gånger per säsong ger bäst effekt då det har god effekt mot de besvärliga ogräsen åkertistel och åkermolke. Genom av­slagning tvingas de växa om vilket försvagar utlöparsystemet.

Vallens effekt är dock svagare mot roto­gräset kvickrot men även mot på­rotsarterna skräppa och maskros (Ståhl, 2018). Det håller tillbaka dessa ogräs men verkar inte sanerande (Ståhl, 2014). De klarar av­slagningen bättre och har stor förmåga att utnyttja luckor i vallen. Kvikrot trivs tillsammans med vallväxter då den har samma tillväxtrytm. För att bekämpa kvickroten i vall kan tidpunkten för vallbrottet väljas för att få till en effektiv jordbearbetning. Efter en två­årig eller äldre vall ligger majoriteten av utlöparna i de övre 10–12 cm av matjorden.

Vallbrott

Vallbrottet påverkar i första hand roto­gräs (Ståhl, 2014). Faktorer som påverkar hur vallbrottet ska gå till är ogräs­artens rotdjup, dess huvudsakliga tillväxtperiod och kom­pen­sa­tionspunkt.

Kvikrotens kom­pen­sa­tionspunkt är vid 3–4 blad och det är då de är som mest känslig för mekanisk bearbetning. Två veckor med soligt, torrt och varmt väder kan man få stor effekt på kort tid. Kvikrotens stamutlöpare är känsliga för uttorkning och torkar relativt snabbt om de friläggs på markytan, t.ex. med en Kvik­upp-harv.

Skräppan är både ett frö­gräs och roto­gräs (Ståhl, 2014). Dess kom­pen­sa­tionspunkt är vid 5–6 blad och tillväxtperioden är vår till höst. Ett mål med vallbrottet är att minska fröbanken i marken och inte låta några plantor sätta frö. Vallbrottet är viktigt att bekämpa redan etablerade skräppor så att de inte kan sätta frö i nästa gröda. Dess på­rot går djupt ner i marken och vid sönderdelning kan en på­rot ge nya plantor vid den övre delen av på­roten (5–7 cm). Målet är att placera de sönderdelade bitarna djupt ner i marken. Ett­årig på­rot orkar normalt inte ta sig upp från plogdjup.

Även maskros har pålrot men sprids framförallt med frön som etablerar sig i luckor i vallen (Ståhl, 2014). Det är framförallt äldre vallar som är utsatta för nyetablering av maskros via fröspridning. Maskros kan bekämpas med en väl utförd plöjning. Dess kompensationspunkt är under knoppstadiet och tillväxtperioden är från vår till höst.

Mekanisk jordbearbetning

Växtföljden bör kompletteras med mekanisk jordbearbetning för att bekämpa rotoqräsen. Många grönsaker kräver dessutom en lucker och genomsläpplig jord vilket gör att många plöjer alt. fräser sina jordar innan sådd av grönsaker (Svensson & Hansson, 2003).

Kvickrot är svårt att odla bort med enbart konkurrens av grödan (Ståhl, 2016). Den försvinner inte i en flerårig vall såsom åkertistel gör. För att bekämpa kvickroten behövs mekanisk jordbearbetning för att trötta ut eller torka ut utlöparsystemet.

För att vårplöjning ska få effekt mot rotoqräs bör en oqräsbekämpning utföras redan på hösten (Svensson & Hansson, 2003). Vårplöjning på lätta jordar minskar risken för kväveläckage och man får en varmare och mer drivande jord. För att bekämpa kvickrot bör man utföra upprepad stubbearbetning med skärande redskap (Ascard, 2015).

Det är även viktigt att minska fröbanken i jorden med upprepad harvning (Ascard, 2015) Genom upprepade falska såbäddar (ytliga harvningar) lockar man annuella oqräs till att gro. Efter en tidigarelagd såbäddsberedning bekämpas det uppkomna oqräset med t.ex. flamning eller med en herbicid strax före grödans uppkomst (Hansson & Svensson, 2015). Detta minskar antalet oqräs i den gröda som har såtts, samt antalet oqräs i fröbanken.

Stubbearbetning

Stubbearbetning sker efter skörd av spannmål (Andersson & Ullvén, 2019). Vanligen görs en eller flera jordbearbetningar med kultivator eller tallriksredskap efter skörd för att begränsa oqräsets tillväxt och bruka ner stubb och andra växtrester. Det fungerar bra mot först och främst kvickrot, som har relativt grundväxande utlöpare. Metoden fungerar även mot åkermolke.

Åkermolke har en viloperiod under hösten vilket gör att den är inte svarar lika effektivt på stubbearbetning på hösten som kvickrot. Stubbearbetning stör även ettåriga oqräs genom att

hämna tillväxt och avbryta fröproduktionen. Upprepad stubbearbetning kan även tömma fröförrådet av ogräs.

En stubbearbetning sönderdelar rotagräsen och alla nya bitar kan ge upphov till nya skott. En tidig stubbearbetning bör därför följas upp med annan jordbearbetning eller ytterligare en stubbearbetning. Efter skörd ligger marken bar och det kommer ner mycket ljus ner till ogräsen. Detta kan leda till en kraftig tillväxtpurt för de kvarvarande ogräsen. Detta bör förhindras genom upprepade stubbearbetningar som startar så snart som möjligt efter skörd, helst inom några dagar.

Radhackning

Radhackning i växande gröda kan ge möjlighet att bekämpa kvickroten både under etablering och tillväxt i och med att metoden hämmar kvickroten effektivt (Ståhl, 2016). Kvickrotens utskott skärs av radhackans gåsfot utan att dra upp rå jord. Detta ger ett försprång för grödan mot kvickroten. Radhackningen bör senast ske vid kvickrotens kompensationspunkt, 3–4 blad. Vid stora mängder kvickrot krävs ytterligare en radhackning för att effektivt skära av kvickrotsskotten.

Integrerat växtskydd – IPM

EU:s direktiv 2009/18 för hållbar användning av bekämpningsmedel ställer krav på att alla medlemsstater ska arbeta med integrerat växtskydd (Jordbruksverket, 2019). Syftet med detta direktiv är att minska användningen av bekämpningsmedel. Integrerat växtskydd handlar om att förebygga, dokumentera och följa upp en odling för att kunna sätta in rätt åtgärd i rätt tid för att få en så hållbar odling som möjligt. Genom att kombinera olika åtgärder bekämpas ogräs, svampsjukdomar och skadeinsekter.

Integrerat växtskydd utgår ifrån fyra rubriker

- Förebygga
- Bevaka
- Behovsanpassa
- Följa upp

Dessa riktlinjer i integrerat växtskydd är dock inte ett tvärvillkor. Tvärvillkor betyder att man måste följa vissa regler för att få ut full utbetalning av *stöd*. Det är däremot tvärvillkor att använda växtskyddsmedel enligt anvisningar som anges på etiketten. Detta kan gälla besprutning av rätt gröda, dess syfte och användningsområden.

Integrerat växtskydd (IPM) handlar om att använda sig av kemiska bekämpningsmedel som sista utväg (Jordbruksverket, 2019). Detta kräver flerårig planering för att bekämpa ogräsen på bästa sätt. Integrerat växtskydd tar dock inte bort möjligheten att använda kemiska bekämpningsmedel utan detta rekommenderas som sista åtgärd efter att ha tänkt efter noga. Först bör bekämpningsmetod väljas beroende på vilken gröda man har samt vilka ogräsarter som dominerar på fältet.

Ogräsreglering inom integrerat växtskydd sker genom förebyggande åtgärder såsom att variera sin växtföljd, bra dränering, sortval och optimal tidpunkt för sådd. Dessa åtgärder kan begränsa ogräsförekomsten till acceptabel nivå men de förebyggande metoderna behöver oftast kombineras med mekanisk ogräsbekämpning.

Vid ett förbud av glyfosat kan ogräsreglering ske genom tillämpning av de riktlinjer integrerat växtskydd rekommenderar. Detta innebär förebyggande och odlingstekniska åtgärder men framför allt övervakning och dokumentering över odling av grönsaker på friland, i växthus och tunnel.

Problematik kring ogräsreglering

Kväveförluster vid mekanisk jordbearbetning

Jordbearbetning stimulerar organiskt kväve i marken till att mineraliseras. Desto djupare jordbearbetningen är, ju mer kväve mineraliseras. Mineraliserat kväve rör sig lättare i jorden. För att minska risken för läckage av kväve ut i vattendrag har odlare direktsått sina grödor för att minska jordbearbetningen.

Kväve tillförs till marken genom gödning på åkrar, nedfall av luftföroreningar och baljväxters kvävefixering (Gustafsson & Johansson, 2008). Övergödning är en av orsakerna till utlakning av kväve. Mängd gödning kväve bör motsvara växtens kvävebehov för att minska risken för

läckage. Kväve finns i marken i formen av antingen organiskt bundet kväve, urea, ammonium eller nitrat. Urea mineraliseras till ammonium som senare mineraliseras till nitrat. Nitratet riskerar att läcka ut i sjöar och hav och orsaka algblomning.

Utlakning av kvävet beror på markstrukturen och mängden nederbörd. Under perioder utan tjäle är utlakningen större och jordar med högre temperatur mineraliserar mer kväve. Hög mullhalt innebär att det är mycket kväve i marken och lättare jordar har även svårare att binda vatten vilket leder till ökad utlakning.

Inom ekologisk odling använder man sig av fånggrödor för att minska utlakningen. Fånggrödans syfte är att fånga upp överbliven växtnäring (Jordbruksverket, 2017). Dessa gör störst nytta i nederbördsrika kustnära områden med lätta jordar, där det är störst risk för läckage. Även i odlingar där man gödslar rikligt med stallgödsel är risken för läckage stor. Istället för att marken ligger bar, stubbearbetad eller plöjd under långa perioder kan man minska läckaget med fånggrödans växtlighet.

Kväveförluster vid vallbrott

Förlusterna av kväve vid vallbrott kan ske på två sätt (Ståhl, 2014). Antingen genom utlakning av kväve genom markprofilen eller genom denitrifikation av kväve till luften. Utlakningen sker genom att kväve följer med markvattnet ut i vattendragen. Det är störst risk under hösten och vintern då det är mycket nederbörd och lite kväveupptagning av kväve.

Denitrifikation sker under syrefria och vattenmättade förhållanden i marken. Nitrat omvandlas till kvävgas eller lustgas av denitrifierande bakterier. Det är som störst risk i packningsskadad dåligt dränerande lerjordar där det uppstår syrefria förhållanden. Även under hösten och tidig vår när grödor inte tar upp kvävet i så stor utsträckning.

För att undvika kväveförluster vid vallbrott bör det kväve som mineraliseras kunna tas upp av efterföljande gröda. Inom lantbruket används höstsådda grödor (t.ex. höstraps och fånggrödor) som kan ta upp kvävet ifall man bryter vallen på sommaren. Den största mineraliseringen sker tidigt på våren vilket innebär att vallen bör brytas så sent som möjligt på våren. Lerjordar bör inte plöjas för sent på hösten, d.v.s. under så fuktiga förhållanden, att markstrukturen förstörs

genom ältning. Detta ger sämre tillväxtförhållanden för grödorna vilket leder till att de inte tar upp lika mycket näring. Det ger ökad risk för utlakning av kväve.

Reducerad jordbearbetning

Reducerad jordbearbetning började kring 1940-talet då herbicider blev tillgängliga och jordbearbetning inte var den enda metoden att kontrollera förekomsten av ogräs (Stenberg, 2010). Reducerad jordbearbetning har varit gynnsam för den biologiska mångfalden och minskad övergödning. Men ofta används den i kombination med glyfosat för att minska förekomsten av ogräs.

Stenbergs (2010) undersökning visade att vid tillämpad reducerad jordbearbetning ökade behovet av att spruta med glyfosat för att bekämpa besvärliga rotoogräs såsom kvickrot. Undersökningens personer menade att man måste tillämpa en bra växtföljd, välja vilka jordar man inte plöjer och vilket bearbetningssystem man väljer vid bekämpning av ogräs. De ansåg att det går att bekämpa förekomsten av rotoogräs utan bekämpningsmedel innehållande glyfosat.

Problematiken kring reducerad jordbearbetning visar enligt denna undersökning vara rotoogräsens utbredning när plöjningsfri odling tillämpades. Håkansson m.fl. (1998) visade i ett försök att reducerat plöjningsdjup ökade behovet av åtgärder mot förekomst av kvickrot.

En undersökning i Carmen, Manitoba, Kanada gjorde år 2015 en studie av spannmål kring plöjningsfria och ekologiska odlingssystem (Chandran m.fl. 2018). Denna studie visade att två år in i studien var avkastningen på spannmål 13 % lägre i det ekologiska och plöjningsfria odlingssystemet jämfört med det konventionella. Efter fem år hade avkastningen på spannmål sjunkit till 67 % lägre i den ekologiska och plöjningsfria odlingen. Försöket var tvunget att avbrytas det sjätte året på grund av att det var för mycket rotoogräs i den ekologiska och plöjningsfria odlingen. Forskarnas slutsats var att ekologisk och plöjningsfri odling av spannmål är möjlig under fyra års perioder men att avkastningen kommer att sjunka.

En undersökning gjordes även i sydvästra North Dakota i USA. Denna undersökning hade liknande resultat. Fem år in i undersökningen hade avkastningen på spannmålen sjunkit med 60%. Efter sex år var studien tvungen att avbrytas på grund av för mycket rotoogräs i den

ekologiska och plöjningsfria odlingen. Integrerat växtskydd användes som metod för ogräsbekämpning i båda undersökningarna samt får som betade.

Fördelar och nackdelar med mekanisk jordbearbetning och kemisk bekämpning

Nedanstående tabell 1 och 2 visar en översiktlig bild över fördelarna och nackdelarna med mekanisk bearbetning och kemisk ogräsbekämpning. Mekanisk bekämpning har både för- och nackdelar, se tabell 1. De för- och nackdelar mekanisk bekämpning för med sig är beroende av vilka förutsättningar odlingen har. Jordbearbetning är effektiv mot både ettåriga och fleråriga ogräs då ovan- och underjordiska delar av ogräset skadas och myllas ned i marken (Lundkvist, 2014). Det är dock en metod som kräver mer energi och arbetsåtgång än besprutning med glyfosat då det ofta behövs upprepade mekaniska behandlingar.

Tabell 1. Fördelar och nackdelar med mekanisk bekämpning (Lundkvist & Fogelfors, 2004)

Fördelar	Nackdelar
Effektiv för bekämpning av fleråriga ogräs	Varierande ogräseffekt
Produktion av ogräsfrö hindras	Spridning av vegetativa delar av ogräs
Nedmyllning av ogräsfrön	Nedmyllning av ogräsfrön
Stimulering av frögroning	Stimulering av frögroning
Inblandning av skörderester i jorden	Beroende av markfuktighet
Minskat angrepp av växtsjukdomar	Skador på grödans rotsystem
Förbättring av vattengenomsläpligheten	Ogräs motståndskraftiga mot jordbearbetning
	Ökad mineralisering av organiskt material
	Jordpackning
	Uttorkning
	Ökad erosion
	Energikrävande

Kemisk bekämpning för också med sig både för- och nackdelar, se tabell 2. Det starkaste argumentet för kemisk bekämpning av ogräs är framförallt en säkrare ogräseffekt (Lundkvist, 2014). Nackdelarna av kemisk bekämpning är dess påverkan på flora och fauna och osäkerheten kring långtidseffekterna av användningen.

Tabell 2. Fördelar och nackdelar med kemisk bekämpning (Andersson, 2013)

Fördelar	Nackdelar
Högre och säkrare skördar	Skador på gröda
Effektivt mot ogräs	Vindavdrift
Mindre väderberoende	Resistensbildning
Bekämpning av stora arealer på kort tid	Bekämpningsmedel i grundvattnet
	Bekämpningsmedelsrester i foder och livsmedel
	Påverkan på människa och natur

Enligt Olofsson och Nilsson (1999) ger glyfosat 80–90 % effekt mot kvickrot och 2–3 stubbearbetningar ger endast 50–60 % effekt. För att bli av med kvickrot krävs stubbearbetning minst två höstar i rad, för att få samma effekt som en besprutning med glyfosat.

Diskussion

Enligt denna litteraturstudie gör glyfosat störst nytta inom grönsaksodling på friland innan sådd för att bekämpa besvärliga roto gräs. De alternativa ogräsbekämpningsmetoder som finns till hands idag är metoder som tillämpas inom ekologisk odling och integrerad odling.

Norges statsminister Gro Harlem Brundtland gav år 1987 följande definition om vad hållbar utveckling innebär (United Nations Development Programme, 2017).

”Hållbar utveckling är den utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov”.

Frågan är vad som äventyrar kommande generationers möjlighet att tillfredsställa sina behov.

Hållbar odling av grönsaker är svårdefinierat. Definieras det som minst påverkan på jord och biologisk mångfald eller som minst koldioxidutsläpp? Johansson m.fl. (2019) menar att vid ett förbud av glyfosat kommer mekanisk bekämpning i kombination med tillgängliga herbicider få en ökad betydelse. Användandet av glyfosat ökade på slutet av 1970-talet vilket ledde till ökad areal av plöjningsfritt jordbruk. Detta har ansetts miljövänligt då det ger minskad bränsleförbrukning och mindre störning i marken vilket i sin tur leder till ökad biologisk aktivitet och förbättrad markstruktur.

Det är svårt att ställa två metoders miljöpåverkan mot varandra. Denna litteraturstudie undersökte ifall det finns ett alternativ till mekanisk jordbearbetning och glyfosat vid bekämpning av de mest besvärliga roto gräsen. Dessa två metoder är väldigt effektiva men för med sig sina problem i form av negativ påverkan på flora och fauna samt övergödning i haven.

Frånvaro av kemikalier inom ekologisk odling gör det intressant att undersöka hur man i detta odlingssystem klarar av situationer där man i den konventionella odlingen använder sig av glyfosat. Ekologisk odling och integrerad odling tillämpar ogräsbekämpning genom förebyggande metoder såsom växtföljd tillsammans med direkta bekämpningsåtgärder såsom vall, vallbrott, jordbearbetning, stubbearbetning och radhackning. De resultat som visades i Stenbergs (2010) undersökning visade var att integrerad odling inte räckte för att bekämpa de mest besvärliga ogräsen. Försöken övergavs in på femte året p.g.a. för mycket fleråriga roto gräs.

Vid ett eventuellt glyfosatförbud påverkas grönsaksodling på friland främst vid etableringen (Ascard, 2015). Johansson m.fl. (2019) menar att omfattandet av användningen är skiftande beroende på kultur och gröda. Man kan argumentera för att grönsaker är relativt känsliga produkter jämfört med t.ex. spannmål då det ställs högre krav på kvaliteten. För att få så hög kvalitet som möjligt är det viktigt att marken är fri från ogräs från start. Å ena sidan har grönsaksodlare ofta inte lika stora areal som spannmålsodlare, vilket gör att de kanske är mer flexibla vid omställning. Å andra sidan har de mer känsliga produkter och högre produktionskostnad per enhet.

Omställningen skulle bli kostsam för grönsaksodlare ifall mindre gårdar skulle behöva ta in arbetskraft för att manuellt rensa ogräs. Större gårdar skulle eventuellt behöva ta in nya maskiner för radhackning. Mer arbetskrafttimmar skulle behöva läggas på att köra på fälten med upprepade jordbearbetningar. Detta leder även till mer utsläpp av koldioxid från maskinerna. Ett alternativ vore i min mening biologisk jordbearbetning, t.ex. grisar som bökar jorden, för att undvika utsläpp av koldioxid från maskiner.

Vid mekanisk jordbearbetning mineraliserar markens kväve. Om det inte tas upp av växten, leder det till en ökad risk för utlakning av kväve, vilket i sin tur leder till övergödning i sjöar och hav. Det innebär även större kostnad för odlaren samt mer utsläpp av koldioxid. Vid ett förbud av glyfosat kan den mekaniska jordbearbetningen behöva öka för att klara av att bekämpa de mest besvärliga rotogräsen. Glyfosats påverkan på jord, vatten och biologisk mångfald visar sig dock vara problematisk då den stör ekosystemet och påverkar bland annat honungsbinas kognitiva förmåga negativt. Vägskalet som odlare står framför ifall ett förbud införs är minst sagt problematiskt.

Det finns också en risk för att användningen av andra herbicider ökar vid ett glyfosatförbud. Glyfosat har ansetts vara säker då den binder starkt till jordpartiklar (Hagner m.fl., 2019). En ökad användning av andra herbicider skulle kunna leda till herbicidresistens hos ogräsen. För att undvika herbicidresistens bör man växla mellan herbicider med olika verkningsmekanismer.

Ogräs är en av de största utmaningarna för ekologiska grönsaksodlare. Arealerna av grönsaksodling på friland är relativt små, medelarealen är 4 ha (Jordbruksverket, 2019). Enligt Ascard m.fl. (2008) är medelarealen på ekologisk grönsaksodling på friland 2 ha. Med

reservation att denna siffra har ändrats de senaste tio åren men senare uppgifter hittas ej. Det vore intressant att undersöka orsaken bakom storleken på ekologiska grönsaksodlingar på friland samt möjligheterna för att utöka arealen.

Glyfosat är en säker och effektiv metod för ogräsbekämpning. Osäker ogräsbekämpning indikerar att vid ett kommande förbud av glyfosat att produktionskostnaderna kommer öka med tanke på eventuella skördebortfall. Konventionella gårdar har ofta större areal än ekologiska gårdar vilket i sin tur leder till att de har mindre produktionskostnad per enhet. Det finns indikationer på att större gårdar behöver minska sin areal för att klara av ogräsbekämpningen på ett hållbart vis. Det är svårt att jämföra miljöpåverkan av mekanisk jordbearbetning och glyfosat men det finns definitivt nackdelar och fördelar med båda metoderna.

Olofsson och Nilsson (1999) menar att det är glyfosat ger en effekt på 80–90 % mot kvickrot, medan upprepad stubbearbetning endast ger en effekt på 50–60 %. Det krävs därför upprepad stubbearbetning två år i rad, för att få samma effekt på kvickrot som en besprutning med glyfosat. Stenbergs (2010) undersökning av integrerad odling övergavs in på femte året p.g.a. för mycket rotogräs. Detta ger indikationer på att med tanke på miljöpåverkan är ett glyfosatförbud eventuellt inte lösningen utan det hade kunnat vara ett alternativ att ge hårdare riktlinjer för hur ofta besprutning får ske med glyfosat.

Marshall (2008) menar att ogräs gynnar biologisk mångfald samt att vid användning av glyfosat behöver man inte tänka lika mycket på att tillämpa en hållbar växtföljd. Med en hållbar växtföljd blir det en snöbollseffekt av positiva följder då det minskar risken för växtsjukdomar, främjar mikrolivet i jorden och bekämpar ogräs. De odlare som idag använder glyfosat kan få svårt att ställa om innan de minskat fröbanken i jorden. Grönsaksodlare kan komma att behöva förbättra växtföljden vid ett kommande förbud vilket är en positiv effekt för jorden och den biologiska mångfalden. Ett eventuellt problem är dock ifall de inte har möjlighet att få in vall i sin växtföljd som enligt Ståhl, (2014, 2018) visar sig vara effektivt mot de besvärliga ogräsen. Det kan bli så att odlare behöver utöka sin kompetens och ha kunskap om både grönsaker och spannmål i sin växtföljd för att göra detta möjligt.

De metoder som finns att tillhandahålla för att minska behovet av mekanisk jordbearbetning innebär ökad kunskap kring det ogräs man bekämpar, konkurrenskraftiga grödor, mellangrödor samt en hållbar växtföljd.

Slutsats

Resultatet av denna litteraturstudie visar att glyfosat används inom grönsaksodlingen på friland i skiftande omfattning inom flera olika kulturer och grödor. För att hitta hållbara alternativ till glyfosat har metoder inom ekologisk odling undersökts. Resultatet visar att inom ekologisk odling används förebyggande metoder för att bekämpa besvärliga rotagräs såsom hållbar växtföljd, vall och vallbrott. Direkta bekämpningsåtgärder tillämpas också såsom mekanisk jordbearbetning med radhackning och upprepad stubbearbetning. Enligt denna litteraturstudie behövs mekanisk jordbearbetning för att komplettera de förebyggande bekämpningsmetoderna.

Hållbarheten kring mekanisk jordbearbetning är problematisk då den bidrar till övergödningen i haven. Kvävemineralisering stimuleras av jordbearbetning vilket ökar risken för läckage ut i grund- och ytvatten.

Resultatet på denna litteraturstudie visar att glyfosat är effektivt för att bekämpa besvärliga ogräs på stora areal men har negativa effekter på bland annat honungsbinas kognitiva förmåga samt påverkar maskarnas aktivitet i jorden. Förslag på vidare forskning skulle kunna vara att utveckla nya odlingssystem utan glyfosat genom att undersöka hur den ekologiska odlingen gör för att klara av svårbekämpade ogräs tillsammans med reducerad jordbearbetning. Vidare vore det intressant i framtiden utveckla den plöjningsfria odlingen utan användning av glyfosat.

Källförteckning

Andersson L. (2013) *Säker bekämpning i lantbruk, trädgårdsodling och skogsbruk*. Natur & Kultur, Stockholm. ISBN 978-91-27-13834-6.

Andersson L. & Ullvén K. (2019) *Rotogräsens När Var Hur – En guide till icke-kemisk bekämpning av perenna ogräs*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/dokument/ograsskrift_web.pdf

(2020-03-04)

Ascard J. (2015) *Ekologisk grönsaksodling på friland – Ogräsreglering*.

(Jordbruksinformation: 10:9) Jönköping: Jordbruksverket.

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.7bbb6f8314e22444e2e8723e/1435236869005/p10_9_2.pdf (2020-03-04)

Borggaard O.K. & Gimsing A.L. (2008) *Fate of glyphosate in soil and and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review*. Köpenhamn, Danmark: University of Copenhagen.

https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra99_15.pdf

(2020-01-24)

Carles L., Gardon H., Joseph L., Sanchis J., Farré M. & Artigas J. (2019) *Meta-analysis of glyphosate contamination in surface waters and dissipation by biofilm*. Clermont Ferrand, Frankrike: University Clermont Auvergne. (Volume 124: s. 284-293)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018323286>

(2020-03-04)

Chandran S., Unni M.R. & Thomas S. (2018) *Organic Farming – Global Perspectives and Methods*. 1st edition. Woodhead förlag.

Dock Gustavsson A.M. (2003) *Ogräs och ogräsreglering inom ekologisk grönsaksodling*.

(Jordbruksinformation 21–2003) Uppsala: Jordbruksverket. [https://docplayer.se/17011416-](https://docplayer.se/17011416-Ogras-och-ograsreglering-i-ekologisk-gronsaksodling.html)

[Ogras-och-ograsreglering-i-ekologisk-gronsaksodling.html](https://docplayer.se/17011416-Ogras-och-ograsreglering-i-ekologisk-gronsaksodling.html) (2020-03-03)

Dock Gustavsson A.M. (2008) *Åtgärder mot åkertistel i ekologisk produktion*. (Jordbruksinformation 11–2008) Jönköping: Jordbruksverket.
http://www.jordbruksverket.se/download/18.51c5369e120aee363f080002376/1370040739705/jo08_11+%C3%85tg%C3%A4rder+mot+%C3%A5kertistel.pdf
(2020-03-05)

Eker, S., Ozturk L., Yazici A., Erenoglu B., Romheld V. & Cakmak I. (2006) *Foliar-Applied Glyphosate Substantially Reduced Uptake and Transport of Iron and Manganese in Sunflower (Helianthus annuus L.) Plants*. Journal of Agricultural and Food Chemistry
<https://doi.org/10.1021/jf0625196> (2020-06-03)

European chemicals agency (2019) *Glyosphate*. <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.012.726>
(2020-03-03)

Fogelfors H. (2019) *Ogräsbeskrivningar*. Sveriges Lantbruksuniversitet.
<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/ograsradgivaren/ograsbeskrivningar/>
(2020-03-05)

Gaupp-Berghausen M., Hofer M., Rewald B. & Zaller J.G. (2015) *Glyphosate-based herbicide reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations*. (Science Report: 12886) Wien, Österrike: University of Natural Resources and Life Science. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26243044> (2020-03-04)

Gustafsson H. & Johansson C. (2008) *Reducerad jordbearbetning*. (Jordbruksinformation 28–2008) Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo08_28.pdf
(2020-03-11)

Hagner M., Mikola J. & Saloniemi I. (2019) *Effects of a glyphosate-based herbicide on soil animal trophic groups and associated ecosystem functioning in a northern agricultural field*. (Scientific Report: 8540) <https://www.nature.com/articles/s41598-019-44988-5#citeas> (2020-03-03)

Herrmann K. M. & Weaver L. M. (1999) *The Shikimate Pathway*. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50(1), s. 473–503. Doi: 10.1146/annurev.arplant.50.1.473

Håkansson, I., Stenberg, M. & Rydberg, T. (1998) *Long-term experiments with different depths of mouldboard ploughing in Sweden*. Soil & Tillage Research 46.

Johansson C. m.fl. (2019) *Vilka effekter kan ett glyfosatförbud medföra*. Jordbruksverket (Rapport 2019:8)
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.5d8be3c816b70986878429d8/1561023146067/ra19_8.pdf (2020-01-21)

Jordbruksverket (2017) *Potatis i växtföljden*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrodor/potatis/vaxtfoljd.4.3229365112c8a099bd980002197.html> (2020-05-13)

Jordbruksverket (2019) *Integrerat växtskydd – IPM*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd.4.765a35dc13f7d0bf7c42af0.html>
(2020-03-11)

Kemikalieinspektionen (1997) *Glyfosat*. Sundbyberg, Sverige.
<http://www.arborsyd.se/dokument/Glyfosat.pdf>
(2020-03-03)

Kreuger J. & Gonczi M. (2019) *Fakta om glyfosat i miljön*. Sveriges Lantbruksuniversitet.
<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/SLU-Centrum-for-kemiska-bekampningsmedel-i-miljon/var-verksamhet/miljoovervakning/fakta-om-glyfosat-i-miljon/>
(2020-03-03)

Källander I. (1997) *Ekologiskt lantbruk – Omläggning och Växtodling*. Jönköping: Jordbruksverket.

Lundkvist A. (2014) *Ogräskontroll på åkermark*. Jönköping: Jordbruksverket.
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.3b9afa9e14ff69c6f6174608/1443007152050/ovr28.pdf> (2020-05-13)

Lundkvist A. & Fogelfors H. (2004) *Ogräsreglering på åkermark*. (Rapport: 6) Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R. & Ward L.K. (2003) *The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields*. Weed Research Volume 43: Issue 2, s. 77-89. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-3180.2003.00326.x> (2020-03-04)

Nicholls C.I. & Altieri M.A. (2013) *Plant diversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review*. Agronomy for Sustainable Development: 33 s. 257-274.
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13593-012-0092-y> (2020-03-04)

Olofsson S. & Nilsson I. (1999) *Ökad användning av glyfosat – beskrivning och orsaker*. (Miljöskyddsensheten, rapport från projektet CAP:s miljöeffekter)
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra99_15.pdf (2020-01-24)

Schütte G., Eckerstorfer M., Rastelli V., Reichenbecher W., Restrep-Vassalli S., Ruohonen-Lehto M., Wuest Saucy A.G. & Mertens M. (2017) *Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants*. Environmental Sciences Europe.
<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-016-0100-y> (2020-03-03)

Simonsen L m.fl. (2008) *Fate and availability of glyphosate and AMPA in agricultural soil*. Journal of Environmental Science and Health Part B 43: 365–375.

Stenberg M. (2010) *Reducerad jordbearbetning på rätt sätt – en vinst för miljön!* (Rapport: 2010:36) Skara: Jordbruksverket
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra10_36.pdf (2020-03-11)

Ståhl P. (2014) *Mekaniskt vallbrott*. (Jordbruksinformation 1–2014) Jönköping: Jordbruksverket.

https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo14_1.pdf
(2020-05-24)

Ståhl P. (2016) *Åtgärder mot kvickrot i ekologisk produktion*. (Jordbruksinformation: 16–2016) Jönköping: Jordbruksverket.

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.23c790b5156df169bede5176/1472801632400/jo16_16.pdf (2020-03-04)

Ståhl P. (2018) *Rotogräs*. (Jordbruksinformation: 13–2018) Jönköping: Jordbruksverket.

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.620c40c81641d8f89682caff/1529568828991/jo18_13v3.pdf (2020-05-24)

Sun M., Li H. & Jaisi D.P. (2019) *Degradation of glyphosate and bioavailability of phosphorus derived from glyphosate in a soil-water system*. Newark, USA: University of Delaware. [https://sci-](https://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135419306062?via%3Dihub)

[hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135419306062?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135419306062?via%3Dihub) (2020-03-03)

Svensson S.E. & Hansson D. ((2003) *Ekologisk odling av grönsaker på friland*. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet. <https://docplayer.se/15083084-Jordbearbetning-och-sadd-av-ekologiska-gronsaker.html>

(2020-03-11)

Rölin Å. (2015) *Ekologisk grönsaksodling på friland: Växtföljd*. Jönköping: Jordbruksverket.

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65995/1434627342115/p10_6.pdf (2020-03-05)

United Nations Development Programme (2017) *Vad betyder hållbar utveckling*.

<https://www.globalamalen.se/fragor-och-svar/vad-betyder-hallbar-utveckling/> (2020-03-11)

Zaller J.G. m.fl. (2014) *Glyphosate herbicide affects belowground interactions between earthworms and symbiotic mycorrhizal fungi in a model system.* (Science Report: 5634)

Wien, Österreich: University of Natural Resources and Life Science.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4087917/>

(2020-03-04)