



EXAMENSARBETE I BIOLOGI

Effekt av sönderdelningsgrad och planteringsdjup på uppkomsten från rhizom av *Tussilago farfara*

Tobias Alfredsson

Hösten 2008

Handledare:

Lars Andersson & Laila Karlsson

SLU

Agronom med mark/växtinriktning

Självständigt arbete i biologi D, EX 0419

Uppsala, hösten 2008

Sammanfattning

Tussilago farfara, hästhov, är ett besvärligt perennt ogräs med djupt växande rhizom som vegetativt genererar nya plantor. Den metod som används idag för att bekämpa hästhoven går ut på att svälta rhizomet genom upprepade jordbearbetningar som finfördelar rhizomet. Finfördelningen stimulerar skottbildning och detta tömmer rhizomet på den lagrade energin, förutsatt att den nya plantan inte tillåts etablera sig. Det finns dock endast lite forskning gjord om hur metoden påverkar hästhovens förmåga att regenerera nya skott. Syftet med försöket var att undersöka vilken betydelse rhizomets sönderdelningsgrad och placeringsdjup har för hästhov när det gäller uppkomsttid, antal uppkomna skott per rhizomlängd och antal grodda skott per nod samt om gröningsvilligheten hos noderna förändras under försökets gång. Rhizombitar, skurna i fem olika längder (5, 10, 15, 20 och 25 cm), placerades på sju olika jorddjup i krukor med fyra upprepningar (totalt 140 krukor). Planteringsdjupen var 1, 5, 10, 15, 20, 25 och 30 cm. Krukorna placerades i växthus, där förhållandet dag/natt var 16/8 timmar med temperaturerna: dygnsmedelmax 15,6°C; dygnsmedelmin 9,3°C. Resultaten visade att tidpunkten för första uppkomst förlängdes med ökande djup. Skillnaden i slutlig uppkomst (antal skott per rhizomlängd och planteringsdjup efter 45 dagar) var inte statistiskt signifikant, varken beroende på rhizomlängd, planteringsdjup eller interaktionen mellan rhizomlängd och planteringsdjup. Dock var resultatet för faktorn planteringsdjup mycket nära statistiskt signifikant ($p=0.051$), och för den kortaste rhizomlängden på det största planteringsdjupet var uppkomsten noll, emedan minst ett skott av de fyra upprepningarna av övriga kombinationer av längder och djup tog sig ovan jordytan. Antal noder per längdenhet påverkade inte antalet uppkomna skott per rhizombit. Slutsatserna av försöket är att sönderdelning av rhizomet i högst 10 cm långa rhizombitar och nedplöjning till 20 cm djup kan bidra till att kontrollera hästhoven. Då fördröjs uppkomsten i 28 dagar, i den testade miljön, så att en nysådd ånnuell gröda kan bilda ett slutet bestånd som konkurrerar starkt med hästhoven.

Abstract

Tussilago farfara, coltsfoot, is a troublesome perennial weed with deep lying rhizome, which can vegetatively generate new plants. The mechanical control of coltsfoot that is used today, "starvation", which consists of several cultivations of the soil, which fragmentises the rhizome. This results in production of new shoots, which leads to depletion of nutrient resources; as long the new plant is not allowed to establish. However, very little research has been done to investigate how the starving technique affects the regenerative ability of coltsfoot. The purpose of this experiment with coltsfoot was to investigate how fragmentation and burial depths affect the time of emergence, number of emerged shoots per rhizome fragment, number of shoots per node, and if the germination ability within nodes changes during the experiment. The rhizome fragments were divided into five different lengths (5, 10, 15, 20 and 25 cm) and planted on seven different soil depths in pots with four repetitions. The planting depths were 1, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 cm. The experiment took place in a greenhouse with day/night-condition 16/8 hours. The temperature was: daily mean maximum 15.6 °C and daily mean minimum 9.3°C. The results showed that the time of first emergence was delayed with increasing burial depth. The difference in final shoot emergence (number of shoots in relation to rhizome length and planting depth) was not statistically significant dependent on rhizome length, planting depth or the interaction between rhizome length and burial depth. However, the factor planting depth was close to statistical significance ($p=0.051$) and no shoot emerged from the shortest rhizome length buried on the greatest depth; while at least one shoot emerged from the other combinations of rhizome length and burial depth. Conclusions of this experiment is that fragmentation of a coltsfoot rhizome system to 10 cm long fragments and then burial, by ploughing, to a depth of 20 cm can have a good effect to control the weed. In that case the time of emergence is delayed for 28 days, at the tested environmental circumstances, which is enough for an annual crop to produce closed stand before any shoots of coltsfoot can emerge.

Innehållsförteckning

Inledning, 4

- Ogräs – fördelar, nackdelar, 4
- Rotogräs, 4
- Vegetativ reproduktion och apikal dominans, 5
- Mekaniska bekämpningsmetoder mot roto­gräs, 6
- Kompensationspunkten, 7
- Fragmentering och djupplacering av rötter/rhizom, 8
- Tussilago farfara* – Hästhov, 10
- Syfte, 14

Material och metoder, 14

Resultat, 17

- Samspelet mellan rhizom­längd och planteringsdjup, 17
- Uppkomst av skott, 19
- Nodernas gröningsvillighet och producerade skott per nod, 20
- Grodda men ej uppkomna skott, 20

Diskussion, 24

- Slutsatser, 29

Referenser, 31

Inledning

Ogräs – fördelar, nackdelar

Ogräs, perenna och annuella, kan ofta kontrolleras bra och effektivt i konventionell växtproduktion med hjälp av herbicider, så länge ogräset inte utvecklar resistens mot herbicidens aktiva substans. I ekologisk växtproduktion finns inte den möjligheten och jordbrukaren måste lita till mekaniska bekämpningsåtgärder samt förebyggande åtgärder på åkern. Detta leder ofta till en större mängd ogräsbiomassa på den ekologiskt odlade åkern jämfört med den konventionella. Även om ogräsen påverkar växtproduktionen negativt, främst genom konkurrens mot kulturväxterna, kan de i vissa fall också ge ett positivt bidrag. Det gäller främst de perenna ogräsen. Bovin (1999) menar att de har en positiv påverkan på ekosystemet genom att rotsystemen möjliggör vatten- och lufttransport djupare ner i jorden. Organiskt material anrikas nere i marken och höjer mullhalten. Tidiga och sena ogräs, som växer före och efter odlingsperioden, kan ta upp näringsämnen och därmed minska eventuell utlakning. I det ekologiska jordbruket ses ogräset som en del av produktionen, men man måste förstås kontrollera ogräsmängden så att den inte påverkar skördenivån för mycket.

Rotogräs

Rotogräs är perenna arter, stationära eller vandrande, med ett stort och mer eller mindre djupt system av rötter eller rhizom (jordstammar). Många rotogräs har förmågan att föröka sig vegetativt och spridas i jorden, med rhizom eller med rötter (Tabell 1). Hos rotogräs med rhizom förser rötterna plantan med vatten och näring från jorden och rhizomen fungerar som förökningsorgan, vilket gör att plantan kan ge upphov till nya plantor när den dör. Som en jämförelse har frön samma funktion som rhizom hos de annuella ogräsen och hos vissa perenna ogräs, men har en större spridningsmöjlighet på grund av bland annat större torktolerans och möjlighet till vindspridning. För de rotogräs som har enbart rötter har dessa både funktionen att hålla plantan levande samt bilda nya skott och därmed plantor (Tabell 1).

Rotogräs är ett vedertaget begrepp för de perenna ogräs som har en stor underjordisk biomassa. För rotogräsen är den underjordiska biomassan avgörande för fortlevnad och vegetativ reproduktion på lokalen. Exempel på rotogräs som är platsbundna, stationära, och inte sprids vegetativt (över åkergränser) är maskros, *Taraxacum vulgare* spp. och krusskräppa, *Rumex crispus*. Krusskräppan har en pålrot och fortplantar sig genom att producera frön som kan ligga vilande i jorden i decennier (Håkansson, 1995). För många rotogräs utgör fröspridningen en mindre del i förökningen, men är dock hos vissa arter enda möjligheten till långväga spridning över åkergränser. Detta kan jämföras med de annuella, ettåriga, ogräsen som brukar kallas för fröogräs därför att de enbart sprids och fortplantas med frön.

Flera av det svenska jordbrukets allvarligaste ogräs är rotogräs som bildar nya skott vegetativt. Kvickrot, *Elymus repens* och åkertistel, *Cirsium arvense*, är två

rotogräs som har skapat problem för främst ekologiska jordbrukare i många årtionden genom att konkurrera med kulturväxterna på åkrarna. De rotogräs som har ett djupt rotsystem med rhizom (exempelvis hästhov, och åkerfräken, *Equisetum arvense*), eller som kan föröka sig via rötterna (åkertistel), är svåra att bekämpa effektivt med olika jordbearbetningsredskap. Kvikrot och åkermolke, *Sonchus arvensis*, som har grunda utbredda rhizom- respektive rotsystem med många utlöpare, skapar problem då det är svårt att förstöra hela systemet så att inga nya skott skjuter upp (Bovin, 1999).

Tabell 1. Jämförelse mellan fem vanliga rotogräs i Sverige (Bakker, 1959; Bovin, 1999)

Ogräs	Spridningsorgan	Rötters/rhizoms djup	Förökning
Hästhov	Vertikalt och krypande horisontellt rhizom.	Finns både i matjorden och nere i alven till mer än 1 m djup.	Förökar sig med krypande rhizomgrenar. Frön gror på 0-1 cm djup.
Kvikrot	Rhizom som är horisontella, långa och förgrenade.	0-10 cm.	Rhizom skjuter skott från högst 15 cm djup. Frön gror på 0-7 cm djup.
Åkerfräken	Krypande rhizom och knölar.	Horisontella och vertikala från plogdjup och ner till ca 2 m.	Rhizomgrenar och knölar skjuter skott från stora djup och sporer sprids med vinden.
Åkermolke	Krypande och horisontella rötter men även nedåtväxande djupt liggande rötter.	Rötter finns huvudsakligen från 0-15 cm djup men även djupare i markprofilen.	Korta rotfragment utvecklar nya plantor på max 15 cm djup. Frön gror på 0,5-3 cm djup.
Åkertistel	Vertikala och horisontella rötter.	Rötter finns huvudsakligen på 15-30 cm djup, ibland ner till grundvattennivån.	Skott utvecklas från rötter på ca 15 cm djup men även från den underjordiska delen av stälken. Frön gror på ca 1 cm djup.

Egenskaperna hos rot- och rhizomdelarna avgör hur stor spridningen kan vara hos rotogräsen. Tillväxten hos rötter/rhizom, regenerationsförmågan, samt på vilket djup rhizomet eller rötterna finns är tre faktorer som bestämmer hur bra ogräsarten kan konkurrera i ett växtbestånd jämfört med ett annat (Hedén & Holstmark, 1993).

Vegetativ reproduktion och apikal dominans

De perenna ogräsen förökas alltså huvudsakligen vegetativt via rötter eller rhizom.

Alla fem arterna i tabell 1 förökas huvudsakligen vegetativt via rötter eller rhizom, deras organ har generativa förmågor, vilket innebär att rötter och skott kan bildas från en planta trots att denna skadats av t.ex. jordbearbetning och även om en växt del separerats från övriga plantan (Hindström, 1988).

Om man jämför ogräs som sprids vegetativt kan man se många morfologiskt sett olika strukturer bland arterna. Cousens & Mortimer (1995) ger exempel på det: knoppar under jord (t.ex. sandlök, *Allium vineale*), knölar (jordmandel, *Cyperus esculentus*), pseudoknoppar dvs. knoppar på stjälken (knylhavre, *Arrhenatherum elatius*) och rhizom (kvickrot och ogräsdurra, *Sorghum halepense*).

Cousens & Mortimer (1995) berättar att då rhizom av kvickrot sönderdelas utvecklas endast noden som är mest apikal och bildar skott. På grund av apikal dominans från det skottet stannar alla andra noder i vila. Chancellor (1974) gjorde undersökningar på kvickrot för att ta reda på hur skotten gror och förhåller sig till dominans från andra skottanlag. Rhizom av kvickrot med mellan 2 och 17 noder per rhizom fick gro på papper utan jord. Det underlättade avläsningen under försökets gång. Resultaten visade att om man tog bort ena rhizomtoppen från en sju noder lång rhizombit började många noder att gro men också att de flesta snabbt slutade växa igen. Det upptäcktes att de skott som låg längst bort ifrån det dominanta skottet slutade växa först och sedan fortsatte det ju närmare den dominanta noden man kom. Vilken nod som helst på en rhizombit kan vara dominant, den nod som är placerad närmast rhizomspetsen är bara ibland den dominanta. I de fallen fungerar det på samma sätt att noderna längst ifrån den dominanta slutar växa först och sedan fortsätter det in mot den dominanta noden. Noderna som sitter närmast den apikala änden på rhizomen gror mer än motsatta noden vid den basala delen och blir dessutom i fler fall det dominerande skottet.

Vegetativ reproduktion sker oftast från stjälk eller rötter/rhizom. I ett stort system av rhizom som får växa fritt kommer flertalet noder aldrig att gro. Detta beror på apikal dominans från de skott som börjat gro (Chancellor, 1974; Håkansson, 1982). Apikal dominans fungerar genom att signaler skickas från det dominerande organet till de dominerade och signalerna styrs av kemikalier som auxin och cytokinin (Bangerth *et al.*, 2000). Håkansson (1982) menar att om man kunde bryta den hämmande effekten, som i det här fallet det dominerande kvickrotsskottet har, skulle plantan dö på grund av onormal tillväxt som dränerar plantan på energi.

Mekaniska bekämpningsmetoder mot rotoogräs

Det finns utarbetade system för att bekämpa rotoogräsen mekaniskt. Kvickrot och åkermolke bekämpas relativt bra med hjälp av stubbearbetning och effektiv dränering, då de har ett grunt liggande rotsystem (Tabell 1). Vanhala & Lötjönen (2004) gjorde försök där man studerade olika kulturväxters påverkan på ogräsbio massan, framförallt åkermolke, och resultaten visade att öppen träda och vallodling var de bästa åtgärderna mot åkermolke men hade också likvärdig effekt på andra perenna ogräs som åkertistel och kvickrot. Undantagen var dock att åkertistel trivdes bättre på trädan än åkermolke och kvickrot klarade sig bättre än

åkermolken i vallen. Öppen träda har dock en del nackdelar som erosionsrisk, utebliven skörd och risk för utlakning men i ekologisk växtproduktion kan det ha en viktig del i växtföljden menar Vanhala & Lötjönen (2004). Åkertisteln och åkerfräken är svåra att komma åt på grund av deras djupgående rötter liksom hästhoven med det djupgående systemet av rhizom (Tabell 1) (Håkansson, 1993).

Rotogräsen är ett växande problem i ekologisk växtproduktion menar Rahbek Pedersen & Dock Gustavsson (2007) och utifrån detta ges förslag på direkta och förebyggande åtgärder mot de vanligaste rotoagräsen. En genomgående förebyggande åtgärd är att välja konkurrenskraftiga grödor och sorter såsom stråsåd samt att plöja djupt antingen på våren eller hösten före sådd beroende på de enskilda ogräsarternas biologi. Vårplöjning är dock bara möjlig på de jordar som tillåter detta, dvs. inte alltför tunga lerjordar.

En viktig metod är utsvaltning av ogräsen vilket innebär att man gör en jordbearbetning då skott från rotoagräsen sticker upp ur jorden men ännu inte uppnått kompensationspunkten. Efter en tid har rhizom- eller rotsystemet skickat upp nya skott ur jorden. Då gör man en jordbearbetning till för att utarma de reproduktiva reproduktionsorganen på lagrad energi.

Det har gjorts en del försök på många rotoagräs, bland annat på hästhov. De nuvarande bekämpningsstrategierna bygger på dessa försök men kunskapen om hästhovens rhizom är inte tillräcklig. Om man fyller dessa kunskapsluckor kan man utarbeta effektivare mekaniska bekämpningsmetoder mot hästhovens rhizom till förmån framförallt för ekologiska bönder men även för miljötänkande konventionella bönder.

Kompensationspunkten

När man utformar bekämpningsmetoder används ofta kompensationspunkten hos ogräsen som en utgångspunkt. Kompensationspunkten används för både för kemiska och mekaniska bekämpningsåtgärder.

När växtsäsongen börjar kommer nya skott att gro ut från övervintrande organ nere i marken. Energin till skotten tas ifrån de befintliga organen men ingen ny energi förs tillbaka då de nya skotten ännu inte har en fungerande fotosyntes. Energibalansen är alltså negativ under denna tid. När skotten utvecklade gröna blad börjar assimilationen av ny energi (Dock Gustavsson & Håkansson, 1995). Energibalansen är negativ tills dess att den mängd energi som förbrukas är lika stor som den mängd energi som bildas, kompensationspunkten. Det är alltså punkten på skottets tillväxtkurva där energin som krävs för att det nybildade skottet ska växa är lika stor som skottets allokering av energi via fotosyntesen. Vid den punkten är torrsubstansvikten som minst. Efter att den punkten är uppnådd har plantan en positiv energibalans och kan tillväxa ännu mer (Dock Gustavsson & Håkansson, 1995). Om energin i rhizomorganen tar slut innan kompensationspunkten uppnåtts kommer skotten att dö.

Kompensationspunkten för några vanliga perenna ogräs anges i tabell 2 och är en avgörande punkt i ogräsbekämpningen. En effektiv jordbearbetning just innan de små ogrässkotten nått sin kompensationspunkt gör att bekämpningseffekten blir bäst, man säger att man svälter ogräset.

Tabell 2. Kompensationspunkten för fem perenna ogräs. Vid denna tidpunkt är ogrässkotten mest sårbara för jordbearbetning. Antal blad längre än 4 cm

Ogräsart	Kompensationspunkt	
Hästhov	3-5 blad	(Rahbek Pedersen & Dock Gustavsson, 2007)
Kvickrot	3-4 blad	(Dock Gustavsson & Håkansson, 1995)
Maskros	knoppstadium	(Rahbek Pedersen & Dock Gustavsson, 2007)
Åkermolke	5-7 blad	(Dock Gustavsson & Håkansson, 1995)
Åkertistel	8-10 blad	(Dock Gustavsson & Håkansson, 1995)

Fragmentering och djupplacering av rötter/rhizom

Håkansson och Kvist (1985) skriver att åkertisteln producerar fler skott per längdenhet om dess rötter är korta jämfört med om de skulle vara betydligt längre. När ett eller flera skott har grott och börjar utvecklas från en rotbit sker en hämning av ytterligare skottbildning. Rask & Andreassen (2006) utförde försök på snårvinda, *Calystegia sepium*, ett perenn djuprotat ogräs som främst finns i trädgårdar och nära släkt med åkerogräset åkervinda, *Convolvulus arvensis*. Ett av försöken innefattade sönderdelning av rhizom och plantering av dessa på olika djup. Resultaten visade att uppkomsttidpunkten fördröjdes med ökande markdjup och minskande längd på rhizombitarna. Men fragmenteringen av rhizomen hade ingen inverkan på skottproduktionen. I ett försök hämmades återväxten hos rhizom planterade på 15 cm djup jämfört med 5 och 10 centimeters djup oavsett hur lång rhizombiten var (Rask & Andreassen, 2006). Timmons (1941) studerade energinivåer i rötter av åkervinda. Resultaten visade att man bör låta skott av åkervinda växa 8-12 dagar efter uppkomst innan man gör en jordbearbetning, då är energinivån i rötterna som lägst.

Turner (1968) gjorde försök på kvickrot. Resultaten från detta försök visade att ett rhizomfragment på 23 cm till nästan 100 % kan producera skott från en nedmyllning till 11 cm djup. Av de rhizomfragment på 2,5 cm som nedmyllades till 11 cm djup lyckades bara knappt 50 % skjuta skott. Rhizomfragmenten som planterades djupt hade dessutom en mindre torrsvikt än de som planterats grunt, enligt mätningar 28, 42 och 63 dagar efter plantering. Detta förklaras av att rhizomen måste förbruka mer reservenergi för att ett skott ska nå kompensationspunkten. Vengris (1962) gjorde liksom Turner försök på kvickrot där bland annat sönderdelningen av rhizom studerades. De resultaten visade att om man finfördelade rhizomet försvann den apikala dominansen vilket påverkade knopparna att gro och producera skott. Det räckte även att täcka en 2,5 cm lång rhizombit med 2,5 cm jord för att rhizomet skulle få problem att producera skott. Om rhizombiten täcktes med 10 cm jord överlevde den inte. Längre rhizombitar hade större chans att överleva djup nedmyllning eftersom de har mer lagrad energi

att satsa på några få skott och därmed kan skjuta gröna skott från större djup. Resultaten visade också att det sker en stor reduktion i vikt av skott och rhizom när nedmyllningsdjupet ökade från 5 cm till 10 cm. Av dessa resultat drog Vengris (1962) slutsatsen att en finfördelning av rhizom ner till 2,5 cm och nedmyllning till 10 cm djup skapar en bra ogräseffekt mot kvickrot.

Effekten av sönderdelning och nedmyllning av åkerfräken undersöktes av Håkansson & Kvist (1985). Rhizom samlades in i maj och i slutet av juni under 1983. Rhizomen sönderdelades i bestämda längder och planterades. Rhizomen skars i längderna 4, 8, 16 och 32 cm och planterades på 5, 10, 15, 20, 25, 32,5 och 40 cm djup i tolvlitershinkar. Resultaten visade att uppkomsten fördröjdes och antalet skott som stack upp ur jorden minskade med nedmyllningsdjupet. Uppkomsttiden skilde inte nämnvärt mellan långa och korta rhizomstycken men de längre rhizomstycken bildade fler skott än de kortare. Faulkner & Young (2006) genomförde ett liknande försök med *Physalis viscosa*, vilket förekommer som ett ogräs i Australien och sprids bl.a. via rhizom. Resultaten här visade på samma tendens, alltså ju kortare rhizomfragmentering (mindre än 10 cm) och djupare nedmyllning (minst 20 cm) desto högre bekämpningseffekt.

Hossain *et al* (1999) undersökte nedmyllningens effekt på uppkomsten av *Panicum repens* och fann att många noder på rhizombiten ledde till större uppkomst även från stora djup. Rhizombitar med en nod lyckades inte skjuta skott från en nedmyllning på 20 cm. Nedmyllning till 50 cm djup hämmade uppkomsten nästan helt. Endast några få skott tog sig upp från bitar med 10 noder, oklart är hur långa rhizombitarna var inklusive noder. Ivany (1997) studerade uppkomsten hos åkermynta, *Menta arvensis*. Han visade att rhizom planterade på olika djup enbart fördröjde uppkomsten och färre skott bildades med ökande nedmyllningdjup. Korta rhizombitar producerade färre skott än längre rhizombitar och slutsatsen som drogs var att plöjning till drygt 20 cm djup skulle ha en ogräsreglerande effekt på åkermynta.

Batson (1998) undersökte om längden på rhizombitar och nedmyllningsdjup påverkade nybildningen av skott hos spanskven, *Agrostis castellana*. Gräset är rhizomatiskt liksom kvickrot. Försöket omfattade tre olika rhizomlängder och fem jorddjup. Rhizomfragmenten innehöll 1, 3 eller 8 noder vilket innebar längder på 1, 4, 5 respektive 10 cm. Det fanns även 0,5 cm internod i båda ändarna, med andra ord fanns det ingen nod i ytterändan av rhizombiten. Djupen var 2,5, 5, 7,5, 10 och 20 cm. Rhizomen fick tillväxa i 11-13 veckor och sedan analyserades de. Resultatet visade att antalet noder som grodde inte påverkades av djupet men väl av rhizomfragmentens längd. Färre noder per längdenhet utvecklade skott då rhizomfragmenten blev längre. Av skotten som utvecklades var det en minskande andel som nådde jordytan då djupet ökade och rhizomfragmenten blev kortare.

Bourdôt (1984) genomförde försök på rölleka, *Achillea millefolium* där den regenerativa förmågan hos rhizomet, d.v.s. skottbildningsförmågan, undersöktes. Resultaten visade här att ju djupare rhizombitarna var nedmyllade desto längre tid tog det innan man registrerade uppkomst oavsett hur långa rhizombitarna var, i

detta fall 4-16 cm. Antalet skott som kom upp minskade med djupet men det slutliga antalet skott ökade med ökande rhizomlängd.

Såvitt jag kunnat inhämta har endast en vetenskaplig undersökning av hästhovens respons på liknande behandlingar publicerats. Leuchs (1961) visade att det räcker med en centimeterlång rhizombit för att ge upphov till en ny planta om den är nedmyllad 4-5 cm i jorden, under förutsättning att det finns en nod på den rhizombiten. Vid djupare nedmyllning behövs större rhizombitar för uppkomst av nya gröna skott. Sedan Leuchs (1961) har, såvitt jag vet, bara Rahbek Pedersen och Dock Gustavsson (2007) forskat om hästhovsrhizomens kapacitet att motstå sönderdelning och nedmyllning, trots att arten är ett besvärligt ogräs för vissa bönder med ekologisk inriktning på sin växtproduktion.

***Tussilago farfara* – Hästhov**

Det allra första belägget i Sverige av denna art är från 1600-talet (Anderberg & Anderberg, 2005). Adolfsson (1995) berättar i en historisk genomgång av svensk litteratur om hästhoven att arten i mitten av 1800-talet kunde observeras på ställen där jorden var mycket kalk- och lerrick. Hästhoven trivdes långsamt med åar och mindre vattendrag.

Under andra halvan av 1800-talet började man kalka åkerjordarna vilket ledde till att hästhoven spreds allt mer. Nu började den konkurrera med kulturväxterna och i slutet av 1800-talet sades hästhoven vara ett ogräs som skapade problem i växtproduktionen. På 1920-talet gjordes en enkätundersökning om ogräsproblemen i det svenska jordbruket och där rankades hästhoven som den tredje viktigaste arten.

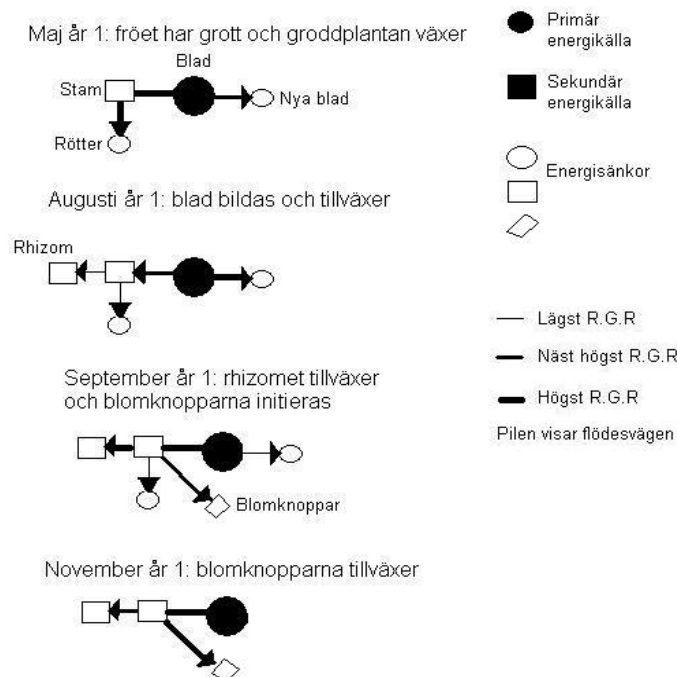
Det latinska artnamnet, *farfara*, kommer från det toskanska namnet för hästhov, Farfara. *Tussilago* är namnet på släktet hästhovar. Det svenska artnamnet, hästhov, tros komma av de hästskoliknande bladen. En annan teori är att det är en förvrängning av ordet *hosthäva* som syftar på det latinska ordet *Tussilago*, ört som häver hosta (Anderberg & Anderberg, 2005). Hästhoven är allmän i Sverige från Skåne i söder till Jämtland i norr och mindre allmän från Västerbotten till Torne Lappmark (Krok & Almquist, 1994).

Hästhoven är ett perennt rotogräs och har ett djupgående rhizom. Den sprids huvudsakligen genom att rhizom växer horisontellt i jorden och arten kallas därför för en vandrande perenn. Den kan även spridas med frön men dessa har liten betydelse för spridningen eftersom frönas livslängd är mindre än 1 år. Hästhovens frön är vårgroende och den blommar från mars till maj (Lundkvist & Fogelfors 2004).

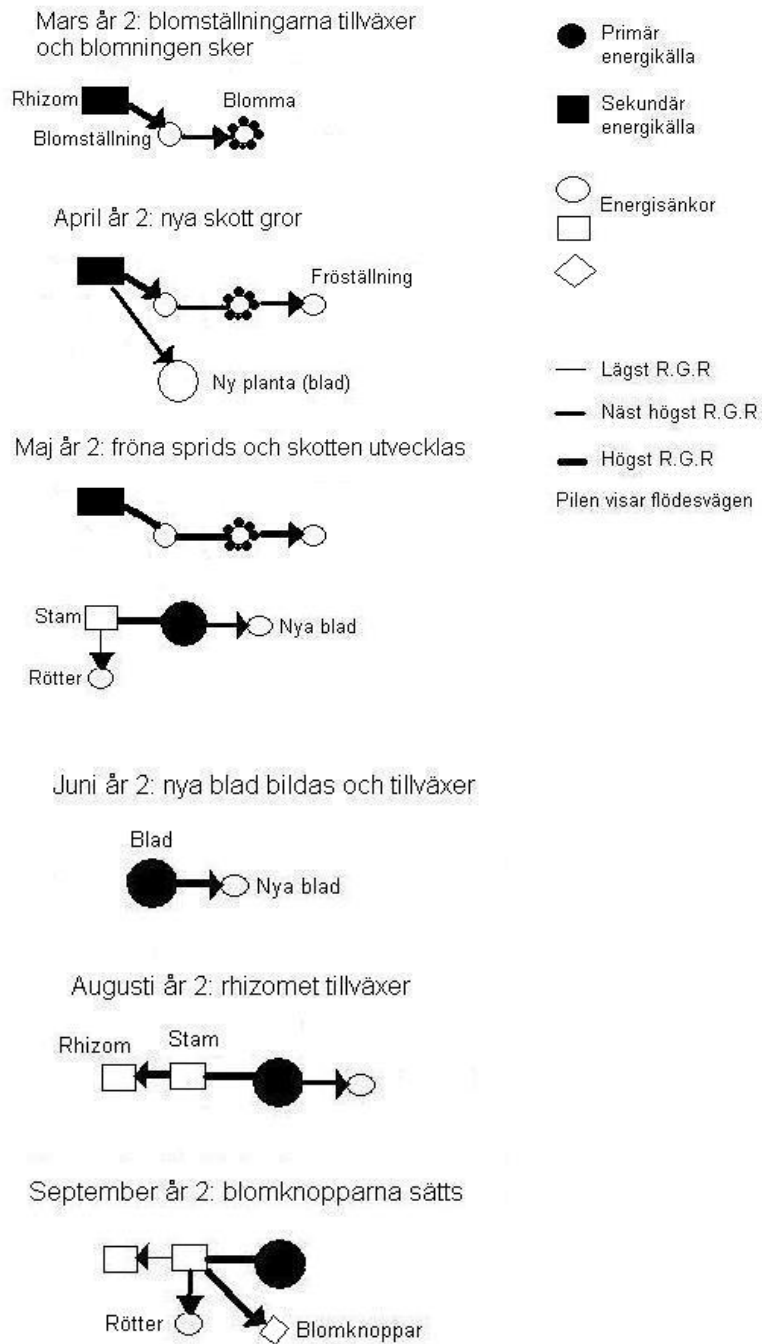
Hästhoven är ett av få perenna ogräs med rhizom som är motståndskraftiga mot jordbearbetning (Håkansson, 1993). På grund av rhizomet är det ett tåligt ogräs och trivs på många olika jordar och i varierande klimat (Myerscough & Whitehead, 1965). Hästhoven trivs inte när det blir för blött, men klarar torra bra

på grund av sina djupgående rötter som kan sträcka sig efter vatten långt ner i markprofilen (Bakker, 1960).

Hästhovens system av rhizom är svårbekämpat och för att skapa en effektiv mekanisk ogräsbekämpning måste man ha god kunskap om artens växt- och förökningssätt (Bovin, 1999). Genom upprepade jordbearbetningar utarmar man energin i rhizomen genom att noderna (skottanlagen) initieras till att gro. Men som bekämpningsmetod fungerar detta bara till en viss del, fullständig eliminering är i princip omöjlig (Håkansson, 1995). Rahbek Pedersen & Dock Gustavsson (2007) redovisade resultat av olika typer av jordbearbetningars effekt på hästhov och konstaterade att djup plöjning på hösten eller våren ger den bästa effekten. Som figur 1a visar tas energin från de utvecklade bladen under våren och hösten år 1 vilket gör den svag mot djup nedmyllning då ingen energireserv finns lagrad i rötter eller i rhizom. I figur 1b är energin under våren år 2 allokerad till rhizom och plöjer man ned rhizomet djupt krävs det mycket energi för att de nya skotten sprungna från noder på rhizomet ska ta sig upp till ytan. På hösten tas energin återigen från bladen på de nya skotten och effekten blir samma som för år 1. Vidare visar Rahbek Pedersen och Dock Gustavsson (2007) att val av gröda och växtföljd har en måttlig effekt på hästhoven men en ett- eller tvåårig vall har ingen effekt. Om precisionsodling eller skonsam ogräsharvning har någon effekt på hästhoven är idag okänt.



Figur 1a. Livscykel hos hästhov det första året efter frögroning illustrerat som ett källa-sänka diagram. De fyllda symbolerna är källorna där energi tas ifrån och de tomma symbolerna är energimottagarna dvs. sänkor. Energin som går mellan symbolerna beskrivs genom den relativa tillväxthastigheten (Relative Growth Rate = \log_e vikten vid t_1 - \log_e vikten vid t_0) (efter Ogden, 1974).



Figur 1b. Livscykeln hos hästhov det andra året, och alla följande år, likadant uppbyggt som figur 1a (efter Ogden 1974).

När ett frö av hästhov gror bildas först en primärrot som växer vertikalt i jorden samtidigt som ett skott med en bladrosett utvecklas ovan jord (Kvist & Håkansson, 1985). Primärroten blir ca 5-10 cm lång innan bladen börjar utvecklas (Bakker, 1960). Frögroningen inträffar i april-maj (Figur 1a) och ca 6 veckor senare när hästhovsplantan har bildat ungefär 5 blad börjar ett rotsystem bildas bestående av adventivrötter. Rotsystemet utgår från den underjordiska delen av stammen. Adventivrötterna förankrar plantan i marken och därefter i augusti börjar rhizom bildas (Kvist & Håkansson, 1985). Primärroten dör 3-4 månader efter groningen då adventivrotsystemet utvecklats (Bakker, 1960). Nya blad bildas under hela sommaren in i september då mycket energi läggs på att bilda nya blomknoppar inför kommande vår.

Figur 1b beskriver händelseförloppet under hästhovens andra levnadsår och börjar i mars med att de under hösten anlagda blomknopparna spricker ut. Detta sker tidigt på våren så snart snön smält. Detta gör hästhoven till ett säkert vårtecken i stora delar av Sverige. Från rhizomet sker vegetativ förökning av nya plantor på våren. Den nybildade plantan från rhizomet har en liknande utveckling som en planta utvecklad från ett frö och Ogden (1974) skriver att året efter att den nya plantan bildats blommar den. Därefter dör rhizomet men ger med det upphov till nytt rhizom. Under tiden mellan bildandet av rhizomet och bildandet av nya vegetativa skott från rhizomet kan det växa mer än 100 cm i längd. Allokeringen av nettoproduktionen till rhizom är störst på hösten (september, oktober). Frön av hästhov har ingen groningsvila och kan därför gro direkt efter att ha släppts från blomman. Ingen sekundär groningsvila finns heller då förmågan för fröet att gro försvinner efter några månader. Alla ovanjordiska skott dör under vintern men små ovanjordiska knoppar kan överleva i skyddade delar av stammen (Bakker, 1960).

Enligt Ogden (1974) förbrukas rhizomens reservenergi vid blomning, se figur 1b. Rhizomen är även lager för kolhydrater som gör att klonen (plantan) klarar sig under vintern. Ogden (1974) anser att strategin med tidig blomning med hjälp av reservnäring utgör en praktisk anpassning för att växa vid höga latituder med korta odlingsperioder och kalla vintrar.

Ogden (1974) visade att på våren när hästhoven gror delas reservenergin mellan blomknopparna och de från rhizomet bildade nya skotten (Figur 1b). Detta innebär att under den tiden färdas energi bakåt och framåt i rhizomet för att tillfredställa behovet av energi till utveckling hos dels blommorna och de nybildade skotten. Bostock & Benton (1979) visade i ett försök där hästhoven odlats i krukor att 20 % av nettoproduktionen allokeras till organ som ingår i den vegetativa reproduktionen. Jämförelsevis allokeras 26 % av hästhovens nettoproduktion under en växtsäsong till blommorna. Kvist och Håkansson (1985) undersökte utvecklingen hos planterade rhizom av hästhov, med avseende på torrsubstansmängden. Rhizomstyckena, 10 cm långa, planterades vintern 1983 och fick växa och utvecklas ostört i trälådor som var 30 cm djupa och hade en area av drygt nitton kvadratdecimetrar. Tjugo rhizombitar lades horisontellt i varje låda och täcktes med 5 cm jord. Observationer under försökets gång gjordes och den 5 maj stack de första örtbladen upp ur jorden. Genom att gräva upp skott vid

bestämda tidpunkter kunde man bestämma torrsubstansmängden hos de olika växtdelarna.

Ur dessa mätningar kunde man se att den 29 maj började utvecklingen av rhizom. Dessa resultat stämmer överens med livscykeln år två illustrerat i figur 1b.

Vid försök där man odlade hästhov i krukor, och lät dem växa ostört i två år hade varje planta utvecklats i medeltal 4 separata rhizomdelar då den planterade rhizombiten dör under andra levnadsåret. Dessa vägde efter torkning 150 g. Varje internod på rhizomen var i genomsnitt 1,5 cm lång med en torrsvikt på 47,4 mg/nod (Bostock & Benton, 1979).

Syfte

Detta försök syftade till att undersöka:

- i. effekten av rhizomfragmentets djupplacering och längd på uppkomsten av hästhov.
- ii. om alla noder på rhizomfragmentet gro eller om den lägger kraft på en enda nod.
- iii. om eventuellt ogrodda noder fortfarande är gröningsdugliga efter 7 veckor i jorden.

Hypoteser

1. Ju djupare rhizomen begravs, oavsett längd på bitarna, desto svårare har skotten för att nå upp till ytan.
2. Storleken på rhizombiten påverkar ett skott positivt genom att ge extra energi att ta sig upp trots en djup nedmyllning. En ökande längd på rhizombiten innebär att ovanjordiska skott kan bildas även från stora planteringsdjup.
3. Det finns ett samspel mellan rhizomlängd och planteringsdjup som gör att uppkomsten påverkas negativt med både minskande rhizomlängd och ökande planteringsdjup.
4. Fler noder på rhizomlängden gör att fler skott får chansen att gro och försöka nå ytan.
5. Positionen för en nod på rhizombiten spelar ingen roll i förmågan att gro.
6. Gröningsvilligheten hos icke grodda noder är oförändrad efter 7 veckor i jorden. Gröningsvilligheten påverkas inte negativt av att bredvidliggande noder har grott.

Material och metoder

Rhizom av tussilago från en population grävdes upp med spade 28/8 2008. Rhizomen togs upp från olika djup men ingen hänsyn togs till detta när försöket inleddes. Rhizombitarna förvarades till försökets start 5/9 2008 i plastpåsar i kylrum i +5°C. Gröningsvilligheten testades direkt efter uppgrävning genom att bitar av rhizomen lades på fuktig sand (Baskarpsand, Askania, Sverige) i petriskålar, som sveptes in i aluminiumfolie för att simulera placeringen i jord. Tio stycken petriskålar preparerades och ställdes i rumstemperatur. Efter en vecka hade

rhizom börjat gro i sju av tio petriskålar. De uppgrävda rhizomen var alltså inte till 100 % gröningsvilliga.

Rhizomen delades upp i fem längder, för att representera olika sönderdelningsgrad, vid jordbearbetning i fält. När rhizommaterialet hade undersökts bestämdes längderna till 5, 10, 15, 20 och 25 cm. Medeldiametern för varje rhizombit var cirka 2,5 mm men de längre rhizombitarna var något grövre i den ända som är närmast vertikalstammen. Detta var sannolikt anledningen till den högre torrsubstansvikten per längdenhet för längdklasserna 20 och 25 cm (Tabell 3). Rhizombitarna planterades i krukor med Hasselfors specialjord (Hasselfors garden, Sverige) (Tabell 4).

Tabell 3. Nodantal (medel ± standardavvikelse) och torrsubstansvikt (medel ± standardavvikelse) för respektive rhizomklass

Rhizombitars längd (cm)	Torrsubstansvikt (g)	Nodantal
5	0,10 ±0,03	2 ±0,8
10	0,21 ±0,12	3 ±0,95
15	0,33 ±0,19	4 ±0,91
20	0,64 ±0,11	5 ±1,33
25	1,16 ±0,49	5 ±1,15

Tabell 4. Hasselfors specialjords uppbyggnad och innehåll

Innehåll av material och näring	%	g/dm ³
Normalsiktad, ljus torv	60	
Grävd svarttorv	25	
Sand	15	
Multimix/PG-mix, NPK 14-7-15		1,3
Kalkstensmjöl		4,5
Dolomitmjöl		2,0

En bit täckväv placerades i botten på krukorna för att förhindra att jorden läckte ut. Därefter hölls ett 5 cm tjockt jordlager ner i krukorna och packades lätt genom att släppa krukorna från ca 10 cm ner på en bordsyta. Antalet noder på varje rhizombit registrerades och bitarna lades i krukorna. De olika planteringsdjupen var: 1, 5, 10, 15, 20, 25 och 30 cm vilket uppnåddes genom att rhizombitarna täcktes med olika mängder jord, från 1 till 30 cm, som sedan packades som ovan.

Krukorna var av svart plast, 20 cm i diameter och 25 cm djupa. För att kunna plantera rhizomet på större djup än vad krukorna tillät byggdes den på genom att plastkrukor med en något mindre diameter placerades ”öppen ände” mot ”öppen ände”. Botten på påbyggnadskrukorna skars ut med kniv. Skotten gavs med det fritt utrymme utåt och uppåt för att kunna ta sig upp till jordytan och ljuset (Figur 2). Varje kruka placerades på ett fat av plast med en total diameter på 26 cm (Figur 2). Fem rhizombitar ur varje viktklass torkades i ugn (105°C i 24 timmar) för att bestämma torrsubstansvikten (Tabell 3).

Varje försöksled upprepades 4 gånger, vilket resulterade 5 längder × 7 djup × 4 replikat = 140 krukor. Tabell 3 visar hur medelnodantalet skiljer mellan

längdklasserna. Medelnodantalet användes för att undersöka om antalet noder påverkat antalet grodda skott. Krukorna placerades ut slumpmässigt i ett växthus med kontrollerade förhållanden, med dag-/nattlängd 16/8 timmar (dygnsmedelmax: $15,6 \pm 1,49^{\circ}\text{C}$; dygnsmedelmin: $9,3 \pm 0,92^{\circ}\text{C}$), utan artificiellt ljus och vattnades med vanligt kranvatten vid behov. Vatten applicerades på fatet och sögs upp underifrån. Ingen extra växtnäring tillfördes än det som jorden innehöll.

Under försökets gång registrerades uppkomsten 3 gånger per vecka. Försöket avslutades efter sju veckor den 20/10. Då hälldes jorden ut och det ursprungliga rhizomfragmentet letades upp och undersöktes efter noder där skott hade börjat gro. Det visade sig ofta att rhizomfragmenten hade brutits ned fullständigt och ibland gick de inte att urskilja dem överhuvudtaget i jorden. Detta tyder på att rhizomfragmentet dör när den lagrade energin tar slut och inget skott har nått upp till ytan. I några fall hade rhizomet delats upp i småfragment på grund av nedbrytning. Av de rhizomfragment där ett eller flera skott bildat gröna blad antecknades, om möjligt, skottets position på rhizomet. Längden på de skott som grott men inte kommit upp mättes.

De rhizomfragment som inte ruttnat, delades i bitar med en nod vardera, och de noder som inte grott placerades i petriskålar på fuktig sand (Baskarpsand, Askania, Sverige) för att undersöka gröningsvilligheten. Petriskålarna sveptes in i aluminiumfolie och placerades i en klimatkammare med temperaturerna $18^{\circ}(\text{dag})/8^{\circ}(\text{natt})$, i två veckor, varpå utgroningen registrerades.

De statistiska analyser som utfördes med hjälp av statistikprogrammet Minitab (Minitab Inc.) var:

- Logistisk regression användes för att analysera hur planteringsdjup, rhizomlängd och samspelet rhizomlängd/planteringsdjup påverkar uppkomsten.
- Linjär regression för hur planteringsdjupet påverkar rhizombitarna genom fördröjning av uppkomst.
- Linjär regression av hur nodantalet påverkar antalet grodda skott per nod för de olika rhizomlängderna.



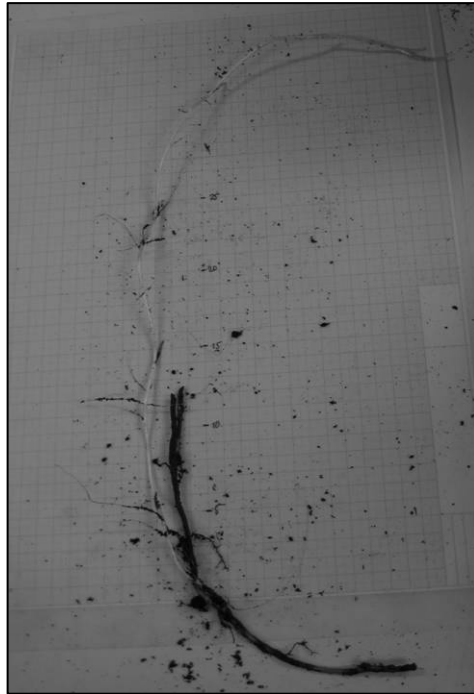
Figur 2. Försökskrukorna i växthuset. Observera faten som krukorna står på samt påbyggnaden på krukorna med stort planteringsdjup.

Resultat

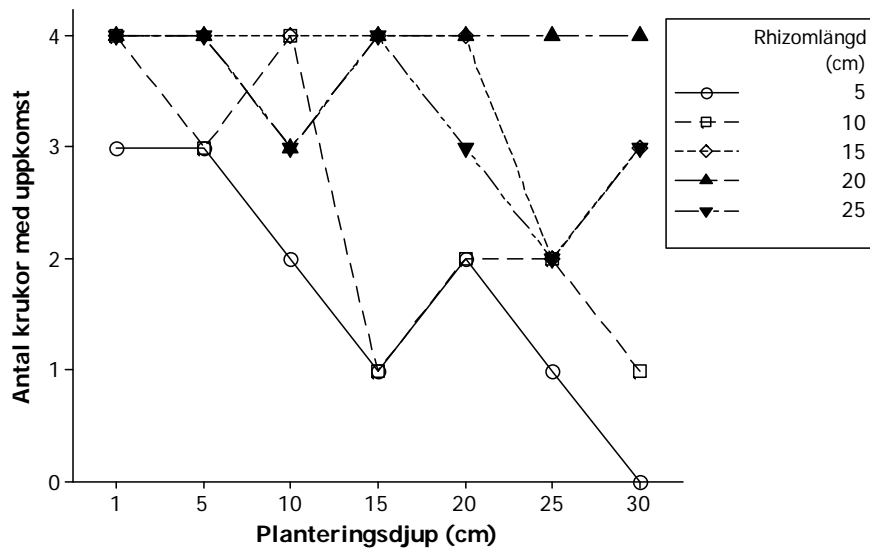
Av 140 krukor i försöket används bara 139 i analyserna eftersom ett skott växte ut genom bottenhålet i en kruka. Många av rhizombitarna var döda vid försökets slut. Av de 28 rhizombitar som var 5 cm långa var 25 mer eller mindre nedbrutna. Av de 25 hade 15 inte bildat något grönt skott. Tio rhizombitar hade bildat ett grönt skott men sedan dött. I några krukor hade skott grott och växt till längder som skulle ha penetrerat jordytan med lätthet (Figur 3), men trots det inte gjorde det. När försöket avslutades registrerades det ifall det ovanjordiska skottet kom från en rhizomspets, dvs. den yttre, intakta spetsen på en rhizombit där bara ena änden skurits av. Av de rhizombitar som bildat ovanjordiska skott (104) härstammade 54 av dem från rhizomspetsar.

Samspelet mellan rhizomlängd och planteringsdjup

För att beskriva samspelet mellan djup och längd plottades de båda i ett diagram (Figur 4). Av detta kan utläsas att för rhizomlängden 5 cm finns en negativt lutande trend vilket innebär att ju större planteringsdjup desto sämre uppkomst. Det registrerades tre krukor för uppkomst från 1 cm planteringsdjup och ingen uppkomst vid 30 cm planteringsdjup. För övriga rhizomlängder finns inget direkt synligt samband.



Figur 3. En skottlängd som överstiger 50 cm. Skottet sitter på en 25 cm lång rhizombit. Dock registrerades aldrig något grönt skott då skottet växt i cirklar och aldrig nått markytan, trots ett planteringsdjup på 10 cm.



Figur 4. Diagrammet visar samspelet mellan olika rhizomlängder av *Tussilago farfara* och planteringsdjupet med avseende på uppkomsten från ett försök som förtgick under 7 veckor.

Den logistiska regressionen (Tabell 5) visade att ingen faktor hade signifikant betydelse för uppkomsten då 0,05 är den signifikanta gränsen för ett p-värde. Rhizomlängden ($p=0,094$) och planteringsdjupet ($p=0,051$) påverkade alltså inte uppkomsten med statistisk signifikans och det fanns heller inget signifikant samspel mellan rhizomlängd och planteringsdjup ($p=0,870$). Planteringsdjupet låg dock så nära gränsen för statistisk säkerhet ($p=0,051$) att det är troligt att ett ökat djup hade en negativ effekt på antal uppkomna skott.

Tabell 5. Logistisk regressionstabell för rhizomlängdernas, planteringsdjupens och kombinationen av rhizomlängdernas och planteringsdjupens påverkan på uppkomst i krukorna

Faktor	Coef	SE Coef	Z	P
Konstant	0,817007	1,04945	0,78	0,436
Rhizomlängd	0,143731	0,0859220	1,67	0,094
Planteringsdjup	-0,106729	0,0546401	-1,95	0,051
Rhizomlängd*Planteringsdjup	0,0006635	0,0040669	0,16	0,870

Uppkomst av skott

Uppkomst skedde huvudsakligen 10-30 dagar efter försöksstarten för alla rhizomlängder (Figur 5). För de 15 cm långa rhizombitarna gällde att planteringsdjupet 20 cm skilde sig i jämförelse med övriga rhizomlängder då uppkomsthastigheten var bättre än för två grundare planteringsdjup, 10 och 15 cm. Trenden för alla rhizomlängder är att större planteringsdjup ger långsammare uppkomsthastighet. Från plantering till uppkomst från de krukor där planteringsdjupet var 30 cm skilde det exakt en vecka mellan längdklasserna (Tabell 7). Tidsdifferensen mellan uppkomst från 1 cm planteringsdjup och 30 cm planteringsdjup minskade med ökande rhizomlängder (Figur 5). De 10 cm långa bitarna visade den största tidsdifferensen, 34 dagar, jämfört med 5 cm rhizom där det gick 30 dagar. För övriga längder var tidsdifferensen: 15 cm – 25 dagar, 20 cm – 20 dagar och 25 cm – 13 dagar. Den linjära regressionen, för hur planteringsdjupet påverkar första uppkomsten för rhizombitarna, visar signifikanta resultat ($p \leq 0,05$) på att tidpunkten för första uppkomst senareläggs med ökande planteringsdjup för de rhizomlängder som ingick i regressionen (Tabell 6). Då det inte var någon uppkomst alls för längden 5 cm på djupet 30 cm och bara ett grönt skott från djupet 25 cm för samma längd, inkluderades inte den längden i analysen.

Tabell 6. Regressionstabell som visar om tidsförskjutningen av uppkomst av skott från olika rhizomlängder av *Tussilago farfara* påverkas av planteringsdjupet. Ett P-värde mindre än 0,05 innebär att planteringsdjupet senarelägger tidpunkten för första uppkomst. För rhizomlängden 5 cm kunde inget bra resultat fås då uppkomsten från planteringsdjupen 25 och 30 cm var för dålig

Rhizomlängd	R2	P
10 cm	0,497	<0,001
15 cm	0,673	<0,001
20 cm	0,546	<0,001
25 cm	0,400	0,001

Nodernas groningsvillighet och producerade skott per nod

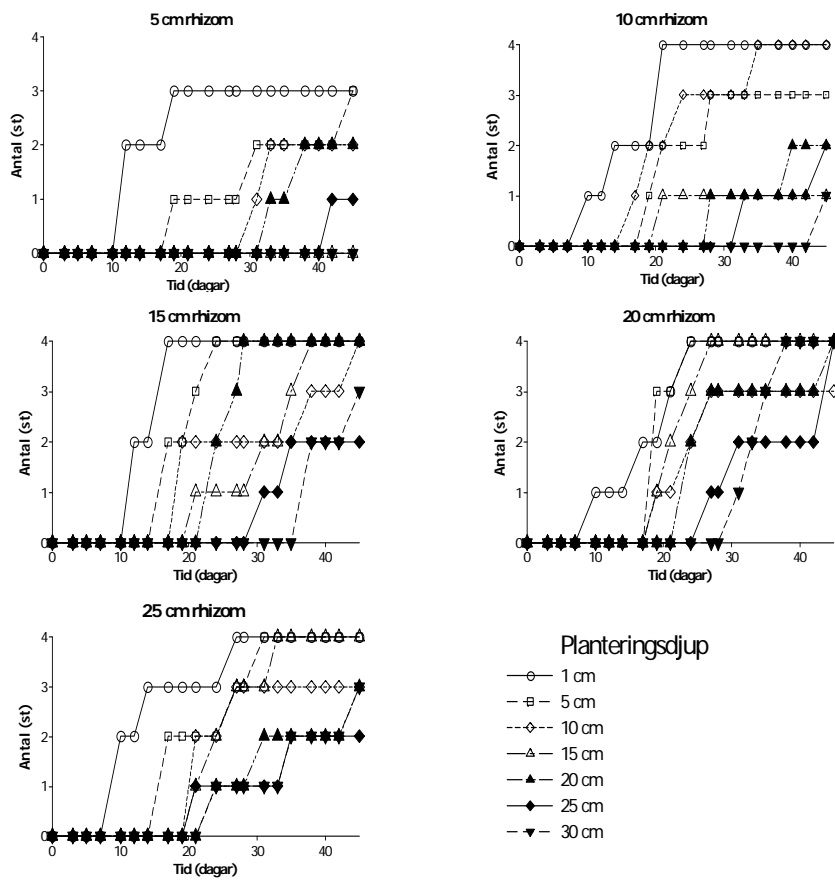
Av de 195 noder som inte hade grott efter 7 veckor i jorden, och inte hade brutits ned helt, hade 132 grott ut efter 2 veckor i mörker i petriskålar på fuktig sand. Fyra noder hade inte grott och 59 noder hade börjat brytas ned utan att ha producerat något skott. Av de fyra ogrodda noderna satt två på samma rhizombit och var de enda noderna på rhizombiten som inte grott under försökets gång. De två andra ogrodda noderna satt på varsin rhizombit där tre noder på respektive rhizombit grodde. Förhållandet mellan antalet noder på rhizomlängder och antalet skott som grott ut från rhizomlängderna som användes i försökskrukorna illustreras i figur 6 där även en regressionslinje som visar hur sambandet mellan nodantalet och antal skott ser ut för respektive rhizomlängd som var planterade i krukorna.

Grodda men ej uppkomna skott

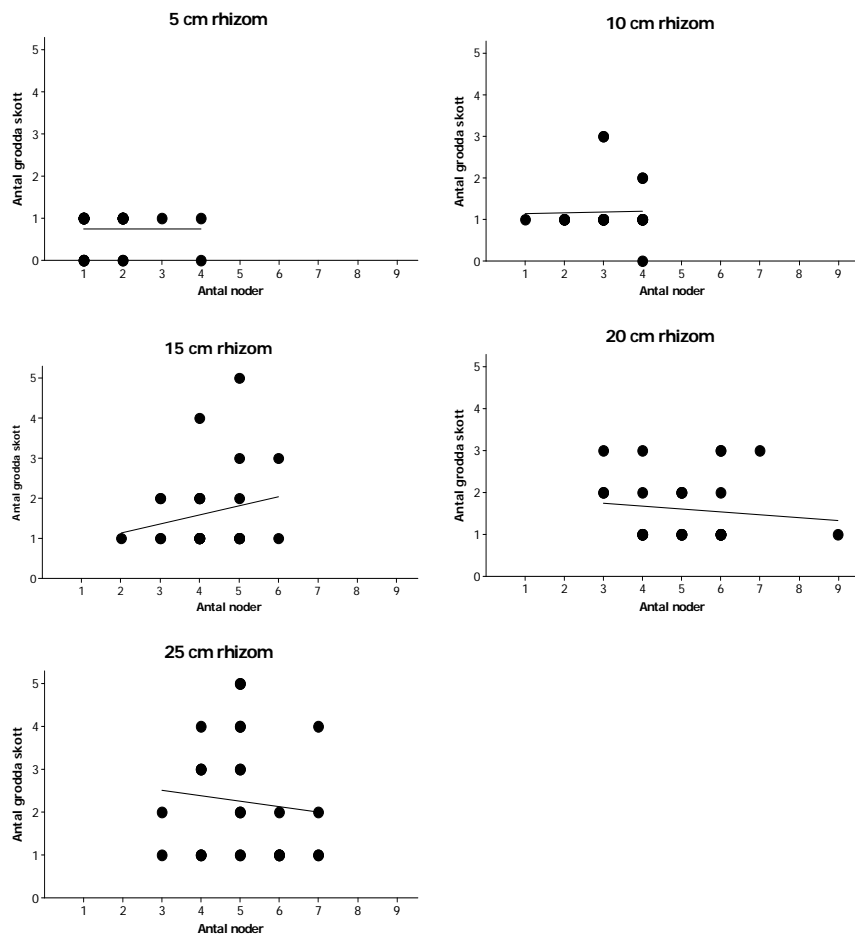
Antalet grodda skott per behandling (ett planteringsdjup kombinerat med en rhizomlängd) som inte hade tagit sig upp till jordytan var i genomsnitt 2,8. Från några rhizombitar kunde skott mätas upp som om de vuxit helt vertikalt skulle ha bildat gröna blad, eftersom skottlängden vida översteg planteringsdjupet, som t.ex. skottet i figur 3. Allt som hittades i varje kruka, efter sju veckor, vid försökets avslut registrerades (Tabell 8).

Tabell 7. Tid från plantering till uppkomst för planteringsdjupet 30 cm hos olika rhizomlängder av *Tussilago farfara*

Rhizomlängd (cm)	Tid till uppkomst (veckor)
5	Ingen uppkomst
10	6
15	5
20	4
25	3



Figur 5. Kumulativ uppkomst av skott från rhizom av olika längd planterade på olika djup i ett försök på *Tussilago farfara* som varade i 7 veckor, i växthus med ca 16/9°C dag/natt-temperatur, utan tillskott av extra näring än det som fanns i försöksjorden.



Figur 6. Antal grodda skott av *Tussilago farfara* (oavsett om de nått jordytan) plottade mot antalet noder på rhizombitarna för de olika längdklasserna. Underlaget är fem rhizomlängder planterade på 1-30 cm djup. De inritade regressionslinjerna för varje längdklass visar sambandet mellan antal noder och antal grodda skott. Varje punkt kan innebära flera krukor, då många rhizombitar i längdklasserna betedde sig likadant. Antalet krukor per punkt ligger mellan 1 och 10.

Tabell 8. Antal uppkomna och ej uppkomna skott från rhizombitar av *Tussilago farfara*. Rhizombitarna var uppdelade i fem längdklasser och planterade på sju olika djup i krukor. Försöket varade i 7 veckor i ett växthus med ca 16/9°C dag/natt-temp. Min-, max- och medianlängder på ej uppkomna skott samt antalet nedbrutna rhizombitar som inte producerat ett grönt skott (4 krukor per behandling). I de försöksled där bara ett skott grott men inte kommit upp visas det som medianvärde. Efter försöket undersöktes varje enskild kruka efter rhizombiten samt eventuella skott från rhizombiten

Längd (cm)	Djup (cm)	Antal uppkomna skott	Antal ej uppkomna skott	Min (cm)	Median (cm)	Max (cm)	Antal nedbrutna rhizombitar
5	1	3	0	-	-	-	1
	5	3	0	-	-	-	1
	10	2	1	-	3,0	-	1
	15	1	1	-	16,8	-	4
	20	2	1	-	13,6	-	2
	25	1	2	8,6	13,55	18,5	2
	30	0	4	8,0	22,35	31,0	4
10	1	4	0	-	-	-	0
	5	4	0	-	-	-	1
	10	4	3	0,1	0,2	5,7	0
	15	1	2	17,3	18,0	18,7	1
	20	2	3	1,0	17,6	20,0	0
	25	2	4	0,1	4,3	35,3	1
	30	1	3	20,7	26,0	33,0	2
15	1	5	1	-	1,0	-	0
	5	4	1	-	2,0	-	0
	10	4	6	0,2	0,35	1,1	0
	15	5	2	0,2	0,5	0,8	0
	20	4	0	-	-	-	0
	25	2	4	0,1	8,05	46,5	2
	30	3	5	0,2	0,8	35,0	0
20	1	5	1	-	0,7	-	0
	5	4	2	0,3	0,3	0,3	0
	10	3	5	1,3	7,3	20,0	1
	15	4	3	0,2	0,2	10,5	0
	20	4	3	0,2	17,0	19,0	0
	25	4	2	0,2	0,7	1,2	0
	30	5	0	-	-	-	0
25	1	4	5	0,2	0,3	3,8	0
	5	4	4	1,0	2,2	2,5	0
	10	3	3	0,3	1,2	57,5	0
	15	5	4	0,4	1,4	1,8	0
	20	4	5	0,2	1,5	18,6	0
	25	2	9	0,2	3,3	43,5	0
	30	3	8	0,4	0,95	37,0	0

Diskussion

Försöket visar att rhizombitarna har en god förmåga att skjuta gröna skott även från stora nedmyllningsdjup. Ett nedmyllningsdjup på 30 cm, för rhizomfragment som är 10 cm eller längre, är inte nog för att förhindra uppkomst (Figur 3). Leuchs (1961) visade att en centimeterlång rhizombit med en nod kan skjuta skott från 0-5 cm planteringsdjup. Från Leuchs resultat kan man skissa ett teoretiskt samband mellan rhizomlängd och planteringsdjup; en centimeters ökning av rhizomlängden skulle ge skott från ett fem centimeter större planteringsdjup. I mitt försök använde jag 5 cm långa rhizombitar innehållande minst en nod. Det skulle innebära att en fem centimeter lång rhizombit med en nod kan skjuta skott, som bildar en ny planta, från max 25 centimeters planteringsdjup. Det sambandet stöds av resultaten från mitt försök då uppkomst, från fem centimeter långa rhizombitar, registrerades från 25 cm planteringsdjup men inte för 30 cm (Figur 4).

Analysen av mina försöksresultat (Tabell 5) visade att planteringsdjupet låg på gränsen för att ha en statistiskt säkerställd betydelse för uppkomsten. Vidare hade inte rhizomlängden någon avgörande betydelse som gick att upptäcka med denna analysmetod, och interaktionen mellan rhizomlängden och planteringsdjupet var inte signifikant. Dock får man, från en visuell inspektion av figur 3, en tydlig indikation på att en tillräckligt kort rhizombit (≤ 5 cm) som planteras tillräckligt djupt (≥ 30 cm) har svårt att skjuta skott som tar sig upp till jordytan. Alltså stöds den första hypotesen; att ju djupare rhizom begravs desto svårare har skott att ta sig upp, av resultaten (Tabell 5). Den andra hypotesen stöds i den meningen att rhizombitarnas förmåga att skjuta långa skott påverkas positivt av deras längd; ingen 5 cm lång rhizombit kom upp från 30 cm djup, dock kan en endast 10 cm lång rhizombit producera ett 30 cm långt skott (Figur 3). Detta betyder, ur praktisk synvinkel, att man bör sönderdela rhizomen i korta fragment och mylla ned till plogdjup (cirka 20 cm) istället för att begrava långa rhizombitar på större djup än 30 centimeter. Detta gör man för att försäkra sig om att rhizomen gror ut, att skotten inte kommer upp till ytan, och att den hypotetiskt nya plantan istället dör.

Tiden från plantering till första uppkomst var 7-10 dagar för alla rhizomlängder. Skillnaden mellan uppkomsttidpunkten för det grundaste och det djupaste planteringsdjupet skilde sig mellan rhizomlängderna (Figur 4). De 10 cm långa rhizombitarna behövde längst tid tills dess att uppkomst från samtliga planteringsdjup hade registrerats i minst en av fyra krukor. För övriga rhizomlängder gällde att tidsperioden, för då det första skottet registrerats från samtliga planteringsdjup i minst en kruka, minskade med rhizomlängden. Det innebar att de 25 cm långa rhizombitarna hade den kortaste och de 5 cm långa rhizombitarna den längsta tidsperioden, ner till 25 cm planteringsdjup. På 30 cm planteringsdjup registrerades ingen uppkomst från rhizomlängden 5 cm. (Figur 4). Skillnaden i tidsperioder innebär att på ett fält där det finns många långa rhizombitar, kommer hästhoven ha ett litet försprång och kan konkurrera bättre med den odlade grödan, jämfört med om det skulle finnas många korta rhizomfragment. Håkansson (2003) skriver att i välplanerad såbädd där utsädet

placerats på rätt djup sker den största delen av uppkomsten, från utsädet, 1-2 dagar efter att den första uppkomsten registrerats på fältet, men att tidsperioden för uppkomst oftast är längre än så, ca 7 dagar för stråsäd. Han beskriver vidare skillnaden i ovanjordisk biomassa av stråsäd och ett annuellt ogräs utifrån egna försök. Resultaten av de försöken visar att en fördröjd uppkomst, till följd av felaktigt såddjup, påverkar den ovanjordiska ogräsbiomassan positivt. Håkansson (2003) visade i ett försök med tvåradigt vårkorn att 18 dagar efter sådd hade kärnorna utvecklats 3-4 blad från normalt såddjup, 4 cm. Med en normal utsädesmängd, 350 kärnor/m² (Fogelfors, 2001), blir beståndet snabbt slutet och när det har skett har hästhoven liten chans att konkurrera om exempelvis ljuset. Av Håkanssons (2003) resultat kan man dra slutsatsen att man ska sönderdela och begrava rhizombitarna så att ingen skottuppkomst av hästhov sker inom tre veckor efter sådden av stråsäden. Ur tabell 6 kan man utläsa att tidsfördröjningen för första uppkomst av rhizomskott påverkades med statistisk signifikans av planteringsdjupet. Ur figur 4 kan man hitta flera kombinationer av rhizomlängd och planteringsdjup där skott inte har kommit upp efter tre veckor. Ett exempel som är praktiskt tillämpligt är 10 cm långa rhizombitar begravda till 20 centimeters djup. Tidsrymden från plantering till uppkomst visar på ett samband mellan planteringsdjupet 30 cm och rhizomlängderna (Tabell 7; Figur 4). Samma resultat, en fördröjd uppkomst med ökande planteringsdjup, fick Rask & Andreassen (2006) när de undersökte snårvindans rhizom samt Håkansson & Kvist (1985) i sina försök med åkerfräken.

Hypotesen vid försökets start var att planteringsdjup och rhizomlängd skulle samspela och att båda faktorerna alltså skulle påverka uppkomsten negativt. Resultaten vad gäller antalet uppkomna skott visade dock att enbart de 5 cm långa rhizombitarna påverkades av planteringsdjupet. På planteringsdjupet 30 cm registrerades ingen uppkomst alls från den rhizomlängden. För övriga rhizomlängder förekom en mer slumpartad uppkomst, utan några synliga samband mellan rhizomlängd och planteringsdjup (Figur 4). Det är alltså bara den kortaste längdklass som stöder den tredje hypotesen; rhizomlängden och planteringsdjupet har tillsammans en hämmande effekt på skottuppkomsten. När krukorna med de 5 cm långa rhizombitarna undersöktes hade de flesta bitarna brutits ned och var svåra att identifiera bland jorden. För flertalet av rhizombitarna kunde varken ett ovanjordiskt eller underjordiskt skott registreras. För det minsta planteringsdjupet, en centimeter, registrerades bara tre ovanjordiska skott samt noll underjordiska skott från totalt 11 noder. Att inga underjordiska skott identifierades kan bero på att någon/några noder börjat skjuta skott efter cirka tio dagar. Energin tog då slut i den korta rhizombiten och nedbrytningsprocessen förstörde eventuella skott.

När jordbrukaren stubbkultiverar finfördelas eventuell rhizom som ligger i jordprofilen. Då kan rhizombitar bildas som härstammar från yttersta rhizomspetsen av en längre rhizomgren. Är de mer gröningsdugliga än bitar som har två avhuggna ändar? I ungefär hälften av alla fall, där minst ett ovanjordiskt skott bildades, var det rhizomens naturliga, ej avklippta, spets som växte upp. Om, och i så fall i vilken utsträckning, en sådan fortsatt tillväxt är en viktig faktor för

uppkomst av hästhovsskott efter en jordbearbetning i fält skulle kunna studeras i framtiden.

I många fall var längdskillnaden mellan de ej uppkomna skotten i krukorna, där ingen uppkomst registrerats, stora. Det kan tyda på att många noder precis börjat gro ut då försöket avslutades, eller stoppats av dominans från det längsta skottet (Tabell 5). I de krukor där ingen uppkomst hade skett fanns det i många fall ett riktigt långt skott och, om fler fanns, var de lika korta som i de fall uppkomst hade skett (Tabell 5). Om man tar bort det längsta underjordiska skottet från de krukor där det inte var någon uppkomst blir variationen i skottlängd likvärdig som för de krukor där det hade skett uppkomst. Det innebär att det skulle ha kunnat registreras uppkomst i några fler krukor, men på grund av olika okända faktorer skedde dock inte det.

Groningsvilligheten var oförändrad för merparten av de ogrodda noderna, vilket stöder den uppställda hypotesen att groningsvilligheten inte påverkas av att intilliggande noder grott. En rhizombit, med fler än en nod, skulle alltså kunna skjuta fler skott, efter det att ett skott från biten tagit sig upp ovanför markytan och börjat fotosyntetisera. Då skiljs det nya skottet från rhizombiten (Figur 1b) och rhizombiten kan då aktivera fler noder som bildar nya skott. Noderna som testades efter försökets avslut var ibland inte helt friska vilket medförde att 59 inte var livsdugliga efter 14 dagar i groningstestet. Men att två tredjedelar fortfarande var groningsdugliga visar att energin i rhizomen inte läggs enbart på ett skott. Energi finns kvar för att, vid behov, kunna skjuta upp fler skott. Det första nya skottet skjuter heller inte tillbaks energi till rhizombiten direkt efter uppkomst (Figur 1b). Ett praktiskt exempel kan vara att en jordbrukare finfördelar ett orört rhizomsystem. Rhizomsystemet delas upp i ett flertal långa rhizombitar med flera groningsdugliga noder på varje bit. Ett fåtal skott skjuts upp, övriga noder ligger vilande. Jordbrukaren gör ytterligare en kultivering och rhizombitarna blir kortare. Bitar som då har noder, som inte grott ut, skickar upp skott. Hade då all energi i den stora rhizombiten, efter första finfördelningen, satsats på ett skott skulle en ytterligare sönderdelning av den biten innebära slutet för hästhovsrhizomet, då inga nya skott skulle kunna bildas. Istället har hästhoven taktiken att inte allokera all energi i ett rhizomfragment till ett enda växande skott. Jordbrukarens utsvältningstaktik, att med jämna mellanrum kultivera på fältet och sönderdela rhizomet när skotten har kommit upp ur jorden, är delvis uppbyggd kring dessa fakta om nodernas groningsvillighet och bevisar också att hästhoven är ett tåligt ogräs inte bara för sitt djupgående rhizomsystem. Sönderdelningsgraden kan också tas i beaktande när man planerar bekämpningsstrategin. Vill man minimera antalet körningar på fältet kan man finfördela rhizomet ordentligt första gången och plöja ned för att motverka uppkomst i största möjliga mån, utan ytterligare åtgärd mot de skott som ändå tar sig upp. Alternativt kan man köra en extra gång och mylla ned de skott som kommit upp efter första grova sönderdelningen, för att svälta rhizomet till viss grad.

Antalet noder på rhizombitarna påverkade inte antalet skott som grodde från en rhizomlängd av viss längd (Figur 5). En viktigare faktor är till exempel vattenbrist,

vilket inte förekom i detta försök men som kan uppstå i fält. Nodantalet ökar ju längre rhizombitarna blir, vilket är logiskt. Kvoten mellan antal skott och antal noder minskar med ökande nodantal. Det bildas alltså fler skott per nod om nodantalet är litet. Den apikala dominansen från den första groende noden är för stor och blockerar fler noder från att skjuta skott vilket innebär att bara ett fåtal noder på de 20 och 25 cm långa bitarna, som har höga nodantal, gror ut. Hypotesen att fler skott gror om nodantalet på rhizombiten är stort stöds inte av mina försöksresultat då regressionslinjerna är horisontella eller endast svagt negativt eller positivt lutande åt båda (Figur 5).

Hossain *et al* (1999) fann, i motsats till mina resultat för hästhovsrhizom, att fler noder på rhizombitar av ogräset *Panicum repens* ledde till större uppkomst på stora djup. I praktiska sammanhang betyder det att jordbrukaren bör finfördela rhizomet i många små delar och nedmylla till plogdjup, hellre än många långa bitar nedmyllade till djup större än plogdjup (≥ 30 cm), vilket även stöder mitt tidigare resonemang att korta rhizombitar begrava på ett relativt stort djup fördröjer uppkomsten av skott. Om rhizombitarna kortas ned kommer fler noder från den ursprungliga rhizomgrenen att aktiveras och börja gro, då minst en nod på varje rhizombit skjutet skott. Fler rhizombitar med färre noder bildar sammanlagt fler skott som dränerar rhizombiten fortare på energi och groningsbara noder. När man jämför Håkansson & Kvists (1985) försök på åkerfräken, som liksom hästhoven har ett djupgående rhizomsystem, med mitt försök på hästhov ser man en tydlig skillnad i antalet uppkomna skott. För åkerfräken minskade skottantalet med ökande planteringsdjupet. För hästhoven kan man dock konstatera att antalet skott inte påverkas nämnvärt, då det i nästan alla krukor med uppkomst bara registrerades ett skott, oavsett planteringsdjup.

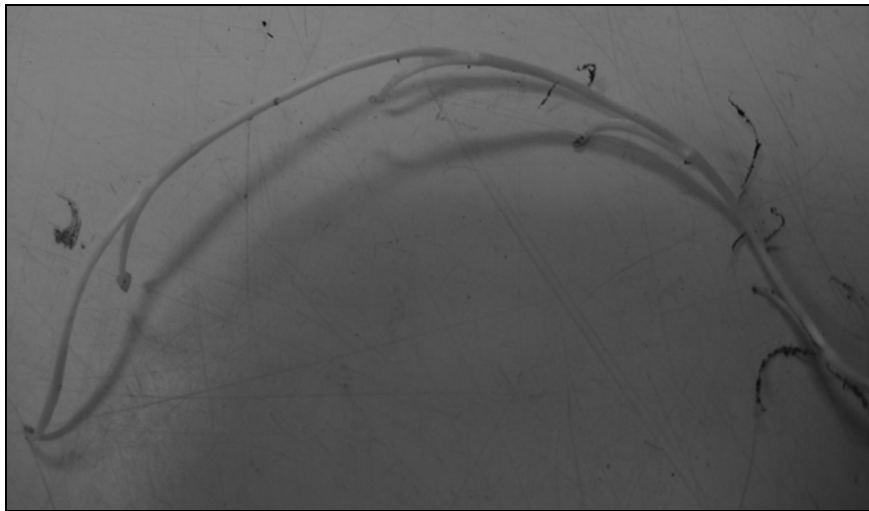
Resultaten i mitt försök stämmer ofta väl överens med vad forskare har upptäckt hos andra perenna ogräs med liknande underjordisk regenerering. Det betyder att en mekanisk ogräsbekämpning där man sönderdelar och nedmyllar kan kombineras till att bekämpa flertalet av de problematiska ogräsen. Hästhov är dock helt olik kvickrot (Vengris, 1962; Turner, 1968) och andra rhizomatiska gräs som spanskven (Batson, 1998), i fråga om att kunna skjuta skott från stora markdjup. Det beror förmodligen på en naturlig utveckling, en ekologisk anpassning. En art med ett djupgående rhizom gynnas av att kunna skjuta skott från relativt djupt liggande noder och ändå nå jordytan. Det i sin tur har gjort att hästhovens utveckling har gått mot ett energirikt rhizom som klarar av att ge skottet energi ända tills den nått kompensationspunkten. Ett annat synsätt på den naturliga utvecklingen kan vara att rhizom med mycket energi som allokeras till skottproduktion kan ha gynnat utvecklingen av ett mer djupgående rhizom.

Ur ett ekologiskt perspektiv visar försöket att hästhoven är en växtart som är tålig mot artificiella störningar. Det kan eventuellt finnas ett samband mellan planteringsdjup och rhizomlängd men i så fall på större planteringsdjup (Figur 3). Rhizomen grävdes upp från ca 25 cm djup och uppåt och det kanske spelar roll i hur villiga de är att gro. Rhizom som finns på större djup ner mot 50 cm är kanske mindre groningsvilliga och måste akklimatisera sig för att kunna gro. Försök på

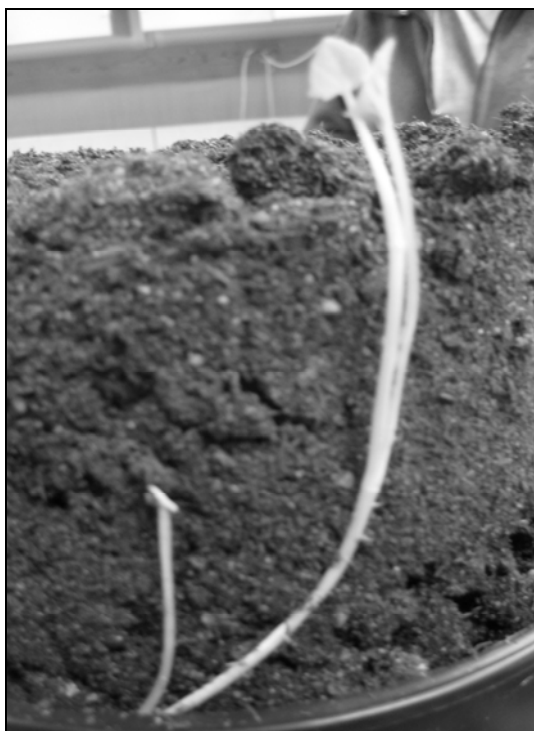
detta skulle vara intressant för att förstå artens ekologi, men torde inte ha någon större praktisk betydelse för jordbrukaren.

Försökets metod att använda krukor och lägga i rhizombitar som var längre än diametern på krukorna kanske påverkade skotten i någon mening. En del skott kom upp längst ut i kanten på krukorna vilket innebär att de sträckt sig upp längs krukans insida där det mekaniska motståndet kanske varit svagare. Å andra sidan finns detta även utomhus på åkrar där sprickor ger mer plats för skottskjutningen.

Figur 7 och 8 visar rhizomskott som bildat underjordiska små gula blad. Skottet på figur 7 nådde inte jordytan men skottet på figur 8 gjorde det. Varför bildas det då blad under jorden? En teori är att skottet förbereder sig inför att det bryter markytan och når ljuset. Då bildas klorofyllet, som är energikrävande att producera, i bladvävnaden och fotosyntesen kan snabbt sätta igång. Alla vävnader bildas under jord, vilket inte kräver ljus, bara energi som den får från rhizombiten.



Figur 7. Rhizomskott med små utvecklade gula blad trots att ingen uppkomst registrerades i krukans under försökets gång.



Figur 8. Skott med både gröna blad ovan jord och gula blad under jord.

Slutsatser

Den praktiska tillämpningen av detta försök är att nedmyllningsdjupet är avgörande för hur lång fördröjning man får av ogräsuppkomsten gentemot uppkomsten av den odlade grödan, detta påvisas av mina signifikanta resultat. Med andra ord är effekten en fråga om förbättrad konkurrenssituation för kulturväxten. För att få en bra bekämpningseffekt skall man sönderdela, med stubbkultivator, den del av hästhovens rhizomsystem som finns på 0-10 centimeters djup till maximalt 10 centimeter långa bitar och därefter plöja ned bitarna till 20 centimeters djup, dock ska det nämnas att plöjning inte gör jorden rhizomfri. Den kommer vända upp och ner på jorden vilket innebär att det oförstörda rhizom som finns mellan 10-20 cm djup hamnar nära markytan. Alternativet är att göra två sönderdelningar i rad, på 0-20 cm djup för att rhizombitarna ska bli så små som möjligt, utan efterföljande nedplöjning, för att förskjuta uppkomsttidpunkten tillräckligt till kulturväxtens fördel. För att fortsätta mitt resonemang, där all rhizom hamnar på 20 cm djup, gör jordbrukaren en såbäddsberedning efter nedplöjningen och sår sitt utsäde. Om uppkomsten av grödan inte störs av yttre omständigheter kommer grödan, under tre veckor, hinna utveckla ett bladverk som täcker marken och som minimerar hästhovens chans till att etablera nya skott. Den just beskrivna metoden med sönderdelning och nedplöjning fungerar, enligt figur 1a och 1b, både inför höst- och vårsädd.

Slutsatserna av mitt försök är att hästhoven är ett riktigt tåligt ogräs. Tack vare sitt energirika rhizom motstår hästhoven ofta jordbrukarens försök att få bukt med den. Det räcker, enligt mina försöksresultat, med en nod på ett 5 centimeter kort rhizomfragment för att ett nytt skott ska kunna skjuta upp ur marken trots en jordtäckning på 10-15 cm. De statistiskt signifikanta försöksresultaten visar att man kan påverka hästhovens möjligheter till att komma upp på fältet genom att sönderdela och begrava relativt korta rhizombitar så att dess uppkomst fördröjs till den odlade grödans fördel i en konkurrenssituation. Vidare visar regressionslinjerna i figur 5 att nodantalet på varje rhizombit inte spelar någon roll för antalet skott som den etablerar, men det betyder också att man genom svältningstaktiken kan få en större frekvens av noder från hela rhizomsystemet att gro ut, genom att sönderdela rhizombitarna i allt mindre bitar och därigenom få noder att skjuta skott. Denna studie har tillfört ny kunskap om hästhovens förmåga att generera skott från sönderdelat rhizom från olika djup. För fortsatta studier på hästhov, i syfte att ytterligare förfina bekämpningsråden, vore det lämpligt att studera rhizomens konkurrensförmåga genom ett liknande försök som mitt, med tillägget att man dessutom sår ett antal frön av kulturväxter i krukorna, för att se hur hästhovens konkurrensförmåga påverkas.

Referenser

- Adolfsson E. 1995. Ogräskontroll i Svenskt lantbruk under tidigt 1900-tal - analys av litteratur och en samtida enkät. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodlingslära. *Seminarier och examensarbeten* 920.
- Anderberg A. & Anderberg A-L. 2005. Den virtuella floran. Naturhistoriska riksmuseet.
- Bakker D. 1960. A comparative life-history study of *Cirsium arvense* (L.) Scop. and *Tussilago farfara* L., the most troublesome weeds in the newly reclaimed polders of the former zuiderzee. I: Harper J. L., *The biology of weeds*, 205-222. Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd.
- Bangerth F., Li C-J. & Gruber J. 2000. Mutual interaction of auxin and cytokinins in regulating correlative dominance. *Plant Growth Regulation* 32: 205-217.
- Batson M-G. 1998. Length of rhizome and depth of burial affects the regeneration of bent grass (*Agrostis castellana* Boiss. et Reuter). *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 1141-1145.
- Bostock S. J. & Benton R. A. 1979. The reproductive strategies of five perennial compositae. *Journal of Ecology* 67: 91-107.
- Bourdôt G. W. 1984. Regeneration of yarrow (*Achillea millefolium* L.) rhizome fragments of different length from various depths in the soil. *Weed Research* 24: 421-429.
- Bovin H. 1999. Reglering av rotogräs i ekologiskt lantbruk. *Jordbruksinformation* 18. Jordbruksverket.
- Chancellor R. J. 1974. The development of dominance amongst shoots arising from fragments of *Agropyron repens* rhizomes. *Weed Research* 14: 29-38.
- Cousens R. & Mortimer M. 1995. *Dynamics of weed populations* 129-133. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dock Gustavsson A-M & Håkansson S. 1995. Åkerogräs - egenskaper och förekomst. Sveriges lantbruksuniversitet: *Speciella skrifter* 59.
- Faulkner S. & Young K. 2006. The effect of rhizome fragment length and burial depth on *Physalis viscosa* L. survival. *15th Australian Weeds Conference, Papers and Proceedings*, Adelaide, South Australia, 24-28 September 2006: Managing weeds in a changing climate. Weed Management Society of South Australia; Victoria; Australia. 130-132.
- Fogelfors H. (Red.) 2001. *Växtproduktion i jordbruket*. Borås: Natur och Kultur/LTs förlag. 155.
- Hedén L. & Holstmark K. 1993. Icke-kemisk ogräsbekämpning. *Jordbruksinformation* 6. Jordbruksverket.
- Hindström M. 1988. Maskros (*Taraxacum vulgare* coll.) - Dess biologi och uppträdande som ogräs på åker. *Seminarier och examensarbeten* - Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodlingslära. Nr 820.
- Hossain M. A., Ishimine Y., Akamine H., Murayama S., Moslem Uddin S. M. & Kuniyoshi K. 1999. Effect of burial depth on emergence of *Panicum repens*. *Weed Science* 47: 651-656.
- Håkansson S. 1982. Multiplication, growth and persistence of perennial weeds. I: Holzner. W. & Numata. M. (red.), *Biology and ecology of weeds*, 123-135. Haag: Dr W. Junk Publishers.

- Håkansson S. 1993. Ogräsreglering i ett miljövänligt jordbruk. *Svenska växtskyddskonferensen*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Håkansson S. 1995. Ogräs och odling på åker. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet* nr 437-438. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Håkansson S. & Kvist M. 1985. Rytmer och viloperioder i vegetativ utveckling och tillväxt hos några fleråriga ogräs. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. *Rapport 156*.
- Håkansson S. 2003. *Weeds and weed management on arable land – an ecological approach*. USA: CABI Publishing. 60-61, 106-111.
- Ivany J. A. 1997. Effect of rhizome depth in soil on emergence and growth of field mint (*Mentha arvensis*). *Weed Technology* 11: 149-151.
- Krok T. O. B. N. & Almquist S. 1994. *Svensk flora*. 28:e upplagan. Stockholm: Liber AB.
- Leuchs F. 1961. Untersuchungen über ökologie und bekämpfungsmöglichkeiten des huflattichs (*Tussilago farfara* L.). *Weed Research* 1: 32-43.
- Lundkvist A. & Fogelfors H. 2004. *Ogräsreglering på åkermark*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. *Rapport 6*.
- Myerscough P. J. & Whitehead F. H. 1965. Comparative biology of *Tussilago farfara* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Epilobium montanum* L. and *Epilobium adenocaulon* Hausskn. I. General biology and germination. *New Phytologist* 65: 192-210.
- Ogden J. 1974. The reproductive strategy of higher plants: II. The reproductive strategy of *Tussilago Farfara* L. *Journal of Ecology* 62: 291-324.
- Rahbek Pedersen T. & Dock Gustavsson A-M. 2007. Rotogräs. *Jordbruksinformation* 2. Jordbruksverket.
- Rask A. M. & Andreassen C. 2006. Influence of mechanical rhizome cutting, rhizome drying and burial at different developmental stages on the regrowth of *Calystegia sepium*. *Weed Research* 47: 84-93.
- Timmons F. L. 1941. Results of bindweed control experiments at the Fort Hays Branch station, Hays, Kansas, 1935 to 1940. *Kansas Bulletin* 296.
- Turner D. J. 1968. *Agropyron repens* (L.) Beauv. – some effects of rhizome fragmentation, rhizome burial and defoliation. *Weed Research* 8: 298-308.
- Vanhala P. & Lötjönen T. 2004. Reglering av åkermolke och andra fleråriga ogräs. *Forskningsnytt om ekologisk landbruk i Norden* 4: 22-23.
- Vengris J. 1962. The effect of rhizome length and depth of planting on the mechanical and chemical control of quackgrass. *Weeds* 10: 71-74.