



Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Timotejens uthållighet i vall

Sebastian Bengtsson



Foto: Sebastian Bengtsson

Självständigt arbete i biologi, 15 hp

Agronomprogrammet – inriktning mark/växt, examensarbete för kandidatexamen

Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Umeå 2015

Examensarbete

Nr 1:2015



Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Timotejens uthållighet i vall

Timothy's endurance in ley

Sebastian Bengtsson

Handledare:

Anne-Maj Gustavsson, SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Examinator:

Cecilia Palmborg, SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program: Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Nivå: Grund G2E

Utgivningsort: SLU Umeå

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Slåttervall i Småland, andraskörd 2011. Foto Sebastian Bengtsson

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap 2015:1

On-line publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Timotej, uthållighet, perennialitet, kompensationspunkt, övervintring, återhämtning, tillväxt

Keywords: Timothy, endurance, compensatory point, overwintering, perennial, growth

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Syfte	3
Metod	4
Resultat.....	4
Perennialitet.....	4
<i>Kompensationspunkt</i>	5
<i>Sidoskott</i>	5
Övervintring	6
<i>Härdning</i>	6
<i>Respiration av inlagrade kolhydrater</i>	6
<i>Avhärdning</i>	7
<i>Sjukdomar</i>	8
Återhämtning efter avslagning.....	9
<i>Energihushållning</i>	10
<i>Kvävets roll</i>	11
<i>Konkurrens</i>	12
<i>Uthållighet i skördesystem</i>	13
Diskussion.....	13
Perennialitet.....	13
Övervintring	15
Återhämtning vid avslagning	16
Tackord.....	17
Referenslista	18

SAMMANFATTNING

Timotej (*Phleum pratense* L.) är ett mycket vanligt vallgräs i nordliga områden i Europa, Kanada och Japan. Fleråriga vallar kan bestå av perenna gräs och baljväxter. Vallarna utgörs oftast av en blandning av flera arter. Timotejens växtsätt och metabolism ger den fördelar men även nackdelar i samodling med andra vallgrödor.

De perenna egenskaperna har gjort timotejen till en uthållig övervintrare. Plantan ställer om sin metabolism när vintern är i antågande. Den kan till och med sänka fryspunkten i sina celler genom inlagring av sockerarter.

Framtida klimat- och miljöfaktorer kan göra det svårare för grödor att övervintra och klara av att hålla ut i en vall som klipps av 2-3 gånger per år. Dock visar försök att timotej avkastar mer i treskördssystem. Timotejens perennialitet gör att den återväxer hela tiden med nya sidoskott, som i sin tur bildar nya sidoknoppar. Plantan är ett s.k. strågräs eftersom den inte behöver vernaliseras för att bilda generativa skott utan gör det både i första skörd och i återväxten.

Timotejens optimala skördetidpunkt har kartlagts så att plantan skall hinna inlagra tillräckligt med energi för att överleva, både inför vintern och i återväxten efter avslagning. Efter skörd använder plantan lagrad energi för att återväxa eftersom den har större cellandningen än fotosyntes. Tidpunkten där plantan går från en negativ nettofotosyntes till en positiv kallas för kompensationspunkt. De nybildade bladen ökar i bladyta och fotosyntetiserar mer och tillväxttakten ökar.

Det är hela tiden en balansgång för växtodlaren med avseende på uthålligheten hos vallgrödorna men även gödningen. En vall klarar av att vara långliggande eftersom det finns olika arter som kompenserar varandra pga. olika tillväxtstrategier, uthållighet och andra artspecifika egenskaper.

I vallblandningar håller timotejen ut genom att den är snabb i återväxten efter varje vinter. Den når då kompensationspunkten snabbast av alla grödor, tack vare inlagringen av energi i stambasen och dess goda övervintringsförmåga.

SUMMARY

Leys in northern areas in Europe, Canada and Japan usually consist of several perennial crops including timothy (*Phleum pratense* L.). The timothy's growth habit and metabolism provides advantages but also disadvantages in intercropping with other forage crops.

The perennial characteristics have made timothy to a sustainable hibernator. The biological processes adapt the metabolism when winter is coming. It may even lower the freezing point of its cells by binding of sugars.

Future climate and other environmental factors may make it more difficult for crops to overwinter and be able to keep the endurance in leys when it's cut of 2-3 times per year. However, experiments with timothy in different harvesting systems in Sweden shows that it's able to withstand more than two harvests per year and give a higher total yield when cut three times instead of two each year. Timothy as a perennial crop allows it to be constantly growing during the season with new buds that are able to form new tillers. Timothy is special because it has the ability to form new generative tillers without vernalisation.

The optimum harvest time before overwintering has been investigated e.g. how much time does the plant need to store enough energy to survive over a winter. Energy is needed for both winter hardiness, de-hardening in spring and regrowth after cutting. After harvesting, the plant has a negative net photosynthesis and it uses stored energy to re-grow. The point where the plant goes from negative net photosynthesis into positive is called the compensatory point. The growth rate of the newly formed leaves increases. It photosynthesizes more and the biomass increases.

It's complicated for a farmer to optimize the harvest time in regard to sustainability. Sustainable leys consist of different species that compensate each other because of different growth strategies, endurance qualities and other species specific qualities.

In forage mixtures timothy keep it's endurance by fast regrowth after each winter. It reaches the compensatory point fastest of all ley crops, thanks to the good overwintering ability and storage of carbohydrates in the stem base.

INLEDNING

Vallgräset timotej (*Phleum pratense* L.) är känd för att vara uthållig, en god övervintrare och vara smaklig. Den är ett tempererat gräs vilket betyder att den är anpassad till ett kallare klimat (MacAdam & Nelson, 2003). Enligt Norgren & Ericson (2000) passar timotejen bäst i ett tvåskördesystem i och med att den har en svag återväxt efter skörd. Trots detta används i praktiken timotejen i de flesta vallblandningar från södra till norra Sverige. Antalet skördar per år varierar från en till tre och i enstaka fall fler än tre.

Beroende på i vilket utvecklingsstadium man skördar timotejen återväxer den på olika sätt. Det är viktigt att tänka på ur ett uthållighetsperspektiv. Utvecklingsstadiet vid vinterhärdning eller avslagning påverkar fortsatt överlevnad och etablering. En timotejplantas överlevnad bestäms till stor del av hur mycket reservnäring den har lagrat in.

Timotejens växtsätt gör att den tillväxer starkt efter avhärdning på våren. Den snabba tillväxten beror på att den är duktig på att hushålla med energi eftersom den kan inlagra energi i den svullna stambasen. Klipp timotejens tillväxtpunkt bort tar plantan av den reservinlagrade energin för att bilda nya knoppar vid stambasen och bilda nya sidoskott. Timotejen har under evolutionen skaffat sig en mycket bra överlevnadsstrategi som passar i våra vallar.

Övervintrings- och återväxtförmågan är beroende av inlagring och förbrukning av energi. Genom translokering av näringsämnen finns energi tillgängligt för att plantan skall kunna upprätthålla sina livsnödvändiga processer. Timotejen har styrkor och svagheter som påverkar uthålligheten. Perennialismen innebär att plantan kan leva i flera år, inte bara en säsong. De dör inte efter blomning som är karaktäristiskt för åreuller. Perenner i Norden behöver vanligtvis överleva en vinter för att kunna producera fröbildande skott och kallas vernalisering. För att klara av vintern måste plantorna vinterhärdas, dessa processer är mycket energikrävande och i uppsatsen redogörs det för hur plantan kan klara en vinter överhuvudtaget. Timotejen samodlas ofta med andra vallgräs där olika egenskaper gör att de kompletterar varandra. Hur timotejen står sig över flera vallår kommer att redogöras för. Frågeställningar om hur övervintringsförmågan påverkas av antalet avslagningar, gödsling eller inlagring av energi i plantan, kommer tas upp.

SYFTE

Att kunna redogöra för varför timotejen är uthållig nog för att fungera och avkasta i alla våra vallar, från södra till norra Sverige. Uppsatsen kommer ta upp och visa hur plantan svarar på avklippning och hur den återväxer, samt att visa hur den förbereder sig för övervintring, samt hur den står sig rent konkurrensmässigt mot andra arter. Mycket tyngd kommer att läggas på grundförutsättningarna. Vad det är som gör timotejen till en bra vallväxt? Det är perennialiteten som ligger till grund för att den kan återväxa från år till år. Allt tas upp ur uthållighetssynpunkt. Målet med detta arbete är att få förståelse för hur perennialiteten påverkar plantan. Genom att få fram konkreta data på hur timotejen fungerar i ett

treskördesystem och på så vis utvärdera om den är tillräckligt uthållig att fungera och vara produktiv i minst treåriga vallar.

Jag har använt mig av vetenskaplig litteratur och rapporter med resultat från olika försök. Information har sökts i Primo (SLU-bibliotekets söktjänst) och Web of Science. Google Scholar användes som komplement. Arbetet riktar sig till rådgivare, växtbiologer och forskare.

METOD

För att knyta ihop timotejens egenskaper med avseende på uthållighet redogörs för hur den klarar en avslagning och vilka processer i plantan det är som pågår. Hur olika skördesystem och tidpunkt för skörd påverkar avkastningen kommer att förklaras. Vilka strategier med avseende på överlevnad skall tillämpas vid etablering och avslagning?

Arbetet bygger på litteraturstudier där den vetenskapliga informationen kommer från böcker, rapporter, hemsidor och vetenskapliga artiklar. Detta har behandlats och sammanställts. I resultatdelen redogörs för perennialitetens, övervintringens och återhämtningens grundläggande förutsättningar för att plantan skall överleva. Dessa premisser ligger till grund för hela arbetet eftersom de krävs för att timotejen skall vara uthållig i vallen. Fältstudier och försök som behandlas är resultat från rapporter där både två- och treskördesystem har tillämpats. Försöken visar bredden på timotejens användningsområde och funktionaliteten i blandvallar i Sverige. Analys av resultat sker sedan i diskussion.

RESULTAT

Perennialitet

Timotejen är en perenn växt, det betyder att den är flerårig. Den invintrar och återväxer varje vår. Perenna grödor används i störst utsträckning i skördesystem med vall (Håkansson, 2003). I de nordiska klimaten är vinterhärdningen viktig för perennialiteten. Den ger timotejen förutsättningar att leva över åren (Nationalencyklopedin, 2014). Det är vanligt att använda termer som lång- och kortdagsförhållanden men det man egentligen menar är kort- och långnattsförhållanden. Timotejen är ett strågräs men fungerar både som ett bladgräs och ett strågräs. Den bildar axbärande skott oavsett tid på säsongen. Anledningen till denna egenskap är att den härstammar från och har utvecklats under tropiska förhållanden (Balasko & Smith, 1971).

Timotej har inga krav på kortdagsförhållanden utan den är långdagsväxt som kräver långdagsförhållanden för att blomningen ska induceras (Wallenhammar, 1999). Den fenologiska utvecklingen sker alltid under långa dagar till skillnad från kortdagsväxter som kräver kortare dagar. Det betyder att kortdagsväxter utvecklas när nätterna börjar bli längre i slutet på sommaren och långdagsväxter utvecklas och tillväxer mest kring midsommar. Det behövs endast några få dygn av lång- eller kortdagsförhållanden för att reaktionerna i växterna skall starta (Wallenhammar, 1999).

Timotej har en svag och långsam tillväxt efter avslagning. Därför har den svårt att hävda sig bland mycket konkurrenskraftiga arter (Håkansson, 2003; Kauppi, 1986). Den långsammare tillväxten för perenna växter som timotej beror på att plantan satsar mer energi på överlevnad och inlagring istället för reproduktion jämfört med årevis (Håkansson, 2003). Det kan bl.a. leda till att deras frön kan få sämre grobarhet och överlevnadsförmåga.

Kompensationspunkt

En stor konkurrensfördel för alla vallväxter är att de når sin kompensationspunkt snabbt. Förr i tiden hade timotejsorterna svagare återväxt och hade svårt att klara konkurrensen i återväxten men dagens timotejsorter klarar sig bättre och är uthålligare i vallen (Østrem et al. 2010). Enligt Håkansson (2003) kan man inte anse en planta etablerad förrän den har en positiv nettofotosyntes. Miljöfaktorerna bestämmer hur lång tid det tar för plantan innan fotosyntesen blir större än respirationen. De kan också påverka plantan negativt som leder till att den vissnar och dör. Vid t.ex. olika väderlekar kan kompensationspunkten vara nådd men efterföljs ändå av varierande nettofotosyntes (fotosyntes minus respiration), både positiv och negativ (Østrem et al. 2010). Timotej är det vallgräset som når sin kompensationspunkt först på våren i tillväxten (Østrem et al. 2010). När gräs har slagits av stannar rottillväxten helt och fortsätter inte förrän plantan har en nettofotosyntes igen och får ett överskott av assimilat (MacAdam & Nelson, 2003). När det stadiet är nått fotosyntetiserar plantan mer än vad den respirerar. Plantan kommer förbi kompensationspunkten och tillväxer för att kunna lägga mer energi på fenologisk utveckling, det vill säga axbildningen och reproduktion (Østrem et al. 2010).

Timotej är ett lite speciellt gräs eftersom den även i återväxten har skott som utvecklar fertila strån, ett s.k. strågräs. Skjuter plantan många fertila strån efter avslagning kostar det mycket energi som tas från reservnäringen. Upprepade avslagningar tär på timotejplantans förråd av kolhydrater (Höglind et al. 2001).

Sidoskott

Timotej är tuvbildande eftersom det bildas nya sidoknoppar vid basen av varje nytt blad. Från nya knoppar bildas det nya sidoskott (Håkansson, 2003). För att vara perenn måste timotejen producera nya sidoknoppar som kan utveckla nya sidoskott. De nya sidoskotten utvecklar ett eget rotsystem och skiljer sig från moderplantan (Gustavsson, 2014). På så vis förökar sig individerna vegetativt och etableringen blir starkare och jämnare (Håkansson, 2003). Seppanen et al. (2010) säger att vernaliseringen påverkar tillväxt och utveckling på våren. Dagslängden på våren i sin tur reglerar hur många axbärande sidoskott som bildas. Timotejen behöver långdagsförhållanden för att bilda många ax och för att axbildningen skall induceras (Gustavsson, 2014).

Övervintring

Härdning

Om en planta överlever vintern eller inte beror på de metaboliska omställningar som måste göras innan vintern. När fotoperioden blir kortare på hösten vet en anpassad planta med hjälp av fytokromerna att det är dags att börja vinterhärda. Fytokromer är grupp proteiner som fungerar som fotoreceptorer (Nationalencyklopedin, 2014). Fytokromerna styr den cirkadiska klockan i växten som påverkas av ljuset, eller rättare sagt mörkret. De känner av när vintern är i antågande. Eftersom det är nattlängderna som är avgörande för ljusreaktionerna det vill säga utveckling och tillväxt. Den cirkadiska rytmen fungerar som en biologisk klocka (Nationalencyklopedin, 2014). Plantan ställer om sin metabolism efter den cirkadiska rytmen. Skulle vintern komma direkt efter en varm sommardag skulle plantorna inte överleva utan frysa ihjäl (Volenec & Nelson, 2003). När vintern kommer måste de flesta timotejplantorna ha hunnit härdas och vara resistenta mot kylan och förberedda för övervintring. Har en sen avslagning skett kan plantorna utvintra eftersom de inte har hunnit inlagra tillräckligt mycket energi för härdning. Energin måste även räcka för avhärdning och tillväxt på våren (Volenec & Nelson, 2003).

Timotejplantan förbereder sig för vintern genom att omfördela och omvandla kolhydrater för lagring och tillgänglighet (Østrem et al. 2011). Härdningen börjar med att hela växten, från rot till topp, börjar torka ut sig själv. Det vatten som är bundet till proteiner och kolhydrater inuti cellerna fryser inte så lätt, medan det fria obundna vattnet i plantans kärlsträngar enkelt kan frysa till is och spränga sönder kärnen. Lösta ämnen, som joner, aminosyror och kolhydrater (osmolyter) blandas med det kvarvarande fria vattnet via osmos och sänker fryspunkten ner till ca $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ och fungerar även som reservnäring i cellernas vakuoler (Østrem et al. 2011). Membranernas lipider ändrar struktur under härdningen för att säkerställa att de håller sig intakta och stabila och att det membranbundna proteinet stabiliseras (Volenec & Nelson, 2003). Ju mer lösta sockerarter som lagrats in i plantan desto större chans har plantan att övervintra (Østrem et al. 2011). I härdningsprocessen som Volenec & Nelson (2003) beskriver minskar koncentrationen inlagrade polysackarider i cellerna eftersom de hydrolyseras till sukros (disackarid) och används sedan som energi till härdningsprocessen. Monossackarider (glukos och fruktos) används för inlagring i leukoplasterna i cellerna. Under vintern mellan oktober och april sker den största minskningen i halten lösta sockerarter i plantan. Kolhydratsammansättningen ändras i plantan. Andelen av de olika sockerarterna ändras vid temperaturskiftningar och vid den tidiga fotosyntesen på våren (Østrem et al. 2011).

Respiration av inlagrade kolhydrater

Innan övervintringen inlagras kolhydrater i timotej och andra tempererade gräs. Det är lättlösliga kolhydrater, främst fruktaner men också sukros, fruktos och glukos (Bertrand, A. 2003). Under övervintringen är glykolys av dessa kolhydrater den största källan till energi istället för fotosyntes. Glykolysen är en omvänd fotosyntes där glukosen bryts ned till koldioxid och vatten. Vanligtvis i plantvävnaden under aeroba (med syre) förhållanden utvinns energi i form av 32-36 molekyler adenosintrifosfat (ATP) per glukosmolekyl. Om det blir ett istäcke så att växten inte har tillgång till syre (anaeroba förhållande) utvinns istället

bara två ATP-molekyler per glukosmolekyl. Anaerob respiration är alltså inte lika effektiv som aerob respiration (MacAdam & Nelson, 2003). Det bildas även giftiga restprodukter vid anaeroba förhållanden som kan påverka plantan negativt (MacAdam & Nelson, 2003). Dessa potentiellt toxiska metaboliter ackumuleras i plantan vid anaeroba förhållanden under metaboliseringen. Det är etanol, laktat och malat i toxiska koncentrationer som bildas genom fermentation av pyruvat (Bertrand, 2003).

Enligt Bertrand (2003) är timotej mer uthållig vid syrebrist vid låga temperaturer än andra tempererade vallgräs. Timotej innehåller mer sukros, fruktos, glukos och fruktaner och metaboliseringen i plantan förvaltar kolhydraterna bättre vid anaeroba förhållanden pga. långsammare metabolisering jämfört med hundäxing, lusern och klöver (Bertrand, 2003). Detta gör den troligtvis för att spara oxiderbara substrat till vartillväxten. Följderna av dåligt förvaltade energireserver eller till och med tömda lager av kolhydrater hotar övervintringen och tillväxtprocesserna på våren och leder i värsta fall till att plantan dör pga. utvintring (Bertrand, 2003).

I försök har man funnit korrelation mellan sockerarter med låg molekylvikt och köldtålighet, främst monosackarider (Rapacz, M. 2000). Hos vissa dikotyledoner lagras fruktaner i form av inulin i rötterna under marken, andra dikotyledoner och tropiska gräs använder stärkelse som reservnäring. Hos tempererade gräs uppehåller sig fruktanerna i vävnad ovanför marken och kan på så sätt omsättas fortare. Fruktaner är den enda polysackarid som inlagras i vakuoler (Wim Van den, 2013).

Fruktaner har fördelar som inte stärkelse har. Stärkelsens biosyntes, dvs. omsättningen av energin, minskar drastiskt under 10 °C medan biosyntes av fruktaner inte påverkas nämnvärt (Pollock, 1986). Fruktaner är mer lättillgängliga eftersom nedbrytning och relokalisering sker snabbare än för stärkelse. Stärkelsenedbrytningen är mera komplicerad och stärkelsen involverar fler enzymer än vid nedbrytning av fruktaner (Van den, 2013).

Under etableringsåret är såtidpunkten avgörande för hur mycket energi i form av sockerarter som inlagras och vilka typer av sockerarter som bildas (Volenec & Nelson, 2003). Østrem et al. (2010) har visat att tidigt sådda plantor har en högre torrsubstansvikt men att de är känsligare för återkommande frost på våren. De visade även att det fanns ett positivt samband mellan totala koncentrationen av sockerarter i plantan och frosttolerans. Plantor med högre koncentration sockerarter var mindre känsliga mot frost. Det fanns även ett positivt samband mellan plantöverlevnad och förmåga att nå kompensationspunkten snabbt hos olika arter eller sorter (Østrem et al. 2010). Timotejens förmåga att anpassa sig inför övervintring gör plantan mer uthållig (Østrem et al. 2010).

Avhärdning

När våren kommer sker avhärdning som går snabbare än härdningen på hösten (Volenec & Nelson, 2003). Plantorna väcks av värmen och börjar fotosyntetisera. Under uppvaknandet och första tillväxten går mycket av den lagrade reservnäringen åt. Det är under det tidiga uppvaknandet som plantorna är som känsligast för väderomslag och miljöfaktorer som kan

vara avgörande för plantans fortlevnad. Sker stora fluktuationer i temperatur hinner inte plantorna återhärdas och de utvintrar p.g.a. detta (Volenec & Nelson, 2003). Vinterhärdigheten är mycket artberoende men bland de vanliga vallgräsen har timotej den bästa övervintringsförmågan (Halling, 2012).

Förmågan hos perenna gräs att härdas och förbli frosttåliga under hela vintern och inte avhärdas och påverkas av milda vintrar är avgörande för om de skall klara av övervintringen. Jørgensen et al. (2010) testade frosttåligheten på timotej genom att ta in timotejplantor vid två tidpunkter och låta dem avhärdas vid temperaturerna 3, 6, 9 och 15 °C. Först tog man in plantor i januari och mätte avhärdningstiden, dvs. hur snabbt de reagerar på temperaturomställningen och anpassade sig till rådande temperatur. Sedan tog man in plantor i april och gjorde samma undersökningar. Testen utfördes på olika sorter av timotej och engelskt rajgräs. Avhärdningsexperimenten vid olika temperaturer följdes alltid av att man utsatte plantorna för frost igen för att mäta hur frosttåliga plantorna var. Detta eftersom man ville göra testerna så realistiska som möjligt med tanke på dagens temperaturfluktuationer. Frosttåligheten visar hur tåliga plantorna är mot snabba väderomslag och förmågan att övervintra. En planta med hög frosttålighet tog längre tid på sig att avhärdas under milda vintrar jämfört med kalla vintrar. Kalla snötäckta vintrar påverkar plantans överlevnadsmöjligheter positivt i jämförelse med milda vintrar (Jørgensen, et al. 2010). Försöken visade att generellt har plantor som avhärdats vid de högre temperaturerna (9 -15 °C) blev känsligare för frost igen och hade ett högre LT50-värde (när 50 % av plantorna dör). Plantorna som var intagna i april var känsligare mot frost jämfört med de som togs in i januari (Jørgensen, M. et al. 2010).

Är plantorna försvagade eller skadade efter övervintring bör man vänta med första skörden till full blomning eftersom beståndet måste hinna återhämta sig och plantorna lagra in energireserver (Volenec & Nelson, 2003). Följden blir att skörden påverkas negativt och att ogräsförekomsten blir högre men genom att fördröja första skörden når grödan oftast tillbaka till normal avkastning (Volenec & Nelson, 2003).

Även kvävegödslingen kan påverka övervintringen. För stora kvävegivor sent på året inverkar negativt på övervintringsförmågan (Nissinen, 2000).

Sjukdomar

En annan orsak till utvintring är ofta svampangrepp. Timotejen klarar av stående ytvatten och istäcke bra men är relativt känslig mot utvintringssvampar (Nissinen, 2000).

Resistensförädling har genom tiderna förbättrat timotejens övervintringsförmåga, speciellt i norra Finland men det är fortfarande lång väg att gå till helt svampresistenta sorter. I stället jobbar man mer med motståndskraftiga sorter (Nissinen, 2000).

Østrem et al. (2011) anser att kolinlagringen har stor betydelse för resistens mot skadegörare, köldtålighet och övervintring eftersom en planta full med energi klarar av mer påfrestningar än en planta med dålig kolinlagring.

Återhämtning efter avslagning

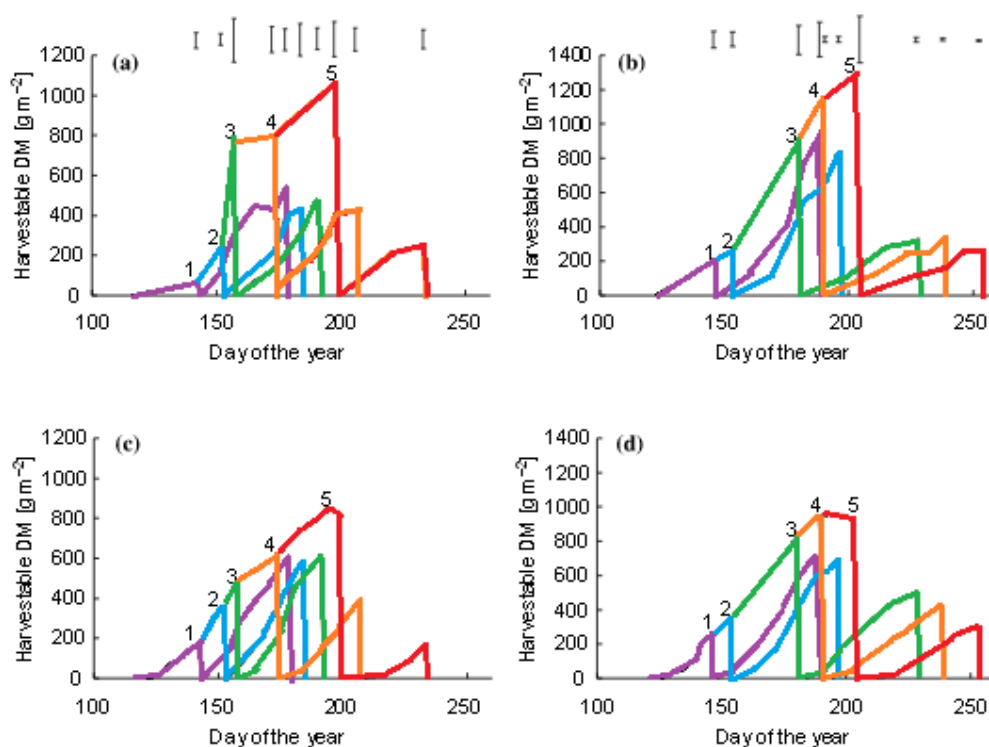
Man skall inte störa timotejen när den är vid sin kompensationspunkt eftersom det är då den lagrade energin är på sin lägsta nivå och en avslagning skulle medföra att plantan inte orkar återhämta sig och dör (Gustavsson & Håkansson, 1995). Från litteratur finns det inget beskrivet utvecklingsstadium hos timotej som säger vad som är optimal skördetidpunkt för att den inte skall utarmas. Hos kvickrot har kompensationspunkten kartlagts så att det är känt att den är i 2-3 bladstadiet (Håkansson, 2003). Det är bra att veta ur bekämpningsperspektiv men för timotej skulle det ha varit bra att känna till vid vilket utvecklingsstadium kompensationspunkten inträffar för att kunna minimera skador och optimera skörd och återhämtning. Skall en planta slås av tre gånger under en växtsäsong är det bra om man har kännedom om fysiologin hos arten eller arterna. På så vis är det större chans att öka antalet regenerativa skott och att förbättra förutsättningarna hos plantan ur uthållighetssynpunkt (Håkansson, 2003).

Timotej är generellt sett känsligare för frekvent avslagning än engelsk rajgräs. Tillväxten efter avslagning blir långsammare eftersom plantan måste börja om med återväxten i form av sidoknoppar när stråna har slagits av. Reservnäringen använder den till att bilda nya reproduktiva skott i återväxten (Höglind et al. 2001). Bildas mest vegetativa bladskott blir inte plantan lika känslig för avslagningar eftersom det inte går åt lika mycket energi till bildning av bladskott som reproduktiva skott (Halling, 2012). Sker avslagningen för nära markytan kan tillväxten fördröjas avsevärt och plantan kan till och med bli utkonkurrerad. De unga skotten dör eftersom plantan har slut på energi och de få skott som överlever blir skuggade av andra grödor som trycker ner dem i beståndet (MacAdam & Nelson, 2003). Inte förrän minst fem blad har utvecklats ovanför den nedersta noden där tillväxten startade börjar timotejplantan utveckla sidoknott. Man kännetecknar timotejen som en svag perenn pga att den inte bildar så många nya sidoknottar (Höglind et al, 2001). Efter avslagning återväxer timotejen oftast med samma antal skott som vid avslagning (Cheplick & Chui, 2001). Seppanen et al. (2010) visade att plantor som vernaliseras under en längre tid bildar färre sidoknott än de som vernaliserades under en kortare tid men detta verkar plantan kompensera för genom att totalt fler skott bär ax i stället.

Höglind et al. (2001) gjorde skandinaviska försök där man bl.a. undersökte återväxten hos timotej vid avslagning vid olika utvecklingsstadier och tid på året (fig. 1). Efter avslagning sker en minskning av biomassan och en fördröjning av plantans utveckling och tillväxt (figur 1). En kort stubb ger skottdöd och fördröjd bladutveckling. Fördröjningsfasen som kan ses i de simulerade kurvorna är längre vid sen än vid tidig första skörd. Där kan man se att en tidig första skörd (punkt 1 och 2) i den vegetativa fasen ger en bättre återhämtning än en sen första skörd (punkt 4 och 5). Optimal skördetid är vid punkt 3 (Höglind et al. 2005). Sent skördat gräs har använt mer energi från energireserverna för att skjuta ax och producera frö. Med mindre energi i återväxten tar det längre tid för plantan att komma igång (Hannaway, 2000). Skördar man i det vegetativa stadiet eller i början på det reproduktiva stadiet är återväxten som snabbast (Höglind et al, 2005). Efter kompensationspunkten ökar i princip torrsubstansvikten exponentiellt (Håkansson, 2003). Timotejen ligger ungefär på samma

totalavkastning varje år i vallen om man tillämpar samma skördesystem under åren (Halling, 2010).

Timotej i ett renbestånd i ett tvåskördesystem var det ca ett och ett halvt ton torrsubstans (ts) mindre i totalskörd per hektar samma år om andraskörden togs den 10 augusti istället för den 7 september. Samma gällde i blandvall med timotej och rödklöver, en tidig andra skörd gav ca ett ton mindre ts skörd (Andersson, 1984). Skillnaderna mellan skördetidpunkterna visar att totalavkastningen blir lägre om skörden tas sent. Fördelarna med tidigare andra skörd är dock att gräset blir mer förberett för vintern. En annan anledning till tidig skörd kan vara att man vill ha bättre foderkvalitet. Den tidigare skörden (10 augusti) bidrog även till högre totalskörd nästkommande år med ca 200 kg ts per ha (Andersson, 1984). Andersson (1984) har även visat att andra skörden blev ca två ton ts högre vid en tidig första skörd jämfört med en sen första skörd. Men när Andersson (1984) räknar ut hur mycket tidig respektive sen första skörd påverkar totalskörd i vallår 3 ger den ett till ett par hundra kilo ts mer om första skörd togs tidigt. Man får inte bara en lite högre totalskörd utan också bättre förutsättningar för timotejen att klara vintern vid en tidig första skörd. Tidpunkten för säsongens sista skörd och för första skörd i en vall menar Halling et al, (2009) är lika viktiga åtgärder för att öka timotejandelen i en vanlig blandvall. Andersson (1984), visar att timotej konkurrerar bättre med rödklöver vid tidig första skörd. En sen första skörd leder till en senare andra skörd vilket betyder att förutsättningarna för god tillväxt och återhämtning på våren blir tar längre tid.



Figur 1. Tidsförloppet för uppmätt i fält (a, b) och simulerad (c, d) ackumulerad biomassa i Ås (a, c) och Vågones (b, d). Nummer i diagrammen refererar till skördetidpunkt vid olika utvecklingsstadiet hos plantorna: 1, bladstadiet; 2, nodsträckning; 3, tidig axgång; 4, axgång; 5, Blomning. (Höglind et al, 2001, figur 4)

Energihushållning

I en planta kan organ vara både kolkällor och kolsänkor beroende på om plantan har ett underskott eller överskott på energi. När en avslagning sker blir rötter energikälla till de nya skotten (MacAdam & Nelson, 2003). Fotosyntesen sker i den gröna vävnaden ovanför marken i mesofyllcellerna som levererar sukros till organ i växten via floemet (Moser & Nelson, 2003).

En hög temperatur påskyndar den fenologiska utvecklingen hos grödan, det betyder att på högsommaren använder plantan energin till respiration och den fenologiska utvecklingen. Vid låga temperaturer råder motsatsen, mindre utveckling och mer inlagring (Andersson, 1984). Beroende på plantans utvecklingsstadium och aktuella väderförhållanden bestäms om energin från fotosyntesen ska gå till underhåll och tillväxt i plantan eller inlagring i stambasen. Mängden fotosyntetisk aktiv vävnad påverkar inlagringen av kolhydrater i plantan. Finns det ingen fotosyntetisk aktiv vävnad bildas inget assimilat som kan inlagras. När tillgången på assimilat i plantan blir begränsad under t.ex. konkurrens eller återväxt efter skörd är det reservnäringen i stambasen som avgör hur uthållig plantan är och hur den klarar av framtida tillväxt och återväxt (Cheplick & Chui, 2001).

Plantan är mycket flexibel när det gäller translokering av kolhydrater (Höglind et al. 2001). När plantan har nått kompensationspunkten transporteras överskottet av assimilat till skotten. Allt eftersom de yngre bladen utvecklas skickar de äldre bladen ner mer assimilat till rötter och andra lagringsorgan eftersom de yngre nu klarar av att försörja ny tillväxt (MacAdam & Nelson, 2003). På äldre skott kan man se hur de äldre bladen nere i beståndet dör bort när de inte längre kan bidra med tillräckligt med assimilat. Då bryts de kolhydrater som inte är strukturella ned till enklare sockerarter som translokteras till de nytillväxta bladen som tar över fotosyntesen. Lättlösliga mineraler som kväve (N), fosfor (P), kalium (K) och magnesium (Mg) följer också med i translokeringen till de översta bladen vilket ökar syntetiseringen av och absorptionen av solljus (MacAdam & Nelson, 2003).

Kvävets roll

När plantans näringsintag minskar och det är ett underskott på näringsämnen används reserverna av kolhydrater och kväveföreningar. Kvävehaltiga ämnen är lika viktiga som kolhydrater vid tillväxt och uppbyggnad av en planta. Det sker samverkan mellan kväve och kol på så vis att kvävet reglerar antalet celler som bildas och kolet används till uppbyggnad och struktur av celler (Andersson, 1984). Kvävehaltiga ämnen används framförallt vid tillväxt och sträckning av nya celler (Andersson, 1984). Vid kvävegödsling stimuleras plantan att växa, främst bladen. Till exempel ser man att i praktiken körs det ut handelsgödsel (kväveföreningar i mineraliserad form) efter skörd för att optimera återväxten (Andersson, 1984). Bakken et al. (1998) visar att remobiliserat kväve, dvs. kväve som redan finns i växten, är den övervägande kväveförsörjningskällan för skotttillväxt de första åtta dagarna efter skörd. Timotejplantan börjar inte ta upp kväve förrän den återhämtat sig i 4 till 6 dagar efter skörd och då i form av nitrat eftersom upptaget av ammonium dröjer ca två dagar till, även om ammonium var enda kvävekällan (Bakken et al. 1998). Lindén (2008) förespråkar dock handelsgödsel direkt efter skörd eftersom det bör vara direkt tillgängligt för växterna.

Växten tillgodogör sig kväve huvudsakligen i form av ammonium (NH_4^+) och/eller nitrat (NO_3^-) via markvätskan. Kväve är viktigt eftersom det ingår i alla aminosyror och de är i sin tur viktiga för växten eftersom de fungerar som byggstenar i enzymer och proteiner. Nukleinsyrorna (DNA och RNA) är också kväverika (MacAdam & Nelson, 2003). Kväveförsörjningen till grödor kommer från handelsgödsel, stallgödsel och mineralisering i jorden av organiskt material bl.a. växtrester. Tillgången och upptaget av kväve påverkar plantans uthållighet. Halten avgör hur mycket protein som kan lagras och användas för tillväxt (MacAdam & Nelson, 2003). Enligt MacAdam & Nelson (2003), har det visat sig att det växttillgängliga kvävet ackumuleras och lagras in på liknande sätt som kolhydrater. Dessa reserver töms vid återväxt efter skörd eller på våren när den fotosyntetiska aktiviteten är låg. Tas kvävet upp som ammoniumjoner kan det tas upp direkt i kväve metabolismen. Nitrat däremot måste genomgå nitratreduktion innan den kan fortsätta i kväveomsättningen till bl.a. aminosyror, nukleinsyror och protein. Tillgången på kväve reglerar och bestämmer takten på celledelning och tillväxt (Sanfridsson, 2005).

Konkurrens

Timotejens tuvbildande växtsätt är effektivt (Cheplick & Chui, 2001). Den kan anpassa sig, monopolisera och befästa sig i miljöer där konkurrensen är hög och intensiv (Cheplick & Chui, 2001). Cheplick & Chui (2001) har visat att timotejens tillväxt reduceras kraftigt i samodling med engelskt rajgräs. Trots den reducerade tillväxten och att rajgräset dominerar håller timotejen ut nere i beståndet och ackumulerar näring för att kunna dra nytta av sin goda vinterhärdningsförmåga (Cheplick & Chui, 2001). I återväxten under säsongen når grödan inte upp till samma nivå av vegetativ tillväxt som innan avslagningen (Cheplick & Chui, 2001).

Halling et al. (2009) har jämfört hur timotej påverkas av olika vallblandningar, vallår och antalet avslagningar per år. Timotej i vallblandning med ängssvingel och rödklöver ger hög avkastning eftersom kombinationen gräs och baljväxter ger ett bra utbyte och utnyttjande av kväve. I blandvall med klöver gynnas timotejen av mycket höga kvävegivor men vid låga eller inga kvävegivor tar klöver överhanden och konkurrerar till slut ut timotejen. Vid tillförsel av handelsgödsel ökade ts-skörden med ökad kvävegiva men rödklöverandelen minskade (Halling et al. 2009). Timotejens största nackdel är den svaga tillväxten efter skörd. Konkurrensförmågan skiljer också beroende på hur och när kvävegivorna läggs. Eftersom höga kvävegivor gynnar svampangrepp och timotej är tåligare mot svampangrepp. En annan konkurrens fördel är den goda övervintringsförmågan vilket gör den tåligare än t.ex. rajgräs och rajsvingel som lättare utvintrar i långliggande vallar (Halling et al. 2009).

Optimal skördetidpunkt avgörs ur skörd och näringssynpunkt. En erfaren lantbrukare använder sig av kunskap, om hur daggrader, väder och hur lång odlingssäsongen är för att bedöma när gräset skall skördas. Förutsättningarna för antalet skördar man kan ta per år är mer geografiska. Tar lagret av kolhydrater i plantan slut kommer den att försvinna från vallen och bli utkonkurrerad av andra växter (MacAdam & Nelson, 2003). Det gäller för plantan att tillväxa snabbt och bilda nya skott och nå kompensationspunkten efter skörd för att kunna fylla på nytt assimilat (Andersson, 1984). Enligt Seppanen et al. (2010) regleras tillväxten på

våren av vernaliseringen och ljuset. Det bidrar till fler axbildande skott i återväxten som kan påverka gräsets foderkvalitet (Andersson, 1984).

Uthållighet i skördesystem

Den vanligaste vallblandningen består av gräsarter blandat med en klöverart. Sådana vallar behåller produktiviteten och kan avkasta bra i upp till 5 år (betesvallar håller längre) (Håkansson, 2003). Timotej är inte uthållig i betesvallar eftersom den inte är tramptålig (Halling, 2012). Man sår vanligtvis in vall i vårgrödor, t.ex. vårkorn, för att de ska få en bra start och etablering men även för att få en skörd under insåningsåret (Håkansson, 2003).

Försök visade att andelen timotej i vallar som skördades fyra till fem gånger minskade signifikant. Intensiva skördesystem tär på timotejen och skördeandelen avtar under året. Men timotejen är mer uthållig än ängssvingel eftersom den har en tendens att komma tillbaka i de äldre vallarna och bidra alltmer till avkastningen (Halling et al. 2009).

Landström (1994) har visat att skördeandelen timotej minskade i en blandvall med timotej, ängssvingel och rödklöver de första tre åren i gödslade försök om kvävegivan var mer än 90 kg kväve per hektar och år i ett tvåskördesystem. Följande år återhämtade sig timotejen och andelen timotej ökade ända upp till det nionde vallåret, så långt som försöken sträckte sig. Vid samodling med timotej, ängssvingel och rödklöver var det timotejandelen som ökade mest med ökad vallålder både med och utan kvävegödsling. I vallar med bara timotej och rödklöver minskade den totala skörden drastiskt efter tre år pga. att det kom in ogräs och arternas dåliga konkurrensförmåga. Blandar man istället in ängsgröe blir ogräsandelen mindre eftersom ängsgröen sprider ut sig och täcker bra. Det leder till ökad konkurrens mot ogräs och man får en jämnare skörd. Försöken med ängsgröe gjordes med olika kvävegivor och visade att ju högre kvävegiva desto högre skörd och konkurrenskraft mot ogräs (Landström, 1994).

Försök med rödklöver och gräsblandningar (30 – 80 % timotej) har visat att tre skördar per år gav högre avkastning än två skördar per år under tre vallår (Halling et al. 2009; Martinsson & Ericson, 2009). Dessa blandningar är optimala för treåriga vallar eftersom äldre vallar ger ett stort skördebortfall. Ju äldre vallarna är desto viktigare är förekomsten av timotej i vallen eftersom den bidrar mest till avkastningen under efter tre år i de äldre vallarna (Halling et al. 2009).

Vid samodling av timotej med ängssvingel och rajsvingel i ett treskördesystem under tre vallår sjönk andelen timotej under säsongen (Jansson, 2010). Timotejens snabba återväxt på våren gjorde dock att den höll sig kvar i vallen trots att andelen minskade under säsongen (Jansson, 2010).

DISKUSSION

Perennialitet

Alla växter som används i vallblandningar är perenna. De överlever år efter år. Timotejens snabba tillväxt på våren är tack vare de klonade sidoskotten från skotten som växte där hösten

innan. I litteraturstudien sade Håkansson, (2003) och Kauppi, (1986) att timotej har svårare att hävda sig bland snabbt växande arter eftersom den återväxer långsammare under säsongen.

Bildning av sidoknoppar gör timotejen perenn. Utan dessa skulle timotejen inte kunna skjuta några nya skott. Dessa knoppar bildar ett eget rotsystem och bildar nya individer som bidrar till det tuvbildande växtsättet. Det intressanta med timotej är att de inte behöver vernaliseras för att bilda ax. Däremot krävs det långdagsförhållanden för axbildningen. Anledningen till varför timotej alltid kan bilda axbärande skott utan att behöva vernaliseras kan bero på ursprunget från tropiska gräs (Balasko & Smith, 1971). Någon fysiologisk förklaring till detta fenomen har jag inte hittat och jag hade gärna sett mer forskning om detta.

Timotejens återväxtförmåga efter skörd gör den till en svag konkurrent i växande gröda men i och med att den är duktig på att vinterhärda och avhärda kommer den oftast tillbaka starkt varje vår. Dess konkurrensfördel är att den kan hålla ut nere i beståndet under säsongen även om en annan art har brett ut sig. Vid avslagning blir förutsättningarna att ta vara på ljuset helt plötsligt lika för konkurrenterna i vallen och timotejen kan då ta till vara på chansen att tillväxa. Detta möjliggörs genom energireservlagringen i stambasen. Den är också till stor fördel när plantan skall nå kompensationspunkten efter avslagning.

Det är viktigt att tänka på avslagningstidpunkt och stubbhöjd eftersom dessa faktorer ligger till grund för hur mycket energi och tillväxtpunkter i sidoknoppar som finns kvar. Det i sin tur bestämmer hur bra återväxten blir. Om man har för låg stubbhöjd riskerar man att skada stambasen som ligger precis ovanför markytan. Stambasen behövs pga. den inlagrade näringen. Svaga bestånd är känsligare vid för många avslagningar och låg stubbhöjd. Dagens sorter klarar sig dock lite bättre eftersom de når kompensationspunkten snabbare.

Innan plantan har nått kompensationspunkten lägger den energi på tillväxt av blad och bladbiomassa för att kunna börja fotosyntetisera, vare sig det är efter sådd eller efter avslagning. Då kommer energin främst från inlagrad energi eftersom det är en negativ nettofotosyntes. Detta är en kritisk tidpunkt för timotejen och störs den av frost eller andra miljöfaktorer på något sätt kan det leda till att plantan dör. Inte förrän bladstorleken blir så stor att fotosyntesen blir större än energiförbrukningen kan assimilat levereras till utvecklingsprocesserna och tillväxt, som stråskjutning och axbildning. Sedan tar fröbildningen fart och det behövs då inte lika mycket assimilat längre, istället inlagras mer i stambasen. Som växtodlare är detta ett kritiskt stadium för att avgöra rätt skördetidpunkt. Man vill optimera plantornas återhämtning och överlevnad genom att tillräckligt med energi finns inlagrat till återväxt. Samtidigt vill man ha ett så energirikt och högvärdigt vallfoder som möjligt som fås vid tidig skörd.

Metabolisering och translokering av kolhydrater och kväve är de viktigaste processerna i växterna vid tillväxt och inlagring eftersom det skall finnas tillräckligt mycket lösliga kolhydrater som plantan kan använda. Innehåll av näringsämnen och sockerarter i växten varierar över säsongen. Försöken visade att timotejplantan innehåller mest lösta sockerarter på hösten vid härdning och på våren när plantorna börjar tillväxa (Østrem et al. 2011). Genom utveckling, anpassning och antalet ljusa timmar vet växten att det är vid denna tidpunkt som

energin behövs för att klara av vintern eller tillväxten. Plantan börjar ställa om sin metabolism. De lösta sockerarterna, då främst fruktaner i timotej, translokeras i cellerna för att sänka fryspunkten och finns där för att förbättra förutsättningarna för plantan i tillväxten på våren.

Plantan optimerar hela tiden utnyttjandet av assimilat genom energihushållning, respiration, tillväxt och lagring. Ur uthållighetssynpunkt är detta utmärkt. Det sker ett samspel mellan alla processer som gör att växten hela tiden utnyttjar sin fulla levnads- och överlevnadspotential. T.ex. när de äldre bladen inte behövs mer translokeras näringen till de nya bladen istället och de gamla bladen vissnar.

Övervintring

Dagslängden avgör när timotejplantan skall ställa om sig för härdning. Det finns olika anpassningar för att klara en övervintring. Timotejen satsar på att optimera överlevnad och att nå kompensationspunkten så snabbt som möjligt efter avhärdning. Vid avhärdning är energireserverna mycket låga och innan plantan kan binda in ny energi måste den nå kompensationspunkten vilket gör den extremt känslig för miljöomställningar och yttre påverkan.

Har man en dålig övervintring kan det bero på en otillräcklig härdning. Härdningen i sin tur påverkas av klimat- och miljöfaktorer. Blir plantorna utsatta för stress påverkas allmäntillståndet. En långsam avhärdning är bäst för överlevnaden och skapar bättre förutsättningar för plantans fortsatta tillväxt. Har plantan en stor mängd inlagrade vattenlösliga sockerarter ger det bättre förutsättningar vid avhärdning. Mängden vattenlösliga sockerarter beror i sin tur på antalet skördar, skördetidpunkt och gödsling på hösten innan härdning. Har man ett skördesystem där avslagningen sker tidigt på hösten hinner timotejen tillväxa tillräckligt innan vintehärdningen. Avhärdningen då blir enklare och överlevnaden bättre.

Skulle man något år få en dålig övervintring bör man, för optimal återhämtning, låta gräset gå i ax till första skörd eftersom den största inlagringen av energireserver sker vid axgång. Det gör att de svaga plantorna får lite längre tid på sig att återhämta sig och lagra in energi för att kunna fortsätta produktionen av biomassa i vallen. Beståndet ”repareras” genom att vänta med skörden.

Jørgensen et al. (2010) har visat i sina försök att plantor som tas in i januari är frosttåligare än plantor som tas in i april. Detta är intressant med dagens rådande klimat där vädret kan ha stora omställningar bara på något/några få dygn. Förädlingsarbetet kommer bli viktigare eftersom Sverige är ett avlångt land och klimatförändringarna står vid dörren. De rådande klimatförändringarna betyder varierande vinterförhållanden som leder till ändrade betingelser vilket kan göra det svårare för plantan att övervintra (Nissinen, 2000). Därför måste förädlingen riktas mot anpassning till klimat och miljöförhållanden. Nya mindre störningskänsliga sorter måste tas fram för att kunna upprätthålla en hög odlingssäkerhet och kvaliteten på vallen. Sorter med tillgång till mer inlagring av energi för att klara av de

fluktuerande temperaturerna och de milda vintrarna samt sorter som är mer motståndskraftiga mot sjukdomar.

Skär en klimatisk temperaturstegring påverkas odlingssystemen ur många synvinklar. Timotejen skulle få problem med otillräcklig härdning på hösten och övervintringsförhållandena skulle bli problematiska. Isbränna och svampangrepp som tar energi från plantan skulle förekomma i större utsträckning och vinterhärdigheten påverkas avsevärt (Nissinen, 2000).

Återhämtning vid avslagning

Hos timotej har man inte kunnat fastställa vid vilket utvecklingsstadium som plantan har sin kompensationspunkt. Det hade varit till stor hjälp för växtodlare att få reda på detta eftersom man då skulle veta när plantorna är som känsligast. Det är undersökningar som hade varit lämpliga för t.ex. ett doktorsarbete.

Bakken (1998) säger att växten inte använder sig av tillgängligt kväve i marken de första dagarna efter avslagning utan translokerar befintligt kväve inom sig. Detta betyder att vara tidigt ute med gödsel inte är till någon fördel utan snarare att vänta några dagar ger en effektivare användning av växtnäringen. Dessutom minimerar man risken för utlakning. Lindén (2008) säger att det är bäst att sprida direkt efter skörd. Handelsgödsel gav då bäst skördepåverkande effekt. Motsägelsen är ett faktum och mer forskning kring detta bör göras eftersom onödigt spridande av kväve är viktigt ur både ekonomiskt- och miljömässigt perspektiv. Att gödsla med stallgödsel direkt efter skörd är en lämplig strategi att använda eftersom det innehåller både oorganiskt kväve som är lättillgängligt och organiskt kväve som måste mineraliseras innan det blir växttillgängligt.

Inlagringen av vattenlösliga kolhydrater påverkar även resistens mot skadegörare, köldtålighet och övervintring (Nissinen, 2000). Det är mycket intressanta områden för forskning eftersom man inte är riktigt på det klara med vad alla olika typer av kolhydrater används till och varför fördelningen ser ut som den gör. En kartläggning av detta hade kanske kunnat hjälpa oss mycket i t.ex. framtida förädling.

För att kunna kontrollera och säkra andelen timotej i vallen bör man tänka på behovet av ljus i beståndet, ha en god vallblandning där sorter kan komplettera varandra i första hand och inte konkurrera. Man vill ha sorter som övervintrar, återväxer och täcker bra det vill säga konkurrerar ut ogräs. Man vill dessutom ha arter som ger höga skördar, har bra näringsvärde, god uthållighet och andra fördelar som en vall kan ge. Timotejens konkurrensfördelar är att den tillväxer snabbt direkt efter avhärdningen på våren eftersom den är en god övervintrare och en relativt snabb avhärdare. Sedan minskar andelen timotej under året men den återhämtar sig och kommer igen starkt varje vår innan första skörd. Timotejplantan är långsam i återväxten och ställs mot svår konkurrens vid samodling när de andra arterna i vallen har återhämtat sig från vintern och hunnit etablera sig och återväxer snabbare.

Höglind et al. (2001) har visat hur viktigt det är med rätt tidpunkt för avslagning vid skörd i tvåskördesystem. Senarelagda andra skördar ger mer skörd det rådande året men däremot gör senarelagda andra skördar det svårare för timotejen att återhämta sig och överleva vintern (Höglind et al, 2001). Följderna blir en lite sämre återväxt och mindre skörd kommande år. Tvåskördesystem i Andersson (1984) och Höglind et al. (2001) har visat att i ett tvåskördesystem går det att få ut en högre totalskörd genom att tillämpa tidigare första skördar under tre vallår som kan ses i fig 1. Från försök av Halling (2009) och Jansson (2010) kan vi konstatera att timotej också fungerar bra i ett treskördesystem. Vid två eller tre avslagningar per år bör tidpunkten för sista skörden inte vara senare än timotejens axgång eller till och med tidigare. Ur uthållighetssynpunkt är det viktigt att ge timotejen tillräckligt med tid för återväxt och inlagring för att kunna klara av vintern och tillväxten på våren. Vid goda förutsättningar kommer den tillbaka starkt varje år i liggande vallar och därför tycker jag att man inte kan påstå att den är lika känslig som det sägs. Den minskade skördeandelen och långsamma återväxten efter avslagning av timotej över en säsong beror på att plantan återväxer med samma antal skott men att den inte producerar till lika mycket biomassa som i första skörd.

Intressant är att i vallar med timotej, ängssvingel och rödklöver som gödslas med minst 90 kg kväve per ha och år klarar sig timotejen i nioåriga vallar (Landström, 1994) och andelen timotej ökar efter tredje skördeåret. Vid samodling med bara timotej och rödklöver är det inte lönt att ha vallen liggande i mer än tre år eftersom skörden minskar drastiskt (Halling et al. 2009).

Det är inte många kilogram i totalskörd året därpå som skiljer mellan tvåskördesystem där man tar första skörden tidigt eller sent men ur övervintringssynpunkt är tidigarelagda skördar att föredra. Det finns då tillräckligt med fotsyntetiserande yta som kan lagra in assimilat i stambasen på hösten. På så vis säkerställs skördarna nästa år eftersom grödan är bättre förberedd inför vintern.

Timotejskördarna över åren (treåriga vallar) blir inte signifikant lägre med vallåldern utan håller sig på en jämn skördenivå mellan åren enligt Halling (2009). Dock ska man ha i åtanke att klimat, miljö och annan påverkan kan bidra till fluktuationer över åren. Timotejens anpassningsförmåga gör den användbar i hela Sverige. Tack vare plantans uppsvällda stambas där energin inlagras klarar den av många olika förhållanden. Den fungerar som en buffert för alla lägen. Den samlar energi inför vinterhärdningen, energin används under vintern och den energi som finns kvar efter avhärdningen på våren använder timotejen för tillväxt mot kompensationspunkten så att den kan börja bilda nya blad och sidoskott.

TACKORD

Till Regional jordbruksforskning i norra Sverige (RJN) och handledare Anne-Maj Gustavsson.

REFERENSLISTA

- Andersson, S. (1984). *Skördetidens inverkan på vallens övervintring*. Rapport från norrlands lantbruksförsökanstalt Röbbäcksdalen Umeå. 1984:10.
- Bakken, A.K., Macduff, J.H. & Collison, M. (1998). Dynamics of nitrogen remobilization in defoliated *Phleum pratense* and *Festuca pratensis* under short and long photoperiods. *Physiology Plant*. 103: 426 – 436.
- Balasko, J.A. & Smith, D. (1971). Influence of temperature and nitrogen fertilization on the growth and composition of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.) at anthesis. *Alliance of Crop, Soil and Environmental Science Societies* 63(6):853–857.
- Bertrand, A. (2003). Oxygen deficiency affects carbohydrate reserves in overwintering forage crops. *Journal of Experimental Botany*. 54 (388): 1721 – 1730.
- Cheplick, G.P. & Chui, T. (2001). Effects of competitive stress on vegetative growth, storage, and regrowth after defoliation in *Phleum pratense*. *Oikos*, 95: 291-299.
- Dock Gustavsson, A-M. & Håkansson, S. (1995). Åkerogräs - egenskaper och förekomst. Sveriges lantbruksuniversitet: *Speciella skrifter* 59.
- Gustavsson, A-M. (2014). Varför är skördetiden så avgörande för vallens näringsvärde. *Nytt från norrländsk jordbruksvetenskap*. 5: 1-8. Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/11381/7/gustavsson_am_140819.pdf (2015-01-07)
- Halling, M. (2010). *Sortval i ekologisk vallodling 2004-2009* [Elektronisk]. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Rapport från institutionen för växtproduktionsekologi, Rapportserie 2010:11) Tillgänglig: <http://pub.epsilon.slu.se/5474/>
- Halling, M. (2012). *Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter: Sortval för södra och mellersta Sverige 2012/2013*. Uppsala, SLU, Institutionen för Växtproduktionsekologi. Version 2012-09-10.
- Halling, M., Bertholds, C., Larsson, M. & Wigh, L. (2009). *Utformning av vallfröblandningar*. SLU, Uppsala. Aktuellt från växtproduktionsekologi. 2009: 6.
- Hannaway, D.B. (2000). *Grass growth and regrowth for improved management* [Elektronisk]. Oregon State University. Tillgänglig: <http://www.fsl.orst.edu/forages/projects/regrowth/print-section.cfm?title=Species> (2014-05-24).
- Håkansson, S. (2003), *Weed and weed management on arable land – an ecological approach*, Cambridge CABI Publishing.

- Höglind, M., Hanslin, H.M. & Van Oijen, M. (2005). Timothy regrowth, tillering and leaf area dynamics following spring harvest at two growth stages. *Field Crops Research*. 93: 51-63.
- Höglind, M., Schapendonk, A.H.C.M. & Van Oijen, M. (2001). Timothy growth in Scandinavia: combining quantitative information and simulation modelling. *New Phytologist*. 151: 355-367.
- Jansson, J. (2010). *Timotejsorters konkurrensförmåga*. Sjuhärad. Hushållningssällskapens multimedia. Mellansvenska försökssamarbetet. Försöksrapport 2010: 82-87.
- Jørgensen, M., Østrem, L. & Höglind, M. (2010). De-hardening in contrasting cultivars of timothy and perennial ryegrass during winter and spring. *Grass and Forage Science*. 65: 38-48.
- Kauppi, K. (1986). Långsiktiga forskningsprojekt i USA: Perenna sädesslag och aztekgröda. *Odlaren*, Nr 4.
- Landström, S. (1994). Vallväxters uthållighet vid intensiv odling. SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, *Röbäcksdalen meddelar*. 1994: 8.
- Lindén, B. (2008). *Flytgödselspridning på hösten*, Uppsala. SLU, institutionen för mark och miljö, precisionsodling, 2008:2.
- Lowell, E.M. & Nelson, J.C. (2003). Structure and morphology of grasses. I: Barnes, R.F., Nelson, C.J., Collins, M. & Moore, K.J. (editors), *Forages an Introduction to Grassland agriculture*, volume I, 6th edition, Iowa State Press: 25-50.
- MacAdam, J.W. & Nelson J.C., (2003). Physiology of forage plants. I: Barnes R.F., Nelson C.J., Collins M., Moore K.J. (editors), *Forages an Introduction to Grassland Agriculture*, volume I, 6th edition, Iowa State Press: 73-97.
- Martinsson, K. & Ericson, L. (2009). *Skördesystem i vall*. Umeå: slutrapport för SLF projekt nr H0541203
- McKenzie, R.E. (1951). The ability of forage plants to survive early spring flooding. *Science agri*.31:358-367.
- Nationalencyklopedin. (2014). *Fotoperiodism*. <http://www.ne.se/lang/fotoperiodism>, Nationalencyklopedin, hämtad 2014-05-25.
- Nationalencyklopedin, (2014). *Fytokromer*, <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/fytokromer>, hämtad 2015-01-07
- Nissinen, O., (2000). Övervintring av vallar. Umeå: SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. *Röbäcksdalen meddelar*, Nr: 1.

- Norgren, M. & Ericson, L. (2000). Sortprovning av vallväxter 1990-1999. Umeå: SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. *Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap*, Nr 3.
- Pollock, C.J. (1986). Fructans and the metabolism of sucrose in vascular plants. *New Phytologist*. 104: 1-24.
- Rapacz, M., Plazek, A. & Niemczyk, E. (2000). Frost de-acclimation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.). Relationship between soluble carbohydrate content and resistance to frost and the fungal pathogen *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. *Annals of Botany*. 86: 539-545.
- Sanfridsson, A-C. (2005). *Kväveomsättning i gräsmark med olika artantal och artsammansättning*. Examensarbete i växtodlingslära, Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap, Umeå, SLU.
- Seppanen, M.M., Pakarinen, K., Jokela, V., Andersen, J.R., Fiil, A., Santanen, A. & Virkajarvi, P. (2010). Vernalization response of *Phleum pratense* and its relationships to stem lignification and floral transition. *Annals of Botany*. 106: 697–707.
- Volenc, J.J. & Nelson, J.C. (2003), Environmental aspects of forage management. I: Barnes R.F., Nelson C.J., Collins M., Moore K.J. (editors), *Forages an introduction to grassland agriculture*, volume I, 6th edition, Iowa State Press: 99-124.
- Wallenhammar, A-C. (1999). Timotejfrövall – kvävegödsling och beståndsutveckling. Örebro läns hushållningssällskap. *Svensk frötidning*, 1999:1.
- Wim Van den, E. (2013). Multifunctional fructans and raffinose family oligosaccharides. *Frontiers in Plant Science*. (4): 247.
- Østrem, L., Rapacz, M., Jørgensen, M. & Höglind, M. (2010). Impact of frost and plant age on compensatory growth in timothy and perennial ryegrass during winter. *Grass and Forage Science*,. 65:15-22.
- Østrem, L., Rapacz, M., Jørgensen, M. & Höglind, M. (2011). Effect of developmental stage on carbohydrate accumulation patterns during winter of timothy and perennial ryegrass. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*. 61:153-163.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) utförda och/eller handledda vid Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet.