



En hållbart intensifierad slåttervall med vitklöver

En litteratursammanställning

Johanna Forss

Examensarbete/Självständigt arbete • (15 hp)
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för växtproduktionsekologi
Agronom mark/växt
Uppsala 2023



En hållbart intensifierad slåttervall med vitklöver. En litteratursammanställning

A sustainable intensified clover grass ley with white clover. A review

Johanna Forss

Handledare: Ingrid Öborn, SLU, institutionen för växtproduktionsekologi
Bitr. handledare: Fatima Furniss El Khosht, SLU, institutionen för växtproduktionsekologi
Examinator: Nilla Nilsson-Linde, SLU, institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Biologi
Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Agronom – mark/växt
Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2023
Omslagsbild: Johanna Forss
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: Etablering, kväve, skördesystem, *Trifolium repens*, vall, vitklöver

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för växtproduktionsekologi

Sammanfattning

Fördelarna med att inkludera vall i växtföljden är många, till exempel kolinlagring, markförbättrande egenskaper och ogräsbekämpning. Intresset för odling av vall ökar när det finns fler avsättningsmöjligheter och ses som ett medel för att uppnå en hållbar intensifiering av odlingssystemet. Genom ett symbiotiskt förhållande med kvävefixerande bakterier minskar behovet av kvävegödsling när baljväxter inkluderas i vallen. Blandvall har flera fördelar gentemot renbestånd av gräs respektive baljväxter, som att kväveeffektiviteten förbättras och ensilaget får en god lagringskapacitet. Vitklöver är en vanligt förekommande baljväxt som används i vallfröblandningar i Sverige. Syftet med arbetet är att genom att sammanställa litteratur undersöka hur man åstadkommer en lyckad/hållbart intensifierad slåttervall med vitklöver med avseende på olika odlingsåtgärder. För att få en bakgrund till varför vitklöver svarar på odlingsåtgärderna på ett visst sätt inleds resultat med att undersöka vitklövers agronomi och morfologi. Odlingsåtgärderna som sedan undersöks i arbetet är inför sådd, skördesystem och kvävegödsling, övervintring och bevattning. En lyckad slåttervall med vitklöver anses vara en vall med 30–50 % vitklöver för att tillgodose tillräcklig kvävefixering för att möjliggöra en reduktion av kvävegödsling och ge ett vallfoder med lämpligt proteinvärde. En avkastning över 9 ton ts per hektar och ett energivärde högre än 10,5 MJ anses som bättre än förväntad.

Tillväxt och överlevnad av vitklöver påverkas starkt av utveckling och spridning av stoloner. Vitklövers fotosyntetiska förmåga kan begränsas i konkurrens med andra arter i vallbeståndet. Dock har vitklöver en förmåga att anpassa sig efter olika förhållanden för att förbättra tillgången till ljus men den har svårigheter att hävda sig vid vallens etablering, varför det är motiverat att vallen ligger längre än två år. Vitklöver är också en uthållig art som inte angrips så lätt av rotröta som rödklöver, vilket gör att den är mer långlivad och passar i en långliggande vall. För att gynna vitklöver bör det finnas god tillgång på kalium och fosfor samt ett pH-värde som inte är lägre än 5,5–6. Vitklöver bör inte odlas på jordar med hög lerhalt, utan passar bäst på lättare jordar med god tillgång till vatten. Val av metod för vallanläggning har inte en betydande inverkan på klöverandelen i ett vallbestånd. Vitklöver passar i ett intensivt skördesystem med minst tre skördar per år för djur med ett stort energibehov. Ett tidigt skördesystem gynnar vitklöverandelen, särskilt vid kvävegödsling. Kvävegödsling hämmar vitklöver och gynnar gräs varför den bör anpassas efter vallens botaniska sammansättning och önskad klöverandel. Största delen av kvävegödseln skall läggas på våren före första skörd och begränsas till återväxtskördarna för att uppnå bästa marginalutbytet och minimera den negativa effekten på vitklöver. Skördetidpunkten för sista återväxtskörden bör anpassas till beståndets tillväxt och de rådande temperatur- och nederbördsförhållandena för att säkerställa god övervintring och vårproduktion av vitklöver. Bevattning har en positiv effekt på vitklöverhalten och den totala avkastningen i ett blandbestånd.

Nyckelord: Etablering, kväve, skördesystem, *Trifolium repens*, vall, vitklöver

Abstract

The benefits of including ley in crop rotations are numerous such as carbon sequestration, soil improving properties and weed management. There is also an increasing interest in cultivating ley since more market opportunities have developed and to include ley in the crop sequence is a means to achieve a sustainable intensification of the farming system. Through a symbiotic relationship with nitrogen-fixing bacteria, the need for nitrogen fertilisation decreases when legumes are included in the sward. Mixed swards have several advantages compared to pure stands of grass or legumes such as improved nitrogen efficiency and good storage capacity of the silage. White clover, a commonly occurring leguminous plant, can be selected for inclusion in ley seed mixtures. The purpose of this work is to, by compiling literature, investigate how to achieve a sustainable intensified clover grass ley with white clover in terms of various cultivation measures. To provide a background on why white clover responds in a certain way to cultivation measures, the results begin by examining the agronomy and morphology of white clover. The cultivation measures explored in this work include sowing methods, harvesting systems, nitrogen fertilisation, overwintering, and irrigation. A successful grass-clover ley with white clover is considered to be a ley with 30–50% white clover to ensure sufficient nitrogen fixation, enabling a reduction in nitrogen fertilisation, and providing ley forage with an appropriate protein value. A yield exceeding 9 tonnes of dry matter (DM) per hectare and an energy value higher than 10.5 MJ per kg DM are considered better than expected.

The growth and survival of white clover is influenced by the development and spread of stolons. Competition with other species within the sward can limit white clover's photosynthetic ability, leading to white clover trying to adapt to improve light conditions. However, white clover has difficulties asserting itself in the establishment of the sward, making it advantageous to maintain the sward for more than two years. White clover is also a persistent species that is not as easily attacked by root rot as red clover, which makes it more long-lasting and suitable for a long-term sward. White clover requires an ample providing of potassium and phosphorus, while maintaining an appropriate pH level not below 5.5–6, is essential to promote white clover growth. Cultivation of white clover should not occur in soils with high clay content, and it is best suited in sandy and silty soils with high precipitation. The choice of method for the establishment of the ley does not have a significant impact on the proportion of white clover in the sward. White clover is suitable in an intensive harvest system with at least three cuts to achieve a high-quality forage for animals with a high energy demand. An early harvest system favors the amount of white clover in the sward, especially when fertilised with nitrogen. Nitrogen fertilisation inhibits the nitrogen fixation of white clover ability and growth, favoring grasses. Most of the nitrogen fertiliser should be spread before the first harvest thus limited to the regrowth. The timing of the final harvest should be adapted to the growth of the sward and prevailing temperature and precipitation conditions to ensure successful overwintering and spring production of white clover. Irrigation positively impacts the proportion of white clover within a mixed sward as well as the total yield.

Keywords: White clover, ley, *Trifolium repens*, botanical composition, yield

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Förkortningar	7
1. Inledning	8
1.1 Vall på åkermark	8
1.1.1 Vall ökar kolinlagringen.....	8
1.1.2 Förfruktseffekter vid odling av vall	9
1.1.3 Potential och incitament för vallodling i Sverige	9
1.2 Baljväxternas roll i vallen	10
1.2.1 Kvävefixering i vallen	10
1.2.2 Proteinutnyttjande vid utfodring av baljväxter	11
1.2.3 Vitklöver i vallen	11
1.3 Syfte	12
1.4 Metod	12
2. Resultat	14
2.1 Agronomi och morfologi – <i>Trifolium repens</i>	14
2.1.1 Vitklöverplantans tillväxt och utveckling	14
2.1.2 Bladutveckling och ljuskonkurrens	15
2.1.3 Abiotiska faktorer vid etablering av vitklöver	16
2.2 Inför sådd	17
2.2.1 Att komponera fröblandning.....	17
2.2.2 Sortval.....	18
2.2.3 Vallanläggning	19
2.3 Skördesystem och kvävegödsling.....	21
2.3.1 Skördesystemets inverkan på vitklöverblandningar	21
2.3.2 Kvävegödslingens inverkan på vitklöverblandningar.....	22
2.3.3 Sambandseffekter av skördesystem och kvävegivor på vitklöverblandningar	23
2.4 Övervintring.....	24
2.5 Bevattning	27
3. Diskussion	29
3.1 Agronomi och morfologi – <i>Trifolium repens</i>	29
3.2 Inför sådd	30
3.3 Skördesystem och kvävegödsling.....	31
3.4 Övervintring.....	32
3.5 Bevattning	33
3.6 Reflektion över arbetet.....	34
3.7 Slutsatser	34
Referenser.....	35
Bilaga 1.....	43

Tabellförteckning

- Tabell 1 Sammanställning av effekter av avslagningsintervall på avkastning och vitklöverhalt vid samodling med gräs. Baserad på data från Frankow-Lindbergs rapport (1990) Botanisk sammansättning i blandbestånd av baljväxter och gräs, s. 8–9 och 15.
- Tabell 2 Foderkvalitet och uthållighet hos vitklöver-/engelskt rajgräs-blandningar under olika skördesystem. Baserad på data från Øyens rapport (1993). I: Frame, J. White clover in Europe: State of the Art. FAO, s. 73–75.
- Tabell 3a Effekter på avkastning, vitklöverhalt, omsättbar energi, råprotein och PBV vid ingen kvävegödsling och skördesystem vid samodling med gräs. Baserad på data hämtad från Svanäng och Frankow-Lindbergs rapport (1994) Vitklöver som slåtterväxt, s. 10–13 och 15–17.
- Tabell 3b Effekter på avkastning, vitklöverhalt, omsättbar energi, råprotein och PBV vid kvävegödsling och skördesystem vid samodling med gräs. Baserad på data hämtad från Svanäng och Frankow-Lindbergs rapport (1994) Vitklöver som slåtterväxt, s. 10–13 och 15–17.
- Tabell 4 Kvävegödslingens marginalutbyte och effekt på avkastningen av en vitklövervall. Baserad på data hämtad från Svanäng och Frankow-Lindbergs rapport (1994) Vitklöver som slåtterväxt, s. 10–13 och 15–17.
- Tabell 5 Sammanställning av effekter av kvävegödsling på avkastning och vitklöverhalt vid samodling med gräs (Frankow-Lindberg 1990).
- Tabell 6 Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med olika klöverhalter med avseende på maximal avkastning, ekonomisk optimal giva och krav på högt råproteininnehåll. Baserad på data hämtad från Frankow-Lindbergs rapport (2017).
- Tabell 7 Effekter på avkastning, botanisk sammansättning, råproteinhalt energihalt vid olika skördesystem och bevattningsförhållanden på vitklöver i samodling med gräs. Baserad på data hämtad från Frankow-Lindbergs rapport (1982) Jämförelser av valltyper – avkastning, kvalitet och utvecklingsförlopp med och utan bevattning, s. 7, 11 och 30–32.

Förkortningar

ECM

Ha

kg

PBV

Smb

Ts

Energikorrigerad mjölk

Hektar

Kilogram

Proteinbalans i vommen

Smältbar

Torrsubstans

1. Inledning

I detta avsnitt ges en övergripande bild av vallens roll på åkermarken genom att studera effekter av att inkludera vall i växtföljden för till exempel kolinlagring och förfruktseffekter. Anledningar till att intresset för vallodling ökar kommer även att adresseras. Baljväxter i vallen och deras egenskaper som kvävefixerare och foderensilage genomgås. Vallbaljväxten vitklöver introduceras. Avsnittet avslutas med en redogörelse för syftet och metoden för arbetet.

1.1 Vall på åkermark

Vall avser perenna grödor av gräs och/eller baljväxter samt ibland även örter, som främst används som foder till idisslare och hästar. Vall har många fördelar att inkluderas i en växtföljd med årliga grödor (Tidåker et al. 2016). Vall utgör tillsammans med andra grönfoderväxter den största grödgruppen i Sverige då den täcker 37 % av jordbruksmarken (Olsson 2022). Många av de befintliga vallodlingarna är extensivt skötta och har potential att öka produktiviteten (Hessle & Danielsson 2023). Den ökande globala befolkningen och de höga miljö- och ekonomiska kostnaderna för kvävegödsel och andra insatsmedel indikerar att framtidens jordbrukssystem behöver öka produktionen på ett hållbart sätt. Ökad andel vall i växtföljden kan öka resurseffektiviteten och användas som strategi på gårdsnivå för att uppnå hållbar intensifiering (Finn et al. 2013).

1.1.1 Vall ökar kolinlagringen

Vall lämnar betydligt mer växtrester, särskilt rötter, i marken jämfört med spannmålsgrödor, vilka bryts ned och lagras som kol i marken. Rötterna binder en större del av kolet till stabila kolföreningar jämfört med växtrester ovan jord (Rasse et al. 2005). Vall kan också minska kolförluster genom att förhindra vind- och vattenerosion (Kätterer et al. 2017). Andelen vall- och grönfodergrödor har ökat betydligt sedan 1980-talet, vilket har resulterat i att markens kolbalans nått en högre nivå och således resulterat i en ökning av mullhalten i Sveriges mineraljordar (Kätterer et al. 2017) med i genomsnitt 7,7 % under perioden 1988 till 2017 (Poeplau et al. 2015). Sammanställning av data från långliggande fältförsök i Sverige och andra länder med liknande mark- och klimatförhållanden visar att vall lagrar cirka 0,6 ton kol per hektar mer i matjorden jämfört med årliga grödor (Börjesson et al. 2017). Diskussioner om hur jordbearbetning påverkar mullhalten har förekommit, och teorier om att vallens inlagrade kol till stor del frigörs när vallen bryts vid plöjning, har framförts. Kainiemi (2014)

undersökte detta och drog slutsatsen att nedplöjning av vall inte har en betydande inverkan på det organiska materialet i matjorden över tid.

1.1.2 Förfruktseffekter vid odling av vall

Vallodling har en skördehöjande effekt på efterföljande grödor i växtföljden, vilket kallas förfruktseffekten (Tidåker et al. 2016). Genom ökad kolinlagring förbättras markens vatten- och näringshållande förmåga, grödorna får en jämnare tillförsel av näringsämnen i marken, markstrukturen förbättras och risken för markpackning minskar (Lal 2004). Vallodling minskar växtnäringsläckaget och gynnar biologisk mångfald i slättlandskapet (Ahlgren et al. 2022; Tidåker et al. 2016). Den biologiska aktiviteten i marken ökar med vallodling, vilket förbättrar tillgången på växtnäring för andra grödor i växtföljden (Bergkvist & Båth 2015). Genom att inkludera vall i växtföljden minskar även ogrästrycket i efterföljande grödor. Detta sker genom att vallens starka konkurrenskraft och regelbundna skördar försvårar etableringen av ettåriga ogräs (Andersson & Milberg 1996). Ogräsets fröbank minskar vid avslagning innan de hinner sätta frön. Perenna ogräs utmattas genom återkommande avslagning och konkurrens från den etablerade vallen. De ogräs som trots allt lyckas föröka sig är vanligtvis lätt bekämpade i de årliga grödorna i växtföljden (Meiss et al. 2010; Sjursen 2001, se Nilsson et al. 2022 s. 7). Vidare fungerar vall som en avbrottsgröda genom att ha en sanerande effekt på växtföljder som domineras av spannmål, genom att minska förekomsten av specifika skadegörare och sjukdomar (Kirkegaard et al. 2008). Baljväxter i vallen har förmåga att fixera kväve som frigörs vid nedbrytning av dem och kvävet blir då tillgängligt för efterföljande grödor och ger ytterligare skördehöjande effekt (Lindén 2008). Förfruktseffekterna från vallodlingen ökar inte bara skörden på den första efterföljande grödan, utan även upp till tre år efter att vallen har odlats (Bergkvist & Båth 2015; Nilsson et al. 2022).

1.1.3 Potential och incitament för vallodling i Sverige

Inkludering av vall i växtföljden minskar klimatpåverkan från växtodlingen genom att minska användningen av mineralkväve och öka kolinlagringen (Nilsson et al. 2022). Dessutom minskar användningen av bekämpningsmedel mot ogräs, skadegörare och sjukdomar, vilket minskar risken för utveckling av resistens (Tidåker et al. 2016). Vallodlingen är däremot inte väl integrerad i odlingsystemen på växtodlingsgårdar (Karlsson et al. 2023). Det är mer lönsamt för växtodlingsföretag att odla spannmål än vall i slättbygd, varför det behövs incitament för att öka vallodlingen i Sverige och integrera mer vall i övriga växtföljden för att dra nytta av de positiva effekterna det medför (Johnsson & Mejersjö 2023). Vallodlingen har potential att bidra till att nå Sveriges miljömål, klimatanpassning och ökade självförsörjningsgrad (Thuillier 2023).

Framöver kan nya avsättningsmöjligheter för vall bli aktuella. För att uppnå en gynnsam bevarandestatus för biologisk mångfald i Sverige kan det krävas ett kraftigt ökat antal betande djur och därmed också behov av grovfoder för vintern

(Hessle & Danielsson 2023). Genom bioraffinering av vall kan pressjuicen användas som bra foder till enkelmagade djur, och presskakan kan användas som foder till idisslare med lägre energibehov eller som substrat i biogasanläggningar (Presto et al. 2022; Sousa et al. 2021; Tidåker et al. 2016; Vu et al. 2023). Genom att se på livsmedelsproduktionen från ett beredskapsperspektiv har vallodlingen betydelse för att minska sårbarheten och öka självförsörjningsgraden i lantbruket till följd av ett minskat importbehov av insatsmedel och en större diversitet vilket ökar resiliensen (Eriksson 2018). I framtidens lantbruk bör fokus ligga på vallodlingen för en cirkulär biobaserad ekonomi (Thuillier 2023). Mer forskning behövs för att förstå och utnyttja vallens potential och investeringar bör göras för att stödja forskningssamverkan (Emanuelson 2023).

1.2 Baljväxternas roll i vallen

När baljväxter inkluderas tillsammans med gräs i vallfröblandningen kallas det för blandvall. Baljväxter är mindre beroende av tillgängligt kväve i marken eftersom de kan utnyttja kväve från atmosfären som gör det möjligt att få en stor vallavkastning med liten eller ingen kvävegödsling. Gräs är däremot effektivare när det gäller att ta upp tillgängligt kväve i marken, vilket gör gräs mer konkurrenskraftigt än baljväxter i gödslade jordar (Finn et al. 2013). Det är skillnad på den kemiska sammansättningen hos gräs och baljväxter och samodling av dem har olika effekter på vallbeståndet i odlingen men även som foderensilage (Bertilsson & Halling 2001; Johansson & Wivstad 2019; Spörndly 2010). Vitklöver är ett intressant val av baljväxt i en vall för intensivt skördesystem då den har förmåga att sprida sig och är uthållig i flera år (Svangäng & Frankow-Lindberg 1994).

1.2.1 Kvävefixering i vallen

Rhizobium-bakterier av släktet *Rhizobium* och *Bradyrhizobium* förekommer i marken och kan ingå i symbios med baljväxter. Rotknölar bildas på baljväxternas rötter genom infektion av bakterierna vilket ger dem tillgång till energi från värdbaljväxtens fotosyntes. Rotknölar utgör en syrefri miljö där enzymet nitrogenas som produceras av *Rhizobium*-bakterierna, kan verka och reducerar kvävgas (N_2) i luften till ammoniak (NH_3) som transporteras direkt till värdväxten (Cooper & Scherer 2012) för syntes av protein, nukleinsyror och andra kväveinnehållande molekyler. Kväve är ett av de viktigaste näringsämnen för växters tillväxt och utveckling och kvävebrist är en stor begränsande faktor inom växtodlingen (Hirel & Krapp 2021).

I försök är baljväxters kvävefixering oftast större i blandvallar jämfört med i renbestånd av baljväxter. Detta beror på att gräset konkurrerar om tillgången på kväve i marken vilket gör att baljväxterna utnyttjar kvävefixeringen mer effektivt (Carlsson & Huss-Danell 2003). Det fixerade kvävet blir tillgängligt för samodlade gräs genom nedbrytning av växtrester (Samuel & Dines 2023). Kvävefixeringen från en blandvall innehållande 30–50 % klöver motsvarar en kvävegödsling på 150 kg kväve per hektar (Halling 2000).

1.2.2 Proteinutnyttjande vid utfodring av baljväxter

En högre kvalitet på grovfodret och ett ökat foderintag kan uppnås genom att inkludera baljväxter i vallen, vilket möjliggör en ökad andel grovfoder i foderstaten (Frankow-Lindberg 1990). Generellt innehåller baljväxter en mindre mängd socker, cellväggar och strukturella fiber och en större mängd protein och mineraler än gräs (Bertilsson & Halling 2001; Johansson & Wivstad 2019).

Baljväxter i vallen utgör ett hållbart alternativ till proteintillskott i foderstaten eftersom de ökar halten råprotein i vallfodret, men det är viktigt att proteinet utnyttjas väl för att undvika förluster (Krizsan et al. 2023). Kväveeffektiviteten hos idisslaren av det konsumerade proteinet från baljväxter påverkas av olika faktorer som vallens artsammansättning, skördesystem och ensilering (Johansson & Wivstad 2019). Protein av dålig kvalitet bryts lätt ned i vommen och förloras som kväve via urin. Mikroorganismerna i vommen kan hindra detta genom att använda proteinet till syntes av mikrobprotein och det flödar då vidare till tunntarmen där det tas upp som aminosyror till blodet, och idisslaren kan utnyttja kvävet som näringsämne och minska förlusterna (Johansson & Ullvén 2015; Johansson & Wivstad 2019).

För att optimera foderutnyttjandet med en effektiv mikrobproteinsyntes är det viktigt att synkronisera protein- och energinedbrytningen. Genom tillgång till lättnedbrytbar fiber i vallen som energikälla för vommens mikroorganismer samtidigt som proteinnedbrytningen sker, kan även protein av dålig kvalitet utnyttjas effektivt för att bygga upp mikrobprotein (Johansson & Wivstad 2019). De samodlade gräsen från en tidigt skördad blandvall erbjuder sådan energi (Bertilsson & Halling 2001). När baljväxterna utvecklas mot blomning ökar andelen vomstabil protein, men samtidigt minskar vallens innehåll av energi. Därför är rekommenderat utvecklingsstadium för skörd inte senare än knoppning till tidig blomning, varvid man får stort innehåll av energi och protein (Johansson & Wivstad 2019).

En framgångsrik fermentering av baljväxter ger ett ensilage med god lagringskapacitet (Bertilsson & Halling 2001). Dock har baljväxter en större buffringskapacitet jämfört med gräs, vilket innebär att mer syra krävs för att sänka pH-värdet till önskad nivå (Kung & Shaver 2001). De anaeroba mjölksyrabildande bakterierna behöver socker från växterna som energikälla för att växa och producera syra (Jonsson et al. 2015) och på grund av baljväxternas låga sockerhalt rekommenderas att slättevallen får torka till över 30 % torrsbstans (ts) på fältet för att uppnå tillräcklig sockerkoncentration i vallen (Spörndly 2010). När en god fermentering har uppnåtts har ensilage av blandvallar, tack vare buffringsförmågan, en god lagringskapacitet och fördröjd pH-ökning vid utfodring vilket hindrar förluster av energi och protein i ensilaget (Bertilsson & Halling 2001; Johansson & Wivstad 2019).

1.2.3 Vitklöver i vallen

Vallproducenternas behov av att reducera kostsamma insatsmedel samt ta hänsyn till miljö och klimat är två faktorer som påverkar vallodlingen och har resulterat i

ett ökat intresse för användningen av vitklöver som en foderbaljväxt (Øyen 1993). Vitklöver passar i intensiva flerskordesystem för både bete och slätter. Vitklöver lämpar sig i långliggande vallar och är ett värdefullt alternativ till rödklöver, särskilt för att minska infektionstrycket av rotröta i växtföljden då vitklöver inte är lika mottaglig (Frankow-Lindberg 1990; Wallenhammar et al. 2014). I försök av Wallenhammar et al. (2014) var baljväxthalten i rödklöverblandningarna signifikant högre de första två vallåren jämfört med vitklöverblandningarna. Det tredje vallåret försvagas rödklöverplantorna genom att deras rötter skadas av rotröta. För att behålla en bra kvalitet på vallen kan den behöva läggas om, men det är kostsamt. Det ger vitklöver en ekonomisk fördel genom potentialen att ge bra avkastning i flera år (Svanäng & Frankow-Lindberg 1994).

Vitklöver har ett rykte om sig att vara svår att etablera eftersom det inte är en särskilt aggressiv art och att den är långsam till vartillväxten (Höglind 1997; Murray & Clements 1993). Vidare är vitklöver känslig för kvävegödsling och torra och övervintringen har stor inverkan på vitklövers prestation i vallen (Frankow-Lindberg 1982; Svanäng 1997; Svanäng & Frankow-Lindberg 1994). Klöverhalten varierar ibland mer än önskvärt mellan olika delskördar, vilket kan resultera i ojämna proteinhalter i vallfodret (Höglind 1997).

Enligt Frankow-Lindberg (1990) är förväntad avkastning med blandbestånd av vitklöver mindre än 8 ton ts per hektar. Förväntad kvalitet är omkring 11 MJ och 175 g råprotein per kg ts. Senare försök av Nilsson-Linde (2004) visar att medelavkastningen för vitklöverblandningar över tre vallår med treskordesystem är närmare 9 ton ts per hektar. Förväntad kvalitet ligger omkring 10,5 MJ och närmare 170 g råprotein per kg ts. Vitklöver har ett högre energivärde, mindre avkastning i början av vallens livstid och lägre andel vomstabil protein än rödklöver (Frankow-Lindberg 1990; Johansson & Wivstad 2019).

1.3 Syfte

Syftet med arbetet är att genom en litteraturstudie sammanställa kunskap om odling av blandvall innehållande gräs och vitklöver samt hur olika odlingsåtgärder i vallodlingen påverkar andelen vitklöver, den totala avkastningen och näringsinnehållet. Dessutom är syftet med litteraturstudien att undersöka orsakerna till att odlingsåtgärderna har specifika effekter på en blandvall med vitklöver.

1.4 Metod

I inledningen av arbetet ges en översiktlig information om vallodling och baljväxter. Resultatet är uppdelat i fem avsnitt med underrubriker för att systematiskt behandla olika aspekter: Agronomi och morfologi – *Trifolium repens*, Inför sådd, Skordesystem och kvävegödsling, Övervintring samt

Bevattnings. Arbetet omfattar inte ogräsbekämpning, sjukdomar, skadegörare och andra näringsämnen än kväve, fosfor och kalium. Arbetet är avgränsat till slåtter och sådd på våren.

En lyckad blandvall med vitklöver anses bestå av 30–50 % vitklöver för att tillgodose tillräcklig kvävefixering för att möjliggöra reduktion av kvävegödsling och ge ett lämpligt proteininnehåll av kraftfodret som möjliggör en reduktion av proteinkoncentrat i foderstaten (Halling 2000; Halmemies et al. 2014). En avkastning på över 9 ton ts per hektar och ett energivärde högre än 10,5 MJ per kg ts anses som bättre än förväntat (Frankow-Lindberg 1990; Nilsson-Linde 2004).

Fokus ligger på vitklöver, men hela växtbeståndet beaktas för en helhetsbild, där aspekter som näringsvärde och ekonomi också berörs. Jämförelser mellan vitklöver och rödklöver förekommer och fungerar som referenspunkt för vitklövers prestation. I avsnittet Inför sådd hittades få svenska försök med vitklöver. Svenska försök med rödklöver har använts med avseende på såmetod och vilken effekt reducerad konkurrens från insåningsgrödan har.

För att samla relevant litteratur gjordes sökningar i Elsevier, Google Scholar, SpringerLink, ResearchGate och SLU bibliotek med söktermer som ”vitklöver, vall, *Trifolium repens*, etablering, skördesystem, kvävegödsling, avkastning och botanisk sammansättning” samt kombinationer av dessa på svenska och engelska. Litteratur har även tillhandahållits från handledare och examinator för arbetet. Den mesta litteraturen som använts i arbetet härrör från Sverige och annars norra halvan av Europa, för att odlingsförhållandena ska vara någorlunda lika.

2. Resultat

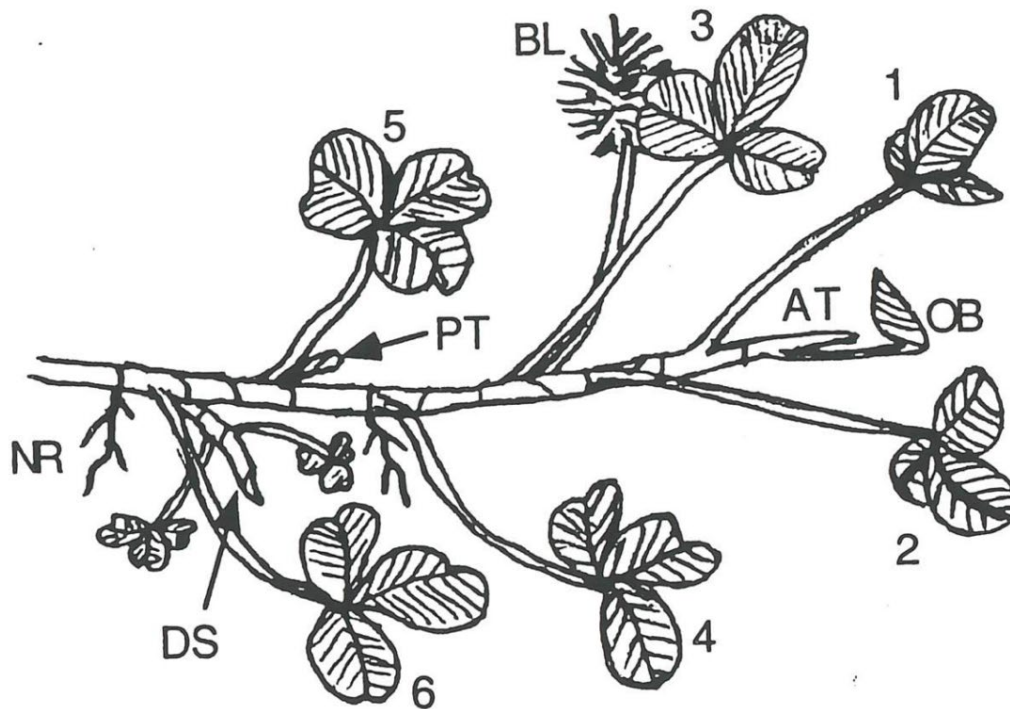
Nedan följer resultat från litteraturstudien. Resultatet delas upp i de fem avsnitten: Agronomi och morfologi – *Trifolium repens*, inför sådd, skördesystem och gödsling, övervintring och bevattning.

2.1 Agronomi och morfologi – *Trifolium repens*

Vitklöver har ett unikt tillväxtsätt som skiljer sig från gräs och det har betydelse för dess hävdande i vallbeståndet (Svanäng 1997). Nedan följer information om vitklöverplantans tillväxt och utveckling, bladutveckling och ljuskonkurrens samt abiotiska faktorer vid etablering av vitklöver.

2.1.1 Vitklöverplantans tillväxt och utveckling

Vitklöverns tillväxt börjar från fröplantan där det växer fram ett omfattande förgrenat pårotsystem. Efter grodd bildas de första fotosyntetiska organen i form av två kotyledoner. Det första äkta bladet, spadbladet, är runt och följande blad, treväpplingar, har tre bladskivor per bladskäft. Fröplantan utvecklar en kort ovanjordisk primär stam, s.k. stolon, längs med den tillväxer blad med förlängda bladskäft. Vid basen av bladskäftet bildas en axel, kallad bladveck, där även stipler växer fram. Stammen utvecklar flera noder, där den primära stolonen växer ut från bladveckan, en per nod. Rötter växer också ut vid noderna. Pårotssystemet är kortlivat och när den primära plantan dör, blir den individuella primära stolonen (huvudstolonen) självständig (figur 1). Sekundära stoloner (dotterstoloner) eller blomställningar kan växa fram från bladveckan på huvudstolonen (Frame & Newbould 1986).



Figur 1. Individuell primär huvudstolon med sekundär dotterstolon och sex fullt utvecklade blad med bladskaft och bladskiva numrerade 1–6, från det yngsta till det äldsta. (AT) aktiv tillväxtpunkt i spetsen av stolonen; (PT) potentiell tillväxtpunkt bladvecket 5; (DS) dotterstolon; (OB) utvecklade blad; (NR) nodala rötter; (BL) blomställning (Svanäng 1997).

Vitklövers tillväxt och överlevnad är starkt beroende av utvecklingen och spridningen av stoloner (Frame & Newbould 1986). I stolon och rötter lagras reservnäring, vilken används efter en avslagning (Svanäng 1997). Eftersom vitklöver är lågväxande, kan den regenereras vegetativt efter avslagning när den inte blommar, då tillväxtpunkterna är skyddade (Frankow-Lindberg 1990). Processerna som påverkar antalet och utvecklingen av blad och stoloner är starkt temperaturberoende. Differentieringen och storleken är främst beroende av ljusförhållandena (Frame & Newbould 1986). Under långdagsförhållanden är stolontillväxten som starkast. En god ljusställning stimulerar blombildningen och när en blomma väl utvecklas, kan ingen ytterligare tillväxt ske från den tillväxtpunkten. Alla tillväxtpunkter längs stolonen bildar inte blommor utan bildar i stället dotterstoloner (Frankow-Lindberg 1990).

2.1.2 Bladutveckling och ljuskonkurrens

Fotosyntesen hos en vitklöverplanta som växer i konkurrens med andra växter kan begränsas av tillgången på ljus, vilket beror på bladens yta och position i beståndet. Det finns bara två till tre fullt utvecklade och aktiva blad på varje stolon eftersom livslängden för vitklövers blad är mellan tre och fyra veckor. Fotosynteskapaciteten minskar hos bladen strax efter att de har expanderat fullt ut.

Det yngsta expanderade bladet är därför mest effektivt och fixerar mest kol (Frame & Newbould 1986).

Både gräs och vitklöver får minskad fotosyntetisk förmåga i skugga eller svagt ljus. Bladen hos båda grödorna börjar sin utveckling nära basen av vallbeståndet, där strålningen vanligtvis är liten. Vitklöver svarar på detta genom att förlänga bladskäften för att bladskivorna, med stor fotosynteskapacitet, ska nå den väl upplysta delen av beståndet (Woledge et al. 1984). Vitklövers bladskäft förlängs successivt när bladyteindex och höjden på vallbeståndet ökar, för att behålla hög fotosynteskapacitet under hela tillväxtperioden (Dennis & Woledge 1982). Slutsatsen från försök av Woledge et al. (1984) var att vitklöverblad i blandvallar har lika bra eller till och med bättre fotosyntetisk kapacitet än gräsblad och särskilt när gräs är vegetativt växande och beståndets bladyteindex är högt. Vitklöverblad nära markytan i beståndet har även förmåga att söka efter solfläckar, vilket förbättrar dess överlevnadsförmåga i närvaro av högt växande samodlingsgräs (Woledge et al. 1984).

2.1.3 Abiotiska faktorer vid etablering av vitklöver

Vitklövers plasticitet gör att den är känslig för förändringar i omgivningen och abiotiska faktorer har inverkan på vitklövers prestation i ett vallbestånd (Frankow-Lindberg 1990).

Vitklöverfrön är små och har därför få reserver för att utveckla fröplantan. Därför spelar abiotiska faktorer som årsmån och jordart en viktig roll för vallanläggningens resultat. Faktorer som fördröjer kotelydonernas uppkomst har effekt på fröplantans etablering. En långsam etablering tillsammans med stress från markfukt ökar risken för att fröplantan skadas (Frankow-Lindberg & Kornher 1982; Murray & Clements 1993).

Jordar med mycket hög lerhalt bör undvikas på grund av att de är för styva för vitklöver att trivas i (Bertilsson & Halling 2001; Frame & Newbould 1986) medan lätta sandjordar med tillgång till vatten är lämpliga för odling av vitklöver (Frame & Newbould 1986). Markpackning minskar uppkomsten av vitklövers fröplantor, och optimal markfukt för uppkomst är enligt Murray och Clements (1993) mellan 56 och 60 %. Vid en markfukt lägre än 46 eller högre än 63 % minskade uppkomsten av vitklövers fröplantor med 10 %.

För att främja vitklöverns tillväxt och konkurrenskraft mot gräs, rekommenderas ett pH-värde som inte understiger 5,5 och tillräcklig tillgång på kalcium enligt Frame och Newbould (1986), medan Bertilsson och Halling (2001) anser att det optimala pH-värdet ligger mellan 6 och 7. Kalkning kan vara nödvändigt för att bibehålla kvävefixeringen, eftersom ett lågt pH kan minska förekomsten av *Rhizobium*-bakterier (Frame & Newbould 1986).

Vitklöver gynnas av god tillgång på fosfor, eftersom den inte konkurrerar lika bra om det som gräs (Frankow-Lindberg 1990). Tillgång på kalium är också viktigt, eftersom kaliumbrist kan hindra responsen på tillsatt fosfor (Frame & Newbould 1986).

2.2 Inför sådd

Nedan berörs faktorer kopplade till sådd: att komponera fröblandning, sortval och vallanläggning. Som tidigare nämnts hittades få svenska försök på vallanläggning av blandvallar med vitklöver varför försök med rödklöver har använts som komplettering. Vitklöver har till skillnad från rödklöver en spridningsförmåga och kan förbli produktiv i flera år, vilket innebär att vitklöver har en större möjlighet att öka klöverkomponenten efter etableringen (Frankow-Linberg 1996a).

2.2.1 Att komponera fröblandning

För att uppnå framgång i vallodlingen är det avgörande att välja en lämplig fröblandning som passar för området och det avsedda ändamålet (Frankow-Linberg 1996a). Blandbeståndets botaniska sammansättning kan regleras genom förändringar i fröblandningen men effekterna är begränsade och kortvariga då vald skörde- och gödslingsstrategi får allt större betydelse med tiden. Tröskelvärdet är mini- och maximimängden frö av en viss art för att få ett acceptabelt bestånd (Frankow-Lindberg 1990). Om utsädesmängderna är mindre än tröskelvärdet kommer vallens avkastning initialt att begränsas av klöverhalten, som är lägre än vad miljön tillåter. Om däremot utsädesmängden av klöver överskrider tröskelvärdet, ger det vanligtvis väldigt små ökningar av artens andel i beståndet och individuella plantor blir mindre till följd av intraspecifik konkurrens (Bengtsson 1964, se Frankow-Lindberg 1996a s. 5).

Rekommenderad mängd vitklöverfrö för icke-gödslad vall är 3–4 kg per hektar sått tillsammans med 15–20 kg per hektar gräsfrö enligt Frankow-Lindberg (1996a). Vid en större utsädesmängd av gräsfrö, 20–25 kg per hektar, rekommenderar Frankow-Lindberg (1990) en utsädesmängd av vitklöverfrö 3–6 kg per hektar. Bertilsson och Halling (2001) rekommenderar utsädesmängden 2–4 kg per hektar vitklöver och 17–19 kg per hektar gräsfrö i en klöver/gräsfröblandning. Vid sådd av vitklöver tillsammans med aggressiva gräsarter som engelskt rajgräs och hundäxing kan en något ökad utsädesmängd vara motiverad (Frankow-Lindberg 1995). Att minska utsädesmängden av gräsfrö kan minska konkurrensen och gynna etableringen av vitklöver men också för ogräs. En större utsädesmängd av gräsfrö kan leda till större totalavkastning av vallen (Standell & Clements 1994).

Genom att komponera en välbalanserad fröblandning kan vallens avkastning öka genom att utnyttja synergier mellan olika växtarter och hitta nischer i tid och rum. Genom att använda arter med olika agronomiska egenskaper kan vallodlingen bli mer resurseffektiv. Exempel på interaktioner som kan förekomma i ett vallbestånd är gräs-baljväxtinteraktionen vid måttlig kvävegödsling, olika rotsystem som ger tillgång till olika nischutrymmen för markfukt och näringsämnen samt olika växtsätt som kan ge ett mer effektivt utnyttjande av ljus. Dessutom kan en strategi med olika tidpunkter för etablering möjliggöra långsiktig närvaro av kvävefixerande baljväxter i vallen (Finn et al. 2013).

Finn et al. (2013) undersökte detta genom att skapa fröblandningar med fyra arter som hade olika egenskaper relaterade till kväveupptag och till temporär utveckling. Blandningarna bestod av två olika gräsarter, en snabbetablerad och en uthållig, samt två olika kvävefixerande baljväxter där en var snabbetablerad och en uthållig. Resultaten var likartade över olika artsammansättningar, platser och flera år. Blandningarna hade generellt större avkastning än genomsnittet för monokulturer och avkastningen var signifikant bättre på cirka 70 % av platserna. Fördelarna med blandningarna visades redan vid etablering och bibehölls under minst tre år. Blandningarna var också betydligt mer motståndskraftiga mot etablering av ogräs jämfört med monokulturer.

Nilsdotter-Linde (2004) utförde även undersökningar av olika fröblandningar, såsom vitklöver/gräsvall (vkg), rödklöver/gräsvall (rkg) och vit- och rödklöver/gräsvall (vkrkg). Resultaten visade att det inte fanns någon signifikant skillnad i totalavkastning mellan vkrkg jämfört med vkg eller rkg. Däremot var andelen baljväxter signifikant högre det första vallåret i de två första skördarna i vkrkg jämfört med vkg och rkg. Det fanns även en tendens till en högre andel baljväxter det tredje året i vkrkg jämfört med rkg. Nilsdotter-Linde (2004) menar att dessa resultat tyder på att utvintrad rödklöver delvis ersattes av vitklöver.

Valet av gräsarter i blandvallar påverkar baljväxtandelen i vallen. Aggressiva arter såsom engelskt rajgräs har egenskaper som stor avkastningspotential, snabb återväxt och är högväxande. Icke-aggressiva arter såsom ängsgröe har ofta motsatta egenskaper (Frankow-Lindberg 1990). Frankow-Lindberg (1990) menar att kombinera arter av liknande karaktär kan ge en måttligt skördeökande effekt och att lämpliga artkombinationer med vitklöver är engelskt rajgräs och ängssvingel. Bertilsson & Halling (2001) rekommenderar ängssvingel, engelskt rajgräs, hybridrajgräs och ängsgröe som lämpliga samodlingsgräs till vitklöver. Dessa gräsarter passar också i ett intensivt skördesystem där ängssvingel och ängsgröe är relativt uthålliga gräsarter. Engelskt rajgräs har dock tendens att utvintra i Sverige.

2.2.2 Sortval

Valet av vitklöversort kan påverka vitklöverandelen i vallen och påverka hur väl den kan konkurrera under olika förhållanden. Vid slåtter har vitklöversorter som är bredbladiga och högvuxna mer konkurrenskraft (Frankow-Lindberg 1990). Nordliga vitklöversorter har små till medelstora blad, mer omfattande stolonbildning och tillväxten avslutas tidigare på hösten samt startar senare på våren jämfört med sydligare sorter (Svanäng 1997). Det gör att nordliga sorter har bättre övervintringsförmåga. Eftersom de slutar växa tidigare på hösten, ackumulerar de mer kol till stoloner och rötter, mer om det i avsnitt 2.4 (Frankow-Lindberg 1996b). En annan egenskap hos de nordliga sorterna är att de är frosttoleranta till följd av sin större fotosyntetiska aktivitet vid låga temperaturer (Frankow-Lindberg 1996b).

2.2.3 Vallanläggning

Efter val av en lämplig fröblandning krävs en god anläggning av vallen (Frankow-Lindberg 1996a). I följande avsnitt presenteras Murray och Clements (1993) resultat som undersökte sådjupets inverkan på vitklöver och Frankow-Lindbergs (1995) försök som undersökte sådd av vitklöverblandningar med och utan insåningsgröda. Försök utförda av Frankow-Lindberg och Kornher (1982) sammanställs också. Där undersöktes hur olika såmetoder och insåningsgrödans täthet påverkar vallanläggningen. Det bör noteras att fröblandningarna som användes i Frankow-Lindberg och Kornhers försök (1982) försök är med rödklöver och inte vitklöver.

Sådjup av vitklöverfrö

Murray och Clements (1993) utförde försök med olika sådjup av vitklöver. Frön som såddes vid 5 mm djup hade maximal och snabbast uppkomst. Frön sådda 10 mm djupt hade en signifikant snabbare uppkomst än de sådda vid 30 mm djup, men efter åtta dagar fanns ingen skillnad i uppkomstantal. Vid 60 mm djup sådd var det signifikant färre frön som uppkom (Murray & Clements 1993).

Sådd av vall med och utan insåningsgröda

Det finns huvudsakligen två motiv för att anlägga vall i en insåningsgröda. För det första kan detta ge ett större ekonomiskt utbyte under anläggningsåret. För det andra kan insåningsgrödan, även kallad skyddsgröda, konkurrera och hålla tillbaka ogräs. Dessutom kan insåningsgrödan påverka proportionerna av klöver och gräs i den etablerade vallen. Förutom att konkurrera med ogräs, konkurrerar även insåningsgrödan med vallväxterna om ljus, vatten och näring.

Andra faktorer som påverkar vallens etablering är skörd och eventuell halmhantering av insåningsgrödan (Frankow-Lindberg 1996a). En mängd halm på åtta ton per hektar, hackad respektive hel, har visat ge en skördeminskning av vallen med 8 respektive 17 % och en minskning av klöverandelen med 6 respektive 7 % (Andersson 1984, se Frankow-Lindberg 1996a s. 3).

Ett försök av Frankow-Lindberg (1995) jämförde effekterna av att anlägga vitklöver/gräsvall (timotej, ängssvingel, ängsgröe) genom insådd i korn eller utan insåningsgröda. Att så in vitklöverblandningen i korn resulterade i en minskad vallavkastning men gynnade klöverandelen. Minst två putsningar av vallen vid sådd utan insåningsgröda hade en signifikant positiv effekt på avkastningen samt en god effekt på andelen vitklöver. Detta berodde på att höga ogräs bekämpades, och spridningen av vitklöver främjades.

Frankow-Lindberg och Kornher (1982) undersökte hur sådd av blandvall (rödklöver, timotej, ängssvingel) påverkades av olika utsädesmängder och radavstånd av insåningsgrödan (korn). Genom att reducera utsädesmängden och öka radavståndet av insåningsgrödan bör konkurrensen från insåningsgrödan minskas och vallens etablering förbättras. Utsädesmängd och radavstånd av insåningsgrödan hade inflytande på totalavkastningen men inte på andelen rödklöver. Under det första vallåret gav en reducerad utsädesmängd med en

fjärdedel gällande insåningsgrödan en en-procentig större avkastning av vallen. Om utsädesmängden halverades ökade vallavkastningen med 5 %. Under det andra vallåret gav ett större radavstånd för insåningsgrödan en negativ effekt på avkastningen av vallen. Förändringar i utsädesmängd och radavstånd hos insåningsgrödan hade ingen signifikant påverkan på den botaniska sammansättningen.

Att halvera utsädesmängden ledde till en minskning av kornets avkastning med 15 % och dubbelt radavstånd minskade avkastningen med 8 %. Frankow-Lindberg och Kornher (1982) diskuterar att det kan vara tveksamt om det är ekonomiskt lönsamt att reducera insåningsgrödans täthet genom mindre utsädesmängd eller större radavstånd med tanke på den relativt ringa ökningen av vallens avkastning. I stället kan det vara mer intressant att titta på effekten av varierad kvävegödsling till insåningsgrödan, men det kommer inte belysas vidare i det här arbetet.

Metoder för sådd av vallfrö

I försök av Frankow-Lindberg och Kornher (1982) undersöktes inverkan av olika såmetoder och vältningsintensiteter för blandvall (rödklöver, timotej och ängssvingel) och insåningsgröda (korn). De jämförde radsådd med bredsådd av vallfrö direkt efter insåningsgrödan samt radsådd av vallfrö tillsammans med insåningsgröda vid olika vältningsintensiteter.

Syftet med vältning är att skapa en bättre kontakt (konsolidering) mellan mark och frö, vilket ger bättre förutsättningar för fröet att gro. Vältning kan utföras både före och efter sådd, eller bara efter sådd. Insåningsgrödan radsås och vallfröerna kan antingen blandas med insåningsgrödan och radsås samtidigt eller så kan vallfröerna antingen radsås eller bredsås separat direkt efter insåningsgrödan. Radsådd innebär att fröet placeras i rader vid bestämt djup, vilket leder till att fröna blir väl myllade med risk att placeras för djupt. Vid bredsådd sprids fröna jämnt över markytan. Myllning utförs av såmaskinens billar och/eller genom vältning och harvning. Vid bredsådd blir myllningen av fröna varierande, vilket leder till att de placeras på olika djup, och det finns en risk att fröna hamnar för grunt för att gro.

För att uppnå bästa resultat visade försöken av Frankow-Lindberg och Kornher (1982) att insåningsgröda och vallfrö bör radsås var för sig och att vältning bör utföras både före och efter sådd. Det gav däremot bara en signifikant större avkastning andra vallåret och på platser med försommartorka redan första vallåret. Bredsådd av vallfrö var den bästa metoden om endast en vältning utfördes efter sådd. Det tyder på att vid enbart en vältning efter sådd hamnade vallfröerna för djupt vid radsådd. Att blanda vallfrö och insåningsgröda och radså dem tillsammans var den sämsta såmetoden med avseende på uppkomst och avkastningsnivå. Skillnaden i klöverhalt mellan olika försöksled var inte signifikant.

2.3 Skördesystem och kvävegödsling

Efter en god etablering krävs anpassad skötsel av vallen (Frankow-Lindberg 1996a). I det här avsnittet undersöks effekterna av skördesystem och kvävegödsling på vitklöverblandningar genom analys av fyra rapporter (Frankow-Lindberg 1990, 2017; Svanäng & Frankow-Lindberg 1994; Øyen 1993) där data från rapporterna finns i tabeller i bilaga 1. Avsnittet är uppdelat i tre huvudsakliga underrubriker för att tydligt presentera både skördesystemets och kvävegödslingens individuella inverkan på vitklöverblandningar samt deras samspelseffekter när de kombineras.

Vitklöver är känd för sin fenotypiska plasticitet och denna egenskap leder till olika samspel mellan olika faktorer och gör vitklöverns beteende mer oberäkneligt. Effekterna av ökad skördeintensitet på vallens totala avkastning och klöverandel är komplexa när det gäller blandbestånd med vitklöver. Tidigare försök har givit varierande resultat, men det förefaller ofta som om vitklöverandelen höjs vid ökad skördefrekvens. Klöverandelen är vanligtvis lägst vid den första skörden och ökar under säsongen. Bland baljväxter är vitklöver särskilt mottaglig för kvävegödslingens effekter. Kvävegödsling har delvis en negativ inverkan på kvävefixeringen hos vitklöver, samtidigt som den ökar bladyteindex hos samodlingsgräs i beståndet. Denna ökning av bladyteindexet har en ytterligare negativ påverkan på vitklöver eftersom den har ett lägre tillväxtsätt och får svårt att konkurrera om ljus. Därför kan en ökad skördeintensitet vara betydelsefull för att förbättra ljusförhållandena för vitklöver i ett kvävegödslat bestånd (Frankow-Lindberg 1990) (tabell 1).

2.3.1 Skördesystemets inverkan på vitklöverblandningar

Flera skördar under en växtsäsong innebär att växterna vid varje skördetillfälle befinner sig i ett tidigare utvecklingsstadium, vilket resulterar i att en större del av säsongen upptas av perioder med liten tillväxt (Gunnarsson et al. 2014). Tidpunkten för första skörd har störst påverkan på den totala avkastningen, eftersom tillväxten vanligtvis är störst under denna period (Frankow-Lindberg 1982). En tidig första skörd leder till mindre totalavkastning över året. Genomförs flera skördar och nästa skörd tas senare på säsongen, kan skillnaden i avkastning mellan olika skördesystem minska, eftersom en större del av växtsäsongen utnyttjas (Gunnarsson et al. 2014).

En tidig första skörd och ett tätt intervall mellan de första skördarna ger däremot ett större energi- och proteininnehåll. Vidare sjunker smältbarheten snabbare i strået/stjälken än i bladet, och när beståndet utvecklar strå och stjälk sjunker därför kvaliteten snabbt. Återväxtskördarna innehåller generellt mindre mängd strå/stjälk än förstaskörden, vilket är en faktor till långsammare kvalitetsförsämring i återväxten (Frankow-Lindberg 1982).

Ett ökat antal skördar ger en högre kvalitet men det innebär också ökade kostnader för skörd, gödsling och framkörning. Enligt Gunnarsson et al. (2014) kan en övergång från tre till fyra skördar öka energiinnehållet med 0,2–0,5 MJ/kg

ts och råproteinhalten med 10–30 g per kg ts. Övergången ökade fodrets värde med 13 öre/kg ts och ökade kostnaderna med 19 öre/kg ts, alltså kompenserade inte det ökade fodervärdet de ökade kostnaderna för övergången från tre till fyra skördar. Övergången från två till tre skördar gav däremot ett fodervärde som kompenserade kostnaderna.

Allokering av assimilat (näringsämnen) i vitklöver sker från basen av plantan, uppåt och utåt. Tillväxten och spridningen av vitklöverplantor främjas om de centrala delarna av plantan förblir skyddade, vilket innebär att låg stubb bör undvikas (Frame & Newbould 1986). Generellt sett stimulerar avslagning förgrening av stolonier samt produktion av blad av mindre storlek, kortare skaft och mellanrum mellan bladen (internoder) (Frame 1993). Det är antalet tillväxtpunkter i början av tillväxtperioden som har störst inverkan på vitklöverns prestation i vallbeståndet och en ökad längd, diameter och vikt av stolonier är faktorer som bidrar till en positiv inverkan (Frame & Newbould 1986). Däremot finns det en gräns varefter individuella plantor försvagas. Vid kraftig avslagning, upprepad med korta intervall, minskar förgreningen. Detta beror på att tillgången på assimilat prioriteras vid det apikala meristemmet, snarare än det axillära (Frame 1993). Andelen gräs, framför allt strågräs, missgynnas med fler och tidigare lagda skördar (Svanäng & Frankow-Lindberg 1994).

Vitklöver gynnas av en tidig första skörd och passar därför bra i system med tre eller fler skördar (Svanäng & Frankow-Lindberg 1994; Øyen 1993) (tabell 2). I Svanäng och Frankow-Lindbergs rapport (1994) (tabell 3a & 3b) var totalavkastningen av vitklöverblandningar signifikant större för treskördesystemen jämfört med fyraskördesystemen. En sen första skörd vid tre skördar gav en större totalavkastning än tidig första skörd. Skillnaderna mellan treskördesystemen var dock små eller inte signifikanta i äldre vallar. Vitklöverandelen ökade från och med andra vallåret för varje skörd.

2.3.2 Kvävegödslingens inverkan på vitklöverblandningar

Ökad kvävegödsling hämmar kvävefixeringen hos vitklöver (Carlsson & Huss-Danell 2003). Vitklöver behöver en viss tillgång till mineralkväve innan bildningen av noder och kvävefixeringen startar. I jordar med mycket låg bördighet kan en ”startgiva” av kväve vara lämplig. För mycket mineralkväve hämmar däremot bildningen och utvecklingen av rotknölar och har en motsatt effekt (Frame & Newbould 1986). Stallgödsel och urin har en mindre negativ inverkan på vitklöver jämfört med mineralkväve (Frame & Newbould 1986; Halling et al. 1998). Mineralkväve har däremot ett större skördeutbyte. Anledningen till detta antas vara att stallgödselkväve är mindre tillgängligt på kort sikt och/eller större kväveförluster från gödselmetoden (Halling et al. 1998).

Genom att tillföra kvävegödsel kan tillväxten av gräs öka, och därmed ökar den totala ts-avkastningen, medan avkastningen av vitklöver förblir relativt konstant (Carlsson & Huss-Danell 2003). Det innebär att en minskning av andelen vitklöver i en vall inte nödvändigtvis leder till en mindre torrsubstansavkastning från klöver. Svanäng och Frankow-Lindberg (1994) menar däremot att

kvävegödsling inte bara sänker andelen utan även minskar avkastningen av vitklöver.

Gräsens kväveupptag är mest aktivt i början av tillväxtperioden (Frankow-Lindberg 1982). I försök av Svanäng och Frankow-Lindberg (1994) ökade gräsmängden signifikant med stigande kvävegiva. I Frankow-Lindbergs rapport (2017) var kväveutbytet från blandvallar ungefär hälften jämfört med gräsvallar.

I försök av Svanäng och Frankow-Lindberg (1994) (tabell 4) gav ökad kvävegödsling signifikant större totalavkastning i vitklöverblandningar, oavsett skördesystem samtidigt som kvävegödslingen hade ett signifikant negativt inflytande på vitklöverhalten i alla skördar och vallår. En måttlig giva på 100 kg kväve per hektar gav bäst marginalutbyte, vilket gav en merskörd på 14,4 kg ts per hektar. Därefter sjönk utbytet. Det fjärde året gav kvävegödslingen 7,2 kg ts per tillfört kg kväve per hektar i vitklöverblandningarna. Marginalutbytet inom intervallet 100 till 200 kg kväve per hektar, var betydligt lägre och sjönk från 8,2 första året till 3,9 kg ts per tillfört kg kväve per hektar fjärde året. Resultaten överensstämmer med Frankow-Lindbergs (1990) (tabell 5) sammanställning av olika försök som undersökte kvävegödslingens effekt på avkastningen av vitklövervallar.

2.3.3 Sambandseffekter av skördesystem och kvävegivor på vitklöverblandningar

Avkastning

Effekterna av antalet skördar på den totala avkastningen varierar och beror på hur kvävegödslingen ändras (Gunnarsson et al. 2014). I försök av Svanäng och Frankow-Lindbergs (1994) minskade kvävegödslingen skillnaderna mellan skördesystem. Det mer intensiva flerskördesystemet gynnade vitklöver signifikant, speciellt vid kvävegödsling. När kväve tillfördes till vitklöverblandningar var det ingen signifikant skillnad i avkastning beroende på tidpunkten för första skörd mellan treskördesystemen. Utbytet av kvävegödsling i vitklöverblandningar var alltid störst i förstaskörden och minskade med stigande vallålder. Andra delskörden gav en genomgående liten respons på kvävetillförsel.

För att främja vitklöver, minska konkurrensen från gräs och få största marginalutbytet bör en större kvävegiva läggas på våren och begränsas till återväxten (Frankow-Lindberg 2017; Höglind 1997). Höglind (1997) föreslår en lämplig gödslingsstrategi till en väl etablerad blandvall med vitklöver, timotej och ängssvingel: 50–75 kg kväve per hektar på våren och 25 kg kväve per hektar till vardera återväxt. Om det är lönsamt att kvävegödsla beror däremot på vallfoderpriset.

Energi- och råproteinhalt

I försök av Svanäng och Frankow-Linberg (1994) varierade energivärdena mellan 10,4 och 11,9 MJ per kg ts i vitklöverblandningar och var generellt lägre i andra skörden (Svanäng & Frankow-Lindberg 1994). I vitklöverblandningar ökade halten råprotein med ökad skördeintensitet, och högst halter vitklöver fanns i de senare skördarna på säsongen. PBV-värdet (proteinbalans i våmmen) ökade under säsongen, och den måttliga kvävegivan gav lägre PBV-värden jämfört med stor eller ingen kvävegödsling. Detta förklarades av att balansen mellan energi- och proteininnehållet till följd av klöver/gräs-förhållanden som styr PBV-värdet var mest gynnsamt vid måttlig kvävegiva.

Enligt Frankow-Lindbergs metaanalys (2017) (tabell 6) är responsen av kvävegödsling varierar generellt beroende på klöverandelen i blandvallarna och således även råproteinhalten. Resultaten visade att gödsling har en negativ påverkan på råproteinhalten under tredje skörd. För att optimera råproteinhalten i blandvallar i ett treskördssystem bör man alltid avstå från sista kvävegivan. Vid en klöverandel som överstiger 30 % rekommenderas att avstå från att använda kvävegödsel helt och hållet. Denna strategi inte bara maximerar råproteinhalten utan är även kostnadseffektiv.

Vallålder

I försöken av Svanäng och Frankow-Lindberg (1994) gav vitklöverblandningar i genomsnitt mindre avkastning första vallåret jämfört med rödklöverblandningar. Andra vallåret gav vitklöverblandningar mer och dess fördelar ökade med tiden och de gav generellt en jämnare avkastning över säsongen.

Vitklöverblandningarna svarade bäst på kvävegödslingen under det första vallåret genom att ge störst marginalutbyte, alltså störst meravkastning per kilo kväve. Förhållandet blev det motsatta efter det andra vallåret. Ett lägre marginalutbyte i vitklöverblandningarna från och med andra vallåret förklaras av att klöveravkastningen minskade och att gräsmängden hade en svagare ökning än i rödklöverblandningarna samt att vitklöver reagerade mer negativt av kvävetillförsel än rödklöver. Gräsmängden under första vallåret var större i vitklöver- än i rödklöverblandningarna. Förhållandet ändrades med tiden och från och med det tredje vallåret hade blandningar med rödklöver signifikant större gräsmängd. Under det tredje och fjärde vallåret hade leden med vitklöver signifikant större klövermängd än de med rödklöver vid samtliga kvävenivåer.

2.4 Övervintring

I det här avsnittet genomgås faktorer som har effekt på vitklövers övervintring genom i huvudsak tre rapporter, den ena Svanäng (1997) som undersökte detta i sin licentiatavhandling, den andra Frankow-Lindberg (1996b) som undersökte

allokering av kol i vitklöverplantan under hösten och den tredje Höglind (1996) som skrev en uppsats om sista skördens påverkan på övervintringen av vallväxter.

En av de vanligaste orsakerna till låg andel baljväxter i ett bestånd är dålig övervintring (Höglind 1996). För att uppnå en hög andel vitklöver i ett bestånd är odlingsåtgärderna på hösten betydelsefulla för en lyckad övervintring. En vall som ser vitklöverrik ut på hösten kan förvandlas till en vitklöverfattig vall till våren. Övervintringen är kopplad till mängden stoloner och en stor avkastning av vitklöverblad under sommarperioden kan vara kopplat till en liten mängd stoloner på hösten (Frankow-Lindberg 1990). Under tidig vår är förrådsreserverna hos vitklöver små. Väl övervintrade stoloner och deras fortsatta utveckling är viktigt för att främja vitklövers vårproduktion och säkerställa en hög andel i första skörd (Svanäng 1997).

Avslagning och kolallokering hos vitklöverplantan

När en vall återväxer efter skörd genomgår den två huvudsakliga faser: först sker en uttömning av plantornas reservnäringsförråd och sedan en återuppbyggnad. Uttömningen av reservnäringen beror på den begränsade mängden bladyta som förbrukar mer energi än vad fotosyntesen kan tillföra. Återuppbyggnaden av reservnäringen inträffar när bladytan är tillräckligt stor för att möjliggöra en överskottsfotosyntes (Höglind 1996). Under hösten, när tillväxten avtar som svar på lägre temperaturer och kortare dagar, ackumuleras kol som inte används för tillväxt och bladutveckling i stoloner och rötter hos vitklöver, vilket är fördelaktigt för övervintringen. Avslagning och återväxt innebär alltså att mindre kolhydrater allokeras till stoloner och rötter, till följd av mer tillväxt och bladutveckling, vilket leder till en sämre övervintringsförmåga (Frankow-Lindberg 1996b). För att säkerställa ett optimalt kolhydratförråd inför vintern finns två strategier. Antingen bör sista skörden genomföras tidigt nog för att tillåta vallen att återhämta sig och ackumulera kolhydrater under hösten, eller så sent att tillväxten redan har avstannat, vilket undviker uttömning av förråden. Det finns en kritisk mellanperiod, vanligtvis i september, då plantorna har tömt sina förråd men ännu inte hunnit återuppbygga dem, vilket bör tas i beaktning (Höglind 1996).

Frankow-Lindberg (1996b) undersökte kolallokeringen genom att vid olika skördetillfällen på hösten analysera fördelningen av kol i vitklöverplantan. Export av kol från bladen till stoloner och rötter ökade från slutet av augusti till slutet av oktober, till följd av lägre temperaturer och mindre ljus. Generellt, resulterar en låg avslagning i en ökad allokering av kol till toppskottet och utvecklande av blad samt en minskad allokering till stoloner och rötter. Vid skördarna i september och oktober portionerades mer kol till rötterna och mindre till toppskottet än vid skörden i augusti, men skillnaden var inte signifikant. Alltså ändrades fördelningen av assimilatat till förmån för toppskottet, oavsett odlingsförhållanden och sort.

Andra faktorer att ta hänsyn till vid avslagning

Avslagning på hösten kan ha flera konsekvenser för vitklöver. Till exempel kan en bättre ljusmiljö till följd av minskad konkurrens efter avslagning gynna vitklöverns utveckling och förbättra övervintringen (Frankow-Lindberg 1996b). På grund av vitklövers växtsätt bör det teoretiskt vara möjligt att påverka den botaniska sammansättningen genom att variera stubbhöjden. Vid hög stubbhöjd bör gräsbladen klippas bort och vitklöverbladen bevaras (Höglind 1996). Vissa gräs är känsliga för sena avslagningar vid låg stubbhöjd, vilket kan skada stråbasen där mycket reservnäring lagras. Som en konsekvens ger sena avslagningar oftast lägre gräsandelar jämfört med tidigare avslagningar. Baljväxter påverkas mer negativt än gräs vid låga temperaturer, något som ger gräs en konkurrensfördel under vår och höst. Beskuggning kan hämma ackumuleringen av reservnäring och härdning av vitklöver på hösten. En avslagning kan alltså förbättra ljusförhållandena för vitklöver (Svanäng 1997). Eftersom kvävegödsling påverkar stolonvikten negativt och gräs positivt (Frame & Newbould 1986) är vitklöver känslig för hämmad produktion av stolonier (Frankow-Lindberg 2017) och ökad konkurrens från gräs inför övervintringen (Svanäng 1997). En tidig skörd i kombination med en mild höst ger stor återväxt vilket ökar risken för svampangrepp. Växtmaterial kan även verka isolerande och minska risken för köldskador (Höglind 1996).

I klimat som i Sverige, med kalla långa vintrar, kan effekter på kolallokering och metabolism vara av större betydelse (Frankow-Lindberg 1996b). Det finns även andra faktorer som påverkar övervintringsförmågan. Vädret har stor inverkan på vitklöverns övervintring och tillväxt, vilket innebär att tidpunkten för sista återväxtskörd bör anpassas till beståndets tillväxt och rådande temperatur- och nederbördsförhållanden. Kalla och nederbördsfattiga höstar leder till svagare återväxt. Om återväxten på hösten är skral, är avslagning inte att rekommendera. På detta sätt kan höga kolhydratnivåer bibehållas efter vintern, vilket kan användas för nodproduktion under våren och därmed ge större vårskörd. Utan ett skyddande snötäcke är vitklöver känslig för stora temperaturfluktuationer. En avslagning i slutet av september äventyrar övervintringen för vitklöver vid risk för en sådan vinter. Om en vinter kommer plötsligt efter en varm höst har aklimatisering, som inlagring av kolhydrater, inte stimulerats. Ett skyddande snötäcke innebär en relativt liten uttömning av kolhydrater, vilket gynnar en bra övervintring och en hög andel av vitklöver i beståndet på våren (Svanäng 1997).

Vad säger försöken?

I beslutssituationen angående den optimala tidpunkten för sista skörd är det inte bara nästa års avkastning som är viktig, utan även innevarande års skörd. Det kräver oftast en avvägning mellan den potentiella ökningen i skörd som kan uppnås genom att skjuta upp eller ta en extra och den minskning i avkastning som kan förväntas i kommande vår (Höglind 1996).

Försök av Höglind och Svanäng (1994 opubl., se Höglind 1996) visade att ängssvingel fick en försämrad tillväxt på våren av en skörd i september, medan

vitklöverns vartillväxt förblev relativt konstant, oavsett om den sista skörden genomfördes i augusti, september eller oktober.

Om målet är att maximera den totala avkastningen av en vitklöver/gräsvall, rekommenderas att avstå från någon ytterligare skörd efter augusti, för att gynna grästillväxten. För vitklöverandelen i beståndet verkar det dock vara möjligt att genomföra ytterligare en skörd under hösten utan att det påverkar övervintringen negativt. Om detta är önskvärt, rekommenderas oktober som den mest lämpliga tidpunkten. Skörd vid denna tidpunkt kan användas som ett strategiskt verktyg för att öka vitklöverandelar i bestånd där gräsen dominerar. Vid en gynnsam höst kan den skörd som förloras på våren kompenseras av den som vinnns på hösten.

2.5 Bevattning

I detta avsnitt analyseras effekterna av bevattning på vitklöverblandningar genom att huvudsakligen sammanställa Frankow-Lindbergs rapport (1982) som jämför olika valltyper och skördesystem med och utan bevattning med avseende på avkastning, kvalitet och utvecklingsförlopp (tabell 7). Effekterna av bevattning på den botaniska sammansättningen är dock komplexa och påverkas av samspel med andra skötselåtgärder och hur samodlade vallväxter reagerar på bevattningen (Frankow-Lindberg 1990).

Bevattningens effekt på den botaniska sammansättningen i beståndet

Vitklöver har visat sig vara känsligare för torra än flera andra samodlade gräs och baljväxter, på grund av sitt rotsystem som inte konkurrerar lika effektivt om vattenresurserna (Grieu et al. 1993). Därför tenderar vitklöver att dra större nytta av bevattning och svarar positivt på bevattning i flera rapporter (Gregersen 1980; Hallgren 1965; Jørgensen 1975; Robinson & Sprauge 1947, se Frankow-Lindberg 1990:13).

Frankow-Lindberg (1982) genomförde en studie där effekterna av bevattning på avkastning och kvalitet för olika valltyper undersöktes. Under tre vallår uppgick skördeökningen för vitklöverblandningar till sammanlagt 55 %. Bevattning visade sig ha en dämpade effekt på säsongens variation genom att avkastningen inte minskade lika mycket vid andra och tredje skörden, jämfört med de obevattnade leden. Nyliga bevattningsförsök utförda av Joel et al. (2023) visar också positiva effekter av bevattning, även om försöket fokuserade på rödklöverblandningar. Att bevattna fram till den andra skörden resulterade i det bästa skördeutbytet, det vill säga en relativt stor avkastning uppnåddes med mindre mängd bevattningsvatten.

Vidare påverkades vitklöverhalten signifikant positivt av bevattning, särskilt i andra och tredje skörden enligt Frankow-Lindbergs försök (1982). Bevattningen förbättrade vitklöverns förutsättningar för tillväxt vilket var en betydande orsak till att även totalavkastningen ökade vid bevattning.

Bevattningens effekt på energi- och råproteinhalt

I försöket av Frankow-Lindberg (1982) visade bevattningen ingen påverkan på energihalten. Bevattningen hade inflytande på den botaniska sammansättningen. Den botaniska sammansättningen hade ett säkert samband med råproteinhalten. Vitklövern gynnades av bevattning och detta ledde till ökad råproteinhalt, särskilt i tredje skörd.

Vitklöverblandningar jämfört med rödklöverblandningar

Enligt Frankow-Lindbergs försök (1982) gav vitklöverblandningen utan bevattning väsentligt mindre avkastning på cirka 1 ton ts per hektar och år jämfört med rödklöverblandningarna. Ingen skillnad i årlig totalavkastning mellan blandningarna visades vid bevattning. Skördeökningen för rödklöverblandningarna uppgick till 38 %. Rödklöverhalten sjönk med ökande vallålder och rödklöverhalten påverkades negativt av bevattningen, ett förhållande som antyder att det var gräsen som drog den största nyttan av bevattningen.

3. Diskussion

Diskussionen om arbetet är uppdelad i resultatets fem avsnitt. Slutligen presenteras reflektioner om arbetet och dragna slutsatser.

3.1 Agronomi och morfologi – *Trifolium repens*

Avsnittet om agronomi och morfologi av *Trifolium repens* ger upphov till flera intressanta reflektioner. Det framstår tydligt att vitklövers tillväxt och överlevnad är starkt beroende av utvecklingen och spridningen av stoloner (Frame & Newbould 1986; Svanäng 1997). Noterbart är att när en blomma utvecklas kan ingen ytterligare tillväxt ske från den tillväxtpunkten (Frankow-Lindberg 1990), och endast två till tre fullt utvecklade aktiva blad förekommer per stolon (Frame & Newbould 1986). Detta innebär att vid blomställningen kommer ingen vidare tillväxt ske, och bara hälften av bladen är fotosyntetiskt aktiva (figur 1). Frame och Newbould (1986) menar att det främst är temperaturen som påverkar antalet och utvecklingen av blad och stoloner. Vidare menar Frankow-Lindberg (1990) att stolontillväxten är som kraftigast under långdagsförhållanden och en god ljusställning stimulerar blombildningen. Vad innebär detta? Hur påverkas tillväxten under de långa dagarna i början av sommaren, temperaturen och förändrade ljusförhållanden till följd av konkurrens och avslagning?

Som andra växter behöver vitklöver solljuset till fotosyntes för tillväxt. Om en tidig avslagning förbättrar ljusförhållandena för vitklöver, kan det vara att rekommendera om syftet är höja andelen vitklöver i beståndet. En avslagning kan anses som effektiv eftersom de äldre bladen inte behåller sin fotosyntetiska kapacitet eller är fullt utvecklade. Samtidigt är det den största tillväxten som erhålls i denna period, vilken till viss del kan gå förlorad. De tankar jag får är att vitklövers förmåga att leta sig till ljuset inte ska underskattas. Woledge et al. (1984) har framhävt vitklövers goda fotosyntetiska kapacitet samt dess strategier att nå ljuset. Detta är något som kan motivera att anpassa tidpunkten för första skörd efter önskad total avkastning och/eller näringsinnehåll av vallen. Mer om det under avsnittet skördesystem och kvävegödsling.

3.2 Inför sådd

I avsnittet tycks valet av såmetod inte ha någon större betydelse. Dessutom inkluderade vissa försök rödklöver i stället för vitklöver och därmed bör inga stora slutsatser dras. Resultaten var baserade på enskilda försök och kunde därmed inte jämföras med andra rapporter.

En reflektion kring val av såmetod för vitklöver är dess förmåga att sprida sig med stoloner, vilket ger vitklöver möjlighet att kompensera för en eventuell bristande etablering (Frankow-Lindberg 1996a). Å andra sidan är vitklöver en icke-aggressiv art och därför blir etableringen av vitklöver desto viktigare för att ge den bästa möjliga konkurrensförmågan. Eftersom vitklöver växer krypande och inte är särskilt konkurrenskraftig initialt, innebär det att den inte kommer att konkurrera i samma utsträckning med insåningsgrödan som till exempel rödklöver. Den minskade konkurrensen gentemot insåningsgrödan kan motivera att minska utsädesmängden för insåningsgrödan. Detta beror på att en mindre utsädesmängd av insåningsgrödan inte skulle påverka den i lika hög grad som var fallet med rödklöver (Frankow-Lindberg 1982). Samtidigt kan detta öka möjligheterna för en bättre etablering av vitklöver.

Mina reflektioner är snarare kring att komponera en fröblandning. Detta arbete sammanställde huvudsakligen litteratur som undersökte blandvallar med vitklöver och gräs. Enligt resonemangen från Finn et al (2013) skulle både röd- och vitklöver i vallen vara fördelaktigt för att säkerställa en kvävefixerande art under alla vallens levnadsår. Att inkludera rödklöver kan initialt ha en negativ effekt på vitklöver, men på grund av deras olika växtsätt finner de nischer i tid och rum som överlag ger bättre prestation av vallen. Detta gör vallodlingen mer resurseffektiv, något som är önskvärt för en hållbar intensifiering av odlingssystemet. När det gäller valet av samodlingsgräs är det motiverat, enligt samma resonemang, att använda både aggressiva och icke-aggressiva arter vilket också rekommenderas av Bertilsson och Halling (2001). Mängden klöverfrö i fröblandningen begränsas av tröskelvärden för varje klöverart (Bertilsson & Halling 2001; Frankow-Lindberg 1990). Jag reflekterar om genom att använda olika klöverarter möjliggörs en större mängd klöverfrön i fröblandningen än om bara en art inkluderas

Enligt Frankow-Lindberg¹ (pers. medd.) beror mervärdet av att blanda röd- och vitklöver på jordart och nederbörd. På leriga jordar med försommartorka kan rödklöver lätt etablera sig och där dröjer det längre för vitklövern att etablera sig än på lättare jordar med mera nederbörd. Det kan finnas risk att aggressiva arter konkurrerar ut de mindre aggressiva arterna. I försöket av Nilsdotter-Linde (2004) påvisades däremot inte någon signifikant ökning i totalavkastning eller baljväxtandel i blandningar med både vitklöver och rödklöver förutom skörd ett och två det första vallåret, utan vitklöver ersatte bara rödklöver. Resultaten från Finn et al. (2013) var konsekventa på flera platser och över flera år. Detta innebär

¹ Bodil Frankow-Lindberg, pensionerad professor på Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet

att samspelet mellan vallarter och deras förmåga att hitta nischer i tid och rum i ett bestånd har behov av att undersökas vidare och beror på flera faktorer än bara fröblandningen. Det skulle vara intressant och finns behov av vidare undersökningar om effekterna av att inkludera både vitklöver och rödklöver i vallen.

3.3 Skördesystem och kvävegödsling

Valet av lämpligt skördesystem och kvävegödsling beror på det övergripande målet med vallen. Optimal kvävegödsling varierar beroende på om man strävar efter maximal avkastning, ekonomisk effektivitet eller hög energi-/råproteinhalt (Frankow-Lindberg 2017) (tabell 6). När klöverhalten är hög, över 30 %, visar det sig vara mest fördelaktigt att undvika kvävegödsling, både med hänsyn till kostnadseffektivitet och mängd råprotein. För att maximera totalavkastningen är det förslagsvis lämpligt att avstå från baljväxter i vallen, eftersom de påverkas negativt av kvävegödsling jämfört med gräs och har en lägre avkastningspotential om gräset kvävegödsas (Frame & Newbould 1986). Med utgångspunkt från inledande resonemang är målet ett odlingssystem som är resurseffektivt och hållbart intensifierat (Finn et al 2013), vilket motiverar en hög klöverhalt över 30 % som inte kräver kvävegödsling. För en vitklöver/gräsvall motiverar det även ett skördesystem med tre skördar, dels för att gynna vitklöverhalten, dels för att uppnå en hög kvalitet på vallen som passar djur med ett högt näringsbehov av energi och råprotein. Hur stor mängden kvävegödsling är kan bero på antalet djur och således mängden stallgödsel och dess näringsinnehåll. Markarealen som stallgödseln kan spridas ut på har också betydelse för storleken på kvävegivan till vallen. Ett hållbart tankesätt är att använda den egenproducerade gödseln och fördela den på ett lämpligt sätt med avseende på grödors näringsbehov, jordart, regler för gödsling och möjlighet till försäljning av gödseln.

Vid mål att uppnå en hög klöverhalt finns utmaningar, eftersom det kan kräva minsta möjliga kvävegödsling. Innan klöverhalten är uppnådd innebär det en otillräcklig kvävefixering och att gräsen utelämnas en skjuts av kvävegödslingen för att få bra energi och fibervärden på ensilaget. Det handlar om en avvägning. Enligt Svanäng och Frankow-Lindberg (1994) (tabell 3) är marginalutbytet optimalt vid en kvävemängd på 0–100 kg per hektar, vilket också stöds av Frankow-Lindberg (1990) (tabell 5). För en hållbar intensifiering av vallen och optimera insatser bör alltså kvävemängden ligga i det givna intervallet. Dessutom bör en stor del av gödslingen bör läggas på våren, innan första skörden för att uppnå bästa möjliga marginalutbyte och minimera den negativa påverkan på vitklöverhalten (Frankow-Lindberg 2017; Svanäng & Frankow-Lindberg 1994).

Vitklöver gynnas av ett tidigt skördesystem och passar väl i system med tre eller flera skördar, särskilt med kvävegödsling (Svanäng & Frankow-Lindberg 1994; Øyen 1993). Anledningen till det är att avslagning förbättrar ljusförhållandena för

vitklöver (Frankow-Lindberg 1990), stimulerar förgreningen av stolonier (Frame 1993) samt att flera och tidigarelagda skördar missgynnar vissa gräs (Svanäng & Frankow-Lindberg 1994). Det stimulerar också kortare bladskaf (Frame 1993), vilket dock försämrar vitklövers förmåga att nå ljuset. Vad innebär dessa resultat för en hållbart intensifierad vall med vitklöver med avseende på en hög vitklöverandel? Jag funderar på om det är korrekt att bara titta på halten vitklöver eller råprotein. Enligt Frankow-Lindberg (1994) ger en sen första skörd vid tre skördar en större totalavkastning. Anledningen till detta är att växterna har en större tillväxt inför första skörd än senare under säsongen (Gunnarsson et al. 2014). Tillväxten av gräs är större relativt vitklöver vilket genererar en lägre halt vitklöver, men det behöver egentligen inte innebära att avkastningen av vitklöver är mindre. Detta tar oss tillbaka till tidigare resonemang kring vad målet med vallen är. Vad är av största betydelse, halten eller mängden vitklöver i ett vallbestånd, med avseende på vallens mål för avsättning?

Tidigarelagda skördar resulterar i en högre halt vitklöver eftersom det gynnar vitklöver relativt gräs och det motiverar ett fyrskördesystem. Samtidigt är det osäkert om det är ekonomiskt lönsamt med fyra skördar enligt Gunnarsson et al. (2010). Det är ett område som har potential för vidare utforskning. Jag reflekterar över att för att ett fyrskördesystem ska vara ekonomiskt lönsamt kan fler åtgärder krävas, såsom bevattning. På så vis kan en större total avkastning uppnås även med fyrskördesystemet samtidigt som vitklöver gynnas i det intensiva systemet och av bevattning. Denna strategi skulle kunna säkerställa stor avkastning av och kvalitet på vallen. Det kan även resultera i att vitklöver försörjer vallen med tillräcklig kvävefixering och därmed minskar behovet av kvävegödsling. Å andra sidan kan det vara fördelaktigt att öka kvävegödslingen för att öka avkastningen av gräs.

Vilket skördesystem och strategi för kvävegödsling som är lämplig för en vallodling med vitklöver beror som tidigare nämnts på förutsättningarna och syftet. Med utgång från att odlingsystemet ska vara hållbart intensifierat innefattar det alla tre aspekter av hållbarhet: ekonomisk, miljömässig och social. Genom att utgå från detta kan man resonera om en odlingsåtgärd är motiverad eller ej. Att begränsa kvävegödslingen till endast våren i en vall med en hög klöverhalt kan till exempel vara motiverat från alla aspekter eftersom det kan vara ekonomiskt och miljömässigt lönsamt att avstå från kostnad för mineralkvävegödsel och körning, samtidigt som det är socialt lönsamt eftersom det kan ge utrymme för tid för annat under sommaren, såsom ledighet.

3.4 Övervintring

Mängden stolonier på hösten har en koppling till övervintringsförmågan (Frankow-Lindberg 1990) och kolallokering i vitklöverplantan är viktig för övervintringsförmågan (Frankow-Lindberg 1996b). Odlingsåtgärderna på hösten har en avgörande roll för att uppnå en hög andel vitklöver i ett bestånd. Kraftig avslagning på hösten kan minska allokeringen av kol till stolonier och rötter, medan en bättre ljusmiljö efter avslagning minskar konkurrensen från gräs, vilket

gynnar vitklövers utveckling på hösten och övervintring (Svanäng 1997). Skördetidpunkten för sista återväxtskörd bör alltså anpassas till beståndets tillväxt och rådande temperatur- och nederbördsförhållanden för att säkerställa god övervintring och vårproduktion. På grund av gräsens konkurrens och negativa inverkan från kvävegödsling på stolonproduktionen (Frame & Newould 1986) bör kvävegödsling begränsas inför sista återväxtskörden för att gynna vitklövers övervintring.

Förhållandena varierar beroende på var vallodlingen är belägen i landet och kan variera från år till år. Enligt Höglind (1996) är det viktigt att vara försiktig för att undvika att hamna i en "mellanperiod," vanligtvis någon gång i september. Under denna period kan avslagning riskera övervintringen eftersom reservnäringen inte har hunnit återuppbyggas efter den nya tillväxten. Enligt Anna Aurell² (pers. medd.), växtodlingsrådgivare på Växa i Halland, infaller deras "mellanperiod" i början av oktober. Det är värt att notera att klimatförändringar som har inträffat sedan 1996 troligtvis har påverkat dessa rekommendationer. Generellt sett rekommenderar rådgivarna sina lantbrukare att undvika sena sista skördar som sträcker sig längre än mitten av september. Detta görs för att säkerställa en god övervintring och för att ge bästa möjliga förutsättningar för den värdefulla första skörden. I Halland är det ovanligt att odlingarna täcks av snö under vintern, och ett frodigt bestånd som täcks av snö har större risk för snömögel, vilket inte påverkar övervintringen i detta fall. På grund av de milda höstarna i Halland upplever man ofta en kraftig tillväxt av gräs, vilket ökar konkurrensen för vitklöver. Dessutom upphör vitklövers tillväxt vid högre temperaturer jämfört med gräs. Det bör dock noteras att vallen gödslas kraftigt i Halland, med kvävegivor som kan överstiga 300 kg per hektar, vilket tyder på att odlingsåtgärderna troligen inte har fokuserat på att bevara en hög klöverandel.

3.5 Bevattning

Vitklöver är känslig för torka eftersom den har ett grunt rotsystem. Bevattning gynnar därför ofta vitklöver mer relativt samodlade gräs och baljväxter. Bevattning har en positiv effekt på vitklöverhalten, särskilt i andra och tredje skörd, och en ökning av andelen vitklöver resulterar i högre råproteinhalt. Bevattning ökar även den totala avkastningen (Frankow-Lindberg 1990; Wesström 2022).

Fördelarna är påtagliga men frågan är om det är lönsamt. Med tanke på inledningens resonemang om att minska sårbarheten i lantbruket (Eriksson 2018), finns motivering för bevattning, eftersom det gör odlingssystemet mer motståndskraftigt då växtodlingen inte blir lika utelämnad till väder och vind. Dock krävs att det är ekonomiskt lönsamt och att det är praktiskt genomförbart.

² Anna Aurell, Växtodlingsrådgivare på Växa, Falkenberg.

3.6 Reflektion över arbetet

En styrka med litteraturstudien är de källor som används som kunde jämföras och en svaghet förstås de källor som saknar andra jämförbara rapporter. Jag fann inte så många svenska försök med vitklöver, vilket kan vara på grund av att mina sökmetoder var bristande. Det innebar att mycket litteratur hämtades från SLU:s bibliotek som är daterade före 2000-talet. Fler samtida källor hade gagnat arbetet genom att belysa vad det är som undersöks inom odlingen av vitklöver idag. Om tiden inte hade varit begränsad, hade ytterligare litteraturgenomgång om odlingsförsök med vitklöverblandningar i Skandinavien varit en utvecklingspotential för arbetet. Arbetet har blivit omfattande, vilket har begränsat möjligheten att fördjupa sig i varje avsnitt på ett mer ingående sätt. Samtidigt är det en styrka att få en god översikt över ämnet. Mer fokus hade kunnat ägnas åt resultaten i stället för inledningen, även om jag anser det vara värdefullt att sammanställa en bakgrund till varför man skall odla av vall. Detta är lärdomar att ta med mig till kommande uppsatser, att tydligare utforma arbetets metod, syfte och avgränsningar.

3.7 Slutsatser

- En stor mängd stoloner är betydande för vitklövers prestation i ett vallbestånd. Vitklöverns tillväxt och överlevnad påverkas starkt av utvecklingen och spridningen av stoloner.
- För vallbestånd med vitklöver, med ett näringsinnehåll passande för högt producerande djur, bör vallen ligga i minst tre år med minst tre skördar per säsong för en hållbar intensifiering av vallen samt för att gynna andelen vitklöver i beståndet och ge en god foderkvalitet.
- Kvävegödsling hämmar vitklöver och gynnar gräs.
- Skördetidpunkten för sista återväxtskörd bör anpassas till beståndets tillväxt, lokalen och de rådande temperatur- och nederbördsförhållandena för att säkerställa god övervintring och vårproduktion.
- Bevattnings har en positiv effekt på mängden och andelen vitklöver i ett blandbestånd.

Referenser

- Ahlgren, S., Behaderovic, D., Carlsson, A., den Braver, T., Hessle, A., Kvarnäck, O., Seeman, A., Toräng, P. & Wirsenius, S. (2022). *Miljöpåverkan av svensk nötkött- och lammköttproduktion* (RISE Rapport 143). Uppsala: Enheten hållbar konsumtion och produktion, Research Institutes of Sweden. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1718732/FULLTEXT01.pdf>
- Andersson, T.N. & Milberg, P. (1996) Weed performance in crop rotations with and without leys at different nitrogen levels. *Annals of Applied Biology* 128(3), 505–518. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1996.tb07110.x>
- Bergkvist, G. & Båth, B. (2015) Nitrogen fertiliser dose influence the effect of two year rotational leys with grass or clover/grass on other crops in the rotation. *Aspects of Applied Biology* 128, 133–139. https://www.researchgate.net/publication/309734373_Nitrogen_fertiliser_dose_influence_the_effect_of_two_year_rotational_leys_with_grass_or_clovergrass_on_other_crops_in_the_rotation
- Bertilsson, J. & Halling, M. (2001). *Baljväxtensilage som foder till kor och får*. [LEGSIL]. Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. [2023-05-09].
- Börjesson, G., Kirchmann, H., Kätterer, T. & Bolinder M.A. (2017). *Vallodlingens betydelse för markens kolbalans och kolfastläggning i alven*. Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning. Projekt H142-0005. https://www.researchgate.net/publication/320979083_Vallodlingens_betydelse_för_markens_kolbalans_och_kolfastläggning_i_alven
- Carlsson, G. & Huss-Danell, K. (2003). Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil* 253, 353–372. <https://doi.org/10.1023/A:1024847017371>
- Cooper, J.E. & Scherer, H.W. (2012). Nitrogen fixation. I: Marschner, P. (red.) *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* Third ed., Elsevier, ss. 389–408. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00016-9>

- Dennis, W.D. & Woledge, J. (1982). Photosynthesis by white clover leaves in mixed clover/ryegrass swards. *Annals of Botany* 49(5), 627–635.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086290>
- Emanuelson, M. (2023). *Samverkan näringsliv – forskning inom vall- och betesproduktion i Sverige*. Rapport 34, 16–17. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/konferenser/vallkonferens-2023/vallkonferensen-2023-proceedings-tg-3mars.pdf>
- Eriksson, C. (2018). *Livsmedelsproduktion ur ett beredskapsperspektiv* (MSB1223). Sveriges lantbruksuniversitet. <https://rib.msb.se/filer/pdf/28493.pdf>
- Finn, J.A., Kirwan, L., Connolly, M., Sebastià, T., Helgadottir, A., Baadshaug, O.H., Gilles Bélanger., Black, A., Brophy, C., Collins, R.P., Čop, J., Dalmannsdóttir, S., Delgado, I., Elgersma, A., Fothergill, M., Frankow-Lindberg, B.E., Ghesquiere, A., Golinska, B., Golinski, P., Grieu, P., Gustavsson, A.M., Höglind, M., Huguenin-Elie, O., Jørgensen, M., Kadziuliene, Z., Kurki, P., Llorba, R., Lunnan, T., Porqueddu, C., Suter, M., Thumm, U. & Lüscher, A. (2013). Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment. *Journal of Applied Ecology* 50(2), 365–375.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12041>
- Frame, J. & Newbould, P. (1986). Agronomy of white clover. I: Brady, N.C. (red.) *Advances in Agronomy* 40 vol., Elsevier, ss. 1–88. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60280-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60280-1)
- Frankow-Lindberg, B.E. (1982). *Jämförelser av valltyper – avkastning, kvalitet och utvecklingsförlopp med och utan bevattning* (Rapport 114). Uppsala: Institutionen för växtodling, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Frankow-Lindberg, B.E. (1990). *Botanisk sammansättning i blandbestånd av baljväxter och gräs* (Rapport 17). Uppsala: Institutionen för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Frankow-Lindberg, B.E. (1993). Effect of sowing rate, sowing date, sowing method and weed control methods on yield of white clover in mixed swards. I: Frame, J. *White Clover in Europe: State of the Art* FAO, ss. 133–135.
- Frankow-Lindberg, B.E. (1995). Anläggning av vitklövervallar. *Fakta – mark/växter* 13. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

- Frankow-Lindberg, B.E. (1996a). Anläggning av vall. *Ekologiskt lantbruk* 20. Konferens ekologisk lantbruk. Uppsala: Avdelningen för ekologisk lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Frankow-Lindberg, B.E. (1996b). Assimilate partitioning in three white clover cultivars in the autumn and the effect of defoliation. *Annals of Botany* 79(1), 83–87. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0306>
- Frankow-Lindberg, B.E. (2017). *Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall* (Rapport 24). Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. https://pub.epsilon.slu.se/14335/1/frankow_lindberg_b_170516.pdf
- Frankow-Lindberg, B.E. & Kornher, A. (1982). *Vallanläggning* (Rapport 102). Uppsala: Institutionen för växtodling, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Grieu, P., Robin, C. & Guckert, A. (1993) Sensitivity of net photosynthesis to soil drought in white clover. I: Frame, J. *White Clover in Europe: State of the Art* FAO, ss. 140–143.
- Gunnarsson, C., Nilsson-Linde, N. & Spörndly, R. (2014). *Två, tre eller fyra skördar av vallfoder på år*. JTI-rapport: Lantbruk & Industri, 419. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:959444/FULLTEXT01.pdf>
- Halling, M. (2000). Möjlighet och begränsningar med vallbaljväxter. *SLF rapport 47*, 164–167 [Jordbrukskonferensen 6–7 november 2000]. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. https://www.researchgate.net/publication/267564609_Mojlighet_och_begransningar_med_vallbaljvaxter
- Halling, M., Rammer, C., Lingvall, P. & Tuveesson, M. (1998). *Flytgödsel till rajgräs/vitklövervall*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. FAKTA Jordbruk 1.
- Halmemies-Beauchet-Filleau A., Vanhatalo A., Toivonen V., Heikkilä T., Lee M.R.F. & Shingfield K.J. (2014) Effect of replacing grass silage with red clover silage in nutrient digestion, nitrogen metabolism, and milk fat composition in lactating cows fed diets containing a 60:40 forage-to-concentrate ratio. *Journal of Dairy Science* 97, 3761–3776.
- Hessle, A. & Danielsson, R. (2023) *Antal nötkreatur som krävs för att nå gynnsam bevarandestatus i svenska naturbetesmarker och djurens metanutsläpp*. (Rapport 2022:60). Skara: Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges

lantbruksuniversitet. https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/hmh/hmh-pdf/rapport_60.pdf

- Hirel, B. & Krapp, A. (2021). Amino acids | nitrogen utilization in plants I biological and agronomic importance. I: Jez, J. (red). *Encyclopedia of Biological Chemistry* Third ed., 1 vol., Elsevier, ss. 127–140. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.21265-X>
- Höglind, M. (1996) Övervintring av klöver/gräsvall. *Ekologiskt lantbruk* 20, 223–231. Uppsala: Institutionen för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Höglind, M. (1997). Blandvall med vitklöver. *Fakta Mark/Växter* 13. Uppsala: Institutionen för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Joel, A., Nilsson-Linde, N. & Wesström, I. (2023). *Bevattning av vall*. Rapport 34, 62–65. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/konferenser/vallkonferens-2023/vallkonferensen-2023-proceedings-tg-3mars.pdf>
- Johansson, B. & Wivstad, J. (2019). *Utfodring i ekologisk mjölkproduktion*. Uppsala: Centrum för ekologisk produktion och konsumtion, Sveriges lantbruksuniversitet. https://pub.epsilon.slu.se/17356/1/johansson_b_et_al_200813.pdf
- Johansson, B. & Ullvén, K. (2015). *Proteinfoder till mjölkkor*. Uppsala: Centrum för ekologisk produktion och konsumtion, Sveriges lantbruksuniversitet. https://pub.epsilon.slu.se/13043/1/johansson_b_ullven_k_160226.pdf
- Johnsson, B. & Meijersjö, E.M. (2023). *Grovfoderbaserad djurproduktion och CAP 2023–2027*. Rapport 34, 7–13. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/konferenser/vallkonferens-2023/vallkonferensen-2023-proceedings-tg-3mars.pdf>
- Jonsson, N., Lundin, G. & Sundberg, M. (2015). *Konservering och lagring av åkerböna vid svåra skördeförhållanden*. JTI-rapport: Lantbruk & Industri, 437. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1062199/FULLTEXT01.pdf>
- Kainiemi, V. (2014). *Tillage effects on soil respiration in swedish arable soils*. Diss. Uppsala: Swedish University of Agriculture. SLU/Repro. https://pub.epsilon.slu.se/10961/1/kainiemi_v_140107.pdf
- Karlsson, J.O., Einarsson, R. & Tidåker, P. (2023). *Vallens roll i hållbara livsmedelssystem – hur välintegrerad är vallen i växtodlingssystemen?* Rapport

- 34, 18–21. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/konferenser/vallkonferens-2023/vallkonferensen-2023-proceedings-tg-3mars.pdf>
- Kirkegaard, J., Christen, O., Krupinsky, J. & Layzell, D. (2008) Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crops Research* 107(3), 185–195.
- Krizsan, S.J., Giunguina, A. & Vega, M. (2023). *Vallgrödor som foderproteinkälla*. Rapport 34, 113–116. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/konferenser/vallkonferens-2023/vallkonferensen-2023-proceedings-tg-3mars.pdf>
- Kung, L. & Shaver, R. (2001). Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on Forage* 3(13), 2.
<https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/Fermentation.pdf>
- Kätterer, T., Börjesson, G. & Bolinder, M.A. (2017). *Odlingssystemens effekter på kolinlagring i jordbruksmark*. Uppsala: Institutionen för ekologi, Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.
https://pub.epsilon.slu.se/16671/1/katterer_et_al_200708.pdf
- Lindén, B. (2008). *Efterverkan av olika förfrukter*. (Rapport 14). Skara: Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://pub.epsilon.slu.se/3288/1/porapp14.pdf>
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304(5677), 1623–1627. DOI: 10.1126/science.1097396
- Murray, P.J. & Clements, R.O. (1993). Soil abiotic factors affecting emergence of white clover (*Trifolium repens* L.) seedlings. I: Frame, J. *White Clover in Europe: State of the Art*. FAO, ss. 136–139.
- Nilsson-Linde, N. (2004). *Försök med vallfröblandningar*. Uppsala: Fältforskningsenheten, Sveriges lantbruksuniversitet.
<http://www.skaneforskoken.nu/dokument/L6-4425%202004.pdf>
- Nilsson, J., El Khosht, F., Bergkvist, G., Öborn, I. & Tidåker, P. (2022). *Vall i växtföljd för minskad klimatpåverkan*. (Mistra Food Futures Report 2). Uppsala: Institutionen för energi och teknik, Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://mistrafoodfutures.se/content/uploads/2022/11/mistra-food-futures-report-2-web.pdf>

- Olsson, Y. (2022). *Jordbruksmarkens användning 2022. Slutlig statistik*. Jordbruksverket. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-10-20-jordbruksmarkens-anvandning-2022.-slutlig-statistik#h-Tabeller>
- Poeplau, C., Bolinder, M.A., Eriksson, J., Lundblad, M. & Kätterer, T. (2015). Positive trends in organic carbon storage in Swedish agricultural soils due to unexpected socio-economic drivers. *Biogeosciences* 12, 3241–3251. https://www.researchgate.net/publication/307794049_Positive_trends_in_organic_carbon_storage_in_Swedish_agricultural_soils_due_to_unexpected_socio-economic_drivers
- Presto Åkerfeldt, M., Friman, J., Dahlström, F., Larsen, A. & Wallenbeck, A. (2022). Juice from silage in green bio refineries—a potential feed ingredient in liquid diets to weaned pigs. *Acta Agriculture Scandinavia, Section A – Animal Science* 71, 51–57. <https://doi.org/10.1080/09064702.2022.2118828>
- Rasse, D.P., Rumpel, C. & Dignac, M.F. (2005). Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for specific stabilization. *Plant and Soil* 269, 341–356. <https://doi.org/10.1007/s11104-004-0907-y>
- Samuel, A. & Dines, L. (red.) (2023). Establishing and improving grassland. *Lockhart and Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland* Tenth ed., Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Elsevier, ss. 563–583. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85702-4.00024-8>
- Sousa, D., Larsson, M. & Nadeau, E. (2021). Milk production of dairy cows fed grass-clover silage pulp. *Agriculture* 12(1), 33. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010033>
- Spörndly, R. (2010). *Om tillsatsmedel i ensileringen*. Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. [Djurhälso- & Utfodringskonferensen 2010].
- Svanäng, K. (1997). *Övervintring av vitklöver i samodling med gräs*. Diss. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala: SLU/Repro.
- Svanäng, K. & Frankow-Lindberg, B. (1994). *Vitklöver som slåtterväxt*. (Rapport 51). Uppsala: Institutionen för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Thuillier, V. (2023). *Vallen – en framtidsgröda*. Rapport 34, 14–15. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.

<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/konferenser/vallkonferens-2023/vallkonferensen-2023-proceedings-tg-3mars.pdf>

- Tidåker, P., Rosenqvist, H., Gunnarsson, C. & Bergkvist, G. (2016). *Räkna med vall*. JTI rapport: Lantbruk & Industri, 445. <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1062177/FULLTEXT01.pdf>
- Vu, E., Friman, J., Verbeek, E., Sjunnesson, Y., Lundh, T. & Presto Åkerfeldt, M. (2023). *Vallfoder till gris och dess effekt på produktion, beteende och hälsa samt reproduktion*. Rapport 34, 113–116. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/konferenser/vallkonferens-2023/vallkonferensen-2023-proceedings-tg-3mars.pdf>
- Wallenhammar, A.-C., Nilsson-Linde, N., Jansson, J. & Stoltz, E. (2014). *Rotröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter*. Rapport 18, 55–58). Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Woledge, J., Dennis, W.D. & Davidson, I.A. (1984). The photosynthesis of white clover and ryegrass in mixed swards. I: Sybesma, C. (red.) *Advances in Agricultural Biotechnology* AABI., 4 vol., Springer, 149–152. https://doi.org/10.1007/978-94-017-4971-8_33
- Øyen, J. (1993) Herbage quality and persistence of perennial ryegrass/ white clover mixtures under different harvest regimes. I: Frame, J. *White Clover in Europe: State of the Art* FAO, ss. 73–76.
- ¹Bodil Frankow-Lindberg, pensionerad professor på Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
- ²Anna Aurell, Växtodlingsrådgivare på Växa, Falkenberg.

Bilaga 1

Tabell 1 Sammanställning av effekter av avslagningsintervall på avkastning och vitklöverhalt vid samodling med gräs. Baserad på data från Frankow-Lindbergs rapport (1990) Botanisk sammansättning i blandbestånd av baljväxter och gräs, s. 8–9 och 15

Land	Avslagningsintervall i veckor	Baljväxtavkastning (kg ts/ha)	Baljväxthalt (%)	Referens	Vallår
Storbritannien (Skottland)	6 v	1645	19	Frame (1973)	2
	4 v	1423	19		
	3 v	1582	15		
Storbritannien (Wales)	8–12 v	1470	19	Wilman & Asiegbu (1982)	1
	6 v	1090	21		
	4 v	650	17		
	3 v	640	21		
Storbritannien	4–6 v	2190	22	Rhodes & Harris (1978)	
	2–3 v	2550	34		

Tabell 2 Foderkvalitet och uthållighet hos vitklöver-/engelskt rajgräs-blandningar under olika skördesystem. Baserad på data från Øyens rapport (1993). I: Frame, J. *White clover in Europe: State of the art*. FAO, ss. 73–75. Tre olika behandlingar; G (grazing) ska simulera bete var fjärde vecka, GS (grazing and silage) simulerar bete och slåtter och S (silage) simulerar slåtter. Första skörd tagen vid beståndshöjd på 25 cm för behandlingarna G och GS. Första skörd tagen vid tidig axgång för engelskt rajgräs för behandlingen S. Botanisk sammansättning bestämdes genom ögonmått. Försöksleden gödslades årligen med 80 kg kväve, 34 kg fosfor och 200 kalium. Försökplats Særheim reserach station, N-4062 Klepp st., Norway. Fröblandning (kg/ha): vitklöver (5) + eng. rajgräs (15) + timotej (5) + ängsgröe (5)

Avslagningsintervall					
		20-maj	20-jun	16-jul	06-sep
G		20-maj	20-jun	16-jul	06-sep
GS		20-maj	20-jun	06-sep	
S		10-jun	16-jul	06-sep	
Avkastning (kg ts/ha)					
Skörd (medelvärden för vallår II och III)	1	2	3	4	Tot
G	2970	2360	1390	1600	8330
GS	2710	2260	2300		7270
S	4450	2770	1440		8660
Vitklöverhalt (%)					
G	13	29	31		
GS	12	25	27		
S	11	19	25		
Avkastning mjölk (ECM) per hektar					
G	3080	2070	1520	1710	8370
GS	2750	1970	2550		7270
S	4570	2970	1860		9400

Tabell 3a Effekter på en ogödslad vall med vitklöver på dess avkastning, vitklöverhalt, omsättbar energi, råprotein och PBV vid olika skördesystem: tre skördar och en sen förstaskörd (S1), tre skördar och en tidig första skörd (S2) samt fyra skördar (S3). Baserad på data hämtad från Svanäng och Frankow-Lindbergs rapport (1994) Vitklöver som slåtterväxt, s. 10–13 och 15–17. Medelvärde för två vitklöverblandningar (kg/ha): blandning 1: vitklöver (5) + timotej (10) + ängssvingel (7) och blandning 2: vitklöver (5) + timotej (8) + ängssvingel (6) + ängsgröe (3)

Skördesystem						
	skörd 1	skörd 2	skörd 3	skörd 4		
S1	12-juni	24-juli	04-sep			
S2	05-juni	17-juli	04-sep			
S3	05-juni	03-juli	31-juli	04-sep		
Sk-system	Skörd	Ts (kg/ha)	Oms. energi (MJ/kg ts)	Råprotein (g/kg ts)	PBV	Vitkl.halt (%)
Vallår 1						
S1.	1	3716	10,7	110	-18	39
	2	2314	10,6	187	60	72
	3	1745	11,1	224	92	80
S2.	1	3010	10,8	129	1	40
	2	2690	10,8	182	52	70
	3	2116	11	212	81	80
S3.	1	2881	10,8	127	-1	41
	2	1471	10,9	202	72	62
	3	1463	11,1	219	87	74
	4	1443	11,2	249	116	82
Vallår 2						
S1.	1	4314	10,9	144	14	55
	2	2397	10,7	188	60	73
	3	1523	11,1	225	93	74
S2.	1	3233	11,4	173	39	56
	2	2646	10,7	187	59	73
	3	1884	10,9	211	81	65
S3.	1	2989	11,3	180	46	60
	2	1593	11	222	91	77
	3	1486	11,1	223	91	77
	4	1366	11,2	247	114	80
Vallår 3						
S1.	1	4437	11	121	-10	45
	2	1397	10,7	196	59	58
	3	1467	11,1	218	86	65
S2.	1	3944	11,3	137	3	46
	2	1670	10,6	190	55	62
	3	1752	10,9	210	80	64
S3.	1	3729	11,3	150	17	52
	2	1233	10,8	210	71	65
	3	963	11	225	94	67
	4	1147	11,1	253	121	75

Tabell 3b Effekter på en kvävegödslad vall med vitklöver (100 kg kväve per hektar) på dess avkastning, vitklöverhalt, omsättbar energi, råprotein och PBV vid olika skördesystem. Försöksuppläggning förklaras i tabelltext 3a

Sk-system	Skörd	Ts (kg/ha)	Oms. Energi (MJ/kg ts)	Råprot. (g/kg ts)	PBV	Vitkl.halt (%)
Vallår 1						
S1.	1	4836	10,5	109	-17	29
	2	2484	10,8	170	41	46
	3	2125	11,2	198	66	50
S2.	1	3796	10,8	124	-5	25
	2	2942	10,9	167	36	48
	3	2501	11,1	179	47	48
S3.	1	3679	10,9	123	-6	28
	2	1523	11,1	209	77	46
	3	1865	11,2	197	64	54
	4	1722	11,4	218	84	55
Vallår 2						
S1.	1	5459	10,7	118	-9	28
	2	2620	10,8	174	45	50
	3	1691	11	199	68	50
S2.	1	4207	11,2	145	12	34
	2	2804	10,8	167	38	50
	3	2191	10,9	181	51	44
S3.	1	4024	11,3	150	17	36
	2	1533	11,1	223	92	57
	3	1814	11,1	197	66	50
	4	1466	11,2	218	85	56
Vallår 3						
S1.	1	5129	10,7	111	-17	30
	2	1644	10,7	186	51	41
	3	1688	11	197	66	46
S2.	1	4257	11,2	131	-2	30
	2	1866	10,8	180	45	49
	3	1892	11	186	55	45
S3.	1	4176	11,2	137	4	35
	2	1213	10,8	209	70	55
	3	1216	11,1	204	72	53
	4	1264	11,2	230	97	59

Tabell 4 Kvävegödslingens marginalutbyte och effekt på avkastningen av en vitklövervall. Baserad på data hämtad från Svanäng och Frankow-Lindbergs rapport (1994) Vitklöver som slåtterväxt, s. 10–13 och 15–17. Tre olika kvävegödslingsnivåer: 0 (N0), 100 (N1) eller 200 (N2) kg kväve per hektar. Medelvärde för två vitklöverblandningar (kg/ha): blandning 1: vitklöver (5) + timotej (10) + ängssvingel (7) och blandning 2: vitklöver (5) + timotej (8) + ängssvingel (6) + ängsgröe (3)

Marginalutbyte av kväve i olika intervall (kg ts/ha)								
	Vall I	Vall II	Vall III	Vall IV	Skörd 1, medel	Skörd 2, medel	Skörd 3, medel	Skörd 4, medel
0–100 kg N	14,4	14,7	7,7	7,2	29,8	2,7	8,3	5,3
100–200 kg N	8,2	7,3	4,8	3,9	10,5	3,4	8,9	5,3
Kväveeffekt på avkastning av vitklöver respektive gräs (kg ts/ha)								
	N0			N1				
	S1.	S2.	S3.	S1.	S2.	S3.		
Vall I								
Vitklöver	5221	5315	5126	4104	4107	4368		
Gräs	2673	2474	2363	5241	5106	4443		
Vall II								
Vitklöver	5311	5003	5186	3646	3775	4001		
Gräs	3236	3005	2515	6324	5735	5122		
Vall III								
Vitklöver	3585	4100	4324	2584	2856	3157		
Gräs	3809	3526	2979	5787	5384	4739		
Vall IV								
Vitklöver	4008	3822	4003	2801	2482	2949		
Gräs	4876	3505	3081	5990	5486	4749		

Tabell 5 Sammanställning av effekter av kvävegödsling på avkastning och vitklöverhalt vid samodling med gräs. Baserad på data från Frankow-Lindbergs rapport (1990) Botanisk sammansättning i blandbestånd av baljväxter och gräs, s. 8–9 och 15

Land	N-gödsling (kg/ha)	Baljväxtavkastning (kg ts/ha)	Baljväxthalt (%)	Referens	Vallår
Storbritannien	0	2742	40	Cowling (1961)	3
	38	2303	32		
	118	1303	16		
	236	427	5		
Storbritannien (Nordirland)	0	3640	47	Laidlaw (1980)	2
	30	3440	41		
	60	2880	32		
	90	2650	28		
Storbritannien (Skottland)	0	3155	43	Frame (1973)	2
	161	935	10		
	323	585	5		
Storbritannien (Wales)	0	1340	31	Wilman & Asiegbu (1982)	1
	224	580	8		
Frankrike	0	1392	22	Montard et al. (1983)	3
	80	464	6		
	160	132	2		
	320	28	0		

Tabell 6 Optimal kvävegiva till klöver/gräsvallar med olika klöverhalter med avseende på maximal avkastning, ekonomisk optimal giva och krav på stort råproteinnehåll. Försöket utfördes med treskördesystem. Baserad på data hämtad från Frankow-Lindbergs rapport (2017). Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall, s. 19–22

Vall med olika andelar klöver	Kvävegivor, skörd 1–3 (kg N/ha)	Total avkastning (kg ts/ha)	Råproteinhalt, skörd 1–3 (g/kg ts)
≤20% klöver			
Maximal avkastning	100+90+60	14 100	133, 156, 144
Ekonomisk optimal giva	70+10+60	13 100	124, 102, 144
Krav på stort råproteinnehåll	160+90+0	12 000	152, 156, 157
20–30% klöver			
Maximal avkastning	160+60+80	13 000	161, 157, 140
Ekonomisk optimal giva	0+20+40	11 800	129, 130, 155
Krav på stort råproteinnehåll	150+60+0	12 400	159, 157, 170
<30 % klöver			
Maximal avkastning	0+50+80	12 200	161, 174, 168
Ekonomisk optimal giva	0+0+0	11 200	161, 164, 184
Krav på stort råproteinnehåll	0+0+0	11 200	161, 164, 184

Tabell 7 Effekter på avkastning, botanisk sammansättning, råproteinhalt energihalt vida olika skördesystem och bevattningsförhållanden på vitklöver i samodling med gräs. Baserad på data hämtad från Frankow-Lindbergs rapport (1982) Jämförelser av valltyper – avkastning, kvalitet och utvecklingsförlopp med och utan bevattning, s. 7, 11 och 30–32. Första skörd togs vid timotejens stråskjutning (S1), 10 dagar efter timotejens stråskjutning (S2) och 20 dagar efter timotejens stråskjutning (S3). Samtliga skördesystem hade bevattnade och obevattnade led. Försöksleden gödslades årligen med 30–40 kg fosfor per hektar och 100–150 kg kalium per hektar. Kvävegödslingen delades upp i tre givor och var giva bestod av 30 kg kväve per hektar; på våren, efter första och andra skörd. Fröblandning (kg/ha): vitklöver (6) + timotej (8) + ängssvingel (8)

Skördesystem	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 3			
S1.	06-maj	19-jul	09-jun			
S2.	15-jun	29-jul	16-sep			
S3.	25-jun	08-aug	26-sep			
Torrsubstansavkastning (kg/ha), medelvärde av fyra försök						
Vallår	Obevattnad		Bevattnad			
I	8021		12 313			
II	8310		13 465			
III	6384		9356			
I-III	7572		11 711			
Avkastning (kg ts/ha). Medel per vallår och var skörd						
	Obevattnad			Bevattnad		
Skördesystem	S1.	S2.	S3.	S1.	S2.	S3.
Vall I	5926	8021	10 943	8751	12 313	15 081
sk. 1	2740	3683	5648	3288	5445	6825
sk. 2	1768	2588	3540	3008	3850	4798
sk. 3	1418	1750	1755	2455	3018	3458
Vall II	6518	8310	10 003	9521	13 465	15 131
sk. 1	3795	5555	6300	3953	6590	7215
sk. 2	1570	1455	2243	3015	3840	4603
sk. 3	1153	1300	1460	2553	3035	3313
Vall III	4733	6384	8155	7516	9356	11 988
sk 1	2373	3708	5185	2488	3763	5298
sk 2	1580	1393	1767	2960	3110	4200
sk 3	780	1283	1203	2068	2483	2490
Energihalt (MJ/kg ts) medel per vallår						
Vall I	11,2	11,0	10,6	11,1	10,9	10,6
Vall II	11,2	11,1	10,6	10,9	10,8	10,1
Vall III	11,4	11,2	10,9	11,2	11,0	10,3
Råproteinhalt (g/kg ts) medel per vallår						
Vall I	137	116	98	134	112	93
Vall II	110	97	89	109	98	84
Vall III	103	84	81	126	101	92

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.