



2024-12-20

Jonas Jönsson, David Hansson, Oskar Hansson, Thomas Prade, Sven-Erik Svensson

Plantering och sådd av grönsaker i odlingssystem med reducerad jordbearbetning och råg-mulch

En studie på sandjord om hur grönsakskulturer som etableras i slutet av maj fungerar i odlingssystem med reducerad jordbearbetning och höstråg som vintermellangröda

Behovet av att föra in mer organiskt material i grönsaksodlingen för att gynna mullbildning, kolinlagring och struktur i marken är stort, speciellt vid ökad risk för extremväder. Grönsaksodlarna prioriterar inte spannmål eller mellangrödor utan koncentrerar sig alltmer på ensidig odling av grönsaker. Detta gör på sikt att odlingsjorden blir svårbrukad och känsligare för extremväder. Vår tanke är att på hösten och våren utnyttja tiden, före en sent etablerad grönsaksgröda, då jorden vanligtvis ligger bar och i stället odla en övervintrande mellangröda t.ex. höstråg (ev. i samodling med luddvicker). Vi vill studera hur en etablering av huvudgrödan under slutet av maj fungerar. Vidare vill vi undersöka hur markfukten påverkas av höstrågen som förfrukt jämfört med bar mark i form av en miniträda under våren. Även frågeställningar kring näringstillgång och timing för kväve mineralisering studeras i odlingssystemet. Höstrågen kan sköras i mitten av maj till foder eller som råvara i växtproteinfabriker eller i biogasanläggningar, alternativt användas som ett växttäck (mulch) för att bevara ytlig markfukt och kontrollera fröogräs. Demoodlingar och försök med detta nya odlingssystem på sandjord har genomförts på av HIR Skåne under tre växtsäsonger inom projektet "Ökad konkurrenskraft vid extremväder".

Demoodling och försök

Ett odlingssystem med reducerad jordbearbetning och råg som vintermellangröda har utvecklats under en treårsperiod (2022-2024) med lite olika fokus. Första året 2022 arrangerades en teknikdemonstration på Helgegården i Kristianstad där olika etableringstekniker testades i stor skala. Den senaste innovationen var planteringsmaskinen MulchTec Planter¹, som gör det möjligt att plantera små torvkruksplanter genom ett

¹ https://live2give.info/files/assets/downloads/Flyer_Planter_en%202022-09.pdf



täckmaterial samtidigt som gödning myllas och vatten tillförs plantorna. Strimsådd av rödbetor genomfördes med precisionssåmaskinen Tempo² (Väderstad) i spannmålsstubb, som endast bearbetats i den blivande såraden (en så-strimma) med en StripCat³ (Agrisem).

Det andra odlingsåret 2023 flyttades demoodlingen till Borgeby gård och tre modellgrödor etablerades i odlingssystemet. Modellgrödorna etablerades på lite olika sätt. Vitkål planterades i mulch (täckmaterial) av höstråg. Rödbetor såddes i rågstubb som strimbearbetats inför sådden. Sådden genomfördes med Väderstad Tempo. Konservärter såddes med Väderstad Rapid efter en grund bearbetning av rågstubben. För varje modellgröda fanns även en referensyta bredvid, där jorden var obevuxen under hela våren fram till att grödorna etablerades.

Tredje odlingsåret 2024 (som beskrivs mer i detalj i denna rapport) vidareutvecklades demonstrationsodlingen till ett riktigt fältförsök där behandlingarna upprepades i fyra block. Modellgrödorna var vitkål och rödbetor detta år. Vitkålen planterades i mulch av höstråg, medan rödbetorna såddes i rågstubb som strimbearbetats inför sådden. Båda modellgrödorna etablerades även i bar jord som utgjorde kontroll. De två grödorna fick var sin bevattningsstrategi. Detta gav oss möjlighet att studera olika effekter av både odlingssystem och markfuktens variation under odlingssäsongen. Under de två första åren noterades att höstrågen förbrukar mycket vatten under våren, före etableringen av huvudgrödorna. Bevattning krävdes för att kompensera denna vattenbrist. Läs mer om detta, samt om andra resultat från de två första projektåren, i vår tidigare rapport⁴.

Odlingssystemförsök 2024

På försöksytan på Borgeby gård etablerades en högvakastande populationsråg (sort: Protector) hösten 2023. Hela försöksytan såddes av praktiska skäl och låg bevuxen med höstrågen under vintern 2023/24. I mars 2024 fastställdes försökets upplägg med försöksrutor för respektive behandling, upprepat i fyra block. Därefter rotorharvades rågen i de försöksrutor som skulle vara miniträda (Led A). Miniträdan fungerade även som kontrollled i försöket. I de övriga försöksrutorna (Led B) fick rågen stå kvar och den gödslades tidig vår med kväve, 60 kg/ha, för att uppnå en bra tillväxt. Ytterligare en kvävegödsling, 40 kg/ha, utfördes i mitten av april. Inga växtskyddsåtgärder utfördes i rågen.

² Läs mer om sådd med Väderstad Tempo:

<https://www.vaderstad.com/se/precisionssadd/tempo-precisionssamaskin/>

³ Läs mer om jordbearbetning med Agrisem StripCat:

<https://agrisem.com/en/product/stripcat-2/>

⁴ Demonstrationsodling - Fuktbevarande åtgärder i grönsaksodling:

<https://hushallningssallskapet.powerappsportals.com/kunskapsarkivet/ckarticle-kunskap/?id=634f6ccf-c20b-418b-bde3-11e6aa062572>





Figur 1. Höstråg i full blom putsad med frontmonterad betesputs den 28 maj och finfördelad över ytan och bildar mulch (växttäck) 5-7 cm tjockt. Foto: Jonas Jönsson, HIR Skåne AB.

Höstrågen fick gå upp till en fullstor gröda, med begynnande blomning i mitten av maj, innan den putsades ned se figur 1. Syftet var att hålla marken bevuxen, samla kväve, maximera kolinlagringen och mullbildningen under perioden före etableringen av huvudgrödan. Rågen putsades ned med en betesputs (två överfarter) strax före plantering resp. sådd av huvudgrödorna vitkål och rödbetor. Rågens grönmassa finfördelades jämnt över den yta som skulle planteras med vitkål för att bilda mulch, ett tätt växttäck 5-7 cm tjockt, som bevarar fukt och hämmar frögräs. Innan sådden av rödbetorna togs grönmassan av rågen bort, vilket kan liknas vid skörd till "grönfoder". Storleken på försöksrutorna bestämdes av hur det praktiskt fungerar att sköta grödorna (se försöksskiss bilaga 1).

Led A. Kontroll (miniträda, svart jord hela våren innan etablering av huvudgrödan)

Led B. Mulch eller stubb av höstråg (rågen putsas ner respektive skördas före etablering av huvudgrödan)

Led A & B indelas i två bevattningsstrategier:

x: obevattnad

y: optimal bevattning



Ett extra försöksled med fiberfraktion av fassseparerad biogödsel i vitkålen - Block 5

Det tillkom ett femte block i försöket under våren 2024. Försöksrutorna med vitkål förlängdes med 5 m, både för Led A (miniträda) och för Led B (mulch). Dessa behandlades lika som övriga försöket under försommaren innan vitkålen planterades. Det som skiljer är att rågen skördades i Led B (simulerar skörd av grönmassa av råg till biogas). Därefter tillfördes både led A & B ett speciellt täckmaterial (ca 5-7 cm tjockt), se figur 2. Detta täckmaterial var fiberfraktionen från fassseparerad biogödsel, från Gasum i Jordberga, och som levererades till platsen av Biototal.



Figur 2. Försöksrutor med tre olika behandlingar: Miniträda (med en del ogräs i rutorna), mulch från nedputsad höstråg och rågstubb täckt med fiberfraktion av biogödsel (förgrunden). Foto: Jonas Jönsson, HIR Skåne AB.

Kolbalansberäkningar visar att klimateffekten blir mycket positiv om mellangrödan höstråg skördas för produktion av biogas och biogödsel, i stället för att direkt läggas på marken som ett växttäck (mulch). Detta positiva klimatresultat gäller under följande förutsättningar: När lerhalten i jorden är lägre än ca 15 % och när mellangrödans kväverika biomassa är stor, som i detta fall när den gödslats med 100 kg N per hektar (se beräkningar i bilaga 2).



Resultat & diskussion

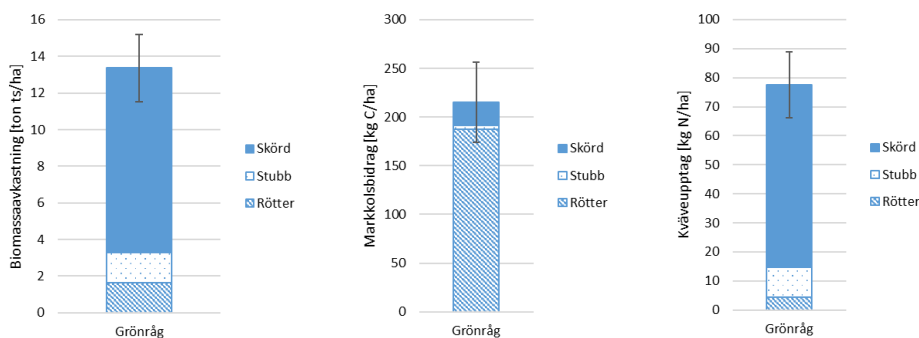
Vintermellangrödan höstråg bildar täckmaterial

Målet var att odla fram en vintermellangröda tillräckligt frodig så den täcker marken väl och kan ensamt utgöra ett bra täckmaterial för att hämma frögräs (figur 3). Valet av höstrågs-sort styrdes av potentialen att bilda en stor mängd grönmassa. För att stimulera tillväxten kvävegödslades rågen vid två tillfällen (60+40 kg/ha) och det bedömdes vara max vad höstrågen tål innan den lägger sig. Det var visuellt stor skillnad i frodighet och tillväxt hos rågen på ytor utanför försöket, som bara fick andra givan 40 kg N/ha.



Figur 3. Vitkål planterad genom täckmaterial av nedputsad råg (tv). Jämförelseyta planterad på konventionellt vis i svart jord (th). Foto: Jonas Jönsson, HIR Skåne AB.

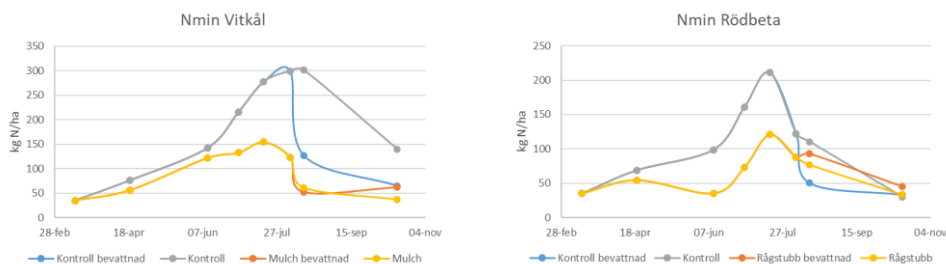
En provskörd av höstrågen utfördes den 22 maj 2024. Resultatet blev ca 33 % i TS, med en spridning mellan blocken (1-4): 32,0; 30,1; 32,5; 39,0 % TS. Det betyder att vi i de 4 provrutorna i medeltal fick en biomassaskörd av höstrågen på drygt 12 TS per ha (figur 4). Detta är en rimlig skörd att uppnå i en konventionell odling och precis tillräcklig för att uppnå målet marktäckning med ett 5-7 cm tjockt lager. För att vara på säkra sidan och uppnå riktigt god marktäckning med 8-10 cm tjockt växttäckte behövs det ytterligare 2-3 ton TS per ha. Våra tyska partner som utförde planteringen i försöket angav målet 15 ton TS per ha för en optimal täckgröda och det verkar stämma väl med våra observationer. En annan observation vi gjort under tiden var att rågen växer om, och skjuter nya skott om inte växttäcket blir tillräckligt tjockt, även om rågen putsats efter dess blomning då den normalt inte ska kunna växa om.



Figur 4. Mängd biomassa (ton TS per ha) i "grönrågen" den 22 maj 2024 (tv). Beräkning av markkolsbidraget (kg stabilt C per ha) (mitt) och kväveupptaget i rågen (kg per ha) (th).

Mineralisering och näringstillgång

En central frågeställning i odlingssystemet är hur kvävet mineraliseras beroende på mellangrödan och den mulch (täckmaterial) som bildas efter höstrågens avslagning. Är detta något som behöver kompenseras för? Årets försök följdes noggrant med upprepade jordprov under hela försöksperioden. Tidig vår innehöll jorden 35 kg N/ha, i form av N-min, i jordprofilen 0-30 cm, vilket är helt normalt (figur 5). Kvävegödslingen till rågen (Led B) under våren (60+40 kg N/ha) konsumeras av rågen under sin kraftiga vegetativa tillväxt. Detta illustreras tydligt, i figur 5, i leden med rödbeta (7/6), skillnaden är dock obetydlig i leden med vitkål, vid samma datum. Det beror troligtvis på att ytan där vitkålen planterades grundgödslades med 700 kg NPK 11-5-18 (77 kg N/ha) innan rågen putsades ner (28/5), dvs en vecka före jordprovtagningen. Vid planteringen (11/6) myllades ytterligare 400 kg NPK 11-5-18 (44 kg N/ha) under plantraden. Rödbetorna fick hela grundgödslingen 600 kg Probeta NPK 15-3,6-8 (90 kg N/ha) myllat intill raden i samband med sådden (11/6).



Figur 5. Væxttillgängligt kväve (kg N-min pre ha) i marken i obevattnad del av försöket, beräknad från Spurway-analyser av jordprov, 0-30 cm, under hela växtsäsongen.

I samband med sådd och plantering börjar signifikanta skillnader uppstå i mängden tillgängligt kväve mellan leden. I kontrolledet (tidigare miniträda) ökar det tillgängliga kvävet i marken med motsvarande mängd som tillförts. Däremot planar det tillgängliga kvävet ut i ledet i vitkål med mulch. Kvävet blir alltså inte tillgängligt i lika stor utsträckning i mulchen som i svartjorden. Det ser ut som att mineralisering hämmas trots att vi placerat kvävet så nära plantan som möjligt. Vi noterade även att temperaturen under växttäcket var några grader lägre, vilket sannolikt även påverkar mineraliseringshastigheten negativt. Det tillgängliga kvävet i rödbetorna planar inte ut i samma utsträckning som i vitkålen utan fortsätter parallellt med kontrolledet, vilket kan bero på den kraftiga bearbetningen i raden



inför sådd rör runt mer och syresätter jorden vilket snabbar på mineraliseringsprocessen. Båda grödorna fick tilläggsgödsling med rampspridare Axan N27 (1/7), vitkål: 300 kg/ha (81 kg N/ha) och rödbeta 150 kg/ha (40 kg N). Vitkålen fick ytterligare en tilläggsgödsling (18/7): 300 kg/ha (81 kg N/ha).

Skillnaderna mellan leden i båda modellgrödorna består fram slutet av juli, då den är som störst. Detta var inget som gick att se i innehållet i växten. Ett indikativt växtsaftprov (samlingsprov) togs (5/8) för att studera kväveupptaget och avgöra behovet av ytterligare tilläggsgödsling. Det visade ingen större skillnad i kväveupptag mellan de olika behandlingarna, utan både vitkålen och rödbetorna visade sig ha ett optimalt innehåll av kväve 40-45 g/kg.

Tabell 1. Växttillgängligt kväve (N-min kg/ha) i marken i obevattnad del av försöket, beräknad från Spurway-analyser av jordprov, 0-30 cm. ($p=0,05$)

Vitkål						
Provdatum	04-19	06-10	07-01	07-18	08-14	10-16*
Kontroll	76,3 a	141,8 a	215 a	277 a	301 a	140
Mulch	56,3 a	121,8 a	132,5 b	154 b	61,5 b	37

Rödbeta						
Provdatum	04-19	06-10	07-01	07-18	08-14	10-16*
Kontroll	68,8 a	98,8 a	161 a	211,3 a	110,5 a	30
Rågstubbs	54,3 a	35 b	73 b	120,8 a	76,8 a	61

*sista provtagningstillfället poolades jordprovet till ett samlingsprov

Grödornas tillväxt i slutet av juli var kraftig när sommarvärme med högtrycksbetonat väder dominerade. Bevattning startades sista veckan i juli och pågick hela augusti. Mängden tillgängligt kväve sjunker kraftigt i alla led som vattnas, vilket också jämnar ut skillnaderna mellan behandlingarna, som inte blev signifikant skilda åt i den vattnade delen av försöket. Anledningen till att mängden kväve sjunker är tillväxt hos grödan, men det beror troligen också på en viss urlakning.

Markfukt

Fuktsensorer (Watermark) installerades i marken (på tre olika djup: 10, 20, 40 cm) redan tidigt på våren (22/3) i höstrågen, med det rotorharvade ledet (miniträdan) som referens, figur 6 och 7. Syftet var att studera skillnaden i markfukt över tiden i respektive försöksled och effekt av behandling Kontroll (A) & Rågmulch resp. rågstubb (B) och bevattningsstrategi; Ingen bevattning (x) & Bevattning (y).

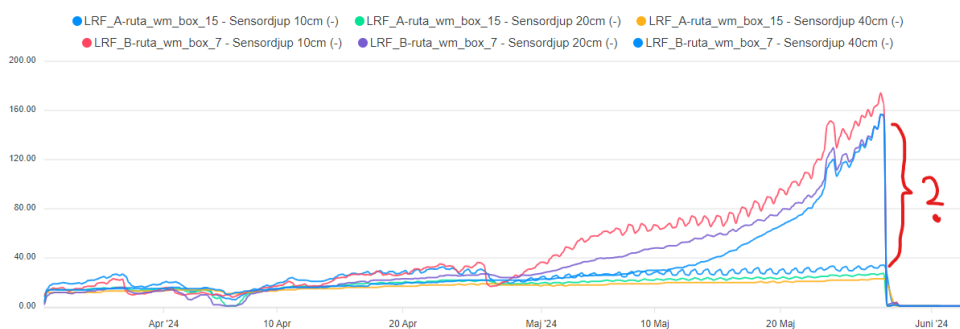


Figur 6. Rutor (10x10 m) i blockstruktur. Led A (th) rotorharvad & Led B (tv) orörd råg.
Foto: Jonas Jönsson, HIR Skåne AB.



Figur 7. Markfuktsensor av typen Watermark installerad i kontrollerat efter rågen rotorharvats 18 mars 2024.

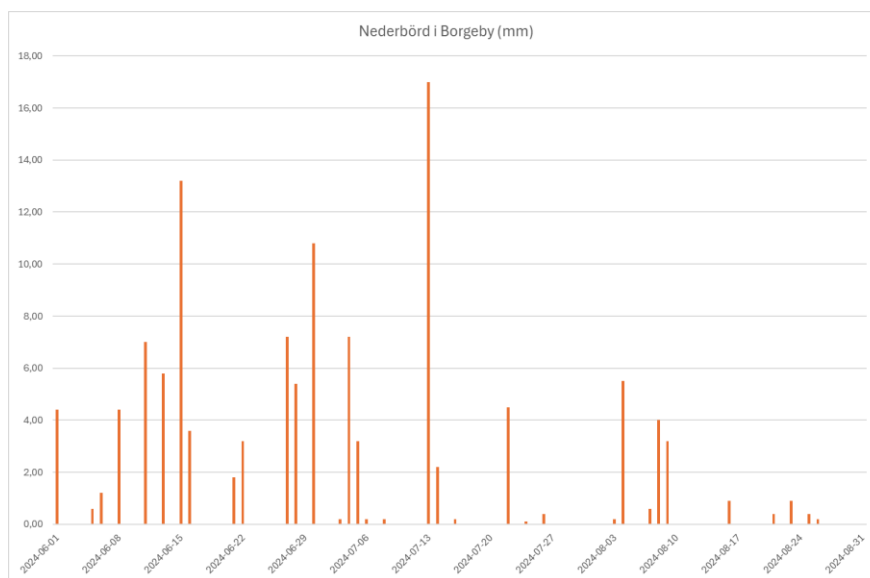
Redan i början av april började ytan bevuxen med höstråg torka upp något mer än ledet med miniträda. Först i maj när rågen börjar växa ordentligt påverkas markfukten till en början ytligt, och ett par veckor senare även på djupet. Senare i maj uppstår det en kraftig skillnad i markfukt mellan leden (figur 8). Rågen har då tömt markprofilen på vatten.



Figur 8. Markfuktsensorer installerade på tre olika djup: 10, 20, 40 cm i rågen (B-ruta) och i den rotorharvade kontrollrutan (A-ruta). Rågen konsumerar mycket markfukt under sin vegetativa tillväxtperiod i maj och orsakar ett kraftigt underskott. Frågan är vad det kostar i bevattning att återställa inför etableringen av huvudgrödan?



Efter plantering av vitkålen, i juni och första delen av juli, var det svalt och småregnigt väder i Borgeby (se figur 9), vilket ackumulerade ca 100 mm regn. Denna nederbörd visade sig vara tillräckligt för att säkra etableringen av både vitkålen och rödbetorna som inte visade några tecken på att lida av markfuktunderskottet som rågen skapat.



Figur 9. Nederbörd vid väderstation i Borgeby under perioden juni till augusti 2024.

Från mitten av juli blev det stabilt högsommarväder och nästintill ingen nederbörd i augusti. I tabell 2 summeras nederbörden under sommaren 2024 och vilken bevattning som vitkålen respektive rödbetorna fick. Bevattningen startades sista veckan i juli med två givor ca 14 mm i vardera gröda. Bevattningen fortsatte genom hela augusti månad med sex bevattningsgivor på 15-20 mm per gång.

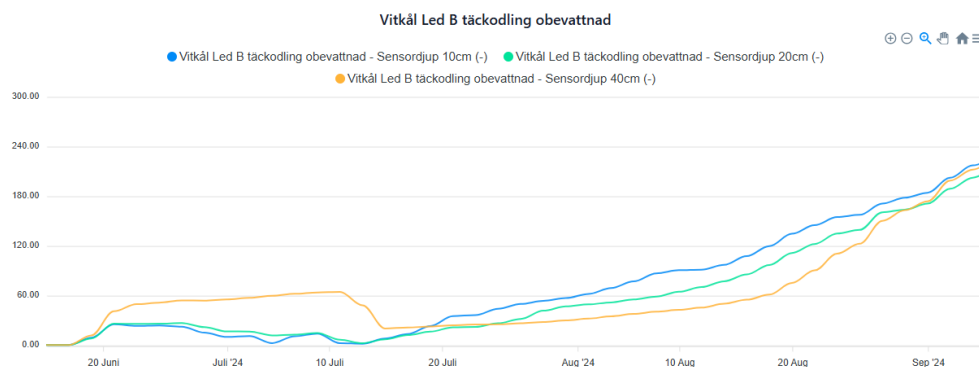
Tabell 2. Nederbörd i Borgeby sommaren 2024, jämfört med normalvärden, samt vilken bevattningsmängd som vitkål respektive rödbetor fick respektive månad

	Nederbörd (mm)	Normalvärden		Bevattning	
	Borgeby	1961-90	1991-20	Vitkål	Rödbetor
juni	67	51	64	0	0
juli	35	59	61	27	27
aug	16	57	72	108	101
	120	167	197	135	128

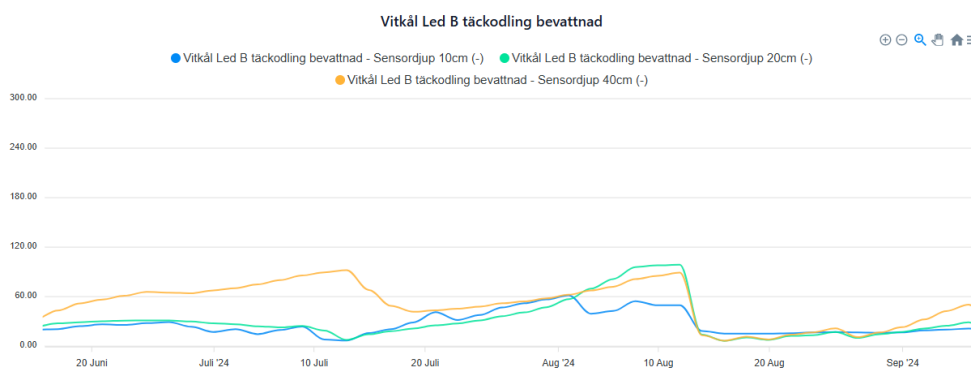


Beslutet att starta bevattningen togs med stöd av markfuktsensorerna som återetablerats i fältet (14/6) efter sådd resp. plantering av huvudgrödan. Första perioden från plantering till mitten av juli utmärker sig sensorn på 40 cm djup, och indikerar torka (se figur 10 och 11). Nederbörden som kommer under perioden fick marken under mulch-täcket att se fuktig ut, men vattenunderskottet från den tidigare kraftigt växande rågen kvarstår på djupet. Det krävdes ett ihållande regn (17 mm) den 13 juli för att fukten ska tränga ner ordentligt och även nå sensorn på 40 cm djup.

Mitt i juli är vitkålen i stark tillväxt, med god tillgång på både näring och markfukt som tydligt förbrukas i rotzonen. Trots bevattning når vattnet inte ner förbi rotzonen. Bevattningsgivan ökades och resultatet syns i figur 11, att den 12 augusti så är hela rotzonen genomfuktad. Jämför med den obevattnade delen av försöket (figur 10) där kålen fortsätter konsumera all markfukt. Kålen stannar av i tillväxt och börjar lida av vattenbrist redan i början av augusti vilket även var visuellt tydligt i fält.



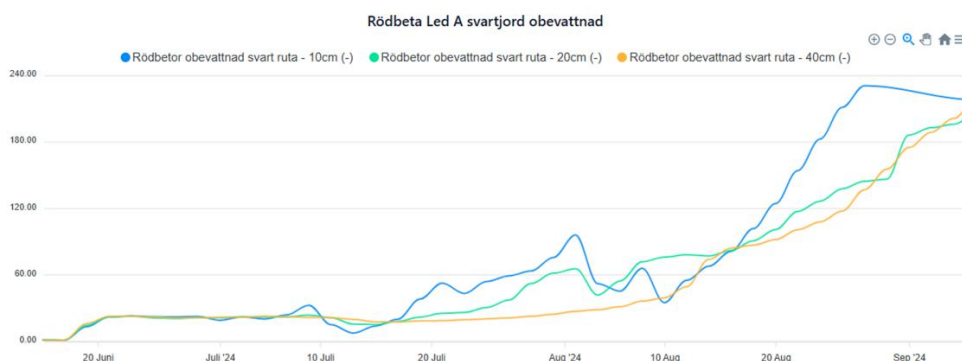
Figur 10. Vitkål planterad i råg-mulch och odlad utan bevattning. Markfuktsensorer (Watermark) placerade på tre olika djup 10, 20, 40 cm visar undertrycket i marken i kPa. Sensorerna visade brist på markfukt från slutet av juli och hela augusti på alla tre djupen.



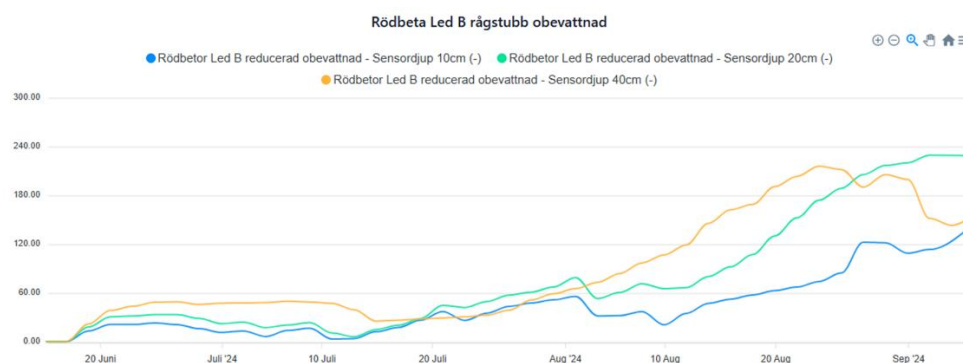
Figur 11. Vitkål planterad i råg-mulch och odlad med bevattning. Markfuktsensorer (Watermark) placerade på tre olika djup 10, 20, 40 cm visar undertrycket i marken i kPa. Vid månadsskiftet juli/augusti startade bevattningen och sensorerna på de tre djupen visar alla att ingen brist på markfukt föreligger.

Rödbetor utvecklas långsamt i starten jämfört med planterad vitkål. De är därför inte lika känsliga för torkan på djupet som orsakats av vintermellangrödans kraftiga tillväxt i maj. Här är det snarare den ytliga markfukten som är avgörande för rödbetornas etablering. Ostadigt väder under hela etableringsperioden gjorde att alla frö gror och beståndet blev jämnt och fint. Precis som i vitkålen syns skillnaden i markfukt den första månaden med torka på djupet där höstrågen växt (se figur 13). Skillnaden utjämnas av nederbörd och i mitten av juli är alla försöksytor relativt lika med en optimal tillgång på vatten och näring.

Därefter går rödbetorna på djupet och söker markfukt, vilket också sensorn på 40 cm djup indikerar. En skillnad mellan behandlingarna kontrollen (A) och rågstubb (B) blir nu visuellt tydlig i fält en vecka in i augusti. I den obevattnade delen började bladen sloka mitt på dagen, först i rågstubben (B) därefter även i kontrollen (A). Denna skillnad kvarstod ända till skörd, vilken blev signifikant skild mellan behandlingarna.



Figur 12. Rödbeta sådd i svart jord, kontroll (Led A). Odlad utan bevattning. Markfuktsensorer (Watermark) placerade på tre olika djup 10, 20, 40 cm visar undertrycket i marken i kPa. I mitten av augusti stiger undertrycket på alla djup vilket indikerar torka.



Figur 13. Rödbeta sådd direkt i stubb efter vintermellangröda (Led B). Odlad utan bevattning. Markfuktsensorer (Watermark) placerade på tre olika djup 10, 20, 40 cm visar undertrycket i marken i kPa. I början av augusti när sensorn på 40 cm djup stiger och indikerar torka börjar även bladen sloka kraftigt mitt på dagen.

Ogräsförekomst i planterad vitkål och sådda rödbetar

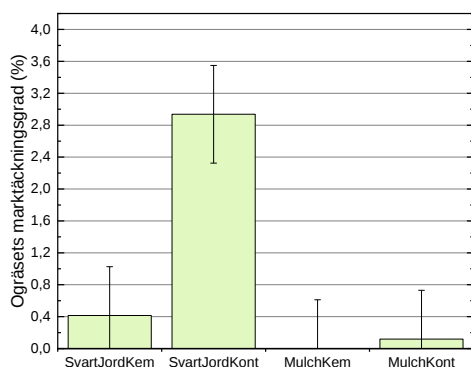
I försöket med planterad vitkål visade det sig i början av juli 2024 att fröogräsen bäst kontrollerades i de två försöksleden med råg-mulch (se figur 14). Ledet med mulch, i kombination med kemisk ogräsbekämpning, gav ingen förbättring av ogräseffekten jämfört med endast råg-mulch (se figur 15). Den kemiska ogräsbekämpningen i ledet med svart jord gav en god ogräseffekt. Den kemiska ogräsbekämpningen reducerade här ogräsets marktäckningsgrad med 86 % jämfört med svart jord utan kemisk bekämpning.



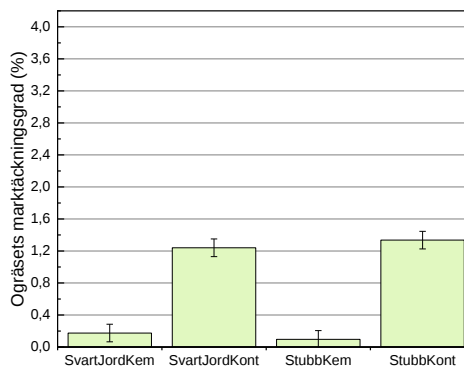
Figur 14. Ogräsförekomst den 15 juli i vitkål i en nollruta utan ogräsbekämpning. Observera relativt god ogräseffekt i ledet med råg-mulch (th). Foto Jonas Jönsson; HIR Skåne AB.



I försöket med sådda rödbetor visade det sig i början av juli 2024 att den kemiska ogräsbekämpningen gav en god effekt på fröogräsen, både i försöksleden med rågstubb resp. svart jord. Den kemiska bekämpningen reducerade fröogräsets marktäckningsgrad med 86-93 % (se figur 16). I leden med rågstubb resp. svart jord, där ingen kemisk behandling utförts, var ogräsets marktäckningsgrad betydligt större, och låg här på ca 1,2 % jämfört med ca 0,2 % efter kemisk bekämpning. Vid avläsningstillfället i juli var ogräsets marktäckningsgrad låg, men ogräsen var många till antalet, och de måste kontrolleras längre fram under växtsäsongen för att inte äventyra skörden och uppföröka fröogräsbanken i marken.



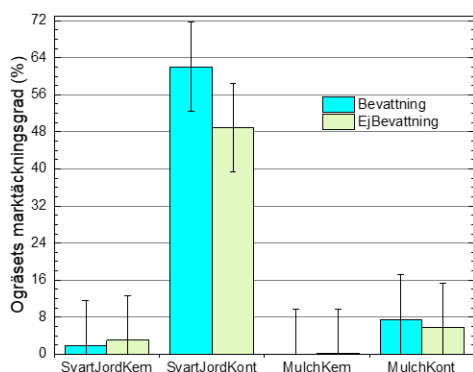
Figur 15. Ogräsets marktäckning (%) i planterad kål, som etablerats i svart jord resp. i råg-mulch. Avläsning den 2 juli 2024. Kem = kemisk ogräsbekämpning. Kont = Ingen ogräsbekämpning.



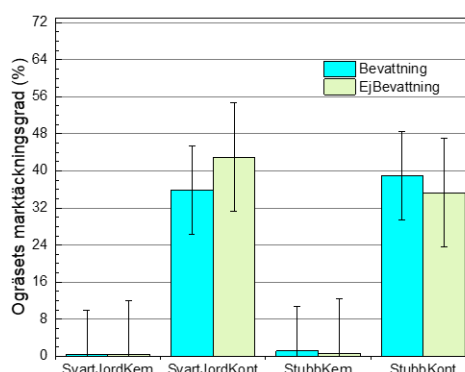
Figur 16. Ogräsets marktäckning (%) i sådda rödbetor, i ett 15 cm brett band över såraden. Rödbetorna såddes i svart jord resp. via direktsådd i rågstubb. Avläsning den 2 juli 2024. Kem = kemisk ogräsbekämpning. Kont = Ingen ogräsbekämpning efter sådd.

I försöksledet med vitkål, den 22 augusti, var försöksledet med råg-mulch i kombination med kemisk bekämpning i stort sett helt fritt från fröogräs, med en marktäckningsgrad på endast ca 0,04 % (se figur 17). Även försöksledet med svart jord i kombination med kemisk bekämpning resulterade i en låg ogräsförekomst, med en marktäckningsgrad på ca 2 %.

I vitkålen, odlad i råg-mulch utan kemisk ogräsbekämpning (Mulch-Kont) fanns det, den 22 augusti, en så pass liten mängd fröogräs att situationen hade kunnat hanteras med en enkel handrensning. Däremot var mängden fröogräs betydligt högre i ledet med svart jord utan kemisk ogräsbekämpning. Här uppgick fröogräsets marktäckningsgrad till ca 60 % där fältet hade bevattnats och till ca 50 % utan bevattning.



Figur 17. Ogräsförekomst på hela markytan den 22 augusti 2024 i planterad vitkål; i svart jord resp. i råg-mulch. Kem = kemisk ogräsbekämpning. Kont = Ingen ogräsbekämpning efter planteringen. Halva försöket bevattnades medan den andra halva var obevattnad



Figur 18. Ogräsförekomst på hela markytan den 22 augusti 2024 i rödbetor som såddes i svart jord resp. i rågstubb. Kem = kemisk ogräsbekämpning. Kont = Ingen ogräsbekämpning efter sådd. Halva försöket bevattnades medan den andra halva var obevattnad.

Vid avläsningen av ogräsförekomsten i vitkålen den 22 augusti visade det sig att leden med råg-mulch utan kemisk ogräsbekämpning (Mulch-Kont) inte påverkades nämnvärt av om de bevattnats eller ej. Ogräset marktäckningsgrad låg här på 6 - 8 % (se figur 17). Även i rödbetorna så gav kemisk ogräsbekämpning bra effekt mot fröogräset, både i försöksleden med svartjord och i rågstubb, jämfört med leden utan kemisk ogräsbekämpning, vid avläsningen den 22 augusti, (se figur 18).

Generellt sett hade enbart rågstubb i rödbetor ingen märkbar effekt på förekomsten av fröogräs. Däremot hade ett ca 5-7 cm tjockt lager av råg-mulch i vitkål en tydlig ogräshämmande effekt. Denna effekt kunde observeras vid de två avläsningarna som genomfördes den 2 juli och 22 augusti.

Skörd

Skörden påverkades mycket positivt av bevattningen. Augusti var en riktigt torr månad med högsommarvärme samtidigt som grödorna var i stark tillväxt. Både vitkålen och rödbetorna led av torkan och det påverkade skörden signifikant att bevattna. Det blev ungefär halv skörd i de obevattnade rutorna, i både vitkålen och i rödbetorna, se tabell 3. Inom de obevattnade rödbetorna blev det även en signifikant skillnad mellan odlingssystemen.

Rödbetorna som direktsåts i rågstubb, och utan bevattning, påverkades mest av torkan, eftersom markfukten tog slut snabbt i augusti. Den stora skillnaden i skörd för rödbetorna odlade i svart jord (Kontroll A) jämfört med direktsådd i rågstubb beror troligtvis på att betorna hittade lite mer fukt på djupet i kontolledet. I vitkålen med ett grundare rotsystem, blev det en låg skörd för de obevattnade leden, och ingen skillnad i mellan odlingssystemen svartjord jämfört med råg-mulchen.



Tabell 3. Skörd av vitkål och rödbeta (ton/ha) beroende på odlingssystem och bevattning respektive ingen bevattning ($p=0,05$)

Vitkål (ton/ha)				
	Bevattning (y)		Obevattnat (x)	
Kontroll (A)	77,7	a	35,8	b
Mulch (B)	72,6	a	36,1	b

Rödbeta (ton/ha)				
	Bevattning (y)		Obevattnat (x)	
Kontroll (A)	109,2	a	62,7	b
Stubb (B)	92,3	a	36,7	c

Slutsatser

Vid odling i växttäck (mulch) är det avgörande att satsa på en tät och välvuxen vintermellangröda med målet att maximera rottillväxt, kolinlagring och biomassa. Med en höstråg av populationstyp är det möjligt att i södra Sverige producera ca 12 ton TS per hektar, vilket är precis tillräckligt för att skapa ett 5-7 cm tjockt växttäck.

Plantering genom ett 8-10 cm tjockt växttäck eller sådd direkt i rågstubb (reducerad jordbearbetning) är tekniskt möjligt med maskiner som är avsedda för ändamålet. Det upplevdes snarare som en fördel att ha mycket växtmaterial i ytan som skydd för småplantorna mot insekter, vind- och vattenerosion.

Ogräsförekomsten reduceras kraftigt av växttäck, endast enstaka fröogräs går igenom. Mängden groende ogräs är starkt beroende av växttäckets tjocklek. Målet bör vara ca 8-10 cm för att uppnå maximal ogräseffekt. I det sådda systemet noterades ingen effekt av odlingssystemet mot fröogräs. Här krävdes upprepade kemiska bekämpningar för att kontrollera fröogräsen.

Vintermellangrödan höstråg konsumerar mycket markfukt långt ner på djupet under våren och försommaren. Det går att kontrollera den ytliga markfukten med enstaka bevattningar för att säkra etablering av huvudgrödan. Att nå ner på djupet med vatten och kompensera för höstrågens konsumtion av markfukt krävdes det ca 100 mm vatten under sommaren 2024.

Bristen på markfukt i odlingssystemet, efter en kraftigt växande vintermellangröda, visar sig först efter 6-8 veckor, när huvudgrödan tar fart och söker markfukt på djupet. Avsaknaden av bevattning eller en för liten bevattningsgiva i denna tillväxtperiod halverade skörden i detta försök.



Ökad konkurrenskraft
vid extremväder

lrf.se



PARTNERSKAP ALNARP

I detta försök har forskare vid SLU medverkat och studerat delar som finansierats via Partnerskap Alnarp

BRETT SAMARBETE FÖR NÄRINGENS BÄSTA



TRÄDGÅRD



Hushållnings
sällskapet



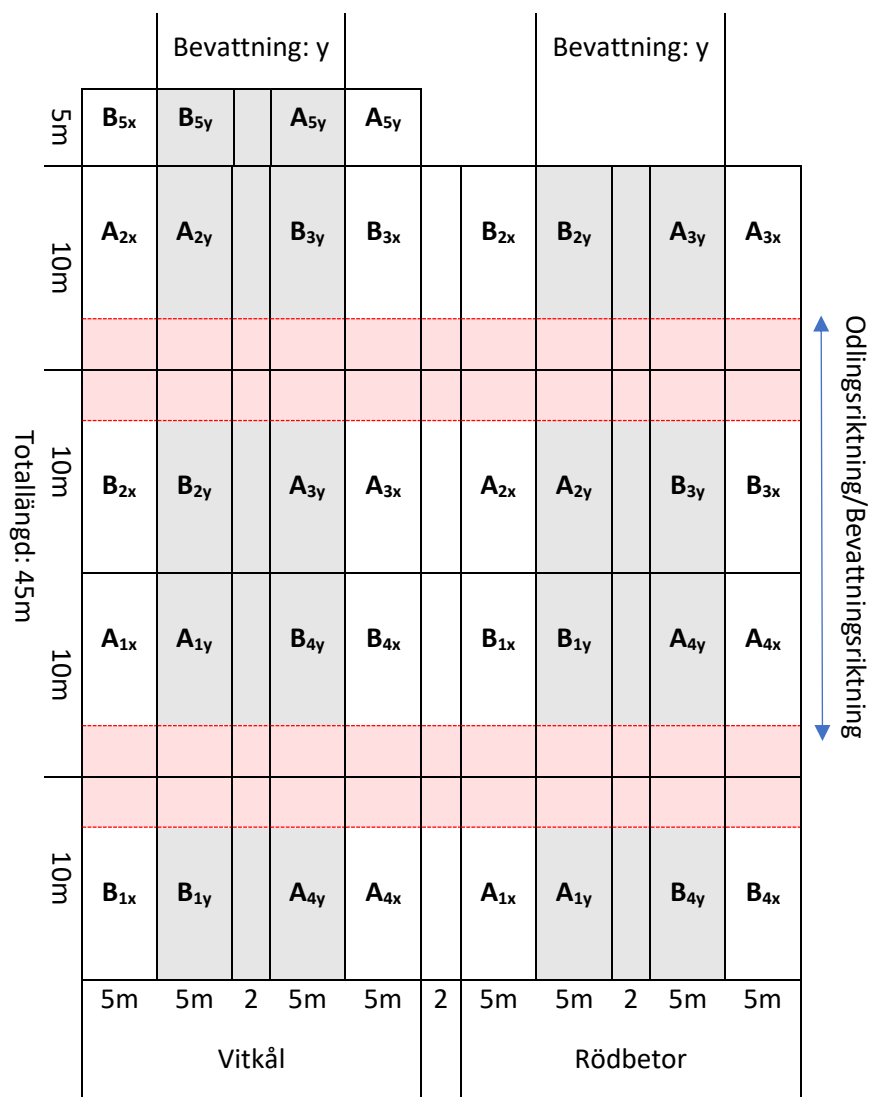
TRÄDGÅRD





Bilaga 1: Fältskiss odlingssystemförsök 2024

Totalbredd: 46m



 = Nollruta ogräs



Bilaga 2: Kolbalansberäkning och klimatgaseffekt

Sven-Erik Svensson, David Hansson & Thomas Prade, SLU Alnarp 2024-12-13

Skörd eller nermyllning av vintermellangrödan höstråg i maj – hur blir kolbalansen och klimatgaseffekten?

En mellangrödas bidrag till kolinlagring är som störst när hela biomassan tillförs jorden, men ett annat ändamål med att odla höstråg som vintermellangröda kan vara att skörda den som foder, i mitten till slutet av maj, och därefter etablera en ny kultur, t.ex. konservärt, rödbeta eller vitkål. Även användning av höstrågen som råvara för energiutvinning, via biogasproduktion, eller för extraktion av växtproteiner är andra alternativ (Muneer m.fl. 2021).

Vintermellangrödan höstråg, som växer till snabbt på våren, har efter kvävegödsling tidig vår genererat en biomassaskörd på ca 8 resp. ca 10 ton ts per ha, enligt försök utförda på Borgeby gård under åren 2023 resp. 2024. Används denna biomassa som biogassubstrat produceras en nettoenergimängd i form av ca 1500 resp. ca 1870 m³ biometan. Denna mängd biometan motsvarar ca 1500 resp. ca 1870 liter diesel, och täcker det årliga energibehovet vid växtodling av 12-15 ha i södra Sverige.

Kolbalanser och systemanalyser kan visa vad det ur klimatgassynpunkt betyder att nyttja en mellangrödas biomassa, jämfört med att mylla ner biomassan för att maximera kolinlagringen. I en studie av Prade m.fl. (2022) studerades sommarmellangrödor i Skåne, vilka såddes tidigt, i slutet av juli, med avseende på klimatgaseffekterna, vilket presenterats i Aronsson m.fl. (2023). I olika scenarier undersöktes när mellangrödorna antingen tillfördes marken i sin helhet eller där skörden användes för biogas, med användning av biogödseln som gödselmedel. Kolbalansen (inlagrat kol + minskade utsläpp av kol från främst fossila drivmedel) för en ogödslad mellangröda av bovete, med en biomassaskörd på ca 1250 kg ts per ha, talade till det skördade systemets fördel, med minst 3 ggr lägre klimatpåverkan (uttryckt i form av kol).

De bakomliggande orsakerna, till detta positiva resultat, är att biogasen ersätter fossil energi, att biogödsel har ett högre gödselvärde än nedplöjd mellangröda samt att marken är en mycket osäker lagringsplats för kväve över vintern. Nyttjandegraden av den växtnäring som finns i mellangrödornas biomassa kan alltså öka om dess biomassa skördas och därefter rötas för att ge biogödsel med en stor andel växttillgängligt kväve.

När en beräkning rörande klimatpåverkan görs för en på våren kvävegödslad vintermellangröda i form av höstråg, där rågen myllas resp. skördas som biogassubstrat på våren, så blir klimatlindringen ur växthusgassynpunkt ca 24 gånger bättre, med skördedata från 2024, se beräkningar i tabell 1. Här visas en översiktlig kolbalansberäkning för vintermellangrödan höstråg, som på våren gödslats med 100 kg N per ha, med avseende på klimateffekterna, när hela rågens biomassa myllas ner i slutet av maj, för maximal kolinlagring, jämfört med när den skördas som biogassubstrat i slutet av maj och ersätter det fossila drivmedlet diesel.

Biogödseln beräknas bidra med dubbelt så mycket växttillgängligt kväve (60 kg per ha) till efterföljande huvudgröda jämfört med om rågens biomassa återförs som mulch. Biogödseln återför stora mängder stabilt kol till marken efter det att de lättnedbrytbara beståndsdelarna överförts till metan och koldioxid i biogasprocessen, jämfört med att återföra rågbiomassan



till Borgebys sandjord, med en lerhalt på ca 10 %. Den mängd organiskt material som blir kvar i stubb och rötter när en mellangröda skördas med ca 10 cm stubb kommer i sig att bidra till att bevara markens bördighet, enligt Blanco-Canqui m.fl. (2020). De menar vidare att mellangrödor för skörd är exempel på nya ekosystemtjänster som är förenligt med begreppet hållbar intensifiering av odlingssystemen. En studie av Levavasseur m.fl. (2022) visade att gödslade mellangrödor som skördas kan ge större kolinlagring än ogödslade mellangrödor utan skörd.

Tabell 1. Kolbalansberäkning (kg C per ha) över gödslad höstråg, Borgeby maj 2024; antingen nedmyllning av hela biomassan eller skörd av rågen i slutet av maj för produktion av biogas och biogödsel. Stabilt kol resp. kväve förs tillbaka med biogödseln och ersätter mineralgödselkväve

Höstråg gödslad	Nedmyllning av hela biomassan	Skörd av ovanjordisk biomassa
Ovanjordisk biomassa [kg ts/ha]	10 000	10000
Biometanpotential [m ³ /ha]	0	3000
Kolbalansberäkning		
Markkolsbidrag från skördbar biomassa*	25	0
Återfört stabilt kol med biogödseln ^{a)}	0	150
Markkolsbidrag från rötter och stubb	190	190
Undviken fossil kol via växttillgängligt kväve till nästa gröda ^{b)}	54	108
Kol till atmosfären - gödsling 100 kg N	-180	-180
Biometan som ersätter fossil diesel ^{c)}	0	1870 ^{e)}
Summa klimateffekt [kg C per ha]	89	2140
Klimateffektskvot skördat / myllat ^{d)}		24 ^{d)}

* Lerhalt ca 10 % på Borgeby gård medför att kolinbindningen från den ovanjordiska biomassan är försumbar, endast ca 25 kg stabilt kol per ha

^{a)} Stabilt kol från mellangrödan återförs med biogödseln ca 150 kg C/ha.

^{b)} 1,8 kg C per kg N är beräknad via faktorn 12/44 (andelen C i CO₂) från 6.6 kg CO₂-eq per kg N (Börjesson m.fl. 2010). Återfört med rågbiomassan; 30 kg N/ha* 1,8 kg C/kg N = 54 kg C/ha.

^{c)} 1 liter diesel MK1= 2,69 kg CO₂-eq enligt Energimyndigheten (2021) "Växthusgasutsläpp".
3000 m³ CH₄ * (100 % - 15 %) = 2550 m³ CH₄ = 2550 l diesel * 2,69 kg CO₂ per l diesel =
6860 kg CO₂ * 12/44 = 1870 kg C/ha. (15 % av energin i metanet går till skörd och transp. av grödan)

^{d)} Klimateffektskvoten för de två systemen, myllad respektive skördad mellangröda till biogas, beräknas som: 2140 (kg C per ha) / 89 (kg C per ha) = ca 24 i kvot.

^{e)} Nettoenergimängden i biometanet motsvarar ca 1870 liter diesel och täcker det årliga energibehovet för ca 15 ha i sydsvensk växtodling.

Våra beräkningar, både här ovan och i Prade m.fl. (2022), visar att det ur klimatgassynpunkt är mest fördelaktigt att skörda och röta mellangrödor under följande förutsättningar:

- 1) jordar med en lerhalt lägre än 10 - 15 %,
- 2) hög biomassaproduktion hos mellangrödan,
- 3) om mellangrödan kvävegödslats.





Referenser

- Aronsson, H., Ernfors, M., Kätterer, T., Bolinder, M., Svensson, SE., Hansson, D., Prade, T., Bergkvist, G. (2023). Mellangrödor i växtföljden – för kolinlagring och effektivt kväveutnyttjande. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 179)
- Blanco-Canqui H, Ruis SJ, Proctor CA, Creech CF, Drewnoski ME, Redfearn DD. 2020. Harvesting cover crops for biofuel and livestock production: Another ecosystem service? *Agronomy Journal* 112(4): 2373-2400.
- Börjesson, P., L. Tufvesson and M. Lantz (2010). Livscykelanalys av svenska biodrivmedel. Lund, Sweden, Environmental and Energy Systems Studies, Lund University: 1102-3651.
- Levavasseur F, Kouakou PK, Constantin J, Cresson R, Ferchaud F, Girault R, Jean-Baptiste V, Lagrange H, Marsac S, Pellerin S, Houot S. 2022. Energy cover crops for biogas production increase soil organic carbon stocks: A modeling approach. *GCB Bioenergy*, 2022;00:1–15. DOI: 10.1111/gcbb.13018
- Muneer F, Hovmalm HP, Svensson S-E, Newson WR, Johansson E, Prade T. 2021. Economic viability of protein concentrate production from green biomass of intermediate crops: A pre-feasibility study. *Journal of Cleaner Production* (294): 126304. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126304>
- Prade T, Hansson D & Svensson S-E. 2022. Etableringstidpunktens inverkan på sommarmellangrödors markkolsbidrag och ogräsbekämpande egenskaper – fältförsök på Helgegården 2019. SLU Alnarp, Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap. Rapportserie 2022:1