



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Plantehakk som jorddekke i økologiske radvekster

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 102 | 2024



M. G. Thomsen¹, R. Seljåsen¹, H. G. Espelien¹, A. Volovyk¹, E. Sandell¹, K. Bysveen², T. Rittl³ og
A.K. Løes³ | ¹NIBIO, ²NLR, ³NORSØK
Divisjon for matproduksjon og samfunn

TITTEL/TITLE

Plantehakk som jorddekke i økologiske radvekster

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Mette Goul Thomsen, Randi Seljåsen, Hans Gunnar Espelien, Andrii Volovyk, Emilie Sandell (NIBIO), Kari Bysveen (NLR), Tatiana Rittl og Anne Kristin Løes (NORSØK).

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
30.09.2024	10/102/2024	Åpen	52251/10255/ 52319	20/01119
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-03570-1	2464-1162		64	0

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

NIBIO

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

M. G. Thomsen

STIKKORD/KEYWORDS:

Jorddekke, nitrogen, ugras

Mulch, nitrogen, weeds

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Frukt og grønt

SAMMENDRAG:

Jorddekke med plantehakk (PH) kan redusere ugras, tilføre næringsstoffer og redusere vannforbruket.

Forsøkene her er gjort på NIBIO Apelsvoll og Landvik, på Tingvoll, og i NLR Innlandet i løk og purre med friskt gras avklipp eller rundballer. Videre er det testet toppdekke med karbonrikt materiale, halm eller flis, for om mulig å minske utvasking av nitrogen.

PH hadde en positiv effekt på avling i purre, på Apelsvoll og Landvik. Det var ingen forskjell i løkavling på Apelsvoll, men på Landvik lavere avling ved bruk av bare PH i løk i kl. 65-85mm. PH ga generelt en sikker reduksjon i ugras og tiden brukt til luking. Feltet på Tingvoll lå på omployd eng med purre i 2021; i 2022 løk på samme feltet. Det var en tendens til økt avling i purre ved bruk av PH. Det var ikke noen forskjell mellom tre ulike materialer brukt til toppdekke. Ugrastrykket ble sterkt redusert etter et år med bruk av PH, som derfor kan være en god start på omlegging fra eng til radkulturer.

I produsentforsøket i løk ble ugraset redusert, men mindre effekt på flerårige arter. Avlingen i løk ble redusert ved tre ganger pålegg av PH, muligvis pga bladskade. Mekanisk utlegging av halm med trommel for utlegging av halm i jordbær er testet og vi fant ingen sikker forskjeller i avling.

Det var en tendens til økt avling og økt N innhold i korn dyrket etter bruk av PH i feltet på Apelsvoll. I disse feltene ble det tilført to til fire ganger så mye N som i kontroll med gjødsling. Det var en tendens til høyere N-gjenvinning i purre når PH var dekket med halm.

Lagringskvaliteten i løken var generelt like god etter behandling med PH som i vanlige gjødslet behandling. Jordhelsen ble bedret med PH. Jordrespirasjonen var 15-145 % høyere i behandlinger med PH og mikrobielt karbon var 12-81% høyere.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: NORWAY	Land Norge
FYLKE/COUNTY: OPPLAND	Fylke Oppland
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Kommune
STED/LOKALITET:	Sted

GODKJENT /APPROVED

Inger Martinussen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Mette Goul Thomsen

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Summary

Soil cover with plant mulch is a means to reduce weeds, add nutrients and reduce water consumption. Different plant materials applied as mulch will contribute with different amounts of nutrients and/or the release of chemical substances that may reduce the germination of weeds. The experiments in this study have been carried out at NIBIO Apelsvoll on moraine clay soil, Landvik on sandy soil, at Tingvoll on silty sand soil and in NLR (Norwegian Agricultural Extension Service) at various producers in Innlandet. Soil cover in onions and leek with fresh grass cuttings and grass silage was investigated, combined with a top cover of carbon-rich material, straw or wood chips, to reduce nitrogen leaching. Mulch materials were added 1,2 or 3 times in the fields and with or without top cover. The trials included a zero control (no fertilizer, no mulch) at Apelsvoll and Landvik. All trials had positive control treatments fertilized with pelleted organic manure.

The results from Apelsvoll and Landvik for leeks showed that mulch gave as good or better yields compared with the positive control. At Landvik, there was a tendency for half a dose of organic fertilizer at planting + mulch to give better yields than the other treatments with mulch. This effect can be attributed to the fact that the sandy soil at Landvik has no nutrient reserves that the plants can utilize before nutrients are released from the mulch. The mulch treatments showed a correspondingly good fertiliser effect in onions. At Landvik, there were no differences between the treatments in yield of medium-sized onions, but at the same time a larger proportion of small onions and fewer of the largest onions in the treatments with mulch. At Apelsvoll, the proportion of medium-sized onions was lowest in the treatment, where top cover was added three times. There was no difference in storage quality of the onions between the different treatments. Though a tendency in one field towards a higher percentage of onions with rot following treatments with top cover of straw or wood chips.

In all years, weed emergence was reduced in the mulched treatments, and the time spent on weeding was correspondingly reduced. Two covers with mulch were sufficient, and there was no further effect from a third covering. There was a tendency at Landvik for perennial weeds to grow through the mulch and that application twice without a top cover with straw was too little to hold back the coach grass (*Elytrigia repens*).

The field trial at Tingvoll were located on a ploughed perennial ley, and the second year the same plots were used again. Here there was a tendency of increased yields in leeks, using mulch, while there was no difference between the treatments in onions as compared with a positive control. There was no difference between the three different materials used for the top cover. The mulch reduced both the emergence of weeds and the time spent on weeding, but dandelions (*Taraxacum officinale*, perennial) thrived with the mulching. In general, the experiments showed that a ploughed 4th year grass-clover ley is a poor starting point for vegetable cultivation. The weed pressure was very high, and the soil pH was too low. Potatoes or other row crops should be grown with frequent mechanical weed control for at least one season before vegetable cultivation, and the soil limed and fertilized. However, the weed pressure was greatly reduced after a year of using mulch, which can therefore be a good start in a conversion from grassland to vegetable crops.

There was a tendency for positive after-effects in the form of increased yield and increased N content in the grain cultivated after the use of mulch in the field experiment at Apelsvoll. In these, two to four times as much nitrogen was added as in the positive control treatment. Some of the nitrogen has benefited the vegetable crops through increased yields, especially leeks, which have a longer growing season than onions. Some of the nitrogen remained in the soil and the after-effect in grain showed that application of mulch three times gave an increase in grain yield and N content in the grain. In the fields at Apelsvoll there was a tendency for higher N recovery in leeks when mulch was covered with straw.

In the trial located with one grower of organic onions, the use of mulch also reduced weed growth, but the weed occurrence was still significant at harvest, especially of perennial weeds. There was no large

difference in yield, but when mulch was added three times the crop yield was reduced. The reason may be that onion leaves, which are easily broken, were damaged during application. It is recommended to apply mulch soon after setting and possibly only apply once. Mechanical laying of straw mulch in onions was attempted with one grower, where a drum was used which usually spreads straw mulch in strawberry rows. The drum cut the straw into max. 5 cm long pieces and spread it in an approx. 8 cm thick layer. At harvest, the yield was slightly lower in the treatment with mulch, but the proportion of rotten onions after storage was lower in the treatment with straw mulch. In market gardens applying mulch, there was a very good effect on weeds and much less weeds than in the trials located with professional growers. Soil health is improved using mulch. Soil respiration was 15-145% higher in mulched treatments and microbial carbon 12-81% higher. Both measurements also gave higher values in mulched soil in the residual effect field experiment at Apelsvoll.

Forord

Jorddekke i økologiske radvekster.

Denne rapporten bygger på resultater fra flere prosjekter som har hatt fokus på bruk av plantehakk som jorddekke i dyrking av økologiske radvekster. Arbeidet startet opp i 2020 og har fortsatt inntil avsluttende feltforsøk i 2023. Resultatene bygger i hovedsak på prosjektet “Hakket Bedre Øko – Bruk av plantehakk som jorddekke i økologiske radvekster” (2021-2024) supplert av arbeid utført innen “Tiltak for økt bærekraft i norsk grønnsaksproduksjon” (2019-2022), GreenRoad (2021-2024) og “Kunnskapsutvikling innen økologisk grønnsaker” (2021-2023). Prosjektene har fått støtte fra Landbruksdirektoratet, under posten “Utviklingsmidler for økologisk landbruk” i perioden 2021-2024, Grofondet og LMD, samt fra Norges forskningsråd gjennom søknadstypen Kompetanse- og samarbeidsprosjekter. Prosjektet “Hakket Bedre” var et samarbeid mellom NIBIO, NORSØK og Norsk landbruksrådgivning Innlandet, og det ble gjennomført feltforsøk på NIBIO Landvik, NIBIO Apelsvoll og NORSØK på Tingvoll, samt utprøvinger hos flere øko-dyrkere i Innlandet i 2021 og 2022. Vekstsesongen 2023 ble brukt til å registrere ettervirkninger av det jorddekket som ble tilført i 2021 og 2022, samt utprøving av mekanisk utlegging av rundball som jorddekke.

I rapporten har vi samlet resultatene fra alle registreringene som ble gjort. Hvert forsøkssted har sine egne kapitler. Generell kunnskap er presentert i et avsluttende kapittel med diskusjon og konklusjoner.

Mange har vært involvert i prosjektet, som feltverter eller for å gjennomføre praktisk forsøksarbeid. Forfatterne retter en stor takk til disse. Videre takker vi for den tildelte støtten.

Apelsvoll, 30.09.24

Mette Goul Thomsen

Innhold

Forord	6
1 Bakgrunn for prosjektet.....	9
2 Innledning: Bruk av jorddekke med plantehakk i radkulturer	10
2.1. Jorddekke skaper synergier	10
2.2. Plantehakk og ugraskontroll	10
2.3. Veksthemmende stoffer	10
2.4. Plantehakk for næringstilførsel	11
2.5. Fytopanitære forhold.....	12
3 Hakked Bedre ^{Øko} - forsøk med bruk av plantehakk.....	13
3.1. Oversikt over forsøkslokalteter	13
4 Apelsvoll og Landvik	14
4.1. Forsøksfelt og behandlinger	14
4.2. Klimaforhold	15
4.3. Plantehakk og toppdekke	17
4.4. Avlingsregistrering.....	20
4.5. Ugrasregistrering	21
4.6. Jord- og planteprøver	21
4.7. Ettervirkning	21
4.8. Resultater	22
4.8.1 Avling.....	22
4.8.2. Ugras	24
4.8.3 Tid brukt til lusing	26
4.8.4 Ettervirkning.....	27
4.8.5 Jord – og Planteprøver	28
4.8.6 Gjenvinning av NPK	29
4.8.7 Temperatur og fuktighet i bakken	30
4.9. Oppsummering Apelsvoll og Landvik	35
5 Tingvoll.....	36
5.1. Forsøksfelt, behandlinger og vekster	36
5.2. Klimaforhold	37
5.3. Jorddekke og toppdekke	38
5.4. Ugrasregistreringer.....	39
5.5. Jord- og planteprøver	40
5.6. Ettervirkning i 2023 – ingen resultat	40
5.7. Resultater	40
5.7.1 Ugras	40
5.7.2. Avlinger	43
5.8. Nitrogen i jord, plantedekke og purre	46
5.9. Oppsummering fra Tingvoll	47
6 Produsentforsøk	48
6.1. Feltopplysninger 2021	48
6.2. Resultat.....	49

6.3. Betenkeligheter?	50
6.4. Mekanisering	50
6.5. Markedshage	53
6.6. Oppsummering prøvefeltene i Innlandet	54
7 Biologisk aktivitet i jorda	56
7.1. Feltforsøk	56
7.2. Ulike metoder for måling av biologisk aktivitet	56
7.3. Bedre jordhelse med jorddekke	56
8 Oppsummerende diskusjon og konklusjon	58
8.1. Effekter på næringsforsyning og avling:	58
8.2. Effekter på etterfølgende kultur	59
8.3. Effekter på ugras	59
8.4. Økonomisk aspekt	59
8.5. Effekter på jordtemperatur	59
8.6. Effekter på jordfuktighet:	60
8.7. Mekanisk utlegging av plantehakk	60
8.8. Effekter på mikrolivet	60
8.9. Veien videre	60
9 Referanser	61

1 Bakgrunn for prosjektet

Innen både økologisk og konvensjonell produksjon er bærekraft og miljøhensyn, god jordhelse og reduserte utslipp av klimagasser, viktige mål (LMD 2018). Videre er det et mål å øke andelen norskproduserte varer innen omsetningen av økologiske grønnsaker (LMD 2018). De agronomiske flaskehalsene for økt økologisk grønnsaksproduksjon er primært tilførsel av næringsstoffer på husdyrløse bruk; stort ugrastrykk og kostnader til luking, samt større behov for vekstskifte for å redusere sykdommer og ugras (Milford 2014).

Regulering av ugras er en stor utfordring og gir betydelige kostnader både i konvensjonell og økologisk grønnsakdyrking. I økologisk dyrking brukes ofte mekaniske tiltak. Gjentatt fresing og harving kan skade jordstrukturen, gi tap av næringsstoff og økt utslipp av klimagasser.

Konkurranse fra andre planter som grønnngjødselsvekster er generelt effektivt for å redusere ugrasmengden, også i noen grad flerårig ugras (Thomsen et al 2011). Grønnmassen fra slike areal kan kuttes og brukes som 'plantelhakk' i radvekster. De store grønnsakprodusentene har imidlertid ofte mangel på arealer, og det kan være vanskelig å få inn et år med grønnngjødsel i vekstskiftet. Det er derfor også viktig å finne ut hvordan arealer, som kanter, vendeteiger, tidligere beiteområder etc. kan utnyttes. I dag er det vanlig å dekke jorden med plast, eller nedbrytbar folie, i mange radvekster, spesielt i økologisk dyrking. Jorddekke med fangvekster eller plantelhakk kan være en mer miljøvennlig løsning og bidra med både økt konkurranse mot ugras, tilføre næring ved nedbrytingen samt opprettholde jordens innhold av organisk materiale og bedre jordstrukturen (Bøe et al 2019; Riley et al 2003). Bedre jordstruktur vil øke dyrkingssystemets evne til å tåle store nedbørsmengder, og øke jordens vannlagringsevne, noe som har stor betydning i perioder med tørke (Magnusson 2000).

Plantelhakk er av interesse både i økologisk og konvensjonell dyrking, spesielt i kulturer der jorda dekkes dårlig av bladverk, slik som løk, vårløk og purre. Til gjødsling av økologiske grønnsaker er det i dag vanlig å bruke pelletert fjørfegjødsel, spesielt på gårder uten tilgang på egen husdyrgjødsel. Dette er kostnadskrevende og samtidig er det ikke tillatt å bruke mer enn 17 kg total N fra husdyrgjødsel per daa og år i områder som har avrenning til indre Oslofjord. Tidligere undersøkelser i Norge (Riley et al 2003), Sverige (Magnusson 2000) og Finland (Jaakkola 1995) har vist at det trengs store mengder plantelhakk for å oppnå en effektiv ugraskontroll, og at det kan bli dårlig utnyttelse av nitrogenet i det materialet som tilføres (Riley et al 2003). Det ble derfor anbefalt å undersøke effekten av å tildele plantelhakk i mindre mengder i flere omganger. Det har også vært gjort forsøk med å påføre et tynt lag med materiale som kunne binde N på toppen av plantehakket (Larsson 1997). Slikt materiale kan være trefiber, sagflis, bark, finsnittet halm eller annet. Samtidig er det viktig å finne rasjonelle, praktiske metoder til utlegging. Skal man dyrke sitt eget plantelhakk må dette planlegges inn i produksjonen, og areal til grønnsaker bør sirkulere med areal til grønnngjødsel for å unngå en skjev fordeling av næringsstoff over tid.

Målet med undersøkelsene her har vært å bidra til økt produksjon av økologiske grønnsaker i Norge ved å bruke plantelhakk som jorddekke i radvekster. Vi ønsket også å se på om ulike typer av 'toppdekke' av karbonrikt materiale lagt opp på plantehakket kunne øke utnyttelsen av nitrogen gjennom midlertidig binding og forhindre utvasking.

2 Innledning: Bruk av jorddekke med plantehakk i radkulturer

2.1. Jorddekke skaper synergier

Plantehakk kan bidra til å forebygge partikkelavrenning fra jordbruksareal, og dermed også avrenning av næring fra jord- og hagebrukssystemer. Plantedekket som holder på fuktighet i det øverste jordlaget vil stimulere til at planterøttene vokser tett og gir en god aggregering og sammenfiltrering av jordpartiklene i det øverste jordlaget. I forsøk ved Döring et al. (2005) er det vist at avrenning av N etter høsting av potet ble betydelig redusert ved bruk av halm som jorddekke. Jorddekke kan ved at holde på fuktigheten også redusere vanningsbehov (El-Beltagi et al., 2022).

En fuktig jordoverflate kan gi grobunn for mikroorganismer, slik som sopp og bakterier, og plantehakk kan i tillegg inneholde smittebærere. Samtidig kan det tjene som gjemmeglass for insekter – både skadedyr og nyttedyr. Forsøk av Hellqvist, (1996) viste at gress som jorddekke reduserte mengden egg fra kålmøll i brokkoli. I forsøk med halm som jorddekke i vårhvete var det en 40 % lavere forekomst av bladlus (*Rhopalosiphum padi* L.) ved observasjonstidspunktet enn gjentak uten jorddekke (Schmidt et al. 2004). I behandlinger med jorddekke fant man også 87 % flere edderkopper enn i behandlingene uten jorddekke. Plantehakk kan derfor være et verdifullt bidrag i strategiene vi bruker i integrert plantevern (IPM).

2.2. Plantehakk og ugraskontroll

Et av målene i dette prosjektet var å undersøke effekten av plantehakk på ugraskontroll. Plantehakk har i tidligere studier vært vellykket på ettårige ugras, men har mindre effekt på flerårige ugras, slik som åkertistel og kveke (Riley og Brandsæter, 2001) som vi også registrerte i våre forsøk på Landvik, Tingvoll og Apelsvoll. Dersom laget er for tynt vil det ikke hindre lysinnstråling godt nok og dermed heller ikke motvirke fremveksten av ugras (Döring et al., 2005). Likevel kan det forsinke fremveksten og total ugrasvekst, og i forsøk på potet ved Dvorak et al. (2015) var det mer ugrasvekst under svart plast sammenliknet med kuttet gress som jorddekke.

Årsaken til at plantehakk kan være et godt verktøy er en kombinasjon av fysisk og kjemisk hemming av spiring og generell vekst, noe som hemmer ugrasets konkurranseevne ovenfor radkulturen.

2.3. Veksthemmende stoffer

I tillegg til å konkurrere om lys kan plantehakk benyttes for sine allelopatiske effekter på ugraset, det vil si at det under nedbryting kan utskilles kjemiske stoffer som kan ha en veksthemmende virkning på ugraset (Farooq et al., 2020). Det veksthemmende potensialet til plantehakk avhenger av hva vi bruker som jorddekke, og på tilførselen av vann. F.eks. kan treflis og bladverk fra mange forskjellige trearter inneholde betydelige mengder vannløselige veksthemmende stoffer (Rathinasabapathi et al., 2005), mens blant vanligere jordbruksvekster har kløver (*Trifolium squarrosum*), solsikke (*Helianthus annuus*), rug (*Secale cereale*), durrahvete (*Sorghum* sp.), hvete (*Triticum aestivum*) og bygg (*Hordeum vulgare*) (Sturm et al., 2016, Abou Chehade et al., 2021) vist veksthemmende effekt i visse konsentrasjoner.

Liknende virkning av plantehakk fra erteblomstfamilien ble funnet i forsøk av Álvarez-Iglesias et al. (2018). Her ble bønnevikke (*Vicia faba*) innblandet i jorden i et pottforsøk, og viste seg å undertrykke spiringen og biomasseproduksjonen av hønsehirse (*Echinoa crus-galli*) og duskamarant (*Amaranthus retroflexus*). Den spirehemmende effekten var sterkest når ugraset ble sådd omtrent samtidig som

bønnevikke ble blandet inn i jorden. Dette kan bety at potensialet til den spirehemmende effekten minker etter hvert som plantehakk blir tørt eller brytes ned.

Ensilerte planter gjennomgår en fermenteringsprosess for å konserveres frem til de brukes som fôr til drøvtyggere. Mange ugrasfrø overlever ikke denne prosessen (Aper et al., 2014, Simard and Lambert-Beaudet, 2016). Dette er en av grunnene til at det er aktuelt å bruke silo som jorddekke. Litteraturen gir lite informasjon på om ensileringsprosessen svekker den veksthemmende virkningen fra plantehakk, men slike stoffer som kan betegnes som naturlige herbicider har en lettere nedbrytbar struktur enn syntetiske herbicider (Dorota et al., 2013). Altså reduseres generelt effekten av disse stoffene over tid, og det kan derfor antas at effekten også avtar i ensilert plantemateriale.

2.4. Plantehakk for næringstilførsel

Grønn gjødslingsvekster basert på nitrogenfikserende belgvekster representerer en viktig kilde til nitrogen i økologisk grønnsaksdyrking som gjør bonden mindre avhengig av eksterne gjødselkilder. Gjennom fire feltforsøk og inngående studier viste Katroschan og Hirthe (2024) at man i forsøk med purre tilført avklipp av gras og kløver oppnådde en utnyttelsesgrad av nitrogen på 36 til 67%. Gjenstående nitrogen i omdannet jorddekke etter endt sesong var 126-180 kg/haa. Total N utnyttelsesgrad var 63 til 84 % når man inkluderte nitrogen som fortsatt var igjen i jorddekket ved høsting av kulturen. Studier av Kosterna (2014) påpeker at man oppnår avlingsøkning ved bruk av jorddekke som kan tilskrives både nitrogen og andre faktorer som økt fuktighet og økt mikrobiell aktivitet. Det samme fant Riley et al. (2003) i forsøk med rødbete og kål hvor en gangs tilførsel av plantehakk økte utbyttet henholdsvis med 22% og 27%.

Næringsinnholdet i plantehakk avhenger av opphavet, og forholdet mellom karbon og nitrogen, C:N-forholdet. Karbonet vil binde nitrogenet i forbindelse med nedbrytningen og en lav mengde karbon i forhold til nitrogen er gunstig dersom formålet er å tilføre næring raskt. Unge planter har et lavere C:N-forhold enn senere utviklingsstadier, spesielt gjelder dette grasvekster som danner et stivt strå ved modning (Truong og Marschner, 2020). Det anbefales derfor å høste før aksskyting for best mulig næringstilførsel og frigjøringen av næring skjer deretter, avhengig av nedbørmengde. Samtidig kan eldre plantemateriale ha en mer langvarig effekt mot ugras, fordi det brytes saktere ned.

Treflis er et eksempel på materiale som ofte er tilgjengelig i rikelige mengder i jord- og skogbrukssektoren. Flis kan brukes fersk eller tørr. Selv om treflis på lang sikt har positive virkninger på jordkvaliteten (Li et al., 2018) kan det på kort sikt være negative virkninger for radkulturer på grunn av det spesielt høye C:N-forholdet som binder nitrogenet og vil kunne øke behovet for å tilføre ekstra nitrogen til kulturen i starten.

Eksempler på C:N-forhold og N-innhold i ulike plantematerialer som kan brukes som jorddekke er vist i Tabell 2.1. Høyeste verdi for C:N-forhold finner vi for moden halm med 80, samt flis med C:N forhold på 50 til 80 for henholdsvis finkuttet og grov flis (Tabell 2.1). Slikt materiale kan gjerne holde seg 12 måneder på jordoverflaten før det brytes ned. Vi finner også relativt høyt C:N forhold for moden halm av rødkløver (17), ettårige belgvekster (11-15), flerårige belgvekster (10-15), ensilert gras og kløver i blanding (16). Lavt C:N forhold og rask mineralisering finner vi for unge planter av fababønner (7).

Tabell 2.1 Forhold mellom karbon og nitrogen (C:N-forhold) i ulike plantehakk til bruk som jorddekke og nitrogen mengde tilført/innhold av nitrogen i materialet

Plantehakk	Mengde tilført	Kilde	C:N	N
Friskt				
Rødkløver (<i>Trifolium pratense</i> L.)		Båth og Elfstrand (2008)	16	224 kg ha ⁻¹
Rødkløver, gress (4:1), ett lag		Riley og Brandsæter (2001)		334 kg ha ⁻¹
Rødkløver, gress (4:1), to lag		Riley og Brandsæter (2001)		587 kg ha ⁻¹
Unge fababønneskudd	0.5 kg m ⁻²	Truong et al. (2019)	7	Innhold: 47.1 g kg ⁻¹
Gress (Cogon gress)	5 kg m ⁻²	Fang et al. (2007)		161 kg ha ⁻¹ år ⁻¹
Rødkløver, timotei (4:1)		(Riley et al., (2003)		490-587 kg ha ⁻¹
Hundegras (<i>Dactylis glomerata</i>)		Riley et al., 2003)		270 kg ha ⁻¹
Kompostert				
Kløver, halm (1:4)		Båth og Elfstrand (2008)	9	208 kg ha ⁻¹
Ensilert				
Gress (<i>Lolium perenne</i> L.) + kløver (4:1)		Carter et al. (2014)	15.8	Innhold: 30.2 mg N g ⁻¹
Ensilert blanding (kløver/gras)		Carter et al. (2014)	16	
Tørt				
Halm fra bygg		Carter et al. (2014)	33	
Halm fra hvete		Truong et al. (2019)	79.9	Innhold: 5.1 g kg ⁻¹
Treflis	24 000 kg ha ⁻¹	Guertal og Edwards (1996)	50	

2.5. Fytosanitære forhold

Dersom plantehakk skal benyttes som jorddekke må det tas hensyn til om kulturen og plantehakket har arter som kan være vertsplanter for samme skadegjørere. F.eks. vil en unngå bruk av avfall fra pussing av *Allium* (kepaløk, purre m.v.) som plantehakk i løkproduksjon, planterester fra *Brassica* som plantehakk i kålproduksjon. Dette krever kjennskap til de aktuelle skadegjørerne, og mulige vertsplanter for disse. En vil da anvende samme fagkunnskap som ved vekstskifte, og en risikovurdering må foretas.

Tilsvarende er det viktig å ta hensyn til rester av plantevernmidler i plantehakk. Forbehold må tas dersom kildematerialet ikke er økologisk, og alle som ønsker å ha sertifisert økologisk har ansvar for å kjenne aktuelt regelverk, og holde seg oppdatert på eventuelle endringer i regelverket. Blant annet er det innført forbud mot å bruke pyralidbehandlet organisk materiale i økologisk drift (Serikstad, 2023).

3 Hakket Bedre^{Øko}- forsøk med bruk av plantehakk

Vi valgte for feltforsøkene i prosjektet å undersøke jorddekking i løk og purre med friskt gras avklipp ved gjentatte slåtter og bruk av rundballer med ensilert gras. Dette ble testet i kombinasjon med toppdekke av karbonrikt materiale med tanke på å minske utvasking av næring. Det ble her testet ut halm og flis i kombinasjon med jorddekke på noen av behandlingene.

3.1. Oversikt over forsøkslokaliteter

Undersøkelsene er gjort i fire områder av landet. På to lokaliteter, NIBIO Landvik og NIBIO Apelsvoll, er det undersøkt hvordan ugrasmengde, plantevekst, nitrogentilførsel og nitrogen gjenvinning påvirkes av antall ganger det tilføres ferskt plantehakk med eller uten karbonrikt toppdekke (flis/halm). På Tingvoll er ulike typer av toppdekke undersøkt, med bruk av ensilert gras som jorddekke. Undersøkelsene på Tingvoll er utført i ompløyd eng og viser hvordan bruk av plantehakk kan bidra ved omstilling fra eng til radvekster. Forsøksvekster på de tre lokalitetene var purre og løk av sortene Lexton og Hysky, levert av samme firma på alle lokaliteter. Ved NLR Innlandet er bruk av plantehakk, både rundballsilo og halm testet ut hos produsenter og i markedshager (Tabell 3.1).

Tabell 3.1 Oversikt over lokaliteter og hovedaktiviteter i forsøksperioden (2020-2023). PH = plantehakk. Forsøksfeltene ble lagt på nye arealer hvert år ved Landvik, Apelsvoll og hos NLR, mens lå på samme areal de to årene på Tingvoll

STED/ ÅR	2020	2021	2022	2022 og 23
Landvik	Purre, 1-3 dekkinger m PH. Flis som toppdekke	Purre, 1-3 dekkinger m PH. Flis som toppdekke.	Løk, 1-3 dekkinger m PH. Flis som toppdekke.	Ettervirkning målt i bygg 2022 og 2023 hvert etterfølgende år
Apelsvoll	Purre, 1-3 dekkinger m PH. Halm som toppdekke.	Purre, 1-3 dekkinger m PH. Halm som toppdekke.	Løk, 1-3 dekkinger m PH. Halm som toppdekke.	Ettervirkning målt i hvete i 2022 og i bygg i 2023.
NLR Innlandet		Løk, 1 produsent og Markedshage. Dekke med rundball.	Løk, 2 produsenter. Dekke med rundball.	Mekanisk utlegging av halm i løk 2023
Tingvoll		Purre, 2 dekkinger med rundball, 3 typer toppdekke	Løk, 2 dekkinger med rundball, 3 typer toppdekke	Etablering av havre for måling av ettervirkning i 2023 lyktes ikke

4 Apelsvoll og Landvik

4.1. Forsøksfelt og behandlinger



Figur 4.1 Feltforsøk med plantehakk og halm dekke i purre, NIBIO Landvik 2021. Foto: Randi Seljåsen, NIBIO.



Figur 4.2 Feltforsøk med plantehakk og halm i løk på NIBIO Apelsvoll. Foto: M.G. Thomsen

Feltene lå på NIBIO stasjonene Apelsvoll og Landvik. Feltet på Landvik ble lagt på mellomands (Figur 4.1) mens feltet på Apelsvoll lå på moreneletteleire (Figur 4.2). I forsøket på Apelsvoll begynte vi å legge på plantehakk åtte dager etter planting og dernest igjen etter tre uker og etter ni uker. I behandlingen med $\frac{1}{2}$ gjødsel og 1 x plantehakk, ble plantehakk lagt på fire uker etter planting. I feltet på Landvik ble plantehakk lagt på første gangen rett etter planting. De ulike behandlingene er angitt i Tabell 4.1.

Plantehakket besto av gammel eng (Apelsvoll 2020 & 2021, Landvik 2022), hundegras med kløver (Apelsvoll 2022), engsvingel (Landvik 2021) og raigras (Landvik 2020). Løken ble satt i 3 rader på flat jord (Apelsvoll) eller seng (Landvik), med ca. 40 cm mellom rekker og 5 cm avstand i planterekkene. Purren ble satt på flat jord (Apelsvoll) eller seng (Landvik) i tre rekker med ca 40 cm mellom rekker og 10 cm mellom planter. Forkultur på Apelsvoll var gulrot/kål mens det feltet på Landvik var brakket for ugrassanering året i forveien. Før planting av purre ble det kjørt vertikal rotorharv (Landvik og Apelsvoll) mens det før løk ble kjørt steinnedlegger (Apelsvoll) og deretter harv for å flate ut jorden.

Tabell 4.1 Behandlinger gjort på NIBIO Landvik og Apelsvoll. Tallene for plantehakk (PH) og pelletert organisk gjødsel (Grønn 8 K) er angitt for purre og løk

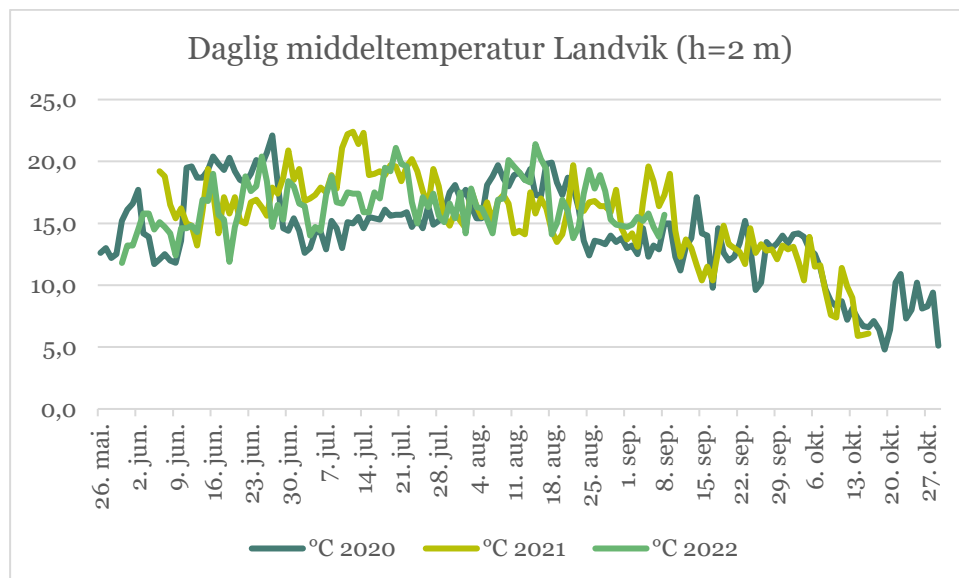
Behandling	Apelsvoll (Moreneletteire)		Landvik (Mellomsand))	
	Purre	Løk	Purre	Løk
Kontroll u/ gjødsel	0	0	0	0
Kontroll GRØNN 8K	16 kg N/daa	15 kg N /daa	2 x 10 kg N/daa	1 kg + 0,5 kg N/da
PH x 2	2 x 3,1tonn/daa	2 x 2,8 tonn/daa	2 x 3,7 tonn/daa	2 x2,8 tonn PH/daa
PH x 3	2 x 3,1 + 1 x 3,8 tonn/daa	3 x 2,8 tonn/daa	3 x 3,7 tonn/daa	3 x 2,8 tonn PH/daa
PH x 2 + halm / Treflis	som PH x 2 + 2 x 0,63 tonn halm/daa	som PH x 2 + 2 x 0,47 tonn halm/daa	2 x 3,7 tonn PH/daa 2 x 31 kg treflis/daa	2 x 2,8 tonn PH/daa 2 x 23,5 kg treflis/daa
PH x 3 + halm / Treflis	Som PH x 3 + 3 x 0,63 tonn halm/daa	Som PH x 3 + 3 x 0,47 tonn halm/daa	3 x 3,7 tonn PH /daa 3 x 31 kg treflis/daa	3 x 2,8 tonn PH/daa 3 x 23,5 kg treflis/daa
½ gjødsel GRØNN8K + 1 x Plantehakk	8 N/daa + 3,1 tonn PH/daa,	7,5 kg N/daa x 2,8 tonn PH/daa	10 kg N/daa + 3,7 tonn PH/daa	7,5 kg N/daa + 2,8 tonn PH/daa

Forsøkene ble lagt på dyrket jord, som randomisert blokk forsøk med tre blokker på begge lokaliteter. Plantehakk, halm og andre toppdekkematerialer ble veid ut for hver rute og spredd jevnt på rutene for hånd.

Til bearbeiding av data ble det kjørt variansanalyse ANOVA mixed effect test i programmet MiniTab med blokk som tilfeldig faktor og i noen tilfeller tid/år som tilfeldige faktorer og behandling som fast faktor. For å undersøke om forskjeller mellom behandlinger var statistisk sikre, brukte vi Tukey Parvis sammenlikning ($p < 0,05$).

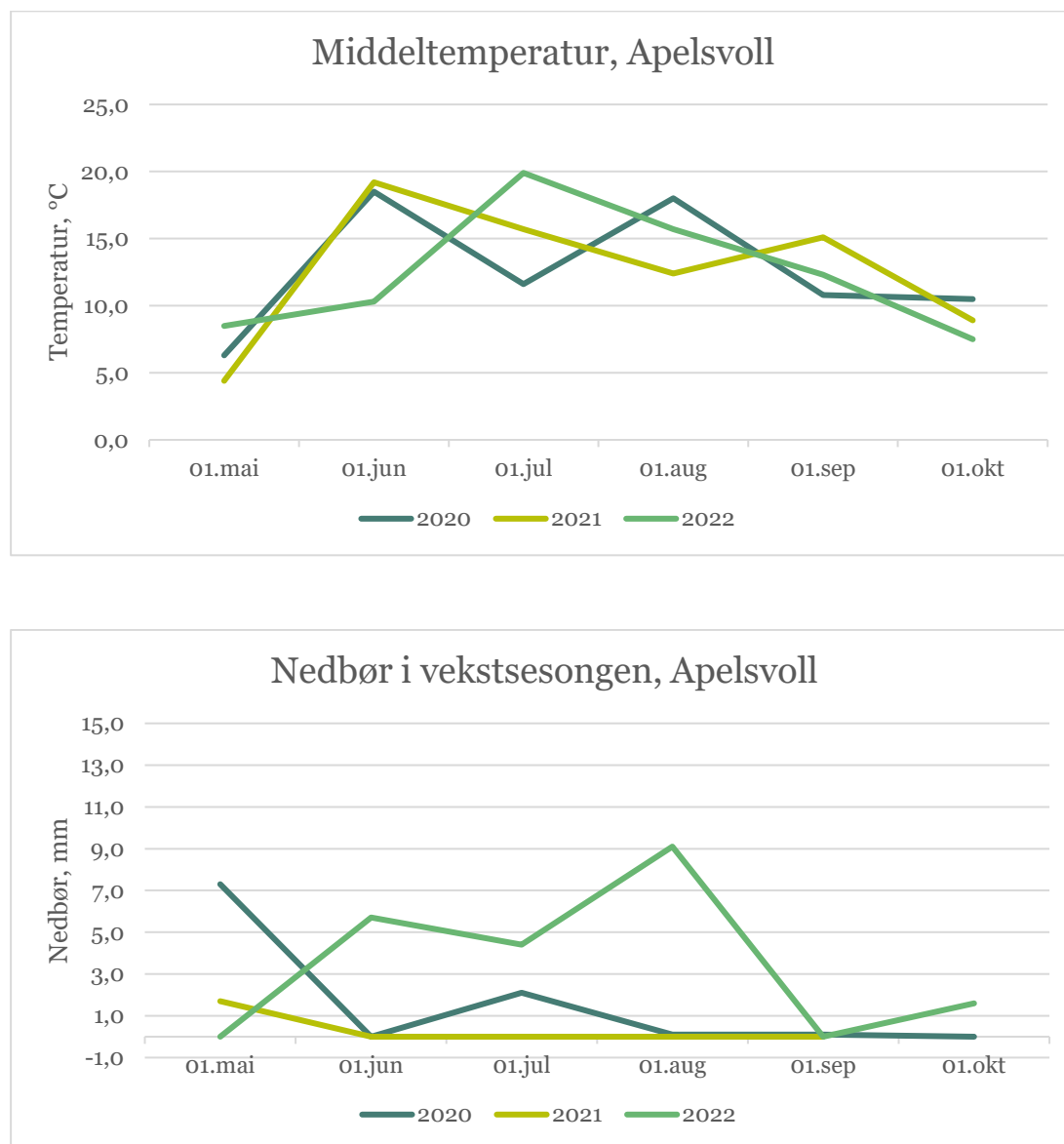
4.2. Klimaforhold

Historiske værdata (lmt.nibio.no) for daglige gjennomsnittstemperaturer (2m høyde, lmt.nibio.no) for de tre vekstperiodene for Landvik er vist i Figur 4.3. I 2020 startet sesongen med høye temperaturer i juni, lave i juli og høye igjen i august og synkende igjen fra september. De to andre årene hadde et mer jevnt forløp med raskere svingninger i temperaturen i vekstperiodene.



Figur 4.3 Daglige middeltemperaturer i aktuelle vekstperioder/år for purre (2020-2021) og løk (2022), lmt, nibio.no. Det er kun vist data for de aktuelle vekstperiodene fra planting til høsting for de ulike årene.

På Apelsvoll varierte temperaturen gjennom vekstsesongen over de tre årene (Figur 4.4). Først på sesongen var det i 2022 noe kjøligere enn de foregående årene, mens temperaturen midt på sommeren lå noe over 2021 og 2020. Nedbørsmengden var også størst i 2022 gjennom sesongen, dog etter at den hadde vært noe lavere på begynnelsen av sesongen.



Figur 4.4 Temperatur og nedbør gjennom vekstsesongen i de tre forsøks årene på Apelsvoll

4.3. Planterhakk og toppdekke

Planterhakk varierte noe i sammensetting og høstetidspunkt mellom år og dermed også i tørrstoff innhold (Tabell 4.2). På Apelsvoll ble graset slått dagen før eller samme dagen som det skulle legges ut. Det ble enten kjørt sammen i rundball eller raket sammen for hand. På Landvik ble graset slått 1 til 4 timer før pålegging og høstet med fôrhøster.

Ved første og andre utlegging av planterhakk ble det veid opp og lagt på 25 kg biomasse per rute i purre og 22,5 kg i løk og ved tredje utlegging 30 kg i purre og 22,5 kg i løk Figur 4.3. Graset ble fordelt jevnt rundt og mellom plantene for hånd over hele ruta. Halm ble gitt i mengdene 5 kg for purre og 3,75 kg per rute for løk. Mengde ble regulert i forhold til litt lavere næringsbehov og redusert tilførsel av gjødsel i løk. Tørrstoff i planterhakk og halm de ulike årene er vist i Tabell 4.2.

Tabell 4.2 Tørrstoffinnhold ved pålegging i de ulike år av plantehakk og halm/flis i forsøkene på Apelsvoll og Landvik (tall er gjennomsnitt av 2 til 3 målinger fra samme parti). Halm og flis var identisk materiale fra samme batch for de individuelle årene.

Apelsvoll				Landvik				
År	Plantehakk	Tørrstoff %	Toppdekke	Tørrstoff %	Plantehakk	Tørrstoff %	Toppdekke	Tørrstoff %
2020	Gammel eng	27	Bygg halm	91	Raigras	29	Flis	92
2021	Gammel eng	30	Bygg halm	89	Engsvingel	31	Flis	92
							Halm	55
2022	Hundegras og kløver eng	23	Bygg halm	87	Gammel eng	31	Flis	92
							Halm	55

Biomasse av plantehakk ble registrert innenfor metallrammer (50 x 50cm) etter delvis nedbrytning ved høsting av kulturen (Figur 4.5). Samme ramme ble brukt til å registrere ugrasbiomasse og registrering av dekningsgrad av ugras på forsøksrutene.



Figur 4.5 Bilde av en registreringsrute som ble brukt for å registrere ugras og ta ut prøver av dekkematerialet i slutten av sesongen. Vi observerte en fin gjennomveving av røtter som vokste helt oppe i jordoverflaten like under dekkematerialet. Forsøksfelt med purre 2021. Foto: Randi Seljåsen, NIBIO.

Det ble tilført mellom 2,8 og 3,7 tonn per daa med friskt plantemateriale hver gang det ble lagt på plantehakk (se Tabell 4.1). Tykkelsen av dekket ble målt etter hver ny pålegging (Tabell 4.3). Målingene viser at ett, to og tre lag med dekke ikke gir en dobling eller tredobling i tykkelse i forhold til ett lag med dekke. Dette skyldes at foregående dekkinger blir noe nedbrutt før neste pålegging av dekke. Vi ser at laget med halm dobler tykkelsen på dekket. Halmdekket var lett og voluminøst og var dermed utsatt for å blåse litt utover ved vindeksponering, spesielt i tiden like etter pålegging (observasjoner på Landvik).

Tabell 4.3 Tykkelse av plantehakk m/u halm, cm. Målt når det ble lagt på første (PH x1), andre (PH x2) og tredje pålegging (PH x3). Måling ble utført på Apelsvoll før og etter at halm ble lagt på.

	PH x 1	PH x 2	PH x 3
Plantehakk	7	11	13
Plantehakk + halm	9	17	20

Plantehakket ble analysert for N, P og K i årene 2021 og 2022 (Tabell 4.4). Vi ser tendens til at gammel eng ligger høyt i tørrstoff og noe lavere i næringsinnhold sammenlignet med hundegras i blanding med rødkløver. Raigras ligger generelt litt lavere når det gjelder innhold av N og K.

Tabell 4.4 Tørrvekt og innhold av N, P og K i plantehakk vist i prosent av tørrstoff (DM) i to år og til de ulike datoer for utlegging. Data fra Apelsvoll og Landvik 2021-2022.

Sted/Dato	Materiale av Plantehakk	DM %	N	P	K
APELSVOLL			% av DM		
24.06 2021	Gammel eng	31	1,62	0,16	1,74
13.07 2021	Gammel eng	37	2,62	0,29	1,88
10.08 2021	Gammel eng	23	2,47	0,23	1,85
13.06 2022	Hundegras og rødkløver	18	3,13	0,27	2,46
05.07 2022	Hundegras og rødkløver	17	2,93	0,38	2,56
26.07 2022	Hundegras og rødkløver	19	1,97	0,24	2,16
LANDVIK					
09.06.21	Engsvingel	23	1,29	0,24	1,55
22.07.21	Engsvingel	27	2,04	0,25	1,60
07.09.21	Engsvingel	45	0,78	0,21	1,21
09.06.22	Raigras	24	1,41	0,19	1,47
30.06.22	Raigras	35	1,04	0,18	1,47
04.08.22	Raigras	35	1,01	0,18	1,9

Dekkematerialene inneholder også mikronæringsstoff og karbon som vist Tabell 4.5. Som vi ser vil innholdet av NPK og mikronæring variere noe innenfor samme sort gras og med utviklingsgrad slik at første og andre slått kan være noe ulike.

Tabell 4.5 Næringsinnhold i dekkematerialer. Tall fra Eurofins analyser oppgitt per friskvekt (FW) og tørrvekt (DW). Gras vist for Landvik 2020 sesongen, flis ble brukt fra samme parti alle årene.

Innholdsstoff	Raigras 18.06.2020		Raigras 10.07.2020		Flis til dekking (2020-2022)	
	% (g/100g) av TS vekt	g/kg FW	% (g/100g) av TS vekt	g/kg FW	% (g/100g) av TS vekt	g/kg FW
Mikro- og markonæringsstoff og karbon						
Nitrogen (N)	2,1	4,1	1,3	3,8	0,14	9,33
Fosfor (P)	0,44	3,5	0,24	3,45		
Kalium (K)	3,8	4,6	1,6	3,9		
Magnesium (Mg)	0,14	3,4	0,13	3,41		
Kalsium (Ca)	0,51	3,5	0,66	3,59		
Svovel (S)	0,20	3,4	0,16	3,42		
	mg/kg TS	mg/kg FW	mg/kg TS	mg/kg FW	mg/kg TS	mg/kg FW
Kobber (Cu)	12	4,0	3,8	0,95		
Mangan (Mn)	160	53,8	100	25,13		
Sink (Zn)	41	13,8	30	7,54		
Bor (B)	6,6	2,2	7,4	1,86		
Molybden (Mo)	2,2	0,7	1,1	0,28		
Jern (Fe)	2 900	975,6	260	65,34		
Karbon (C)	38	12,9	46	11,53	51	46,9
Tørrstoff % ved pålegging	34		25		92	

4.4. Avlingsregistrering

Avling ble registrert ved høsting av de midtre 2-3m i hver rute, høsteruten. Etter høsting ble totalavling og kvalitet registrert. Tid for planting og høsting er angitt i Tabell 4.6.

Purre ble høstet manuelt, løsnet med greip og dratt opp. Det ble registrert antall planter, samlet vekt før og etter pussing, antall med diameter > 2 cm, sopp sykdom symptomer på blader eller forekomst av purremøll og bladfarge.

Løken ble rykket manuelt (Figur 4.6) for hver forsøksrute/behandling ved 60-70% legde og bakketørket inntil det var ett grønt blad igjen per plante. Etter tørking ble løken registrert i diameterklassene 50-65 mm, 65-85 mm og >85 mm. Andre størrelsesklasser og skadde løk ble frasortert. 50 løk fra hver behandling ble lagret for å se om de ulike behandlingene ga noen forskjell i lagringskvalitet. Før lagring ble løken etter-tørket og deretter sakte nedkjølt til lagringstemperatur, 0° C. Våren det etterfølgende året ble det gjort registreringer av antall råtne løk og vekttap under lagring.

Tabell 4.6 Plantetidspunkt og høstetid i de ulike felt og år

År	Kultur	Apelsvoll		Landvik	
		Plantetid	Høstetid	Plantetid	Høstetid
2020	Purre	04.06	05.10	26.05	22-29.10
2021	Purre	10.06	19.10	09.06	18-19.10
2022	Løk	24.05	14.09	30.05	31.08-08.09



Figur 4.6 Løk etter rykking i en behandling med plantehakk. Foto: M.G. Thomsen

4.5. Ugrasregistrering

Før pålegging av nytt dekke, og ved høsting ble det registrert prosent dekke av ugras samt spesifisering av de viktigste artene. Ugraset ble luket bort før nytt plantehakk ble lagt på og tidsbruk til luking ble målt et antall ganger gjennom forsøksperioden. Ved høsting ble det klippet og veid biomasse av ugras. Prøvene ble tatt fra alle forsøksruter i to rammer (50*50 cm), som ble plassert tilfeldig i ruten minimum 1 m fra hver ende av ruten. Prøvene ble veid og det ble registret råvekt og tørrvekt av ugraset.

4.6. Jord- og planteprøver

Det ble tatt ut jordprøver for Nmin analyser og for glødetap. Ved anlegg av felt ble prøvene tatt per blokk og ved avslutning av forsøket per rute. Alle prøver ble tatt i 0-20 cm jorddyb. Videre ble jordtemperaturen i 2021 & 22 målt i de ulike behandlingene med nedgravde temperaturloggere, 5 cm dyp, på feltet ved Apelsvoll og Landvik. Det ble i tillegg målt jordfuktighet en gang i uken de samme årene på Apelsvoll.

For beregning av tilført nitrogen i de ulike behandlingene og opptak i høstede planter ble det tatt prøver for kjemisk analyse. Av plantehakk ble det tatt ut tre prøver per batch, ved hver utlegging. Friskvekt og tørrvekt (60 C° i ca 2 døgn) ble registrert og prøver tatt ut for N, P & K analyser. Fra purre og løk ble det tatt ut ti planter fra hver behandling ved høsting, delt i mindre biter og tørket v. 70 C° inntil stabil vekt og prøver tatt ut for analyse.

4.7. Ettervirkning

Etter høsting ble det i 2021 og 2022 sådd høstkorn i feltene. Ved høsting ble kornet analysert for protein og N-innhold beregnet og data brukt for å få et anslag over hvor mye nitrogen som var igjen etter de ulike behandlingene med/uten plantehakk.

4.8. Resultater

4.8.1 Avling

Avlingsresultatene fra Apelsvoll og Landvik for purre viste at plantehakket ga like gode eller bedre avlinger enn kontroll feltene som ble gjødslet med pelletert organisk gjødsel.

På Landvik var det en tendens til at halv dose organisk gjødsel + plantehakk ga bedre avling enn de øvrige behandlingene med plantehakk. Denne effekten av startgjødsel kan skyldes at sandjorda på Landvik ikke har noen næringsreserver som plantene kan nyttiggjøre seg av før det blir frigitt næring fra plantehakket.

På Apelsvoll så vi over de to årene sikker positiv effekt av tilførsel av plantehakk. På Landvik var total avlingen i kontroll med gjødsel større enn 2 x plantehakk dekket med enten flis eller halm. Det kan tyde på at det er frigitt mindre næring fra plantehakket i de to behandlingene enn i behandlingen uten dekke med halm eller flis (Tabell 4.7). Vi fant ikke noen sikker effekt av behandling på andel purre med sopp eller insektangrep.

Tabell 4.7 Avling i purre. Resultater fra undersøkelser i 2020 og 2021. Total avling i feltet på Apelsvoll er kun for 2020. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys t-test ($P > 0,05$).

Behandling	Apelsvoll			Landvik		
	Total avling, kg/daa	Avling >2cm, kg/daa	% andel med DM > 2cm	Total avling, kg/daa	Avling >2cm, kg/daa	% andel med DM > 2cm
Kontroll uten gjødsel	2724c	399b	22b	1852d	599c	22b
Kontroll med gjødsel	3946bc	1046b	44b	4017a	2060ab	64a
Plantehakk x 2	5870a	2399a	76a	2836abc	1378bc	48ab
Plantehakk x 3	5437ab	2841a	83a	3703ab	1852abc	61ab
Plantehakk x 2 + halm	4743ab	2276a	71a	2211cd	1284abc	51ab
Plantehakk x 3 + halm	5094ab	2838a	76a			
Plantehakk x 2 + flis				2615bcd	1236bc	41ab
Plantehakk x 3 + flis				3364abc	1852abc	61ab
1/2 Gjødsel + Plantehakk x 1		2988a	87a	3824abc	3067a	81a

I feltet på Apelsvoll var det ingen sikker forskjell i andel av løk i gruppen 50-65 mm eller i gruppen >85 mm og data er derfor ikke vist her. Heller ikke i total avling etter bakketørking var det noen sikker forskjell mellom behandlinger (Tabell 4.8). Andel løk i størrelse 65-85 mm var lavest i den behandlingen hvor det var tilført toppdekke tre ganger, og en tendens til det samme også i behandlingen med to ganger toppdekke. Samme behandlinger ga også større andel frasorterte løk, som stort sett besto av løk < 50mm.

Tabell 4.8 Avling i løk. Resultater fra ett års undersøkelser (2022). Frasortert løk har enten råde eller er mindre enn 50 mm. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P > 0,05$).

Behandling	Apelsvoll			Landvik		
	Avling av løk, kg/daa	65-85 mm, kg/daa	Frasorterte, % andel	Avling av løk, kg/daa	65-85 mm, kg/daa	Frasorterte, % andel
Kontroll uten gjødsel	5429	3069ab	7b	2519b	25b	50 a
Kontroll med gjødsel	5692	3677ab	6b	4197a	968a	12 b
Plantehakk x 2	5946	3958a	6,6b	3266ab	262b	35 a
Plantehakk x 3	5742	3523ab	7,8b	3593ab	263b	29 a
Plantehakk x 2 + halm	4567	2333ab	19ab	3251ab	203b	35 a
Plantehakk x 3 + halm	4661	1889b	25,7a			
Plantehakk x 2 + flis				3667ab	305b	31 a
Plantehakk x 3 + flis				3200ab	307b	37 a
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	5569	3477ab	7b	3232ab	465ab	22 ab

I Landvik feltet ga behandlingene med plantehakk god gjødseffekt med like god avling av mellomstore løk (50-65 mm), og færre av de største løkene (65-85 mm) men samtidig større andel små løk (<50mm). Dette kan skyldes vekststans i etableringsfasen grunnet lite næringsreserver i sandjord og at det tar tid å mineralisere plantehakk. Det var ikke noen sikker forskjell i prosentandel frasorterte løk.

Etter sortering ble det tatt ut løk til lagring. 50 løk ved Apelsvoll og 25 løk på Landvik fra hver behandling. Alle løkene ble lagret i samme lager på Apelsvoll. Løken ble primært tatt fra størrelse 65-85 mm, men varierte noe i forhold til om det var nok løk i denne fraksjonen. Løken ble tatt ut etter ca. 7 måneders lagring ved 0°C. Det var ikke noen sikker forskjell i lagringskvalitet mellom de ulike behandlingene. På Landvik var det en tendens til større andel løk med råde i gjødslet kontroll enn i ugjødslet og i plantehakk x 2 + halm/flis (Tabell 4.9).

Tabell 4.9 Kvalitet i løk etter lagring.

	Apelsvoll		Landvik	
	Råde antall, %	Vekttap, %	Råde antall, %	Vekttap, %
Kontroll uten gjødsel	1,3	12	2,7	5
Kontroll med gjødsel	3,3	10	6,7	4,8
Plantehakk x 2	2,7	10,7	1,3	5
Plantehakk x 3	2	10,6	4	4,7
Plantehakk x 2 + halm	2,7	10,6	12,2	6
Plantehakk x 3 + halm	6,7	9,7		
Plantehakk x 2 + flis			8	5,7
Plantehakk x 3 + flis			4	4,9
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	5,3	9,9	4	5,5

4.8.2.Ugras

I alle årene reduserte plantehakk fremveksten av ugras. Vi så at to dekkinger med plantehakk var tilstrekkelig og det ble ikke ytterligere effekt av en tredje dekking. I purrefeltet på Apelsvoll var det lite flerårig ugras i 2020, men i 2021 var det en tendens til mer flerårig ugras, mest løvetann, i gjødslet behandling uten plantehakk og der hvor plantehakk ble lagt på en gang ($p=0,08$) (Tabell 4.10). På feltet ved Landvik så vi samme effekt på hemming av ugraset. I 2020 fant vi ingen sikker forskjell mellom behandlinger, mens det i 2021 var langt mindre ugras i behandlingen med dekke to eller tre ganger (Tabell 4.10, Tabell 4.11 og Tabell 4.12). Det var en tendens på Landvik til at flerårig ugras (her kveke) vokste gjennom plantehakk og at to ganger pålegging uten toppdekke med halm var for lite til å holde tilbake kveken.

Det var funnet effekt på ugraset til de fleste tidspunktene for luking og pålegging av nytt plantehakk. I 2021 var det i feltet på Landvik sikker effekt av dekking på ettårige ugras ved to av tre registreringstidspunkt (26.06 og 22.08). Før første luking den 26.06 var dekningsgraden av ettårige ugras var over ti til femten ganger høyere i behandlingene uten gras dekke med plantehakk. Vi så tilsvarende resultat for linbendel isolert sett (ett av flere ettårige ugras) ved første registrering den 26.06.

Tabell 4.10 Dekningsgrad, %, av ugras, i feltene ved Apelsvoll og Landvik, i de to årene med purre. I 2020 var det ikke toårig ugras i feltet ved Apelsvoll. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P>0,05$).

	Apelsvoll			Landvik		
	2020	2021		2020	2021	
	Ettårig	Ettårig	Flerårig	Ettårig	Ettårig	Flerårig
Kontroll uten gjødsel	16a	53a	2	18	43ab	3
Kontroll med gjødsel	31ab	64a	4	18 a	78a	0
Plantehakk x 2	3b	8b	0	8	4b	6
Plantehakk x 3	4b	6b	1	8	2b	0,2
Plantehakk x 2 + halm	3b	2b	1		0,2b	0,2
Plantehakk x 3 + halm	3b	0b	0			
Plantehakk x 2 + flis				8	1b	3
Plantehakk x 3 + flis				7	0,5b	1
½ Øko 8K gjødsel + 1 x Plantehakk	*	23b	3	*	65a	0,1

*ingen data fra 2020

I løkforsøkene i 2022 fant vi samme tendens. Flere ganger tilførsel med plantehakk reduserte både dekningsgrad og biomasse av ugraset (Tabell 4.11 og Tabell 4.12). Av flerårig ugras var åkerdylle sterkt dominerende på Apelsvoll og kveke på Landvik. Vi ser at for Landvik var det tydelig størst fremvekst av ugras i starten av perioden og at det avtar utover i perioden (Tabell 4.11). Feltene ble luket skånsomt uten å rive opp for mye jord etter hver registrering og det var begrenset hva som da spirte av nytt ugras utover i sesongen.

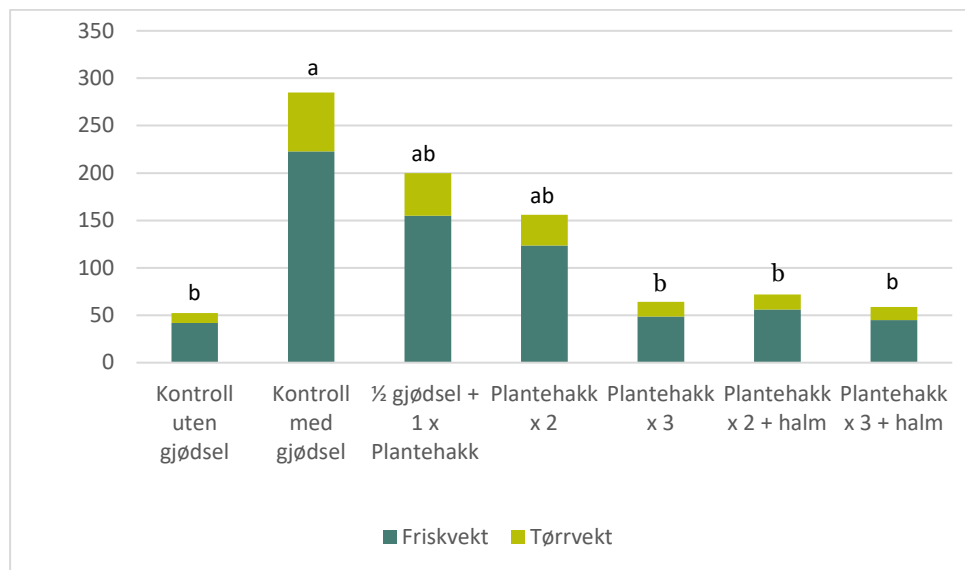
Tabell 4.11 Dekningsgrad, %, av ettårig ugras i løk til de tre ulike tidspunkter for pålegging av nytt plantehakk på Landvik. Før nytt plantehakk ble lagt på ble feltet luket. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P>0,05$).

Behandling	Dekningsgrad, %, av ettårig ugras i løk		
	28.06.2022	01.08.2022	22.08.2022
Kontroll uten gjødsel	46a	11,7ab	2.9ab
Kontroll med gjødsel	64a	10,3ab	1,2ab
Plantehakk x 2	5,0a	6,3b	0,1b
Plantehakk x 3	3,7b	5,3b	0,1b
Plantehakk x 2 + halm	0,67b	4,0b	0,0b
Plantehakk x 2 + flis	5,3b	6,7b	0,5ab
Plantehakk x 3 + flis	5,0b	5,7b	0,1b
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	76,7a	16,3a	0,4ab

Tabell 4.12 Prosent dekningsgrad av ugras ved høsting av løk på Apelsvoll i 2022. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P>0,05$).

Behandling i løk	Ugras dekning %	Åkerdylle %
Kontroll uten gjødsel	22,0ab	0,7
Kontroll med gjødsel	27,8a	3,0
Plantehakk x 2	14,9ab	1,7
Plantehakk x 3	12,7ab	1,0
Plantehakk x 2 + halm	5,9b	1,0
Plantehakk x 3 + halm	4,8b	1,0
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	27,8a	2,7

Samme bilde som dekningsgrad fikk vi også ved målinger av biomasse av ugraset (Figur 4.7). Ugrasbiomassen avtok med mengde tilført plantehakk uavhengig av om det var med eller uten toppdekke. Tre av dekkebehandlingene (2 og 3 ganger dekke) hadde fire ganger reduksjon i ugrasbiomasse sammenlignet med ugjødslet kontroll. Det var lite ugras i ugjødslet kontroll. Dette skyldes antakelig dårlig vekst og at biomassen av ugraset blir lav ved lite næring.



Figur 4.7 Friskvekt og tørrvekt av ugras per 0,5 m² ved tidspunkt for høsting av løk på Apelsvoll. Ulike bokstaver over søylene angir signifikant forskjell mellom behandlinger med Tukeys test ($P > 0,05$).

4.8.3 Tid brukt til luking

Tid til luking av ugras ble også påvirket av behandling. Alle dekkinger med plantehakk hadde lavere tidsforbruk til luking sammenlignet med behandling med organisk gjødsel uten dekke (Tabell 4.13). To dekkinger hadde like god effekt som tre dekkinger. Det er noe forskjell mellom kulturer og til hvilken tid registreringene blir gjort.

I forsøkene med løk på Landvik 2022 fant vi tilsvarende resultat, at dekking to eller tre ganger med gras krevde mindre tid til luking enn de som ikke hadde dekke. Disse resultatene var mest fremtredende ved registreringen den 01.08. (like før andre dekking), men viste samme trend ved den første registreringen, den 26.06. (3 uker etter første dekking, før første luking).

Tabell 4.13 Tid for luking i de ulike behandlingene. Tallene er relative tall hvor kontroll med gjødsel er satt til 100.

	Apelsvoll		Landvik	
	Purre 2021 Før høsting	Løk 2021 Før 2. pålegging	Purre 2021 Snitt to registreringer	Løk 2022 Snitt to registreringer
Kontroll uten gjødsel	87	99	84	88
Kontroll med gjødsel	100	100	100	100
Plantehakk x 2	18	84	26	49
Plantehakk x 3	2	86	23	49
Plantehakk x 2 + halm	8	40	16	23
Plantehakk x 3 + halm	2	41		
Plantehakk x 2 + flis			47	59
Plantehakk x 3 + flis			34	57
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	22	81	85	120

4.8.4 Ettervirkning

I årene 2021 og 2022 ble det sådd korn etter høsting av henholdsvis purre og løk. Etter høsting av kornet ble det registrert avling og analysert for proteininnhold, vann innhold, tusenkornvekt og N-innhold i kornet ble beregnet (Tabell 4.14). I begge årene ser vi i feltene på Apelsvoll en tendens til økt avling og økt N innhold i kornet dyrket etter bruk av jorddekke med plantehakk. I bygg kan det se ut som at både avling og N opptak reduseres om plantehakk var dekt med halm. I hvete ser vi ikke denne tendensen.

Tabell 4.14 Ettervirkning målt i korn i årene 2021 og 2022 etter henholdsvis purre og løk. Ettervirkning er målt som opptatt nitrogen og avling. Data fra feltene på Apelsvoll. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P > 0,05$).

Apelsvoll	2022		2023	
	kg/daa			
Behandling	Avling, hvete	N i korn	Avling, bygg	N i korn
Kontroll uten gjødsel	300b	4,1b	296c	4,4c
Kontroll med gjødsel	306ab	4,2b	325bc	4,6bc
Plantehakk x 2	365ab	5,4ab	398a	6,1a
Plantehakk x 3	478a	7a	390a	6a
Plantehakk x 2 + halm	406ab	6,1ab	327bc	4,8bc
Plantehakk x 3 + halm	433ab	6,6ab	334bc	5,3abc
½ gjødsel + 1 x				
Plantehakk	444ab	6,4ab	361ab	5,5ab

I motsetning til feltet på Apelsvoll fikk, vi ikke på Landvik noen effekt av behandling på avling i bygg som etterkultur. Avlingen på Landvik var høyere i 2022 sammenlignet med 2023. Dette kan forklares ut fra en høyere utvaskingsgrad i form av nesten dobbelt så høy nedbørsmengde (1280 mm v.s 684 mm) i perioden fra høsting av hovedkultur til såing av etterkultur for henholdsvis 2022 og 2023.

Feltet, som kun var basert på næring fra forkulturen, bar tydelig preg av ekstrem næringsmangel og avlingstallene viste mye lavere avling av bygg sammenlignet med Apelsvoll (2023 der begge feltene hadde bygg som etterkultur). Dette kan forklares med at jordtypen mellomstrand på Landvik er mer utsatt for utvasking enn moreneletteire på Apelsvoll.

Eneste sikre effekt av behandling på Landvik feltet var høyere avling og høyere opptak av N i behandling 'Plantehakk + Flis x 2' sammenlignet med ugjødslet (Tabell 4.15). Dette kan skyldes at en tilføring av karbonrikt materiale vil kunne binde og holde på nitrogenet og hindrer utvasking, slik vi fant i tidligere forsøk på tilsvarende jord ved bruk av karbonrikt algemel (Øvsthus et al, 2017). Avhengig av hvor godt nitrogenet bindes til karbonrikt materialet vil vi kunne få en bakteriell frigjøring på tidspunkt for kommende kulturer. Det at vi ikke oppnådde større avling ved å tilføre enda mer flis som i behandlingen 'plantehakk + Flis x 3' kan forklares med at enda større mengder av karbonrikt materiale kan binde nitrogenet over lengre tid enn en sesong slik at det ikke blir tilgjengelig for etterkulturen. Disse resultatene oppnådde vi kun i ett av to år og kun for en av behandlingene med flis og forsøket må gjentas før vi kan si sikkert om det er slik virkning av tilført flis. Vi fant ikke effekter av behandling på proteininnhold, vanninnhold eller hektolitervekt av kornet (analysert for 2023).

Tabell 4.15 Ettervirkning i bygg i forsøksfelt på Landvik. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P > 0,05$).

Landvik	2022		2023	
	kg/daa			
Behandling	Avling kg/daa	N i korn kg/daa	Avling kg/daa	N i korn kg/daa
Kontroll uten gjødsel	130a	-	50b	0,90b
Kontroll med gjødsel	154a	-	72ab	1,12ab
Plantehakk x 2	225a	-	76ab	1,33ab
Plantehakk x 3	236a	-	81ab	1,46ab
Plantehakk x 2 + halm	153a	-	72ab	1,26ab
Plantehakk + flis x 2	201a	-	91a	1,54a
Plantehakk + flis x 3	169a	-	67ab	1,13ab
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	178a	-	63ab	1,09ab

4.8.5 Jord – og Planteprøver.

Plantehakket som ble lagt ut ble analysert for NPK slik at vi fikk et tall for hvor mye næring det var tilført. Det var klart høyere tilførsel av nitrogen ved bruk av plantehakket enn i det gjødslede kontrollleddet. Det samme gjaldt for tilførsel av kalium, mens det var samme eller litt lavere tilførsel av fosfor (Tabell 4.16).

Tabell 4.16 Tilført N, P og K (kg/daa), i de ulike behandlingene for Apelsvoll og for Landvik (tall i parentes).

Gjødselmengder er tilpasset henholdsvis moreneleittleire (Apelsvoll) og mellomsand (Landvik). Behandling som ikke er med i forsøket på ett av stedene er angitt med *.

Behandling	N kg/daa		P kg/daa		K kg/daa	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Kontroll uten gjødsel	0	0	0	0	0	0
Kontroll med gjødsel	16 (20)	15 (15)	6 (7,5)	5,6 (5,6)	10 (12,5)	9,4 (9,4)
Plantehakk x 2	46 (24)	30 (19)	5,5 (5,6)	3,2 (3)	43 (34)	25 (24)
Plantehakk x 3	67 (45)	41 (29)	7,5 (8,2)	4,5 (5)	58 (50)	36,7 (35)
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	24 (*)	24 (19)	4,6 (*)	4,2 (8,8)	22 (*)	22,1 (16,3)

På Apelsvoll ble det etter høsting målt N_{min} i jorden i 0-20 cm dyp (Tabell 4.17). I 2020 var det ingen sikker forskjell mellom behandlingene mens det i 2021 var høyere N_{min} innhold i behandlingen med tre ganger plantehakk enn i behandling med vanlig gjødsling. I 2022 var det stort sett høyere innhold av N_{min} i alle behandlinger med plantehakk m/u halm. Sammenholdt med data for ettervirkning i tabellen over ser vi at en del av nitrogenet har kommet den etterfølgende kulturen til gode og blitt tatt opp i kornet.

Tabell 4.17 Nmin etter høsting av purre (2020 og 2021) og Løk (2022) malt i 0-20 cm dyp. Data fra Apelsvoll. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P>0,05$).

	Nmin, kg/daa		
	2020	2021	2022
Kontroll uten gjødsel	3,0	0,7b	0,9e
Kontroll med gjødsel	2,7	0,9b	1,2de
Plantehakk x 2	4,1	1,3b	4,7bc
Plantehakk x 3	4,3	2ab	6,8ab
Plantehakk x 2 + halm	3,0	1,5b	3,3cd
Plantehakk x 3 + halm	3,4	3,80a	7,1a
½ gjødsel + 1 x Plantehakk		1,4b	2,1de

4.8.6 Gjenvinning av NPK

Vi fant ikke noen sikker forskjell i andel gjenvunnet N i purre, men en tendens til høyere andel ved dekke med halm og i behandlingen med halv gjødsel pluss plantehakk (Tabell 4.18). I løk var det motsatt. Her var det lavere andel gjenvunnet N i behandlingene med halm og halv gjødsel pluss plantehakk, samt høyere andel gjenvunnet i kontroll med gjødsel. Det er sannsynlig at forskjellen mellom purre og løk kan tilskrives den lengere vekstsesong i purre samtidig med at løken tar opp mer næring tidlig på grunn av større planter, her setteløk klasse tre.

P og K fulgte samme mønster som N for purre. I løk var det størst andel gjenvunnet P i behandlingene med 2 x plantehakk, mens det i de øvrige behandlingene var fraført mer P enn tilført og stort sett samme mønster for K i løk.

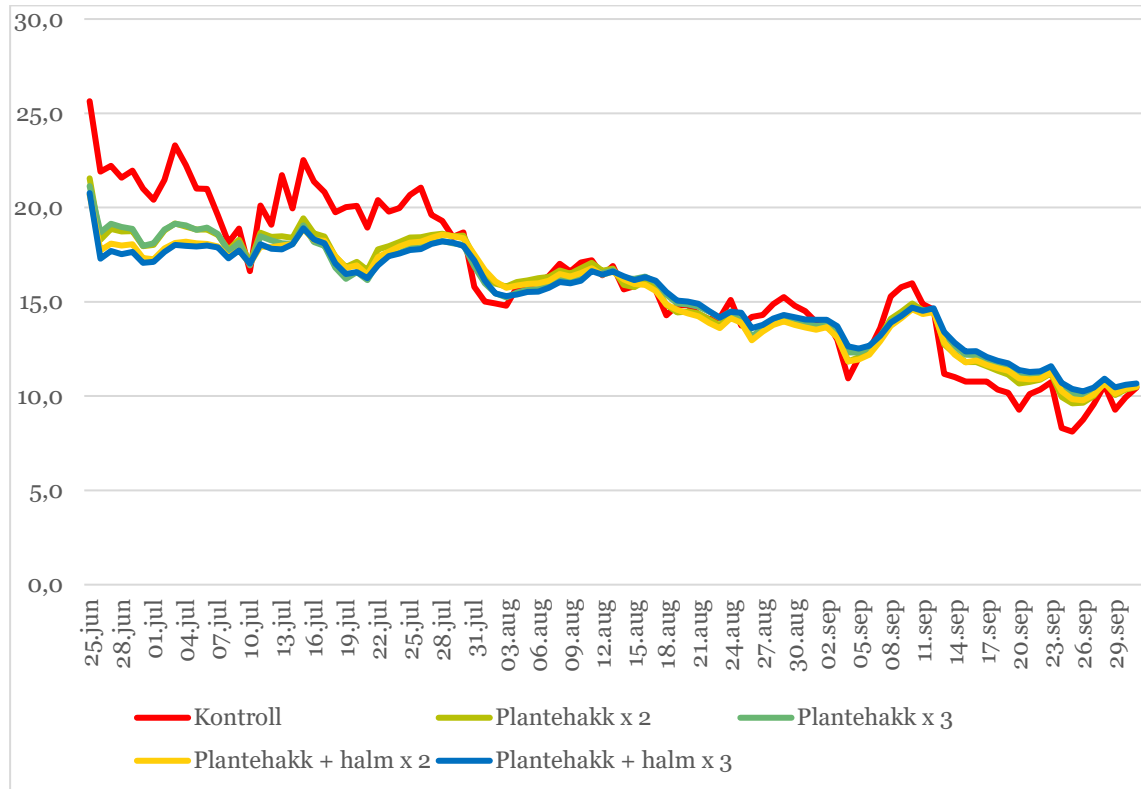
Tabell 4.18 N, P og K gjenvunnet i forhold til tilført mengde i feltet på Apelsvoll. Tall etterfulgt av ulike bokstaver er signifikant forskjellige med Tukeys test ($P>0,05$).

Behandling	N %		P %		K %	
	2021 purre	2022 Løk	2021 purre	2022 løk	2021 purre	2022 Løk
Kontroll med gjødsel	9,6	16,4a	0,8	-1,2ab	7,1	-5,5
Plantehakk x 2	12,8	12,0ab	6,4	3,0a	13,3	4,7
Plantehakk x 3	11,6	8,3ab	6,6	-0,8ab	10,1	1,3
Plantehakk x 2 + halm	15,7	5,7ab	10,2	-9,0b	14,3	-4,3
Plantehakk x 3 + halm	14,4	4,6b	8,3	-6,6ab	10,9	-1,6
½ gjødsel + 1 x Plantehakk	18,9	6,3b	7,4	-3,5ab	22,7	-3,0

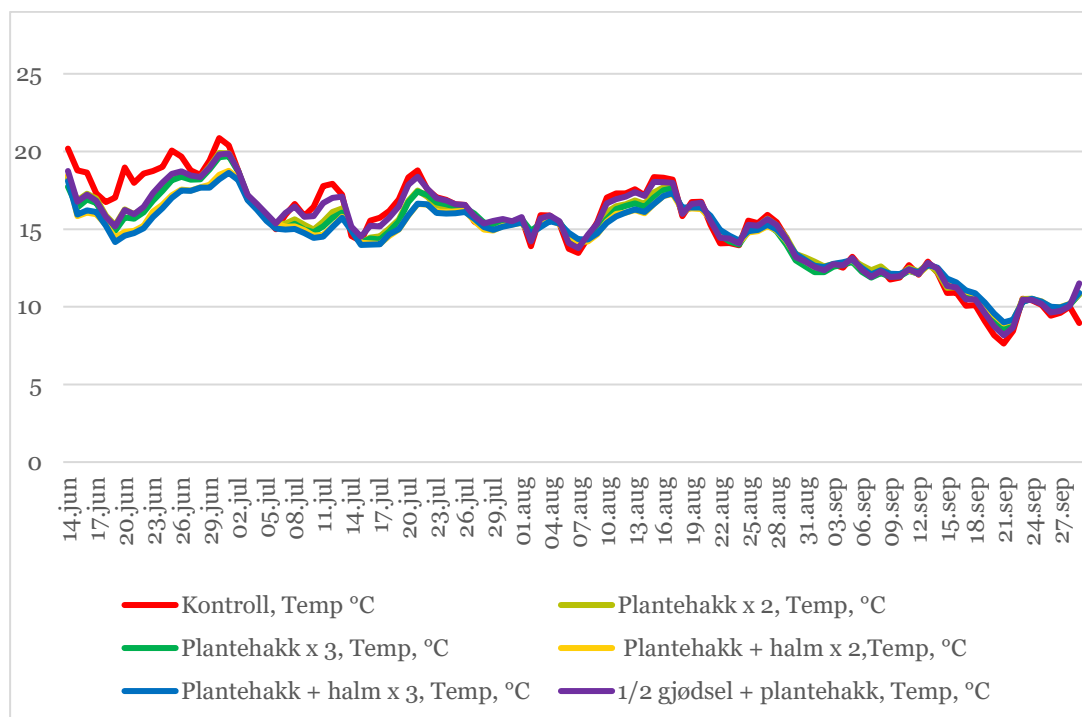
Gjenvunnet N, P og K er beregnet ved $(X_1 - X_0) / X_{\text{tilført}} \times 100$. X_1 = innhold i kulturplante inkl. rot; X_0 = innhold i ugjødslet kontroll; $X_{\text{tilført}}$ = mengde tilført i den gitte behandlingen.

4.8.7 Temperatur og fuktighet i bakken

I feltene på Apelsvoll lå temperaturen i de første to til fire ukene noe høyere i behandling uten plantehakk (kontroll) i både purre (Figur 4.8). og løk (Figur 4.9)). Utover i sesongen utjevnet temperatur forskjellen seg og mot slutten av sesongen lå temperaturen i feltene uten plantehakk lavere enn i behandlingene med plantehakk. Variasjonene over tid var større uten plantehakk enn med plantehakk.

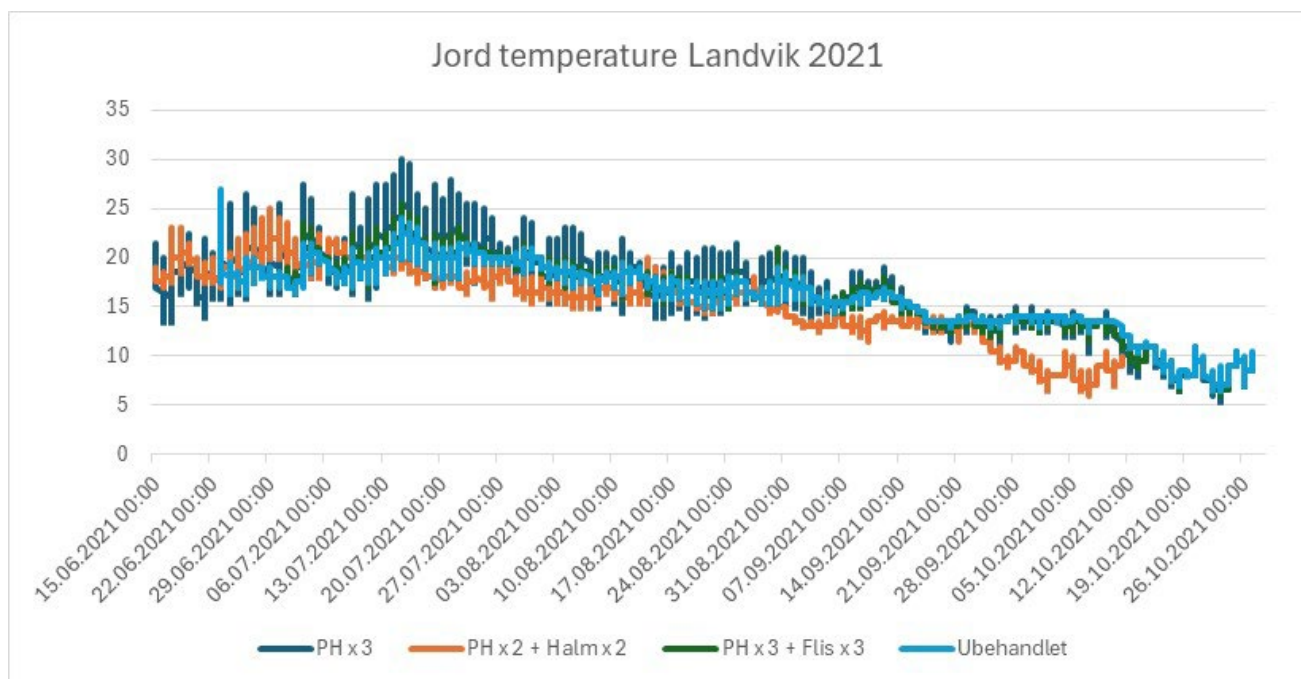


Figur 4.8 Jordtemperatur i purre i de ulike behandlingene med plantehakk. Data fra forsøket på Apelsvoll i 2021.



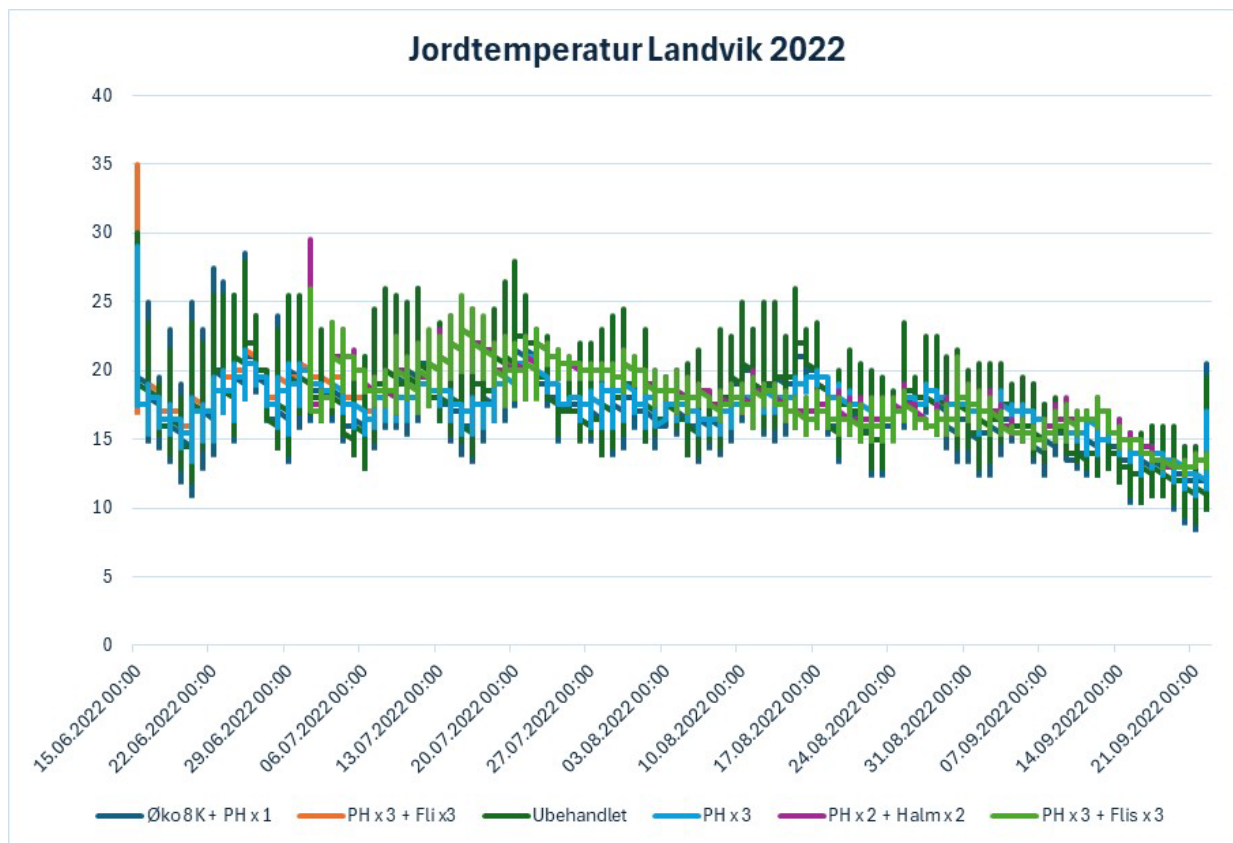
Figur 4.9 Jordtemperatur i løk i de ulike behandlingene med plantehakk. Data fra forsøket på Apelsvoll i 2022.

Jordtemperatur målt på Landvik viste en generell tendens til høyere jordtemperatur på dekket jord sammenlignet med udekket utover i sesongen (Figur 4.10). Mot slutten av sesongen økte forskjellen i jordtemperatur mellom dekket i forhold til ubehandlet. Dette kan muligens delvis forklares med mindre sollys (kortere dager, lavere innstrålingsvinkel) og at effekten av direkte oppvarming av svart jord via sollys er mindre. Til tross for at de ser ut til å være visse trender på Figur 4.10 og Figur 4.11, så viste gjennomsnittstemperaturene for hele perioden ganske små forskjeller i temp mellom PH x 3 på 16,5 °C og de andre behandlingene som lå jevnt på 15,9°C i gjennomsnittstemperatur målt hver halvtime på døgnbasis i perioden. I starten av sesongen kan solinnstråling - med størst effekt på svart jord - bety mye for oppvarming, samtidig som jorddekke holder bedre på temperaturen om høsten og nattestid når jorden først er blitt oppvarmet



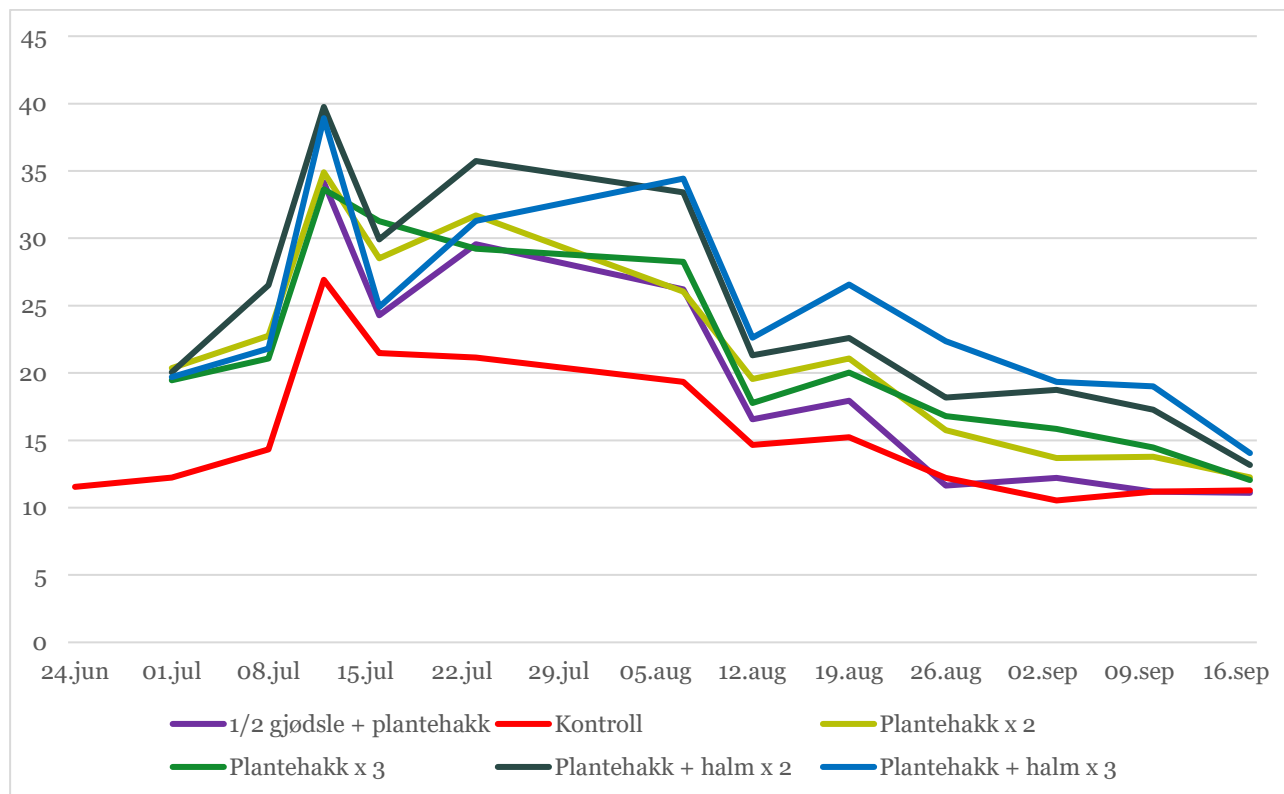
Figur 4.10 Jordtemperatur målt på Landvik i 2021 i purrefelt med ulike grad av jorddekking.

Temperaturmåling for 2022 sesongen viste lignende resultat for Landvik med ganske sammenfallende temperaturkurver (Figur 4.11). Gjennomsnittstemperaturene for sesongen var også lite påvirket av jorddekke med 18°C for ubehandlet og 17 til 18°C for behandlinger med en til tre dekkinger.

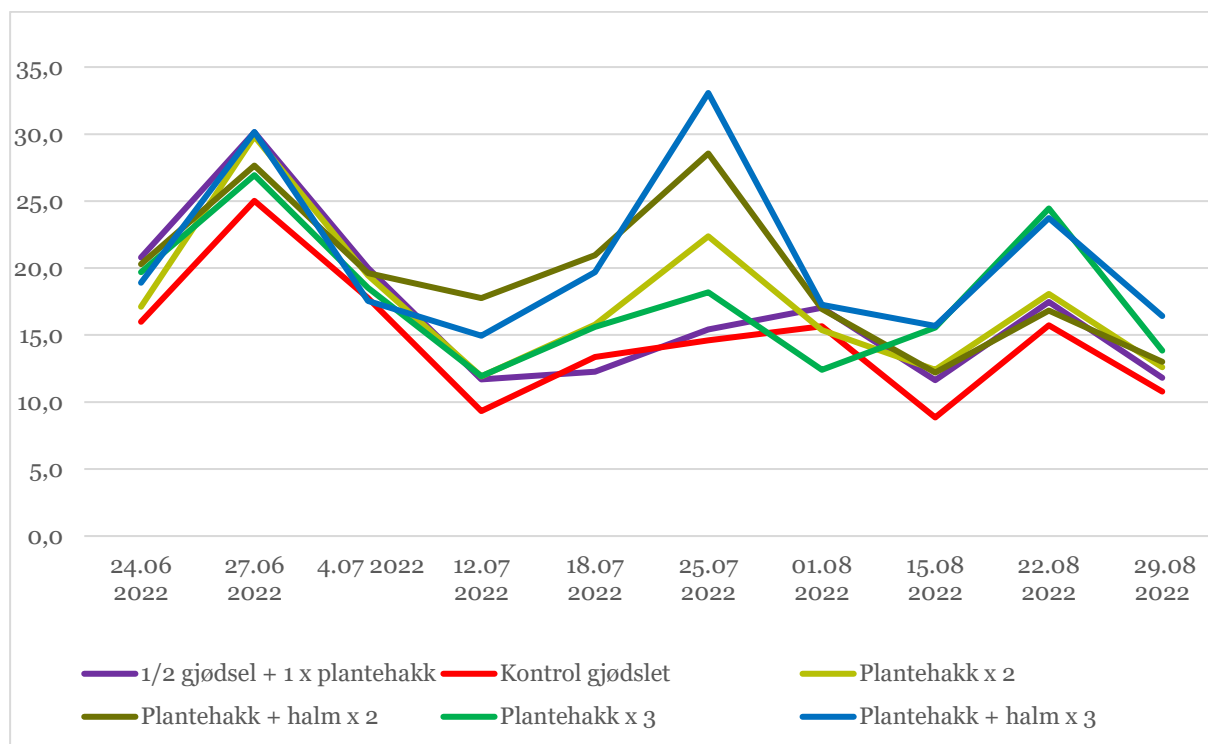


Figur 4.11 Jordtemperatur målt på Landvik i løkfelt i 2022 med ulik grad av jorddekking.

Målingen for jordfuktighet på Apelsvoll viste en tendens til at fuktighet uten plantehakk lå konsekvent mye lavere enn i de øvrige behandlingene (Figur 4.12 og Figur 4.13). Fuktigheten økte med antall påføringer av plantehakk. I forsøkene på Landvik fant vi derimot ingen effekt av behandling på jordfuktighet (data ikke vist). Dette kan skyldes at feltene på sandjord ble hyppig vannet og at man dermed ikke oppnådde ulikheter i jordfuktighet for ulike grad av jorddekking. Selv om det er fuktig under dekket så renner det raskere igjennom på en drenerende mellomssand sammenlignet med moreneleire.



Figur 4.12 Jordfuktighet i purre i de ulike behandlingene med plantehakk. Data fra forsøket på Apelsvoll i 2021.



Figur 4.13 Jordfuktighet i løk i de ulike behandlingene med plantehakk. Data fra forsøket på Apelsvoll i 2022.

4.9. Oppsummering Apelsvoll og Landvik

Forsøkene fra Landvik og Apelsvoll viser positive effekter ved bruk av plantehakk på ugrasregulering, tidsbruk til luking og på avlingsutbytte. Lagringskvaliteten i løk var ikke forskjellig mellom de ulike behandlingene og på ingen av de to lokalitetene kunne vi registrere høyere andel av råte hverken ved høsting eller etter lagring. Ved tilførsel av plantehakket økte vi tilførsel av nitrogen og kalium en del. Noe av den tilførte nitrogenet kom etterkulturen, her korn, til nytte og i feltet på Apelsvoll var det en klar tendens til høyere avling etter plantehakk enn etter vanlig gjødsling.

5 Tingvoll

5.1. Forsøksfelt, behandlinger og vekster



Figur 5.1 Til venstre: Forsøksruter etter påføring av silo, 25.5.2021. I bakgrunnen til høyre sees målestasjonen for klima. Til høyre: Hanne Iren Dahlen og Peggy Haugnes planter purre i tre rader per forsøksrute, 27.5.2021. Foto A.-K. Løes.

Et forsøksfelt med 15 forsøksruter, 1,5 m x 5 m ble anlagt på en nypløyd 4. års eng på skiftet “Vestbotn” på Tingvoll gard, rett sør for målestasjonen for klimadata (Figur 5.1). Forsøket var et blokkforsøk med tre gjentak, med tilfeldig fordeling av behandlinger innen blokk. Jorda på Vestbotn er moldholdig siltig mellomandsand, med pH 5,7 og P-AL verdi 14 mg per 10 g lufttørr jord, målt på to nærliggende faste prøvepunkt (12, 18) i 2021. Etter pløying 8.05 og slodding 12.05 ble det kjørt opp rader med lett traktor 14.5.2021. Radene ble rakt sammen til bed med 1,4 m bredde. De samme rutene ble brukt til samme behandling i 2021 og 2022, med purre som forsøksvekst i 2021 og løk i 2022. Mellom hvert gjentak av forsøket (blokk) var det et 2 m bredt grensebelte hvor det ble sådd raigras 27.5.2021. Grensebeltene ble regelmessig slått med plenklipper. Furene mellom bedene ble dels slått med en smal gressklipper og dels dekket med silo for å redusere veksten av ugras. Siloen som ble brukt til dette kom i tillegg til den som ble brukt på selve forsøksrutene. Bredden av hvert bed (forsøksrute) ble målt opp, og mengde silo justert etter faktisk areal.

Forsøket sammenliknet fem behandlinger totalt, der en fikk kun silo, mens de tre andre behandlinger med jorddekke fikk samme mengde silo og et karbonrikt toppdekke med lite nitrogen: halm, treflis eller trefiber. Som en positiv kontroll hadde vi tre forsøksruter som ikke fikk noe jorddekke, men ble gjødslet med Grønn Øko 8-3-5 (tørket fjørfegjødsel med kjøttbeinmel) tilsvarende 16 kg N per dekar til purre og 15 kg til løk. Gjødsla ble harvet ned med jernrive, og ble tilført 21.05.2021 og 12.05.2022.

Det ble plantet tre rader med purre på hvert bed 27.-28.05.2021, med 10 cm planteavstand og 30-35 cm radavstand. I 2022 ble det plantet tre rader med løk 18.05.2022, med 6 cm planteavstand og 40 cm radavstand. For å unngå at fugler skulle skade stikkloken, og for at fremme spiring, ble det lagt på fiberduk over forsøksrutene 20.05.2022. Fiberduken ble fjernet 01.06.2022.

I 2021 ble første porsjon med silo lagt ut før planting av purre, men i 2022 ble første porsjon lagt ut etter stikking av løk. Det ble brukt en ny ball for hver runde med pålegging av silo. Til hele forsøksfeltet (112,5 m²) ble det brukt ca. 1/2 rundball ved hver pålegging, dvs. ca. 2 kg per m², se neste avsnitt. I 2021 ble det brukt rundballer fra konvensjonell dyrking, som var blitt for gamle til å brukes til fôr. Rundballene ble levert av Lars Vassli. I 2022 ble det brukt rundballer fra konvensjonell dyrking som fortsatt hadde fôr kvalitet, levert av Tore Reiten.

Høsteruter ble lagt midt i hver forsøksrute, og var 2,5 m lange for purre og 3 m lange for løk.

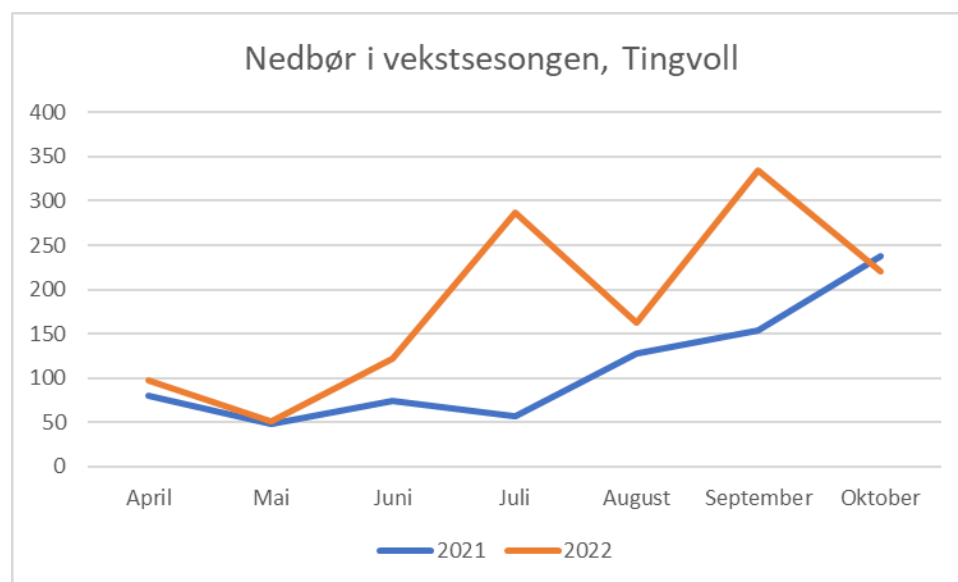
Purre har lang veksttid og ble høstet for hånd 18.-19.10.2021. Plantene ble lagt i kasser og tatt med inn, før rotkaka ble skåret av. For 18 planter, som ble tatt ut i enden av hver høsterute, tre planter per rad, ble det gjort individuelle målinger av lengde fra rotkake til tuppen av lengste blad (utstrekt), skaftbredde og skaftlengde, samt ferskvekt og tørrstoffinnhold.

For hele høsteruta ble det notert antall planter, og hvor mange av disse som hadde skaftbredde > 2 cm. Kepaløk har vesentlig kortere veksttid enn purre, og ble høstet ved rykking når et flertall av bladene hadde knekt, 08.09.2022. Antall planter per høsterute varierte da mellom 82 og 95. Det var i gjennomsnitt 1,8 løk som hadde gått i stokk på hver høsterute. Disse ble inkludert i måling av avling, men gikk ikke videre til størrelsessortering. Etter rykking lå løken på bakken til 12.09, deretter til tork i kasser i en luftig bygning (gammel sag) til 19.09 og deretter i kasser på laboratoriet til størrelsessortering 12.10.2021. Løken ble da sortert i kategoriene < 50, 50-65, 65-85 eller > 85 mm.

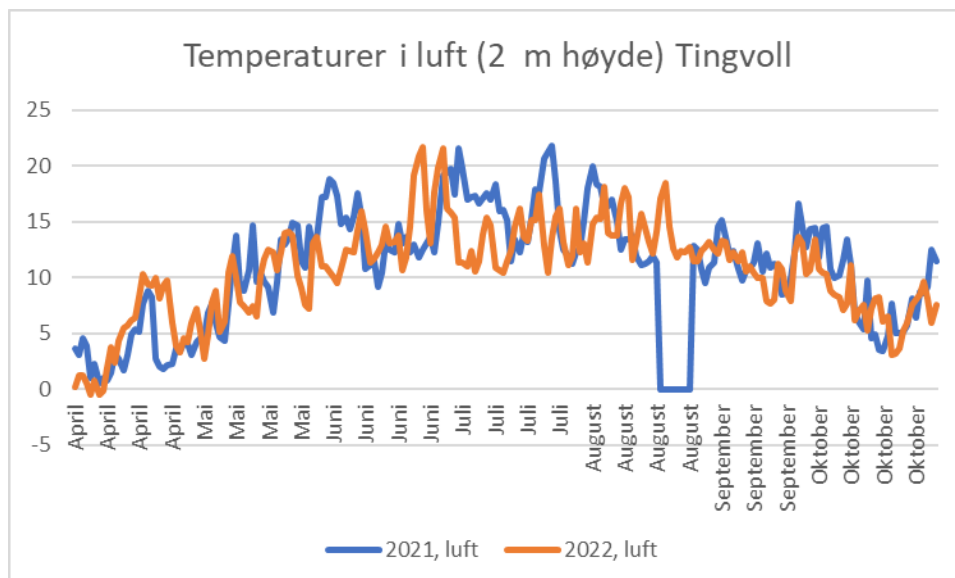
Før forsøksrutene ble tatt i bruk igjen våren 2022 ble det fjernet gammelt jorddekke og løvetann, og harvet med traktor og horisontalfres. Dette foregikk 11.05.2022. Deretter ble rutene målt opp og det ble kalket med 3,75 kg finmalt marmor på hver forsøksrute, siden pH var noe lav for grønnsaker (ca. 5,5). Kalken ble harvet ned med jernrive.

5.2. Klimaforhold

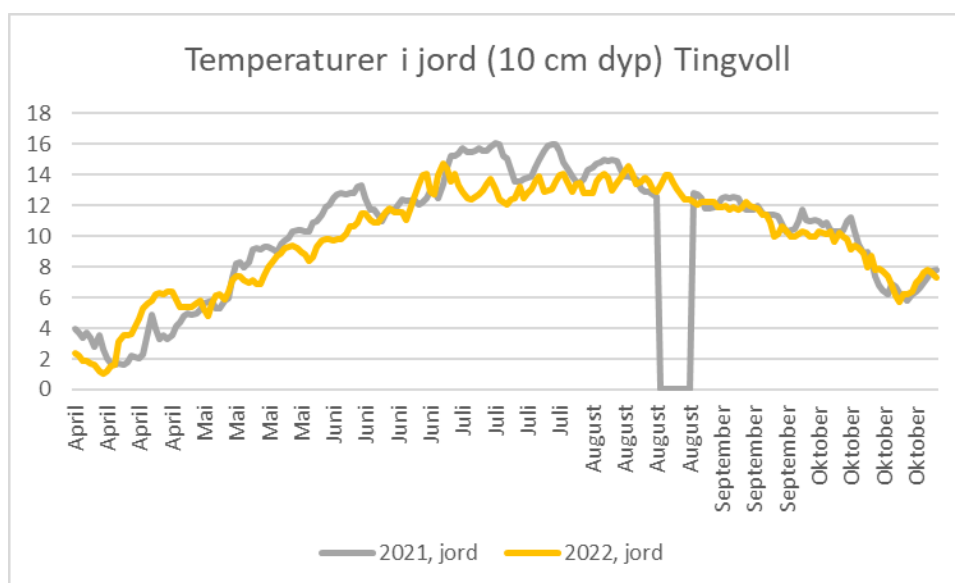
Vekstsesongen på Tingvoll i 2021 var preget av tørke i juni og juli (Figur 5.2), mens vekstsesongen i 2022 var kjølig og fuktig (Figur 5.2, Figur 5.3 og Figur 5.4). Det ble vannet med håndkanne etter planting 27.-28.05.21 med 5 x 10 liter vann per forsøksrute, 02.06.21 med 3 x 10 liter per rute, og 10.08.2021 med 4 x 10 liter per rute. Kontrollrutene uten dekke fikk dessuten 3 x 10 liter vann per rute 30.5.2021.



Figur 5.2 Nedbør (mm) gjennom vekstsesongen på Tingvoll, 2021 og 2022, månedsmidler for perioden april-oktober, 2021 og 2022.



Figur 5.3 Middeltemperatur per døgn (°C) målt i luft i 2 m høyde gjennom vekstsesongen 2021 og 2022, Tingvoll. Temperaturmålingen var ute av drift 24.-30.8.2022.



Figur 5.4 Middeltemperatur per døgn (°C) målt i jord i 10 cm dyp gjennom vekstsesongen 2021 og 2022, Tingvoll. Temperaturmålingen var ute av drift 24.-30.8.2022.

5.3. Jorddekke og toppdekke

For å forberede feltsesongen ble det gjort et forsøk i april med å tørke ensilert gras hentet fra plansilo, i tørkeposer som vanligvis brukes til plantep prøver, i tørkeskap med betingelser som vanligvis brukes til plantep prøver (55 °C, kraftig ventilasjon). Tanken var at vi da kunne ha ferdige porsjoner med tørket silo klar til bruk på hver forsøksrute. Det var imidlertid svært krevende å få tørket alle de små, kompakte klumpene med silo, så dette måtte skrinlegges. I stedet gikk vi over til silo fra rundballer, som ble løsnet opp med høygaffel.

I 2021 ble silo lagt på 21.05 og 23.08 (Bilde T1). I 2022 var det pålegging 30.05 og 18.-20.7. Det tørre været i 2021 sammenliknet med 2022 gjorde at jorddekket holdt seg mye lenger før det var nødvendig å påføre mer silo.

Siden silo ikke er helt sammenliknbart med ferskt plantehakk, ble mengden per m² i praksis bestemt ved å legge på så mye silo som det ble vurdert at måtte til for å hindre framvekst av frøgras. Dette utgjorde ca. 2 kg ferskvekt per m². Til sammenlikning ble det brukt mellom 2,5 og 3,7 kg ferskvekt per m² på Apelsvoll og Landvik. Tørrstoffinnholdet i den første rundballen ble ved en feil ikke målt, men ved 2. pålegging var det 34 % tørrstoff (TS). Forutsatt at TS innholdet var det samme ved 1. gangs pålegging, utgjorde dette tørrstoffmengden brukt på Tingvoll 0,68 kg TS per m². Siloen ble løsnet fra rundballen med silogreip og høygaffel, trillet ut på rutene med trillebår, og lagt på for hånd.

I 2022 var det 35% TS i den første rundballen, og det ble brukt 2 kg fersk silo per m² (16 kg per rute). Ved andre pålegging ble det brukt 20 kg per rute pga "våtere" rundball, men TS verdien ble målt til 45%.

Som toppdekke ble det brukt trefiber i form av ekstrudert poppel fra forskningsinstituttet ATB (Leibnitz Institut für Agrartechnik und Bioökonomie) i Potsdam, Tyskland (92% TS), treflis av lokal furu som var fliset opp til bruk i forbrenningsanlegg (leverandør Kristin Sørheim), men hvor de groveste flisene var siktet bort (89% TS), og hakket bygghalm (90% TS). Halmen kom fra forpakteren på Tingvoll gard, og var innkjøpt fra konvensjonell dyrking i Surnadal. Hakkingen foregikk med utstyret som brukes til å hakke opp planteprov for kjemisk analyse. Det tok ca. 4 timer å hakke opp 10 kg tørr halm.

Toppdekket ble i 2021 tilført i tre omganger. Den første påføringen, der det ble gitt 1 kg trefiber, 1,5 kg halm eller 1,5 kg furuflis per m², foregikk 04.06.2021, men ble vurdert å ikke dekke siloen godt nok. En like stor mengde ble tilført 24.06.2021 for å kompensere for dette. Den andre påføringen av toppdekke, med 2 kg trefiber, 3 kg halm eller 3 kg furuflis per m², skjedde samme dag som andre påføring av silo, 23.08.2021. Påføring av både jord- og toppdekke gikk vesentlig lettere når plantene var større.

I 2022 ble toppdekket tilført samme dato(er) som det ble lagt på silo, og det ble tilført 2 kg trefiber, 3 kg halm eller 3 kg furuflis per forsøksrute ved hver påføring.

5.4. Ugrasregistreringer

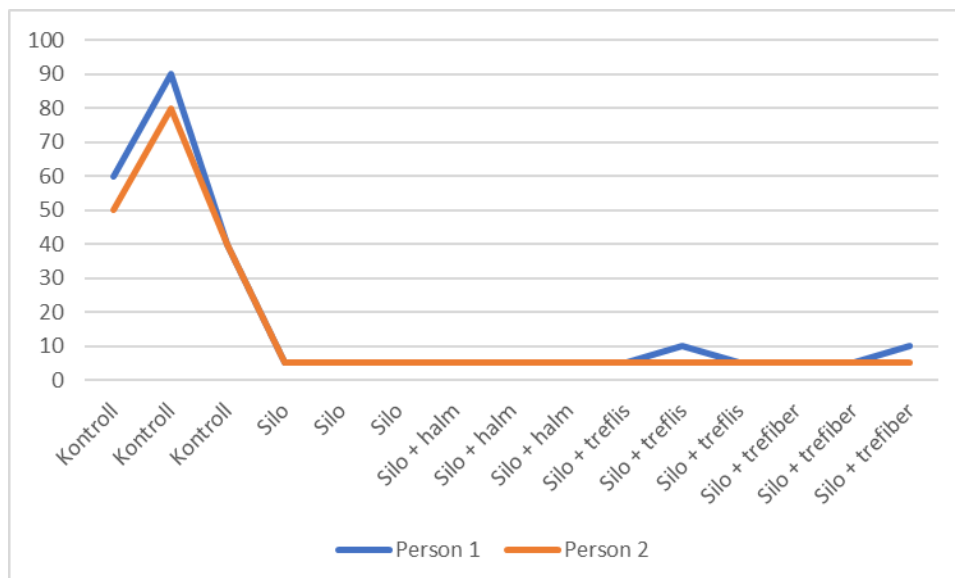
Det ble lukt for hånd i og mellom forsøksrutene på følgende datoer:

24.06, 21.07 og 17.08.2021

11.-12.07 og 30.08.2022

Ved hver dato ble det avmerket hvilket areal som var forsøksrute eller omkringliggende areal, og tida som gikk med til å luke hver forsøksrute ble notert med bruk av stoppeklokke. Det ble også notert hvilke arter med ugras som var de mest dominerende.

Ved første og andre luking i 2021, og ved begge lukinger i 2022 ble det gjort en visuell bedømming av dekningsgrad med ugras i hver forsøksrute, på en skala fra 0 til 100. I 2021 vurderte man først den totale dekningsgraden, som deretter ble fordelt på ugrasarter innenfor forsøksruta. Som et eksempel: En kontroll-rute med 50% dekningsgrad av ugras hadde 15% dekningsgrad av linbendel, 15% av meldestokk, 10% av balderbrå, 5% av løvetann og 5% av overlevende gras. 24.06 var det to ulike personer som gjennomførte denne bedømmelsen, mens 21.07 var det kun en person som bedømte. Det var godt samsvar mellom bedømmelsen for to ulike personer (Figur 5.1 og Figur 5.5). For å vise sammensetningen av ugrasartene 24.06.21 ble det brukt gjennomsnittverdier. I 2022 var det betydelig mindre ugras enn i 2021, og det ble ikke gjort noen vurdering av total dekningsgrad, kun av fordelingen mellom arter på de to lukedagene.



Figur 5.5 Total dekningsgrad av ugras (%) på forsøksruter med purre, notert 24.6.2021 av to ulike personer.

5.5. Jord- og planteprøver

Det ble tatt ut jordprøver for å måle mineralsk N i jorda vår og høst. Datoene var 19.5 og 11.10 i 2021, og 11.05 og 12.09 i 2022. Vårprøvene ble også sendt til Eurofins for måling av pH, glødetap og AL-løselig P, K, Mg, Ca og Na. Mineralsk N (nitrat og ammonium) ble analysert på NIBIO avd. Apelsvoll. Det ble tatt ut en jordprøve per forsøksrute som ble satt sammen av 5 stikk med jordprøvebor, med prøvedyp 0-20 cm.

Det ble tatt ut prøver av purre og løk som ble sendt til Nemko Norlab for måling av innholdet av tot-N. Tørrestoffinnholdet i løk ble målt på Tingvoll 8.9.22.

5.6. Ettervirkning i 2023 – ingen resultat

I mai 2023 ble det fjernet rester av jorddekke, luket vekk løvetann og gjort en bearbeiding av forsøksrutene med jernrive, før det ble sådd havre. Planen var å høste havren så tidlig at det kunne etableres et gjenlegg til eng. Den første havren som ble sådd spirte ujevnt, og det som kom opp ble sannsynligvis spist av fugler. Det ble sådd ny havre og dekket med agrylduk, men spiringa var svært ujevn og det kom opp mengder med frøugras, spesielt meldestokk. Det ble derfor besluttet å harve opp feltet 17.7.2023 uten at det var mulig å måle noen ettervirkning.

5.7. Resultater

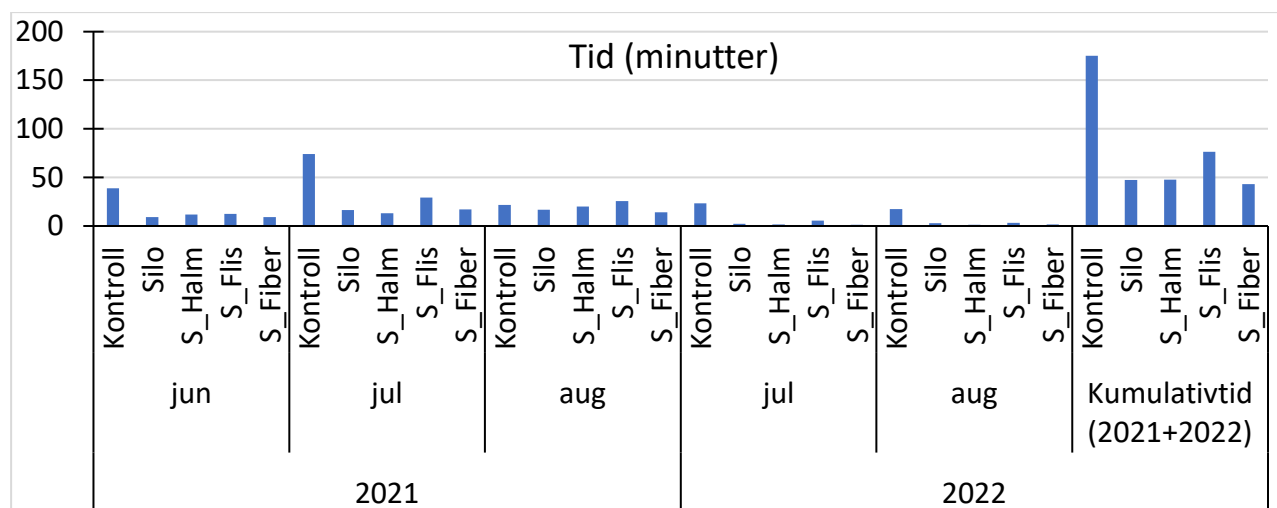
5.7.1 Ugras

Det var betydelig mer ugras i kontrollrutene enn i forsøksruter med jorddekke i begge forsøksår. Total dekningsgrad ble anslått til 60 % i kontrollrutene 21.06.21, og 73 % ved lukinga 21.07.21. For behandlingene med silo varierte dekningsgraden mellom 5 og 10 % (Tabell 5.1).

Tabell 5.1 Total dekningsgrad av ugras (% mellom 0 og 100) i forsøksruter med purre med og uten dekke av silo, visuelt bedømt på to datoer i vekstsesongen 2021.

Behandling	24.06 2021	12. 07 2021
Kontroll	60	73
Silo	5	7
Silo + hakket halm	5	5
Silo + treflis	6	10
Silo + trefiber	6	7

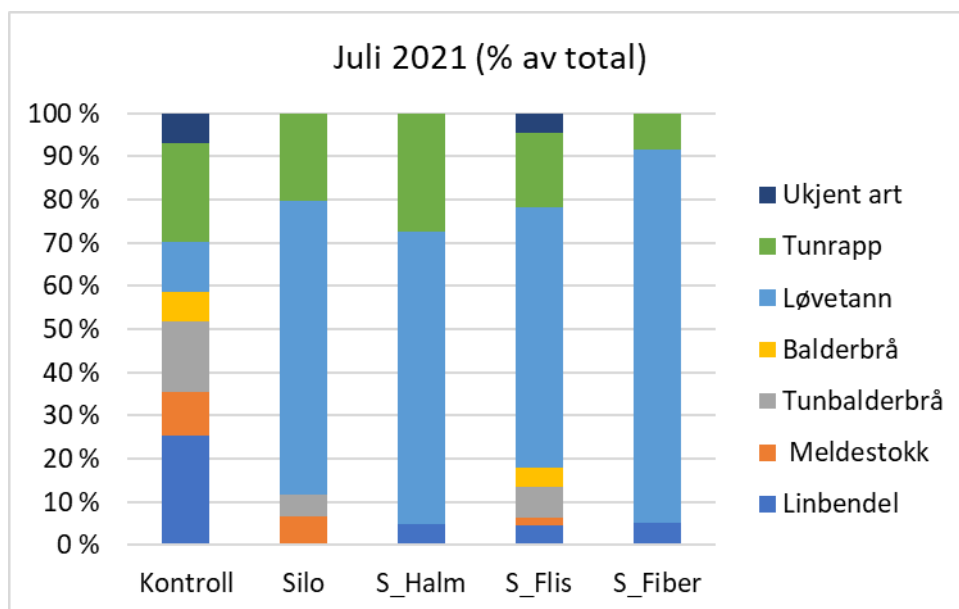
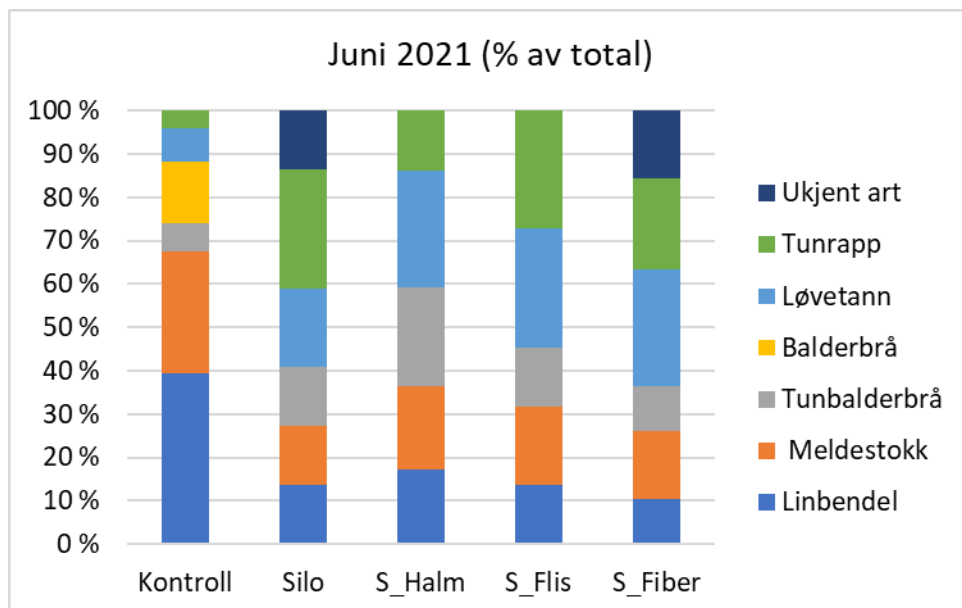
Ugrasmengden totalt i feltet var mye mindre i 2022 (Figur 5.5). Dette var dels en effekt av at rutene ble godt luket året før, men det var fortsatt en betydelig effekt av å bruke jorddekke. I kontrollrutene ble luketiden redusert fra ca. 4 minutter i gjennomsnitt per m² uten jorddekke, til under ett minutt per m² i ruter med jorddekke på lukedato 30.08.2022 (Figur 5.6; gjennomsnittlig rutestørrelse er ca. 5 m²).



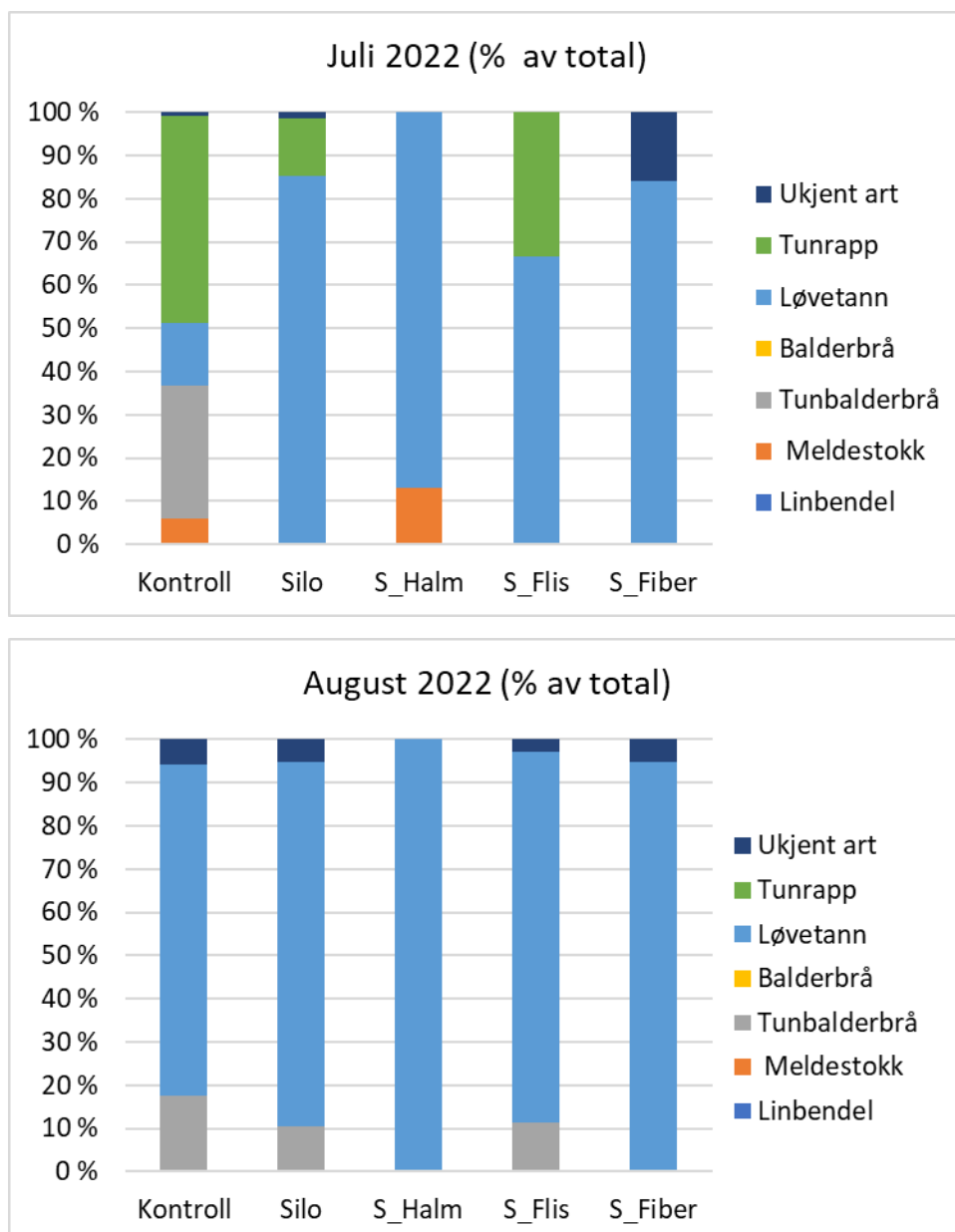
Figur 5.6 Tidsforbruk til luking i forsøksruter med purre (2021) og kepaløk (2022), med og uten jorddekke av silo (S), målt i antall minutter per rute, med rutestørrelse ca. 5 m².

Jorddekket var svært effektivt mot frøugras. Linbendel og meldestokk var de dominerende artene i kontrollrutene i 2021 (Figur 5.7). Flerårige rotugras som løvetann trivdes imidlertid godt under jorddekke. Tendensen var synlig allerede i juni 2021 og enda klarere i juli (Figur 5.7), og løvetann ble det dominerende ugraset i alle forsøksruter med jorddekke i 2022 (Figur 5.8). Kveke kom inn som en viktig ugrasart i 2022. Det er mulig at kveke ble registrert som “overlevende gras” i 2021, men andelen har uansett økt fra 2021 til 2022.

Selv om den totale ugrasmengden ble redusert, viser økt andel løvetann og kveke betydningen av å gjøre et godt forarbeid mot rotugras og tunrapp hvis arealer med langvarig engdyrking skal tas i bruk til grønnsaker. Tunrappen kom for fullt i forsøksruter uten jorddekke mot slutten av vekstsesongen i 2022 (Figur 5.8).



Figur 5.7 Fordelingen av ugrasarter på forsøksruter med purre i 2021, med og uten jorddekke av silo (S), med ulike typer toppdekke. Øverst: Juni 2021 (24.06), nederst: Juli 2021 (21.07). Resultater fra visuell bedømmelse.



Figur 5.8 Fordelingen av ugrasarter på forsøksruter med kepaløk i 2022, med og uten jorddekke av silo (S). Til venstre: Juli 2022 (11.-12.07), til høyre: August 2022 (30.08). Resultater fra visuell bedømmelse.

5.7.2. Avlinger

Purre: Jorddekke reduserte innholdet av tørrstoff (TS) i plantene (Tabell 5.2). Selv om gjennomsnittavling (ferskvekt) var høyere i alle behandlingene med jorddekke, var det ikke statistisk sikker forskjell mellom behandlingene. Statistisk analyse ble gjort som variansanalyse (GLM) med programmet Minitab. Avlingene av purre var sammenliknbare med avlingsnivået uten gjødsling eller jorddekke på Apelsvoll og Landvik, 400-600 g ferskvekt per m², dvs. 400-600 kg purre per dekar. Dette viser at en “vanlig” gjødsling med 16 kg total-N i pelletert fjørfegjødsel med kjøttbeinmjøl (Grønn Øko 8-3-5) kan være for lite til å få god vekst i en næringskrevende grønnsak etter langvarig eng. Vi fant ingen sikker effekt av toppdekke, verken i positiv eller negativ retning. En positiv effekt kunne skyldes at toppdekket reduserte mengden N som forsvant til luft i løpet av sommeren, mens en negativ effekt kunne skyldes at det karbonrike toppdekket stjal N fra jorddekket for å brytes ned. Med den silomengden som ble brukt, og som ga en tilfredsstillende reduksjon av ugraset, ble det tilført ca. 44 kg total-N per dekar, nesten 3 ganger så mye som tilført med Grønn Øko 8-3-5. Man kan ikke

forvente like god utnyttelse av N i jorddekke som legges oppå bakken som av gjødsel som blandes inn i jorda, men N-effektiviteten blir dårlig når avlingene blir så små.

Tabell 5.2 Tørrstoffinnhold (% av ferskvekt), ferskvekt (g per m²), tørrvekt (g per m²) og snittvekt per plante (g ferskvekt) i forsøksruter med purre dyrket med eller uten silo som jorddekke i 2021. Avrundet til hele tall.

Behandling	TS, %	Ferskvekt, g	Tørrvekt, g	Snittvekt, g/plante
Kontroll	20	493	91	25
Silo	16	542	84	27
Silo + hakket halm	16	653	101	33
Silo + treflis	17	915	148	48
Silo + trefiber	18	566	88	28

Forsøksfeltet på Tingvoll hadde betydelig bedre vekst i nedre hjørne av feltet (Figur 5.9). Silo med toppdekke av treflis var den eneste behandlingen som hadde to forsøksruter plassert i dette området. Dette forklarer sannsynligvis hvorfor Silo + treflis hadde høyest gjennomsnittsavling (Tabell 5.2). Det er ingen grunn til å tro at flis som toppdekke var årsaken til høyere avling.

1 Flis	2 K	0 Silo	2 Halm	0 Fiber
14 Halm	13 K	13 Flis	0 Fiber	3 Silo
7 Silo	16 Flis	12 Fiber	4 Halm	3 K

Figur 5.9 Andel purreplanter (%) med skaftbredde > 2 cm i de 15 forsøksrutene. K= Kontroll uten jorddekke. Flis, fiber og (hakket) halm viser til toppdekke oppå jorddekke med silo.

Gjennomsnittlig skaftbredde var ca. 1 cm (Tabell T3). Når de de fire behandlingene med jorddekke og toppdekke ble sammenliknet, var det en viss negativ effekt av trefiber på skaftbredden (Tabell 5.3). Skaftets lengde økte med bruk av jorddekke.

Tabell 5.3 Middelverdier for bredde og lengde av skaft, samt total lengde fra rotkake til øverste bladspiss (ustrakt blad), for 18 representative purreplanter fra hver forsøksrute, dyrket med eller uten jorddekke av silo i 2021. Innen hver kolonne er det statistisk sikker forskjell ($p > 5\%$) mellom behandlinger med ulike bokstaver (a, b).

Behandling	Bredde, cm	Lengde skaft, cm	Lengde hele planten, cm
Kontroll	1a	13b	45b
Silo	1ab	19a	51a
Silo + hakket halm	1ab	18a	51a
Silo + treflis	1a	18a	52a
Silo + trefiber	0,9b	18a	47a

Løk: Avlingene av løk var noe høyere enn avlingene av purre var i 2021, og varierte mellom 1,3 og 1,5 kg ferskvekt per m² (Tabell 5.4). Dette er svært lave avlinger sammenliknet med forsøksfeltene på Landvik og Apelsvoll, og en stor del av løken var for liten til å kunne selges i henhold til norsk standard (< 50 mm i diameter, Tabell 5.4). Ingen løk var >85 mm. Det var ingen sikker effekt av behandling på avling, tørrstoffinnhold eller stokkløping.



Bilde T2. Forsøksruter med kepaløk dyrket med og uten jorddekke i 2022. Løken er snart klar for høsting (12.09.2022). Kolleger fra NIBIO og NORSØK diskuterer veksten, 05.09.2022. Foto A.-K. Løes.

Tabell 5.4 Tørrstoffinnhold av løk og blad (% av ferskvekt), ferskvekt av løk og løk > 50 mm per m², i forsøksruter med kepaløk dyrket med eller uten silo som jorddekke i 2022.

Behandling	TS løk, %	TS blad, %	FV løk, kg/m ²	FV løk > 50 mm, kg/m ²
Kontroll	18	15	1,3	0,8
Silo	19	16	1,3	0,6
Silo + hakket halm	16	17	1,4	0,9
Silo + treflis	17	14	1,5	0,8
Silo + trefiber	17	15	1,5	0,9

Det ble sendt prøver av løk < 50 mm og 50-65 mm til Apelsvoll for lagringsundersøkelse. Det var svært få løk < 50 mm som fikk råteskader, kun 0,9%. For løk 50-65 mm var det 5% som fikk råteskader. Det var det en tendens til mer råde der det var brukt jorddekke. I kontrollområdet var det 2% av løken som fikk råteskader, mens behandlingene med jorddekke i gjennomsnitt fikk 6% råteskade.

5.8. Nitrogen i jord, plantedekke og purre

I 2021 ble det analysert innhold av N, P og K i dekkematerialene som ble brukt på Tingvoll, samt i purre dyrket med og uten jorddekke (en representativ prøve av hver gruppe). Toppdekkematerialene inneholdt svært lite N (Tabell 5.5), men halmen noe mer enn treflis og trefiber. Med en tilførsel på 0,68 kg TS/m² i to omganger var det en N-tilførsel på 28 kg per dekar med rundballsilo som inneholder 2,05% N (av TS). Purreavlinga, som i gjennomsnitt var 670 kg per dekar i behandlinger med jorddekke med 17% TS, fjernet ca. 2,5 kg N per dekar. Det blir et betydelig N-overskudd når jorddekke gir så lave avlinger.

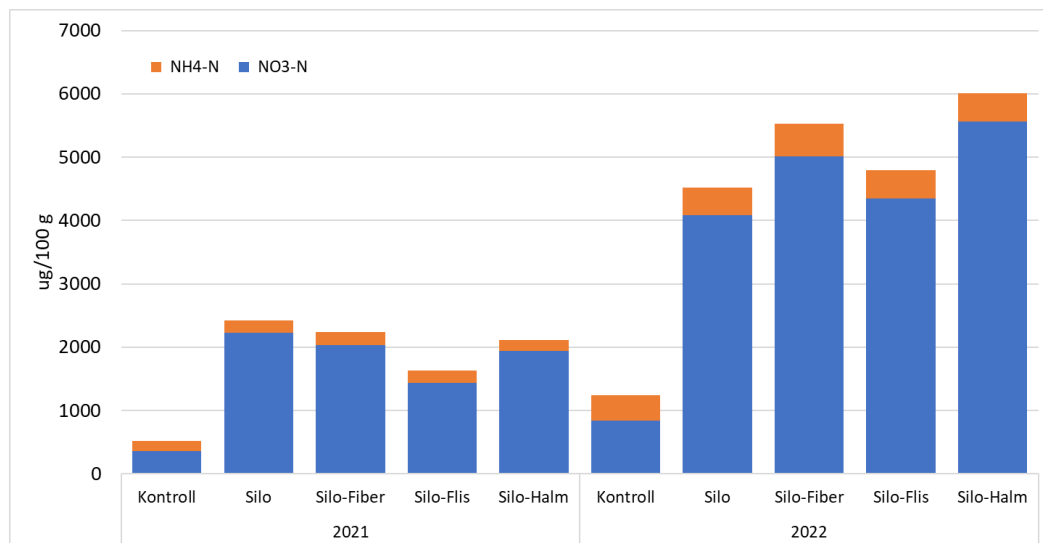
Tabell 5.5 Innhold av nitrogen, fosfor og kalium (% av tørrvekt) i ulike materialer brukt til jorddekke, samt i purre fra Tingvoll, i 2021.

Materiale	N, % av TS	P, % av TS	K, % av TS
Trefiber (poppel)	0,27	0,07	0,24
Hakket halm	0,73	0,10	0,67
Treflis /furu)	0,21	0,03	0,08
Silo (rundball)	2,05	0,35	1,80
Purre, kontroll	1,47	0,13	1,14
Purre, med jorddekke	2,23	0,19	1,79

Innholdet av mineralsk N i matjordlaget (0-20 cm) var vesentlig høyere i behandlingene med jorddekke (Figur 5.10). Selv om det var mer mineralsk N i jorda i oktober 2021, ble det ikke høyere avlinger av løk i disse forsøksrutene i 2022. Antakelig ble nitrogenet vasket ut i løpet av vinteren.

Dessverre lyktes vi ikke med etableringen av korn til å måle ettervirkning i 2023, men det var ingen visuelle forskjeller i vekst eller grønnfarge for såfrøblandingen av eng som etablerte seg på feltet etter mislykket tilsåing med havre. Dette kan tyde på at nitrogenet i jorda høsten 2022 også ble vasket bort før neste års plantevekst kunne gjøre seg nytte av det.

Det var betydelig raskere nedbrytning av jorddekket på Tingvoll i 2022 enn i 2021. Det kan være en mulig forklaring på at innholdet av mineralsk N i jorda var høyere i 2022. En annen forklaring er at kepaløken ble høstet ca. en måned tidligere enn purre, og generelt har et mindre næringsopptak. Dermed ble mindre nitrogen tatt opp av løkplantene.



Figur 5.10 Innhold av mineralsk N i jorda (0-20 cm) om høsten etter dyrking av purre i 2021 (dato 11.10.2021) og kepaløk i 2022 (dato 12.09.2022), med eller uten bruk av silo til jorddekke, med ulike typer toppdekke (fiber-flis-halm).

5.9. Oppsummering fra Tingvoll

Resultatene viser at nedbrytning av silo brukt som jorddekke er svært avhengig av klimabetingelsene det enkelte år. Tørt vær bremser nedbrytningen. Jorddekke er et effektivt virkemiddel mot ettårige ugras, og hvis ugraseffekten er hovedsaken, kan silo være et bra materiale til jorddekke.

Det kunne vært interessant å undersøke om et lag av jord oppå jorddekket kunne ha fremmet nedbrytningen og nitrogenfrigjøringen, uten av ugraseffekten med jorddekket går tapt.

Jorddekke som ikke er nedbrutt i løpet av vinteren kan gi betydelig forsinkelse i tining av jorda neste vår.

Forsøket på Tingvoll viste at flerårige ugras som løvetann og tunrapp vil trives godt med jorddekke. Selv om ikke dette var et forhold vi planla å undersøke, viste forsøket på Tingvoll at ei ompløyd 4. års eng i et omløp dominert av eng er et dårlig utgangspunkt for grønnsakdyrking. Ugrasstrykket var svært høyt, pH verdien var for lav, og kanskje var det også andre forhold i jorda som gjorde at grønnsakene vokste seint. Det burde vært dyrket poteter eller andre radvekster med hyppig mekanisk ugrasregulering i minst ett år før grønnsaker ble plantet, og jorda burde vært kalket og gjødslet opp. Dette kan være en viktig praktisk erfaring å ta med seg for produsenter som vurderer å etablere grønnsakdyrking på gammel eng. Dog var ugrasstrykket kraftig redusert etter et år med bruk av plantehakk, som derfor kan være en god start på omlegging fra eng til radkulturer.

6 Produsentforsøk

Produsentforsøkene ble utført på Hedmarken og Toten hos økologiske storskala løk produsenter, samt i en markedshage med allsidig småskala grønnsaksproduksjon.

6.1. Feltopplysninger 2021

Feltet i 2021 ble anlagt på, morene lettleire i Stange. Forkultur var ompløyd, relativ ung eng. Det var tre gjentak av hver behandling, og forsøksrutene var 1,80 (bredden på sengen) * 6m.

Behandlingene var en, to eller tre gangers tilførsel av rundballsilo som jorddekke (Tabell 6.1). Det ble lagt på et 8-10 cm tykt lag (Figur 6.1). Løken ble grunnjødsla og satt 7. mai. Det ble radrensa og luka rett før første pålegging. Før anleggelse av feltet så vi flere nyspirte frøgras, så vi utførte en ytterligere manuell lusing med pendelhakke. Etter at regnet stoppa i slutten av mai, vokste både løk og ugras fort. Ved første pålegging (24.juni) hadde løken allerede flere varige blad – ca. 20-25 cm lange. Mange av bladene som knakk da vi la på silo. Andre gangs pålegging ble utført 11.juli, og siste gang 21.juli. Feltet ble høsta 10.august

Til jorddekke brukte vi rundball fra 1.slått året før, med ca. 30% tørrstoff. Siden rundballen var såpass tørr, var det lett å flekke av lag for lag, og raskt og enkelt å legge ut. Den var 2,1% nitrogen i rundballen.



Figur 6.1 Vi la på et 8-10 cm tjukt lag med silo.

Det var mye åkerdylle og løvetann i feltet. Dette vokste raskt igjennom jorddekket. Løvetannplanter kan også ha spirt i jorddekket. Gardbrukeren overgjødsla med pelletert organisk gjødsel etter at vi hadde lagt på plantehakk, og dette kom nok ikke løken med jorddekke til gode.

Dekningsgraden for ugras, løk, bar jord og jorddekke ble anslått i % i hver forsøksrute, og gjennomsnittsverdier ble beregnet.

6.2. Resultat

Tabell 6.1 viser % ugras, avling og hvor mye silo som ble brukt til jorddekke. For ugras var det er tydelig effekt, med mindre ugras i behandlinger med jorddekke i første halvdel av sesongen (Figur 6.2). Ved høsting var det mye ugras i alle ruter. Flere gangers pålegging ga mindre ugras. Det var ikke sikker forskjell i mengde ugras mellom 1 og 2 x pålegging (Tabell 6.1), men sikker forskjell mellom en og tre ganger pålegging.



Figur 6.2 Bildet viser at silo holder ugraset unna litt lengre. Vi ser også at bladverket med jorddekke er tynnere enn i ruta uten jorddekke. Rute som har fått lagt på silo to ganger har enda mindre blader.

Til tross for mye mer ugras i nullrutene, ble det beste avling i kontrollområdet, men det ble omtrent like gode avlinger for 1 eller 2 gangers påføring med silo (Tabell 6.1). Manglende avlingsøkning med jorddekke skyldes sannsynligvis at vi la på for sent, slik at mange blader knakk når vi la på plantehakk. Spesielt i rutene med tre pålegginger ble avlingsnedgangen stor. Figur 6.3 viser dette. Det ble også utført overgjødning med pelletert hønsegjødsel etter pålegging, noe som neppe kom plantene med jorddekke til gode, der det var jorddekke, men fremmet veksten i ruter uten jorddekke. Skal metoden fungere i løk, må plantehakk eller annet jorddekkemateriale (silo) sannsynligvis legges på mye tidligere, kanskje rett etter setting. Muligens også pålegging bare en gang for å unngå at bladverket ødelegges. Rotugraset må også være eliminert på forhånd.

Tabell 6.1 Dekningsgrad av ugras, løk, bar jord og jorddekke (%); avling; og mengde silo som ble tilført i ulike behandlinger. Ulike bokstaver (a, b, c) betyr sikker forskjell mellom behandlinger for ugrasmengde.

Behandling	% dekning ved høsting				Brutto avling kg/daa	Mengde silo tonn/daa
	Ugras	Kulturplante	Bar jord	Jorddekke		
Uten	77a	18	5	0	4833	0
Plantehakk 1 x	37b	32	0	32	4667	2,8
Plantehakk 2 x	17bc	28	0	55	4611	4,65
Plantehakk 3 x	13c	28	0	58	2500	6

Samme felt ble anlagt også i 2022. Det ble luka dagen før pålegging av surfôr. Dessverre ble feltet ødelagt dagen før vi skulle legge på plantehakk for 3. gang. Plantehakk tok fyr, da medarbeider på

garden skulle brenne ugraset som lukelaget hadde lagt i tomfåra/hjulsporet (Figur 6.3). Hele feltet gikk opp i røyk, og all løken ble ødelagt.



Figur 6.3 Feltet på Hedemarken i 2022 gikk opp i røyk. Foto: Kari Bysveen, NLR

6.3. Betenkeligheter?

Eng i vekstskiftet er beste metode for kontroll av rotugrasene åkerdylle og tistel i økologisk dyrking. Tre slåtter tyner ugraset bedre enn to slåtter, så man må velge arter som tåler flere slåtter. Har du ikke behov for eng til egne dyr, kan plantehakk være alternativ bruk av enga. For å ha god effekt på ugraset, må det legges på ganske store mengder plantemasse – ca 10 cm tjukt første gang, med 1- 2 påfyllinger. Som Tabell 6.1 viser, la vi på 2,8 tonn silofôr ved første gangs pålegging. En normal TS avling av øko-eng på god jord rundt Mjøsa er ca. 500 kg TS pr daa og år og tre slåtter. Dersom 30% TS i siloen vi la på, betyr det at vi la på fôr fra 1,68 daa eng ved bare første gangs tilførselen. Så spørsmålet er om dette vil være lønnsomt? Benyttes overskuddsfôr, vil regneeksemplet bli annerledes, da surfôrrundballer har begrensa holdbarhet. For dyrkere med tilgang på overskuddsfôr, kan silo være en god mulighet til å utnytte organisk materiale som ellers kanskje hadde blitt liggende. En annen betenkelighet med jorddekke er at etter høsting av hovedkultur, vil det fortsatt ligge igjen noe plantemasse, som kanskje kan være kilde til avrenning og lystgassproduksjon. Samtidig er slikt materiale med å beskytte jorda mot erosjon.

6.4. Mekanisering

I utlandet har det vært mange gode Petter Smart-løsninger for spredning av plantehakk (Schäferet al 2001). I 2023 prøvde vi en halmtrommel som benyttes til spredning av halm i tallefjøs (Figur 6.5). Jordbærprodusenter benytter en slik halmtrommel når de sprer halm i nyplanta jordbær for å hindre jordsprut på bæra. De benytter da 2-3 rundballer halm pr daa, avhengig av størrelser, på rundballen, og kjørehastighet. De sprer ca. 10-12 m bredt, og det er ideelt med litt vind under arbeidet. Det er tvilsomt om denne typen trommel kan brukes til fuktigere materiale enn halm.

Trommelen vi prøvde i en løkåker på Toten, gikk ikke an å stille inn for «breispredning», så halm ble spredd på ei seng. Den kutta opp halmen i maks 5 cm lange biter. Vi spredde et ca. 8 cm tjukt lag som vist i Figur 6.5. Halm ble spredd 14.juni.



Figur 6.4 Halmtrommel som brukes for å kutte og spre halm i husdyrrom ble prøvd for å spre plante hakk. Det er usikkert at denne kan brukes på silo. Foto: K.Bysveen, NLR

Det var lite nedbør i mai og juni 2023 så det ble ujamn spiring. De fleste løkplantene var ca 5-8 cm lange ved påføring av halm. Løken som fikk halm, ble satt noe tilbake. Dette kan skyldes at halmlaget ble for tett, eller at nedbryting av halmen krevde en del av nitrogenet som var tiltenkt løken.

Halmen inneholdt tydeligvis mye ugrasfrø, samt spillfrø av bygg. Etter kort tid var det mye ugras også i ruter hvor vi hadde spredd halm. Ved høsting var det svært mye ugras i alle ruter.



Figur 6.5 Halmtrommelen la på et ca 8 cm tjukt lag med halm. Bladene var da ca 5-8 cm lange.

Været på Østlandet sesongen 2023 var meget spesielt. Fra våronn og ut juni, kom det veldig lite nedbør, men fra starten av juli og ut regna det mye. Mange vekster ble satt tilbake fra starten av, hvilket gjorde at ugraset fikk godt tak da regnet endelig kom.

Ved opptak ble det kjørt bladkutter, etterfulgt av rask propanbrenning for å tørke ut bladverk og ugras. Etterpå ble løken frilagt og bakkedørket ei lita stund, før den ble luftet, og etter hvert plukket opp av en ombygd potetopptager og kjørt på lager for tørking og nedkjøling. i noen dager. Halmen var såpass omdanna at den ikke skapte noe problem ved maskinell høsting.. Tørketida på bakken kortes mye inn med brenning av bladverket (og ugraset).

Tabell 6.2 viser gjennomsnittlig avling av 4 ruter med halm og 4 ruter uten halm. Fordi det ble veldig mye ugras i feltet, skal man være forsiktig med å tolke resultatet i denne enkle avlingskontrollen. Litt ut i sesongen hadde løken med jorddekke betydelig lysere farge, enn ruter uten jorddekke (Figur 6.6). Totalavlinga ble litt lågere på ruter med jorddekke, samt at denne løken oppnådde mindre størrelse. Dette synes logisk da det tas nitrogen fra jorda for å bryte ned halmen. I løpet av lagringsperioden er det flere fra rutene med jorddekke som har spira, men det er færre råtne løk.

Gardbruker har informert at til tross for mye ugras og dårlig vær, holdt løken fra feltet seg godt på lager.

Tabell 6.2 Avling og kvalitet i løk ved utprøving av mekanisk utlegging av jorddekke.

Behandling	Totalavling Kg/daa	Kg/daa - Sortering:			Kg/daa Frasortert pga:	
		<5 cm	5-6,5 cm	6,5-8,5 cm	Spiring	Råte
Uten jorddekke	1122	215	386	197	29	295
Med jorddekke	998	258	401	157	72	109



Figur 6.6 Ugraset kommer først opp gjennom jorddekket helt inn til plantene. Bildet viser også at plantene med halmdekke er lysere i bladverket enn planter uten jorddekke fordi nedbryting av halmen er nitrogenkrevende. Foto: Kari Bysveen, NLR

6.5. Markedshage

Bruk av plantehakk har lenge blitt brukt av hageeiere og småskala grønnsaksprodusenter. I en markedshage i Brumunddal la vi ut plantehakk som bestod av relativt tørr rundball fra året før (Figur 6.7). Rundballefôret ble lagt på squash, løk, selleri og div kålvekster i 2021. Vi utførte en rask ugrashakking rett før pålegging av plantehakk. Det lettet ugrasarbeidet for produsentene. Med erfaring fra løkfeltet i 2021 hvor mange blader knakk når vi la på plantehakk, valgte vi i 2022 å legge på 10 cm tjukt lag plantehakk dagen etter setting. Arbeidet med pålegging ble dermed mye enklere. Det var litt senere spiring der det var plantehakk, men svært lite ugras. Her var det heller ikke så mye ugras som vokste igjennom jorddekket. Avlingsregistrering ble ikke utført.



Figur 6.7 Plantehakk egner seg godt i kålvekster og gresskar/squash Foto: Kari Bysveen

6.6. Oppsummering prøvefeltene i Innlandet

Det er vanskelig å forklare hvorfor metoden med plantehakk fungerte så mye bedre i en allsidig småskala markedshage, enn hos storskalaprodusenter. Begge hadde utført tiltak mot ugras før pålegging. En forklaring kan være at det i løk, benyttes større planteavstand i markedshagen. Dette gjør det lettere å legge plantehakk mellom plantene. Dette er vanskelig i storskalafelt der løkene står tett i tett. Det var vanskelig å luke ugras mellom løkplantene før plantehakket ble lagt på, uten at plantene ble forstyrret (Figur 6.8). Noen dager etter pålegging var det nettopp tett inntil plantene ugraset kom først.



Figur 6.8 Vi luka forsøksrutene før vi la på plantehakk Vi ser at ugraset kommer først opp gjennom innerst mot plantene hvor det er lite plantehakk. Dette ugraset er ikke så lett å luke da plantene sitter løst i bakken

7 Biologisk aktivitet i jorda

I vekstsesongen 2022 ble det gjort en undersøkelse av biologisk aktivitet i jorda på alle forsøksstedene. Resultatene ble publisert i Økologisk landbruk 42(1) (januar 2023, <https://orgprints.org/id/eprint/45442/>). Artikkelen viser hvordan plantehakk påvirker en del egenskaper i jorda som er viktige for jordhelse, og er gjengitt her.

7.1. Feltforsøk

I 2021 og 2022 har vi sjekket hvordan plantedekke kan brukes i purre og løk på fire forskjellige steder. NIBIO og NORSØK har hatt forsøksfelt på Apelsvoll, Landvik i Grimstad og Tingvoll, mens NLR har hatt demonstrasjonsfelt hos grønnsakdyrkere i Hedmark. Vi måler avlinger ved ulike behandlinger og typer av jorddekke. I 2022 ble det gjort jordhelsemålinger på alle forsøksstedene. . På Apelsvoll ble det også målt i ettervirkningsfeltet i korn.

7.2. Ulike metoder for måling av biologisk aktivitet

Vi brukte flere tester for å måle ulike biologisk prosesser i jord. Slike prosesser er en viktig del av jordhelsen. Felles for testene vi brukte er at de kan gjøres med enkelt og billig utstyr ute i felt, samtidig som de gir pålitelige resultater (Pommeresche & Rittl, 2022). På hvert forsøkssted gjorde vi undersøkelsene på kontrollruter uten jorddekke og i utvalgte behandlinger med jorddekke. Undersøkelsene ble gjennomført ved NORSØK på Tingvoll.

Jordrespirasjon: Vi registrerte hvor mye CO₂ som ble produsert i en gitt mengde jord. Resultatet viser aktiviteten til bakterier og andre mikroorganismer ved å måle hvor mye CO₂ de skiller ut. Dette gir et indirekte mål for mengden av liv i jorda.

Mikrobiometer-test: Vi målte det mikrobielle karboninnholdet (MBM-C) og andel sopp og bakterier ved hjelp av microBIOMETER®-testen. Ca. 0,5 g jord ble dispergert med reagenser, og det mikrobielle karboninnholdet (µg C / g jord) og forholdet mellom sopp og bakterier ble kvantifisert etter farge ved hjelp av microBIOMETER® app. Andel sopp og bakterier ble beregnet.

- **Matpinner:** Plastpinner med små porsjoner av en standardblanding med cellulosemateriale (bl.a. hvetekli) ble satt ned i jorda, og vi målte hvor raskt maten forsvant som et mål for aktiviteten til ulike organismer i jorda som beiter på pinnene. I våre forsøk sto matpinnene i jorda i 14 dager.

På samme måte som for mennesker, kan jordhelsen endre seg over tid, og variere mellom ulike årstider. I undersøkelsen vår fikk vi et inntrykk av hvordan jordhelsen påvirkes ved bruk av jorddekke, men inntrykket ville antakelig vært annerledes om undersøkelsene var gjort i et annet tidsrom. På Landvik ble jorda undersøkt i oktober, de andre stedene i august 2022. På Apelsvoll og demonstrasjonsfeltet (en markedshage i Brumunddal) var det relativt tørt når prøvene ble tatt. På Tingvoll var det vått. Dette påvirker også resultatet.

7.3. Bedre jordhelse med jorddekke

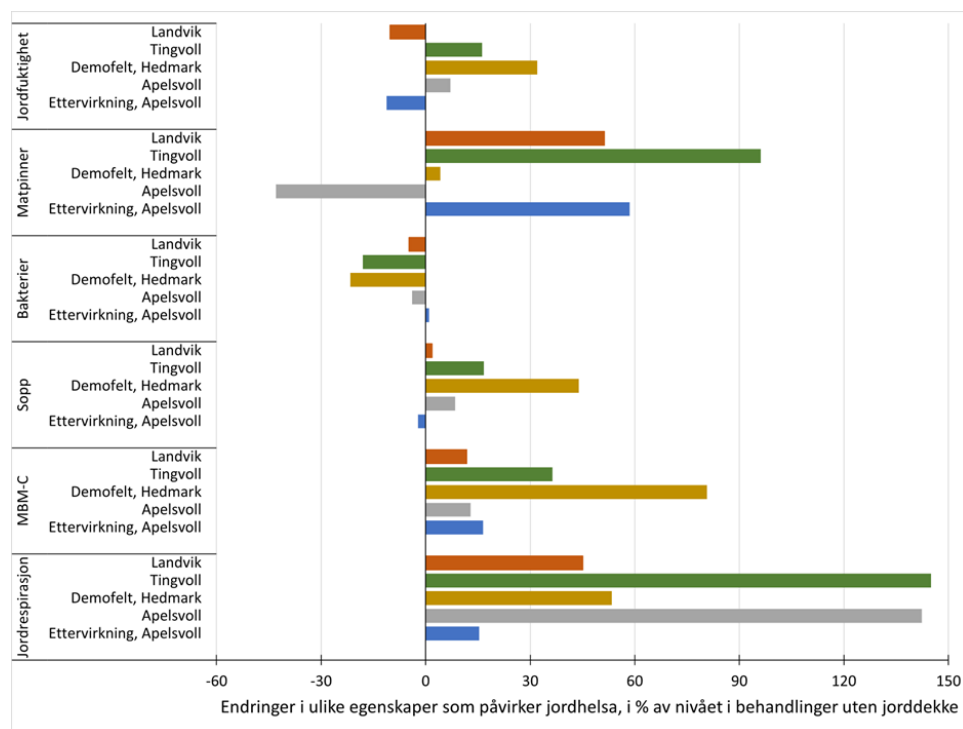
Resultatene varierer mellom forsøksstedene fordi det er forskjellige jord- og klimaforhold, men mange målinger viste samme trender (Tabell 7.1). Spesielt for jordrespirasjon var det betydelig høyere verdier med enn uten jorddekke (Figur 7.1). Jordrespirasjonen var 15-145% høyere i behandlinger med jorddekke. For mikrobielt C (MBM-C) var det også betydelig høyere verdier, 12-81% i behandlinger med jorddekke. Begge målinger ga også høyere verdier i ettervirkningsfeltet på Apelsvoll.

Resultatene tyder på at jorddekke gir færre bakterier i jorda, mens andelen av sopp i MBM-C øker.

For matpinnene forsvant mer organisk materiale i løpet av to uker i behandlinger med jorddekke, med unntak av forsøket på Apelsvoll hvor mye mer materiale forsvant fra jorda i kontroll-rutene enn i ruter med jorddekke. Dette henger ikke så godt sammen med at jordrespirasjon og MBM-C var klart høyere med jorddekke på Apelsvoll. En mulig forklaring kan være at mikrolivet fikk så mye «mat» med jorddekket at de ikke brydde seg om matpinnene. De litt større organismene i jorda, som meitemark, spretthaler og småleddsmark antas å beite mer på matpinner enn mikroorganismene, men det er ingen logisk forklaring hvorfor ikke også disse skulle trives bedre med jorddekke enn uten. Resultatene viser at jordlivet kan by på en del overraskelser når vi prøver å bli mer kjent med hva som foregår under bakken. Derfor anbefaler vi å gjøre flere tester parallelt, for å se om de har samme trender.

Tabell 7.1 Målinger av biologisk aktivitet i jorda på fire forsøkssteder høsten 2022 etter bruk av jorddekke. D = Behandling med jorddekke, K= jord uten jorddekke (kontroll). Apel.E= Ettervirkning fra jorddekke brukt i 2021 på Apelsvoll. Respirasjon = ppm CO₂ per sekund. MBM-C = mikrobielt karbon, mikrogram C per gram jord. Sopp og bakterier i andel av MBM-C (%). Fuktighet = Vanninnhold i jorda i % av vekt.

Forsøks- sted	Respirasjon		MBM-C		Sopp, %		Bakterier, %		Matpinner, %		Fuktighet, %	
	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K
Apel. E	0,09	0,08	281	241	30	31	70	69	22	14	13	15
Apelsvoll	0,17	0,07	281	249	34	32	66	68	14	25	17	16
Demofelt	0,18	0,12	488	270	48	33	53	67	39	38	17	13
Tingvoll	0,82	0,34	828	607	61	52	39	48	42	21	31	26
Landvik	0,05	0,04	1631	1459	73	72	27	28	12	8	16	18



Figur 7.1 Endringer i ulike egenskaper som påvirker jordhelsen, vist som % av nivået i behandlinger uten jorddekke. Liggende søyler til høyre for midtlinja (0) viser høyere verdier i behandlinger med jorddekke, mens liggende søyler til venstre viser lavere verdier

8 Oppsummerende diskusjon og konklusjon

8.1. Effekter på næringsforsyning og avling:

I likhet med andre typer organisk materiale er det krevende å forutsi når næringen i plantehakk brukt som jorddekke vil frigjøres. Nedbrytningen av plantehakk avhenger av klima, men også av tykkelsen på dekket og ikke minst, C:N forholdet på materialet eller materialene som er brukt. Selv om materialet ser brunt og visent ut mot slutten av sesongen, kan det likevel inneholde betydelige mengder nitrogen som kan frigjøres og vaskes nedover i, eller ut av jorda i løpet av høsten og vinteren. Nitrogenet frigjøres mye saktere fra silo og gammel eng enn fra pelletert organisk gjødsel som er blandet inn i jord. For vekster med kortvarig næringsopptak, som løk, er det en risiko for at lite av nitrogenet frigjøres mens plantene er i aktiv vekst. Det kan derfor være gunstig å tilføre plantehakk i kombinasjon med andre organiske gjødselslag. I våre forsøk der det ble tilført store mengder plantehakk av gras, fikk vi økte avlinger med bruk av plantehakk på Apelsvoll, Landvik og til dels på Tingvoll i både purre og løk. I forsøk med løk på sandjord (Landvik) fikk vi imidlertid vekststans i starten av sesongen grunnet knapphet på næring, noe som resulterte i større andel små løk sammenliknet med dyrking på mer næringsrik jord. I forsøkene ved NLR Innlandet, Apelsvoll og Landvik fant vi ingen negativ effekt på lagringskvaliteten i løk ved dekke med plantehakk.

Slik vi så i forsøkene på Landvik så det ut til at det var tilstrekkelig med to dekkinger med gras i purre. Det var ingen sikker økning i avling med en tredje dekking.

For løk så vi at man ved to dekkinger kan oppnå tilsvarende avling av mellomstore løk som ved tilførsel av 15 kg N per dekar i pelletert gjødsel (Øko 8 K). Tilførselen av både N og K var imidlertid betydelig høyere med plantehakk enn med pelletert gjødsel. I gjennomsnitt for Apelsvoll og Landvik ga to gangers tilførsel av plantehakk en tilførsel på ca. 42 kg N per dekar til purre i 2021, men vesentlig lavere - ca. 25 kg - i 2022, til løk, der det ble brukt noe mindre mengder jorddekke.

På næringsfattige jordtyper er utfordringen med forsinket frigjøring av næring sammenliknet med pelletert gjødsel spesielt viktig. På Landvik fant vi færre store løk og flere små løk der jorddekke var brukt. På slike jordtyper er det viktig at kulturen får startgjødsel og at plantedekke legges på i forkant av eller like etter planting. Det kan være interessant å undersøke om jorddekket kan tilføres en organisme eller en blanding av organismer som kan få det til å brytes ned raskere.

I forsøkene på Apelsvoll fant vi et høyere N_{min} innhold i jorden etter høsting av løk enn etter purre når vi sammenliknet to eller tre ganger plantehakk med gjødslet kontroll. Vi fant ikke noen forskjell mellom N_{min} i jorden på høsten i behandlinger med eller uten toppdekke, dog en tendens til høyere N_{min} i beh. 3 x plantehakk når denne ble dekket med halm.

Siden nitrogenutnyttelsen er lavere med jorddekke enn ved bruk av flere typer annen organisk gjødsel som blandes inn i jorden, vil det være en fare for utvasking av mineralsk nitrogen etter at grønnsakene er høstet. I forsøkene på Apelsvoll fant vi andel gjenvunnet N til mellom 4 og 14 %. Det tilsvarer resultatene fra Riley et al (2003) hvor andel gjenvunnet N ble 13% for nitrogen i plantehakk. Sammenliknet med tall angitt for ku-gjødsel, 10 % er det på samme nivå, mot til eksempel 50% i hønegjødsel (Henriksen m.fl. 2023). Det var en tendens til høyere N-gjenvinning i purre når plantehakk var dekket med halm og det motsatte var tilfellet for løk.

Ved å etablere en fangvekst eller høstkorn etter bruk av jorddekke, vil det her som etter grønnsaker generelt være bedre mulighet for å utnytte næringen.

8.2. Effekter på etterfølgende kultur

Korn dyrket året etter purre og løk viste økt avling og økt N innhold etter bruk av jorddekke med plantehakk i feltene på morenejord på Apelsvoll (lettleire). I bygg så det ut til at både avling og N opptak ble noe redusert når plantehakket var dekt med halm. I hvete ser vi ikke denne tendensen. For sandjordfeltet på Landvik så vi høyere avling og høyere opptak av N ved to gangers påføring med flis som toppdekke sammenlignet med ugjødslet. Dette forklares med at tilføring av karbonrikt materiale vil kunne binde og holde på nitrogenet og hindre utvasking, slik vi fant i tidligere forsøk på tilsvarende jord ved bruk av karbonrikt algemel som gjødsel (Øvsthus et al, 2017). Tre gangers dekking med gras og flis ga imidlertid ingen avlings økning. Muligens kan dette forklares med at mer tilførsel av flis ga sterkere binding av nitrogenet. I ettervirkningsfeltet på Apelsvoll fant vi det ene året en tendens til lavere N innhold i kornet i de behandlingen hvor vi hadde brukt toppdekke året før. Om dette skyldes økt utvasking eller sterkere binding vites ikke.

8.3. Effekter på ugras

To dekkinger med plantehakk viste seg å være tilstrekkelig (like god effekt som tre dekkinger) for ugrasreduksjon og hadde stor effekt på forekomsten av ettårige ugras på alle forsøksstedene. Vi fikk imidlertid liten effekt på flerårig ugras som kveke, åkerdylle og løvetann.

Våre resultater stemmer med tidligere studier der plantehakk har vist god effekt på ettårige ugras, men ikke på flerårig ugras, slik som åkertistel og kveke (Riley and Brandsæter, 2001).

De fleste undersøkelser av radkulturer med plantehakk som jorddekke mot ugras viser at det selv med jorddekke kreves noe håndlukning (Campiglia et al., 2010). Våre resultater viste imidlertid en svært stor nedgang i luketid. Forutsatt at man har god kontroll på rotugraset før grønnsakdyrkinga etableres, mener vi derfor at jorddekke er en miljøvennlig og effektiv metode mot ugras.

8.4. Økonomisk aspekt

Mange kilder sier at å anvende plantehakk som ugraskontroll er en dyr praksis (Riley and Brandsæter, 2001, Schäfer, 2001) ettersom man trenger store arealer for å lage et volum av plantehakk som kan ha betydelig effekt mot ugras og tilføre tilstrekkelig mye næring. Jorddekke vil hovedsakelig være aktuelt hvis man har eng i vekstskiftet, enten til fôr eller som grønngjødsel, eller at man har fangvekster, kantarealer eller arealer med lav produksjon som kan utnyttes og uansett trenger slått. Hvis man ikke vil/kan bruke jorddekke til alle grønnsaker bør man prioritere plantehakk til å dekke jorden i kulturer som konkurrerer dårlig med ugraset, for eksempel løkvekster.

Om plantehakket kan produseres delvis samtidig som inntjenende kultur og kuttes ned vil det kunne gi en god næringstilførsel, men ikke ugraskontroll tilsvarende et tykt plantedekke med lav lysgjennomtrenging.

Det er gjort mange undersøkelser av jorddekke i Sverige. I en diskusjon av hvordan biomasse fra kløvereng best kunne gi god avling av purre (Båth and Elfstrand, 2008) var konklusjonen at det vil være mer lønnsomt å bruke materialet til produksjon av biogass og bruke råtneresten som gjødsel, enn å kompostere materialet eller bruke det ferskt.

8.5. Effekter på jordtemperatur

Effekten på temperatur var minimal, men generelt var det en tendens til at temperaturen i de første to til fire ukene etter påføring av jorddekke var noe høyere i behandling uten plantehakk i begge kulturer. Utover i sesongen utjevnet temperatur forskjellen seg og mot slutten av sesongen var det høyere jordtemperatur på dekket jord. I starten av sesongen kan solinnstråling - med størst effekt på svart

jord - bety mye for oppvarming, mens jorddekke holder bedre på temperaturen om høsten og beskytter mot kulde nattestid.

8.6. Effekter på jordfuktighet:

Jorddekke vil redusere fordampning fra jorden, og redusere jorderosjon (Han-Sheng et al., 2001). Rotveksten vil strekke seg høyere opp i matjordlaget ved bruk av jorddekke, og røttene vil binde sammen jordpartiklene. Dette kan bety at en reduserer eller erstatter tid som ellers ville blitt brukt på vanning.

Målingene for jordfuktighet på Apelsvoll, viste at fuktigheten uten plantehakk var lavere enn i de øvrige behandlingene. Fuktigheten økte med antall påføringer av plantehakk.

8.7. Mekanisk utlegging av plantehakk

Den utprøvde metoden fungerte for så vidt godt, men utstyret som ble testet ville antakelig ikke håndtert fuktig materiale og derfor ikke våt silo eller frisk gras. I Storskala feltene ble det mye ugras i plantehakk, også hvor det var gjort en grundig ugras regulering på forhånd. Årsaken til dette vites ikke.

8.8. Effekter på mikrolivet.

Resultatene varierte mellom forsøks stedene på grunn av forskjellige jord- og klimaforhold, men viste lignende trender. Jordrespirasjonen og mikrobielt karbon (MBM-C) var høyere i behandlinger med jorddekke. Jorddekke ga færre bakterier, men økte andelen sopp i MBM-C. Mer organisk materiale forsvant fra matpinnene i behandlinger med jorddekke, unntatt på Apelsvoll. En mulig forklaring er at mikrolivet fikk nok "mat" med jorddekke. Resultatene viser at jordlivet kan overraske, så flere parallelle tester anbefales for å bekrefte trender.

8.9. Veien videre

Det bør utføres flere undersøkelser av hvordan man kan øke nitrogen utnyttelsen ved bruk av plantehakk og mekanisering av utleggingen må utvikles. Tiltaket har en rekke positive effekter på jordhelse, ugrasregulering og jordfuktighet og bruken kunne derfor få større utbredelse.

9 Referanser

- ABOU CHEHADE, L., PUIG, C., SOUTO, C., ANTICHI, D., MAZZONCINI, M. & PEDROL, N. 2021. Rye (*Secale cereale* L.) and squarrose clover (*Trifolium squarrosum* L.) cover crops can increase their allelopathic potential for weed control when used mixed as dead mulch. *Italian Journal of Agronomy*, 16.
- ÁLVAREZ-IGLESIAS, L., PUIG, C. G., REVILLA, P., REIGOSA, M. J. & PEDROL, N. 2018. Faba bean as green manure for field weed control in maize. *Weed Research*, 58, 437-449.
- APER, J., DE CAUWER, B., DE ROO, S., LOURENÇO, M., FIEVEZ, V., BULCKE, R. & REHEUL, D. 2014. Seed germination and viability of herbicide resistant and susceptible *Chenopodium album* populations after ensiling, digestion by cattle and manure storage. *Weed Research*, 54, 169-177.
- BÅTH, B. & ELFSTRAND, S. 2008. Use of red clover-based green manure in leek cultivation. *Biological Agriculture & Horticulture*, 25, 269-286.
- CAMPIGLIA, E., MANCINELLI, R., RADICETTI, E. & CAPORALI, F. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection*, 29, 354-363.
- CARTER, M. S., SØRENSEN, P., PETERSEN, S. O., MA, X. & AMBUS, P. 2014. Effects of green manure storage and incorporation methods on nitrogen release and N₂O emissions after soil application. *Biology and Fertility of Soils*, 50, 1233-1246.
- DOROTA, S., URSZULA, K., RENATA, B. & AGNIESZKA, G. 2013. Allelochemicals as Bioherbicides – Present and Perspectives. In: ANDREW, J. P. & JESSICA, A. K. (eds.) *Herbicides*. Rijeka: IntechOpen.
- DVORAK, P., TOMASEK, J., HAMOUZ, K. & KUCHTOVA, P. 2015. Reply of mulch systems on weeds and yield components in potatoes. *Plant, Soil and Environment*, 61, 322-327.
- DÖRING, T. F., BRANDT, M., HEß, J., FINCKH, M. R. & SAUCKE, H. 2005. Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field crops research*, 94, 238-249.
- EL-BELTAGI, H. S., BASIT, A., MOHAMED, H. I., ALI, I., ULLAH, S., KAMEL, E. A. R., SHALABY, T. A., RAMADAN, K. M. A., ALKHATEEB, A. A. & GHAZZAWY, H. S. 2022. Mulching as a Sustainable Water and Soil Saving Practice in Agriculture: A Review. *Agronomy-Basel*, 12.
- FANG, S. Z., XIE, B. D. & ZHANG, H. C. 2007. Nitrogen dynamics and mineralization in degraded agricultural soil mulched with fresh grass. *Plant and Soil*, 300, 269-280.
- FAROOQ, N., ABBAS, T., TANVEER, A. & JABRAN, K. 2020. Allelopathy for Weed Management. In: MÉRILLON, J.-M. & RAMAWAT, K. G. (eds.) *Co-Evolution of Secondary Metabolites*. Cham: Springer International Publishing.
- GUERTAL, E. A. & EDWARDS, J. H. 1996. Organic Mulch and Nitrogen Affect Spring and Fall Collard Yields. *HortScience HortSci*, 31, 823-826.
- HAN-SHENG, W., GUO-BIN, L. I. U. & QING-NING, W. 2001. Structural characteristics of effective vegetation for preventing soil erosion. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 9, 54-56.
- HELLQVIST, S. 1996. Mulching with grass - clippings in cauliflower: Effects on yield and brassica root flies (*Delia* spp.). *International Journal of Pest Management*, 42, 39-46.
- Henriksen, T; Kristoffersen, A.Ø. Ædegaard, A.F. & Brod, E. 2023. Organiske avfallsprodukt som gjødsel. NIBIO Rapport 9/72 2023
- Bestemmelse av nitrogeneffekten
- KATROSHAN, K.-U. & HIRTHER, G. 2024. Nitrogen supply by cut-and-carry biomass for vegetable crops and subsequent cereals. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*.
- KOSTERNA, E. 2014. The effect of soil mulching with organic mulches, on weed infestation in broccoli and tomato cultivated under polypropylene fibre, and without a cover. *Journal of Plant Protection Research*, 54.
- KUMAR, S., SAMIKSHA & SUKUL, P. 2020. Green Manuring and Its Role in Soil Health Management. In: GIRI, B. & VARMA, A. (eds.) *Soil Health*. Cham: Springer International Publishing.
- LI, Z., SCHNEIDER, R. L., MORREALE, S. J., XIE, Y., LI, C. & LI, J. 2018. Woody organic amendments for retaining soil water, improving soil properties and enhancing plant growth in desertified soils of Ningxia, China. *Geoderma*, 310, 143-152.
- Pommeresche R. & Rittl T. 2022. Testing av et utvalg jordhelsetester. Økologisk Landbruk 02/2022: 32-37.

- RATHINASABAPATHI, B., FERGUSON, J. & GAL, M. 2005. Evaluation of Allelopathic Potential of Wood Chips for Weed Suppression in Horticultural Production Systems. *HortScience HortSci*, 40, 711-713.
- RILEY, H. & BRANDSAETER, L. O. THE USE OF LIVING OR SURFACE MULCH TO SUPPLY NUTRIENTS AND CONTROL WEEDS IN ORGANIC VEGETABLE GROWING. 2001. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, 171-178.
- RILEY, H., LØES, A.-K., HANSEN, S. & DRAGLAND, S. 2003. Yield Responses and Nutrient Utilization with the Use of Chopped Grass and Clover Material as Surface Mulches in an Organic Vegetable Growing System. *Biological Agriculture & Horticulture - BIOL AGRIC HORTIC*, 21, 63-90.
- SCHMIDT, M. H., THEWES, U., THIES, C. & TSCHARNTKE, T. 2004. Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 113, 87-93.
- SCHÄFER, W. V., JAANA AND PIHALA, MARJO 2001. Technique of green mulch spreading. no. 79, ISSN 0782-0054. [tukimusselostus79.doc \(orgprints.org\)](http://tukimusselostus79.doc.orgprints.org)
- SERIKSTADG. L., H. S., MCKINNON, K. 2023. Bruk av ikke-økologisk gjødsel til økologisk landbruk. *NORSØK*.
- SIMARD, M.-J. & LAMBERT-BEAUDET, C. 2016. Weed seed survival in experimental mini-silos of corn and alfalfa. *Canadian Journal of Plant Science*, 96, 448-454.
- STURM, D. J., KUNZ, C. & GERHARDS, R. 2016. Inhibitory effects of cover crop mulch on germination and growth of *Stellaria media* (L.) Vill., *Chenopodium album* L. and *Matricaria chamomilla* L. *Crop Protection*, 90, 125-131.
- TRUONG, T. H. H., KRISTIANSEN, P. & MARSCHNER, P. 2019. Influence of mulch C/N ratio and decomposition stage on plant N uptake and N availability in soil with or without wheat straw. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 182, 879-887.
- TRUONG, T. H. H. & MARSCHNER, P. 2020. Plant residues differing in C/N ratio in mulch and soil – the effect of the mulch on nutrient availability and microbial biomass is more pronounced with higher leaching amount. *Soil Ecology Letters*, 2, 317-326.
- Øvsthus, I., Seljåsen, R., Stockdale, E., Uhlig, C., Torp, T., & Breland, T. A. (2017). Yield, nitrogen recovery efficiency and quality of vegetables grown with organic waste-derived fertilisers. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 109, 233-248.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.