

Bruk av restull i jord- og hagebruk

En delrapport i prosjektet *Ny giv for pigmentert ull*

NORSØK-RAPPORT | VOL. 4 | NR. 12 | 2019



Kirsty McKinnon

Norsk senter for økologisk landbruk

TITTEL

Bruk av restull i jord- og hagebruk

FORFATTER

Kirsty McKinnon

FOTO

Kirsty McKinnon der ikke annet er angitt

DATO	RAPPORT NR	TILGJENGELIGHET	PROSJEKTNR.	
05.11.2019	Vol 4, nr. 12	Åpen	3088	
ISBN:			ANTALL SIDER	ANTALL VEDLEGG
978-82-8202-094-7			20	Ingen

OPPDRAKSGIVER:

Arnar Lyche

KONTAKTPERSON:

Kirsty McKinnon

STIKKORD:

Ull gjødsel jorddekke

FAGOMRÅDE

Landbruk

SAMMENDRAG

I dag blir mye pigmentert ull kastet eller brent. I prosjektet «*Ny giv for pigmentert ull*» er det en målsetning å stimulere til oppretting av virksomheter for videreforedling av pigmentert ull, alt fra tekstil- til landbruksprodukter. Hensikten er å øke verdien av alle fraksjoner av ullen. Ull inneholder mange næringsstoffer og i forsøk har ull vist seg å ha positiv effekt på plantevekst og ulike jordfysiske egenskaper. Det er mulig å utnytte pigmentert ull på mange måter og skape verdiøkning i mange ledd i ullproduksjonskjeden.

SUMMARY

Today, a lot of pigmented wool is thrown away or burned. The project «*A new day for pigmented wool*» aims at stimulating the establishment of enterprises for the further processing of pigmented wool, from textiles to agricultural products. The purpose is to increase the value of all fractions of the wool. Wool contains many nutrients and in experiments wool has been found to have a positive effect on plant growth and various soil physical properties. It is possible to utilise pigmented wool in many ways and create added value in many stages of the wool production chain.

LAND: Norge
KOMMUNE: Tingvoll
STED/LOKALITET: Norsk senter for økologisk landbruk

GODKJENT

Turid Strøm

NAVN

PROSJEKTLEDER

Kirsty McKinnon

NAVN

Forord

Denne rapporten er laget på oppdrag fra sauebonde Arnar Lyche som en del av prosjektet Ny giv for pigmentert ull. Prosjektet ser på mulighetene for lokal håndtering og videreforedling av pigmentert ull, helt fra sortering og vasking av ull til produksjon av tekstiler og eventuelle produkter til landbruket. Denne rapporten tar for seg mulige bruksområder for den delen av ullen som er mindre egnet til garn og andre tekstilprodukter.

Tingvoll, 05.11.19

Kirsty McKinnon

Innhold

1	Innledning.....	6
2	Ullens innholdsstoffer og egenskaper.....	8
2.1	Ullfett	8
2.2	Næringsinnhold.....	9
2.3	Egenskaper	9
3	Aktuelle bruksmåter.....	10
3.1	Ull i talle	10
3.2	Ull som jorddekke	10
3.3	Ull i kompost	11
3.4	Ull og ullprodukter som gjødsel	12
3.5	Ullpellets som plantevern	12
3.6	Ullkompost som så- og pottejord	12
4	Hva sier forskningen?	14
5	Konklusjon og diskusjon	17
6	Referanser	18

1 Innledning

Ull er et næringsrikt materiale og derfor en potensiell gjødselkilde og jordforbedrer. Mye «lavverdiull» kastes eller brennes (McKinnon mfl. 2019); en håndteringsmåte som er lite bærekraftig. Årsaker til at dette skjer, er at mye av den pigmenterte ullen er svært dårlig betalt i tillegg til at det er begrenset med erfaring og kunnskap her i landet om hvordan restull kan brukes i landbruket.

Internasjonalt finnes det en del forskning på gjødselverdien av ull, noe av dette omtales i denne rapporten. Det finnes også eksempler på produkter basert på ull som er utviklet for bruk i hagebruk, eksempelvis oppalsjord og ullpellets. Ullpellets brukes både som gjødsel og som plantevernmiddel. Det finnes også produkter utviklet av saueull som ikke er relatert til landbruk, for eksempel til isolasjon. Slike blir ikke omtalt nærmere her, men viser likevel at det er potensiale for å øke verdien av alle fraksjoner av ull, også det som betegnes som frasortert ull, skrapull eller restull.

Å bruke ressurser på en god måte er i tråd med strategier for en bærekraftig fremtid. I en tid der mye jordbruksjord blir mindre fruktbar og får dårligere struktur og der flere plantenæringsstoffer finnes i begrensede mengder, er det nødvendig å tenke kretsløp og håndtering av næringskilder på måter som gjør at næringsstoffer og organisk materiale resirkuleres til landbruket. Restull som ikke brukes i tekstilindustrien er eksempel på en slik ressurs.

Hvor store mengder restull det kan være snakk om, finnes det ikke klare tall på. I prosjektene «Ny giv for pigmentert ull» og «All ull er verdifull» som tar for seg henholdsvis Møre og Romsdal og Fosenregionen i Trøndelag, er det laget noen estimater. I en spørreundersøkelse blant sauebønder på Fosen, kom det fram at ullen fra 24 % av de pigmenterte sauene i dag kastes eller brennes, en mengde beregnet til litt over 6 tonn. Overført til sauetail for Møre og Romsdal (Lyche, 2019), ville det bety at 9 tonn kastes eller brennes, altså totalt 15 tonn ull for Fosen og Møre og Romsdal. Det at så mye pigmentert ull håndteres som avfall er likevel ikke ensbetydende med at ullen er av «avfalls kvalitet» eller at den faller innunder betegnelsen «restull». Grunnen til at det kastes såpass mye ull nå, er at pigmentert ull betales så lite at gårdbrukerne ikke ser seg tjent med å levere den til ullsentral.

I et framtidsscenario der pigmentert ull går til tekstilproduksjon, vil det være snakk om helt andre mengder ull i kategorien restull. Restull eller lavverdiull vil da være den fraksjonen som er for skitten, har for mye marg eller der fibre er for korte til tekstilindustrien. I praksis vil det si mye eller alt av den ullen som sorteres fra fellen ved klipping. I tillegg vil det være noe avfall fra videreforedlingsprosessen, eksempelvis i vaske- og spinneprosessen. Hvor store mengder restull det kan være snakk om, for eksempel i Møre og Romsdal som prosjektet *Ny giv for pigmentert ull* tar utgangspunkt i, er usikkert.

Animalia (2009) oppgir at frasortert ull normalt er 20-25 % av ullmengden, uten at det er her spesifisert i forhold til rase. Ved Ullkontoret på Gotland håndterer de ull fra gotlandsfår og de oppgir at ca. 10 % av ullmengden er frasortert ull (McKinnon, 2017), det er derfor mulig at mengden frasortert ull kan variere fra rase til rase. Lyche (2019) estimerer mengde pigmentert ull i Møre og Romsdal til 37,5 tonn. Dersom vi beregner at 20 % av denne ullmengden sorteres fra som restull, vil det utgjøre 7,5 tonn.

Frasortert ull er en næringsrik ressurs som med innovativ tenking og utviklingsarbeid kan gi verdiøkning også for den ullfraksjonen som i dag er aller dårligst betalt.

2 Ullens innholdsstoffer og egenskaper

2.1 Ullfett

I tillegg til den potensielle merverdien som finnes i frasortert ull, er ullfettet også en ressurs. Utvinning og foredling av ullfett (lanolin) er imidlertid en forholdsvis kostbar prosess og ulønnsomt for små vaskerier. Ifølge Ullkontoret på Gotland er det vaskerier som behandler mer enn 50 tonn ull per dag, som kan utvinne lanolin på en økonomisk forsvarlig måte (McKinnon, 2017). Lanolin brukes blant annet i hudpleieprodukter, til rustbehandling av biler og i skopusseprodukter.

Ifølge Wikipedia (2019) utgjør rå lanolin 5-25 % av vekten til nyklippet ull. Ullen fra én merinosau kan inneholde 250–300 ml utvinnbart ullfett. Wood (2012) skriver at det kan være store variasjoner i mengde ullfett avhengig av sauerase. I sauerasen Romney er sauefettet 2-9 % av ullvekten mens hos merinosauen 10-25 %. Lanolin ekstraheres ved å vaske ull i varmt vann med et spesielt rengjøringsmiddel som fjerner skit og fett. Fettet fjernes kontinuerlig i vaskeprosessen ved sentrifugering. Ullfettet konsentreres til en voksaktig substans med smeltepunkt på 38°C. López-Mesas m. fl. (2007) beskriver metoder for å ekstrahere ullfett. Dette omtales ikke nærmere i denne rapporten.

I tillegg til ullfett inneholder ull kaliumsalter som utskilles av svettekjerlene til sauen, av Wood (2012) oppgitt til å være 2-12 % av ullvekten.

Rester av ulike pesticider kan forekomme i ullfett, hovedsakelig stammer stoffene fra midler mot ektoparasitter (Jones, 1996). Type og mengde av reststoffer er avhengig av hvilke parasitter det er behandlet mot og tidspunkt for behandling i forhold til klippetidspunkt. Rester av pesticider er en utfordring både for eventuell bruk av sauefett i landbruket og ved bruk i kosmetikk og babypleieprodukter. Bruk av midler mot ektoparasitter på sau er mindre utbredt her i landet sammenlignet med andre land, men utgjør likevel en potensiell helseutfordring dersom fremtidige vaskerier vurderer å ekstrahere lanolin for bruk til mennesker og dyr.

2.2 Næringsinnhold

Ull består av proteinet keratin som inneholder mye nitrogen, karbon og svovel (Górecki, 2010).

TS og næringsinnhold i saueull og ullpellets etter Böhme mfl. (2012)

	TS (%)	Org. matr. (%)	Total C (%)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%) *	Total Mg (%)
100 % saueull	95,2	83,9	49,3	10,5	0,098	4,35	0,049
Pellets med cellulose	89,5	85,8	50,4	10,8	0,066	4,53	0,058
Pellets med potetstivelse	90,0	88,3	51,8	10,7	0,042	3,51	0,043
Pellets med casein	90,5	87,8	51,5	11,6	0,145	3,56	0,043

*I den opprinnelige tabellen til Böhme mfl. (2012) var kaliumverdiene satt til 43.5, 45.3, 35.1 og 35.6 %. Dette er mest sannsynlig ikke rett og skyldes kanskje kommafeil, og er derfor forandret som vist i tabellen. Ordiales mfl. (2016) oppgir til sammenligning at det i ullpellets er 10-12 % totalnitrogen og 4-6 % kalium.

I et forsøk der restull fra ulike trinn i vaskeprosessen ble brukt, viste det seg at innholdet av flere næringsstoffer ble forandret. Nitrogeninnholdet holdt seg stabilt, svovelinholdet økte til lenger en kom ut i vaskeprosessen (i en av sluttbehandlingene brukes svovelsyre), mens kalsium-, kalium-, magnesium-, natrium-, og fosforinnholdet ble mer enn halvert (Abdallah mfl. 2019 a).

2.3 Egenskaper

Ullpellets har god absorpsjonsevne. Ordinales (2016) refererer til 3,5 ganger egen vekt. Videre virker pelletsene jordløsnende når de sveller og medvirker til å opprettholde jordfuktighet. Pellets har høy pH (Ordinales (2016) refererer til pH 8,8) og kan ha pH-hevende effekt i sur jord.

3 Aktuelle bruksmåter

Det finnes mange muligheter for hvordan ullrester kan brukes som gjødsel eller annet i landbruket. Ull kan brukes på egen gård eller hage eller det kan produseres kommersielle spesialprodukter. I dette kapitlet beskrives noen eksempler.

3.1 Ull i talle

En mulighet kan være å bruke ull i talle til sau og andre husdyr. Dette ble prøvd ut i et sauefjøs på Fosen med tilfredsstillende resultat så langt som til å legge tallen i kompost (McKinnon mfl. 2019). Nedbrytningstiden til ullen eller gjødseleffekt av tallekomposten, ble ikke prøvd ut i prosjektet. Dette er spørsmål det er behov for å undersøke nærmere, likeså hvilken effekt ull har på jordegenskaper og jordbiologi. Noen av disse spørsmålene belyses i kapittel 4.

	
Her er ull blandet inn i talle av halm i et sauefjøs på Fosen.	Talle med ull kjøres ut og legges opp i kompost. Foto: Alana Lennon

3.2 Ull som jorddekke

I en hage på Tingvoll ble ull prøvd ut som jorddekke ved etablering av et bringebærfelt. Hensikten var å prøve om ull kan være et miljøvennlig alternativ til plast som jorddekke. I tillegg til å regulere/holde nede ugress, vil ull gi fra seg næringsstoffer når den brytes ned. Bringebær er en næringskrevende vekst og ull kan derfor være en kilde til næring, eventuelt med et supplement av andre gjødselkilder. Etter ett år var ullen på god vei til å brytes ned, etter to år var det ikke synlige rester av ull i feltet.

Det ville være interessant å følge opp denne håndteringsmåten og gjødslingsstrategien i forsøk for å gi sikrere svar på om denne bruksmåten er aktuell. Viktige spørsmål er hvor raskt ullen brytes ned, hvor ofte jorddekket må fornyes, hvor mye næringsstoffer som frigis og over hvor lang tid. Den praktiske tilføringen bør også utredes nærmere.



Et lag med ull ble lagt rundt de nyplantede bringebærplantene i april 2016.



Oppå ullen ble det lagt et lag med flis for å holde ullen på plass.







Vår 2017. Noe ull har blitt dratt frem av fugler, det viste seg å være et populært reirbyggingsmateriale.



Juni 2017. Ull under flisdekket. Nedbrytningen er godt i gang – fibrene ryker lett. Våren 2018 var det ingen synlige rester av ull.

3.3 Ull i kompost

Inspirert av Dalefoot komposts, se under, ble det lagt opp en kompost på Tingvoll Gard der ull ble lagt i haug lagvis med gressklipp og dekket med TopTex kompostduk. Gressklipp ble brukt som alternativ der Dalefoot bruker bregner. Komposthaugen hadde en tendens til å bli for tørr og kompostduken ble fjernet i perioder for å tilføre regnvann. Nedbrytingen gikk noe seint. Tilføring av jord eller gjødsel eller en blanding av disse i starten av prosessen ville sannsynligvis gitt en raskere nedbryting. Hestegjødsel ble blandet inn i komposten etter to år og da gikk nedbrytingen raskere.

	
<p>Kompost med ull og gressklipp ble lagt opp i mai 2017</p>	<p>Komposten ble dekket med et tykt lag gressklipp og en kompostduk</p>
	
<p>I juni 2019 var ullen i oppløsning men fremdels lett gjenkjennelig. Komposten ble blandet med hestemøkk.</p>	<p>I oktober 2019 er komposten med ull, gressklipp og hestemøkk på god vei til å bli nedbrutt.</p>

3.4 Ull og ullprodukter som gjødsel

Dalefoot composts (2018, b) sier på nettsiden deres, under beskrivelse av ullkompostene, at ull fremdeles brukes ved den tradisjonelle rabarbradyrkingen i Yorkshire. På Wikipedia (2018) under tema *Rhubarb Triangel*, beskrives den tradisjonelle dyrkingen av rabarbra. Utviklingen av rabarbradriving startet tidlig på 1800-tallet. Rabarbraen ble godt oppgjødslet på åkeren med heste- og menneskegjødsel i tillegg til sjoddi/ullrester fra spinnerier, før røttene ble tatt inn for driving.

3.5 Ullpellets som plantevern

Produsenten av produktet kalt SlugGone (ullpellets) hevder at ullpelletsen virker frastøtende på snegler p.g.a. egenskapen ullpellets har til å absorbere fuktighet (Vitax Ltd, 2018).

3.6 Ullkompost som så- og pottejord

På gården Dalefoot i Lake District nasjonalpark i England produseres kompost basert på bregner og saueull fra nærområdet. Bregner har blitt et problem for gårdbrukerne i fjellområdene både

økologisk og økonomisk. Ved å høste den og produsere kompost, reduseres problemet. Ullen er også dårlig betalt. Tidligere ble bregner brukt som talle for husdyr i distriktet og tilbakeført som gjødsel til jordene. Hovedformålet for produsentene er å tilby torvfrie kompostprodukter til oppal og jordforbedring og på den måten bidra til at den nasjonale målsetningen om å fase ut bruken av torv til hagebruksformål innen 2020 oppnås (Slater, 2013). Dalefoot lager ulike blandinger med ulikt næringsinnhold (Dalefoot composts, 2018, a).

4 Hva sier forskningen?

Allerede på 1960-tallet ble det gjort utprøving med gjødselverdien av ull. Rubins mfl. (1960) beskriver et pottforsøk der havre ble gjødslet med ulike nitrogenkilder der biprodukter fra teppeindustri (ullrusk) var en av behandlingene. Nitrogentilgjengeligheten var lik for ullrusk og bommullsfrømel. I forsøk der opprevet ullfiber ble brukt til plen, ble nitrogenet seinere tilgjengelig enn fra urea, men til gjengjeld var gjødselvirkningen mer langvarig.

Kumar og Awasthi (1977), beskriver et forsøk der 9 ulike organiske gjødseltyper, deriblant ullrester ble sammenlignet med ammoniumsulfat som gjødsel til durra. Avlingen i 0-leddet (uten gjødsel) var 1.41 tonn per hektar, med ammoniumsulfat 2.71 tonn per hektar og 2.43 tonn per hektar med ullrester. I rutene med ull ble det brukt 0,22 tonn ullrester per hektar.

I et forsøk i Polen ble vasket, tørket ull brukt som ingrediens i dyrkingsmedier for dyrking av tomat, paprika og aubergine i pottes (Górecki og Górecki, 2010). Utgangssubstratet var torv tilsatt næringsstoffer og torvsubstrat tilsatt leire, med og uten ull. I leddene med ull ble det tilsatt 10 g ull per 1 dm³. Resultatet viste betydelig økning av tomatavling i leddene med ull i tillegg til lengre høstingssesong, med andre ord så holdt plantene seg friskere lengre. Paprikaavling var høyere i ledd med ull, mens Aubergine ikke hadde høyere avling, men derimot flere frukter i leddene med ull. Ullen ble ikke helt nedbrutt første sesong og ville sannsynligvis kunne frigjøre mer næring i påfølgende dyrking.

I et forsøk i Tyskland (Bøhme m. fl., 2012), ble fire ulike typer av ullpellets brukt som gjødsel til drivhus- og frilandsvekster og sammenlignet med mineralgjødsel og andre organiske gjødselslag (lupin- og oljeplantemel). I de fleste tilfellene var det avlingsøkning ved bruk av ullpellets unntatt i knutekål der avlingen var 50 % lavere sammenlignet med de andre gjødselslagene. Utvikling av pellets var også en del av forsøket. Utprøvingen viste at ullpellets kan absorbere 20 ganger vekten i vann i løpet av 15 minutter. Fiberstrukturen gjør at pelletsene har stor overflate. Det bidrar til at næringsstoffer frigjøres lettere.

I et forsøk i Slovenia (Vončina og Mihelič, 2013) ble saueull og lærrester prøvd ut som gjødsel i økologisk aspargesdyrking. I forsøksleddene ble det brukt tre ulike mengder av hver type og sammenlignet med husdyrgjødsel. I ull-leddene ble det tilført 14, 28 og 56 kg nitrogen per dekar tilsvarende 0.1, 0.2 og 0.4 tonn ull per dekar. Jordanalyser viste at mineralisering var høy allerede første sesong, spesielt i leddet med 28 kg nitrogen per dekar. Sammenlignet med husdyrgjødsel der det ble tilført 28 kg nitrogen per dekar, ble det påvist 2.29 mg NO₃-N/100 g jord i felt med ull og 1.61 mg/ 100 g jord i felt med husdyrgjødsel. Det ble konkludert at både saueull og lærrester er gode kilder for nitrogen og aktuelle gjødselkilder for dyrking av asparges.

I et forsøk i Spania (Ordialis mfl. år ikke angitt) ble det brukt pellets av saueull som gjødsel til frilandstomat i fire ulike mengder: 0.1, 0.15, 0.2 og 0.3 tonn per dekar tilsvarende 10, 15, 20 og 30 kg nitrogen per dekar. Avlingen varierte fra 5.5 tonn per dekar i 0-leddet til 10.2 tonn per dekar i leddet med 0.3 tonn pellets per dekar. Tomatkvaliteten var tilfredsstillende og det ble konkludert med at saueullpellets er velegnet som gjødsel til tomat. Anbefalt dose var 0.2 tonn per dekar.

De samme forskerne (Ordialis mfl. 2016) prøvde ut ullpellets (produkt floraPell med 10 % N) som gjødsel til brokkoli som er en næringskrevende vekst. De konkluderte med at tilførsel av 0,2 tonn per dekar med ullpellets ga gode avlinger.

I et forsøk ble effekten av ubehandlet ull testet som gjødsel og som ingrediens i substrat for potteproduksjon av basilikum og bladbete (Zheljazkov mfl. 2009). Det ble brukt 20, 40, 80 og 120 g ull per potte (851 cm³). Avlingen av basilikum fra fem høstinger var 1.6 - 5 ganger høyere enn 0-leddet og av bladbete, fire høstinger, 2-5 ganger høyere enn 0-leddet. Nitrogeninnholdet i plantematerialet økte, likeså innholdet av nitrat og ammonium i dyrkingsmediet. Det ble observert at planterøtter vokste rett inn i ullen. Tenkelige forklaringer på dette var at røttene søkte områder med høyere konsentrasjon av næringsstoffer eller at røtter og roteksudatene spiller en rolle i nedbrytningen av ullfibrene. Det ble antydnet av forfatterne at mengden næringsstoffer i skrapull og hår fra frisørsalonger i U.S.A ville være nok til å gjødsle over halvparten av potteplanteproduksjonen i statene.

I et lignende forsøk undersøkte Zheljzakov mfl. (2005) effekten av ubehandlet ull (og menneskehår) på plantevekst, innhold av essensielle oljer i basilikum, peppermynte og salvie, alkaloider i piggeple, jordbiologi og jordkjemi. De gitte mengdene med ull i potters med jord og kompost ga tilfredsstillende avling av urtene ved to eller tre høstinger. Innholdet av alkaloider i piggeple var høyest ved tilførsel av størst mengde ull (120 g/potte) men det var store variasjoner også innenfor samme ledd. Innholdet av essensielle oljer økte signifikant ved tilførsel av ull i pottene med basilikum, noe som muligens kan skyldes høyt nitrogen- og svovelinnhold i ull. Det er kjent at disse stoffene virker inn på innholdet av oljer i basilikum. I pottene med ull og planter var det økt mikrobiell biomasse sammenlignet med potters tilsatt ull uten planter, noe som kan tilskrives roteksudater som stimulerer mikroorganismer. Det var ulik kolonisering av mykorrhiza på de ulike planteartene, mer på basilikum enn på piggeple. Forfatterne konkludert med at ubehandlet ull kan fungere godt som et saktetilgjengelig gjødselslag. Det er behov for flere utprøvinger for å finne optimal mengde for ulike vekster for å oppnå mest mulig effektivt opptak i forhold til behov og for å hindre avrenning av næringsstoffer.

Suruchi mfl. (2014) undersøkte effekten av ukompostert ull som gjødsel til cyanoses tetragonoloba (en belgplante som dyrkes i varme strøk, særlig i India) i et pottforsøk. Tilførsel av ull resulterte i høyere avling, økte NH₄-nitrogen og NO₃-nitrogen i jord, økte nitrogeninnholdet i plantematerialet, stimulerte aktiviteten av jordorganismene og økte konsentrasjonene av svovel, kalsium, natrium, jern, kobber, sink og mangan i både jord og i plantematerialet. Forfatterne anslår at en tilførsel av 6.6 g ull per kg jord eller om lag 1.5 tonn per dekar vil være tilfredsstillende som gjødsel til cyamopsis tetragonoloba og at det vil være mulig å høste 2-3 ganger uten tilførsel av annen gjødsel.

I et forsøk på New Zealand ble utgåtte gulvtepper av ull revet opp og undersøkt som gjødsel til italiensk raigrass (McNeil mfl. 2006). Det ble brukt 1.04 kg med opprevet ull per m². Resultatet viste mellom 24 og 82 % økning av tørrstoffavling. En aktuell problemstilling ved bruk av slikt materiale som gjødsel, er om det finnes stoffer som kan virke uheldig på miljøet, for eksempel antimøllmidler eller andre materialer som er brukt i tillegg til ull ved produksjon av teppene. I dette forsøket ble det ikke funnet rester av pyrethroid som brukes mot møll. Andre stoffer er det ikke tatt stilling til, det er bare nevnt at det var små fragmenter av jute og latex.

Hartley mfl. (1996) undersøkte ulike organiske materialer (ullrester, sagmugg, bygghalm og kompost) som jorddekke i et eplefelt for å undersøke effekten på blant annet jordbiotaaktivitet. Ullrestene, beskrevet som korte ullfibre, tilskitnet med gjødsel, ble lagt i et ca. 10 cm tykt lag i feltet. Første året var det mindre biomasse av bakterier under sagmugg og ull i de øverste 50 mm av jordlaget sammenlignet med felt med grasvekst. Dypere enn 50 mm var forskjellene mindre. Andre vinteren var det signifikant mindre biomasse av bakterier under dekket av ull enn noen av de andre behandlingene. Første våren etter jorddekking ble antall meitemark registrert. Antallet økte under kompost, var ikke påvirket under halm og sterkt redusert under sagmugg og ull. Det er mulig at organismer som bryter ned keratin (i ull) virker hemmende eller utkonkurrerende på andre jordorganismer i den første nedbrytingsfasen. Det ble ikke påvist større vekst av greiner, trestammetykkelse eller effekt på fruktavling ved noen av behandlingene. Behandlingene hadde heller ingen effekt på innholdet av hovednæringsstoffer i blad og frukt. Det ble påvist høyere konsentrasjoner av mangan i bladene på felt med ulldekke og høyere konsentrasjoner av bor i blader og frukt der det var dekket med kompost. Siden forsøket bare varte i to år, er det ikke kjent om dekkematerialene eventuelt ville hatt en positiv langtidseffekt på trevekst og fruktavling. Som et eksempel på langtidseffekt ved tilførsel av organisk materiale, viser Hartley til et forsøk med halmdekke der avlingen det 5. og 6. året var dobbelt så store som behandlinger uten halm.

Abdallah mfl. (2019 a) gjennomførte et forsøk i Italia der effekten av to typer restull fra ulike steg i vaske- og renseprosessen på jordegenskaper som tetthet, porøsitet og aggregatstabilitet i sandjord ble prøvd ut. Konkusjonene deres var at tilsetning av ull i jord, spesielt der det var tilsatt høyest mengde ull (2 %), bidro til å øke aggregatstabiliteten og dannelsen av makro-aggregater.

Abdallah mfl. (2019 b) testet samme type ull som i forsøket over som gjødsel til solsikke og mais. Det ble brukt ull i ulike mengder i tillegg til ulike mengder mineralnitrogen. Tilførselen av mineralnitrogen var fra 0-100 % av anbefalte mengder til mais og solsikke. Resultatet viste at i alle ledd med solsikke, med unntak av leddet med høyest mengde ull, var det tilfredsstillende vekst. I noen ledd med mais viste det seg å være nok nitrogen i ull til å gi tilfredsstillende avling uten ekstra næringstilførsel.

5 Konklusjon og diskusjon

Målsetningen med prosjektet «*Ny giv for pigmentert ull*», er å stimulere til oppretting av virksomheter som vil videreforedle pigmentert ull til ulike produkter, alt fra tekstiler til landbruksprodukter. Dersom det oppnås, vil verdien av alle fraksjoner av pigmentert ull øke.

Per i dag er det store mengder pigmentert ull som av sauebønder blir regnet som avfall. Dersom flere foredlingsforetak for pigmentert ull blir en realitet, vil mengden ull som betraktes som avfall bli kraftig redusert. Det vil likevel være en rest, omlag 10-25 % av fellen og del fra foredlingsprosessene, som vil kunne brukes som gjødsel og jordforbedring eller andre produkter til jord- og hagebruk. Flere forsøk viser at ull og ullprodukter har god effekt på plantevekst og jordfysiske egenskaper. Hva som er den mest hensiktsmessige måten å tilføre ull på er usikkert. Bruk av ull i talle, som beskrevet i rapporten her, eller videreforedling til kompost eller ullpellets er muligheter. Som erstatning for torv i hagebruksprodukter kan det være aktuelt å bruke ull, for eksempel som ingrediens i produkter til oppal av planter.

Tilføring av ubehandlet ull til plantefelt på friland er lite utprøvd og det er derfor ønskelig med utprøvinger av ulike metoder. Aktuelle metoder kan være å legge ull i furer i plantebed, legge ull på plantefelt og dekke med jord eller annet organisk materiale som bark, halm eller flis eller legge ull som dekke rundt planter.

Ved tilvirking av ull til kommersielle produkter, vil det være nødvendig å undersøke eventuell fare for overføring av patogener og eventuelt hvordan dette kan forhindres. Likeså er det nødvendig å undersøke om ull kan inneholde medisinrester eller rester etter midler brukt mot ektoparasitter.

6 Referanser

- Abdallah, A., Ugolini, F., Baronti, S., Maienza, A., Camilli, F., Bonora, L., Martelli, F., Primicerio, J., Ungaro F., 2019 a, *The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil*, Int. Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0283-5>
- Abdallah, A., Ugolini, F., Baronti, S., Maienza, A., Ungaro F., Camilli, F., 2019 b, *Assessment of Two Sheep Wool Residues from Textile Industry as Organic Fertilizer in Sunflower and Maize Cultivation*, Journal of Soil Science and Plant Nutrition
- Böhme, M., Pinker, I., Grüneberg, H., Herfort, S., 2012, *Sheep Wool as Fertiliser for Vegetables and Flowers in Organic Farming*, Acta horticulturae 933(933):195-202
- Dalefoot composts, 2018, a, <http://www.dalefootcomposts.co.uk/about-us.aspx>
- Dalefoot composts, 2018, b, <http://www.dalefootcomposts.co.uk/products/wool-compost.p.aspx>
- Domínguez, C., Jover, E., Bayona, J.M. Erra, P., 2003, *Effect of the carbon dioxide modifier on the lipid composition of wool wax extracted from raw wool*, Analytica Chimica Acta, Vol. 477, Issue 2, p. 233-242
- Górecki, Ryszard S., Górecki, Marcin T., 2010, *Utilization of Waste Wool as Substrate Amendment in Pot Cultivation of Tomato, Sweet Pepper, and Eggplant*, Polish J. of Environ. Stud. Vol. 19, No. 5 (2010), 1083-1087
- Gousterova, A., Nustorova, M., Goshev, I., P. Nedkov, P., 2014, *Alkaline Hydrolysate of Waste Sheep Wool Aimed as Fertilizer*, Biotechnology & Biotechnological Equipment 17(2):140-145, DOI: 10.1080/13102818.2003.10817072
- Hartley, M. J., Reid, J. B., Rahman, A., Springett, J. A., 1996, *Effect of organic mulches and a residual herbicide on soil bioactivity in an apple orchard*, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science Vol. 24, Iss. 2, 1996
- Jones, W.F., 1996, *Multiresidue Analysis of Pesticides in Wool Wax and Lanolin Using Gel Permeation and Gas Chromatography*, J. Agric. Food Chem., 1996, 44 (10), pp 3197–3201
- Kumar, V., Awasthi, K.S., 1977, *Efficiency of different manures in relation to their effect on yield and nutrient uptake by grain sorghum*. Agrochimica, 22 (3-4). pp. 327-334.
- López-Mesas, M., Carrillo, F., Gutiérrez, M.C., Crespi, M., 2007, *Alternative methods for the wool extraction from wool scouring wastes*, GRASAS Y ACEITES, 58 (4) 404-407
- Lyche, A., 2019, *Forretningsplan – Opptur for lokalprodusert ull*. Upublisert
- McKinnon, K., Lennon, A., og Andresen, B.L., 2019, *All ull er verdifull. Kompostering av ull i talle og spørreundersøkelse om bruk av ull i Fosenregionen*. NORSØK-rapport, Vol 4, nr 1.
- McKinnon, K., 2017, *Studietur til Gotland oktober 2017*. I prosjektet opptur for lokalprodusert ull
- McNeil, S.J., Sunderland, M. R., Zaitseva, L.I., 2006, *Closed-loop wool carpet recycling*, Resources, Conservation and Recycling, 51, 220-224

Ordiales, E., Gutiérrez, J.I., Zajara, L., Gil-Soto, j., Llerena, J.I., Lanzka, M., ?, *Influence of sheep wool as organic fertilizer in processing tomato*, poster ...

Ordiales, E., Gutiérrez, J.I., Zajara, L., Gil-Soto, j., Llerena, J.I., Lanzka, M., 2016, *Assessment of utilization of sheep wool pellets as organic fertilizer and soil amendment in processing tomato and broccoli*, *Modern Agricultural Science and Technology*, Volume 2, No. s. 20-35

Rubins, E.J., Hawkins, A., Brown, B.A., 1960, *By-product wool as a source of fertilizer nitrogen*. *Soil Science*, Vol.90 pp.290-292

Slater, Angela, 2013, *There's Gold in these Lakeland hills*, <https://www.hayesgardenworld.co.uk/blog/there%E2%80%99s-gold-these-lakeland-hills>

Suruchi, G., Anshumala, S., Sarika, S., Narindra, B., 2014, *Growth, macro and micronutrient concentration in clusterbean (cyamopsis tetragonoloba), plant tissue as well as in soil when amended with wool as fertilizer*, *Journal of Environmental Research and Development*, Vol.8 No. 3A,

Wood, E., 2012, *Wool Scouring Principles and Methods*, The Australian Wool Education Trust licensee for educational activities University of New England, <https://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/07/WOOL-482-582-12-T-02.pdf> 27.10.19

Vitax Ltd, 2018, *Slug Gone wool pellets*, <http://www.sluggone.com/how-to-use/>, 28.10.19

Vončina, Andrej og Mihelič, Rok, 2013, *Sheep wool and leather waste as fertilizers in organic production of asparagus (Asparagus officinalis L.)*, *Acta agriculturae Slovenica* 101-2

Wikipedia, 2018, *Rhubarb Triangle*, https://en.wikipedia.org/wiki/Rhubarb_Triangle 10.2.18

Wikipedia, 2019, *Lanolin*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Lanolin>, 26.10.19

Zheljazkov, Valtcho D., Stratton, Glenn W., Sturz, Tony, 2008, *Uncomposted Wool and Hair-Wastes as Soil Amendments for High-Value Crops*, *Agronomy Journal* 100(6)

Zheljazkov, Valtcho D., Stratton, Glenn W., Pincock, James, Butler, Stephanie, Jeliaskova, Ekaterina A., Nedkov, Nedko K., Gerard, Patrick D. 2009, *Wool-waste as organic nutrient source for container-grown plants*, *Waste Management* 29, s. 2160-2164

Zheljazkov V.D., 2005, *Assessment of wool waste and hair waste as soil amendment and nutrient source*, *Journal of Environmental Quality*, Vol.34 no.6 s. 2310-2317



Denne rapporten handler om hvordan restull kan brukes som en ressurs i jord- og hagebruk. Restull er den delen av ullen som potensielt ikke egner seg for tekstilproduksjon. Arbeidet er en del av prosjektet «Ny giv for pigmentert ull». Målet for prosjektet er å utrede muligheter for økt verdiskaping for ull som i utgangspunktet er dårlig betalt. Alle ledd i verdikjeden fra klipping, sortering, vasking, videreforedling og produktutvikling er inkludert i utredningen. Bærekraftig håndtering og bruk av ulike ressurser i landbruket, der også ull kan regnes med, er et viktig arbeidsområde for Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK).

NORSØK er en privat, selvstendig stiftelse og et nasjonalt senter for tverrfaglig forskning og kunnskapsformidling der målet er å utvikle økologisk landbruk. NORSØK skal bidra med kunnskap for et mer bærekraftig landbruk og samfunn. Fagområdene er økologisk landbruk og matproduksjon, miljø og fornybar energi.

Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK / Gunnars veg 6 / NO-6630 TINGVOLL
Telefon: + 47 930 09 884 / E-post: post@norsok.no / www.norsok.no