

# Mogućnosti korištenja ovčje vune u poljodjelstvu

## The possibilities of using sheep wool in agriculture



Mioč, B., M. Tomić, V. Držaić\*, A. Džaja, I. Širić

### Sažetak

Vuna je u ne tako davnoj povijesti bila jedan od najvažnijih proizvoda ovaca, neizostavan u domaćinstvu i tekstilnoj industriji. No, u posljednjih je nekoliko desetljeća znatno smanjen interes za vunom, osobito onom lošije kvalitete kakve je u Hrvatskoj najviše. Sve se češće događa da vuna ne bude otkupljena i prerađena, nego završi nekontrolirano bačena u prirodi, kao otpad. Stoga je u posljednje vrijeme u Europi i svijetu sve više istraživanja s ciljem pronalaženja održivog rješenja za uporabu vune lošije kvalitete i mogućnosti njezine izravne primjene i u poljodjelstvu. Do sada je predloženo nekoliko načina uporabe sirove, neprane ovčje vune. Jedan je od njih korištenje vune kao malča koji na taj način sprečava rast korova, zadržava vlagu u tlu, povoljno djeluje na smanjenje temperaturnih oscilacija, a razgradnjom otpušta hranjive tvari u tlo koje biljka koristi za svoj rast. Usitnjena vuna pomiješana s tlom djeluje kao izvor hranjiva, pospješuje strukturu i prozračuje tlo te osigurava povoljne uvijete za rast i razvoj korijenova sustava. Preradom vune moguće je dobiti kvalitetne proizvode za primjenu u poljodjelstvu koji se brzo razgrađuju i oslobađaju hranjive tvari nužne za rast biljke.

**Ključne riječi:** ovčja vuna, malč, izvor hranjiva, prerada vune

### Abstract

Wool, in not so distant history, was one of the most important sheep products, essential in households and the textile industry. However, in recent decades interest in wool has been significantly reduced, particularly in wool of poor quality, that is the most common in Croatia. More and more often the wool cannot be redeemed and processed, but ends up dumped uncontrollably in the countryside as waste. Therefore, in recent years in Europe and in the world there has been an increasing amount of research aimed at finding sustainable solutions for the use of low quality wool and enabling its direct application in agriculture. So far, several methods have been proposed to use raw, greasy sheep wool. One of them is the use of wool as mulch to prevent weed growth, retain soil moisture, and it is conducive for reduction of temperature fluctuations. As it decomposes it releases nutrients into the soil, which plants can use for growth. Shredded wool, mixed with the soil, acts as a source of nutrients, improves the soil structure, and releases and provides favourable conditions for the growth and development of the root system. With wool processing it is possible to obtain high-quality products for use in agriculture which rapidly decompose and release nutrients necessary for plant growth.

**Key words:** sheep wool, mulch, nutrient source, wool processing

*Dr. sc. Boro MIOČ, redoviti profesor u trajnom zvanju, Marija TOMIĆ, dipl. ing. agr., stručna suradnica, dr. sc. Valentino DRŽAIĆ, postdoktorand, dr. sc. Ivan ŠIRIĆ, docent, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Ana DŽAJA, mag. Ing., M SAN Grupa Zagreb \*e-mail: vdrzaic@agr.hr*

## Uvod

Jedna od najvažnijih promjena koja se dogodila tijekom procesa pripitomljivanja ovaca jest prelazak dlake u vunu (runo) kao jednu od temeljnih odlika vanjštine, prepoznatljivosti i proizvodnosti većine suvremenih pasmina ovaca. Iz različitih arheoloških nalaza vidljivo je da su i najranije poznate civilizacije koristile vunu za dobivanje filca kao osnove u izradi odjeće i obuće (Ryder i Stephenson, 1968.). Ogrizek (1948.) vunu definira kao skup životinjskih niti, tj. orožnjelih tvorevina kože određene strukture i svojstava koje ih osposobljavaju za pređu. Upravo je jedna od najvažnijih odlika vune podložnost procesu pređenja i tkanja, odnosno mogućnostima njezina oblikovanja prema željenom obliku. U prošlosti je vuna bila znatno važnija negoli danas. Od vune i kože izrađivani su različiti odjevni predmeti, praktički sva odjeća i obuća bila je od ovčje vune i kože. Nažalost, danas uzgajivači ovce strižu radi ovaca, a ne radi vune koju je teško prodati, a i kada se proda, ostvarenim prihodom ne pokrivaju se ni troškovi striže.

Prema podacima Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA) u Hrvatskoj se uzgaja oko 600 000 ovaca, a matičnom je evidencijom obuhvaćeno 39 883 grla (HPA, 2016.). U pasminskoj strukturi dominiraju hrvatske autohtone pasmine koje čine oko 80 % ukupne i uzgojno valjane populacije ovaca (HPA, 2016.). S obzirom na to da sve autohtone pasmine ovaca u Hrvatskoj pripadaju izvornom tipu čistokrvne pramenke ili križancima pramenke i merina, te populacije odlikuje veći prosječni promjer vunskoga vlakna (od 28  $\mu\text{m}$  u creske i dubrovačke ovce do gotovo 37  $\mu\text{m}$  u ličke pramenke; Mioč i sur., 2007.). Navedene prosječne vrijednosti promjera vunskoga vlakna ograničavajući su čimbenik uporabe vune u tekstilnoj industriji. No, u prošlosti je i vuna lošijih kvalitativnih odlika otkupljivana i prerađivana. Prema podacima Statističkog ljetopisa Republike Hrvatske u 2015. godini u Hrvatskoj je proizvedeno 1038 tona neprane vune (Stat. ljetop. Repub. Hrvat. 2016., str. 280) koja zbog svojih nepoželjnih fizikalnih svojstava često završava kao otpad i onečišćuje okoliš.

U Hrvatskoj se ovce navije uzgajaju radi proizvodnje mesa, ponajviše janjetine, dok za proizvodnju mlijeka služi oko 10 – 12 % ukupne populacije ovaca, odnosno između 60 000 i 70 000 grla (Mioč i sur., 2007.). Ni na jednom hrvatskom području proizvodnja ovčje vune nije svrha uzgoja ovaca (Mioč i sur., 2007.). Proizvodnja vune nema gotovo nikakvu gospodarsku važnost, pa ovčari najčešće strižu ovce radi ovaca, a ne radi vune. Većina uzgajivača ovce striže jednom godišnje, i to u proljeće (ovisno o vanjskoj temperaturi), dok je u Istri striža dvokratna,

najčešće u svibnju i rujnu/listopadu (Mioč, 2012.). U Hrvatskoj se striža obavlja češće radi dobrobiti životinje, budući da uglavnom za nepranim runom i vunom nema tržišnog interesa. Nerijetko je hrpe odbačene vune moguće vidjeti na livadama i pašnjacima, na ogradama i zidovima, u šupama i štagljevima i što je najgore, u rijekama, potocima i moru. Takvim načinom gospodarenja vunom, koja je nekada bila važan ovčji proizvod, dobili smo u najmanju ruku izniman ekološki problem. Slična situacija s vunom je i u zemljama Europske unije u kojima je meso, također, primarna namjena uzgoja ovaca. Vuna europskih ovaca je gruba i onečišćena odumrlim vlaknima, iako je u povijesti bila cijenjena sirovina korištena za izradu madraca, proizvodnju odjevnih predmeta ili tekstila za kućanstvo (Zoccola i sur., 2014.). Stoga u nekim europskim državama vunu tretiraju kao otpad, smatrajući kako kao prirodno gnojivo ima velik potencijal u biljnoj proizvodnji (Adi i Pacurar, 2015.). Autori tvrde da je ovčja vuna 100 % prirodan i biorazgradiv materijal koji ne otpušta toksične tvari u podzemne vode. U jednoj toni sirove (neprane) vune približno je 150 kg lanolina, 40 kg sijere (topljivih onečišćenja kao što su kalijeve soli iz znoja i izmeta), 150 kg prašine (zemlje), 20 kg biljnih ostataka te rezidua insekticida, a ostatak od oko 640 kg čine vunska vlakna (Zoccola i sur., 2014.).

Posljednjih je godina u svijetu, a sve više i u Hrvatskoj, povećan interes za zbrinjavanjem tekstilnoj industriji neinteresantne vune. Pionirski pokusi potvrđuju mogućnosti korištenja vune kao malča u uzgoju povrća, kao hranjiva i poboljšivača strukture tla (O'Briant i Charlton-Perkins, 2012.). Zheljzakov (2005.) osobito naglašava pozitivne prednosti vune kao izvora hranjivih tvari u kontejnerskoj biljnoj proizvodnji. Navedena primjena vune još je nedovoljno istražena te nedostaju relevantni znanstveni pokazatelji koji bi potkrijepili navedene prednosti, ali i možebitne nedostatke njezine primjene u poljodjelstvu. Interes za zbrinjavanjem neprane ovčje vune u poljoprivrednoj proizvodnji postoji i u europskim zemljama, što potvrđuju određeni projekti u svrhu dobivanja spoznaja koje bi omogućile uporabu sirove (Adi i Pacurar, 2015.) ili termički obrađene vune: zelena hidroliza sa zagrijanom vodom (projekt Life+GreenWoolF; Zoccola i sur., 2014.). Cilj Life+GreenWoolF projekta jest dokazati da vuna tretirana kao otpad može biti reciklirana u dopunska gnojiva pogodna za travnjake i, drugo, zelenim i gospodarski održivim procesom utemeljenim na hidrolizi vune zagrijanom vodom.

Cilj je rada temeljem dostupnih literaturnih podataka utvrditi načine uporabe vune u poljodjelstvu koji

bi bili primjenjivi i u Hrvatskoj te poslužili za možebitno kvalitetno zbrinjavanje trenutačno tržištu neinteresantne vune.

### Vuna kao malč

Najjednostavniji i najjeftiniji način uporabe neprane ovčje vune jest korištenje u izvornom obliku, bez pranja i prerade, u neposrednoj blizini mjesta striže. Jedan je od načina uporaba vune za prekrivanje gredica u biljnoj proizvodnji, odnosno za malč. S takvim načinom uporabe vune započeli su vrtlari i ekološki proizvođači povrća i voća koji su malčem prekrivali proizvodne gredice. Runo su usitnjivali i stavljali na dno povišenih gredica ili njime prekrivali prethodno kultiviranu i zalivenu površinu oko biljaka. Pri toj je primjeni nužno ostaviti prostor oko biljke kako u kontaktu s vunom koja zadržava vodu ne bi došlo do truljenja. Vuna korištena za malč dobro prekriva gredicu i učinkovito sprečava rast korova, umanjuje evaporaciju te time umanjuje potrebne količine vode za navodnjavanje. Uz to, osigurava povoljnu strukturu tla te sprečava stvaranje pokorice. S obzirom na to da je vuna dobar izolator, umanjuje temperaturne oscilacije u površinskom sloju tla i osigurava povoljniju temperaturu za rast biljaka, djeluje repellentno na divljač, a razgradnjom otpušta hranjive tvari u tlo (O'Briant i Charlton-Perkins, 2012.). Da se razgradnjom vune u tlo otpuštaju biljkama dostupne hranjive tvari nužne za njihov rast zaključuju Zheļjaskov (2005.), Zheļjaskov i sur. (2009.), Górecki i Górecki (2010.), Suruchi i sur. (2014.) te Seibold i sur. (2015.). Osim uporabe neprerađene sirove vune za malč u biljnoj proizvodnji, istraživana je i mogućnost primjene tkanih vuneni (Hoover., 2000.) i netkanih vuneni malčeva (Duppong i sur., 2004.), koji su osobito učinkoviti u sprečavanju rasta korova, smanjenju evaporacije vode i ublažavanju temperaturnih varijacija tla.

Na američkom tržištu malč od vune komercijalnog naziva „Woolch“ povoljno djeluje na sprečavanje rasta korova, zadržava vodu u tlu pospješujući zakorjenjivanje biljaka i povećanje prinosa uzgajane kulture (Anderson, 2006.). Autor tvrdi da se nakon uporabe malč od vune može zaorati u tlo koje onda obogaćuje dušikom, pomaže u prozračivanju te sprečava njegovo zbijanje, a ujedno je i 100 % biorazgradiv. O'Briant i Charlton-Perkins, (2012.) objavili su rezultate višegodišnjeg istraživanja korištenja vune u obliku malča za prekrivanje gredica u proizvodnji povrća. Korištena je sirova, neprana i neprerađena vuna tako da su čitava runa razbacali po površini gredice u debljini sloja od 10 do 15 cm. Prva godina pokusa (2010.) bila je sušna, ali nije bilo primjene na-

vodnjavanja. Rezultati pokusa bili su sljedeći:

1. znatno veći prinos patlidžana (i do četiri puta) s gredica prekrivenim malčem vune od onih s kontrolnih gredica
2. tretirane biljke bile su znatno bujnije i tamnijeg lišća što upućuje na bolju opskrbljenost dušikom iz vune
3. štete od divljači uočene su samo na gredicama koje nisu bile tretirane vunom.

### Vuna kao gnojivo

Intenzivna poljoprivredna proizvodnja jedan je od najvećih onečišćivača okoliša, ponajprije tla i podzemnih voda zbog prekomjerne uporabe anorganskih, ali i organskih gnojiva. Brojne „otpadne materijale“ kao što su: biokrutina (mulj iz kanalizacije), kompost komunalnog otpada, životinjski gnoj, različiti kompostirani ili sirovi organski materijali tradicijski služe kao izvor hranjiva za poljoprivredne usjeve (Zheļjaskov, 2005.). I dok je velik broj dostupnih istraživanja o navedenim organskim materijalima kao izvorima hranjiva, malo je onih koja se bave istraživanjem vune kao potencijalnog izvora hranjivi tvari u biljnoj proizvodnji (Zheļjaskov, 2005.). Sirova i nečista vuna bogata je hranjivim tvarima koje postupno otpušta u tlo, a biljka ih koristi za svoj rast. U vuni je najviše ugljika (50 %), zatim dušika (16 – 17 %) i sumpora (3 – 4 %) koji imaju važnu ulogu u ishrani biljaka (Von Bergen, 1963.; cit. Zoccola i sur., 2014.). Koncentracije makroelemenata važnih za biljnu proizvodnju sadržanih u ovčjoj vuni navodi više autora (Zheļjaskov, 2005.; Patkowska-Sokola i sur., 2009.; Suruchi i sur., 2014.), a vrijednosti su prikazane u tablici 1.

Iz rezultata prikazanih u tablici 1 vidljivo je da je zastupljenost pojedinih makroelemenata u vuni različita i pod znatnim utjecajem genotipa. Uz to, kemijski sastav vune je i pod utjecajem hranidbe (količine i kvalitete hrane) te klimatskih uvjeta uzgojnog područja (Patkowska-Sokola i sur., 2009.). Na kvalitetu vune i njezin kemijski sastav djeluju i spol, dob, zdravlje životinje i dr. (Ramírez-Pérez i sur., 2000.). Ovčja vuna sadržava makroelemente (tablica 1) koji razgradnjom dopijevaju u tlo i postaju dostupni biljci. Stoga, uporaba vune kao izvora hranjivih tvari djeluje na koncentraciju S, Ca i Na u tlu, a posljedično i u biljnom tkivu (Suruchi i sur., 2014.). Potrebno je naglasiti da vunu odlikuje zakašnjela i niža mineralizacija koja ograničava rast biljaka kraće vegetacije (Seibold i sur., 2015.). Vunska vlakna unesena u tlo pod utjecajem vode se šire, prozračuju tlo i tako povoljno djeluju na razvoj korijenova sustava biljke. Ovčju vunu odlikuju superiorna svojstva kapaciteta apsorpcije i

Tablica 1. Koncentracija makroelemenata u ovčjoj vuni

Hranjivo (g/kg)	Zheljzkov (2005.)	Patkowska-Sokola i sur. (2009.)	Suruchi i sur. (2014.)
Dušik (N)	1,08	-	1,10
Ugljik (C)	283	-	296
Kalcij (Ca)	1,09	1,79-2,90	1,089
Fosfor (P)	0,805	0,148,0-0,284,0	0,125
Natrij (Na)	1,168	1,49-2,17	1,10
Kalij (K)	32,980	0,643-0,755	0,187
Magnezij (Mg)	0,335	0,121-0,591	0,185
Sumpor (S)	51,3	18,73-22,04	32,10

Tablica 2. Koncentracije teških metala u vuni

Teški metal (mg/kg)	Zheljzkov (2005.)	Patkowska-Sokola i sur. (2009.)	Suruchi i sur. (2014.)
Željezo (Fe)	234	22,03-513,17	12,47
Bakar (Cu)	8	5,30-10,30	8,54
Mangan (Mn)	21	3,37-22,93	8
Cink (Zn)	501	73,60-88,80	230
Aluminij (Al)	119	53,65-620,83	-

zadržavanja vode što sprečava isušivanje tla i na taj način umanjuje mogućnost erozije (Adi i Pacurar., 2015.). No, osim hranjiva važnih za rast biljaka, vuna sadržava i teške metale koji onečišćuju tlo, a posljedično i biljke koje rastu na takvom tlu. Koncentracije teških metala u ovčjoj vuni prikazane su u tablici 2.

Iz tablice 2 vidljivo je da ovčja vuna, uz poželjne makroelemente, sadržava i teške metale koji razgradnjom vune dopijevaju u tlo. Suruchi i suradnici (2014.) utvrdili su povećane koncentracije Fe, Cu, Zn i Mn u tlu, ali i u biljnom tkivu uporabom vune kao izvora hranjivih tvari u proizvodnji graha (*Cyamopsis tetragonoloba*). Autori tvrde da je za proizvodnju graha dovoljno 6,6 grama vune po kilogramu tla ili 14 784 kg/ha za najmanje 2 – 3 žetve bez dodatka drugih hranjiva. Uporaba neprane i neprerađene vune Texel i Rideau Arcott ovaca pomiješane sa zemljom povoljno djeluje na povećanje  $\text{NH}_4\text{-N}$  i  $\text{NO}_3\text{-N}$  u tlu te povećanje ukupne količine dušika (i proteina) u biljci. Spora razgradnja vune omogućuje i sporo otpuštanje hranjiva (S, N, P i K) i njihovo ispiranje u pod-

zemne vode (Zheljzkov, 2005.). Sporo otpuštanje dušika iz vune posljedica je njezine otežane mikrobne razgradnje u tlu zbog kemijske strukture vunskog vlakna koje je keratin, odnosno jedan od najvažnijih neprehrambenih proteina životinjskog podrijetla, a koji je i temeljni sastojak dlake, perja, kose, noktiju, papaka, kopita i rogova. Keratin je strukturni protein koji sadržava velik udio aminokiseline cisteina, koja sadržava sumpor i tvori sumpor-sumpor cisteinske veze s drugim intramolekularnim ili intermolekularnim ostacima cisteina (Zoccola i sur., 2014.). Intermolekularne cisteinske veze, plus peptidne i vodikove veze, odgovorne su za visoku stabilnost keratina, dajući mu snagu i krutost, ali također i netopljivost što ograničava prirodnu razgradnju (MacLaren i Milligan, 1981.; cit. Zoccola i sur., 2014.). Sporo otpuštanje hranjiva iz vune umanjuje i mogućnost pretjerane ishranjenosti biljaka tijekom sezone (Adi i Pacurar, 2015.). Utvrđeno je da vuna u izvornom obliku djeluje pozitivno na rast i razvoj biljaka te na bujnost biljke i broj izboja (Hoover, 2000.). Seibold i suradnici



(2015.) tvrde da te biljke imaju produljenu vegetacijsku sezonu, da su otpornije na napade štetnika, a da je tlo rahlije i hladnije te se lakše postižu optimalni uvjeti za rast i razvoj. Górecki i Górecki (2010.) naglašavaju pozitivan učinak vune i za 33 % veći prinos rajčice, paprike i patlidžanima, dok je Böhme (2008.) slične rezultate ostvario u proizvodnji krastavaca. Vončina i Mihelič (2013.) nakon dvogodišnjeg pokusa u uzgoju šparoga zaključili su da je ovčja vuna dobar izvor dušika u tlu, s tim da su postigli najbolji udio nitrata u tlu dodavanjem 2 tone vune po hektaru.

## Hidroliza vune

Jedan od velikih nedostataka vune i njezina korištenja u prirodnom obliku jest nepraktičan volumen, otežano usitnjivanje i razbacivanje po površini. Uz to, čvrste kemijske veze unutar vunskoga vlakna onemogućuju zadovoljavajuću razgradnju vune u prirodnim uvjetima i ograničavaju dostupnost biljkama korisnih hranjiva. Modifikacija strukture keratina, odnosno cijepanje disulfidnih mostova (veza sumpor-sumpor cistein) i peptidnih veza, može biti provedena kemijskim, fizikalnim i enzimskim tretmanima (Zoccola i sur., 2014.). Hidrolizu je moguće provesti različitim postupcima i kemijskim sredstvima. No, kuhanje u alkalnom mediju najčešći je i vrlo pouzdan način učinkovite hidrolize keratina (Zoccola i sur., 2014.). Završni proizvod ovčje vune, nakon alkalne hidrolize, sadržava od 75 do 80 % u vodi topljivih sastojaka (peptida, aminokiselina, lipida, nekih ugljikohidrata, soli, boja, kalijevih iona) i od 20 do 25 % djelomično razgrađenog visokodisperziranog keratina (Nustorova i sur., 2006.). Primjenom proizvoda dobivenog alkalnom hidrolizom za gnojidbu tla ne narušava se pH vrijednost tla što upućuje na veći puferni kapacitet i veću dostupnost aniona u tlu (Nustorova i sur., 2006.). Nadalje, poboljšana je mineralizacija dodatnog hidrolizata u tlu s različitim skupinama mikroorganizama. Štoviše, povećanom količinom primijenjenog hidrolizata povećavao se i broj mikroorganizama u tlu što osigurava primjerenu razgradnju organske tvari (Nustorova i sur., 2006.). Nasuprot tome, hidroliza ovčje vune pregrijanom vodom u kontroliranim uvjetima omogućuje dobivanje nehidroliziranog krutog ostatka koji se ponaša kao gnojivo i postupno otpušta hranjiva u tlo (Zoccola i sur., 2014.).

## Supstrati od vune

Posljednjih godina na tržištima različitih zemalja dostupni su supstrati za primjenu u biljnoj proizvodnji koji u svom sastavu sadržavaju ovčju vunu. Velika Britanija nedavno je na tržište stavila različite

supstrate (engl. *Wool Compost*) za rast presadnica voća, povrća, salata i dr., proizvedenih od kombinacije ovčje vune i paprati. Povratne informacije pokazuju da je navedeni supstrat odličan za uzgoj presadnica salata i lončanica. Navodi se da nakon sadnje nije potrebno biljku dodatno prihranjivati te da je znatno poboljšana kapacitet supstrata za vodom. Također se navodi da je zbog znatne količine fosfora razvoj korijena sustava brži, a broj korijenovih dlačica znatno veći što supstrat čini vrlo pogodnim za uzgoj presadnica i balkonskog bilja (<http://www.fennelandfern.co.uk/blog/2014/01/06/review-wool-compost/>).

Primarna funkcija peleta od ovčje vune komercijalnog naziva „Slug Gone“ jest zaštita biljaka od glodavaca. Pelete proizvedene od 100 % vune rasipaju se oko biljaka u obliku malča ili samo kao barijere oko gredica (manje djelotvorne). Pelete djeluju kao mehanička barijera za prelazak puževa (zahvaljujući građi kutikule). Za razliku od većine trenutno dostupnih kemijskih sredstava čija je djelotvornost vremenski ograničena i umanjena zbog djelovanja atmosferilija, pelete od vune imaju stalan učinak. Djelovanje kiše ih *filca* i na taj način čini još učinkovitijima, a povoljno djeluju i na smanjenu zakorovljenost te evaporaciju, dok su plodovi narasli na vuni zaštićeni od prljavštine i s manje nečistoća u pazušcima listova (<http://www.vitax.co.uk/slug-gone-wool-pellets/>).

Pelete od ovčje vune nalaze se i na tržištima Njemačke, Austrije, Kanade, Italije, SAD-a i registrirane su kao organsko gnojivo (Böhme i sur., 2012.). Kanadska verzija gnojiva ima dodane ekološki prihvatljive sastojke koji povećavaju hranjivu vrijednost (*Syndicat des producteurs ovis du Bas Saint Laurent iz Quebeca*). Preporučuje se pelete unositi u tlo jednom godišnje u zonu korijena. Tako unesene imaju najbolji učinak jer se na taj način razgrađene i lako dostupne hranjive tvari nalaze u neposrednoj blizini korijenova sustava biljke (Dessureault, 2012.).

Njemačke pelete su od 100 % vune, također imaju ekološki certifikat, ali se preporučuje rabiti ih u malim količinama uz postojeća gnojiva. Na taj način peletirana vuna pospješuje njihovo djelovanje smanjivanjem ispiranja u dublje dijelove tla, osiguravajući određene količine vode u zoni korijena. U istraživanju u kojemu je lončanicama dodavano 10 g peletirane vune uz normalnu prihranu mineralnim gnojivima postignuti su jako dobri rezultati. Ukrasne biljke korištene u pokusu imale su veći broj izboja i bile su znatno boljeg općeg stanja (Hartford, 2008.).

Na navedenoj web stranici naglašava se da pelete komercijalnog naziva „Flora Pell“ imaju vrlo nizak sadržaj teških metala, znatno ispod razina koje se navode za prirodna tla. Adi i Pacurar (2015.) tvrde da je peletirana

Tablica 3. Kemijski sastav FloraPell peleta

Sastojak	Udio (%)
Ukupni dušik (N)	10 – 12
Kalij (K <sub>2</sub> O)	4 – 6
Ukupni sumpor (S)	1.8 – 2
Fosfor-pentoksid (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,15 – 0,17
Magnezij oksid (MgO)	0,05
Organska tvar	oko 85% suhe tvari
pH	oko 8,8

(Izvor: <http://www.florapell.de/englisch/information/>)

vuna ekološki prihvatljivo gnojivo koje razgradnjom ne oslobađa toksične tvari u okoliš, a budući da ne mijenja fizikalna i kemijska svojstva tla, povoljno djeluje na mikrofloru tla. Osim činjenice da osiguravaju hranjiva (formulacijom najsličnija NPK 9:2:1 s Ca, Mg, Fe, S) i skladište za vodu u zoni korijena, velika je prednost peleta što razrahljuju zemlju te na taj način osiguravaju lakši rast korijenove mase i razvoj korijenovih dlačica.

Studije koje su proveli američki uzgajivači rajčice pokazuju da već 10 % peleta od vune u supstratu za rast znatno utječe na povećanje korijenove mase (<http://wildalleyfarms.com/wool-pellets.html>). Istraživanjima u Turskoj utvrđeno je da je pojava crva i nematoda koji oštećuju biljku i nasade znatno smanjena uporabom peletirane ovčje vune (<http://sheepwoolfertilizer.com>). Gnojivo od peletirane vune ima određene prednosti: peletira se prljava vuna bez pranja, čvrste i stabilne pelete jednostavne su za transport i rasipanje već postojećom mehanizacijom, uvijek su dostupne na tržištu, nemaju neugodan miris, poboljšavaju tlo te djeluju pozitivno na razvoj korijena, čime se postiže brži rast biljke. Najvažniji nedostaci tog gnojiva su: visoki troškovi prikupljanja sirovine i transport na mjesto prerade (osobito prikupljanje vune na otocima i transport na kopno), nedovoljna infrastruktura, prostorna raširenost uzgajivača ovaca i mala stada, visoki inputi koji rezultiraju visokom cijenom proizvoda, nevoljkost/nepovjerenje za primjenu novih vrsta ekoloških gnojiva i dr.

### Vuna kao supstrat za hidroponski uzgoj

Potencijalno zanimljiv način korištenja vune je mogućnost korištenja u obliku supstrata za hidroponski uzgoj. Hidroponski je uzgoj metoda komer-

cijalnog uzgoja biljaka u tekućem mediju, odnosno inertnom mediju kojemu se dodaje otopina hranjivih tvari. Prema pravilniku o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (Anonymus, 2010.), hidroponski uzgoj definiran je kao metoda uzgoja s korijenom samo u otopini inertne tvari ili inertnom mediju kao perlit, pijesak ili mineralna vuna kojima se dodaje otopina hranjivih tvari. Trenutačno se u tu svrhu najviše rabe kamena vuna, kokosova vlakna i treset. No, problem navedenih supstrata jest velika količina koju je svake godine potrebno ukloniti, a taj otpad nije moguće zaorati kao vunu. Böhme i sur. (2008.; 2012.) uspoređujući supstrate za rast na bazi kokosovih vlakana i onoga od ovčje vune utvrdili su da unatoč činjenici da je supstrat od kokosovih vlakana u masovnoj primjeni, znatno se boljim pokazao supstrat od ovčje vune. Testiranjem supstrata od vune u hidroponskom uzgoju utvrđeni su od 19 do 42 % bolji rezultati u ostvarenom prinosu, dok je analizom supstrata utvrđeno da ovčja vuna u početku primjene ima veći zračni kapacitet (70 %) od ostalih supstrata čiji je kapacitet od 18 do 58 %, no da se taj kapacitet u vuni znatno smanjuje nakon zasićenja vodenom otopinom (na 43 %). Kapacitet vode u ovčjoj vuni povećava se s 23 % na početku korištenja na 44 % nakon korištenja. Gustoća od 70 do 80 g/L<sup>-1</sup> manja je od gustoća ostalih supstrata što povoljno djeluje na razvoj korijenovih dlačica. Također je testirana mogućnost uporabe neoprane vune, no zbog higijenskih čimbenika preporučuje se supstrat od oprane vune.

### Zaključak

Vuna merino-ovaca neizostavno je vlakno namijenjeno preradi u tekstilnoj industriji, ali nažalost i s njom se, kao i s vunom lošije kvalitete, događa da biva odbačena u okoliš. No, posljednjih je godina sve više pokušaja različite uporabe vune, osobito one nesortirane i lošije kvalitete. Jedan od važnijih oblika korištenja vune jest primjena u poljoprivredi u različite svrhe. S obzirom na to da kvaliteta vune hrvatskih pasmina i populacija ovaca ne zadovoljava kriterije tekstilne industrije te sve češće postaje ekološki problem, izgledan načina njezina zbrinjavanja i primjene jest u poljodjelstvu. Na taj je način ovčju vunu moguće koristiti kao: malč za pokrivanje gredica (usitnjena prana ili neprana vuna), izvor hranjiva (peletirana vuna i vuna podvrgnuta hidrolizi) te supstrat za rast biljaka u hidroponskom uzgoju. S obzirom na postojanje različitih mogućnosti uporabe ovčje vune u poljoprivredi, preporučuje se koristiti one koji su gospodarski i ekološki najprikladniji.

## Literatura

- ADI, M., I. PACURAR (2015): Study on the Use Sheep Wool in Soil and Fertilization as the Mixture into Cubes Nutrients. *ProEnvironment*. 8, 290-292
- ANDERSON, P. (2006): Barry Blankets: Waste wool and wood fibre make a garden friendly mulch. *Ag Innovation News*. 15 (2). [citirano 10. siječnja 2017.] Dostupno na: <http://www.auri.org/2006/04/berry-blankets/>.
- ANONYMUS (2010): Pravilnik o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja. *Narodne novine*, BR. 139/10.
- BÖHME, M., J. SCHEVCHENKO, S. HERFORT, I. PINKER (2008): Cucumber growth in sheepwool slabs compared with other organic and mineral substrates. *Acta Hort.* 779, 299 - 306
- BÖHME, M., I. PINKER, H. GRÜNEBERG, S. HARFORT (2012): Sheep wool as Fertiliser for Vegetables and Flowers in organic farming. *Acta Hort.* 933, 195- 202.
- DESSUREAULT, M. (2012): Sheep Help Fertilize Plants. [citirano 15. veljače 2017.] Dostupno na: <http://reseautranstech.qc.ca/.../Biopterre-Sheep-help-fertilize-plants-09-486>.
- GÓRECKI, R. S., M. T. GÓRECKI (2010): Utilization of Waste Wool as Substrate Adandment in Pot Cultivation of Tomato, Sweet Pepper, and Eggplant. *Polish J. of Environ. Stud.* 19(5),1083-1087.
- HPA (2016): Godišnje izvješće za 2015. godinu: Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. Križevci.
- HERFORT, S. (2008): Application of manure fertilizer on the basis of sheep's wool in the horticulture. [Citirano 13. veljače 2017.] Dostupno na: <http://www.iasp.asp-berlin.de/bilder/sheep2.pdf>
- HOOVER, E. (2000): Bio – based Weed Control in Strawberries Using Sheep Wool Mulch, Canola Mulch, and Canola Green Manure. *Greenbook 2000*. Energy and sustainable agriculture program. Minnesota Department of Agriculture. 83-86.
- MIOČ, B.; Z. PRPIĆ, Z. BARAĆ, I. VNUČEC. (2012): Istarska ovca - hrvatska izvorna pasmina. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza, Zagreb.
- MIOČ, B., V. PAVIĆ, V. SUŠIĆ (2007): *Ovčarstvo*. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.
- OGRIZEK, A. (1948): *Ovčarstvo*. Poljoprivredni nakladni zavod Zagreb, II. Izdanje.
- O'BRIANT, M., K. CHARLTON PERKINS (2012): Mulching with wool: opportunities to increase production and plant viability against pest damage while creating new regional markets for kempy (unsalable) wool. Završno izvješće projekta FNC10-797. SARE. [Pristupljeno 18. siječnja 2017.] Dostupno na: [http://mysare.sare.org/sare\\_project/fnc10-797/?page=final](http://mysare.sare.org/sare_project/fnc10-797/?page=final)
- RAMÍREZ-PÉREZ, A. H., S.E. BUNTINX, C. TAPIA-RODRÍGUEZ, R. ROSILES (2000): Effect of breed and age on the voluntary intake and the micro-miner status of non-pregnant sheep: 1. Estimation of voluntary intake. *Small Ruminant Res.* 37, 223-229.
- RYDER, M. L.; S. K. STEPHENSON (1968): *Wool growth*. Academic Press, London – New York.
- SEIBOLD, G., D. LOHR, E. MEINKEN (2015): Waste sheep wool – an alternative nitrogen source for organically grown potted herbs? *DGG-Proceedings*. 5(7), 1-5.
- STAT. LJETOP. REPUB. HRVAT. (2016): Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2016. Godina 48. Zagreb.
- NUSTOROVA, M., D. BRAIKOVA, A. GOUSTEROVA, E. VASILEVA-TONKOVA, P. NEDKOV (2006): Chemical, microbiological and plant analysis of soil fertilized with alkaline hydrolysate of sheep's wool waste. *World J. Microb. Biot.* 22, 383-390.
- VON BERGEN, W. (1963): *Wool Handbook Vol. 1*, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons, New York-London.
- VONČINA, A., R. MIHELIĆ (2013): Sheep wool and leather waste as fertilizers in organic production of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Acta Agr. Slo.* 101, 191-200.
- ZHELJAZKOV, V. D. (2005): Assessment of Wool Waste and Hair Waste as Soil Amendment and Nutrient Source. *J. Environ. Qual.* 34, 2310-2317.
- ZHELJAZKOV, V. D., G. W. STRATTON, J. PINCOCK, E. A. JELIAZKOVA, N. K. NEDKOV, P. D. GERARD (2009): Wool-waste as organic nutrient source for container-grown plants, *Waste Manage.* 29, 2160-2164.
- ZOCCOLA, M., A. MONTARSOLO, R. MOSSOTTI, A. PETRUCCO, C. TONIN (2014): Green hydrolysis conversion of wool wastet into organic nitrogen fertilisers. In: 2<sup>nd</sup> international conference on sustainable and solid waste management (ATHENS, 12th-14th june). *Zbornik radova*. Atena (1-11).
- <http://www.florapell.de/englisch/information/>
- <http://www.fennelandfern.co.uk/blog/2014/01/06/review-wool-compost/>
- <http://sheepwoolfertilizer.com>
- <http://www.vitax.co.uk/slug-gone-wool-pellets/>
- <http://wildualleyfarms.com/wool-pellets.html>