

## MEHANSKE LASTNOSTI VODIL ZA HMELJ IZ NARAVNIH MATERIALOV NA POSESTVU IHPS

dr. Barbara Čeh, izr. prof. dr. Tatjana Rijavec, Gregor Leskošek

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani

### Sintetična vodila – da ali ne?

Sintetična vodila za hmelj imajo odlične mehanske lastnosti, odpornost na kemikalije, ne vpijajo vode, ne gnijejo in ne plesnijo. Lahko bi se jih celo uporabljalo v več kot eni sezoni, vendar je to nemogoče zaradi njihove prepletenosti s trtami. Problem teh vodil je vsakoletno kopičenje v okolju, saj jih skupaj s hmeljem odnesemo z njive in po obiranju storžkov pristanejo v kupu hmeljevine, vozli pa na njivi v tleh, kjer se prav tako kopičijo iz leta v leto. Bistveni problem teh vodil je namreč njihova biološka nerazgradljivost. Hmeljevino bi bilo zato potrebno po kompostiranju temeljito presejati, da se ostanki sintetičnih (največkrat polipropilenskih) vodil ne bi vnašali na obdelovalne površine, hkrati ko s kompostom vračamo njivam nazaj dragoceno organsko snov. Na ta način bistveno zmanjšamo količino proizvedenega odpada.

### Vrvice iz naravnih materialov

Poleg polipropilenskih vrvic, ki jih uporabljajo pri nas, uporabljajo v svetu kot vodila za hmelj najpogosteje jeklene žice in vrvice iz kokosovih vlaken. Poleg slednjih pa obstajajo še vrvice iz drugih naravnih materialov, kot so iz vlaken sisala, pridobljenih iz listov rastline *Agave sisalana*, vlaken abake (manile), pridobljenih iz stebelnih listov palme *Musa textilis*, lanenih vlaken, pridobljenih iz stebel lana (*Linum usitatissimum*), konopljenih vlaken iz stebel industrijske konoplje (*Cannabis sativa*) in jute iz stebel rastlin *Corchorus capsularis*.

### Vodila iz naravnih materialov – da ali ne?

Vrvice iz naravnih vlaken imajo bistveno manjšo trdnost oziroma moč od vrvic iz sintetičnih vlaken, absorbirajo vodo, dovzetne so za gnilobo in plesnijo. Ker pa so biorazgradljive, predstavljajo dobro zamenjavo za vodila iz sintetičnih materialov, saj bi z njihovo uporabo lahko bistveno zmanjšali vpliv na okolje in si olajšali obdelavo tal v hmeljiščih, kjer se ne bi ovijale na orodje in s tem oteževale obdelavo tal. Vendar pa je najprej potrebno definirati, kakšne lastnosti morajo te vrvice imeti, da jih lahko uporabimo kot vodila v hmeljarstvu. Potrebno je, da je vrvica odporna na vremenske razmere med rastno sezono in da zdrži maso hmelja do konca rastne sezone, masa rastline hmelja lahko namreč doseže tudi do 35 kg, poleg tega se obremenitev poveča v času neviht, vetra in

dežja, obenem pa ne sme biti premočna v času obiranja, da se pri trganju z žičnice ne naredi škoda.

Kot je predstavljeno v članku **Vodila iz naravnih materialov – iz preizkušanja v prakso** (objavljenem prav tako v tokratni številki revije Hmeljar), smo v preteklih letih na posestvu IHPS preizkušali veliko število različnih vrvic. Tri med njimi so se doslej pokazale kot najprimernejše za vodila v hmeljarstvu, zato smo jih vključili v podrobno analizo strukture in mehanskih lastnosti.

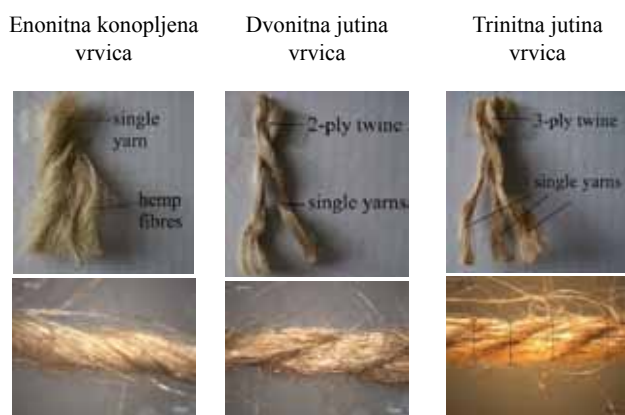
### V smeri urinega kazalca ali v nasprotni smeri?

Lastnosti vrvic so neposredno odvisne od lastnosti vlaken (trdnosti, dolžine, enakomernosti), iz katerih so izdelane, in od postopka izdelave. Tu je pomembno število zavojev, ki je potrebno, da vzporedno razporejena vlakna med seboj povežemo v čvrsto nitko, ki jo strokovno imenujemo prejica. Takšno prejico lahko že uporabimo kot vodilo, lahko pa sukamo po dve ali več prej skupaj v močnejšo in debelejšo vrvico. Število zavojev in smer vitja močno vplivata na trdnost vrvice, ki je v prvi vrsti odvisna od moči in dolžine vlaken, iz katerih je izdelana. Večje kot je število zavojev, bolj je vrvica močna, kompaktna in gladka, a preveliko število zavojev lahko povzroči krotovičenje vrvice in zmanjšanje trdnosti. Vrvice lahko vijemo v dveh različnih smereh: v smeri urinega kazalca (smer Z) ali v nasprotni smeri urinega kazalca (smer S). Za kakovost večnitnih vrvic, ki jih izdelamo s sukanjem enonitnih vrvic, je pomembno, da se smer vitja v zaporednih postopkih izmenjuje: npr. če ima enonitna vrvica smer vitja S, potem moramo v naslednji stopnji vitja pri izdelavi večnitne vrvice uporabiti vitje Z, ker bo takšna vrvica pri uporabi (npr. pri odvijanju iz navitka) mirna, se ne bo samodejno zvijala. Izmenjava smeri vitja tako uravnovesi sile le-tega v predhodnem nivoju.

### Jutina in konopljena vlakna, jutine in konopljene vrvice

Mehanske lastnosti vrvic določajo surovinska sestava in konstrukcijske karakteristike. Čim bolj vite in sukane so vrvice, tem boljše mehanske lastnosti imajo: višjo trdnost, nižjo raztegljivost in manjšo nagnjenost k obrabi. Jutina in konopljena vlakna so vlakna iz rastlin iz kmetijske pridelave, ki služijo rastlinam kot oporno tkivo. Njihova kakovost je odvisna od rastnih razmer

in procesa izločanja vlaken iz stebel. Vlakna iz jute in konoplje so lignocelulozna. Juta vsebuje 58–63 % celuloze, 20–24 % hemiceluloz, 12–15 % lignina ter nekaj malega maščob, voskov, pektina, vode in anorganskih snovi. Vlakna konoplje vsebujejo 55–70 % celuloze, 7–19 % hemiceluloz, 2–5 % lignina ter prav tako nekaj malega maščob, voskov, pektina, vode in anorganskih snovi. Preučevali smo enonitno konopljeno ter dvo- in trinitno jutino vrvico. Vrvice so predstavljene na sliki 1. Na vrvicah je rasel hmelj, vzorce pa smo odvzeli v času obiranja v letu 2013. Na nekaterih vrvicah ni bilo rastlin, vendar so bile izpostavljene enakim vremenskim razmeram kot tiste z rastlinami. Povprečen premer vrvic je bil med 2,1 (trinitna jutina vrvica) in 3,4 mm (dvonitna jutina vrvica), debelina konopljene vrvice je bila 3,0 mm.



Slika 1: Preučevane vrvice iz naravnih materialov v poljskih poskusih

Medtem ko je bila konopljena vrvica enojna preja, sta bili obe jutini vrvici sukani preji, izdelani z vitjem dveh oziroma treh enojnih prej skupaj. Jutini vrvici sta bili sukani s približno enakim številom zavojev, vendar iz različnih izhodnih prej. Za dvonitno sukano jutino prejo (angl. 2-ply twine) je bila uporabljena manj vita enojna



Slika 2: Vrvice iz konopljenih in jutinih vlaken so bile ob koncu rastne sezone hmelja v letu 2013 zaradi učinka sončne svetlobe (predvsem UV žarkov), rose, dežja in gnitja drugačne barve kot na začetku sezone; jutini vrvici sta spremenili barvo iz rdečkaste v sivkasto, konopljena pa iz rjavkaste v sivkasto.

preja kot za izdelavo trinitne sukane jutine preje (angl. 3-ply twine). Znano je, da bolj vite enojne preje dajo bolj kompaktno, trše in močnejše vrvico. Obe jutini vrvici sta bili zelo kompaktni, trinitna še posebej. Vrvica iz konopljenih vlaken pa je bila mehka in stisljiva. Ob koncu rastne sezone so se vrvice med seboj razlikovale že po barvi (slika 2).

### Pri staranju na njivi vrvice manj žilave

S staranjem na njivi se je vrvicam zniževala žilavost, postajale so manj elastične in so prenesle nižje obremenitve. Razgradnja vrvic je bila bolj ali manj podobna po njihovi celotni dolžini. Ker največjo maso hmelja nosi najvišje ležeči del vrvice, je tam najbolj šibka točka. Poleg tega je na mestu, kjer je vrvica navezana na žico, možno drgnjenje ob žico, kar šibkost mesta še poveča. Pri izpostavljenosti vremenskim razmeram so se v poljskih poskusih mehanske lastnosti preučevane konopljene vrvice veliko bolj poslabšale kot pri vrvicah iz jute.

### Najbolj primerne sukane vrvice

Ugotovili smo, da so kot vodila za hmelj primernejše večnitne sukane kot enonitne vrvice. Enonitni vrvici iz konopljenih vlaken, ki je bila uporabljena v raziskavi, so se mehanske lastnosti bolj poslabšale kot večnitnim jutinim vrvicam. Na poslabšanje mehanskih lastnosti vrvic vpliva predvsem izpostavljenost sončni svetlobi, medtem ko ima razgradnja vrvic zaradi razvoja plesni in mikroorganizmov ter škropljenja (primerjali smo integrirano in ekološko pridelavo) manjši vpliv. V mokrem se je jutinima vrvicama natezna trdnost bolj znižala kot konopljeni vrvici, vendar se je konopljeni vrvici veliko bolj povečala razteznost v mokrem kot jutinima vrvicama. Poleg tega smo ugotovili, da se je bolj vita trinitna sukana vrvica v mokrem manj raztezala od manj vite dvonitne sukane vrvice. S staranjem se je vrvicam zmanjšala žilavost; postale so manj raztegljive in manj trdne.

Doslej torej ugotavljamo, da so kot vodila za hmelj primernejše večnitne kot enonitne vrvice, ker so trdnejše, kompaktnejše, enakomernejše in tudi manj raztegljive.

Rezultati preskušanja so podrobneje predstavljeni v letošnji številki revije *Hmeljarski bilten*, ki je dostopna tudi na spletu. V članku so predstavljeni rezultati preučevanja vpliva vremenskih razmer, prisotnosti rastline in postopka pridelave hmelja na spremembo mehanskih lastnosti izbranih jutinih in konopljenih vrvic v vlogi vodil za hmelj v rastni sezoni hmelja 2013.