

CRP V4-1611 Pridelovanje industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji

Priloga A: Vsebinsko poročilo projekta

Kazalo

Izhodišča	2
Opredelitev problema	4
Cilji projekta.....	5
Shema projekta	5
Zasnova projekta.....	6
Povzetek	7
Summary in English	10

Vsebinsko poročilo po delovnih paketih

A	Preučitev ustreznosti sort konoplje z evropske sortne liste za pridelavo na naših poljedelskih območjih ter preučitev obstoječe tehnologije pridelave IHPS in Oddelek za agronomijo BF)	13
	Razvojne faze pri konoplji (prevod iz: CPVO-TP/276/1 končni)	16
B	Sortni in tehnološki poskusi (IHPS in Oddelek za agronomijo BF)	18
	B1 Sortni poskus za stebila	18
	B2 Sortni poskus za pridelavo semena konoplje	22
	B3 Vpliv količine semena za setev, načina gnojenja z dušikom, sorte in termina setve na pridelek semena konoplje – tehnološki poskus	27
	B4 Kolekcijski / ogledni posevki 14 sort konoplje na IHPS in na Pomurskem sejmu	40
C	Vsebnost fenolnih spojin in antioksidativnega potenciala v poskusih pridelanega semena (Oddelek za živilsko tehnologijo BF)	43
D	Prehransko ovrednotenje sestave v poskusih pridelanega semena in olja (Nutris)	45
E	Analiza vlaken industrijske konoplje s ciljem selekcije najbolj ustreznih sort industrijske konoplje za pridelavo vlaken (Fakulteta za strojništvo UM)	56
F	Zasnova vzgoje lastnih sort industrijske konoplje (IHPS).....	60
G	Ekonomsko ovrednotenje pridelave industrijske konoplje (IHPS)	71
H	Stroj za spravilo industrijske konoplje (Fakulteta za strojništvo UM)	76
	Razprava, zaključki in priporočila naročniku	86

Izhodišča

Navadna konoplja (*Cannabis sativa* L.) je rastlina, iz katere je mogoče pridobiti več kot 25.000 različnih izdelkov. V pridelavo in predelavo konoplje je vključenih veliko različnih gospodarskih dejavnosti, kot so kmetijstvo (poljedelstvo), živilstvo, farmacevtska, kozmetična, papirna in tekstilna industrija. Konoplja je še posebej primerna in cenjena na področju ekološke pridelave in predelave za ekoživila, ki so uporabna kot funkcionalna hrana, in za neprehranske, okolju prijazne in razgradljive ekološke izdelke, kot so biogorivo in biokompoziti (Salentijn in sod., 2015).

V preteklosti je bila konoplja dobro poznana predivnica in oljnica. Kljub dolgoletni uporabi vlaken, semen in olja so konopljo kasneje izrinile druge poljščine. Naši predniki so pridelovali konopljo več stoletij; prvi znani podatki o njeni razširjenosti v Sloveniji so iz druge polovice 18. stoletja (Kocjan Ačko, 1999). Od osamosvojitve Slovenije do leta 1998 v Sloveniji ni uradnih podatkov o pridelavi konoplje (Bavec, 2000; Slostat, 2016). Pred vstopom v Evropsko unijo, še posebej pa po letu 2004, se konoplja znova pojavlja na slovenskih njivah. Pri njenem uvajanju v pridelavo, predelavo in uporabo pa so deležniki soočeni z vrsto dilem. Leta 2015 je bila konoplja pri nas na skoraj 500 ha njiv, v glavnem za pridobivanje semena za hladno stiskano konopljinu olje in vršičke za čaj.

Šele s spremembo Pravilnika o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka (Uradni list RS, št. 40/11 in št. 36/15) se konoplja poleg namena pridelave semena za nadaljnje razmnoževanje, za pridobivanje olja, za pridelavo vlaken, za krmo živali in za industrijske namene v Sloveniji lahko goji tudi za namene prehrane, za namene kuhanja ter za pekovske in slaščičarske namene. Dovoljeno je gojiti in za živila uporabljati vrste *Cannabis sativa*, pri katerih vsebnost tetrahidrokanabinola (THC) ne presega 0,2% v suhi snovi rastline. Ker pa, glede na raziskave, v katerih je bila preučevana vsebnost THC v konopljinem olju, lahko vsebnost THC, v odvisnost od sorte in tudi lokacije pridelave, preseže mejne vrednosti, zaradi česar lahko takšno živilo predstavlja tveganje za zdravje (Petrovič in sod., 2015; Grigor'ev in sod., 2010), je nujno potrebno pri izboru sort za introdukcijo v pridelavo v nove rastne razmere posvetiti pozornost tudi temu.

Hranilna vrednost in vpliv hrane na zdravje sodita v sodobni družbi med ključne interese. Industrijska konoplja zaradi svoje bogate hranilne sestave sodi med živila z ugodnim prehranskim vplivom. Konopljinu olje, semena in pogače so lahko, ob ustreznem izboru sort, bogat naravni vir beljakovin, nenasičenih maščobnih kislin in nekaterih vitaminov, predvsem vitamina E in vitamina A (Vonapartis in sod., 2015; Grigor'ev in sod., 2010). Z vidika pridelave prehransko visoko vrednih poljščin je pri izboru sort za pridelavo semena potrebno ustrezno ovrednotiti njihovo prehransko vrednost, saj se sorte, v povezavi z okoljskimi dejavniki, med seboj lahko zelo razlikujejo v smislu vsebnosti hranil (Vonapartis in sod., 2015; Kriese, 2004). Med drugim se visoka vsebnost maščobnih kislin omega-3 konopljo odlikuje kot funkcionalno živilo, saj imajo omega-3 maščobne kisline velik pomen za zdravje srca (WHO, 2010). Z vidika označevanja in predstavljanja funkcionalnih živil je potrebno upoštevati zakonodajne predpise, ki urejajo to področje predvsem v smislu uporabe prehranskih in zdravstvenih trditev (Pravst, 2012), pri čemer morajo živila izpolnjevati pogoje za tovrstno označevanje. Zato je smiselno v pridelavo introducirati sorte, ki zagotavljajo material visoke prehranske vrednosti in je s tem omogočena ustreznost predstavitev in

promocija živil potrošnikom. Povečanje ponudbe v Sloveniji pridelane industrijske konoplje, selekcionirane na visoko prehransko vrednost, bi pomenilo pomemben prispevek k uravnoteženi in raznovrstni prehrani slovenskega prebivalstva in s tem tudi povečani samooskrbi.

Fenolne spojine - številčno velika in strukturno raznolika skupina spojin so sekundarni metaboliti rastlin. Večkrat potrjeno dejstvo je, da zavirajo oksidativne procese v lipidnih sistemih, z lovljenjem prostih radikalov blažijo posledice oksidativnega stresa *in vivo*, s tem preprečujejo različne vnetne in degenerativne procese ter imajo protimikrobni učinek. Prosti radikali so izredno reaktivne zvrsti in so odgovorni za potek lipidne oksidacije v bioloških sistemih (rastlinski substrat, živilski izdelek, krma, kot tudi v živalski oz. humani organizem). Zato bomo v okviru predlaganega projekta opravili tudi raziskavo na fenolnih spojinah v olju in semenih industrijske konoplje ter usmerili našo pozornost v preučevanje antioksidativne učinkovitosti fenolov z namenom preverjanja vpliva sorte in agrotehničnih ukrepov za pridelavo.

Na trgu najdemo na tisoče različnih izdelkov iz konoplje za uporabo v industriji, obrti, zdravstvu, veterini, agroživilstvu, prometu, energetiki. Povpraševanje po konopljinih izdelkih se povečuje, kar daje možnosti trženja konopljinih izdelkov, ti pa predstavljajo podjetniške priložnosti tudi za kmetije v Sloveniji. V Sloveniji je povpraševanje po konopljinih predivih, ki pa jih nihče ne proizvaja, in to kljub obstoječim kapacitetam v predilnicah. Tako uvažamo konopljin tekstil in vlakna, kar predstavlja za slovensko kmetijstvo neizkoriščeno priložnost. Surovine za tekstilno industrijo bi tako lahko v večjem obsegu pridelovali tudi v Sloveniji, tudi v okviru obstoječih hmeljišč v premeni (293 ha v 2016). Povprečna velikost kmetije v Sloveniji, v velikosti 5,6 ha, je majhna za evropske razmere, vendar ocenjujemo, da ob primarni predelavi konoplje na obdelovalni površini 2 ha že lahko omogoča paritetni dohodek in s tem primerljiv socialni status. Za večje živinorejske kmetije je lahko konoplja zanimiva poljščina, saj jo brez investicijskih stroškov vključijo v osnovni kolobar.

Opredelitev problema

Eden od problemov je, da nimamo lastnih sort, ki bi bile že po svoji osnovi prilagojene na naše pridelovalne razmere. V zadnjih letih so prišle k nam različne tuje sorte konoplje. V letu 2015 je bilo v pridelavi kar 18 sort konoplje iz različnih evropskih držav, ki do zdaj niso bile vključene v uradno introdukcijo sort. Sorte, ki prihajajo iz različnih evropskih žlahtniteljskih hiš in z različnih geografskih območij, so različne v morfoloških, fizioloških in gospodarsko pomembnih lastnostih. Ker menimo, da nekatere sorte bolje uspevajo v naših pedoklimatskih razmerah od drugih, je treba tuje sorte preizkusiti. Le z večletnimi poskusi v naših rastnih razmerah lahko ugotovimo njihove morfološke lastnosti in agrotehnične posebnosti, predvsem najustreznejšo gostoto posevka ter rok setve glede na namen pridelave (za seme ali za vlakna).

V pridelavi industrijske konoplje v Sloveniji je več agrotehničnih dilem. Kljub temu da je v letu 2015 pridelava potekala na skoraj 500 ha, enotna poljedelska praksa za pridelovanje industrijske konoplje med pridelovalci ni razširjena. V literaturi je več različnih informacij že o setvi konoplje glede na namen uporabe. Tudi v pridelavi po Sloveniji so precejšnje razlike glede termina in gostote setve, časa setve in načina gnojenja. Menimo, da je nujno preveriti pridelovalno prakso različnih pridelovalcev z ustrezno zastavljenimi poljskimi poskusi v naših razmerah. Na ta način bomo lahko optimizirali tehnologijo pridelave konoplje pri nas v smeri večjega (požetega) pridelka semena in stebel na enoto zemljišča.

Po podatkih FAOSTAT je bil povprečen svetovni pridelek semena industrijske konoplje v letih med 1991 in 2005 med 0,6 in 2,1 t/ha. Pridelek semena je bil Avstriji v letih 1995 do 1996 0,8 do 1,3 t/ha, v Belgiji in Franciji pa tudi večji od 2,7 t/ha. V naših razmerah pridelek semena zelo niha, odvisen je od časa setve, gostote setve in kvalitete zemljišča ter načina spravila. Giblje se od 0,5 do 1,4 t/ha suhega semena (Rengeo, ustni vir), torej je manjši od pričakovanega, sploh pri strojni žetvi.

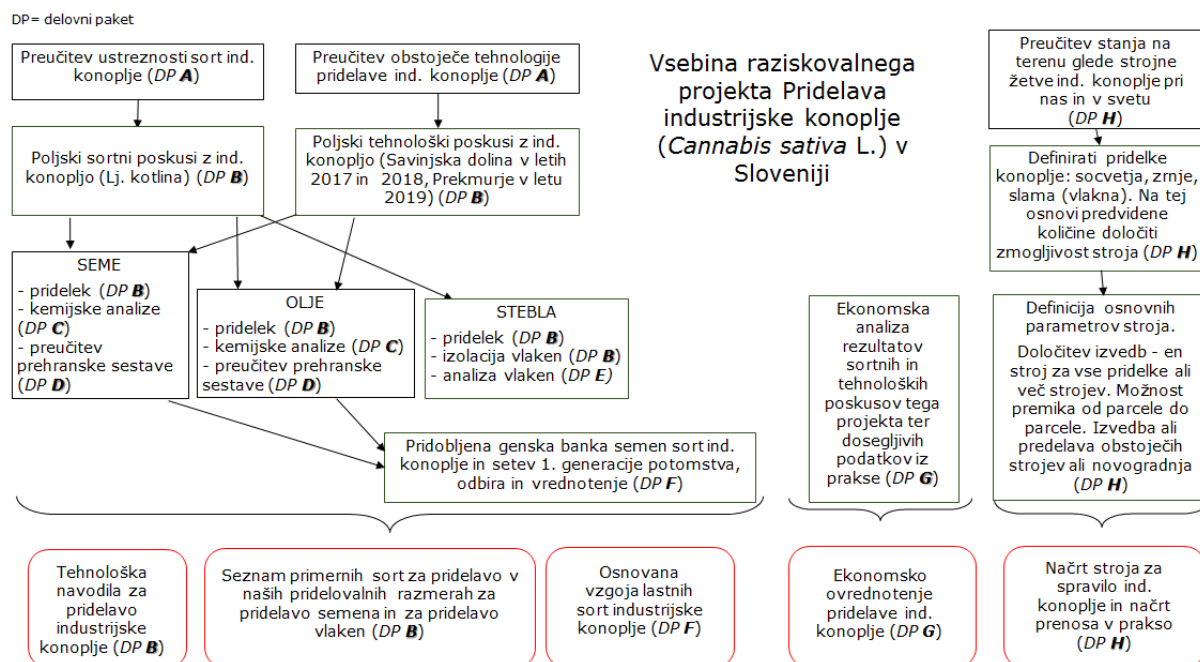
Dopolnilne dejavnosti v kmetijstvu omogočajo večji prihodek in dodatno zaposlitev na kmetijah. Velikokrat pa za odločanje o izbiri dodatnih proizvodnih programov ni na voljo dovolj informacij o tržnih razmerah, ponudniki izdelkov iz dopolnilnih dejavnosti pa so tako velikokrat prepuščeni sami sebi. Podobni problemi so tudi na trgu konopljinih surovin in izdelkov.

Največji problem pri pridelavi konoplje v Sloveniji pa je spravilo. Tako pri pridelavi za stebila (vlakna) kot za seme (olje) se pojavljajo težave pri žetvi, saj je potrebno kombajn ustrezno nastaviti, velikokrat pa v praksi kljub temu prihaja do zamašitve bobna in lahko tudi do strojeloma (Rengeo, 2002; Kocjan Ačko in sod., 2002). Tako je na primer v letu 2015, kljub večjim površinam pod to poljščino pri nas, veliko le-te zaradi težav pri spravilu ostalo kar na njivi. Problem strojev za spravilo konoplje v naših razmerah je, da so sorte industrijske konoplje v glavnem žlahtnjene in namenjene za vlakna, kar pomeni, da naj bi se požele dosti prej, kot je zrelo seme, pri nas pa bi pridelovalci želeli pridelovati (požeti) seme. V času tehnološke zrelosti semena pa je steblo že bolj olesenelo, žilavo, debelo in se pri žetvi navija na strojne dele in povzroča zastoje in kvarjenje le-teh, obenem se zaradi tresenja seme usipa po tleh (zaradi česar je pridelek še manjši, kot smo ga v resnici pridelali).

Cilji projekta

- izdelati seznam primernih sort za pridelavo v naših pridelovalnih razmerah za pridelavo semena v smislu doseganja ustreznega/dobrega in stabilnega pridelka semena, dobre/ustrezne prehranske kakovosti, ne premočnega/žilavega stebila,
- izdelati seznam primernih sort za pridelavo v naših pridelovalnih razmerah za pridelavo vlaken,
- izdelati tehnološka navodila za pridelavo dveh najbolj razširjenih sort konoplje v naših rastnih razmerah (čas setve, gostota setve in gnojenje),
- osnovati vzgojo lastnih sort industrijske konoplje,
- ekonomsko ovrednotiti pridelavo konoplje,
- izdelati načrt stroja za spravilo konoplje - koncept, zasnova; v sodelovanju s pridelovalci izdelati oziroma izpopolniti prototip stroja za spravilo konoplje in izvedeno preizkušanje le-tega,
- prenos pridobljenega znanja v prakso.

Shema projekta



Zasnova projekta

Osnova projekta so sortni in tehnološki poljski poskusi z različnimi sortami industrijske konoplje s sortne liste EU v dveh različnih pridelovalnih območjih Slovenije. Pridelek semena iz poljskih poskusov je v nadaljevanju projekta služil kot surovina za kemijsko analizo ter analizo prehranske vrednosti ter pridelek stebel za analizo vlaken. Obenem smo se oprli na dosedanje rezultate raziskav pri nas in v tujini ter na izkušnje pridelovalcev. Pridelavo smo tudi ekonomsko ovrednotili; na podlagi podatkov iz prakse in rezultatov poljskih poskusov. V posebej delovnem paketu smo dodelali prototip stroja za spravilo semena konoplje.

Projekt je zasnovan v osmih delovnih paketih:

- A Preučitev ustreznosti sort industrijske konoplje z evropske sortne liste za pridelavo na naših poljedelskih območjih ter preučitev obstoječe tehnologije pridelave te poljščine pri nas in po svetu
- B Sortni in tehnološki poskusi z industrijsko konopljo
- C Vsebnost fenolnih spojin in antioksidativnega potenciala semena industrijske konoplje
- D Vrednotenje prehranske sestave v poskusih pridelanega semena in olja industrijske konoplje
- E Analiza vlaken industrijske konoplje s ciljem selekcije najbolj ustreznih sort industrijske konoplje za pridelavo vlaken
- F Zasnova vzgoje lastnih sort industrijske konoplje
- G Ekonomsko ovrednotenje pridelave industrijske konoplje
- H Dodelava stroja za spravilo semena industrijske konoplje

Partnerji v projektu imamo številne reference z obravnavanega področja, naše sodelovanje na narodni in mednarodni ravni je obsežno. Sodelujemo:

- Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije kot vodilni partner,
- Oddelek za agronomijo in Oddelek za živilsko tehnologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani,
- Inštitut za nutricionistiko ter
- Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje, Inštitut za konstrukterstvo in oblikovanje in Inštitut za proizvodno strojništvo Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru.

V projekt je vključeno neposredno sodelovanje z uporabniki; aktivno je vključeno združenje Ekoci.

Projekt vključuje različne in številne načine prenosa znanja in novih izsledkov s strani vseh projektnih partnerjev v prakso, ki so zastavljeni tako, da bodo živeli naprej tudi po koncu trajanja projekta. Seznam objav in diseminacije rezultatov je podan v **prilogi B** temu poročilu.

Povzetek

Na prvih štirih mestih po površini pridelave v Sloveniji so bile v letih 2015 in 2016 iste štiri sorte, in sicer Fedora 17, USO 31, KC Dora in Finola. Že v letu 2017 sta sorto Finola prehiteli sorti Futura 75 in Tiborszallasi, tako da je bila na petem mestu, v letu 2018 pa po površini na šestem mestu. V letu 2018 je na drugo mesto skočila sorta Tiborszallasi, na četrto sorta Futura 75, na petem je bila sorta USO 31. Površina pod sortami Fedora 17, USO 31 in Finola od leta 2015 vztrajno pada, površina pod sorto KC Dora je okrog 60 ha, povečuje pa se površina pod sortama Tiborszallasi in Futura 75. **Omenjenih šest sort je v letu 2017 pokrivalo 260 ha njiv, kar je predstavljalo 88 % vseh njiv s konopljo, v letu 2018 pa 261 ha, kar predstavlja 84 % njiv s konopljo.** Vse ostale sorte se pridelujejo na površini manjši od 10 ha, in predstavljajo skupaj 16 % njiv s konopljo.

V tehnološkem poljskem poskusu, ki smo ga izvajali tri leta, smo ugotovili, da je bil **pridelek semena sorte Fedora 17 v vseh treh letih dokazljivo večji od sorte USO 31.** Leto pridelave je imelo velik vpliv na pridelek semena. Razmere v poskusu so omogočile dosti večji pridelek semena v letu 2019 kot v letih 2017 in 2018. Zelo sušno in vroče leto 2017 je imelo negativen vpliv na polnjenje nastavljenega semena, deževje v septembru je oklestilo veliko semena iz socvetij. Mokro leto 2018 je na težkih tleh zelo oviralo že vznik, potem pa tudi rast in razvoj rastlin. Toplo vreme v letu 2019 z dosti enakomerno razporejenimi padavinami pa je ugodno vplivalo na pridelek semena konoplje. V letu 2018 se je sorta USO 31, posejana na težkih tleh, zelo slabo odzvala na mokro vreme; pridelek semena te sorte je bil v tem letu ničen, v vročem in suhem letu 2017 pa zelo majhen (pod 100 kg/ha).

Pri sorti Fedora 17 je bolj **smiselna setev v juniju kot v maju**, saj čas setve na pridelek semena ni vplival, so pa rastline pri setvi v maju zrastle v letu 2019 previsoko za strojno žetev. Količina semena za setev (20 kg/ha, 30 kg/ha, 40 kg/ha in 50 kg/ha) ni imela dokazljivega vpliva na pridelek semena pri sorti Fedora 17 v letih 2017 in 2019, torej je **bolj smiselno posejati 20 kg/ha semena kot večje količine**, saj je seme drago. Pri vremenskih razmerah v letu 2018, ko je bil zaradi moče zelo slab vznik, je bil sicer pridelek dokazljivo večji pri večjih količinah semena za setev. **Pridelek sorte Fedora 17 je bil dokazljivo večji, če smo z dušikom (80 kg/ha v obliki gnojila KAN) dognojevali v času treh listov v primerjavi z dognojevanjem ob setvi.** V letu 2019, ko so bile vremenske razmere ugodne za konopljo, pri sorti USO 31 ni bilo pomembno, kdaj smo dognojevali z dušikom, prav tako na pridelek te sorte ni vplivala količina semena za setev (torej je bila načeloma boljša izbira 20 kg/ha semena, saj je seme drago), glede termina setve pa je bil glede velikosti pridelka dokazljivo boljša izbira termin setve v juniju v primerjavi s setvijo v maju. **Način pridelave konoplje (količina semena za setev, termin dognojevanja z dušikom, termin setve) niti sorta niso dokazljivo vplivali na vsebnost maščob v semenu.**

V triletnem poljskem poskusu se je kot najboljša pokazala sorta Futura 75 s povprečnim pridelkom semena 505 kg/ha. Sledila je sorta Tiborszallasi (372 kg/ha). Po pridelku semena (okoli 300 kg/ha) so bile izenačene sorte KC Dora, Fedora 17 in Monoica. Kot najmanj uspešni sta se pokazali sorti Santhica 27 in USO 31 s pridelkoma 198 kg/ha in 186 kg/ha. Glede na izvedeni dve različni gostoti setve, 200 in 300 kalivih semen/m², smo ugotovili, da količina semena za setev ne vpliva na pridelek semena. Velik vpliv na pridelek semena so imele rastne razmere.

Prehranska analiza semen, pridelanih v sortnih poljskih poskusih v letu 2017, je pokazala, da na vsebnost surovih beljakovin sorta nima značilnega vpliva ($p=0,316$). Vsebnost surovih beljakovin je bila med 19,0% in 22,6%. Med preizkušanimi sortami konoplje so bile najnižje vsebnosti surovih beljakovin izmerjene pri sortah Santhica in USO 31, prav tako je bil pri omenjenih sortah izmerjen tudi najnižji pridelek surovih beljakovin na enoto pridelave. Na drugi strani pa sta se kot najboljši sorti izkazali KC Dora in Tiborszallasi. Podobne rezultate so sorte pokazale tudi v letu 2018. V nasprotju s surovimi beljakovinami je bil vpliv sorte na vsebnost maščob v letu 2017 značilno pomemben ($p<0,001$). Semena so vsebovala med 18,2 % in 28,6 % maščob. Sorti Santhica in Uso 31 sta vsebovali najmanj maščob ter hkrati dali najmanj pridelka maščob na enoto pridelave, največ pa sorti KC Dora in Tiborszallasi. Primerljive rezultate so pokazale sorte tudi v letu 2018. Pri sortah Futura 75 in Monoica je bila vsebnost surovih beljakovin in maščob različna v odvisnosti od leta pridelave, vendar imata dolgoročno lahko dober potencial, saj sta v posameznih letih zelo prednjačili. Pri vrednotenju vsebnosti omega-3 in omega-6 nenasičenih maščobnih kislin ter njunih razmerij glede na genotip je bila zaznana precejšnja variabilnost med sortami. Največji delež linolne in α -linolenske kisline so vsebovale sorte Tiborszallasi, Futura 75 in KC Dora, prav tako je bilo pri teh sortah izmerjeno najbolj ugodno razmerje omega-3 : omega-6. **Z vidika celokupne hranilne sestave (vsebnost beljakovin, maščob in sestava maščob) in pridelka surovih beljakovin oz. maščob na enoto pridelovanja sta se kot najboljši sorti v letih 2017 in 2018 pokazali sorti Tiborszallasi in KC Dora**, med katerima je sorta KC Dora glede uporabe namenjena pridelavi semen, Tiborszallasi pa pridelavi vlaken, vendar bi bila ta sorta očitno lahko zanimiva tudi za pridelavo semen.

Semena industrijske konoplje so naravni vir fenolnih spojin. Izvlečki so pokazali antiradikalno učinkovitost in sposobnost zaviranja lipidne peroksidacije v emulziji. Vsebnost fenolnih spojin (do 3,3 mg v gramu razmaščenih semen) in AOP sta primerljiva z rezultati drugih raziskav na industrijski konoplji. **Sorti Kompolti hibrid TC in Tiborszallasi sta se glede vsebnosti fenolnih spojin in antioksidativnega potenciala pokazali kot pozitivno izstopajoči izmed preučevanih; glede sposobnosti zaviranja lipidne peroksidacije v emulziji sta se kot učinkoviti izkazali tudi sorti KC Dora in Futura**; sorta USO 31 pa je imela v primerjavi z ostalimi manj fenolnih spojin in se tudi glede antioksidativnega potenciala ni pokazala kot pozitivno izstopajoča.

Kot najboljši sorti glede na pridelek stebel sta se v naših poskusih izkazali sorti Antal in Tiborszallasi s povprečnim 3-letnim pridelkom suhih stebel okoli 5 t/ha. Sledile so enodomna sorta Futura 75 ter madžarski dvodomni sorti Tisza in Monoica s pridelki okoli 4,5 t/ha. Najmanj primerni sta se pokazali enodomni sorti USO 31 in Santhica 27 s pridelkoma okoli 2,6 t/ha. Kot zanimivo in perspektivno sorto bi izpostavili še italijansko dvodomno sorto Carmagnolo, ki smo jo imeli v poskusih v letih 2018 in 2019, torej v letih, ki sta bili neugodni za rast konoplje. V obeh letih se je Carmagnola izkazala kot zelo dobra sorta (povprečen pridelek suhih teh dveh let je bil 7.673 kg/ha) in bi jo bilo smiselno uporabiti v nadaljnjih poskusih. V letu 2017 so se v preliminarnem enoletnem poskusu z največjim pridelkom stebel pokazale sorte Carmagnola, Antal in KC Dora.

Primernost posameznih sort konoplje za pridobivanje vlaken, ki so primerna za predelavo v tekstilne izdelke (postopki predenja ter nadaljnji postopki izdelave ploskih tekstilij) smo določili z analizo mehanskih lastnosti izoliranih vlaken, tj. pretržne sile in pretržnega

raztezka. Ta dva parametra sta neposredno merjena na dinamometru, medtem ko najbolj celovito opiše mehanske oz. natezne lastnosti vlaken izračunan parameter natezna trdnost (enota cN/tex; razmerje med finostjo vlakna in potrebno silo za pretrg vlakna). Najvišje vrednosti natezne trdnosti so izkazala vlakna, izolirana iz sort Monoica (64,1 cN/tex), KC Dora (48,7 cN/tex), Gorička Simba (46,2 cN/tex), Kompolti hibrid (40,6 cN/tex), Futura (36,8 cN/tex) in Helena (36,8 cN/tex). Vrednosti izmerjenih raztezkov se med vsemi testiranimi sortami ne razlikujejo; nahajajo se v rangi med 3 do 6%.

Zaradi nehomogenosti tal na posejanih njivah, žilavosti stebel v času zrelega semena, neenakomerne višine in majhnih površin, predstavlja izziv spravilo njenega semena. Način spravila z uporabo obstoječe tehnike za spravilo žit, predstavlja zelo velik izziv. Zaradi lastnosti stebel rastline, je pri spravilu treba upoštevati mnogo zahtevnejše pogoje z obstoječo strojno tehniko. Pri tem je treba ustrezne konstrukcijsko-tehnološke parametre kombajna še posebej ovrednotiti, da se pri spravilu ne pojavljajo težave. V poskusu je bilo ugotovljeno, da višina reza in drugi tehnološki parametri nastavitve stroja določajo uspešnost spravila brez zastojev. **V poročilu so predstavljene spremembe, oziroma dodelave kombajna za žetev žit, ki so bile izvedene za uspešno žetev semena industrijske konoplje.**

Analitična kalkulacija ekonomičnosti pridelave konoplje za seme vključuje povprečno ocenjen pridelek semena 1.000 kg in tržno ceno 1,70 € za kg. Celotni skupni stroški pridelave semena znašajo 1.544,20 €, kar pomeni bruto dodano vrednost v višini 431,80 €. **V pričujoči kalkulaciji vključenih predpostavk predstavlja pridelek semena konoplje 750 kg/ha prag rentabilnosti (prelomno točko), oz. koeficient ekonomičnosti 1.**

Na osnovi izbranih ciljev žlahtnjenja (visok pridelek semen, ugodna maščobno-kislinska sestava) in razpoložljivih podatkov iz literature smo posejali 12 akcesij navadne konoplje, spremljali njihovo rast in razvoj, ter opravili 19 različnih kombinacij križanj (7 samooprašitev). Proučili smo različne metode vzgoje iz semena ter vegetativno razmnoževanje *in vivo* ter *in vitro*. Potomstva 15 družin križanj smo v času vegetacije opazovali in v času tehnološke zrelosti natančno popisali ter ovrednotili tehnološke parametre. Kemijsko analizo količine in sestave olja 5 posameznih rastlin znotraj vsake izmed 11 evalviranih družin križanj bomo opravili po koncu projekta, iz drugih finančnih virov. Iz statistično obravnavanih podatkov bo možno napovedati lastnosti potomcev določenih kombinacij križanj, iz česar bomo pripravili originalni znanstveni članek za ugledno mednarodno revijo. Rezultati bodo koristili nadaljnji vzgoji izboljšanih novih sort navadne konoplje.

Summary

Fedora 17, USO 31, KC Dora and Finola were the most presented varieties by area of production in Slovenia in years 2015 and 2016. In year 2017 varieties Futura 75 and Tiborszallasi overtook the variety Finola which made Finola 6th variety by production area. In the next year, Tiborszallasi were the 2nd most grown variety by production area, Futura 75 4th and USO31 5th. The production area of varieties Fedora 17, USO 31 and Finola has been drastically reduced since 2015, the production area of variety KC Dora is around 60 ha, whereas the production area of varieties Tiborszallasi and Futura 75 has been expanding. This six varieties covered 260 ha of fields in year 2017, that is 88% of the all hemp fields, in year 2018 84% (261 ha). The other hemp varieties were grown on less than 10 ha and presented 16% of hemp fields.

The seed yield of variety Fedora 17 was significantly higher than of variety USO 31 in all 3 years of technological field trial. The production year had a strong impact on the seed yield. Warm and wet year of 2019 with equally disposed precipitations allowed higher yield of seeds compared to hot and dry year 2017 and very wet year 2018 on heavy soil. In the wet year 2018 the variety USO 31, sown on heavy soil, didn't emergence well, the growth was poor, weeds overgrown the crop and as the result the seed yield was zero. The seed yield of this variety was also low in the dry year 2017 (below 100 kg/ha). It is more advisable to sow variety Fedora 17 in June than in May as the time of the sowing didn't have a significant impact on the seed yield and the sowing in May caused too taller plants to harvest by combine. The sowing density (20 kg/ha, 30 kg/ha, 40 kg/ha in 50 kg/ha) didn't have significant impact on the seed yield of variety Fedora 17 in years 2017 and 2019. Considering this result, we assume that sowing more than 20 kg of seeds per hectare isn't economically effective. However, in the year 2018, when the plants didn't emergence well, the yield was higher when more seed was sowed per hectare. The yield of variety Fedora 17 was significantly higher when fertilised with nitrogen (80 kg/ha N as KAN fertiliser) at the time of 3 leaves compared to the fertilisation at the time of sowing. At good weather conditions for hemp in year 2019, the time of nitrogen fertilisation and sowing density at variety USO 31 didn't had significant impact on the seed yield, so the recommended sowing density would also be 20 kg/ha. The production parameters (quantity of the seeds, time of nitrogen fertilisation and time of sowing) and the variety didn't have significant impact on fat content in the seeds.

In the three-year field experiment, the variety Futura 75 turned out to have highest seed yield with an average seed yield of 505 kg/ha, followed by variety Tiborszallasi with 372 kg/ha. About 300 kg/ha of average seed yield achieved varieties KC Dora, Fedora 17 and Monoica. Santhica 27 and USO 31 turned out to be less productive varieties with an average seed yield of 198 kg/ha and 186 kg/ha, respectively. The results also showed that plant density (200 or 300 viable seeds per m²) did not cause significant differences in the seed yield, which was highly influenced by seasonal growing conditions.

The comparison of observed hemp varieties in 2017 showed no significant differences in crude protein content in seeds ($p = 0.316$). The content of crude protein in seeds ranged between 19.0 % and 22.6 %. The lowest content of crude proteins in seeds and the lowest harvest of crude proteins per unit of production were determined for Santhica 27 and USO 31

variety, while the highest for KC Dora and Tiborszallasi. In opposite to crude proteins, the content of fat in hemp seeds was significantly different regarding observed varieties ($p < 0,001$). The fat content ranged from 18.2 % and 28.6 %. The lowest content of fat in seeds and the lowest harvest of fat per unit of production were determined for Santhica 27 and USO 31 variety, while the highest for KC Dora and Tiborszallasi. Similar results were obtained also in year 2018. In observed years varieties Futura 75 and Monoica had variable protein and fat content and their harvest per unit of production, but both varieties could have a good potential in long term period, since each of them was favourable in nutrition quality on the annual basis. A high variability between studied hemp varieties was observed also for the fatty acid composition. The highest content of linoleic and α -linoleic acid and a favourable ratio between them was observed for Tiborszallasi, Futura 75 and KC Dora varieties. Altogether, from the nutrition quality point of view (protein content, fat content and fat composition), considering also harvest per unit of production, varieties Tiborszallasi and KC Dora were observed as the best in both studied years. Variety KC Dora is mainly intended for seed production, while Tiborszallasi for fibers, but in accordance with results on nutrition quality, also Tiborszallasi variety have a good potential for seed production.

Industrial hemp seeds are a natural source of phenolic compounds. The extracts showed antiradical efficacy and ability to inhibit lipid peroxidation in the emulsion. The content of phenolic compounds (up to 3.3 mg in gram of defatted seeds) and AOP are comparable to the results of other studies on industrial hemp. The cultivars Kompolti hybrid TC and Tiborszallasi proved to be positively distinguished from other cultivars studied in terms of phenolic compounds content and antioxidant potential; regarding the ability to inhibit lipid peroxidation in the emulsion, the KC Dora and Futura varieties were also effective; the USO variety, however, had less phenolic compounds compared to the rest and did not positively distinguish from others in terms of its antioxidant potential.

The results of our three-year field experiment showed, that Antal and Tiborszallasi were the most productive varieties in the term of dry stem yield with around 5 t/ha. Varieties Futura 75, Tisza and Monoica followed with the 4.5 t/ha of dry stems. The lowest yield of dry stems was achieved by USO 31 in Santhica 27 (around 2.6 t/ha). Variety Carmagnola, which was investigated in years 2018 and 2019 (both years had unfavourable weather conditions for hemp growth), also proved to have high dry stem yield (average 7.7 t/ha in this two years) and should be examined in future field trials. In 2017, the Carmagnola, Antal and KC Dora varieties showed the highest yield of stems in a preliminary one-year trial.

Suitability of various hemp species for procurement of textile grade fibres, which would be processed into textile products (yarn spinning, weaving and knitting into flat textiles) was determined by analysis of isolated fibres' mechanical properties, i.e. breaking force and elongation at break. These parameters are directly measured on a tensile testing machine during a tensile test, while a complete description of the fibres tensile properties is afforded by a calculated parameter breaking tenacity (unit cN/tex; ratio between the linear density of fibres and breaking force). The highest values of breaking tenacity were exhibited by fibres, extracted from the following hemp species: Monoica (64,1 cN/tex), KC Dora (48,7 cN/tex), Simba (46,2 cN/tex) Kompolti hibrid (40,6 cN/tex), Futura (36,8 cN/tex) and Helena (36,8 cN/tex). Values of elongation at break did not differ significantly between tested hemp species they are in the range of 3 to 6% for all samples.

Due to different growing potentials of the field the plant is adequately rich in seeds and leaves, whereas, when grows on smaller fields, the harvest required a big challenge. The existing methods of harvesting cereals are not suitable for harvesting of hemp stems. Owing to special properties of the plant structure, it is necessary to consider very demanding conditions of harvesting with the existing machinery. Primarily, it is required to evaluate the relevant design- and technology-related parameters of machinery in order not to encounter problems during harvesting. In this study it was confirmed that the cutting height and other combine processing parameters, determine the success of the harvest without congestion. The reports presents the modifications that were made to the combine for harvesting grain, so the harvest of industrial hemp was made at most successful way.

The analytical calculation of the seed hemp production economics includes an average estimated seed production of 1,000 kg and a market price of € 1.70 per kg. The total estimation of a seed production costs amounts in € 1,544.20, which means a gross added value of € 431.80. In the calculation with the assumptions included, the yield of hemp seed 750 kg / ha represents the profitability threshold (break-even point, i.e. economic coefficient equals 1), at which a business becomes profitable.

Based on selected breeding goals (high seed yield, favourable fatty-acid composition) and available literature data, we sowed 12 hemp accessions, observed their growth and development, and performed 19 different cross combinations (7 self-pollination). Various methods of seed germination and vegetative propagation *in vivo* and *in vitro* were studied. The offspring of 15 crossing families were monitored during the growing season and at the time of technological maturity, the technological parameters were accurately recorded and evaluated. The chemical analysis of the quantity and quality of the oil obtained from 5 individual plants within each of the 11 evaluated crossing families will be done after the end of the project, obtained from the other financial sources. From the statistically evaluated data it will be possible to predict the offspring properties of certain crossing combinations, from which we will prepare the original scientific article published in international scientific journal. The results will benefit to further hemp breeding of improved new varieties.

Vsebinsko poročilo po delovnih paketih

A Preučitev ustreznosti sort konoplje z evropske sortne liste za pridelavo na naših poljedelskih območjih ter preučitev obstoječe tehnologije pridelave te poljščine (IHPS in Oddelek za agronomijo BF)

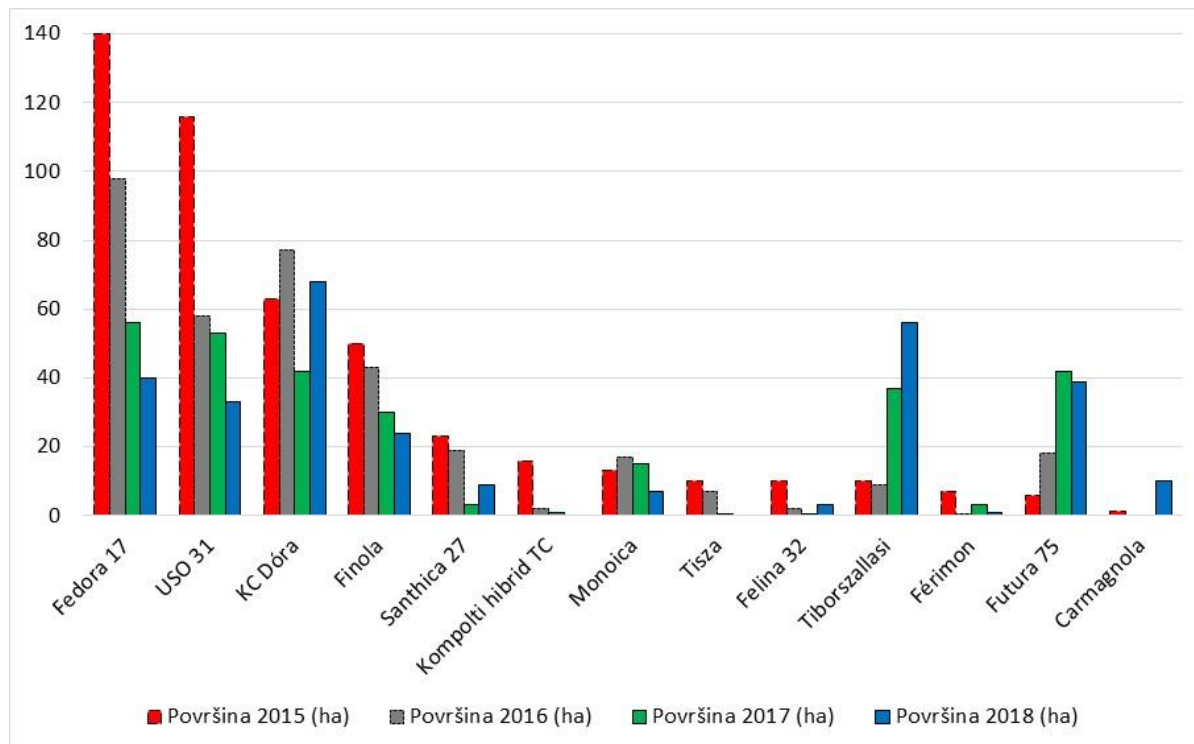
Preučili smo potencialno ustreznost sort konoplje z evropske sortne liste za naše pridelovalne razmere, in sicer za sorte, ki so se v Sloveniji pridelovale v letih 2015 in 2016 (preglednica A1). Naredili smo odbiro sort za vključitev v sortne poskuse glede na pričakovano dobro hranilno vrednost semena, pridelek semena oziroma pridelek stebel za sorte za vlakna, kakor so ga nakazali naši preliminarni poskusi v letu 2016 in pregled literature ter glede na izkušnje pridelovalcev v praksi.

Preglednica A1: *Površina po sortah navadne konoplje v letih 2015 in 2016 v Sloveniji ter namen uporabe, kot ga definira žlahtnitelj/prodajalec semena*

	Površina v letu 2015 (ha)	Površina v letu 2016 (ha)	Namen pridelave za
Fedora 17	140	98	seme/CBD/vlakna
USO 31	116	58	seme in stebila
KC Dóra	63	77	seme/CBD/vlakna
Finola	50	43	seme
Santhica 27	23	19	seme/CBD/vlakna
Kompolti hibrid TC	16	2	vlakna
Monoica	13	17	seme/CBD/vlakna
Tisza	10	7	seme in stebila
Felina 32	10	2	komb.
Tiborszallasi	10	9	CBD/vlakna
Férimon	7	0,5	vlakna
Futura 75	6	18	seme/CBD/vlakna
Carmagnola	1	0	vlakna
Ostale sorte	4	1	
Skupaj	469	351	

Pridobili smo podatke o površinah po posameznih sortah konoplje v Sloveniji v obdobju med letoma 2015 in 2018 (MKGP), in jih primerjali med seboj po sortah in letih pridelave. Na sliki A1 je prikazana površina pod sortami konoplje v Sloveniji med letoma 2015 in 2018, in sicer za tiste sorte, katerih površina je bila vsaj enkrat v teh letih 10 ha ali več, kar je izpolnjevalo 13 sort. Na prvih treh mestih po površini pridelave v Sloveniji so bile od leta 2015 do leta 2016 iste štiri sorte, in sicer Fedora 17, USO 31, KC Dora in Finola. Že v letu 2017 sta sorto Finola prehiteli sorti Futura 75 in Tiborszallasi, tako da je bila na petem mestu, v letu 2018 pa je po površini na šestem mestu. V letu 2018 je na drugo mesto skočila sorta Tiborszallasi, na četrto sorta Futura 75, na petem je bila sorta USO 31. Površina pod sortami Fedora 17, USO 31 in Finola od leta 2015 vztrajno pada, površina pod sorto KC Dora je okrog 60 ha, povečuje pa se površina pod sortama Tiborszallasi in Futura 75. Omenjenih šest sort je v letu 2017 pokrivalo 260 ha njiv, kar je predstavljalo 88 % vseh njiv s konopljo, v letu 2018 pa 261 ha, kar predstavlja 84 % njiv s konopljo. Vse ostale sorte se pridelujejo na površini

manjši od 10 ha, in predstavljajo skupaj le 16 % njiv s konopljo. Razširjenost sort je odvisna od lastnih izkušenj pridelovalcev iz preteklih let, pa tudi od reklame (informacij ponudnikov) in bližine ponudbe (prodajnega mesta). V Sloveniji se je med letoma 2015 in 2016 površina pod konopljo zmanjšala s 496 ha na 351 ha, v letih 2017 in 2018 pa ostaja okrog 300 ha (podatki MKGP).



Slika A1: Površina glede na sorto konoplje od leta 2015 do leta 2018 v Sloveniji po podatkih MKGP (v hektarjih)

Po pogovorih s pridelovalci konoplje z različnih koncev Slovenije smo ugotovili, da se tehnologija pridelave med njimi zelo razlikuje. Različna je že količina semena za setev, in sicer od 10 do 50 kg/ha. Čas setve je od zgodaj v aprilu v kraških pridelovalnih razmerah (sušna poletja in tla jerina), pa vse do junija z namenom, da rastline ne zrastejo previsoko. Največ se seje maja. Seje se z žitno sejalnico za strnjeno setev ali poprek ročno, kar običajno zaradi goste setve konoplje pomeni, da (običajno) nimajo težav s pleveli, ali na širše do medvrstne razdalje do 60 do 70 cm; slednje omogoča mehansko zatiranje plevelov. Pleveli pri tem zatirajo z doma prirejeno frezo, dokler niso visoki 1 m.

Med rastno sezono se pojavljajo bolezni in škodljivci, vendar večinoma ne v epifitotičnem obsegu. Nekateri pridelovalci jih ignorirajo in požanjejo pridelek, ki ostane na njivi, nekateri okužene rastline sproti odstranjujejo iz nasada. Pojavljajo se: koruzna vešča, konopljin/siva plesen. Največje težave povzročajo pleveli (osat, pirnica, njivski slak, navadna kostreba in drugi). Veliko škode pa naredijo ptiči, ki lahko zmanjšajo pridelek semena tudi do 15 %. Glede na preliminarne poskuse smo tudi na IHPS in na BF v letu 2016 ugotovili, da so velika nevarnost za dobro izpeljavo poskusov ptiči (slika A2), zato smo poskuse za vrednotenje pridelka semena ogradili z mrežo (sliki A3 in A4).



Slika A2: Ptiči v posevku konoplje v avgustu so na lokaciji Žalec sprti zobali dozorevajoče seme



Slika A3: Setev tehnološkega poskusa na IHPS v letu 2017 – postavljena mreža proti ptičem



Slika A4: Sortni poskus za seme na lokaciji BF Ljubljana 6. september 2017 – pod mrežo proti ptičem

Največji problem pri pridelavi konoplje v Sloveniji je spravilo. V času zrelega semena so stebela konoplje že zelo žilava in se pri žetvi navijajo na strojne dele, kar zaradi neprestane potrebe po čiščenju strojnih delov ne samo podaljšuje in otežuje žetev, ampak lahko povzroči tudi poškodbe le-teh. Sorte industrijske konoplje so namreč v glavnem žlahtnjene in namenjene za vlakna, kar pomeni, da naj bi se požele dosti prej, kot je zrelo seme. Poleg tega je konoplja neredko zelo neenakomerno visoka, kar pomeni ogromno nečistoč v strojno požetem pridelku semena ali pa izgubo pridelka, če nastavimo kombajn previsoko. Lahko pa zraste tudi previsoko za strojno žetev semena (višje od 2 m). Tako je na primer v letu 2015, kljub večjim površinam pod to poljščino pri nas, veliko le-te zaradi težav pri spravilu ostalo kar na njivi. V naslednjem letu se je površina, posejana s konopljo, že spet zmanjšala. Povprečna površina njiv s konopljo v letu 2015 je bila sicer le 56 arov, kar pri dovolj delovne sile omogoča ročno spravilo. Žetev opravi veliko pridelovalcev ročno s pomočjo prostovoljnih akcij zainteresiranih udeležencev, nekateri pa tudi s snopovezalko, pri čemer povezane snope sušijo v hali z napravami za prepihanje zraka, kot jih uporabljajo za seno. Suho seme mehansko omlatijo, čiščenje le-tega pa poteka na doma prirejenem stroju. Pridelek socvetja, ki se uporablja za čaj, liofilizirane izdelke in eterično olje, se pobere/poreže ročno.

Nekateri pridelovalci seme požanjejo s svojim ali najetim kombajnom in pri tem imajo nekateri težave, drugi pa ne. Posledica žetve z žitnim kombajnom je ponekod velika izguba semena na njivi, zato se odločajo raje za ročno žetev, če je površina dovolj majhna. Prednost ročne žetve je tudi pridobitev nepoškodovanega semena in manj izgub.

Pridelek semena je zelo odvisen od lokacije, kjer konoplja raste in doseže do nekaj manj kot 1 t/ha v dobrih letih. Višji pridelek običajno dajo posevki, ki rastejo na bolj peščenih in lahkih tleh. Običajen pridelek pri nas je 300 do 600 kg/ha. Pridelka lahko tudi ni oziroma ga zaradi zapleveljenosti posevka in neugodnih rastnih razmer ne morejo spraviti z njive (primer leta 2017, ko je dolgotrajno septembrsko deževje otreslo seme, oziroma leta 2018 na težkih tleh zaradi nenehnega deževja v rastni dobi in stoječe vode seme ni enakomerno kalilo, rastline so zelo neenakomerno vzniknile oziroma je bil vznik zelo slab, tudi kasneje je posevek slabo rasel in se razvijal, preraščal ga je plevel).

Naslednji problem pa je, da nimamo lastnih sort, ki bi bile že po svoji osnovi prilagojene na naše pridelovalne razmere. V zadnjih letih so prišle k nam različne tuje sorte konoplje. Tako je bilo v letu 2015 v pridelavi kar 18 sort konoplje iz različnih evropskih držav, ki do takrat niso bile vključene v uradno introdukcijo. Sorte, ki prihajajo iz različnih evropskih žlahtniteljskih hiš in z različnih geografskih območij, so različne v morfoloških, fizioloških in gospodarsko pomembnih lastnostih in se na naše razmere lahko nepričakovano odzovejo.

Za lažje razumevanje razvoja sort konoplje smo naredili prevod razvojnih faz pri konoplji.

Razvojne faze pri konoplji (prevod iz: CPVO-TP/276/1 končni; 28/11/2012, str.: 15)

Avtorji prevoda po abecednem vrstnem redu: dr. Barbara Čeh, doc. dr. Andreja Čerenak, dr. Marko Flajšman, prof. dr. Anton Ivančič, doc. dr. Darja Kocjan Ačko, Monika Oset Luskar in dr. Katarina Rudolf Piliš

Morfološke lastnosti konoplje je treba zabeležiti v ustreznem času glede na rast in razvoj rastline. Razvojne faze za konopljo so zapisane s štirimestno kodo, ki opisuje osnovne razvojne faze, odvisno od spola rastline, čemur sledi podrobneje opisana razvojna faza (Mediavilla, Vito in sod., 1998):

Osnovne razvojne faze

Štiri osnovne razvojne faze opisujejo življenjski cikel rastline in jih označuje prva številka v štirimestni kodi.

Prva številka v kodi	Definicija
0	Kalitev in vznik
1	Vegetativni stadij
2	Generativni stadij: cvetenje in oblikovanje semen
3	Staranje ali senescenca

Sekundarne razvojne faze

Sekundarne razvojne faze so opisane z drugo številko v kodi, ki označuje spol rastline, tretja in četrta številka pa podrobneje označujeta razvojno fazo.

Koda	Definicija	Opombe
Kalitev in vznik		
0000	Suho seme	Seme še ni začelo kaliti
0003	Klični listi razprti	
Vegetativna faza se nanaša na glavno steblo. Listi se štejejo za razgrnjene, ko so lističi vsaj en cm dolgi.		
1002	1. par listov	1 listič
1004	2. par listov	3 lističi
1006	3. par listov	5 lističev
10xx	Zadnji nasprotni par listov	xx = 2-krat n-ti par listov
Cvetenje in oblikovanje semen se nanaša na glavno steblo, vključno s stranskimi poganjki		
2000	Generativno-vegetativna točka (to je indukcija cvetenja)	Sprememba razporeditve listov na glavnem stebelu iz nasprotnih v izmenično razporejene. Razdalja med listnimi pecli izmeničnih listov najmanj 0,5 cm
2001	Cvetni nastavek	Spol skoraj ni mogoče določiti
Moška rastlina		
2100	Oblikovanje cvetov	Prvi zaprti moški cvetovi
2101	Začetek cvetenja	Prvi odprti moški cvetovi
2102	Cvetenje	50 % odprtih moških cvetov
2103	Konec cvetenja	95 % odprtih ali posušenih moških cvetov
Ženska rastlina		
2200	Oblikovanje cvetov	Prvi ženski cvetovi Ženski cvetovi brez zaznavnih ali vidnih vratov pestičev
2201	Začetek cvetenja	Viden vrat pestiča na prvih ženskih cvetovih
2202	Cvetenje	Na 50 % ženskih cvetov so vidni vratovi pestičev
2203	Začetek zorenja semen	Prva zrela (trda) semena
2204	Zrela semena	50 % zrelih semen
2205	Konec zrelosti semen	95 % zrelih ali že sproščenih (osutih) semen
Dvospolna – enodomna rastlina		
2300	Oblikovanje ženskih cvetov	Prvi ženski cvetovi Okrogli/ovalni ženski cvetovi zaznavnih ali vidnih vratov pestičev
2301	Začetek cvetenja ženskih cvetov	Vidni vratovi pestičev na prvih ženskih cvetovih
2302	Cvetenje ženskih cvetov	50 % oblikovanih krovnih listov/braktej
2303	Oblikovanje moških cvetov	Prvi zaprti moški cvetovi
2304	Cvetenje moških cvetov	50 % odprtih moških cvetov
2305	Začetek zorenja semen	Prva zrela (trda) semena
2306	Zrela semena	50 % zrelih semen
2307	Konec zrelosti semen	95 % zrelih ali že sproščenih (osutih) semen
Staranje		
3001	Sušenje listov	Listi suhi
3002	Sušenje stebela	Listi odpadejo
3003	Razgradnja stebela	Steblo se razgrajuje/ že delno razgrajeno, vlakna postanejo vidna

B Sortni in tehnološki poskusi (IHPS in Oddelek za agronomijo BF)

B1 Sortni poskus za stebila

Uvod

Stebila navadne konoplje so uporaben material za različne namene. Tradicionalno se uporabljajo za pridobivanje vlaken za proizvodnjo tehničnega tekstila, na primer za vrvi, vrvice, ponjave, podloge, preproge, vrvaste preproge in vreče (Kocjan Ačko, 1999), uporaba pa se je razširila tudi v avtomobilsko industrijo, izdelavo visokokakovostnega papirja, kompozitnih in drugih materialov (Schäfer in Honermeier, 2006). Pezdir, ki je ostanek pri osnovni predelavi stebel, se uporablja kot zastirka in živalska stelja, v zadnjem času pa vedno več kot izolacijska masa in pri izdelavi betonskih kompozitov (Kocjan Ačko, 2015).

Sestava stebila in kakovost vlaken sta sortni lastnosti. Pridelek vlaken je produkt deleža vlaken v skorji in pridelka stebel, zato sta ti dve lastnosti glavna kriterija pri žlahtnjenju sort za uporabo stebel (Berenji in sod., 2013). Sorte konoplje v Skupnem katalogu poljščin EU, v katerem je trenutno 67 sort navadne konoplje, pa niso razvrščene po namenu uporabe na sorte za vlakna ali sorte za seme. Pri nas v pridelavi konoplje prevladujejo francoske in madžarske sorte. Francoske sorte so običajno enodomne s kritično fotoperiodo 14 do 15,5 ur, kar pomeni, da se cvetenje prične, ko je dnevna osvetlitev krajša od omenjene dolžine (Struik in sod., 2000). Zaradi tega lahko ima ista sorta v različnih geografskih širinah različno število dni do cvetenja in s tem dolžino rastne dobe. Na primer v severnejših geografskih širinah vse sorte zaradi daljših dni bolj pozno cvetijo (Bennett in sod., 2006). Madžarske sorte so običajno dvodomne in pretežno požlahtnjene za pridelavo vlaken. Genetski potencial dvodomnih sort je 38 do 40 % vlaken v stebelu (Berenji in sod., 2013). Za pridelavo stebel je smiselno uporabiti sorte z daljšo rastno dobo (Struik in sod., 2000).

Nemen poljskega poskusa na Biotehniški fakulteti v Ljubljani je bil primerjati tuje sorte navadne konoplje za namen pridelave stebel v slovenskih pedo-klimatskih razmerah.

Material in metode

Poljski poskus je potekal v letih 2017 do 2019 na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer so tla srednje globoka, meljasto-glinasta, psevdoglejna in meliorirana. Tla so po teksturi težka (25 % peska, 42,6 % melja in 32,4 % gline). V treh letih smo preizkušali 14 različnih sort. V vseh treh letih se je ponovilo 10 različnih sort, to so Fedora 17, KC Dóra, Santhica 27, Kompolti hibrid TC, Monoica, Futura 75, Tisza, Tiborszallasi, Antal in USO 31. V letu 2017 smo vključili sorti Marina in Helena, v letih 2018 in 2019 pa Carmagnola in Santhica 70.

Osnovno gnojenje je v vsakem letu vključevalo 500 kg/ha NPK 0-14-28 in gnojenje tik pred setvijo z 260 kg/ha KAN. Pozneje posevka nismo dognojevali. Plevelov nismo zatirali. Setev smo opravili v maju (4. 5. 2017, 29. 5. 2018 in 8. 5. 2019) na medvrstno razdaljo 12,5 cm s sejalnico za strnjeno setev Wintersteiger. Uporabili smo količino semena za setev 300 kalivih semen/m². Takoj po setvi smo celoten poskus pokrili s kopreno zaradi zaščite pred ptiči, ki smo jo kmalu po vzniku odstranili. Ročno vzorčenje rastlin za ugotavljanje pridelka stebel smo opravili v drugi polovici avgusta (slika B1). Na vsaki parcelici smo ovrednotili 4 m². Vsak porezan m² smo takoj stehtali. Nato smo rastline z enega m² odstranili plevel in rastline konoplje stehtali. Na ta način smo določili odstotek plevela v biomasi. Rastline konoplje smo

ločili in prešteli po spolu. Nato smo odbrali po 25 rastlin (ženskih/enodomnih in moških) ter jih stehtali, določili premer stebel in višino. Te rastline smo sušili na 55°C za določanje zračno suhe snovi stebel. Za statistično analizo rezultatov smo uporabili program R (R Core Team, 2016). Statistično smo ovrednotili 10 sort, ki so se ponovile v vseh treh letih. Variabilne spremenljivke, ki smo jih zajeli v analizo, so bile: število rastlin ob žetvi, delež plevla v biomasi, pridelek svežih in suhih stebel ter višina in premer rastlin.



Slika B1: Posevek konoplje pred žetvijo za vrednotenje pridelka stebel leta 2017 (zgoraj), leta 2018 (spodaj levo) in leta 2019 (spodaj)

Vremenske razmere

Povprečne mesečne temperature in vsota padavin po mesecih so prikazane v preglednici B1. Mesec maj v letu 2017 je bil glede na dolgoletno povprečje nekoliko hladnejši, tudi padavin je bilo manj, zato setev ni bila otežena. V juniju je bila povprečna mesečna temperatura nadpovprečna, prav tako količina padavin, ki so bile zelo neenakomerno razporejene. V predzadnjem dnevu v juniju je padla dobra tretjina padavin tega meseca. Julij je bil za 1,6°C toplejši od dolgoletnega povprečja, količina padavin pa je bila precej nižja, samo 73 mm. Manjša mesečna količina padavin ni imela opaznega negativnega učinka na rast rastlin zaradi dobre razporeditve padavin, saj je bilo najdaljše obdobje brez dežja 8 dni in najvišje povprečne dnevne temperature niso presegle 27°C. Začetek avgusta je

zaznamovalo suho in vroče vreme, vendar je večja količina padavin sledila 7. avgusta, ko je padlo 33 mm dežja. V povprečju je bil avgust za več kot 2°C toplejši od dolgoletnega povprečja, padlo pa je manj kot polovica povprečnih padavin (samo 60 mm). September je bil nekoliko hladnejši od dolgoletnega povprečja in nadpovprečno moker, saj je padlo kar 347 mm padavin, od tega večina (97 %) do 20. septembra.

Preglednica B1: Povprečne mesečne temperature in vsote padavin za mesece v času izvedbe poljskega poskusa v 2019 ter za obdobje 1985 - 2015 v Ljubljani (ARSO, 2019)

Leto/ obdobje	Povprečna mesečna temperatura (°C)					Vsota padavin v mesecu (mm)				
	maj	junij	julij	avgust	sept.	maj	junij	julij	avgust	sept.
2017	16,9	21,7	23,2	23,2	14,3	72	150	73	60	347
2018	18,0	20,9	22,3	22,8	17,6	131,2	83,5	137,6	223	125,5
2019	12,9	23,5	22,9	22,6	22,3	238,6	46,4	141,8	112,4	145,0
1985-2015	17,2	19,5	21,6	21	16	105	131	121	131	159

Mesec maj v letu 2018 je bil glede na dolgoletno povprečje nekoliko toplejši, padavin pa je nadpovprečno veliko. Do 5. maja je padlo 46,2 mm (35,2 %). Po prvi setvi poskusa za seme (8. 5. 2018) pa je v 10 dneh padlo 57,6 mm (43,9 %) padavin, kar je verjetno vplivalo na slab vznik. Skupno je v maju padlo 131,2 mm padavin. V juniju je bila povprečna mesečna temperatura nadpovprečna, količina padavin pa je bila majhna (83,5 mm). Julij je bil toplejši od dolgoletnega povprečja, količina padavin pa je bila tudi višja. Avgusta je bila temperatura višja od dolgoletnega povprečja, količina padavin pa je bila zelo velika (223 mm). Septembra je padlo manj padavin od dolgoletnega povprečja (125,5 mm), temperatura je bila za 1,6 °C višja od temperature dolgoletnega povprečja.

Maj v letu 2019 je bil za 4,3 stopinje hladnejši od povprečja dolgoletnega obdobja, padlo pa je 2,2-krat več dežja kot v dolgoletnem povprečju (238,6 mm). Samo 8 dni v maju je bilo brez padavin. Največ padavin je padlo 29. maja, in sicer kar 75,6 mm. Nasprotno so bile temperature v juniju višje od dolgoletnega povprečja, padavin pa je padla samo dobra tretjina (46,4 mm) glede na dolgoletno obdobje. Julij je bil nadpovprečno moker in bolj topel, vendar je odstopanje majhno. V avgustu je zopet padlo 18,6 mm manj dežja od povprečja, temperatura pa je bila za 1,6°C višja od temperature dolgoletnega povprečja. September je bil kar za 6,3 °C toplejši od dolgoletnega povprečja, padlo pa je nekoliko padavin manj.

Rezultati

Leto pridelave je imelo vpliv na vse merjene spremenljivke. Razlike med sortami so bile statistično značilne za odstotek plevla in višino rastlin, medtem ko so bile za pridelek suhih stebel mejno statistično značilne ($p = 0,729$). Interakcije med sorto in letom nismo ugotovili pri nobeni spremenljivki (preglednica B2).

Največji povprečen pridelek suhih stebel v treh letih poskusa je dosegla sorta Antal, in sicer 5.314 kg/ha. Statistično enako visok pridelek je dosegla tudi sorta Tiborszallasi (4.780 kg/ha). To sta dvodomni madžarski sorti, obe sta bili tudi najvišji, odstotek plevla pa se med njima statistično ni razlikoval. Najmanjši pridelek suhih stebel sta dosegli enodomni sorti USO 31 in Santhica 27 (2.615 kg/ha in 2.607 kg/ha), tudi odstotek plevla v požeti biomasi je bil največji, obe sorti pa sta imeli tudi povprečno najnižje rastline (90 cm in 87 cm) (preglednica B3).

Preglednica B2: p – vrednosti vpliva na merjene parametre pri konoplji

	Št. rastlin ob žetvi	Odstotek plevela	Pridelek svežih stebel	Pridelek suhih stebel	Višina rastlin	Premer stebel
Sorta (S)	n.z.	*	n.z.	0,729	**	n.z.
Leto (L)	***	***	***	***	***	**
Interakcija S in L	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; $0,05 < p < 0,1$

n.z. – ni statistično značilnega vpliva ($p > 0,05$)

Preglednica B3: Povprečje meritev treh let (2017-2019) za pridelek suhih stebel, odstotek plevela in višino rastlin za 10 sort navadne konoplje

	Pridelek suhih stebel (kg/ha)	Odstotek plevela (%)	Višina rastlin (cm)
Antal	5314 a*	36,5 abc	138 a
Tiborszallasi	4780 a	33,2 bc	130 ab
Futura 75	4663 ab	34,0 bc	122 ab
Tisza	4589 ab	27,9 c	129 ab
Monoica	4583 ab	38,2 abc	125 ab
KC Dora	4181 ab	31,1 bc	124 ab
Kompolti hibrid TC	3908 ab	46,6 ab	123 ab
Fedora 17	3788 ab	40,2 abc	102 bc
USO 31	2615 b	50,4 a	90 c
Santhica 27	2607 b	51,3 a	87 c

*Različne črke označujejo statistično značilno razliko med sortami (Duncan, $p \leq 0,05$).

Najslabše rezultate smo dosegli v letu 2019, ko je bil odstotek plevela največji (77,2 %), ostali parametri, predstavljeni v preglednici B4, pa so bili najnižji, npr. povprečen pridelek suhih stebel je bil 1.082 kg/ha. Sledi leto 2018, ko je odstotek plevela dosegel 32,0 %, pridelek suhih stebel pa 3.606 kg/ha. V letu 2017 smo določili najmanjši odstotek plevela (7,6 %) in največji pridelek suhih stebel (7.621 kg/ha) (preglednica B4).

Preglednica B4: Vrednosti merjenih spremenljivk glede na vpliv leta pridelave

Leto	Število rastlin ob žetvi (št. rastlin/m ²)	Odstotek plevela (%)	Pridelek svežih stebel (kg/ha)	Pridelek suhih stebel (kg/ha)	Višina rastlin (cm)	Premer stebel (mm)
2017	304a	77,2a	17150a	7621a	150a	4,00b
2018	147b	32,0b	9342b	3606b	126b	4,37a
2019	108c	1,6c	2668c	1082c	74c	3,15c

Različne črke označujejo statistično značilno razliko med leti pridelave (Duncan, $p \leq 0,05$).

Odstotek plevela je bil visoko negativno (od -0,5858 do -0,8542) in v vseh primerih močno statistično značilno ($p < 0,001$) povezan z ostalimi merjenimi spremenljivkami. Tudi pridelka svežih in suhih stebel sta bila visoko pozitivno (od 0,5085 do 0,8982) in statistično značilno ($p < 0,001$) povezana z višino rastlin in premerom stebel. Pozitivne in statistično značilne korelacije smo opazili tudi med številom rastlin ob žetvi in pridelkom stebel ter višino rastlin.

Neznačilno korelacijo smo določili samo med številom rastlin ob žetvi in premerom stebel (preglednica B5).

Preglednica B5: Ocena Pearsonovega korelacijskega koeficienta r ter p -vrednosti dobljene po Holm'sovi metodi korekcije za hkratno testiranje vseh parametrov

	Število rastlin ob žetvi	Odstotek plevela	Pridelek svežih stebel	Pridelek suhih stebel	Višina rastlin
Odstotek plevla	-0,5656***				
Prid. svežih stebel	0,5744***	-0,8542***			
Prid. suhih stebel	0,6170***	-0,8327***	0,9893***		
Višina rastlin	0,3992**	-0,8478***	0,8982***	0,8735***	
Premer stebel	-0,0677ns	-0,5858***	0,5678***	0,5085***	0,7993***

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns – ni statistično značilnega vpliva ($p > 0,05$)

Viri

- Bennett S. J., Snell R., Wright D. Effect of variety, seed rate and time of cutting on fibre yield of dew-retted hemp. *Industrial crops and products*. 2006; 24.1: 79-86.
- Berenji J., Sikora V., Fournier G., Beherec O. Genetics and selection of hemp. V: Bouloc P., Allegret S., Laurent A., ur. *Hemp: industrial production and uses*. CABI, Wallingford, Boston; 2013: 48-71.
- ISTA. International Rules for Seed Testing. *Seed Science Technology*. 1999; 27: 1-333.
- Kocjan Ačko D. Poljščine, pridelava in uporaba. *Kmečki glas*, Ljubljana. 2015: 187 str.
- Kocjan Ačko D. Pozabljene poljščine. *Kmečki glas*, Ljubljana. 1999: 187 str.
- R CORE TEAM (2016): R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Schäfer T., Honermeier B. Effect of sowing date and plant density on the cell morphology of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Industrial Crops and Products*. 2006; 23(1): 88-98.
- Struik P. C., Amaducci S., Bullard M. J., Stutterheim N. C., Venturi G., Cromack H. T. H. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products*. 2000; 11(2): 107-118.

B2 Sortni poskus za pridelavo semena konoplje

Uvod

Pri setvi za seme morajo imeti posamezne rastline čim več prostora, da lahko razvijejo bolj bujne cvetne nastavke in s tem lahko tvorijo več semena. Zato se predlaga setev na večjo medvrstno razdaljo z manjšim številom kalivih semen na m². Vendar pa lahko redka setev privede do tega, da so rastline višje. To se pokaže kot težava poleti zaradi neviht, ko lahko močan veter lomi stebila. Visoke rastline z močnimi stebli (premer 3 do 4 cm) tudi otežujejo strojno spravilo. Pregnojitev z dušikom pa lahko povzroči prebujno vegetativno rast (Čeh, 2009).

Pri pridelavi za seme je načeloma bolj priporočljivo sejati kasneje spomladi; s tem dosežemo, da so ob enakem cvetnem nastavku stebila rastlin nižja, zaradi česar je strojno spravilo lažje (Kocjan Ačko in sod., 2002). Z uporabo različnega načina setve glede na namen pridelave konoplje je povezana še ena težava, ki se kaže tudi v praksi. To je zatiranje plevelov pri večjih medvrstnih razdaljah in manjši količini semena za setev, zato je nujen ukrep mehansko zatiranje plevelov, saj nikjer na svetu še ni odobren noben herbicid za uporabo v konoplji (Desanlis in sod., 2013).

Morfologijo rastlin konoplje lahko usmerjamo z agrotehniko. Višina, debelina in razvejitev stebela ter velikost cvetnega nastavka so odvisni ne le od sorte, ampak tudi od količine semena za setev, medvrstne razdalje in drugih agrotehničnih ukrepov, ki morajo biti prilagojeni namenu uporabe konoplje (Kocjan Ačko, 1999; Čeh, 2009; Amaducci in sod., 2002). Namen poljskega poskusa na Biotehniški fakulteti v Ljubljani je bil primerjati tuje sorte konoplje za namen pridelave za seme in ugotoviti, katere so najbolj primerne za pridelavo za seme v slovenskih rastiščnih razmerah. Poleg tega smo v poskuse vključili še preizkušanje različnih gostot setve, z namenom ugotoviti njihov vpliv na pridelek semena.

Material in metode

Poljski poskus je potekal v letih 2017 do 2019 na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer so tla srednje globoka, meljasto-glinasta, psevdoglejna in meliorirana. Tla so po teksturi težka (25 % peska, 42,6 % melja in 32,4 % gline). V treh letih smo vključili 10 različnih sort, in sicer sorte Fedora 17, KC Dóra, Santhica 27, Kompolti hibrid TC, Monoica, Futura 75, Santhica 70, Tiborszallasi, USO 31 in Helena. V vseh treh letih se je ponovilo 8 sort (vse razen sort Santhica 70 in Helena). Ker v letu 2019 pridelka pri sorti Kompolti hibrid TC zaradi neuspešnega vznika nismo ovrednotili, so v poročilu prikazani triletni rezultati za 7 sort.

Osnovno gnojenje je v vsakem letu vključevalo 500 kg/ha NPK 0-14-28 in gnojenje tik pred setvijo z 260 kg/ha KAN. Pozneje posevka nismo dognojevali. Plevelov nismo zatirali. Setev smo opravili konec maja ali v juniju (19. 5. 2017, 29. 5. 2018 in 13. 6. 2019) na medvrstno razdaljo 12,5 cm s sejalnico za strnjeno setev Wintersteiger. Takoj po setvi smo celoten poskus pokrili s kopreno zaradi zaščite pred ptiči, ki smo jo kmalu po vzniku odstranili. Vzorčenje rastlin za seme smo opravili konec septembra vsakega leta. Preučevane količine semena za setev so bile 100, 200 in 300 kalivih semen/m² v letu 2017, v letih 2018 in 2019 pa 200 in 300 kalivih semen/m², saj smo v letu 2017 pri gostoti 100 kalivih semen/m² izmerili statistično najnižje pridelke semena, zato smo to varianto iz poskusa izključili. V poskusu za seme smo določali naslednje parametre: število rastlin/m² ob spravilu, pridelek stebel svežih rastlin, pridelek semena in višino rastlin. V juliju smo vsako leto posevek pred ptiči zaščitili z mrežo, ki smo jo montirali na 2,5 m visoke stebre (slika B2). Vzorčenje rastlin smo izvedli ročno. Na vsaki parcelici smo za namen določanja pridelka semena ovrednotili sredinske 4 m² tako, da smo iz ženskih in/ali enodomnih rastlin posmukali socvetja s semeni. Bolj natančno smo ovrednotili samo prvi porezani kvadratni meter rastlin, in sicer tako, da smo najprej ločili moške in ženske rastline (pri dvodomnih sortah) oz. na moške in enodomne rastline (pri enodomnih sortah) ter rastline prešteli. Nato smo iz ženskih in enodomnih rastlin posmukali socvetja s semeni ter rastline stehali ločeno po spolu za ugotavljanje pridelka svežih stebel. Za določanje višine smo ločeno glede na spol izmerili po 25 rastlin na osnovno parcelico. Socvetja s semeni smo najprej posušili, nato pa seme omlatili z žitno električno mlatilnico, stehali in določili vlago po standardni metodi ISTA (ISTA, 1999). Pridelek semena podajamo v suhi snovi na hektar. Za statistično analizo rezultatov smo uporabili program R (R Core Team, 2016).



Slika B2: Zavarovani poskus s konopljo za pridelavo semena z mrežo proti ptičem leta 2017 (zgoraj levo), leta 2018 (zgoraj desno) in leta 2019 (spodaj)

Vremenske razmere

Vremenske razmere v letih 2017 do 2019 na lokaciji Ljubljana, kjer so potekali poljski poskusi, so opisane pod točko *B.1 Sortni poskus za stebila*.

Rezultati

Analiza variance je pokazala, da je imelo leto pridelave statistično značilen vpliv na vse merjene spremenljivke. Pridelek semena, absolutna masa in pridelek svežih stebel so bili statistično značilno različni med sortami, medtem ko količina semena za setev (200 in 300 kalivih semen/m²) nista imeli vpliva na te tri spremenljivke. Na število rastlin sta imela poleg leta značilen vpliv tudi sorta in gostota setve. Na višino rastlin gostota setve ni vplivala, sorta pa je imela mejno statistično značilen vpliv ($p=0,054$). Za nobeno kombinacijo glavnih dejavnikov nismo ugotovili interakcije (preglednica B6).

Preglednica B6: *p* – vrednosti vpliva na merjene parametre pri konoplji

	Pridelek semena	Absolutna masa	Število rastlin ob žetvi	Višina rastlin	Pridelek svežih stebel
Sorta (S)	**	***	***	0,054	**
Gostota setve (GS)	n.z.	n.z.	***	n.z.	n.z.
Leto (L)	***	***	**	***	***
S x GS	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.
S x L	n.z.	n.z.	0,0880	n.z.	n.z.
GS x L	n.z.	n.z.	0,0783	n.z.	n.z.
S x GS x L	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; 0,05 $< p < 0,1$ n.z. – ni statistično značilnega vpliva ($p > 0,05$)

Največji pridelek semena je dosegla francoska enodomna sorta Futura 75 (505 kg/ha), sledila je madžarska dvodomna sorta Tiborszallasi (372 kg/ha). Po pridelku (okoli 300 kg/ha) so bile izenačene sorte KC Dora, Fedora 17 in Monoica. Najmanjši pridelek semena sta dosegli enodomni sorti Santhica 27 (198 kg/ha) in USO 31 (186 kg/ha). Po absolutni masi semena si sorte sledijo v zelo podobnem vrstnem redu kot pri pridelku semena, kjer je imela Futura 75 največjo absolutno maso (16,3 g), sorta USO 31 pa najmanjšo (12,5 g). Glede na število rastlin ob žetvi so bile sorte bolj izenačene; po največjem številu izstopa sorta Tiborszallasi, po najmanjšem pa sorta KC Dora. Po višini rastlin se sorte statistično niso razlikovale, povprečna višina rastlin konoplje je bila 125 cm; najvišjo povprečno višino je dosegla sorta Futura 75 (138 cm), najnižjo pa USO 31 (92 cm). Po pridelku svežih stebel izstopa sorta Futura 75 s 8036 kg stebel/ha (preglednica B7).

Preglednica B7: *Povprečje meritev treh let (2017-2019) za pridelek semena, absolutno maso, število rastlin ob žetvi, višino rastlin in pridelek svežih stebel za 7 sort navadne konoplje (lokacija Ljubljana)*

Sorta	Pridelek semena (kg ss/ha)	Absolutna masa (g)	Število rastlin ob žetvi	Višina rastlin (cm)	Pridelek svežih stebel (kg/ha)
Futura 75	505 a*	16,3 a	134 b	138	8036 a
Tiborszallasi	372 ab	16,4 a	173 a	141	7682 ab
KC Dora	320 bc	15,1 b	109 bc	136	7235 ab
Fedora 17	290 bc	13,9 c	123 b	110	4830 bcd
Monoica	286 bc	15,7 ab	138 b	132	6652 abc
Santhica 27	198 c	12,4 d	124 b	108	4253 cd
USO 31	186 c	12,5 d	92 c	110	2904 d

*Različne črke v stolpcu označujejo statistično značilno razliko med sortami (Duncan, $p \leq 0,05$).

Leto 2017 je bilo najbolj ugodno za pridelavo navadne konoplje, saj je imela večina merjenih spremenljivk najvišje vrednosti (preglednica B8). Pridelek semena je bil v letu 2017 1,4-krat večji (448 kg/ha) od pridelka v letu 2018 (316 kg/ha) in kar 2,8-krat večji od pridelka v letu 2019 (162 kg/ha). Zanimivo je, da je bila absolutna masa v letu 2017 najnižja (12,7 g), število rastlin ob žetvi pa 132 rastlin/m², kar je med vrednostima, ki sta bili doseženi v letu 2018 (147

rastlin/m²) in 2019 (103 rastlin/m²), ko je bilo število rastlin na m² najmanjše. Leta 2019 so bile rastline tudi najnižje (73 cm) in imele najnižji pridelek svežih stebel (2532 kg/ha). Največji pridelek svežih stebel je bil dosežen v letu 2017 (7768 kg/ha).

Preglednica B8: Vrednosti merjenih spremenljivk glede na vpliv leta pridelave

Leto	Pridelek semena (kg ss/ha)	Absolutna masa (g)	Število rastlin ob žetvi	Višina rastlin (cm)	Pridelek svežih stebel (kg/ha)
2017	448 a*	12,7 b	132 a	141 b	7768 a
2018	316 b	15,7 a	148 a	161 a	7523 b
2019	162 c	15,3 a	103 b	73 c	2535 c

*Različne črke v stolpcu označujejo statistično značilno razliko med leti pridelave (Duncan, $p \leq 0,05$).

Gostota setve ni vplivala na pridelek semena (povprečen pridelek je bil 308 kg/ha), absolutno maso (povprečna absolutna masa je bila 14,6 g), višino rastlin (povprečna višina rastlin je bila 125 cm) in pridelek svežih stebel (povprečen pridelek svežih stebel je bil 5942 kg/ha). Je pa gostota setve vplivala na število rastlin ob žetvi, kjer smo pri gostoti 200 kalivih semen/m² ob žetvi prešteli 105 rastlin/m², pri gostoti 300 kalivih semen/m² pa 150 rastlin/m² (preglednica B9).

Preglednica B9: Vrednosti merjenih spremenljivk glede na vpliv gostote setve

Količina semena za setev (kalivih semen/m ²)	Pridelek semena (kg ss/ha)	Absolutna masa (g)	Število rastlin ob žetvi	Višina rastlin (cm)	Pridelek svežih stebel (kg/ha)
200	318 a*	14,7 a	105 b	129 a	6311 a
300	298 a	14,5 a	150 a	121 a	5573 a

*Različne črke označujejo statistično značilno razliko med leti pridelave (Duncan, $p \leq 0,05$).

Pridelek semena je bil visoko pozitivno in statistično značilno ($p < 0,001$) povezan z višino rastlin ($r=0,7023$) in pridelkom svežih stebel ($r=0,7705$). Nekoliko nižja in statistično značilna korelacija obstaja tudi med številom rastlin ob žetvi in višino rastlin ($r=0,2506$) ter med številom rastlin ob žetvi in pridelkom svežih stebel ($r=0,2580$). Tudi višina rastlin in pridelek svežih stebel sta visoko pozitivno ($r=0,8106$) in statistično značilno ($p < 0,001$) povezani (preglednica B10).

Preglednica B10: Ocena Pearsonovega korelacijskega koeficienta r ter p -vrednosti dobljene po Holm'sovi metodi korekcije za hkratno testiranje vseh parametrov

	Pridelek semena	Absolutna masa	Število rastlin ob žetvi	Višina rastlin
Absolutna masa	0,1708ns			
Št. rastlin ob žetvi	0,0374ns	0,1714ns		
Višina rastlin	0,7023***	0,1914ns	0,2506*	
Prid. svežih stebel	0,7705***	0,2261ns	0,2580*	0,8106***

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns – ni statistično značilnega vpliva ($p > 0,05$)

Viri

- Amaducci S., Errani M., Venturi G. Response of hemp to plant population and nitrogen fertilisation. Italian journal of agronomy. 2002; 6(2): 103-112.
- Čeh B. Navadna konoplja 2009. V: Čeh B., ur. Oljnice: pridelava, kakovost olja ter možnost uporabe za biomaziva in biodizel. Fakulteta za strojništvo, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. 2009: 34-41.
- Desanlis F., Cerruti N., Warner. Hemp agronomy and cultivation. V: Bouloc P., Allegret S., Laurent A. ur. Hemp: industrial production and uses. CABI, Wallingford, Boston; 2013: 98-124.
- ISTA. International Rules for Seed Testing. Seed Science Technoogy. 1999; 27: 1-333.
- Kocjan Ačko D. Pozabljene poljščine. Kmečki glas, Ljubljana. 1999: 187 str.
- R CORE TEAM (2016): R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

B3 Vpliv količine semena za setev, načina gnojenja z dušikom, sorte in termina setve na pridelek semena konoplje – tehnološki poskus

Uvod

V pridelavi konoplje za seme so pomembni dejavniki predvsem čas setve, sorta, način gnojenja z dušikom ter količina semena za setev, za kar v praksi za naše rastne razmere ni enotnih navodil. V okviru projekta smo zastavili poljski poskus v letih 2017 do 2019, s katerim smo želeli določiti te tehnološke parametre za dve v letu 2016 najbolj razširjeni sorti konoplje, Fedora 17 in USO 31.

Material in metode

Obravnavanja in način postavitve poskusa

Tehnološki poskus smo zastavili v letih 2017 in 2018 v Savinjski dolini na poskusnem posestvu IHPS in v letu 2019 v Prekmurju. Poskus je bil zastavljen kot faktorski poljski poskus v treh ponovitvah. Velikost osnovne parcele je bila v letih 2017 in 2018 3 m x 3,2 m, v letu 2019 5 m x 4,8 m. Skupaj je bilo v poskusu vsako leto 96 parcel (32 obravnavanj v 3 ponovitvah).

Obravnavanja so bila sestavljena kot kombinacija faktorjev:

- čas setve (**S1** maja in **S2** junija; preglednica B11),
- gnojenje z dušikom v obliki gnojila KAN (**N1** = 80 kg/ha ob setvi, **N2** = 80 kg/ha v času, ko je imela konoplja 3 liste),
- količina semena za setev (**20, 30, 40 in 50 kg/ha semena**).

Tik pred setvijo smo v letih 2017 in 2018, ko je bil poskus zastavljen v Žalcu, kjer smo v preliminarnih poskusih ugotovili težave s ptiči, celotno površino poskusa pokrili z mrežo proti ptičem. Kot konstrukcija je služila žičnica hmeljišča (sliki B3 in B4). Zaradi močnega vetra smo morali varovalno mrežo večkrat popravljati in krpati. Poskus v letu 2019 je bil postavljen na njivi v Krogu pri Murski Soboti. Poskus smo v vseh treh letih posejali s poskusno sejalcico Wintersteiger (slika B4).

Preglednica B11: Seznam opravil na tehnološkem poskusu s konopljo v letih 2017 do 2019

	Leto 2017		Leto 2018		Leto 2019	
Termin setve	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Datum setve	19. maj	9. junij	29. maj	8. junij	24. maj	17. junij
Vzorčenje za Nmin ob setvi	19. maj	9. junij	29. maj	29. maj	-	17. junij
Izvedba N1	19. maj	9. junij	29. maj	8. junij	24. maj	17. junij
Vzorčenje za Nmin v času 3 listov	13. junij	-	27. junij	17. julij	-	-
Izvedba N2	13. junij	28. junij	27. junij	17. julij	17. junij	12. julij
Žetev	22. sept.	28. sept.	12. sept.	18. sept.	4. sept.	16. sept.



Slika B3: Postavljanje zaščitne mreže pred ptiči na površini tehnološkega poskusa na IHPS v letu 2017



Slika B4: Poskus smo posejali s parcelno sejalnico Wintersteiger

Tla v poskusih

Tla smo pred postavitvijo poskusa vsako leto vzorčili in vzorce analizirali. Rezultati so predstavljeni v preglednici B12.

Preglednica B12: Rezultati kemijske analize vzorcev tal pred postavitvijo poskusa v letih 2017, 2018 in 2019

Leto	Glob. (cm)	Oznaka vzorca	pH v KCl	P ₂ O ₅ (mg/100 g tal)	K ₂ O* (mg/100 g tal)	Organska snov (%)
2017	0-25	Poskus na IHPS	6,6	39 D*	30 C-D*	3,1
2018	0-25	Poskus na IHPS	6,6	39 D*	30 C-D*	3,1
2019	0-25	Poskus v Murski Soboti	5,7	24,2 C*	6,0 A*	2,7

Legenda:

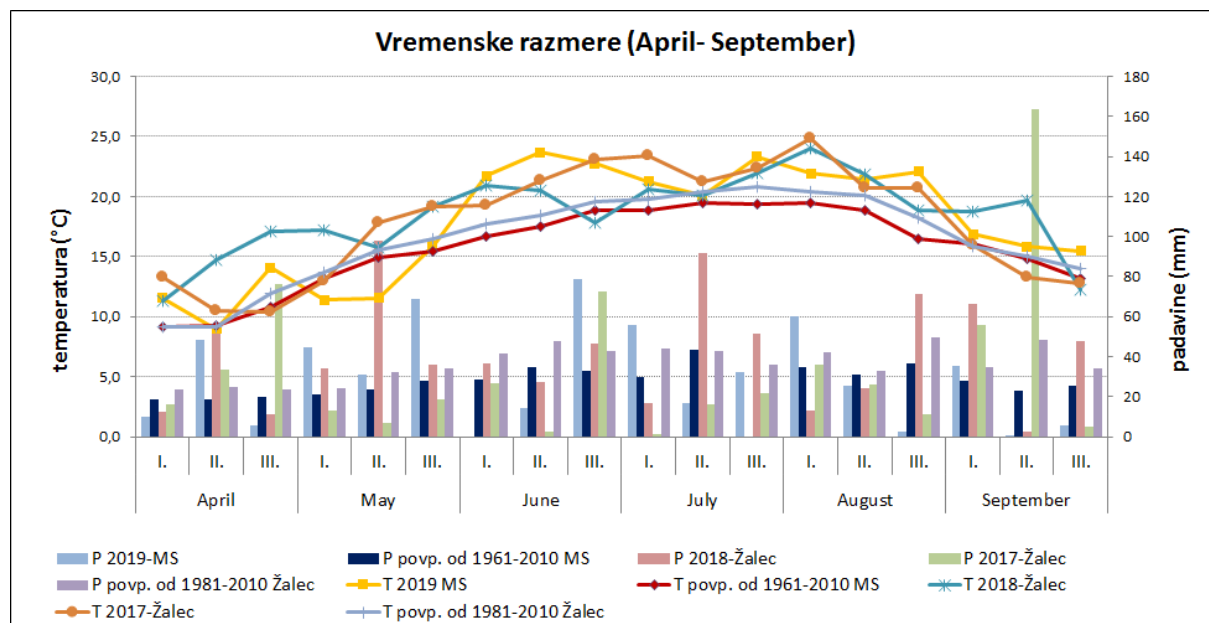
Glob. = globina odvzema vzorca, pH = reakcija tal (kislost tal), KCl = kalijev klorid, P₂O₅ = fosfat, K₂O = kalij

*Črke ob številčnih vrednostih označujejo stopnjo preskrbljenosti tal z določenim hranilom: A: siromašna tla, B: srednje preskrbljena tla, C: dobro preskrbljena tla, D: pretirano preskrbljena tla, E: ekstremno preskrbljena tla

Njiva na IHPS je bila v letih 2017 in 2018 pretirano preskrbljena s fosforjem, srednje dobro do pretirano preskrbljena s kalijem ter dobro preskrbljena z organsko snovjo. Tekstura je ilovica (srednje težka tla). V letu 2019 je bila njiva v Krogu pri Murski Soboti dobro preskrbljena s fosforjem in organsko snovjo, ter siromašna s kalijem. Glede na te rezultate smo izvedli osnovno gnojenje konoplje vsako leto pred setvijo.

Vremenske razmere

Pomanjkanje padavin smo v letu 2017 zabeležili že v zimskih mesecih, ki se je nato tekom vegetacije samo še stopnjevalo. Marec je bil nadpovprečno topel; temperature so se strmo povečevale in maksimalna dnevna temperatura zraka je 31. marca dosegla že 23,8°C, prav tako je bil topel začetek aprila, potem pa se je ohladilo (slika B5). Pomanjkanje padavin v letu 2017 smo beležili tudi v juliju in avgustu. V Žalcu je julija padlo 39 mm, avgusta pa 73 mm dežja. Meteorološko poletje je zaznamovalo več vročinskih valov s kratkimi osvežitvami. Vsi trije poletni meseci so bili znatno toplejši od dolgoletnega povprečja. To je bilo eno najtoplejših poletij od leta 1961. V Žalcu smo to poletje zabeležili kar 34 vročih dni, ko je temperatura zraka presegla 30 °C. Visoke temperature je spremljalo še veliko pomanjkanje padavin, ki smo ga beležili že v juniju, kar pa se je v juliju ter avgustu samo še stopnjevalo. V treh poletnih mesecih smo zabeležili le 214 mm dežja, kar je 166 mm manj kot znaša dolgoletno povprečje. Posledice suše so konec druge dekade junija že ogrožale rast in razvoj kmetijskih rastlin. Zaradi suše je bil pri drugem terminu setve - S2 zelo slab vznik. Sledil je moker in hladen september. Padavine so prišle prepozno, da bi lahko omilile posledice suše v poletnih mesecih, so pa zelo ovirale spravilo konoplje.



Slika B5: Primerjava povprečnih dekadnih mesečnih temperatur in višine padavin v času od aprila do septembra v letih 2017 do 2019 s 30. letnim povprečjem (1981 - 2010) postaje Medlog pri Celju za leti 2017 in 2018 in 2019 za Mursko Sobotu (vir podatkov: ARSO, Izpis iz podatkovne zbirke maj, 2017)

Cel februar leta 2018 je bil pokrit s snežno odejo, pod snegom je bil tudi začetek marca. V marcu smo zabeležili 12 dni s snežno odejo. Marec je bil eden izmed najhladnejših v zadnjih letih. V prvih treh mesecih leta je bilo za 108,5 mm več padavin kot znaša dolgoletno

povprečje, 276,2 mm. Nizkim temperaturam je konec marca sledil temperaturni preobrat. Obdobje april – junij je zaznamovalo toplo vreme z veliko padavin, predvsem v obliki pogostih nalivov in neurji s točo. Mesec april je bil nadpovprečno topel, tudi maj je bil toplejši od dolgoletnega povprečja. Junij so zaznamovali pogosti nalivi, plohe in neurja s točo, padlo je 110,4 mm dežja. Tudi poletje je bilo bogato s padavinami, temperature pa so bile zelo blizu dolgoletnega povprečja, 20,4 °C. Avgusta je bilo nadpovprečno toplo in 108,8 mm dežja. V začetku septembra je bilo pravo poletno vreme.

Zima 2019 ni bila bogata s padavinami. Pomanjkanje padavin se je nadaljevalo tudi v mesecu marcu, temperature pa so bile nad dolgoletnim povprečjem. April je bil topel in moker, a so bile padavine enakomerno razporejene. Povprečna temperatura zraka v Murski Soboti je bila 11,5 °C, kar je 1,0 °C nad dolgoletnim povprečjem, količina padavin pa je za 30 % presegla dolgoletno povprečje. Maj je bil zelo hladen in moker. Sredi junija je bil vročinski val s temperaturami nad 30°C, bila so pogosta neurja s točo, a je bilo skupaj manj padavin kot v dolgoletnem povprečju. V avgustu in septembru smo zabeležili višjo povprečno temperaturo zraka od dolgoletnega povprečja, padavin je bilo manj kot v povprečju (slika B5).

Oskrba poskusov

Aprila in maja 2017 smo na poskusni lokaciji njivo razplevelili z brano. Tega v letu 2018 zaradi nenehno mokrih tal nismo mogli opraviti. Tudi setev S1 je bila v letu 2018 zaradi nenehnega dežja izvedena kasneje, šele 29. maja. Zaradi še vedno prevlažnih tal je sejalnica zdrsavala in tudi vznik je bil zaradi mokrih tal (sledilo je zopet nenehno deževje) zelo slab. S2 setev smo izvedli 8. junija, ko so se tla le nekoliko osušila. Pred setvijo smo v vsakem letu izvedli gnojenje s fosforjevimi in kalijevimi gnojili glede na analizo tal in predviden odvzem s konopljo enako po celi površini in poskus zakoličili (slika B6). Po setvi smo tla povaljali. Z dušikom (KAN) smo dognojevali ročno po parcelah glede na plan poskusa - ob sevi oziroma v času treh listov (sliki B7 in B8). Seznam opravil v poskusu časovno je predstavljen v preglednici B11. Analizo vzorcev tal na Nmin smo izvedli na IHPS s hitrim talnim testom (nitratna in amonijska oblika dušika). 20. junija 2017 smo prešteli število rastlin na enoto površine na vseh parcelah S1, v letu 2018 pa smo izmerili višino rastlin 3. avgusta 2018.



Slika B6: Količenje parcel pred setvijo (2019)



Slika B7: Ročno dognojevanje konoplje z dušikom po parcelah ob setvi (2019)



Slika B8: Ročno dognojevanje konoplje z dušikom po parcelah v času treh listov (2019)

Vrednotenje pridelka

Pridelek semena konoplje smo vrednotili ločeno za vsako parcelo posebej v času zrelosti semen. Z vsake parcele smo ročno s škarijami porezali vsa socvetja, pri čemer smo izločili robne pasove parcel, in jih spravili v jutne vreče (sliki B9). Izmerili so površino vrednotnega dela parcel. Jutne vreče smo dali v sušilnico za 24 ur na 30-35°C. Ko so bila socvetja suha, smo izvedli omlatenje posamezne vreče/vzorca na parcelnem kombajnu na Kmetijskem Inštitutu Slovenije. Potem smo omlatene vzorce semena očistili s strojem sample cleaner model SLN3 (slika B10), da smo dobili čisto seme, saj so vzorci vsebovali veliko primesi. Potem smo vzorce semena po parcelah stehtali in vzeli vzorce za vlago, da smo podatke preračunali v pridelek suhe snovi. Podatke smo obdelali s programoma Excel in Statgraphics Cenurion XVI. V letu 2017 smo dali vzorce semena tudi v kemijsko analizo na vsebnost olja v laboratorij IHPS. Določanje vsebnosti olja je potekalo po Soxhletu (SIST EN ISO 659:1998).



Sliki B9: Spravilo pridelka konoplje po parcelah

Slika B10: Čiščenje vzorcev semena na stroju sample cleaner model SLN3

Rezultati

Število rastlin na enoto površine

20. 6. 2017 smo prešteli število rastlin na enoto površine na vseh parcelah S1. Podatki so predstavljeni v preglednici B12. Med časoma gnojenja z N razlika ni bila dokazljiva, je pa bila dokazljiva razlika med sortama in med količinami semena za setev. Pri sorti Fedora 17 je bilo število rastlin na enoto površine dokazljivo večje kot pri sorti USO 31. Če pogledamo vsako sorto posebej, prav tako dokazljivih razlik med časoma gnojenja z dušikom ni bilo, so pa bile, pričakovano, med količinami semena za setev (preglednica B13).

Preglednica B12: Število rastlin na 1 m² glede na obravnavanje v poskusu na parcelah S1 20. junija 2017

Faktor		Število rastlin pri S1 na 1 m ² 20. junija
Sorta	Fedora 17	127 b*
	USO 31	74 a
Gnojenje z N	Ob setvi	98 a
	V času 3 listov	103 a
Gostota	20 kg/ha	66 a
	30 kg/ha	89 b
	40 kg/ha	117 c
	50 kg/ha	130 c

*Enaka črka v stolpcu znotraj enega faktorja pomeni, da med obravnavanjema ni statistično značilne razlike (Duncanov test, p=0,05).

Preglednica B13: Število rastlin na 1 m² glede na obravnavanje v poskusu na parcelah S1 20. junija 2017 za vsako sorto posebej

Faktor		Število rastlin pri S1 na 1 m ² 20. junija	
		Fedora 17	USO 31
Gnojenje z N	Ob setvi	125 a	72 a*
	V času 3 listov	129 a	76 a
Količina semena za setev	20 kg/ha	90 a	43 a
	30 kg/ha	109 a	69 b
	40 kg/ha	150 b	84 c
	50 kg/ha	160 b	101 d

*Enaka črka v stolpcu znotraj enega faktorja pomeni, da med obravnavanjema ni statistično značilne razlike (Duncanov test, p=0,05).

Vsebnost N_{min} v tleh

V preglednici B14 so prikazani rezultati meritve na N_{min} v tleh glede na datum meritve.

Preglednica B14: Rezultati vzorčenja tal za N_{min} v tleh (0-25 cm globine) glede na termin vzorčenja in leto

	Leto 2017			Leto 2018			Leto 2019		
	NO ₃ - N (kg/ha)	NH ₄ - N (kg/ha)	Skupni (kg/ha)*	NO ₃ - N (kg/ha)	NH ₄ - N (kg/ha)	Skupni (kg/ha)*	NO ₃ - N (kg/ha)	NH ₄ - N (kg/ha)	Skupni (kg/ha)*
Pred setvijo S1	24	16	40	47	25	72	-	-	-
Pred setvijo S2	32	42	74	-	-	-	67	20	87
S1 pred dognjevanjem N2	47	7	54	12	10	22	-	-	-
S2 pred dognjevanjem N2	-	-	-	<20	30	<50	-	-	-

Opazovanja v poskusu

28. 6. 2017, ko smo vzeli vzorec tal na parcelah S2, predvidenih za N2, in izvedli gnojenje z dušikovim gnojilom pa parcelah N2, smo ugotovili, da so bile rastline znotraj istih parcel zaradi suše zelo neizenačene in neenakomerno visoke (slika B11). V začetku septembra 2017 pa so bile rastline pri S1 in S2 po višini skoraj izenačene, vendar še vedno neizenačene po višini znotraj istih parcel (slika B12). Rastline vseh parcel so bile nižje od 2 m, povprečno okrog 170 cm.



Slika B11: Tehnološki poskus s konopljo na IHPS v letu 2017 po vzniku konoplje pri drugem terminu setve - S2 (levi pas na sliki); desni pas konoplja prvega termina setve - S1



Slika B12: Do časa žetve v letu 2017 sta se posevka S1 (desno) in S2 (levo) po višini skoraj izenačila



Slika B13: Tehnološki poskus s konopljo na IHPS pod mrežo, začetek julija 2018; levo pas S1, desno pas S2

2. julija 2018 smo ugotovili, da je bil zelo slab vznik tako pri S1 kot pri S2, voda je zastajala po več delih njive. Tla so bila na teh mestih zbita. Posevek je bil zaradi tega zelo neizenačen in neenakomeren znotraj posameznih parcel (slika B13). S2, ki smo jo sicer sejali v lepem in

suhem vremenu, je še slabše vzniknila kot rastline pri prvem terminu setve (S1), saj je bilo po tej setvi zopet vseskozi deževje in je seme v tleh gnilo. Na mestih, kjer je voda manj zastajala, pa so bile v tem času rastline lepše in višje. Začel se je pojavljati plevel, in sicer predvsem na parcelicah z nižjo gostoto sklopa. Kot je razvidno s slik B14, je bil v tem času najlepši sklop in so bile najvišje rastline pri načinu gnojenja N1 (N ob setvi). Vendar pa je bilo 17. avgusta 2018 v poskusu opaziti, da so rastline, ne glede na sorto in gostoto, pri N1 bolj rumenkaste, medtem ko so bile pri N2 bolj zelene. Pri S2 so bile rastline še vedno nižje kot pri S1. Parcele sorte Fedora 17 so bile bistveno manj zapleveljene kot parcele sorte USO 31.



USO 31, prvi termin setve (S1), gnojenje z N ob setvi



USO 31, drugi rok setve (S2), gnojenje z N ob setvi



Fedora 17, prvi termin setve (S1)



Fedora 17, drugi rok setve (S2)

Slike B14: Tehnološki poskus na IHPS 2. julija 2018; nenehno deževje je na težkih tleh, na katerih je bil zastavljen poskus, povzročilo zastajanje vode, kar je zelo prizadelo posevek, ki je zaradi tega neizenačeno in zelo slabo vznikal

V juniju 2019 smo na parcelah setve S1 ugotovili, da je bil na določenih parcelah, ne glede na sorto, slab vznik, kar je bilo posledica lastnosti tal. Vidne so bile razlike med količinami semena za setev; pri gostejši setvi je bilo manj plevela (sliki B15 in B16). Rastline so se nekoliko razlikovale tudi v višini, in sicer je bila sorta Fedora 17 nekoliko višja kot USO 31. Majhne razlike so bile vidne tudi v barvi rastlin, in sicer so bile rastline, pognojene z dušikom ob setvi, temnejše zelene barve, ne glede na sorto. V mesecu juliju se je ta trend nadaljeval. Podobne razlike so v mesecu juliju bile tudi pri kasnejšem terminu setve (S2). Pri S2 je še bolj do izraza prišel vpliv nehomogenosti tal, saj je bil vznik na določenih parcelah zelo slab, ne glede na sorto in količino semena za setev. Tudi pri S2 so bile lepo vidne razlike med parcelami z različnimi količinami semena ta setev in času gnojenja z dušikom.

V času žetve S1 (4. 9. 2019) sta bili sorti Fedora 17 in USO 31 visoki cca 240 do 280 cm. Za strojno žetev je to previsoko, torej v tem letu setev v prvem terminu (S1) glede višine rastlin v

času zrelosti semena ni bila primerna, saj so rastline zrastle previsoko. V času žetev (16. 9. 2019) posevka drugega termina setve (S2) sta bili sorti Fedora 17 in USO 31 visoki cca 170 do 220 cm, kar je v praksi tudi za strojno žetev ugodno (slika B17).



Slika B15: 10. junij 2019 – poskus na lokaciji Krog, Murska Sobota (levo pas setve v prvem terminu, desno pripravljena površina za setev v drugem terminu)



Slika B16: 17. junij 2019 – poskus v Krogu pri Murski Soboti (levo pas konoplje prvega termina setve, desno pripravljen pas površine za drugi termin setve)



Slika B17: 1. avgust 2019; posevek konoplje prvega termina setve (S1) - levo in setve v drugem terminu (S2) - desno

Višina rastlin

3. avgusta 2018 smo izmerili višino rastlin po parcelah, in sicer razpon višine na parceli in višino rastlin večine rastlin na parceli (povprečna višina). Rezultati so prikazani v preglednici B15. Povprečna višina rastlin se je dokazljivo razlikovala med sortama, in sicer je bila dokazljivo nižja pri sorti Fedora 17. Dokazljiva razlika je bila pričakovano tudi pri terminu setve, in sicer je bila dokazljivo večja pri prvem roku setve. Glede na količino semena za

setev in glede na čas gnojenja z dušikom ni bilo dokazljive razlike v višini rastlin v tem terminu merjenja. Glede na prejšnje leto poskusa so bile rastline bistveno nižje. Razpon višine rastlin je bil povprečno okrog 80 cm; statistično dokazljiva razlika v razponu višine rastlin na parcelo je bila le glede na termin setve, in sicer je bil razpon višine rastlin dokazljivo manjši pri drugem roku setve (65 cm) v primerjavi s prvim rokom setve (89 cm).

Preglednica B15: Povprečna višina rastlin glede na obravnavanje in razpon višine v poskusu 3. avgusta 2018

		Povprečna višina rastlin 3. avg 2018 (cm)	Razpon višine rastlin 3. avg. 2018 (od do v cm)
Sorta	Fedora 17 USO 31	94 a 107 b	83 a 80 a
Količina semena za setev	20 kg/ha 30 kg/ha 40 kg/ha 50 kg/ha	92 a 104 a 99 a 107 a	82 a 88 a 75 a 80 a
Termin setve	S1 S2	113 b 88 a	89 b 65 a
Gnojenje z 80 kg/ha N	Ob setvi V času 3 listov	101 a 100 a	83 a 80 a

Kot je razvidno iz preglednice B16, je imela sorta Fedora 17 po prvem terminu setve (S1) v letu 2019 hitrejšo začetno rast kot sorta USO 31. V slabem mesecu po setvi (24 dni) je bila dokazljivo višja kot rastline sorte USO 31. Pri največji količini semena za setev (50 kg/ha semena) so bile rastline dokazljivo višje kot pri manjših količinah semena za setev, torej je večja konkurenca med rastlinami povzročila hitrejšo rast v višino. Če smo z dušikom pognojili ob setvi, so bile rastline v tem terminu dokazljivo višje, kot tiste, katerih do tega datuma še nismo dognojevali z dušikom.

Preglednica B16: Povprečna višina rastlin prvega termina setve (S1) glede na obravnavanje 17. 6. 2019

		Povprečna višina rastlin 17. 6. 2019 (v cm)
Sorta	Fedora 17 USO 31	42 b 39 a
Količina semena za setev	20 kg/ha 30 kg/ha 40 kg/ha 50 kg/ha	39 a 39 a 39 a 46 b
Gnojenje z 80 kg/ha N	Ob setvi V času 3 listov	45 b 37 a

Pridelek semena konoplje

Kot je razvidno iz preglednice B17, je bila pri analizi vseh podatkov v povprečju treh let značilna razlika v pridelku semena med sortama, in sicer je bil pridelek dokazljivo večji pri sorti Fedora 17 v primerjavi s sorto USO 31 v vseh treh letih poskusa. Sorta USO 31 se je v razmerah poskusa pokazala kot manj primerna za setev za pridelavo semena; pridelek je bil dosti manjši v primerjavi s sorto Fedora 17 oziroma je bil v letu 2018 celo ničen (sorta je na mokrih in hladnih tleh maja in junija zelo slabo vzniknila in slabo konkurirala plevelu).

Preglednica B17: *Pridelek semena konoplje od 2017 do 2019; rezultati vseh podatkov poskusa skupaj (sorti USO 31 in Fedora 17)*

		Pridelek semena (kg/ha SS)		
		Leto 2017	Leto 2018	Leto 2019
Sorta	Fedora 17	330 b*	/**	1158 b
	USO 31	90 a	/	802 a
Količina semena za setev	20 kg/ha	211 a	/	1010 a
	30 kg/ha	163 a	/	882 a
	40 kg/ha	220 a	/	980 a
	50 kg/ha	244 a	/	1049 a
Termin setve	S1	198 a	/	952 a
	S2	221 a	/	1008 a
Gnojenje z 80 kg/ha N	Ob setvi	209 a	/	916 a
	V času 3 listov	210 a	/	1042 b

*Enaka črka v stolpcu znotraj enega dejavnika pomeni, da med obravnavanema ni statistično značilne razlike (Duncanov test, $p=0,05$)

**Vrednotenja pri sorti USO 31 ni bilo, ker so rastline te sorte zaradi pretirane moče v tem letu propadle.

Termin setve, količina semena za setev in čas dognojevanja z dušikom v povprečju obeh sort niso dokazljivo vplivali na pridelek semena konoplje. Če pa primerjamo leta pridelave ugotovimo, da so razmere v poskusu omogočile dosti večji pridelek semena v letu 2019 kot v letih 2017 in 2018. Zelo sušno in vroče leto 2017 je imelo negativen vpliv na polnjenje nastavljenega semena; pri čiščenju vzorcev semena v tem letu smo ugotovili, da je bilo veliko semena praznega – le to je šlo iz vzorca s preprihavanjem, obenem je dolgotrajno deževje v septembru onemogočalo pravočasno žetev in je veliko semena popadalo po tleh. Še zlasti je deževje v septembru 2017 negativno vplivalo na požet pridelek sorte USO 31, saj je ta sorta bolj zgodnja od Fedore 17 in je deževje pri njej oklestilo v tem času več zrelega semena iz socvetij kot pri kasnejši sorti Fedora 17. Tudi zelo mokro leto 2018 pridelku konoplje na težkih tleh ni bilo naklonjeno; voda je občasno na površini celo zastajala, kar je zelo oviralo že vznik, potem pa tudi rast in razvoj konoplje, ki je v teh razmerah zelo slabo konkurirala plevelom (sorto USO 31 je plevel celo zadušil).

Vpliv različnih dejavnikov na pridelek semena sorte Fedora 17

Če analiziramo posebej podatke za sorto Fedora 17, je imel v letu 2017 dokazljiv vpliv na pridelek semena *termin setve*, in sicer je bil le-ta večji pri poznejšem terminu setve, torej 9. junija v primerjavi s setvijo 19. maja (preglednica B18). Vendar moramo ta podatek obravnavati previdno, saj je možno, da je to posledica pozne žetve, ki smo jo odlagali zaradi nenehnega deževja v septembru in je morebiti bilo v tem času pri prvem terminu setve seme

že bolj zrelo in ga je več popadalo po tleh. Vendar glede na to, da se pridelek sicer med terminoma setve ni dokazljivo razlikoval in je bil v enem letu celo večji v drugem terminu setve, in ker pri setvi v maju konoplja dostikrat zraste previsoko, kot se je v našem poskusu tudi zgodilo v letu 2019, ko je višina spodnjega dela socvetja posevka presegla 2 m, je v praksi pri tej sorti bolj smiselni kasnejši termin setve.

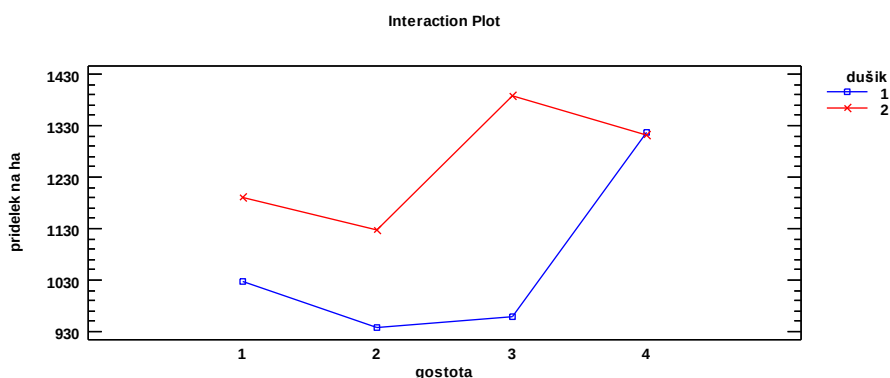
Preglednica B18: Rezultati podatkov za **sorto Fedora 17** glede na leto pridelave

		Pridelek semena (kg/ha SS)		
		Leto 2017	Leto 2018	Leto 2019
Količina semena za setev	20 kg/ha	367 a*	323 a	1110 a
	30 kg/ha	265 a	333 a	1033 a
	40 kg/ha	333 a	507 b	1173 a
	50 kg/ha	353 a	554 b	1325 a
Termin setve	S1	283 a	439 a	1180 a
	S2	377 b	419 a	1135 a
Gnojenje z 80 kg/ha N	Ob setvi	326 a	386 a	1060 a
	V času 3 listov	333 a	473 b	1255 b

*Enaka črka v stolpcu znotraj enega dejavnika pomeni, da med obravnavanjema ni statistično značilne razlike (Duncanov test, $p=0,05$ oziroma 0,1 pri parametru Gnojenje z 80 kg/ha N)

Količina semena za setev ni imela dokazljivega vpliva na pridelek semena pri sorti Fedora 17 v letih 2017 in 2019, torej je bolj smiselno posejati 20 kg/ha semena kot večje količine, saj je seme drago. V mokrem letu 2018 je bil delež vzniklih rastlin zelo majhen; večja količina semena je tako pomenila pri večjem deležu vzniklih rastlin tudi več rastlin na enoto površine in s tem večji pridelek.

Čas gnojenja z dušikom je imel dokazljiv vpliv na pridelek semena pri tej sorti v letih 2018 in 2019, in sicer je bil pridelek dokazljivo večji, če smo z dušikom dognojevali v času treh listov v primerjavi z dognojevanjem ob setvi (slika B18 z leto 2019).



Slika B18: Interakcija med terminom dognojevanja z dušikom in količino semena za setev pri sorti Fedora 17

Vpliv različnih dejavnikov na pridelek semena sorte USO 31

Če smo analizirali posebej podatke za sorto USO 31, smo ugotovili, da sta imela dokazljiv vpliv na pridelek semena *termin setve* in *količina semena za setev*, medtem ko *čas gnojenja z dušikom* ni imel dokazljivega vpliva (preglednica B19). *Termin setve* v letu 2017 je vplival na pridelek te sorte obratno kot na sorto Fedora 17; pri poznejši setvi je bil značilno manjši v primerjavi z bolj zgodnjo setvijo. Pridelek v tem letu je bil zelo slab. Obenem se je s povečevanjem količine semena za setev dokazljivo povečeval pridelek semena; ta rezultat je lahko posledica pozne žetve in nenehnega deževja v času zrelega semena. Rezultati, dobljeni v letu 2018 v razmerah poskusa (težka tla, veliko padavin, zbita tla spomladi) kažejo, da so takšne razmere neprimerne za gojenje sorte USO 31; v takšnih razmerah je ta sorta zelo slabo vzniknila, rastla in se razvijala, tako da je parcele prerasel plevel in zadušil še tiste rastlinice, ki so vzniknile. Posevek S2 je v celoti propadel, v S1 pa je bil pridelek zelo majhen; povprečje vrednotenih parcel je bilo 166 kg/ha. V letu 2019, ko so bile vremenske razmere na poskusni lokaciji ugodne za konopljo, količina semena za setev na pridelek sorte USO 31 ni vplivala, prav tako ne čas dognojevanja z dušikom. Torej je bila načeloma boljša izbira 20 kg/ha semena, saj je seme drago, ni pa bilo pomembno, kdaj smo dognojevali z dušikom pri tej sorti. Glede termina setve je bil glede velikosti pridelka dokazljivo boljša izbira drugi termin setve (S2) v primerjavi s prvim (S1).

Preglednica B19: Rezultati podatkov za sorto USO 31

		Pridelek semena (kg/ha SS)		
		Leto 2017	Leto 2018	Leto 2019
Količina semena za setev	20 kg/ha	55 a*	/**	909 a
	30 kg/ha	62 a	/	731 a
	40 kg/ha	106 ab	/	786 a
	50 kg/ha	135 b	/	782 a
Termin setve	S1	114 b	/	724 a
	S2	65 a	/	880 b
Gnojenje z 80 kg/ha N	Ob setvi	91 a	/	773 a
	V času 3 listov	88 a	/	831 a

*Enaka črka v stolpcu znotraj enega dejavnika pomeni, da med obravnavanjema ni statistično značilne razlike (Duncanov test, $p=0,05$)

**V letu 2018 ni bilo vrednotenja, ker so rastline te sorte zaradi pretirane moče v tem letu propadle.

Vsebnost maščob v semenu

Rezultati analize pridelanega semena iz leta 2017 na vsebnost maščob v semenu so predstavljeni v preglednici B20. Način pridelave konoplje (količina semena za setev, termin dognojevanja z dušikom, termin setve) niti sorta niso dokazljivo vplivali na vsebnost maščob v semenu.

Preglednica B20: Rezultati kemijske analize semena, pridelanega v poskusih v letu 2017

		Vsebnost maščob v semenu (%)
Sorta	Fedora 17	32,3 a
	USO 31	33,5 a
Gostota setve	20 kg/ha	33,6 a
	30 kg/ha	33,1 a
	40 kg/ha	32,5 a
	50 kg/ha	32,2 a
Termin setve	19. maj 2017	33,3 a
	9. junij 2017	32,5 a
Gnojenje z 80 kg/ha N	Ob setvi	33,1 a
	V času 3 parov listov	32,7 a

B4 Kolekcijski / ogledni posevki konoplje na IHPS in na Pomurskem sejmu

V letih 2017, 2018 in 2019 smo pri nas manj znane sorte konoplje, ki se pridelujejo na manjših površinah v Sloveniji, posejali skupaj z najbolj razširjenimi sortami v Sloveniji v tipalnem/kolekcijskem poskusu na IHPS in na lokaciji Pomurskega sejma v Gornji Radgoni. Poleg preučevanj, ki jih je takšna zasnova nudila, sta bila posevka urejena kot ogledna, kakor je predstavljeno na spletni strani projekta in v **prilogi B**.

11. avgusta 2017 smo na kolekcijskem posevku na IHPS (slika B19) poželi nadzemni del parcel zgodnejših sort: Fedora 17, KC Dora, USO 31, Finola in Santhica 27, 18. avgusta pa sorte: Monica, Tiborszallasi, Tisza, Kompolti hibrid TC, Férimon, Carmagnola in Antal, in sicer ko so bile sorte v razvojni fazi začetek tvorjenja semen. Konoplja za vlakna se namreč običajno pospravlja z njive, ko je v razvojni fazi med začetkom cvetenja in tvorjenjem semen, odvisno od zelene kakovosti vlaken oziroma načina uporabe. Poželi smo cele rastline z vsake parcele brez zunanjih robov. Izmerili smo površino požetega dela parcele. Potem smo odrezali socvetja, stehali stebila ter vzeli vzorec za analizo na vsebnost vlage. Vlago so določili v laboratoriju po metodi Analytica EBC 7.2. /1998/. Pred žetvijo smo izmerili višino rastlin posamezne sorte in višino, kjer so se začela socvetja (na katero naj bi bil kombajn za žetev semena nastavljen).

Nobena od v poskus vključenih sort se ni tako slabo odzvala, da bi se na primer ustavila rast ali ne bi tvorila semena. Problematična pa se je nakazala sorta Finola, ki je zrastle le do okrog pol metra višine, kar je bilo premalo, da bi zadušila plevel. Tako je edino to sorto plevel prerasel, ostale so plevel prerasle in ga zasenčile.

Po višini rastlin so se sorte dokaj razlikovale (preglednica B21). Najvišji sta bili v končni fazi sorti Carmagnola in Antal, visoki do 3,4 m. Po deklaraciji je lahko sorta Carmagnola visoka od 2,5 do kar 6,5 m, požlahtnjena pa je za proizvodnjo biomase. Zelo zgodnja sorta Finola je bila najnižja med vsemi vključenimi sortami; dosegla je le največ 0,9 m v višino. To je sicer ugodno za kombajniranje semena, vendar je bila obenem to edina sorta, ki jo je (močno) prerasel plevel kljub popolnoma enaki agrotehnikni na poskusu. Pri tej sorti je torej nujno vključiti v pridelavo zatiranje plevela. Pri vseh ostalih sortah so bile v končni fazi najvišje rastline višje od 2 m in najnižje od 1,0 do 1,4 m glede na sorto. Tudi v preliminarnem

poskusu na BF je bila v letu 2016 sorta Finola visoka le 74 cm, sorta Monoica je dosegla 186 cm, sorta Kompolti hibrid TC 151 cm, sorta KC Dora 144 cm, sorta Santhica 27 140 cm, in sorta Fedora 17 119 cm. Primerljiva višina posamezne sorte v našem poskusu je bila le pri sorti Finola, ostale sorte so bile v našem poskusu dosti višje. Razlika v agrotehniki je bila v 16 dni kasnejši setvi ter gnojenje z dušikom dva tedna po setvi, 60 kg/ha N, v poskusu v Ljubljani, v našem primeru smo dušikovo gnojilo zabranili ob setvi, v količini 70 kg/ha N. Sicer pa je bila razlika tudi v vremenskih razmerah (preučevano leto) in tleh.



Slika B19: Kolekcijski posevek 14 sort konoplje z EU sortne liste pri IHPS poleti 2017



Slika B20: Kolekcijski posevek pri IHPS smo po setvi pokrili s kopreno zaradi ptičev (maj 2018)

Preglednica B21: Višina rastlin konoplje v kolekcijskem/oglednem poskusu glede na čas in datum merjenja (v cm v letu 2017, IHPS Žalec)

	Povp. ob cvetenju (v cm)	Ob zrelosti semena (od do v cm)	Višina spodnjega dela najnižjega socvetja ob zrelosti semena (v cm)	Višina spodnjega dela najvišjega socvetja ob zrelosti semena (v cm)	Dolžina socvetij (od do v cm)	Pridelek stebel (t/ha suhe snovi)
Fedora 17	190	110-252	100	185	10-60	8,0
KC Dora	210	130-300	115	230	12-70	14,1
USO 31	210	100-230	85	160	13-60	4,6
Finola	80	55-90	45	60	10-35	0,5
Santhica 27	200	130-280	118	210	12-70	6,3
Monoica	200	140-285	125	227	15-58	8,6
Tiborszallasi	200	100-290	85	240	15-50	8,8
Tisza	200	105-267	97	210	10-57	8,7
Kompolti hibrid TC	180	115-285	95	220	15-65	11,7
Férimon	230	110-270	100	240	10-60	9,6
Carmagnola	220	130-340	115	300	15-80	18,1
Antal	220	105-340	95	280	10-60	17,0

Socvetja iste sorte so bila zelo neenakomerno dolga in tudi podatki o višini spodnjega dela najnižjih in najvišjih socvetij kažejo, kako neenakomerna je konoplja glede teh parametrov in s tem zelo neugodna za strojno žetev za seme. Zaradi velike razlike v višini je zelo težko določiti višino reza, ki bi pomenil zajetje čim več semen in čim manj primesi v pridelku. Najmanjšo razdaljo med spodnjimi in zgornjimi socvetji je imela nizka sorta Finola, sledili pa sta sorti USO 31 in Fedora 17. Tudi v letu 2016 je bil posevek konoplje na tej isti njivi zelo neizenačen znotraj iste sorte; pri sorti USO 31 so bile rastline visoke od 130 cm do 280 cm, pri sorti Fedora 17 pa od 135 cm do 300 cm.

Pridelek stebel v letu 2017 je bil največji pri sorti Carmagnola, 18 t/ha suhe snovi (indeks glede na povprečje vseh sort 174), sledili sta sorti Antal (17,0 t/ha; indeks 163) in KC Dora (14 t/ha; indeks 135). Sorta Kompolti hibrid TC je dosegla 11,5 t/ha (indeks 112), medtem ko so ostale sorte imele manjše pridelke od 10 t/ha in indekse nižje od 100. Kot navaja Gabrielová (2017) je potencialni pridelek slame francoskih sort USO 31, Férimon, Fedora 17, Santhica 27 in Futura 75 s 16-odstotno vlago 17,0 t/ha, 19,9 t/ha, 20,2 t/ha, 20,8 t/ha oziroma 22,8 t/ha. Glede na ta vir je bil pridelek stebel pri Tiborszallasi povprečen, velik pri sortah Lipko, Monoica in KC Dora ter zelo velik pri sortah Kompolti hibrid TC in Tisza. V našem primeru je bil med največjimi od teh omenjenih sort pri KC Dora, ki je ne omenjajo kot z zelo visokim pridelkom stebel, torej se je v našem poskusu odzvala bolje. Sorta Kompolti hibrid TC je v obeh primerih omenjena kot sorta z zelo visokim pridelkom stebel. Prav tako se rezultati skladajo glede sorte Tiborszallasi, ki je v obeh primerih omenjena kot sorta s povprečnim pridelkom stebel. Semena po sortah nismo mogli vrednotiti, ker so ptiči sproti zobali dozorevajoče seme iz socvetij.

V preliminarinem sortnem poskusu na Biotehniški fakulteti v Ljubljani v letu 2016 je bil pridelek stebel istih sort manjši v primerjavi s poskusom v letu 2017 na isti lokaciji (KC Dora 2,6 t/ha, Santhica 27 2,3 t/ha, Monoica 2,0 t/ha, Fedora 17 1,6 t/ha in Kompolti hibrid TC 1,3 t/ha), je pa prav tako pozitivno izstopala sorta KC Dora. Razlika med poskusoma je bila v agrotehniki, tudi v količini semen za setev, ki je bila polovico manjša v poskusu v Ljubljani (25 oziroma 35 kg/ha) in okoljskih dejavnikih (preučevano leto).

Kolekcijski posevek v letu 2018 smo posejali pri IHPS 14. maja 2018. Zaradi nenehnega dežja spomladi in posledično mokrih tal njive nismo mogli ustrezno mehansko razpleveliti, pa tudi pred setvijo se tla še niso utegnila primerno osušiti. Po setvi smo posevek zaradi ptičev pokrili s kopreno (slika B20). Po setvi je zopet nenehno deževalo, kar je povzročilo zelo slab vznik konoplje vseh sort. Ker njive nismo mogli ustrezno razpleveliti in je bil posevek konoplje zelo redek in slaboten, je plevel v nekaj tednih prerasel konopljo.

V sodelovanju s Pomurskim sejmom in podizvajalcem v projektu Ekoci – ekološka iniciativa smo na površinah Pomurskega sejma posejali 14 sort konoplje z EU sortne liste na njihovem oglednem polju v letih 2017, 2018 in 2019. Obiskovalcem sejma je bil na ogled v času sejma AGRA, ki poteka konec avgusta vsako leto (slike B21, B22 in B23).



Slika B21: Zasnova oglenega posevka v obliki spirale na Pomurskem sejmu spomladi 2018 in desno ogledni posevek v času AGRE od 25. do 30. avgusta 2018



Slika B22: Kolekcijski posevek konoplje na sejmu AGRA 2018 – konoplja po zunanjem robu spiralne zasnove



Slika B23: Kolekcijski posevek na sejmu AGRA 2019

C Vsebnost fenolnih spojin in antioksidativnega potenciala v poskusih pridelanega semena (Oddelek za živilsko tehnologijo BF)

Opis problema in ciljev

Fenolne spojine - številčno velika in strukturno raznolika skupina spojin so sekundarni metaboliti rastlin. Večkrat potrjeno dejstvo je, da zavirajo oksidativne procese v lipidnih sistemih, z lovljenjem prostih radikalov blažijo posledice oksidativnega stresa *in vivo*, s tem preprečujejo različne vnetne in degenerativne procese ter imajo protimikrobni učinek. Prosti radikali so izredno reaktivne zvrsti in so odgovorni za potek lipidne oksidacije v bioloških sistemih (rastlinski substrat, živilski izdelek, krma, kot tudi v živalski oz. humani organizem).

Zato smo v okviru predlaganega projekta opravili tudi raziskavo na fenolnih spojinah v semenih industrijske konoplje ter usmerili našo pozornost v preučevanje vsebnosti skupnih fenolnih spojin in antioksidativnega potenciala (AOP). Za realno ovrednotenje AOP smo ubrali različne metodološke pristope, ki upoštevajo, da je AOP danega materiala odvisen od reakcijskih mehanizmov antioksidativnega delovanja, od matriksa, v katerem se spojine nahajajo, ter od zvrsti, ki naj se jih onesposobi. V emulzijah igrajo pri tem pomembno vlogo pojavi na meji dveh faz, ki so odvisni od porazdelitvenih lastnosti fenolnih spojin med lipidno in vodno fazo.

Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Rezultati raziskav potrjujejo, da se v semenih industrijske konoplje nahajajo fenolne spojine, predvsem flavonoidi (Lesma in sod., 2014). Ugotavljajo tudi, da izvlečki iz omenjenega rastlinskega materiala kažejo dokaj dobro antioksidativno učinkovitost (Lesma in sod., 2014; Chen in sod., 2012).

Uporabljen metoda dela

V okviru CRP projekta smo za semena različnih sort industrijske konoplje letnik 2017 in letnik 2018 z *in vitro* analiznimi metodami (spektrofotometrija) določili vsebnost skupnih fenolnih spojin ter antioksidativni potencial (AOP). V ta namen smo pripravili izvlečke iz zmletih in razmaščenih semen s pomočjo ekstrakcije trdno/tekoče ob uporabi vodne raztopine etanola (70 %; v/v). Radikal 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH[•]) je eden izmed najpogostejše uporabljenih radikalov v tovrstnih raziskavah in je v našo raziskavo vključen zaradi možnosti primerjave z rezultati drugih raziskav. Superoksidni anionski radikal (O₂^{•-}) je reaktivna kisikova zvrst, odgovorna za oksidativne procese v bioloških sistemih. Vsebnost fenolnih spojin smo določili s pomočjo spektrofotometrične metode Folin-Ciocalteu. Vsebnost skupnih fenolnih spojin smo izrazili v ekvivalentih kavne kisline kot mg KK/g razmaščenih semen. Sposobnost antioksidantov za lovljenje radikalov smo izrazili kot koncentracijo antioksidantov, ki je potrebna za 50% zmanjšanje začetne količine radikala (EC₅₀). Večja EC₅₀ pomeni slabši AOP. AOP v emulziji linolne kisline v vodi smo določili s spektrofotometrično metodo beljenja beta-karotena in izrazili kot % upočasnitve lipidne peroksidacije (C_{AA}).

Rezultati raziskave

Za semena industrijske konoplje letnik 2017 smo določili vsebnost skupnih fenolnih spojin za devet različnih sort Tiborszallasi, Fedora, Helena, KC Dora, Santhica, USO 31, Monoica, Kompolti Hibrid TC in Futura 75 (vsaka sorta posajena v treh blokkih). Vsebnost fenolnih spojin v preiskovanih semenih konoplje letnik 2017 je v območju od 2,2 mg KK/g (USO 31) do 3,3 mg KK/g (Kompolti hibrid TC). AOP smo pri vsaki posamezni sorti določili za semena v bloku, za katerega smo določili največjo vsebnost fenolnih spojin. Glede lovljenja DPPH[•] radikala sta pokazali najslabši AOP sorti Monoica in USO 31 in največjega Tiborszallasi in Kompolti hibrid TC. Najslabši AOP glede lovljenja O₂^{•-} radikala sta pokazali sorti Santhica oz. Monoica. Med preiskovanimi izvlečki je pokazal najslabšo sposobnost zaviranja lipidne oksidacije v emulziji linolne kisline v vodi izvleček sorte Santhica in najboljšo izvleček sorte Helena. V nadaljevanju raziskave smo za devet različnih sort industrijske konoplje

Tiborszallasi, Fedora 17, Santhica 27, Monoica, Kompolti Hibrid TC, USO 31, KC Dora in Futura 75, ki je bila pridelana v letu 2018, določili vsebnost skupnih fenolnih spojin. Vrednosti se gibljejo od 1,8 mg KK/g (USO 31) do 2,6 mg KK/g (Tiborszallasi in Fedora 17). Glede lovljenja DPPH^{*} radikala je pokazala najslabši AOP sorta USO 31 in največjega Kompolti hibrid TC in KC Dora. Najboljši AOP glede zaviranja lipidne oksidacije v emulziji linolne kisline v vodi so pokazali izvlečki iz semen sort Santhica in KC Dora, ki so po 120 min inkubacije pri 60 °C upočasnili lipidno oksidacijo za več kot 50 %. Vsi izvlečki so pokazali slabšo sposobnost keliranja kovinskih ionov od etilendiaminotetraacetne kisline (EDTA), spojine, ki tvori termodinamsko stabilne komplekse z ioni vseh prehodnih kovin.

Viri

- Chen T, He J, Zhang J, Li X, Zhang H, Hao J, Li L. 2012. The isolation and identification of two compounds with predominant radical scavenging activity in hempseed (seed of *Cannabis sativa* L.). *Food Chemistry*, 134:1030–1037.
- Frassinetti, S., Moccia, E., Caltavuturo, L., Gabriele, M., Longo, V., Bellani, L., Giorgi, G., Giorgetti, L. 2018. Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts. *Food Chemistry*, 262:56-66.
- Lesma, G., Consonni, R., Gambaro, V., Remuzzi, C., Roda, G., Silvani, A., Vece, V., Visconti, G.L. 2014. Cannabinoid-free *Cannabis sativa* L. grown in the Po valley: evaluation of fatty acid profile, antioxidant capacity and metabolic content. *Natural Product Research [Part A and Part B]* 28: 1801-1807
- Terpinc, P., Čeh, B., Poklar Ulrih, N., Abramovič H. 2012. Studies of the correlation between antioxidant properties and the total phenolic content of different oil cake extracts. *Industrial Crops and Products*, 39: 210-217.

D Ovrednotenje hranilne sestave v poskusih pridelanega semena in olja (Nutris)

Uvod

Navadna konoplja (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) je rastlina, ki izvira iz centralne Azije in se že stoletja prideluje širom po svetu. Je enoletna rastlina iz družine konopljevok (*Cannabaceae*), kamor spada tudi indijska konoplja (*Cannabis sativa* L. var. *indica*) (Čeh in sod., 2009). V začetku 20. stoletja je na zmanjšanje pridelave v Evropi pomembno vplivala prepoved gojenja konoplje zaradi vsebnosti psihoaktivnih snovi, predvsem tetrahidrokanabinola (THC). Navadno konopljo so gojili le še v nekaterih vzhodnoevropskih državah (Kocjan Ačko, 1999). Ob koncu 20. stoletja se je zanimanje za navadno konopljo izjemno povečalo zaradi njene vsestranske uporabnosti, tudi ugodnih hranilnih lastnosti. Postopoma je bila v Evropi ukinjena prepoved gojenja (Kocjan Ačko, 2015). V Sloveniji je danes dovoljeno pridelovati konopljo za pridelavo semena, nadaljnje razmnoževanje, proizvodnjo hrane in pijač, pridobivanje snovi za kozmetične namene, pridelavo vlaken, krmo živali in druge industrijske namene (Pravilnik o pogojih ..., 2011). Sorte konoplje, ki so v pridelavi, so vpisane v Skupni katalog sort poljščin (EC Plant variety database, 2019). Pri teh sortah vsebnost THC v suhi snovi zgornje tretjine rastline ne sme presegati vrednosti 0,2 %. Sprememba Pravilnika iz leta 2015 predstavlja možnost pridelave navadne konoplje tudi za seme, vendar je razpoložljivost podatkov o agrotehničnih parametrih za doseganje kakovostnega in visokega pridelka v naših pridelovalnih razmerah precej omejena (Čeh in Čremožnik, 2016), zato se je pokazala potreba po raziskovanju.

Konopljina semena so bogat vir nenasičenih maščobnih kislin, beljakovin, prehranskih vlaknin ter nekaterih vitaminov in mineralov (Kriese in sod., 2004; Leizer in sod., 2000;

Callaway in sod., 2004; Galasso in sod., 2016, Mattila in sod., 2018). Vsebujejo 25 do 35 % olja, 20 do 30 % beljakovin, 20 do 30 % ogljikovih hidratov, od tega 10 do 15 % prehranskih vlaknin ter nekatere vitamine, predvsem vitamina A in E, in minerale (magnezij, baker, cink in železo). Za konopljin beljakovine je značilna ugodna aminokislinska sestava, semena namreč vsebujejo tudi esencialne aminokisliline, po svoji sestavi pa so precej podobne beljakovinom živalskega izvora in so dobro prebavljive (Russo in Reggiani, 2015; Vonapartis in sod., 2015; Aluko, 2017). Konopljin olje posebej odlikuje tudi ugodna maščobno-kislinska sestava, predvsem visoka vsebnost nenasičenih maščob (Vonapartis in sod., 2015; Aluko, 2018). Raziskave namreč kažejo, da nadomeščanje nasičenih maščob z nenasičenimi prispeva k nižjim vrednostim (LDL) holesterola v krvi in posledično zmanjšuje tveganje za razvoj bolezni srca in ožilja (Kris-Etherton in sod., 2002; Mišurcová in sod., 2011; Orsavova in sod., 2015). Konopljin olje običajno vsebuje več kot 80% nenasičenih maščobnih kislin, med katerimi največji delež predstavlja linolna kislina (omega-6), pomembno pa sta zastopani tudi α -linolenska (omega-3) in oleinska kislina (omega-9) (Dulf in sod., 2005; Vonapartis in sod., 2015; Aluko, 2017). V prehrani ima pomembno vlogo tudi zaradi ugodnega razmerja med linolno in α -linolensko kislino (Dulf in sod., 2006). Ugodno razmerje je opredeljeno med 3:1 in 5:1 (EFSA, 2009), v sodobni prehrani je to zelo pogosto precej višje, kar povečuje tveganje za razvoj številnih nenalezljivih bolezni, tudi srčno-žilnih bolezni (Simopoulos, 2008; Gomez Candela in sod., 2011), zato je še posebej pomemben vnos živil, ki imajo ugodno razmerje.

Raziskave pridelovanja navadne konoplje v različnih evropskih državah in drugod po svetu, kažejo na to, da je hranilna sestava konopljinih semen močno odvisna od sorte in agrotehničnih dejavnikov (Galasso in sod., 2016; Kriese in sod., 2004; Vogl in sod., 2008; Mölleken in sod., 2000), dodatno pa se sorte med seboj lahko zelo razlikujejo tudi glede velikosti pridelka semena (Kocjan Ačko in sod., 2002), zato je vključevanje vrednotenja hranilne sestave semen navadne konoplje eden od pomembnih parametrov pri preizkušanju sort za pridelovanje. Zaradi velikega povpraševanja po semenih in olju navadne konoplje, je zanimanje za pridelavo tudi v Sloveniji vse večje. Podatki o hranilni sestavi sort navadne konoplje, ki se v Sloveniji že pridelujejo ali pa so glede na svoje lastnosti za gojenje pri nas zanimive, še niso razpoložljivi, vendar so, zaradi pestrosti sort, nujno potrebni za zagotavljanje optimalne kakovosti in količine pridelka. V poročilu so v nadaljevanju predstavljeni rezultati vrednotenja hranilne sestave semen aktualnih sort navadne konoplje, ki so bile v preteklih dveh letih vključene v preučevanje.

Material in metode

Izbor sort za vključitev v sortni poljski poskus

Z namenom izbora sort, ki so primerne za obravnavo v sortnem poskusu, je bila izvedena poizvedba o hranilni sestavi sort znotraj razpoložljive relevantne strokovne in znanstvene literature v različnih zbirkah, dodatno so bili pridobljeni še podatki iz strokovnih podatkovnih baz o hranilni sestavi živil ter podatki s katerimi razpolagajo dobavitelji semenskega materiala. Dodatno je bila v laboratoriju Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije izvedena kemijska analiza razpoložljivega semenskega materiala. V preizkušanje je bilo vključenih 19 vzorcev semen navadne konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*), med katerimi je bilo 15 različnih sort, v štirih primerih pa je šlo za dva različna vira iste sorte. Vzorcev semen smo pridobili od slovenskih pridelovalcev in semenskih hiš v tujini. Preučevane sorte so vključene na Evropsko sortno listo: Antal, Carmagnola, Fedora 17, Ferimon, Finola,

Futura 75, KC Dora, Kompolti hibrid TC, Lipko, Monoica, Santhica 27, Tiborszallasi, Tisza, Uso 31, razen srbske sorte Helena, ki je še v preizkušanju. Semena so bila pridelana v letih 2014 - 2016 v Sloveniji, v razmerah ekstenzivne pridelave, to je brez uporabe mineralnih gnojil in fitofarmacevtskih sredstev, v nekaterih primerih pa je bila uporabljena gnojevka. Za vzorce semen iz tujine podatki o načinu pridelave niso bili razpoložljivi, saj gre za vzorce semen semenarskih hiš. Razpoložljivi podatki o izvoru, lokaciji gojenja, tipu tal in letu pridelave semen so predstavljeni v preglednici D2.

Kemijsko vrednotenje

Kemijsko vrednotenje preučevanih virov je potekalo v laboratoriju Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. Vsebnost olja je bila določena po metodi SIST EN ISO 659:1998, maščobno-kislinska sestava po metodi SIST EN ISO 12966:2015, vsebnost beljakovin pa po metodi Analytica-EBC, 3.3.1. Vsem vzorcem je bila določena tudi vlaga, po metodi SIST EN ISO 665:2001.

Določanje vlage po metodi SIST EN ISO 665:2001

5 g vzorca konopljinih semen smo natehtali v aluminijasto posodo in jo dali v sušilnik ogret na 102 - 104 °C za 3h. Zaprte posode smo ohladili na sobno temperaturo v eksikatorju in jih stehtali. Z ohlajenimi smo ponovili postopek sušenja za 1 h, jih ponovno stehtali in po ugotovitvi enakih mas zaključili, da so bila semena popolnoma suha. Iz razlike mas smo izračunali vsebnost vlage, ki smo jo upoštevali pri vseh ostalih parametrih pri izračunih vsebnosti na suho snov. Vse določitve so bile narejene v dveh ponovitvah.

Določanje vsebnosti olja po Soxhletu (SIST EN ISO 659:1998)

Semena smo zmleli v mlinčku do granulacije pod 2 mm. 10 g zmletga vzorec smo prenesli v bučko, ki smo jo opremili s Soxhletovim aparatom in dodali 150 ml topila heksan (Sigma-Aldrich). Ekstrakcijo smo izvajali 6 ur. Topilo smo odstranili iz vzorca s sušenjem pri 105 – 107°C do konstantne mase. Iz razlike mas smo izračunali vsebnost olja. Vse določitve so bile narejene v treh ponovitvah.

Določanje sestave olja (SIST EN ISO 12966:2015)

S pomočjo plinske kromatografije so določili kvalitativno in kvantitativno sestavo esencialnih ter neesencialnih maščobnih kislin po njihovi derivatizaciji v metilne estre, v skladu z metodo SIST EN ISO 12966:2015).

Določanje vsebnosti beljakovin po metodi Analytica-EBC,3.3.1.

1g zmletga vzorca smo prenesli v razklopne kivete, dodali 10g katalizatorske zmesi ($\text{Se}:\text{CuSO}_4:\text{Na}_2\text{SO}_4 = 6:6:375$) in 20 ml 98% H_2SO_4 . Sledil je razklop pri 110°C 4h. Ohlajeni razklopni zmesi smo dodali raztopino NaOH (450g/l) in destilirali. Destilat smo uvajali v raztopino H_3BO_3 (20g/l) z dodatkom indikatorja bromkrezol zeleno. Sledila je titracija z raztopino 0,5 M raztopino HCl. Iz porabe kisline in ob upoštevanju ustreznega faktorja 14, se izračuna vsebnost beljakovin v vzorcu. Vsi reagenti so bili kupljeni pri Sigma-Aldrich. Vse določitve so bile narejene v treh ponovitvah.

Vrednotenje hranilne sestave različnih sort navadne konoplje, pridelanih v letih 2017 in 2018

Sortni poljski poskus je potekal v letih 2017 in 2018. V letu 2017 je bilo vključenih 9 sort navadne konoplje KC Dora, Fedora 17, Futura 75, Helena, Kompolti hibrid TC, Monoica, Santhica 27, Tiborszallasi, Uso 31. Obravnavali smo 3 gostote setve v 3. ponovitvah, kar skupaj predstavlja 81 vzorcev. V letu 2018 je bilo v poskus prav tako vključenih 9 sort navadne konoplje in sicer KC Dora, Fedora 17, Futura 75, Kompolti hibrid TC, Monoica, Santhica 27, Santhica 70, Tiborszallasi in Uso 31. Obravnavali smo 2 gostoti setve v 3. ponovitvah, kar skupaj predstavlja 54 vzorcev. Zaradi finančnih omejitev in omejitev v zvezi z zagotovitvijo zadostnih količin semen, ni bilo mogoče izvesti analize sestave semen za vsa obravnavanja. Na vsebnost hranil v semenih navadne konoplje običajno pomembno vpliva absolutna masa, zato smo pri optimizaciji in izboru semen za analizo hranilne sestave to upoštevali. Pri analizi poljskega poskusa smo ugotovili, da na absolutno maso vpliva samo sorta, ne pa tudi gostota setve ali njuna interakcija. Vzorci semen za posamezno sorto so bili zato združeni tako po ponovitvah in glede na gostoto setve. Na ta način smo pripravili po 3 vzorce oz. neodvisne ponovitve semen za analizo prehranske vrednosti za vsako izmed obravnavanih sort, pridelanih v letu 2017, ter po en vzorec za analizo obravnavanih sort, pridelanih v letu 2018. Ključ za označevanje obravnavanih sort navadne konoplje, ki je v uporabi v poročilu, je predstavljen v preglednici D1.

Preglednica D1: Ključ za označevanje obravnavanih sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) v letih 2017 in 2018

Sorta	Uradno ime sorte
Dora	KC Dora
Fedora	Fedora 17
Futura	Futura 75
Helena	Helena
Kom Hib	Kompolti hibrid TC
Monoica	Monoica
Santhica 27	Santhica 27
Santhica 70	Santhica 70
Tiborsz	Tiborszallasi
Uso	Uso 31

Statistična analiza rezultatov

Statistično analizo za leto 2017 smo izvedli s programom R (R core Team, 2016). Kjer je bil ugotovljen vpliv sorte na merjeno odzivno spremenljivko, smo razlike med povprečji preverili z Duncan testom. Statistična analiza za leto 2018 ni bila mogoča, saj je bil v kemijsko vrednotenje vključen le po 1 povprečni vzorec za posamezno sorto, kot je to pojasnjeno v poglavju *Izbor sort za vključitev v sortni poljski poskus* v poglavju Materiali in metode.

Rezultati z razpravo

Izbor sort za vključitev v poljski poskus z vidika hranilne sestave

Za namen izbora sort za sortni poljski poskus so bila v raziskavi analizirana semena 15 različnih sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*). Pri štirih sortah smo razpolagali s semenskim materialom, ki je bil pridelan na dveh različnih lokacijah, kar je omogočilo obravnavo vpliva lokacije pridelovanja na sestavo semen. Kot kažejo rezultati kemijskih analiz vsebnosti beljakovin in olja v konopljinih semenih, predstavljeni v preglednici D2, je bila vsebnost beljakovin in olja v konopljinih semenih raznolika tako glede na sorto kot izvor oz. lokacijo pridelave.

Vsebnost beljakovin v semenih preučevanih sort v preliminarnem vrednotenju hranilne sestave je bila med 22,4 % in 28,8 %, kar se ujema z literaturnimi vrednostmi (OPKP, 2016; Galasso in sod., 2016). Najvišjo vsebnost beljakovin v semenih so dosegale sorte Kompolti hibrid TC (27,4 %), Finola (28 %), Santhica 27 (28,8 %), najmanjšo pa sorti Antal (22,4 %) in Uso 31 (22,6 %). Povprečna vsebnost beljakovin v konopljinih semenih je znašala 25,3 %, pri čemer je bilo 7 sort nadpovprečnih (Fedora 17, Ferimon, Finola, Helena, Kompolti Hibrid TC, Lipko, Santhica 27), 7 sort pa podpovprečnih (Antal, Carmagnola, Futura 75, Monoica, Tiborszallasi, Tisza, Uso 31). Pri sorti KC Dora je vsebnost beljakovin v semenih pogojevala lokacija gojenja; v primeru gojenja v Domajincih na težkih, ilovnatih tleh je bila vsebnost beljakovin nad povprečjem, medtem ko je bila vsebnost beljakovin v semenih, pridelanih v Zlatoličju na lahkah, prodnatih tleh, pod povprečjem. Med sortami, ki so že bile v pridelavi v Sloveniji, sta z vidika visoke vsebnosti beljakovin zanimivi predvsem sorti Kompolti hibrid TC in Helena, med sortami semenarskih hiš pa Santhica 27, Finola in Fedora 17.

Vsebnost olja v semenih preučevanih sort navadne konoplje v preliminarnem vrednotenju hranilne sestave se je gibala med 32,5 % in 37,7 %, v povprečju je znašala 35,2 %, kar je primerljivo z rezultati raziskave Kriese in sod. (2004). Največ olja je vsebovala sorta Monoica (37,7 %), najmanj pa sorta Uso 31 (32,5 %). Nadpovprečno vsebnost olja je doseglo kar 7 sort: Antal, Futura 75, Helena, KC Dora, Kompolti Hibrid TC, Monoica, Tiborszallasi. Pri sorti KC Dora pa je vsebnost olja v semenih pogojevala lokacija gojenja, zaradi česar so bile izmerjene vrednosti nad oz. pod povprečjem. Med vzorci semen, ki so bili pridelani v Sloveniji, so največ olja vsebovale sorte Tiborszallasi, KC Dora in Monoica. Pri štirih obravnavanih sortah Carmagnola, KC Dora, Santhica 27, Tiborszallasi so podatki o vsebnosti olja razpoložljivi za dva različna izvora semen. Vsebnost olja se je glede na lokacijo pridelave razlikovala za najmanj 2 %, z izjemo sorte Tiborszallasi, pri kateri je razlika manjša, iz česar lahko sklepamo, da ima lokacija gojenja pomemben vpliv na vsebnost olja v semenih.

Nadpovprečna vsebnost beljakovin ali olja v konopljinih semenih v preliminarnem vrednotenju hranilne sestave je bila izmerjena pri sortah Antal, Fedora 17, Ferimon, Finola, Futura 75, Helena, KC Dora, Kompolti hibrid TC, Lipko, Monoica, Santhica 27 in Tiborszallasi, kar v praksi pa to pomeni, da je lahko sorta nadpovprečna v vsebnosti olja, podpovprečna pa pri vsebnosti beljakovin, le sorti Helena in Kompolti hibrid TC sta bili pri obeh parametrih nadpovprečni. Glede na to, da so bili v raziskavo vključeni vzorci semen pridelani v Sloveniji v ekstenzivnih razmerah, je lahko pričakovana vsebnost beljakovin in olja v primeru intenzivne pridelave večja v primerjavi s predstavljenimi rezultati, ni pa nujno. Posebej pa je

bilo pri sortah Ferimon, Lipko in Kompolti Hibrid TC, ki so primarno namenjene pridelavi konopljinih vlaken, potrebno preučiti v nadaljevanju ali je pridelek semen, kljub ugodni hranilni sestavi, dovolj velik za ekonomsko upravičenost pridelave za ta namen. Za ekonomsko upravičenost pridelave je, poleg visoke vsebnosti beljakovin in olja, potrebno zagotoviti tudi ustrezno višino pridelka, kar lahko ugotovimo šele pri introdukciji tujih sort v pridelovanje. Glede na podatke enoletnega poljskega poskusa na Biotehniški fakulteti v Ljubljani v letu 2016, se je kot najbolj rodna izkazala sorta Futura 75 s povprečnim pridelkom skoraj 1.600 kg semena/ha. Sorti Santhica 27 in Monoica sta dosegli pridelek skoraj 1.300 kg semena/ha, sorti KC Dora in Fedora 17 pa slabih 1.200 kg semena/ha. Najmanj rodna je bila sorta Finola s 300 kg semena/ha (Flajšman in sod., 2016).

Preglednica D2: Vsebnost beljakovin (% v suhi snovi) in olja (% v suhi snovi) v preliminarnem vrednotenju hranilne sestave semenih preučevanih sort navadne konoplje (*Canabis sativa* L. var. *sativa*) v ter razpoložljivi podatki o namenu pridelave in izvoru vzorcev

Sorta	Namen pridelave	Leto pridelave	Lokacija pridelave	Tla	Beljakovine (%)	Olje (%)
Antal	np*	2016	M. Sobota	sr. težka - lahka tla	22,4	36,3
Carmagnola	vlakna	2015	Prekmurje	np*	24,9	35,2
Carmagnola	vlakna	2015	M. Sobota	sr. težka - lahka tla	23,6	33,5
Fedora	seme/vlakna	2015	Francija	np*	26,6	33,5
Ferimon	vlakna	2015	Ljubno ob Savinji	np*	25,6	35,1
Finola	seme	2015	Finska	np*	28,0	34,7
Futura	seme/vlakna	2014	Francija	np*	24,6	37,6
Helena	np*	2015	Noršinci	težka tla	26,8	35,6
Dora	seme/vlakna	2016	Zlatoličje	lahka, prodnata	24,4	37,5
Dora	seme/vlakna	2016	Domajinci	težka, ilovnata	25,7	34,2
Kom Hib	vlakna	2014	Melinci	lahka tla	27,4	35,8
Lipko	vlakna	2015	M. Sobota a	sr. težka - lahka tla	26,0	34,9
Monoica	seme/vlakna	2016	Zlatoličje	lahka, prodnata	23,6	37,7
Santhica	seme/vlakna	2015	Francija	np*	28,8	34,5
Santhica	seme/vlakna	2015	Francija	np*	26,7	32,9
Tiborsz	vlakna	2016	Otovci	težka, ilovnata	25,1	37,5
Tiborsz	vlakna	2016	M. Sobota	težka, ilovnata	23,7	36,1
Tisza	seme/vlakna	2015	Koroška	np	25,0	34,2
Uso	seme/vlakna	2015	Nemčija	np*	22,6	32,5

* np = podatek ni bil razpoložljiv

Pri oblikovanju seznama sort, ki so bile predlagane za vključitev v sortni poljski poskus za optimizacijo pridelave semen, smo upoštevali hranilno sestavo semen (kemijske analize,

literaturni podatki) ter razpoložljive podatke o pridelkih iz preliminarne poljskega poskusa na BF v letu 2016 (Flajšman in sod., 2016) in obseg pridelovanja v Sloveniji v zadnjih dveh letih. Na podlagi zgoraj predstavljenih rezultatov, smo za vključitev v sortni poljski poskus predlagali sledeče sorte: Futura 75, KC Dora, Monoica, Santhica 27, Fedora 17, Tiborszallasi, Helena in Kompolti hibrid TC. Poleg predlaganih sort, so bile zaradi drugih razlogov, povezanih s preteklimi izkušnjami pridelovanja v Sloveniji, v sortni poljski poskus vključeni še sorti Tiborszallasi in USO 31. Pojasnjujemo, da so bile v izbor vključene tudi sorte, ki so se v Sloveniji v preteklih letih pridelovale v manjšem obsegu, vendar je bil njihov potencial glede ugodne hranilne sestave dovolj velik za vključitev v poljske poskuse. Na seznam je bila vključena tudi srbska sorta Helena, ki je sicer še v preizkušanju, vendar kaže ugodno hranilno sestavo, tako glede vsebnosti beljakovin kot maščob.

Rezultati sortnega poskusa navadne konoplje: vrednotenje hranilne sestave

Analiza semen, pridelanih v letu 2017, je pokazala, da na vsebnost surovih beljakovin sorta ni imela vpliva ($p=0,316$). Vsebnost surovih beljakovin je bila med 19,0% in 22,6%. V primerjavi z drugimi razpoložljivimi raziskovalnimi podatki je vsebnost nekoliko nižja (Anwar in sod., 2006; Vonapartis in sod., 2015; Galasso in sod., 2016), prav tako tudi v primerjavi z našo preliminarno raziskavo iz leta 2016, ko so vrednosti dosegale najmanj 22,4% in največ 28,8% (Kušar in sod., 2017). Podatkov o vsebnosti surovih beljakovin med obema letoma ni mogoče med seboj neposredno primerjati, saj je šlo v letu 2016 zgolj za preliminarno raziskavo, ki je vključevala vrednotenje semen navadne konoplje, pridelanih na različnih lokacijah in pod različnimi pogoji. Dodatno pa ugotavljamo, da so se sorte v letu 2017 značilno razlikovale po pridelku surovih beljakovin na enoto pridelave ($p<0,001$). Kot najbolj produktivna je bila opažena sorta Futura 75 (172,9 kg/ha), ki je tudi vsebovala največji delež beljakovin (22,6%). Sledile so sorta Helena (102,3 kg/ha), Tiborszallasi (91,6 kg/ha) in KC Dora (79,8 kg/ha). Najmanj beljakovin na enoto pridelave sta imeli sorti Santhica 27 (59,7 kg/ha) in USO 31 (39 kg/ha).

V letu 2018 smo raziskavo nadaljevali. Zaradi manjšega števila vzorcev statistična primerjava med sortami in letoma ni mogoča, lahko pa rečemo, da je bila vsebnost beljakovin v letu 2018 približno enaka, med 18,4 % in 23,2 %. Pridelek surovih beljakovin na enoto pridelave je bil v letu 2018 pri nekaterih sortah nižji kot v letu 2017, pri tem predvsem izstopa sorta Futura 75, kjer je bil pridelek manjši za dve tretjini. Najvišji pridelek beljakovin je bil v letu 2018 izmerjen pri sorti KC Dora (90,3 kg/ha). Sledijo sorte Tiborszallasi (87,6 kg/ha), Monoica (77,4 kg/ha) in Fedora 17 (75,8 kg/ha). Najmanjši pridelek beljakovin pa smo, enako kot v letu 2017, zabeležili pri sortah Santhica 27 (31,7 kg/ha) in USO 31 (47,7 kg/ha). Iz rezultatov je mogoče sklepati, da leto pridelave in lokacija lahko pomembno vplivata na vsebnost in pridelek beljakovin, pri čemer so nekatere sorte na to bolj občutljive kot druge. O tem poročajo tudi Flajšman in sod. (2018). V obeh letih skupaj je bilo v semenih sort Santhica 27 in USO 31 najmanj beljakovin in hkrati tudi najmanj pridelka beljakovin na enoto pridelave, največ pa pri sortah KC Dora in Tiborszallasi. Sorti Futura 75 in Monoica sta lahko zelo donosni sorti, vendar v odvisnosti od leta pridelave. Dobre rezultate pa je dala tudi v letu 2017 sorta Helena, ki še je sicer še v preizkušanju, kar pomeni, da ne gre za registrirano sorto, zato jo je smiselno v nadaljevanju še preučevati.

V nasprotju beljakovinami, je bil vpliv sorte na vsebnost maščob v letu 2017 značilno pomemben ($p<0,001$). Semena so vsebovala med 18,2 % in 28,6 % maščob (preglednica D3). Največ maščob je vsebovala sorta Futura 75 (28,6 %), sledijo sorte Kompolti hibrid TC

(27,2 %), Monoica (26,7 %), Helena (25,6 %). Najmanj maščob pa sta vsebovali sorti USO 31 (21,6 %) in Santhica 27 (18,2 %). Ugotavljamo, da je bila tudi vsebnost maščob v letu 2017, v primerjavi z rezultati preliminarne raziskave iz leta 2016, kjer so semena vsebovala med 32,5 % in 37,7 % maščob (Kušar in sod., 2017), bistveno nižja in precej pod povprečje v primerjavi z rezultati drugih raziskav (Kiralán in sod., 2010; Vonapartis in sod., 2015, Galasso in sod., 2016).

Preglednica D3: Vsebnost in pridelek surovih beljakovin ter maščob v semenih navadne konoplje v letu 2017 (% oz. kg/ha, povprečje $\pm$ SN).

Sorta	Vsebnost surovih beljakovin (%)	Pridelek surovih beljakovin (kg/ha)	Vsebnost maščob (%)	Pridelek maščob (kg/ha)
Dora	21,0 $\pm$ 0,2	79,8 $\pm$ 0,8 cd*	26,4 $\pm$ 1,1 ab*	100,3 $\pm$ 4,1 c*
Fedora	21,9 $\pm$ 1,6	73,3 $\pm$ 5,2 de	25,2 $\pm$ 0,2 b	84,3 $\pm$ 0,7 d
Futura	22,6 $\pm$ 2,7	172,9 $\pm$ 20,9 a	28,6 $\pm$ 0,5 a	218,1 $\pm$ 3,9 a
Helena	20,8 $\pm$ 0,8	102,3 $\pm$ 3,9 b	25,6 $\pm$ 0,9 ab	125,7 $\pm$ 4,3 b
Kom Hib	20,0 $\pm$ 1,4	72,7 $\pm$ 5,0 de	27,2 $\pm$ 1,5 ab	99,0 $\pm$ 5,3 c
Monoica	20,1 $\pm$ 0,4	59,0 $\pm$ 1,1 e	26,7 $\pm$ 1,1 ab	78,3 $\pm$ 3 d
Santhica 27	21,3 $\pm$ 1,6	59,7 $\pm$ 4,5 e	18,2 $\pm$ 3,6 d	51,0 $\pm$ 10,1 e
Tiborsz	21,1 $\pm$ 2,5	91,6 $\pm$ 10,9 bc	28,2 $\pm$ 0,8 a	122,8 $\pm$ 3,6 b
Uso	19,0 $\pm$ 1,6	39,0 $\pm$ 3,3 f	21,6 $\pm$ 1,8 c	44,19 $\pm$ 3,7 e

* $p < 0,001$; p-vrednosti vpliva

V letu 2018 smo raziskavo iz leta 2017 nadaljevali. Zaradi analize manjšega števila vzorcev statistična primerjava med sortami in letoma, ni mogoča, lahko pa rečemo, da je bila vsebnost maščob v letu 2018 pri večini sort za malenkost višja, med 23,1 % in 31,1 %, vendar še vedno bistveno nižja v primerjavi s preliminarnimi rezultati iz leta 2016 in rezultati drugih študij. Tudi pridelek maščob na enoto pridelave je bil v letu 2018 nekoliko višji kot v letu 2017, vendar ne pri vseh sortah. Najvišji pridelek maščob v semenih iz leta 2018 je bil izmerjen pri sortah KC Dora (127,8 kg/ha) in Monoica (127,7 kg/ha), sledita pa sorti Tiborszallasi (108,3 kg/ha) in Fedora 17 (100,0 kg/ha). Najmanj pridelka maščob pa smo, enako kot v letu 2017, zabeležili pri sortah USO 31 (64,3 kg/ha) in Santhica 27 (39,8 kg/ha). Glede na rezultate lahko predpostavljamo, da leto pridelave in lokacija lahko pomembno vplivata na vsebnost in pridelek maščob, pri čemer so nekatere sorte na to bolj občutljive kot druge, o čemer poročajo tudi Flajšman in sodelavci (2018). Sorti Santhica 27 in USO 31 sta v obeh letih vsebovali najmanj maščob in hkrati dali najmanjši pridelek maščob na enoto pridelave, največ sorti KC Dora in Tiborszallasi, sorti Futura 75 in Monoica pa v odvisnosti od leta pridelave, vendar imata dober potencial. Dobre rezultate je v letu 2017 dala tudi preizkušana sorta Helena.

Med tem ko je namen gojenja sort KC Dora, Monoica in Futura 75 tako za semena kot vlakna, je sorta Tiborszallasi namenjena pridelavi vlaken, kar lahko njene dobre karakteristike glede vsebnosti olja in beljakovin odpira nove možnosti uporabe sorte tudi za gojenje semen.

Preglednica D4: Vsebnost in pridelek surovih beljakovin ter maščob v semenih navadne konoplje v letu 2018 (% oz. kg suhe snovi/ha)

Sorta	Vsebnost surovih beljakovin (%)	Pridelek surovih beljakovin (kg/ha)	Vsebnost maščob (%)	Pridelek maščob (kg/ha)
Dora	21,8	90,3	30,9	127,8
Fedora	22,1	75,8	29,2	100,0
Futura	20,5	57,3	30,8	86,0
Kom.hib	20,9	67,2	23,1	74,1
Monoica	18,4	77,4	30,4	127,7
Santhica 27	23,2	31,7	29,1	39,8
Santhica 70	23,0	47,7	31,1	64,5
Tiborsz	22,5	87,6	27,8	108,3
Uso	21,3	48,2	28,5	64,3

Konopljinna semena so dober vir nenasičenih maščobnih kislin, ki imajo pomembno vlogo v prehrani, predvsem z vidika nadomeščanja nasičenih maščob z nenasičenimi (Dulf in sod., 2006; Orsavova in sod., 2015). Skupna vsebnost nenasičenih maščob je bila v semenih, pridelanih v letu 2017, med 71,8 % (Santhica 27) in 87,6 % (Tiborszallasi) (preglednica D5).

V letu 2018 smo raziskavo iz leta 2017 nadaljevali. Zaradi analize manjšega števila vzorcev statistična primerjava med sortami in letoma ni mogoča, lahko pa rečemo, da je bila vsebnost nasičenih maščob v obeh letih primerljiva, 74,4 % in 86,6 %. Razlike med sortami so bile v letu 2017, ko je bila mogoča statistična analiza, precejšnje, na kar kažejo tudi podatki drugih raziskav (Vogl in sod., 2004; Orsavova in sod., 2015; Galasso, 2016).

Med nenasičenimi kislinami v konopljinih semenih je v največjem deležu zastopana linolna kislina (omega-6), sledita ji α -linolenska kislina (omega-3) in oleinska kislina (omega-9). Omenjene nenasičene maščobne kisline imajo varovalno vlogo pri preprečevanju bolezni srca in ožilja, zato je priporočljivo, da le te predstavljajo večji del zaužitih maščob s prehrano (Kris-Etherton in sod., 2002; Mišurcová in sod., 2011). Največji delež linolne in α -linolenske kisline so v letu 2017 vsebovale sorte Tiborszallasi (53,8 %; 18,2%), Futura 75 (52,8%; 16,3%) in KC Dora (52,2%; 16,2%), oleinske kisline pa sorti USO 31 (18,4%) in Kob. hib (17,3%) (preglednica D5). Tudi v letu 2018 so z najvišjimi deleži linolne in α -linolenske kisline izstopale sorte KC Dora (54,4 %; 20,4 %), Futura 75 (52,4 %; 17,5 %) in Tiborszallasi (51,8 %; 16,8 %). Variabilnost v vsebnosti omenjenih nenasičenih maščobnih kislin je bila zaznana tudi v drugih podobnih raziskavah, ki so preučevale vpliv genotipa na maščobno-kislinsko sestavo (Vogl in sod., 2004; Galasso in sod., 2016; Anwar in sod., 2006).

Pri preučevanju maščobno-kislinske sestave ima pomembno vlogo tudi razmerje med omega-3 in omega-6 maščobnimi kislinami, ki je že sicer pri konopljinem olju ugodnejše v primerjavi z nekaterimi drugimi rastlinskimi olji, kot so npr. sončnično, koruzno in nekatera druga olja (Dulf in sod.; Orsavova in sod., 2015). Tudi v povezavi s tem parametrom so pozitivno izstopale sorte Tiborszallasi, Futura 75 in KC Dora.

Preglednica D5: Vsebnost skupnih nenasičenih maščob in nekaterih izbranih nenasičenih maščob v semenih navadne konoplje (% , povprečje $\pm$ SN), pridelanih v letu 2017, ter razmerje med linolno in (omega-6) in α -linolensko kislino (omega-3).

Sorta	Nenasičene maščobe (%)	α -linolenska kisl. omega-3 (%)	Linolna kislina, omega-6 (%)	Oleinska kislina, omega-9 (%)	ω 6 : ω 3
Dora	84,3 $\pm$ 1,1 ab ^{*1}	16,2 $\pm$ 0,6 ab ^{*2}	52,2 $\pm$ 0,4 ab ^{*2}	13,5 $\pm$ 0,2 bc ^{*2}	3,2 : 1 ab ^{*2}
Fedora	80,3 $\pm$ 2,6 abcd	12,5 $\pm$ 1,8 bc	49,5 $\pm$ 2,2 abc	15,1 $\pm$ 1,5 abc	4,0 : 1 abc
Futura	85,5 $\pm$ 0,9 ab	16,3 $\pm$ 0,3 ab	52,8 $\pm$ 0,7 ab	14,0 $\pm$ 0,1 bc	3,2 : 1 ab
Helena	79,4 $\pm$ 2,9 abcd	13,4 $\pm$ 1,7 bc	48,5 $\pm$ 2,5 abc	15,1 $\pm$ 1,3 abc	3,7 : 1 abc
Kom.hib	76,8 $\pm$ 7,1 bcd	11,8 $\pm$ 3,7 bc	45,2 $\pm$ 6,3 bc	17,3 $\pm$ 3,0 ab	4,0 : 1 bc
Monoica	81,9 $\pm$ 2,5 abc	13,6 $\pm$ 1,7 abc	49,9 $\pm$ 2,1 abc	15,9 $\pm$ 1,2 abc	3,7 : 1 abc
Santhica 27	71,8 $\pm$ 4,3 d	9,4 $\pm$ 1,8 c	42,7 $\pm$ 3,7 c	17,0 $\pm$ 1,6 abc	4,6 : 1 c
Tiborsz	87,6 $\pm$ 0,4 a	18,2 $\pm$ 0,3 a	53,9 $\pm$ 0,5 a	13,2 $\pm$ 13,2 c	3,0 : 1 a
Uso	74,1 $\pm$ 10,0 cd	11,1 $\pm$ 5,7 c	42,7 $\pm$ 8,6 c	18,4 $\pm$ 4,3 a	4,2 : 1 bc

^{*1}p<0,01; ^{*2}p<0,05; p-vrednosti vpliva sorte na sestavo semena

Preglednica D6: Vsebnost skupnih nenasičenih maščob in nekaterih izbranih nenasičenih maščob v semenih navadne konoplje (% , povprečje), pridelanih v letu 2018, ter razmerje med linolno in (omega-6) in α -linolensko kislino (omega-3).

Sorta	Nenasičene maščobe (%)	α -linolenska kisl. omega-3 (%)	Linolna kislina, omega-6 (%)	Oleinska kislina, omega-9 (%)	ω 6 : ω 3
Dora	86,6	20,4	54,4	9,6	2,7 : 1
Fedora	82,4	16,0	51,9	11,3	3,2 : 1
Futura	84,0	17,5	52,4	11,7	3,0 : 1
Kom.hib	76,8	15,3	47,5	12,3	3,1 : 1
Monoica	74,4	9,7	49,0	12,4	5,0 : 1
Santhica27	77,4	17,0	48,7	8,8	2,9 : 1
Santhica70	83,0	18,3	51,8	10,3	2,8 : 1
Tiborsz	82,2	16,8	51,2	12,0	3,1 : 1
Uso	76,6	11,1	49,4	12,6	4,4 : 1

Sklep

Z vidika hranilne sestave (vsebnosti beljakovin, maščob in sestave maščob) in pridelka surovih beljakovin oz. maščob na enoto pridelovanja sta se kot najbolj zanimivi sorti v pridelovanju v letu 2017 in 2018 pokazali sorti Tiborszallasi in KC Dora, med katerima je sorta KC Dora glede uporabe namenjena pridelavi semen, Tiborszallasi pa pridelavi vlaken, vendar bi lahko bila sorta zanimiva tudi za pridelavo semen.

Literatura

- Aluko R.E. 2017. Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Proteins: Composition, Structure, Enzymatic Modification, and Functional or Bioactive Properties. V: Sustainable protein resources. Elsevier Academic Press Inc., San Diego. Nadathur S.R., Wanasundara J.P.D., Scalini L. (ur.): 121-132
- Anwar F., Latifa S., Ashraf M. 2006. Analytical Characterization of Hemp (*Cannabis sativa*) Seed Oil from Different Agro-ecological Zones of Pakistan. JAOCS, Vol. 83(4): 323-329
- Callaway J.C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. Euphytica, 140: 65-72.
- Čeh, B., Čremožnik, B. 2016. Vpliv sorte in količine semena za setev na pridelke vršičkov in stebel navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.). Hmeljarski bilten, 23(2016): 80-87
- Čeh, B., Čeh, K. 2009. Oljnice. <http://www.dlib.si> (12.12.2016)
- Dulf F.V., Bele C., Spinean S., Chedea V.S., Zegrean G., Socaciu C. 2006. Comparative studies on fatty acid fingerprint from total lipids and phytosterol esters of some edible plant oils. Buletin USAMV-CN, 62: 225-230
- EC Plant variety database. 2019. http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm (1.9.2019)
- EFSA. 2009. Scientific Opinion of the Panel on Dietetic products, Nutrition and Allergies on a request from European Commission related to labelling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids. The EFSA Journal, 1176: 1-11
- Flajšman M., Jakopič J., Košmelj K., Kocjan Ačko D. 2016. Morfološke in tehnološke lastnosti sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) iz poljskega poskusa Biotehniške fakultete v letu 2016. Hmeljarski bilten, 23: 88-104
- Flajšman M., Kocjan Ačko, Čeh B. 2018. Karakteristike sort navadne konoplje (*Cannabis sativa* L.) v pridelavi v Sloveniji. Hmeljarski bilten, 25: 44-57
- Galasso I., Russo R., Mapelli S., Ponzoni E., Brambilla I.M., Battelli G., Reggiani R. 2016. Variability in seed traits in a collection of *Cannabis sativa* L. genotypes. Frontiers in Plant Science, 7(688): 9 str.
- Gómez Candela C., Bermejo López L.M., Loria Kohen V. 2011. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health: nutritional recommendations. Nutr. Hosp., 26: 323-329
- Kiralan M., Gül V., Kara S.M. 2010. Fatty acid composition of hempseed oils from different locations in Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(2): 385-390
- Kocjan Ačko D. 2015. Poljščine, pridelava in uporaba. Kmečki glas, Ljubljana: 187 str.
- Kocjan Ačko, D. 1999. Konoplja. V: Pozabljene poljščine. Ljubljana, Kmečki glas: 101-118
- Kocjan Ačko, D., Baričević, D., Rengeo, D., Andrenšek, S. 2002. Gospodarsko pomembne lastnosti petih sort konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) iz poljskih poskusov v Markišavcih pri Murski Soboti. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo, 79 (1): 237-252
- Kriese U., Schumann E., Weber W., Beyer M., Bruhl L., Matthaus B. 2004. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. Euphytica, 137: 339-351
- Kris-Etherton P.M.; Harris W.S.; Appel L.J. 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circulation, 106: 2747-2757
- Kušar A., Čeh B., Flajšman M., Kocjan Ačko D., Pravst I. 2017. Raznolikost hranilne sestave navadne konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*). V: Novi izzivi v agronomiji 2017. Laško. Zbornik simpozija: 82-87
- Leizer C., Ribnicky D., Poulev A., Dushenkov S., Raskin I. 2000. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. Journal of Nutraceuticals, functional & medical foods, 2(4): 35-53
- Mattila P., Mäkinen S., Eurola M., Jalava T., Pihlaja J.M., Hellström J., Pihlanto A. 2018. Nutritional Value of Commercial Protein-Rich Plant Products. Plant Foods for Human Nutrition, 73: 108-115
- Mišurcová L.; Vávra Ambrožová J.; Samek D. 2011. Seaweed lipids as nutraceuticals. Adv. Food Nutr. Res., 64: 339-355
- Mölleken H., Mothes R., Dudek S. 2000. Quality of Hemp Fruits and Hemp Oil in Relation to the Maturity of the Fruits. Bioresource Hemp, Wolfsburg 13.-16. September 2000, 7 str.
- OPKP – Odprta platforma za klinično prehrano (IJS). 2016. <http://www.opkp.si> (12.12.2016)
- Orsavova J., Misurcova L., Ambrozova J.V., Vicha R., Mlcek J. 2015. Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids. Int. J. Mol. Sci., 16: 12871-12890
- Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka. 2016. Uradni list RS, št. 40/11 in 36/15.: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10544> (12.12.2016)
- Russo R., Reggiani R. 2015. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hemp seed meal from dioecious and monoecious varieties. Am. J. Plant Sci., 6: 14-22

- Simopoulos, A.P. 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.*, 233: 674-688
- Vogl C.R., Mölleken H., Lissek-Wolf G., Surböck A., Kobert J. 2004. Hemp (*Cannabis sativa* L.) as a Resource for Green Cosmetics: Yield of Seed and Fatty Acid Compositions of 20 Varieties Under the Growing Conditions of Organic Farming in Austria. *Journal of industrial hemp*: 51-67.
- Vonapartis E., Aubin M.P., Seguin P., Mustafa A.F., Charron J.B. Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39: 8-12

E Analiza vlaken industrijske konoplje s ciljem selekcije najbolj ustreznih sort industrijske konoplje za pridelavo vlaken (Fakulteta za strojništvo UM)

Uvod

Preja je linearen skupek vlaken ali filamentov, ki izkazuje zahtevane lastnosti, v prvi vrsti določene vrednosti natezne trdnosti in fleksibilnost. Sam postopek izdelave preje in tehnološki parametri, kot so npr. število zavojev, gostota vitja, narekujejo končne lastnosti preje, zelo pomemben dejavnik pa je izbira vlaken, ki tvorijo prejo in mehanske lastnosti teh vlaken. Izbor vlaken tako neposredno vpliva ne samo na lastnosti prej, ampak tudi na izdelke, ki so izdelani iz prej, tj. tkane in pletene ploske tekstilije ter v končni fazi tudi na oblačila oz. tehnične tekstilne izdelke. Poleg zadovoljivih mehanskih nateznih lastnosti vlaken in pretržne trdnosti, morajo vlakna izkazovati tudi sposobnost navzemanja raznih apertirnih (pletilnih) sredstev ter barvil, odvisno od namembnosti končnega izdelka.

Cilj razvoja postopka za izolacijo vlaken iz stebel konoplje v projektu je bil zagotoviti pridobivanje večjih količin vlaken, ki izpolnjujejo zgoraj navedene zahteve in bodo kot taka primerna za nadaljnjo tekstilno predelavo. Poudarek je bil na odstranitvi neceluloznih komponent iz vlaken (pektin, lignin, hemiceluloze), ki so prisotne v delih stebela, kjer se nahajajo tudi skupki vlaken. Pomemben dejavnik je tudi samo ločevanje teh skupkov, t.i. tehničnih vlaken; za testiranje mehanskih lastnosti je nujno, da se natezni preizkusi izvajajo na posameznih vlaknuih, s čimer zagotovimo objektivne in ponovljive rezultate, poleg tega pa je za nadaljnjo predelavo v preje pomembno, da so vlakna dobro ločena. Prisotnosti lignina, hemiceluloz in pektina, ki s svojo prisotnostjo otežujejo ločitve vlaken, kar je posledica adhezivnega delovanja naštetih substanc, ovirajo tudi kemijsko obdelavo vlaken, tj. nanašanje različnih apretur in barvanje.

Material in metode

Izolacija vlaken z encimsko goditvijo stebel in obdelavo v alkalni kopeli

Postopek goditve z encimi smo izvedli z encimi Beisol PRO (CHT Benzema) skladno z njihovo recepturo. Postopek obdelave smo izvajali v aparatu Labomat (Mathis). V raztopini 2% neionskega pralnega sredstva Sandoclean PC (Clariant), smo pripravili 4% raztopino encima Beisol PRO. Glede na kopelno razmerje 1:15 smo preračunali potrebno količino kopeli. Raztopini smo uravnali pH na 8-9. Iz stebel smo odstranili liste in cvetove. Očiščena stebela smo narezali na krajše kose (10-15cm), jih stehtali in preračunali potreben volumen kopeli. Stebla konoplje smo obdelovali 15 min v raztopini encima pri temperaturi 55°C. Po 15minutah smo povišali temperaturo na 85°C, ter podaljšali čas na 105 min pri nespremenjenih obratih (4 rpm). Po 1 h in 45 min smo vzeli vzorce iz Labomata in jih spirali najprej z destilirano vodo (60°C) ter nato še pod navadno tekočo vodo. Encimsko godena vlakna smo nadalje obdelovali 4 ure pri temperaturi vrelišča v 10 ut.% raztopini Na₂CO₃, čemur je sledilo spiranje z vodo in mehansko ločevanje vlaken.

Določanje mehanskih lastnosti in mikroskopska analiza

Določanje mehanskih lastnosti in titra vlaken je potekalo skladno s standardnimi metodami (določanje mehanskih lastnosti posameznih vlaken: SIST EN ISO 5079:1999 in določanje linearne gostote: SIST EN ISO 1973:1999). Pretržno silo smo določali na aparatu Vibrodyn podjetja Lenzing. Titer smo določili na osnovi določanja lastne frekvence nihanja vlakna. Vibroskop običajno uporabljamo v kombinaciji z Vibrodyn 500, kjer določamo pretržno silo in pretržni raztezek vlaken (vlakna z ustrezno predobtežbo vpnemo v prižeme v Vibrodyn). Programska oprema ustvari grafični in številčni rezultat pretržnega raztezka, sile in specifične pretržne napetosti. Vsi vzorci so bili predtem klimatizirani, merjenje poteka na 20°C pri 65 % vlažnosti.

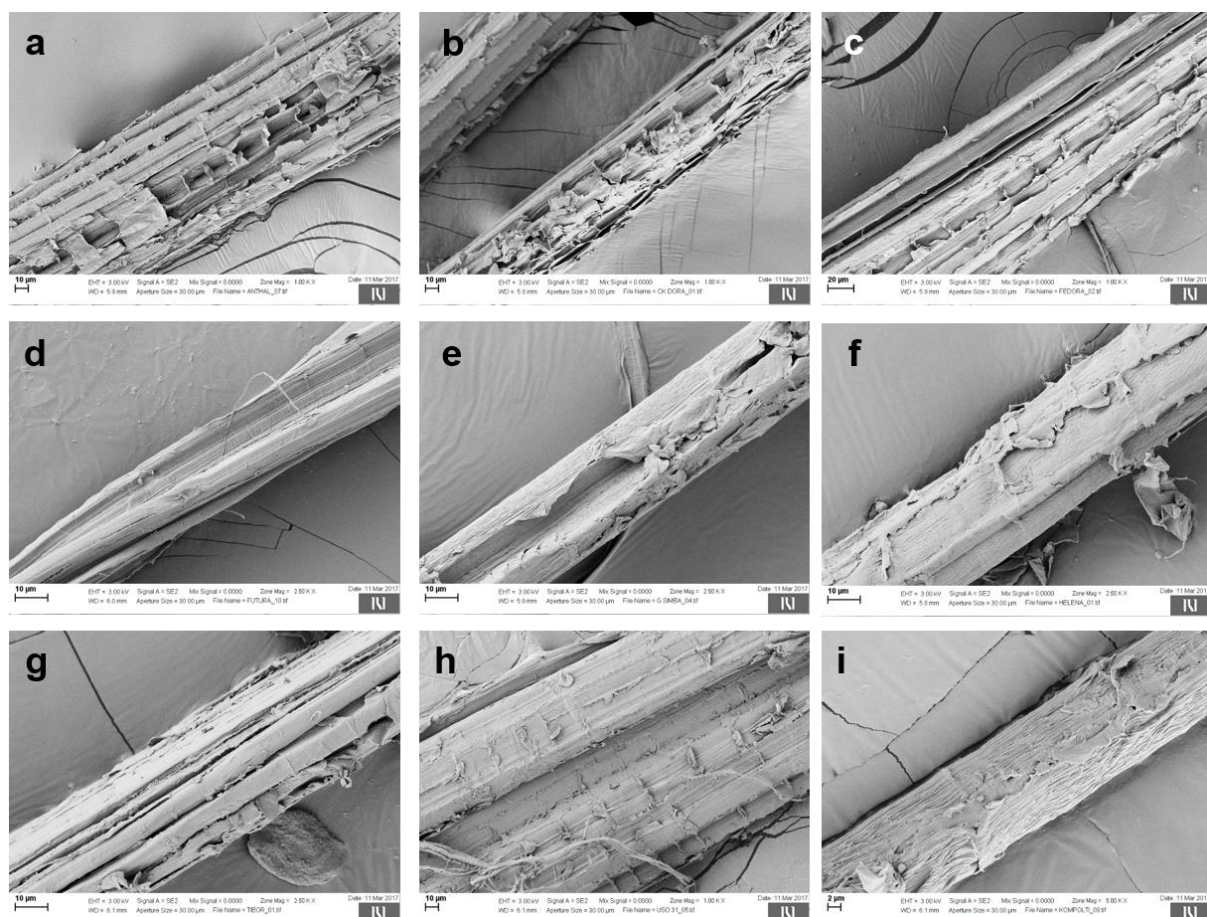
Za namen izvedbe mikroskopske analize in študij morfologije vlaken, smo izolirana vlakna konoplje pritrdili na aluminijaste nosilce z dvostranskim prevodnim ogljikovim trakom. Uporabili smo elektronski mikroskop Carl Zeiss FE-SEM Supra 35 VP pri pospeševalni napetosti $U = 1 \text{ kV}$.

Analizo prisotnosti lignina na izoliranih vlaknih smo izvedli z infrardečo spektroskopijo; izolirana vlakna konoplje smo analizirali z FT-IR aparatom Spectrum GX (Perkin Elmer).

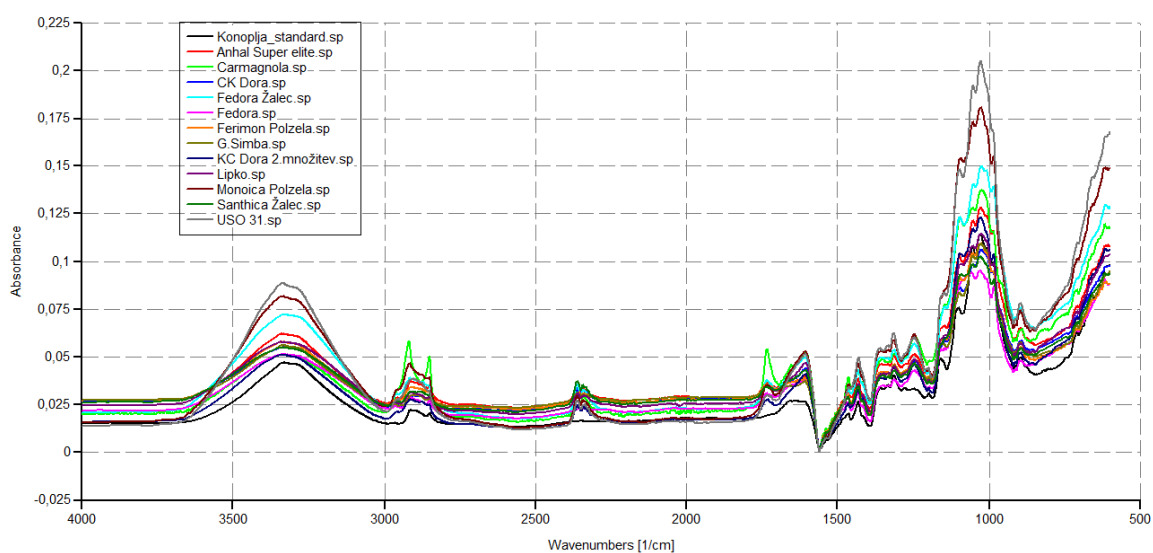
Rezultati

Na sliki E1 so predstavljeni SEM posnetki encimsko izoliranih vlaken izbranih vrst konoplje.

Izkazana morfologija in površinska topografija vlaken je zelo heterogena; med predstavljenimi vlakni je velik razpon v dimenzijah, tj. premerom vlaken in površinskim izgledom – v nekaterih primerih izkazujejo vlakna izrazito fibrilirano površino (npr. vzorec Kompolti hibrid;), pri nekaterih pa je razvidno, da pri mehanskem razvlaknjenju, ki je sledilo goditvi, vlakna še vedno vsebujejo ostanke drugih komponent stebela. Takšna morfologija in topografija izoliranih vlaken sta posledica uporabe relativno blagega postopka goditve z uporabo encimov, s katerim se želimo čim bolj približati postopkom, ki so najpogostejše uporabljeni v praksi, tj. biološka goditev. S postopkom goditve odstranimo pektin v parenhimni srednji lameli, ki povezuje vlakna z ličjem ter v primarni celični steni vlakna. Pektini so kompleks koloidnih kislinskih polisaharidov in njihova razgradnja skoraj vedno poteka encimsko (Bernava in sod., 2015). Namen goditve je pridobivanje in izolacija vlaken, tj. celulozne komponente iz celotnega stebela; z uporabo infrardeče spektroskopije smo določili do kakšne mere smo z uporabo encimskega godenja odstranili vse necelulozne komponente. Na sliki E2 je predstavljen FT-IR spekter izbranih vzorcev konoplje ter spekter referenčnih tekstilnih konopljinih vlaken, ki smo jih prejeli s strani Predilnice Litija. Vrh pri valovni dolžini 1730 cm^{-1} kaže na vibriranje C-O v acilnih in esterskih vezeh v ligninu, hemicelulozah ter pektinu, medtem ko je vrh pri 1595 cm^{-1} povezan s prisotnostjo aromatskih obročev v molekulah lignina in vrh pri 1250 cm^{-1} z arilnimi skupinami lignina. Nobeden od naštetih vrhov se ne nahaja v spektru referenčnih celuloznih vlaken (črna linija na sliki E2), kar kaže, da izpostavljene vrhove lahko pripišemo prisotnosti lignina, hemiceluloz in pektina, ki s svojo prisotnostjo ne omogočijo popolne ločitve vlaken. Iregularna struktura izoliranih vlaken (npr. vlaknati agregati različnih debelin) so posledica adhezivnega delovanja naštetih substanc.

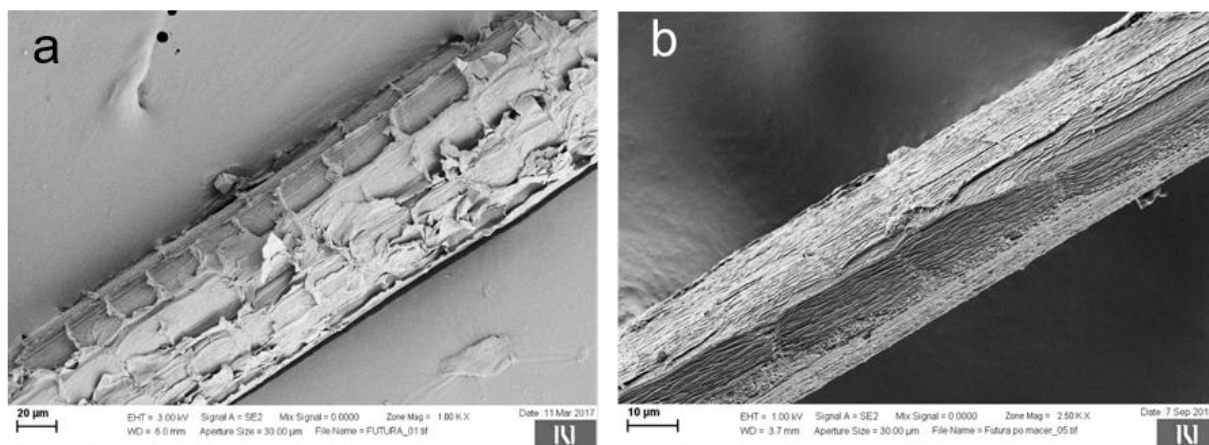


Slika E1: Vz dolžni videz izoliranih vlaken iz različnih vrst konoplje: a) Anthal; b) KC Dora; c) Fedora; d) Futura; e) G Simba; f) Helena; g) Tibor; h) Uso 31 in i) Kompolti



Slika E2: FT-IR spekter izbranih izoliranih vlaken konoplje

Kljub pozitivnim lastnostim encimatskega postopka goditve, predvsem iz stališča njihove ekološke sprejemljivosti, je bilo nujno uvesti tudi postopke kemijske goditve (alkalna obdelava) za pripravo vlaken, ki jih bo mogoče predelovati v tekstilni industriji. Namreč, v nekaterih primerih, kot je razvidno z mikroskopske analize, nam ni uspelo popolnoma ločiti vlaken, tj. pripraviti individualna/posamezna vlakna za določanje nateznih lastnosti, kar seveda v veliki meri vpliva najprej na določanje finosti takšnih vlaken ter posledično na njihovo obnašanje pri natezni obremenitvi (v primerjavi s posameznimi vlakni). Na sliki E3 je prikazan vpliv in pomembnost alkalne obdelave na učinkovito ločevanje vlaknatih skupkov v posamezna, elementarna vlakna.

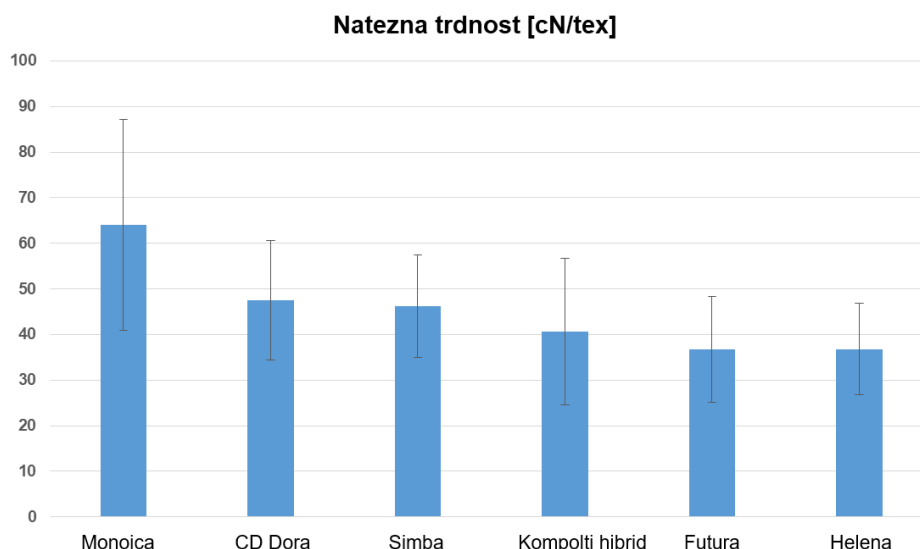


Slika E3: Mikroskopski posnetki vlaken konoplje vrste Futura; a) encimsko godena vlakna in b) encimsko godena vlakna z alkalno po-obdelavo

Na sliki E3 (a) je predstavljen posnetek vlakna oz. skupka vlaken, ki je bil pridobljen le z encimsko goditvijo; glede na merilo v spodnjem levem kotu slike (skala 20 mikrometrov) meri vlakno v premeru več kot 60 mikrometrov, prisotne pa so tudi plasti drugih komponent konopljinkega stebela, kar je razvidno iz površinskih plasti na površini vlakna. Na sliki E3 (b) je prikazano vlakno, ki je bilo po encimski goditvi še dodatno obdelano v alkalni kopeli. Na ta način zagotovimo raztapljanje neceluloznih komponent in boljše ločevanje vlaken iz vlaknatih agregatov; premer vlakna na sliki meri le okoli 20 mikrometrov, iz česa lahko sklepamo, da nam kombinacija encimske in kemijske (alkalne) goditve daje boljše rezultate v smislu izolacije vlaken.

Ene izmed najpomembnejših lastnosti, ki jih moramo nujno poznati pri predelavi konopljinih vlaken v tekstilne izdelke, so njihove mehanske, tj. natezne lastnosti. Te v prvi vrsti narekujejo njihovo primernost za izdelavo prej, saj morajo vlakna izkazovati mehansko trdnost tako pri predelavi, kot tudi pri sami uporabi (npr. v oblačilih). Najvišje vrednosti natezne trdnosti so izkazala vlakna, izolirana iz sort Monoica (64,1 cN/tex), KC Dora (48,7 cN/tex), Simba (46,2 cN/tex), Kompolti hibrid (40,6 cN/tex), Futura (36,8 cN/tex) in Helena (36,8 cN/tex) (slika E4). Monoica izkazuje najvišje vrednosti natezne trdnosti v kombinaciji z raztežkom, ki se nahaja nekje v povprečju vseh določenih vrednosti. Izmerjene vrednosti, kljub visokem raztrosu, se nahajajo v rangi tistih, ki so navedene v literaturi (Sankari, 2000), v nekaterih primerih pa vrednosti, izmerjene v naši raziskavi, močno presegajo vrednosti, ki jih navajajo določeni avtorji (Sengloung in sod., 2008). Pri primerjavi različnih študij je seveda pomembno upoštevati velik vpliv, ki imata na določanje trdnosti vlaken, sama oblika vzorca

oz. skupka vlaken ter pogoji testiranja (npr. uporabljene vpenjalne dolžine) (Rijavec in sod., 2017).



Slika E4: Vrednosti nateznih trdnosti izbranih vrst konoplje

Literatura

- Bernava A., Reihmane S., Strazds G. Influence of Pectinase Enzyme Beisol PRO on Hemp Fibres Retting. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*. 2015; 64(1): 77–81.
- Rijavec T., Janjić S., Kocjan Ačko D. Revitalization of Industrial Hemp *Cannabis sativa* L. var. *sativa* in Slovenia: a Study of Green Hemp Fibres. *Tekstilec*. 2017; 60 (1): 36-48.
- Sankari H.S. Comparison of Bast Fibre Yield and Mechanical Fibre Properties of Hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars. *Industrial Crops and Products*. 2000; 11:73–84.
- Sengloung T., Kaveeta L., Müssig J. Physical Properties of Traditional Thai Hemp Fiber (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Industrial Hemp*. 2008; 13(1): 20-36

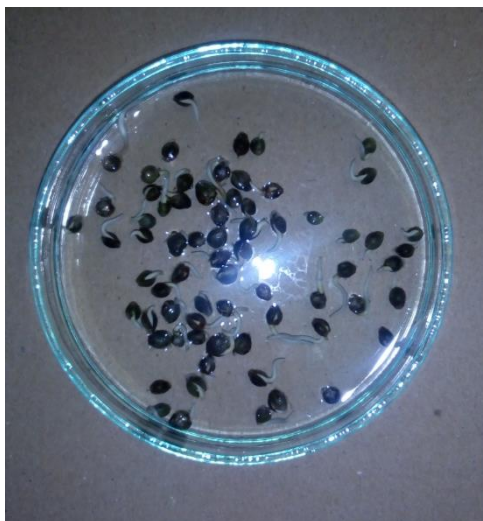
F Zasnova vzgoje lastnih sort industrijske konoplje (IHPS)

Cilj delovnega paketa je bil zasnovati vzgojo novih sort industrijske konoplje z dolgoročnim ciljem večje količine in stabilnosti pridelka semena ter s čim višjo vsebnostjo esencialnih maščobnih kislin v konopljinem olju. Za glavne cilje vzgoje novih sort smo tako določili visok pridelek semena, visoko vsebnost olja primerne sestave ter enodomnost.

Na podlagi informacij iz literature, opazovanj in ugotovitev, pridobljenih v delovnem paketu A in začetnih opazovanj sortnih poskusov v delovnem paketu B smo izbrali najprimernejše sorte za pridelavo v Sloveniji, predvsem za pridelavo olja, oz. možnostjo dvojne uporabe, torej tudi za vlakna in nadalje tekstilno industrijo. Za uspešnost žlahtnjenja je izrednega pomena večja genetska diverziteta sort, ki jih križamo, zato smo trenutni slovenski sortni izbor dopolnili z novimi tujimi sortami z znano primerno masno-kislinsko sestavo in količino olja.

Žlahtniteljske metode, ki smo jih vključili v vzgojo novih sort, so bila navzkrižna opraševanja s ciljnim križanjem, pri enodomnih rastlinah smo izkoristili možnost samoopraševanja. Ciljna križanja smo izvedli na lokaciji IHPS, medtem ko smo njihova potomstva vzgojili na lokaciji v okolici Murske Sobote.

V času do postavitve poljskih poskusov, namenjenih križanju in vzgoji novih sort navadne konoplje, smo že preliminarno poskušali pridobiti čim več informacij o najbolj optimalnem načinu kalitve semen ter možnostih razmnoževanja in vzgoje konoplje v tkivni kulturi ter v rastnih komorah. Glede na to smo v zimskem času 2016/2017 postavili kalilni poskus s 3 različnimi načini kalitve, in sicer s setvijo direktno v substrat, na vlažen filtrirni papir in z namakanjem v vodi (slike F1, F2, F3), kar smo zasledili že med objavami. Uporabili smo tudi seme lokalne sorte Gorička Simba, nabrano v poskusnem kolekcijskem posevku pri Polzeli ter prejetega od pridelovalca Dejana Rengea. Seme je bilo vidno neenakomerno dozorelo, zato smo ga ločili v 3 skupine, in sicer zeleno (najmanj dozorelo), pisano (srednje dozorelo) in rjavo (najbolj dozorelo) ter ga tako ločeno spremljali pri vseh 3 načinih kalitve. V vsako obravnavanje smo vključili po 50 semen. Kot je bilo pričakovano, smo ugotovili, da ima dozorelost semen največji vpliv na kalitev, saj je rjavo seme praktično 100 % kalilo ne glede na njegovo tretiranje. Srednje dozorelo seme je kalilo v 64–78 %, odvisno od tretiranja, medtem ko smo pri najmanj dozorelem semenu ugotovili povprečno le 38 % kalitev. V obeh prejetih vzorcih s terena smo ugotovili, da je 60 % dozorelega semena, 23 % semen je doseglo ob žetvi srednjo zrelost in 17 % je bilo najmanj dozorelega semena.



Slika F1: Kalitev semen navadne konoplje v temi, po 3 dneh namakanja v vodi



Slika F2: Nakaljena semena v vodi, prenesena v substrat, so po 2 dneh že vzklila.



Slika F3: Presajene rastline v rastni komori; moške rastline so prve zacvetele.

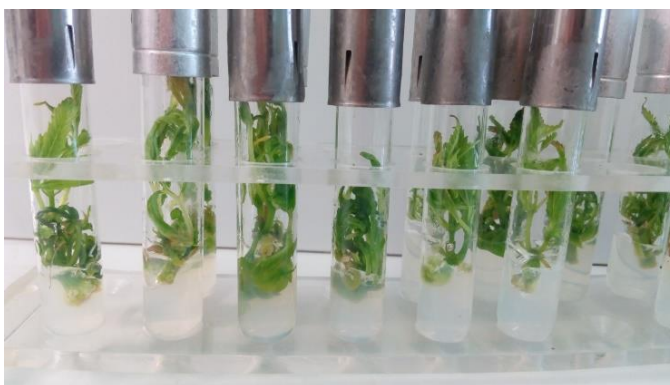
Pri kalitvi smo uporabili dve različni rastni komori, da bi se izognili pretiranemu podaljšanju internodija med kličnimi in prvimi pravi listi, vendar opazne razlike med komorami ni bilo.

Pridobljene ugotovitve so nam v nadaljevanju koristile pri vzgoji rastlin iz semena, dobljenega med navzkrižnimi križanji, izvedenimi v nadaljevanju projektnega dela.

Rastline lokalne sorte Gorička Simba smo poskušali razmnoževati tudi z namenom, da si pridobimo izkušnje za nadaljnjo vzgojo novih sort navadne konoplje. Rastline smo razmnožili z zeleno propagacijo v mini rastlinjaki, postavljenih v rastno komoro s fotoperiodo 16 ur svetlobe in 8 ur teme, ter temperaturo 22–24 °C (slika F4). V prvem poskusu smo substrat pretirano namočili, kar je povzročilo gnitje rastlinskih delov, medtem ko smo se v naslednjih poskusih temu s primernejšo oskrbo izognili.



Slika F4: Tudi vegetativno razmnožene rastline so dobro odganjale.



Slika 5F: Navadna konoplja, prenesena v in vitro razmere, je hitro rastla.



Slika 6F: Ureditev parcel za potrebe žlahtnjenja navadne konoplje po setvi

Vzporedno smo v *in vitro* razmere (tkivno kulturo) uspešno prenesli razkužene (uporabljena avtoklavirana destilirana voda, 20 % Cl-raztopina) mikropotaknjence lokalne sorte Gorička Simba (slika F5). Pripravili smo Murashige – Skoog gojišče v sestavi 4,43 g gojišča, 8 g agarja, 30 g saharoze ter 70 µL TDZ (za pripravo 1 l gojišča), ter ga umerili na pH vrednost 5,7 (Wang in sod., 2009). Na avtoklavirano gojišče smo posamično v ločene epruvete

nanesli razkužene eksplante z 1 nodijem. Rastline so zelo lepo odgnale, na začetku marca smo jih prenesli na dve različni gojišči za koreninjenje z dodanim avksinom.

V nadaljevanju smo v času vegetacije preizkušali različne tehnične načine izvajanja križanj. Na poskusno površino IHPS (njiva SN2) smo za ta namen posejali semena 12 sort konoplje (22. 5. 2017; slika F6).

Vse sorte so bile posejane na parcele površine 2,4 m², setev pa je bila izvedena upoštevajoč gostoto setve 40 kg semena/ha (preglednica F1).

Preglednica F1: Seznam sort, kalivost in količina semena, uporabljena pri setvi

Zaporedna oznaka parcele	Sorta	Kalivost semen	Masa semen za setev
1	Fedora17	90 %	10,7 g
2	Finola	80 %	30,4 g
3	Futura75	71 %	13,5 g
4	Helena	78 %	12,3 g
5	KC Dora	91 %	10,5 g
6	Kompolti hibrid	50 %	19,2 g
7	Monoica	74 %	13,0 g
8	Santhica27	78 %	12,3 g
9	Tiboszallasi	87 %	11,0 g
10	Gorička Simba	60 %	16,0 g
11	Fukal	70 %	13,6 g
12	Carmagnola	90 %	10,8 g

Vse sorte smo v času rastne sezone spremljali, opisovali smo jih z metodo preizkušanja razločljivosti, izenačenosti in nespremenljivosti (RIN) v skladu z UPOV priporočili. Navedene sorte smo tedensko popisovali, spremljali, medtem ko smo v času tvorjenja cvetnih nastavkov rastline spremljali v razmaku 1–2 dni.

Za križanja je faza cvetenja najpomembnejša razvojna faza, da se proces križanja lahko uspešno izvede. Pri tem smo rastline spremljali, da smo pravočasno pobrali pelod pri moških rastlinah (oz. moških socvetjih). Glede na objave in lastna opažanja smo ugotovili, da so moške rastline najbolj primerne za pobiranje cvetnega prahu, ko so antere v cvetu rjavkasto rdeče (slika F7).

Za pobiranje peloda smo preizkusili nekaj različnih načinov. Najprej smo zgornji del moških rastlin pred začetkom cvetenja tesno zaprli v vrečke iz pergamin papirja ter počakali nekaj dni, da se je pelod zbral v vrečki. Žal je bila ta metoda neuspešna, saj se je v vrečki zbralo zelo malo peloda in ob prvem močnejšem vetru so vrečke popadale z rastlin.

Potem smo izvedli drugi način, in sicer smo moška socvetja porezali, jih postavili v posode (vaze) z vodo, spodaj pa smo na listih zbirali padli pelod (slika F8). To smo izvedli s prostorskim ločevanjem moških rastlin različnih sort, da smo preprečili navzkrižni prenos

peloda. Vendar smo tudi za to metodo ugotovili, da se velik delež peloda izgubi ter da je dolgotrajno pobirati pelod, saj se ga veliko zadrži na erlenmajerici in na listih rastline.



Slika F7: Moška rastlina, primerna za pobiranje cvetnega prahu

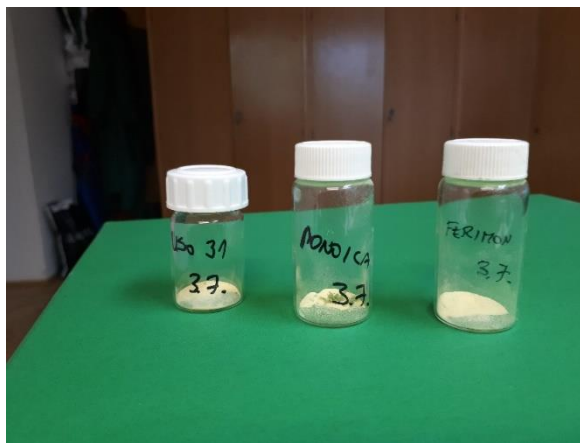


Slika F8: Poskus zbiranja peloda moških rastlin

V nadaljevanju smo porezali socvetja moških rastlin, jih razgrnili za 3-4 dni na pladnje pri sobni temperaturi, nato pa smo cvetni prah presejali preko sit (odstranili smo preostali rastlinski material (slika F9), pelod pa shranili v steklene lončke (slika F10).



Slika F9: Pelod, pridobljen skozi sita



Slika F10: Pelod, shranjen v steklenih lončkih

Hkrati z opazovanji razvoja moških socvetij smo istočasno spremljali tudi razvoj socvetij ženskih rastlin, ki so pri vseh sortah zacvetela z zamikom glede na moške rastline. Socvetja ženskih rastlin smo morali pravočasno zaščititi, da so lahko bila ciljna križanja uspešno izvedena. Preden smo na ženskih cvetovih opazili bele brazde smo jih zaščitili z vrečkami iz pergamin papirja (slika F11), s čimer smo preprečili prosto opraševanje z vetrom. Ženske rastline smo dnevno pregledovali in ob pojavu belih brazd v pestiču pričeli s ciljnim križanjem (slika F12).



Slika F11: Ženska socvetja, zaščitena z vrečkami iz pergamin papirja



Slika F12: Izvedba ciljnih opraševanj

Ciljna križanja smo opravili tako, da smo pri vsaki sorti zaščitili 6 rastlin (5 za ciljna križanja, 1 rastlino smo uporabili za izvedbo samooprašitve). Socvetja ženskih rastlin ene sorte smo križali z eno očetno komponento, da bi zagotovili dovolj veliko populacijo semen posameznega križanja. Križanja (nanašanje peloda s čopičem) smo ponovili 3-krat v razmaku 2 dni ter vmes ščitili socvetja sosednjih ženskih rastlin z vrečkami. Po končanih križanjih smo rastline odkrili, saj so rastline začele zaostajati v rasti, v vrečkah se je nabiral kondenz. Rastline so bile odkrite, ko so bile vse brazde pestičev rjave, s čimer smo smatrali, da so cvetovi zaključili fazo oprašitve.

Preglednica F2: Seznam opravljenih križanj v 2017

Zaporedna številka križanja	Materna komponenta	Očetna komponenta	Opomba*
1	Fukal	Kompolti hibrid TC	Spodaj
2	Fukal	Kompolti hibrid TC	Zgoraj
3	Carmagnola	Fukal	Zgoraj
4	Futura75	KC Dora	Spodaj
5	Futura75	KC Dora	Zgoraj
6	Helena	Tiborszalassi	Spodaj
7	Helena	Tiborszalassi	Zgoraj
8	KC Dora	Helena	Spodaj
9	KC Dora	Helena	Zgoraj
10	Kompolti hibrid TC	Carmagnola	Spodaj
11	Kompolti hibridTC	Carmagnola	Zgoraj
12	Monoica	Gorička Simba	Spodaj
13	Monoica	Gorička Simba	Zgoraj
14	Tiborszallasi	Helena	Spodaj
15	Tiborszallasi	Helena	Zgoraj
16	Monoica	Ferimon	Spodaj
17	Monoica	Ferimon	Zgoraj
18	Santhica	Ferimon	Zgoraj
19	Santhica	USO31	Spodaj
20	Santhica	USO31	Zgoraj
21	Tiborszallasi	Monoica	Spodaj
22	Tiborszallasi	Monoica	Zgoraj

Opomba* - v stolpcu z opombo je zapisano, kateri del oprasenega socvetja je bil uporabljen (spodnji ali zgornji).

Pri 5 sortah smo samooprašitev izvedli uspešno (preglednica F4). Ugotovili smo tudi, da je bilo seme vseh križanih rastlin neenakomerno razvito.

Preglednica F3: Rezultati križanj z oznako križanja, maso 100 semen, maso vseh semen in ocenjenim številom semen

Oznaka križanja	Masa 100 semen (g)	Masa vseh semen	Ocenjeno število semen
1	-	-	160
2	1,24	5,942	479
3	1,22	4,093	335
4	0,862	3,691	428
5	1,263	2,783	220
6	1,224	2,365	193
7	1,546	9,756	631
8	1,049	1,875	179
9	0,939	1,596	170
10	0,997	5,078	509
11	1,192	19,112	1603
12	1,222	2,482	203
13	1,499	4,276	285
14	1,215	3,067	252
15	1,538	7,344	478
16	0,937	0,74	163
17	1,032	5,488	532
18	0,339	0,38	112
19	0,162	0,16	99
20	0,232	1,535	662
21	1,2	4,363	364
22	1,328	10,221	770

Preglednica F4: Seme samooprašenih rastlin z maso 100 semen, maso vseh semen in ocenjenim številom semen

Sorta	Masa 100 semen (g)	Masa vseh semen	Število semen
Fedora17, samooprašena	0,356	10,929	3070
Fukal, samooprašitev	1,038	0,81	78
Helena, samooprašena	0	0	0
Kompolti hibrid TC, samooprašena	0	0	0
Santhica, samooprašena	0,552	0,8	145
Tiborszallasi, samooprašena	0,953	3,3	346
Finola, samooprašena	0,32	5,745	1795

Dne 24. 5. 2019 smo na lokaciji Krog pri Murski Soboti posejali seme opravljenih križanj (preglednica F5) s količino semena za setev 30 kg/ha, na parcele v velikosti 2,0 – 5,0 m².

Preglednica F5: Seznam posejanih semen iz različnih družin križanj

Zaporedna številka križanja (2017)	Materna komponenta	Očetna komponenta	Opomba*	OZNAKA 2019
/	Finola samooprašena	/		A
/	Tiborszallasi samooprašena	/		B
/	Fedora 17 samooprašena	/		C
/	Fukal samooprašena	/		D
/	Gorička simba samooprašena	/		E
1	Fukal	Kompolti hibrid TC	Spodaj	F
2	Fukal	Kompolti hibrid TC	Zgoraj	
3	Carmagnola	Fukal	Zgoraj	G
4	Futura75	KC Dora	Spodaj	H
5	Futura75	KC Dora	Zgoraj	
6	Helena	Tiborszalassi	Spodaj	I
7	Helena	Tiborszalassi	Zgoraj	
8	KC Dora	Helena	Spodaj	J
9	KC Dora	Helena	Zgoraj	
10	Kompolti hibrid TC	Carmagnola	Spodaj	K
11	Kompolti hibrid TC	Carmagnola	Zgoraj	
12	Monoica	Gorička Simba	Spodaj	L
13	Monoica	Gorička Simba	Zgoraj	
14	Tiborszallasi	Helena	Spodaj	M
15	Tiborszallasi	Helena	Zgoraj	
16	Monoica	Ferimon	Spodaj	N
17	Monoica	Ferimon	Zgoraj	
18	Santhica	Ferimon	Zgoraj	O
19	Santhica	USO31	Spodaj	P
20	Santhica	USO31	Zgoraj	
21	Tiborszallasi	Monoica	Spodaj	R
22	Tiborszallasi	Monoica	Zgoraj	

Sredi julija (12. 7. 2019) smo poskus popisali; opažanja so predstavljena v preglednici F6.

Preglednica F6: Opažanja družin križanj (Krog, 12.7.2019)

Družina križanja	OPIS
A	Manjše rastline 1,2-1,6 m, že v polnem cvetenju oz. konec cvetenja (moške rastline- opažene tudi čebele), na nekaterih ženskih rastlinah že vidna semena, slabši posevek, veliko plevela, rastline imajo ozke in daljše liste, so temno zelene barve, rastline imajo kratke internodije
B	Višina 1,6-2,3 m, moške in ženske rastline, vidni cvetni nastavki, rastline lepo zelene barve, nekatere rastline imajo v spodnjem delu rumene liste, na nekaterih listih luknjice - škodljivci
C	Višina 1,6-2,3 m, vidne moške in ženske rastline, moške rastline v fazi cvetenja (opažene tudi čebele), veliko moških rastlin, široki listi
D	Višina 1,3-2 m, opis enak kot pri križancih E
E	Višina 2 m- 2,3 m, široki listi, vidni cvetni nastavki, vidne samo ženske rastline, na nekaterih listih luknjice
G	Višina 1,5 (večina) -1,8 m, nekatere rastline svetlo-zelene barve, manjši, ožji listi, nekatere rastline že cvetijo, na nekaterih listih vidne luknjice
H	Višina 1,6-2,4 m, gost nasad, na večini rastlin vidni cvetni nastavki, široki listi (vendar ožji kot pri večini), v spodnjem delu rastlin nekateri listi rumeni, vidne luknjice na posameznih listih
I	Višina 1,8-2 m, gost nasad, vidni cvetni nastavki, v spodnjem delu rastlin rumeni, pojavlja se tudi rja na nekaterih listih
J	Višina 1,6-2,3 m, široki listi, pri posameznih rastlinah cvetni nastavki, pri večini še ne, na nekaterih listih se pojavlja rja, v spodnjem delu rastlin rumeni listi
K	Višina 1,6-2,3 m, veliki, široki listi, posamezne rastline imajo cvetne nastavka, ostale še ne, v spodnjem delu rastlin svetli, zeleni listi, na nekaterih listih se pojavlja rja
L	Višina 1,5 (večina) - 2m, listi svetlo-rumeno do zelene barve, ožji, manjši listi, na nekaterih rastlinah cvetni nastavki, na nekaterih še ne, v spodnjem delu rastlin rumeni listi
N	Višina 1,6-1,8 m, veliki široki listi, luknjice na nekaterih listih, rastline še nimajo cvetnih nastavkov
O	NI POSEVKA
P	NI POSEVKA
R	Višina 1,4-1,9 m, gost posevek, ožji listi, na nekaterih listih rja, na začetku posevka manjše rastline, večina rastlin še nima cvetnih nastavkov, pri posameznih rastlinah vidni začetni cvetni nastavki, nekateri listi imajo luknjice



Slika F13: Potomci samooprašene sorte Finola, tvorjenje semena



Slika F14: Moške rastline samooprašene Finole v fazi polnega cvetenja



Slika F16: Gost posevek družine križanja Futura75 x KC Dora



Slika F17: Vidni širši lističi pri družini križanja KC Dora x Helena

Poskus smo spremljali v nadaljnjih poletnih mesecih. Septembra, dne 19. 9. 2019 smo naredili natančen popis vseh družin križanj. Pri 11 družinah križanj (A, B, C, G, H, I, J, K, L, N, R iz preglednice F5) smo popisali:

- Število moških in ženskih rastlin na 1 m²
- Pri 5. rastlinah znotraj vsake populacije smo:
 - o izmerili višino posamezne rastline,
 - o izmerili debelino stebela pri 3. nodiju,
 - o izmerili dolžine 3., 4., 5., 6. in 7. nodija,
 - o prešteli število socvetij/rastlino,
 - o izmerili dolžino 12 socvetij od spodaj navzgor.

Socvetja izmerjenih družin smo vzorčili glede na stopnjo zrelosti, in sicer 19. 9. 2019 smo vzorčili socvetja družin A, C, G ter 27. 9. 2019 socvetja preostalih družin križanj. Vse vzorce smo posušili pri 35°C. Iz posušenih socvetij smo izluščili semena ter jih stekali ločeno po rastlinah, ločeno izmerjena socvetja in celotno maso semen na rastlino. V nadaljevanju bomo v posušenih semenih določili količino olja po družinah križanj, določili maščobno-kislinsko sestavo ter podatke statistično ovrednotili. Vsa v prihodnje opravljena dela bomo opravili z drugimi viri financiranja.

Pričakujemo, da bomo pridobili zanimive, statistično značilne rezultate, ki bodo objavljivi v mednarodno priznani znanstveni reviji. Z dobljenimi rezultati bomo lahko napovedali, kakšne potomce lahko pričakujemo iz opravljenih kombinacij križanj, kar nam bo vodilo za doseg ciljev pri vzgoji lastnih, slovenskih sort navadne konoplje. Ker je vzgoja novih sort dolgotrajen, večleten in finančno zahteven proces lahko zaključimo, da bomo ob nadaljnji obdelavi v zadnjem letu zbranih podatkov, z dodatno podkrepjenimi iz drugih virov financiranja, prišli do ustreznih znanj za nadaljnje žlahtnjenje navadne konoplje v Sloveniji.

G Ekonomsko ovrednotenje pridelave industrijske konoplje (IHPS)

Uvod

Pridelovanje konoplje je lahko gospodarsko uspešno tudi v hribovitih območjih in na manjših površinah, s čimer nudi možnost ohranjanja poselitve in obdelovalnih površin. Uvrstitev konoplje v osnovni kolobar namesto žit ali krompirja je ekološko in ekonomsko primerna, saj konoplja ima – po projektnih izračunih - količnik ekonomičnosti večji od 1 že pri pridelku zgolj 750 kg semena. V raziskavi smo izdelali analitično kalkulacijo hektarskih stroškov pridelave konoplje za potrebe prakse, ki vključuje določene predpostavke. Kalkulacija stroškov pridelave konoplje je izdelana za pridelavo semena, pri setvi z žitno sejalnico in žetvi z žitnim kombajnom.

Material in storitve – modelni input

V modelni kalkulaciji upoštevamo material, ki vključuje nakup semena in NPK gnojil, ne vključujemo pa sredstev za varstvo rastlin. Količina 35 kg semen na hektar, ki smo jo uporabili v kalkulaciji, odraža povprečno uporabljeno količino semen slovenskih pridelovalcev, ki se giblje med 30 in 40 kg. Pridelovalci konoplje v Sloveniji za setev

uporabljajo žitne sejavnice, saj omogočajo več načinov sejanja; tako je najbolj primerna setev z 2,5 m široko sejavnico z 21 vrstami, pri kateri sejemo zgolj v vsako drugo vrsto, tako sejemo 10 vrst v razmaku 25 cm, da ima konoplja dovolj prostora za rast in da setev ni pregosta. Redkejša setev, pri kateri sejemo zgolj 7 vrstic na razmak 35 cm je manj uspešna, saj je pridelek slabši, zemlja pa se zapleveli. Gostejša setev bi bila zanimiva za predelavo vlaken, vendar glede na trenutno ekonomsko situacijo na tekstilnem trgu, vlakna predstavljajo zgolj možni stranski prihodek.

Cena semena v kalkulaciji znaša 11 € za kilogram, kolikor je bila ocenjena povprečna cena semena v letu 2016. Strošek semena tako znaša 385 € in je dokaj visok glede na prodajno ceno semena. Predstavlja 28 % delež stroškov, vendar teh stroškov ni mogoče zmanjšati, saj mora vsak pridelovalec kupiti deklarirana semena od pooblaščenih prodajalcev konopljinih semen, kakor velewa zakonodaja.

Stroške zunanjih storitev sestavljajo v kalkulaciji stroški setve, kombajniranja, baliranja slame v 10 kg bale in stroški zavarovanja. Ceno in število ur potrebnih za setev smo v raziskavi povzeli po modelnih kalkulacijah za pridelavo pšenice. Cena najete delovne ure za setev je v kalkulaciji 30 €. Za 1 hektar je potrebnih 1,3 ure, kar znaša 39 €. Stroški kombajniranja oz. stroški žetve, ki smo jih povzeli po modelnih kalkulacijah za »žetev žit – storitev« za leto 2016 so nekoliko povečani in znašajo 150 €, kar je smiselno, saj se za žetev konoplje uporabljajo enaki kombajni kot za žetev žit. Tudi stroške baliranja v 10 kg štirioglate bale smo povzeli po modelnih kalkulacijah Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS) in so preračunani za 3.000 kg vlaknene slame, kar ob vrednosti 1 bale 0,43 € znaša 128 €. Stroške zavarovanja pridelka smo ocenili pavšalno in zaokrožili na 50 € na hektar. Tako vsi stroški zunanjih (oz. najetih) storitev znašajo 24 % oz. 366,50 €.

Lastne strojne ure so ure, potrebne za pripravo in obdelavo 1 ha velike površine, od kmetije oddaljene 1 km. Ocenjene so glede na značilnosti same pridelave konoplje, ki je podobna pridelavi žit. Primerljiva je predsetvena priprava, setev, žetev in tudi spravilo slame. V kalkulacijah smo obračunali lastne strojne storitve oranja, brananja, predsetvene priprave, valjanja, prevoza slame in zrnja ter premike strojev. Ceno in število lastnih strojnih ur smo povzeli po modelnih kalkulacijah KIS in priredili glede na izkušnje slovenskih pridelovalcev. Za obdelavo je potrebnih 21 domačih strojnih ur, kar pri ceni 15,91 € za delovno uro znaša 334,05 € oz. 22 % celotnih stroškov.

Stroški lastnega dela so vsota stroškov dela pomoči pri setvi in žetvi, dela z nalaganjem in razlaganjem slame in s stroški sušenja semena. Stroške domačega dela smo cenovno ovrednotili enako kot v modelnih kalkulacijah KIS v 2016, in sicer z vrednostjo 5,80 € na opravljeno delovno uro. Število delovnih ur lastnega dela pri setvi, žetvi in spravilu slame smo povzeli po številu potrebnih delovnih ur za pridelavo pšenice. Število porabljenih ur pri sušenju semena smo ocenili na osnovi intervjujev s pridelovalci konoplje in se nanašajo na delo potrebno za sušenje semena. Ocenjeno število ur lastnega dela je 23 ur, kar znaša 133,29 € in predstavlja 9 % celotnih skupnih stroškov.

Stroški obveznosti in posrednih stroškov so seštevek prispevkov za socialno varnost, stroškov nadomestil in regresov, posrednih stroškov in stroškov kapitala. To so stroški za pokojninsko in invalidsko zavarovanje kmetov, izračunani na osnovi bruto minimalne plače in

izhajajo iz vseh dohodkov kmetije. Vse obveznosti in posredne stroške smo povzeli po izračunih modelnih kalkulacij Kmetijskega inštituta Slovenije za leto 2016 in znašajo 177,93 € oz. 12 % celotnih stroškov.

Stroški pridelave konoplje za seme

Celotni skupni hektarski stroški pridelave konoplje znašajo 1.543,97 €, kar ob predvidenem pridelku 1.000 kg semena pomeni polno lastno ceno v višini 1,54 € na kg semena. Stroški kupljenega materiala znašajo 532,20 €, stroški zunanjih (kupljenih) strojnih storitev 366,50 €, lastno delo in strojne ure 467,34 € in stroški obveznosti in posredni stroški 177,93 €. V kalkulaciji smo v nadaljevanju upoštevali trenutno veljavne proračunske dodatke (KIS 2016), ki za konopljo pomenijo seštevke plačilne pravice na hektar v višini 176,97 € in za zeleno komponento v višini 98,57 €, kar pomeni skupaj 275,54 € na hektar. Z upoštevanjem proračunskih dodatkov se skupni celotni stroški zmanjšajo na 1.268,43 € na hektar, kar nam da lastno ceno 1,27 € za kg semena.

Stroške v analitični kalkulaciji za seme (preglednica G1) smo povzeli po kalkulacijah KIS in jih deloma dopolnili glede na značilnosti pridelave konoplje. Iz preglednice je razvidno, da predstavlja kupljen material 34 % celotnih stroškov ter da je strošek kupljenih storitev 24 %, kar skupaj predstavlja več kot polovico (58 %) vseh stroškov. Lastne strojne storitve, lastno delo, obveznosti in posredni stroški skupaj znašajo zgolj 42 % skupnih stroškov pridelave. Celotni stroški zmanjšani za subvencije, znašajo 1.268,43 € in so osnova za nadaljnje ekonomske izračune, saj prihodkov stranskih pridelkov v kalkulaciji nismo upoštevali.

V raziskavi so kupljen material in storitve vsota stroškov nakupa semena, najetih strojnih ur setve, žetve in baliranja slame. Predpostavljamo, da lahko - razen žetve z žitnim kombajnom in nakupa semena - vse ostale storitve na kmetijah opravijo pridelovalci sami, saj ima velika večina kmetij lastne žitne sejalnice in stroje za spravilo vlaknene slame in tako zmanjšamo stroške pridelave še za nadaljnjih 200 € na hektar.

Prihodki od prodaje

Prodajno ceno v kalkulaciji smo povzeli po povprečni uvozni ceni leta 2016, ki je znašala 1,70 € za kilogram. Ob predvidenem hektarskem pridelku 1.000 kg to znaša 1.700 €. Hektarski pridelek 1.000 kg je povprečna količina, ki so jo v letu 2014 in 2015 pridelali slovenski pridelovalci konoplje, kljub temu da se v literaturi o konoplji omenjajo tudi mnogo višji hektarski pridelki. Večji del materialnih stroškov pri pridelavi konoplje predstavlja nakup semena, ki ga je potrebno kupiti od uradnih prodajalcev. Trenutno v Sloveniji veljavna zakonodaja, ki ne dopušča uporabe lastnih semen za nadaljnje razmnoževanje oz. za setveni material za prihodnje leto, kar bi še izboljšalo ekonomske kazalce pridelave konoplje in s tem smotrnost njene umestitve v osnovni kolobar. Podrobnejši prikaz ekonomskih kazalcev je podan v preglednici G2.

Preglednica G1: Analitična kalkulacija stroškov pridelave konoplje za seme na 1 ha obdelovalne površine in pridelek 1.000 kg semena.

Neto pridelek	1.000	kg/ha			
Bruto pridelek	1.050	kg/ha			
Izgube	5,0	%			
Vlaga ob žetvi	14,1	%			
Velikost poljine	1,0	ha			
Oddaljenost od kmetije	1,0	km			
Razdalja do odkupnega mesta	10,0	km			
MODELNA ANALIT. KALKULACIJA ZA PRID. SEMENA					
Vrsta stroška	Kg,l,ur/ha	Cena €/ha,kg,l,h	vred. €/ha	Skupaj €	%
MATERIAL				532,20	34%
seme	35,00	11,00	385,00		
NPK gnojila			147,20		
ZUNANJE STORITVE				366,50	24%
setev	1,30	30,00	39,00		
kombajniranje - žetev	1,00	150,00	150,00		
baliranje (10 kg bala)	300,00	0,43	127,50		
zavarovanje pridelka			50,00		
LASTNE STROJNE IN DELOVNE STORITVE	21,00	15,91		334,05	22%
oranje	5,00		79,54		
branje	2,00		31,81		
predsetvena priprava	3,00		47,72		
valjanje	1,00		15,91		
prevoz zrnja	2,50		39,77		
prevoz slame	2,50		39,77		
premiki strojev (zrnje in slama)	5,00		79,54		
LASTNO DELO	23,00	5,80		133,29	9%
pomoč pri sejanju in žetvi	3,00		17,39		
nalaganje in razlaganje slame	10,00		57,95		
sušenje semena	10,00		57,95		
OBVEZNOSTI IN POSREDNI STROŠKI				177,93	12%
socialna varnost			71,28		
nadomestila in regresi			47,54		
posredni stroški			20,17		
stroški kapitala	0,00	0,00	38,94	0,00	
STROŠKI SKUPAJ	0,00	0,00		1.543,97	100%
LASTNA CENA EUR/kg	1.000,00			1,54	
VREDNOST STRAN. PRIDELKOV	0,00	0,00	0,00	300,00	0
stebila - vlakna	3.000,00	0,10	300,00	0,00	0
PRORAČUNSKI DODATKI	0,00	0,00	0,00	275,54	
plačilna pravica na ha	1,00	176,97	176,97	0,00	(1)
zelena komponenta	1,00	98,57	98,57	0,00	(1)
STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCIJE		0,000		1.268,43	0
LASTNA CENA ZMAN.ZA SUB EUR/kg	1.000,0		1.268,43	1,27	0
LASTNA CENA ZM. ZA SUB. IN					
VR.STRAN.PRID. EUR/kg	1.000,0		968,43	0,97	

(1) sheme neposrednih plačil 2016

Preglednica G2: Ekonomski kazalci pridelave konoplje za seme

Konoplja za seme	Prodajna cena v €/kg	1,70
Model		
Intenzivnost pridelave	kg/ha	1.000,00
Velikost parcele	ha	1,00
IZVLEČEK ANALITIČNE KALKULACIJE		
Stroški blaga in storitev	EUR/ha	1.233,20
Od tega: seme	EUR/ha	385,00
gnojila	EUR/ha	147,20
sredstva za varstvo	EUR/ha	0,00
najete storitve	EUR/ha	317,00
zavarovanje	EUR/ha	50,00
domače strojne storitve	EUR/ha	334,00
Amortizacija	EUR/ha	0,00
Stroški lastnega dela in kapitala	EUR/ha	311,00
Od tega: lastno delo neto	EUR/ha	133,00
Stroški skupaj	EUR/ha	1.544,20
<i>Stranski pridelki</i>	<i>EUR/ha</i>	<i>300,00</i>
<i>Stroški glavnega pridelka</i>	<i>EUR/ha</i>	<i>1.244,20</i>
Subvencije	EUR/ha	276,00
Stroški, zmanjšani za subvencije	EUR/ha	1.268,20
Stroški, zmanjšani za subvencije/kg	EUR/kg	1,27
Prodajna cena	EUR/kg	1,70
Vrednost proizvodnje skupaj	EUR/ha	1.700,00
OBRAČUN DOHODKA		
Vrednost finalne proizvodnje skupaj	EUR/ha	1.700,00
Stroški brez lastnega dela	EUR/ha	801,20
Bruto dodana vrednost	EUR/ha	431,80
Neto dodana vrednost	EUR/ha	898,80

V izračunu kalkulacij nismo upoštevali prihodka stranskih produktov – vlaknene slame, cvetov in listov. Vlaknena slama je zelo dobra surovina za tekstilno, papirno in gradbeno industrijo, vendar brez spremljajoče predelovalne industrije to ni mogoče. Tovrstnega trga v Sloveniji še nismo zasledili, saj ni zaznanega povpraševanja po konopljeni vlakneni slami. Za pridelovalce to pomeni raztros slame po njivah oz. uporaba za steljo.

Lastna cena semena znaša 1,27 € za kilogram, kar nam ob prodajni ceni 1,70 € omogoči dohodek v višini 431,80 € (bruto dodana vrednost), ob upoštevanju vseh stroškov domačega dela ovrednotenega po neto delovnih in strojnih urah, kar smo povzeli po analitičnih kalkulacijah KIS.

Bruto dodana vrednost, ki znaša 431,80 € na hektar, je izračunana kot:

»Bruto dodana vrednost = vrednost finalne proizvodnje – stroški zmanjšani za subvencije.«

Neto dodana vrednost v kalkulaciji smo izračunali kot:

»Neto dodana vrednost = vrednost proizvodnje – stroški brez lastnega dela.«

Neto dodano vrednost v kalkulaciji smo izračunali kot razliko med vrednostjo proizvodnje in vsemi nujnimi stroški, kot so stroški obveznosti in dajatve, stroški kupljenih storitev, stroški materiala in tudi stroški kapitala. V neto dodani vrednosti nismo upoštevali stroškov lastnega dela. Ta kazalec kaže predvsem na to, koliko je kmet oz. pridelovalec zaslužil, če ne upošteva stroškov lastnega dela. Neto dodana vrednost znaša 898,80 € na hektar, kar predstavlja dober zaslužek v primerjavi z ostalimi poljščinami.

Preglednica G3: Izračuni dohodka in koeficienta ekonomičnosti za različne količine pridelka (med 700 in 1.100 kg/ha) pri ceni 1,70 €/kg

Cena za kg semena	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Pridelek v kg/ha	700	750	800	900	1.000	1.100
Prihodek	1.190	1.275	1.360	1.530	1.700	1.870
Strošek	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268
KE (koeficient ekonomičnosti)	0,94	1,01	1,07	1,21	1,34	1,47
Dohodek v €	-78,20	6,80	91,80	261,80	431,80	601,80

Preglednica G3 prikazuje spremembe dohodka in koeficienta ekonomičnosti glede na različen pridelek. Količine, ki smo jih uporabili v izračunih in se gibljejo od 700 kg do 1.100 kg semena na hektar, so izračunane na osnovi verjetnosti slabše oz. boljše letine glede na povprečen pridelek, ki je 1.000 kg/ha. V izračunih smo uporabili polno vrednost stroškov pridelave (z vračunanimi subvencijami) v višini 1.268,20 € na hektar.

V kalkulaciji je dohodek pozitiven od pridelka 750 kg/ha dalje. Posledično enako je od pridelka 750 kg/ha dalje večji od 1 tudi koeficient ekonomičnosti. To nakazuje na ekonomično in donosno poljščino. Povprečen pridelek ima tako koeficient ekonomičnosti 1,34 in pomeni, da za vsak vložen evro zaslužimo 1,34 €, kar je z vidika agrarne ekonomike zelo uspešno.

H Stroj za spravilo industrijske konoplje (Fakulteta za strojništvo UM)

Opis problema in ciljev in povzetek ključnih ugotovitev iz literature

V projektu smo zbrali podatke o glavnih značilnostih rastlin konoplje, ki so ključnega pomena pri zasnovi kombajnov za spravilo semena konoplje. Višina rastline glede na kulture, ki jih pogosteje srečujemo na naših njivskih površinah, je znatno večja. Steblasta pokončna oblika z omejenimi stranskimi poganjki predstavlja obliko, ki uspeva v vrstni postavitvi z zamikom ali brez. Struktura stebila z usmerjenimi vlakni vpliva na mehanske lastnosti, kot so večja trdnost in žilavost glede na druge rastline. Nekatere sorte konoplje lahko ob ugodnih rastnih razmerah zrastejo tudi nad 300 cm visoko.

Glavne posebnosti pri spravilu industrijske konoplje so:

- višina rastline, tudi čez 3 metre,
- neenakomerna višina rastlin istega posevka in
- izredno žilavo steblo, katerega vlakna se navijajo okrog vseh vrtečih se delov kombajnov za spravilo konoplje.

Osnovna cilja pri žetvi semena pa sta:

- pobrati največji možni delež zrnja in
- v mlatilnico stroja (kombajna) spraviti čim manj stebel. Tako preprečimo dotok velike količine mase rastlin v mlatilnico in posledično zmanjšamo možnost navijanja vlaken.

Povprečna višina socvetja različnih sort konoplje v času tehnološke zrelosti semena v oglednem sortnem poskusu s konopljo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v letu 2017 (velikost parcel za vsako sorto 3x3 m, prejšnji posevek oljne buče, gnojenje s fosforjevimi in kalijevimi gnojili glede na analizo tal, gnojenje z dušikom pred setvijo v odmerku 70 kg/ha dušika v obliki gnojila KAN, nenamakano) je bila minimalno 50 cm maksimalno 180 cm (Čeh, 2017). V istem članku avtorji navajajo, da lahko konoplja zraste čez 3 metre višine, kot navaja tudi Schreiber (2002), in ima zelo neenakomerno višino, zato je potrebno višino reza pri kombajnu nastavljanje, da dosežemo optimalno višino žetve semena. Standardni kombajni za žetev žit ne omogočajo, da bi pobrali zrnje na višinah, ki so bile navedene. Ravno tako standardni kombajni nimajo zaščitnih strojnih delov proti navijanju vlaken, ki so v steblih konoplje. Prav to pa predstavlja največji izziv pri žetvi zrnja konoplje. Navijanje vlaken je bilo v glavnem vzrok za strojelome in okvare pri dosedanjem delu. Zrnje konoplje vsebuje olja in to povzroča lepljivost mase, ki jo mlatimo, na strojne dele mlatilnice (slika H1).



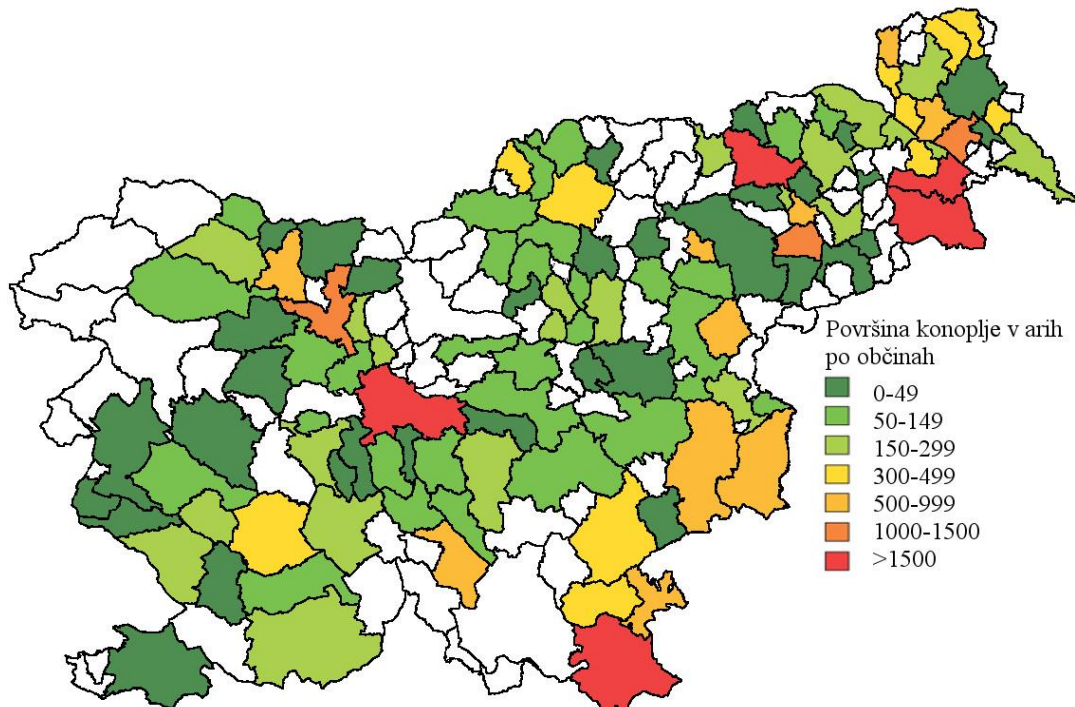
Slika H1: Delno zamašeno sito pod bobnom mlatilnice.

Za osnovo predelave kombajna za žetev žit je bil v okviru projekta uporabljen kombajn proizvajalca CLASS tip MERCATOR 50M. Kombajn je starejšega datuma proizvodnje in je bil cenovno ugoden, zato smo ga tudi izbrali za predelavo. Slika H2 prikazuje namensko izdelani kombajn. Zgornji kosilni greben (pozicija 1) kosi socvetje in spravlja vršičke na prečni in nato na vzdolžni transporter (pozicija 4). Zalogovnik (pozicija 3) je namenjen kot vmesni zalogovnik. Praznjenje se izvaja na prikolico. Kombajn nima mlatilnice. Vršički se dokončno

obdelajo v skladiščih oziroma v predelavi. Kosilni greben (pozicija 2) je namenjen za košnjo stebel. Po odrezu stebel, jih vertikalni valji spravijo v ožji red, ki ostaja med kolesi kombajna. Za žetev konoplje na tak način, potrebujemo dodatno še sušilnico in nato ustrezno opremo, da lahko zrnje ločimo od socvetja. Če taka oprema ni na razpolago, tak način žetve ni primeren za razmere v Sloveniji. Tudi to je bil vzrok za predelavo standardnega kombajna.



Slika H2: Namensko izdelani kombajn za žetev industrijske konoplje Hemp-flax; (12. junij 2017).



Slika H3: Prikaz razpršenosti posevkov konoplje v Sloveniji po občinah

Raztresenost njiv s konopljo po Sloveniji

Pridelava konoplje v Sloveniji je še vedno v poskusni fazi, prevladujejo manjše njive s konopljo. Največja površina, posejana z konopljo v Sloveniji, je imela v letu 2017 površino 1087 arov in se nahaja v Ormožu. Najmanjša pri nas zabeležena površina je velika 10 arov. Povprečna velikost posejanih površin s konopljo v Sloveniji je bila 52 arov. Skupna površina konoplje je znašala 286 hektarjev. Podatki so dobljeni od Ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije in veljajo za povprečje leta 2015 in 2016 (Čeh, 2017). Na sliki H3 so prikazani posevki konoplje v Sloveniji glede na velikost njive.

Iz navedenih virov in ugotovitev lahko sklepamo, da v Sloveniji prevladujejo manjše površine, posejane s konopljo. Velikost le-teh je od 10 do 70 arov. Zato so primerni za spravilo semen konoplje manjši kombajni. Zaradi razpršenosti njiv pa več kombajnov, da se skrajšajo časi premikov iz njive na njivo.

Uporabljene metode dela

V dostopni domači in tuji literaturi je sorazmerno malo podatkov o pridelavi industrijske konoplje. V raziskovalnem projektu so bile tako uporabljene metode:

- študij literature,
- uporaba znanih metod in izkušenj iz področja uporabe kombajnov za žetev žit in
- metode preizkusov na prototipnem kombajnu.

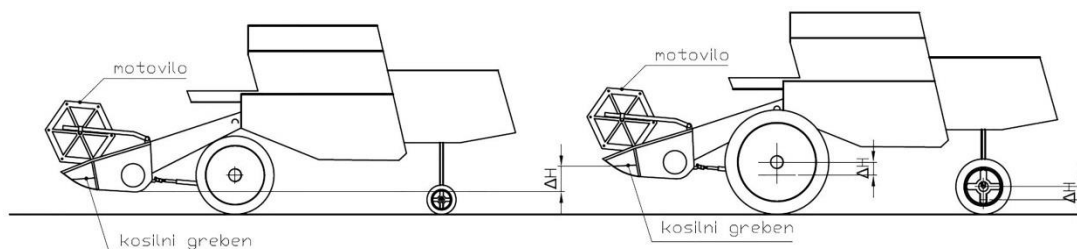
Večina kombajnov, ki so izdelani za žetev žit, ne dosega zahtevanih višin na rastlinah industrijske konoplje. Na kombajnu CLASS tip MERCATOR 50M so bile izvedene spremembe:

- povečanje višine dosega vstopnega ustja kombajna,
- sprememba delitve na situ pod bobnom mlatilnice,
- zaščita vrtečih delov pred navijanjem vlaken in
- odstranitev transporterja za povratno maso v mlatilnico.

Rezultati

Povečanje dosegljive višine vstopnega dela kombajna

Dvig celega kombajna. Na tem primeru so bila zamenjana kolesa skupaj s pnevmatikami. Stara kolesa so imela dimenzijo 14.9%13R26. Širina starih koles je bila 36 cm. Na novo montirana kolesa so dimenzije 11.2xR48 in so široka 26 cm. Tako je bilo pridobljeno približno 25 cm višine (slika H4 in slika H5).



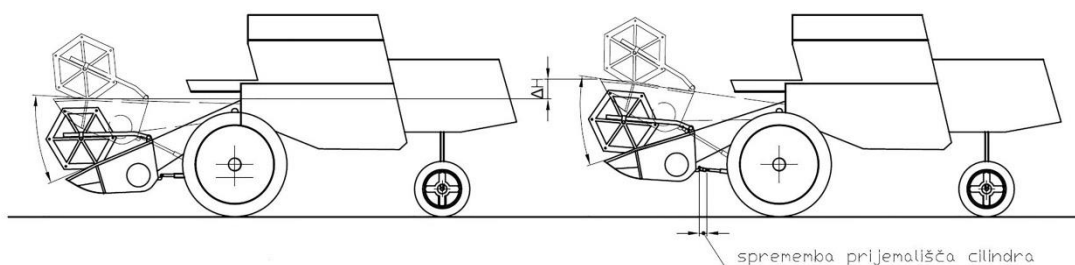
Slika H4: Pridobitev na višini z zamenjavo koles



Slika H5: Kolesa večjega premera in spremenjena prijemališča hidravličnih cilindrov.

Širina koles (slika H5) je manjša od originalnih. Prednost je v tem, da taka kolesa potlačijo manj stebel, v primeru, če stebela v drugi fazi kosimo. Ploščinski pritisk na podlago se je s tem povečal. Preizkusi so se izvajali na lahkih prodnatih tleh tako, da ni bilo težav. Konstrukcija kombajna dovoljuje naknadno dograditev dodatnih koles spredaj. S tako dograditvijo pa se ploščinski pritisk na tla zmanjša.

Izvedena je bila sprememba položaja prijemališč hidravličnih cilindrov (slika H5 in slika H6). Spremenjena je bila pozicija sornika, na katerega je spojen hidravlični cilinder. Razdalja na sliki H8 je bila 100 mm. Ušesa v katerih je sornik so se je odrezala in nato privarila na novo pozicijo. Prilagajanje višine vstopnega dela je tako izvedeno s hidravličnima cilindroma in ročnim krmiljenjem višine.

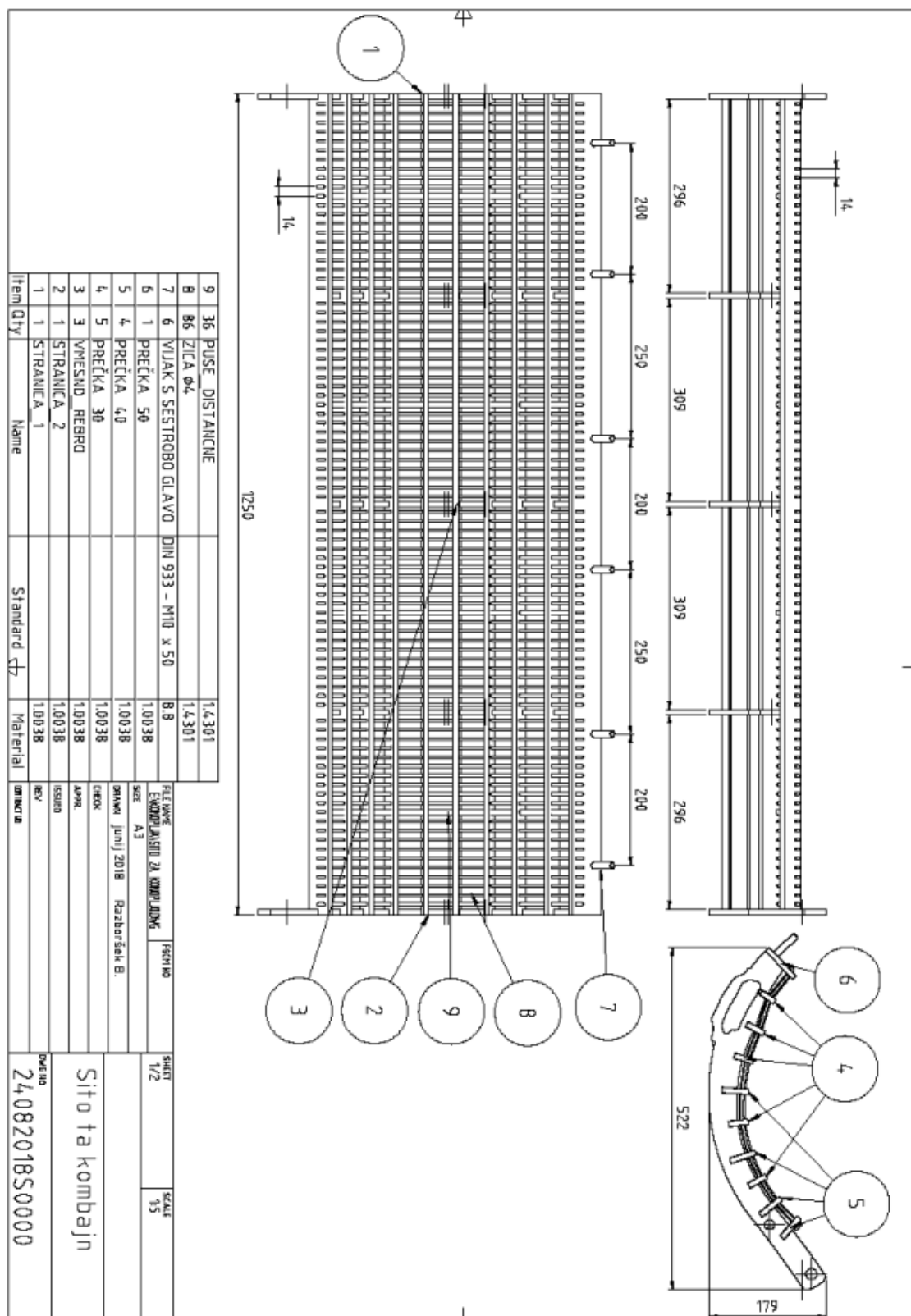


Slika H6: Pridobitev na višini s spremembo položaja prijemališč hidravličnih cilindrov

Spremembe v mlatilnici kombajna

Sprememba oblike rešetke (slika H1) pod bobnom mlatilnice kombajna je bila izvedena na osnovi naslednjih razmišljanj in izkušenj:

- delitev med posameznimi žicami v kletki je premajhna,
- površina na žicah je groba in semena se prijemajo,
- seme konoplje dokaj hitro pade iz socvetja in ni potrebna tako intenzivna obdelava med bobnom mlatilnice in rešetko.



Slika H7: Dokumentacija za spremenjeno obliko rešetke.

Izvedene spremembe na situ mlatilnice so prikazane na sliki H7 in sliki H8:

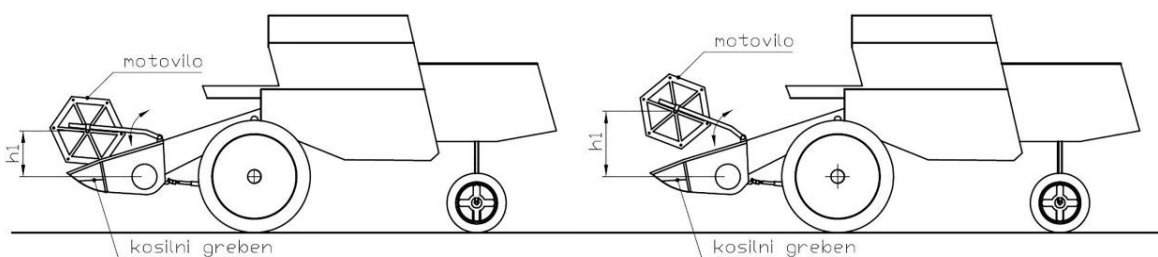
- povečanje delitve med žicami iz 9 mm na 14 mm,
- povečan premer žice iz 3,3 mm na 4 mm,
- spremenjen material žice, uporabljeno je bilo nerjavno jeklo W. Nr. 1.4301,
- spremenjena je bila oblika reber na izstopu iz rešetke.



Slika H8: Končna montaža sita (kletke) v mlatilnico kombajna.

Izdelava nove rešetke je bila izvedena po metodi vzratnega inženirstva v Laboratoriju za prilagodljive obdelovalne sisteme na Fakulteti za strojništvo. Izvedene so bile naslednje aktivnosti:

- posneta je oblika obstoječe rešetke (slika H1),
- izdelan je bil numerični model oblike z računalniško CAD/CAM opremo (slika H9),
- z omenjeno opremo je bila izdelana nova oblika rešetke (slika H7),
- na laserskem rezalniku so bila izdelana rebra za rešetko,
- na CNC rezkalnem stroju so bile izdelane letve, izvrtanih je bilo 860 izvrtin,
- izvedeno je bilo preizkusno varjenje,
- sledil je preizkus pravilnosti oblike v kombajnu,
- končno popolno varjenje,
- montaža žice iz nerjavnega jekla,
- končna montaža kletke v mlatilnico kombajna (slika H8).



Slika H9: Možnost spreminjanja položaja motovila glede na kosilni greben kombajna.

Zamašitve mlatilnice

Po spremembah na situ (kletki) (slika H8) so bile zamašitve mlatilnice praktično odpravljene. Preizkusi žetve konoplje so bili izvedeni na površini skupaj okrog 6,5 hektarja. Do zamašitve je prišlo le enkrat. Pa še to je bila bolj posledica dela strojnika. Na enem delu njive so bile izredno goste in visoke rastline. Strojnik ni pravočasno zmanjšal hitrosti. Prišlo je do manjše zamašitve med bobnom mlatilnice in kletko. Strojnik je med delom sodeloval pri izvajanju meritev. Osnovni podatki o preizkusu:

- površina njive 0,90 ha,
- čas žetve (neto brez časa čiščenja): 130 minut,
- povprečna določena hitrost gibanja kombajna pri žetvi konoplje: 7,3 km/h,
- določena vrtilna frekvenca bobna mlatilnice: 660 min⁻¹,
- rezilni parametri na vstopnem delu enaki kot pri žetvi žita,
- vrtilna frekvenca motovila 70 min⁻¹,
- odprtost lopute za zrak 40%.

Žetev je potekala po pričakovanjih. Meritve števila vrtljajev na kombajnu ter slikanje in snemanje so je motnje, zato natančne zmogljivosti stroja ni mogoče podati.

Povečanje višine dosega vstopnega ustja kombajna

Ugotovimo lahko, da je povprečna višina konoplje zelo različna glede na sorto. To pomeni, da mora kombajn zagotavljati rezanje rastlin na višini vsaj 1,5 m (Konoplja.net, 2017), pri nekaterih nižjih sortah pa mora biti omogočena možnost reza tudi že na višini 45 cm. Nujno potrebno pa je, da ima stroj možnost nastavljanja višine reza žetve brezstopenjsko med delom. Potrebno je poudariti, da pri tako različnih višinah rastlin konoplje ne moremo uporabljati strojev (kombajnov), ki bi imeli večjo širino vstopnega žetvenega dela, na primer štiri, pet ali celo šest metrov. Pri žetvi lahko prihaja do primerov, ko imamo v smeri vožnje na eni strani vstopnega dela zelo nizke rastline na drugi strani pa visoke rastline.

Slika H10 prikazuje primerno višino kosilnega grebena in motovila. Motovilo mora biti na taki višini, da je os rotacije motovila vsaj nekoliko višja kot je višina konoplje. Če je to omogočeno, potem motovilo zagrabi vrh konoplje oziroma socvetja, jo nagne v vstopni del in na kosilnem grebenu odreže. Transportni sistem odrezani del spravi v mlatilnico kombajna. Tako je tudi bistveno zmanjšan raztros zrnja (Pahole in sod., 2017).

Slika H11 prikazuje stanje, ko je motovilo prenizko. V tem primeru motovilo odriva socvetje. Ker motovilo drgne po rastlini, pade zrnje iz socvetja in se ga veliko raztrese po njivi. Potrdimo lahko, da morata biti tako kosilni greben in motovilo kombajna na primerni višini, glede na sorto industrijske konoplje. Še bolj pomembno pa je, da se lahko višina kosilnega grebena in motovila neodvisno spreminja med delovanje kombajna. Večina kombajnov, ki so izdelani za žetev žit, žal ne dosega zahtevanih višin. Na omenjenem kombajnu so bile izvedene spremembe, ki sedaj omogočajo doseganje višin vstopnega dela kombajna.



Slika H10: Kosilni greben in motovilo na primerni višini



Slika H11: Kosilni greben in motovilo je prenizko in odriva rastlino.

Povečanje dosegljive višine vstopnega dela kombajna

Dvig celega kombajna. Na tem primeru so bila zamenjana kolesa skupaj s pnevmatikami. Tako je bilo pridobljeno približno 25 cm višine. Zamenjana so bila kolesa spredaj in zadaj. Slika H6 prikazuje pridobitev na višini. Največji prispevek k povečanju višine kosilnega grebena in motovila pa je bila dosežena s spremembo položaja prijemališč hidravličnih cilindrov. Siki H4 in H6 prikazujeta omenjeni poseg.

Skupna višina, na katero je možno dvigniti kosilni greben, znaša sedaj 180 cm, kar ustreza podatkom o višini rastline. Nastavitev višine motovila je odvisna od višine konoplje in višine socvetja. Višino je potrebno prilagajati glede na omenjene višine konoplje na njivi. Slika H6 prikazuje možnost spreminjanja položaja motovila glede na kosilni greben kombajna. Pri žetvi mora strojnik prilagajati tako višino kosilnega grebena, kakor tudi višino motovila glede na višino konoplje. Prilagajanje višine je izvedeno s hidravličnimi cilindri in ročnim krmiljenjem.

Obodna hitrost motovila mora biti nekoliko večja kot je hitrost vožnje kombajna. Zelo ugodno je, če se jo lahko brezstopenjsko spreminja (hidravlični pogon ali elektromotorni pogon). Na obstoječi izvedbi kombajna je bila hitrost motovila nekoliko zmanjšana, spreminjati pa je med žetvijo ni možno. Na preizkusih je bilo izmerjeno število vrtljajev $n = 60$ vrtljajev/minuto. Preizkus je pokazal, da je primerna.

Spremembe v mlatilnici kombajna

Sprememba oblike rešetke pod bobnom mlatilnice. Zrnje konoplje vsebuje olja. Pri trku zrna ob sito pod bobnom mlatilnice, se nekatera semena razbijejo, delci zrn pa se primejo na sito in posledično zamašijo sito. Demontaža in montaža kletke je sorazmerno velik poseg v kombajn. Odstraniti je potrebno vstopno ustje kombajna, boben mlatilnice in vso zaščitno ploščevino (slika H8). Po preizkusu se je pokazalo, da je spremenjena oblika sita primerna. Lepljenja polomljenih zrn na sito pod bobnom mlatilnice praktično ni opaziti. Do zamašitve je prišlo le enkrat.

Preprečitev navijanja vlaken konoplje na posamezne dele kombajna

Vlakna industrijske konoplje imajo veliko natezno trdnost in relativno majhen premer vlakna. Glede na te značilnosti se vlakna navijajo ne vrteče dele strojev (slika H12). Posledica je ta, da se vlakna, ki imajo premer od 0,01 do 0,05 mm, uvlečejo tudi mimo tesnil na vležajenjih ter izbrišejo mast iz ležajev. Tako ostanejo ležaji brez mazanja, kar zmanjša njihovo življenjsko dobo. Prijemi za zmanjšanje tega pojava so naslednji:

- v mlatilnico kombajna moramo spustiti čim manj stebel z vlakni,
- vrteče dele fizično zaščitimo tako, da ne pridejo v stik z vlakni (slika H13).

Univerzalnega splošnega navodila praktično ni. Tako je treba to reševati od primera do primera.



Slika H12: Navijanje vlaken na vležajenju



Slika H13: Zaščita polgredi s plastično cevjo

Literatura

- Chen Ying, Gratton Jean Louis, Liu Jude. Power Requirements of Hemp Cutting and Conditioning, *Biosystems Engineering*. 2004; 87(4): 417–424.
- CRP V4-1611. <http://www.ihips.si/rastline-tla-in-okolje/pridelava-industrijske-konoplje-cannabis-sativa-l-v-sloveniji/> (cit. 25. oktober 2017).
- Čeh Barbara. Hemp varietis from the EU variety list in Slovenia : World hemp congress 2017: International professional-educational-agri-economic-social event of Industrial hemp, Ljubljana 12.-15. October 2017.
- Hemp-flax; <http://hempflax.com/en/equipment> (12. junij 2017).
- https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/int/ast/ressourcen/dateien/publikationen/Vorlesungsskripte/grundlagen_maehdrescher.pdf?lang=de (20.09.2018).
- Kremensasa A., Stapilioniene R., Vaitkus S., Kairyte A. Investigations on physical-mechanical properties of effective thermal insulation materials from fibrous hemp. *Procedia Engineering*. 2017; 172: 586–594.
- Pahole Ivan, Matej Pal, Urban Belca in Aleš Belšak. Tehnološke zahteve za kombajne na njivah s konopljo v Sloveniji. *Hmeljarski bilten*, december 2017 <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-9SD8QSRX/e1d11cc8-7242-4544-956b-4c52fecc4aaa/PDF>
- Robinson D. Velika knjiga o konoplji. Ljubljana : samozaložba Aleksander Urbančič. 2000.
- Robinson R. Industrial oil crops. London : Academic Press. 2016.
- Schreiber Gisela. The hemp handbook. London : Fusion press. 2002.
- Wastlhuber H. Vorlesung im Fach Be- und Verarbeitung von Naturstoffen. TU Dresden, Dresden. 2009.

Razprava, zaključki in priporočila naročniku

Glede na zastavljene projektne cilje ugotavljamo:

- 1) Seznam primernih sort za pridelavo v naših pridelovalnih razmerah za pridelavo semena v smislu doseganja ustreznega/dobrega in stabilnega pridelka semena in dobre/ustrezne prehranske kakovosti

V triletnem poljskem poskusu s sedmimi sortami na Biotehniški fakulteti se je pokazalo, da na pridelek semena najbolj vplivajo vremenske razmere (leto), nato pa izbira sorte. V slabih vremenskih razmerah, kot so bile leta 2019 na lokaciji Ljubljana (mrzel in moker maj, topel in suh junij), so imele vse sorte majhen pridelek. Tega leta so rastline zaradi preobilice padavin v začetku rastle dobe upočasnjeno rasle, kar je dodatno omogočalo bujen razrast plevelov, ki so v poznejših fazah rasti močno onemogočali rast rastlin konoplje. V tem letu smo določili tudi redke sklope rastlin ob žetvi (tudi samo okoli 50 rastlin/m² pri nekaterih sortah). O slabih rastnih razmerah, katerim so bile rastline izpostavljene leta 2019, delno tudi v letu 2018, pričajo nizke vrednosti pri morfoloških meritvah (višina rastlin) in nizek pridelek svežih stebel. V teh dveh letih tudi večja količina semena za setev (300 kalivih semen/m²) ni pripomogla k večjim pridelkom semena. V triletnem poljskem poskusu se je kot najboljša sorta za pridelavo za seme pokazala sorta Futura 75 s povprečnim pridelkom 505 kg/ha. Sledila je sorta Tiborszallasi (372 kg/ha). Kot najmanj uspešni sta se pokazali sorti Santhica 27 in USO 31 s pridelkoma 198 kg/ha in 186 kg/ha. Glede na preučevani dve količini semena za setev, 200 in 300 kalivih semen/m², smo ugotovili, da količina semena za setev ni vplivala na pridelek semena. Velik vpliv na pridelek semena so imele rastne razmere (leto).

Hranilna analiza semen, pridelanih v sortnih poljskih poskusih v letu 2017, je pokazala, da na vsebnost surovih beljakovin sorta nima značilnega vpliva ($p=0,316$). Vsebnost surovih beljakovin je bila med 19,0% in 22,6%. Med preizkušanimi sortami konoplje so bile najnižje vsebnosti surovih beljakovin izmerjene pri sortah Santhica in USO 31, prav tako je bil pri omenjenih sortah izmerjen tudi najnižji pridelek surovih beljakovin na enoto pridelave. Na drugi strani pa sta se kot najboljši sorti izkazali KC Dora in Tiborszallasi. Podobne rezultate so sorte pokazale tudi v letu 2018.

V nasprotju s surovimi beljakovinami je bil vpliv sorte na vsebnost maščob v letu 2017 značilno pomemben ($p<0,001$). Semena so vsebovala med 18,2 % in 28,6 % maščob. Sorti Santhica in USO 31 sta vsebovali najmanj maščob ter hkrati dali najmanj pridelka maščob na enoto pridelave, največ maščob pa je bilo pridelanih s sortama KC Dora in Tiborszallasi. Primerljive rezultate so pokazale sorte tudi v letu 2018. Pri sortah Futura 75 in Monoica je bila vsebnost surovih beljakovin in maščob različna v odvisnosti od leta pridelave, vendar imata dolgoročno lahko dober potencial, saj sta v posameznih letih zelo prednjačili.

Pri vrednotenju vsebnosti omega-3 in omega-6 nenasičenih maščobnih kislin ter njunih razmerij glede na genotip je bila zaznana precejšnja variabilnost med sortami. Največji delež linolne in α -linolenske kisline so vsebovale sorte Tiborszallasi, Futura 75 in KC Dora, prav tako je bilo pri teh sortah izmerjeno najbolj ugodno razmerje omega-3 : omega-6.

Z vidika celokupne hranilne sestave (vsebnost beljakovin, maščob in sestava maščob) in pridelka surovih beljakovin oz. maščob na enoto pridelovanja sta se kot najboljši sorti v letih 2017 in 2018 pokazali sorti Tiborszallasi in KC Dora, med katerima je sorta KC Dora glede uporabe namenjena pridelavi semen, Tiborszallasi pa pridelavi vlaken, vendar bi bila ta sorta očitno lahko zanimiva tudi za pridelavo semen.

Semena industrijske konoplje so naravni vir spojin z antioksidativno (AOP) učinkovitostjo. Izvlečki so pokazali antiradikalno učinkovitost in sposobnost zaviranja lipidne peroksidacije v emulziji. Vsebnost fenolnih spojin (do 3,3 mg v gramu razmaščenih semen) in AOP sta primerljiva z rezultati drugih raziskav na industrijski konoplji. Ocenjujemo, da sorta vpliva na vsebnost fenolnih spojin in AOP omenjenega materiala. Rezultati kažejo, da je vsebnost fenolnih spojin in AOP za preiskovana semena industrijske konoplje primerljiva z rezultati drugih raziskav na industrijski konoplji (Frassinetti in sod., 2018; Chen in sod., Food Chem 2012). Vsebnost skupnih fenolov in AOP za semena konoplje sta primerljiva z vrednostmi za semena različnih oljnic (lan, oljna ogrščica in navadni riček) (Terpinc in sod., 2012). Sposobnost lovljenja radikalov DPPH[•] oz. O₂^{•-} je v homogenem mediju (etanolna raztopina) slabša od kavne kisline. V heterogenem okolju (emulzija linolne kisline v vodi) pa so bili vsi izvlečki učinkovitejši od kavne kisline, vendar manj učinkoviti od sintetičnega antioksidanta butiliran hidroksitoluen (BHT). Rezultati so potrdili dejstvo, da je AOP odvisen ne samo od strukture, pač pa tudi od matriksa, v katerem se antioksidanti nahajajo, ter od radikalnih zvrsti, ki naj se jih onesposobi. **Sorti Kompolti hibrid TC in Tiborszallasi sta se glede vsebnosti fenolnih spojin in antioksidativnega potenciala pokazali kot pozitivno izstopajoči izmed preučevanih; glede sposobnosti zaviranja lipidne peroksidacije v emulziji sta se kot učinkoviti izkazali tudi sorti KC Dora in Futura**; sorta USO 31 pa je imela v primerjavi z ostalimi manj fenolnih spojin in se tudi glede antioksidativnega potenciala ni pokazala kot pozitivno izstopajoča.

V poskusu za pridelavo konoplje za seme se je izpostavila še ena pomembna težava pri tej poljščini, in sicer kaj s stebli po žetvi semena konoplje. Le-ta so namreč preveč žilava za mulčenje neposredno po žetvi semena, odkup stebel pa je okrnjen oziroma je cena te mase nizka. Smiselno bi bilo izvesti raziskavo v smeri čim bolj smotrnega načina ravnanja s stebli po žetvi semena konoplje.

2) Seznam primernih sort za pridelavo v naših rastnih razmerah za pridelavo vlaken

Triletni poljski poskus z 10 sortami navadne konoplje za namen pridelave stebel je pokazal, da so imele vremenske razmere zelo velik vpliv na pridelek stebel vseh v poskus vključenih sort. Najbolj ugodno leto za rast konoplje je bilo leto 2017, ko si bili meseci v rastni dobi nekoliko toplejši od dolgoletnega povprečja in je bila na lokaciji Ljubljana ustrezna količina padavin. Tega leta so bili pridelki stebel največji. Ker je bilo povprečno število rastlin na enoto površine ob žetvi v tem letu visoko, je bil odstotek plevela najmanjši. V letu 2018 so bile obilne padavine v maju (otežena setev in vznik) ter v obeh poletnih mesecih (julij, avgust) razlog, da je konoplja slabše uspevala (vsota padavin od maja do avgusta je bila 575 mm). Na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete so tla težka s 25 % peska, 42,6 % melja in 32,4 % gline. Kljub temu da so meliorirana, ob močnejših padavinah na površini zastaja voda. Leto 2019 je bilo glede vremena na lokaciji Ljubljana še bolj neugodno. Poleg tega da

je bil maj zelo moker (239 mm), je bil tudi hladen, saj je bila povprečna temperatura za kar 4,3°C nižja od dolgoletnega povprečja. Vsota padavin od maja do avgusta je bila 539 mm. Opazili smo slab vznik, tudi nadaljnja rast rastlin je bila slaba in upočasnjena.

Kot najboljši sorti glede na pridelek stebel sta se v naših poskusih izkazali sorti Antal in Tiborszallasi s povprečnim 3-letnim pridelkom suhih stebel okoli 5 t/ha. Sledile so enodomna sorta Futura 75 ter madžarski dvodomni sorti Tisza in Monoica s pridelki okoli 4,5 t/ha. Najmanj primerni sta se pokazali enodomni sorti USO 31 in Santhica 27 s pridelkoma okoli 2,6 t/ha. Kot zanimivo in perspektivno sorto bi izpostavili še italijansko dvodomno sorto Carmagnolo, ki smo jo imeli v poskusih v letih 2018 in 2019, torej v letih, ki sta bili neugodni za rast konoplje. V obeh letih se je Carmagnola izkazala kot zelo dobra sorta (povprečen pridelek suhih teh dveh let je bil 7.673 kg/ha) in bi jo bilo smiselno uporabiti v nadaljnjih poskusih.

Seznam primernih sort za pridelavo v naših pridelovalnih razmerah za pridelavo vlaken za namene tekstilne predelave, obsega na podlagi naše raziskave naslednje sorte: Monoica, KC Dora, Simba, Kompolti hibrid, Futura in Helena. Med posameznimi leti ni prišlo do razlik v izboru najprimernejših sort, primernost vlaken za njihovo predelavo v tekstilne izdelke pa smo določili na podlagi vrednosti pretržnih napetosti, ki so jih vlakna izkazovala. Zadovoljive mehanske lastnosti vlaken, tj. obnašanje pri nateznih obremenitvah, so zelo pomembne pri postopkih predenja ter naknadni uporabi prej pri tkanju in pletenju, kjer prihaja do velikih mehanskih obremenitvah. Konopljina vlakna se na splošno ponašajo z vrsto pozitivnih in uporabnih lastnosti, med katerimi so prav njihove njihove mehanske lastnosti zelo pomembne, saj močno presegajo natezne trdnosti, ki jih izkazujejo druga primerljiva vlakna, npr. bombažna vlakna. V okviru projekta smo ugotovili, da vlakna, ki so bila izolirana iz sort konoplje, pridelanih v naših razmerah, celo presegajo vrednosti mehanskih lastnosti, ki jih navaja literatura.

- 3) Tehnološka navodila za pridelavo konoplje v naših rastnih razmerah za sorti Fedora 17 in USO 31 (čas setve, gostota setve in gnojenje)

Leto pridelave ima velik vpliv na pridelek semena konoplje. Zelo sušno in vroče leto 2017 je imelo negativen vpliv na polnjenje nastavljenega semena, deževje v septembru je oklestilo veliko semena iz socvetij, prav tako je bilo zelo neugodno mokro leto 2018 za konopljo na težkih tleh. Ugoden vpliv na pridelek semena konoplje je imelo toplo leto 2019 z dosti enakomerno razporejenimi padavinami.

Pri pridelavi konoplje za seme je bolje izbrati sorto Fedora 17 kot sorto USO 31; slednja je imela dokazljivo manjši pridelek semena v vseh treh letih poskusov, njen pridelek v letu 2018 je bil celo nič.

Pri sorti Fedora 17 je bolj smiselna setev v juniju kot v maju, saj čas setve na pridelek semena ni vplival, so pa rastline pri setvi v maju zrastle v letu 2019 previsoko za strojno žetev. **Količina semena za setev (20 kg/ha, 30 kg/ha, 40 kg/ha in 50 kg/ha) ni imela dokazljivega vpliva na pridelek semena pri sorti Fedora 17 v letih 2017 in 2019, torej je bolj smiselno posejati 20 kg/ha semena kot večje količine, saj je seme drago.** Pri vremenskih razmerah v letu 2018, ko je bil zaradi moče zelo slab vznik, je bil sicer pridelek dokazljivo večji pri večjih količinah semena za setev. **Pridelek sorte Fedora 17 je bil**

dokazljivo večji, če smo z dušikom (80 kg/ha v obliki gnojila KAN) dognojevali v času treh listov v primerjavi z dognojevanjem ob setvi.

V letu 2019, ko so bile vremenske razmere ugodne za konopljo, pri sorti USO 31 ni bilo pomembno, kdaj smo dognojevali z dušikom, prav tako na pridelek te sorte ni vplivala količina semena za setev (torej je bila načeloma boljša izbira 20 kg/ha semena, saj je seme drago), glede termina setve pa je bil glede velikosti pridelka dokazljivo boljša izbira termin setve v juniju v primerjavi s setvijo v maju.

Način pridelave konoplje (količina semena za setev, termin dognojevanja z dušikom, termin setve) niti sorta niso dokazljivo vplivali na vsebnost maščob v semenu.

Kolobar je temelj ohranjanja in povečevanja rodovitnosti tal, zmanjševanja zapleveljenosti posevkov in preprečevanja prenosa okužb s povzročitelji bolezni ter zmanjšanja škode zaradi škodljivcev. V kolobarju se treba izogniti poljščinam iz iste botanične družine (hmelj) in drugim poljščinam (koruza, proso), ki jih napadajo isti povzročitelji bolezni (pegavost, siva plesen, peronospora) in škodljivci (bolhači, sovke, uši, ogorčice, koruzna vešča, ptice).

- 4) Cilj osnovati vzgojo lastnih sort industrijske konoplje je bil dosežen.

Zaradi časovno in finančno omejenih sredstev smo se v okviru vzgoje novih sort konoplje osredotočili na 2 glavna cilja, in sicer na visok pridelek semen, olja in njegovo ugodno maščobno-kislinsko sestavo. Iz razpoložljivih podatkov smo izbrali 12 akcesij navadne konoplje, spremljali njihovo rast in razvoj, ter opravili 19 različnih kombinacij križanj (7 samooprašitev). Izhajajoč iz znanja pridobljenega predhodno pri žlahtnjenju hmelja smo proučili različne metode vzgoje iz semena ter vegetativnega razmnoževanja *in vivo* ter *in vitro*. V času vegetacije smo opazovali potomstva 15 družin križanj ter jih zlasti v času tehnološke zrelosti ovrednotili. Zaradi finančno okrnjenega dela za delovni paket F bomo količino in sestavo olja 5 posameznih rastlin znotraj vsake izmed 11 družin križanj opravili po koncu tega projekta, za kar še pridobivamo finančne vire. Iz statistično obravnavanih podatkov bo možno napovedati lastnosti potomcev določenih kombinacij križanj, iz česar bomo pripravili originalni znanstveni članek za ugledno mednarodno revijo. Rezultati bodo koristili nadaljnji vzgoji izboljšanih novih sort navadne konoplje.

Glede na vse pridobljene izkušnje in genetski material ter na novo pridobljena semena bi bilo ta CRP zelo smiselno nadgraditi z nadaljnjim, ki bi omogočal razvoj do nove oz. novih sort konoplje. Žal je vzgoja novih sort vseh kmetijskih rastlin večleten proces, pri katerem se z vsakim zaključenim ciklusom napreduje - izberejo se superiorni materiali, ti nadaljujejo proces, ki vodi do končnega cilja, do vpisa novih sort kmetijskih rastlin. Hkrati je opazno, da je za pridelavo konoplje v Sloveniji vedno večje povpraševanje; le-to se je od začetka do končanja tega CRP precej povečalo. Povečuje se tudi zanimanje za pridelavo konoplje v farmacevtske namene, za kanabinoide, zlasti ne-psihoaktivni kanabidiol (CBD). Glede na navedeno smatramo, da bi bilo žlahtnjenje novih sort konoplje, tako v smeri ugodne maščobno-kislinske sestave kot vsebnosti CBD, smiselno podpreti z nadaljnjimi ukrepi MKGP in ARRS.

- 5) Ekonomsko ovrednotenje pridelave industrijske konoplje je bilo narejeno z analitično kalkulacijo za pridelavo konoplje za seme, zasnovano na osnovi pridelka, ki so ga slovenski pridelovalci konoplje dosegli v letu 2016.

Predviden pridelek semena je 1.000 kg, kar pri tržni ceni 1,70 € za kg, ki je povzeta po uvozni ceni za semena v letu 2016, znaša 1.700 € prihodka na hektar. Obračun stroškov kupljenih storitev, materiala in kapitala je povzet po analitičnih kalkulacijah Kmetijskega inštituta Slovenije za primerljive poljščine. Stroški lastnega dela in lastnih strojnih ur so prav tako obračunani po neto vrednosti delovne ure v letu 2016. Takšen način izračuna nam daje dejansko ekonomsko primerjavo z ostalimi poljščinami, saj so vse lastne delovne in strojne ure ovrednotene, kot bi bile najete. **Celotni skupni stroški pridelave semena znašajo 1.544,20 €, kar pomeni bruto dodano vrednost v višini 431,80 €. V pričujoči kalkulaciji vključenih predpostavk predstavlja pridelek semena 750 kg/ha prag rentabilnosti, oz. prelomno točko – s koeficientom ekonomičnosti 1.**

- 6) Cilj izdelati načrt stroja za spravilo konoplje - koncept, zasnova je bil dosežen v sodelovanju s pridelovalci. Poleg tega smo izdelali oziroma izpopolnili prototip stroja za spravilo konoplje in izvedeli preizkušanje le-tega.

Cilji delovnega paketa so bili doseženi. Delo je potekalo v tesnem sodelovanju s kmetijama Pal, Marjan Pal, Zlatoličje 96, Starše, in Oliver Berden, Murski Petrovci 22, Tišina. Žetve konoplje v letih 2018 in 2019 so pokazale, da so bile spremembe in dograditve na kombajnu uspešne. Do zamašitve mlatilnice je prišlo na preizkusih le enkrat. Zmogljivost kombajna se ni zmanjšala. Navijanje vlaken je bilo preprečeno na mestih kjer so bile izvedene zaščite. Prisotnost primesi v zrnju se ni bistveno spremenila. Preizkusi so pokazali, da je bila predelava kombajna uspešna. Predelava je bila v okviru tehniških in finančnih zmožnosti. Spremembe so bile izvedene na osnovi izkušenj strojnikov in znanj s področja strojništva. Strokovna literatura o tej specifični panogi piše zelo malo. Preizkušanje kombajna je žal časovno zelo omejeno, saj je čas tehnološke zrelosti konoplje zelo kratek. Raziskovalna skupina je povezana s pridelovalci konoplje v Sloveniji. Z nekaterimi sodelovanje poteka zelo uspešno.

Kljub formalnemu zaključku financiranja projekta so se na tem področju pokazale še potrebe:

- obširnejše raziskave na področju navijanja vlaken na vrteče dele;
- spremljanje nečistoč v zrnju industrijske konoplje (uporaba strojnega vida kar na kombajnu);
- tehnološke operacije za obdelavo zrnja takoj po žetvi (sušenje, predelava...);
- vzpostavitev podjetja za predelavo kombajnov.

- 7) Prenos pridobljenega znanja v prakso je potekal na različne načine in v relativno velikem obsegu. Seznam je podan v **prilogi B**.

Poročilo zbrala in uredila vodja projekta: dr. Barbara Čeh

