



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu

Naslov / Title: Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu / The Role of Industrial Hemp in Adapting to Climate Change and Conserving Resources in Agriculture

Urednica / Editor: Tamara Korošec (Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor)

Recenzija / Review: Marko Flajšman (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta), Manfred Jakop (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)

Lektoriranje / Language editing: Uroš Ferrari Stojanović

Tehnični urednik / Technical editor: Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)

Grafične priloge / Graphics material: Viri so lastni, razen če ni navedeno drugače. Fotografije: Tamara Korošec, Igor Škerbot, Mateja Strgulec, Sonja Bertalančič, Žiga Vogrin, Sami Rahim, Mojca Povšnar Starman. Avtorice in avtorji poglavij ter Korošec (urednica), 2024

Grafično oblikovanje in prelom / Design: Prefekt, intelektualne storitve d.o.o.

Oblikovanje ovitka / Cover designer: Prefekt, intelektualne storitve d.o.o.

Grafika na ovitku / Cover graphic: Industrijska konoplja, foto: Sami Rahim, 2022

Založnik / Published by: Univerza v Mariboru, Univerzitetni založba, Slomškov trg 15, 2000 Maribor, Slovenija (<https://press.um.si>, zalozba@um.si)

Izdajatelj / Issued by: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenija (<https://fkbv.um.si>, fkbv@um.si)

Soizdajatelj / Co-issued by: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Vinarska ulica 14, 2000 Maribor, Slovenija (<https://www.kmetijski-zavod.si/sl-si>, info@kmetijski-zavod.si)

Izdaja / Edition: Prva izdaja

Izdano / Published at: Maribor, april 2024

Vrsta publikacije / Publication type: E-knjiga

Dostopno na / Available at: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/873>

Ime projekta / Project name: Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu

Št. projekta / Project number: EIP projekt 33133-3008/2019



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



Publikacijo sofinancira Program razvoja podeželja 2014-2020

(80 % od tega Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja (EKSRP), 20 % Republika Slovenija). Organ upravljanja, določen za izvajanje Programa razvoja podeželja 2014-2020, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

ISBN: 978-961-286-859-8 (pdf) 978-961-286-860-4 (mehka vezava)

DOI: <https://doi.org/10.18690/um.fkbv.1.2024>

Cena / Price: Brezplačni izvod

Odgovorna oseba založnika / For publisher: prof. dr. Zdravko Kačič, rektor Univerze v Mariboru

Citiranje / Attribution: Korošec, T. (ur.). (2024). *Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu*. Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba. doi: 10.18690/um.fkbv.1.2024

Za vsebino priročnika so odgovorni avtorji in urednica.

Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu

Urednica: Tamara Korošec

April 2024

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

633.522:551.583/.588.7+631(035)(0.034.2)

VLOGA industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu [Elektronski vir] / urednica Tamara Korošec. - 1. izd. - Maribor : Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2024

Način dostopa (URL): <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/873>
ISBN 978-961-286-859-8
doi: 10.18690/um.fkbv.1.2024
COBISS.SI-ID 193663747



© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba /
University of Maribor, University Press

Besedilo / Text © avtorice in avtorji ter Korošec (urednica), 2024

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna. / This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Uporabnikom je dovoljeno tako nekomercialno kot tudi komercialno reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev in predelava avtorskega dela, pod pogojem, da navedejo avtorja izvirnega dela. / This license allows reusers to distribute, remix, adapt, and build upon the material in any medium or format, so long as attribution is given to the creator. The license allows for commercial use.

Vsa gradiva tretjih oseb v tej knjigi so objavljena pod licenco Creative Commons, razen če to ni navedeno drugače. Če želite ponovno uporabiti gradivo tretjih oseb, ki ni zajeto v licenci Creative Commons, boste morali pridobiti dovoljenje neposredno od imetnika avtorskih pravic. / Any third-party material in this book is published under the book's Creative Commons licence unless indicated otherwise in the credit line to the material. If you would like to reuse any third-party material not covered by the book's Creative Commons licence, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1

Zakonska podlaga za gojenje konoplje in statistika pridelave konoplje v Sloveniji

strani 7-11



2

Opis sort in praktične izkušnje z dvema novima sortama v Sloveniji v 2023

strani 12-25



3

Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremem- bam in varovanju virov v kmetijstvu

strani 26-39

1.2 Zakonska podlaga

1.2 Statistika pridelave industrijske konoplje v Sloveniji in Evropski uniji

2.1 Opis aktualnih sort konoplje

- 2.2 Opis novih sort konoplje 'Midwest' in 'Fiona' prvič preizkušenih v Sloveniji
 - 2.2.1 Lastnosti sorte 'Midwest'
 - 2.2.2 Preizkušanja s sorto 'Midwest' v letu 2023
 - 2.2.3 Lastnosti sorte 'Fiona'
 - 2.2.4 Preizkušanja s sorto 'Fiona' v letu 2022

3.1 Dejavniki, ki vplivajo na rast, razvoj in pridelke konoplje

- 3.1.1 Dolžina osvetljenosti in količina CO₂ v ozračju
- 3.1.2 Temperatura
- 3.1.3 Padavine
- 3.1.4 Tla

3.2 Vpliv faktorjev abiotičnega stresa na rast in pridelek konoplje

- 3.2.1 Stres zaradi pomanjkanja vode
- 3.2.2 Vročinski stres
- 3.2.3 Zaslanjevanje

3.3 Vpliv podnebnih sprememb na pridelovanje konoplje

3.4 Vezava ogljikovega dioksida iz zraka in sekvestracija ogljika

3.4.1 Absorpcija ogljika pri konoplji

- 3.4.2 Trajna vezava ogljika
- 3.4.3 Ocene absorpcije CO₂ in količine vezanega ogljika v tleh na primeru kmetijskega gospodarstva v Prekmurju

3.5 Vloga industrijske konoplje pri varovanju virov v kmetijstvu



4

Rezultati preizkušanj v Sloveniji med leti 2020–2023

strani 40–65

- 4.1 Pidelava konoplje na Gorenjskem v obdobju treh let (2021–2023)
 - 4.1.1 Splošni opis preizkušanj
 - 4.1.3 Vpliv vremena, bolezni in škodljivcev na razvoj in pridelek konoplje
- 4.2 Pidelava konoplje v Prekmurju v obdobju treh let (2021–2023)
 - 4.2.1 Splošen opis preizkušanj
 - 4.2.2 Tehnologija pridelave konoplje
 - 4.2.3 Rezultati preizkušanj
- 4.3 Pidelava konoplje na Dolenjskem v obdobju treh let (2021–2023)
 - 4.3.1 Splošni podatki
 - 4.3.2 Ustrezno ravnanje z ostanki industrijske konoplje na njivi
- 4.4 Pidelava konoplje v Podravju v obdobje treh let (2021–2023)
 - 4.4.1 Splošni podatki o preizkušanju
 - 4.4.2 Vpliv predposevka na pridelavo sorte 'Futura 75' v letu 2021
 - 4.4.3 Vpliv porabe mikrobiološkega preparata pri pridelavi sorte 'Futura 75' v letu 2022
 - 4.4.4 Leto 2023, leto brez pridelka sort 'Fedora 17' in 'Fiona' Sorta: 'Uso 31', 'Fedora 17', 'Fiona'
- 4.5 Pidelava konoplje na Koroškem v obdobju treh let (2021–2023)
 - 4.5.1 Splošni podatki o preizkušanju
 - 4.5.2 Vremenske razmere
 - 4.5.3 Glavne ugotovitve iz preizkušanj



5

Monitoring škodljivcev, bolezni, koristnih organizmov in plevelov

strani 66–69

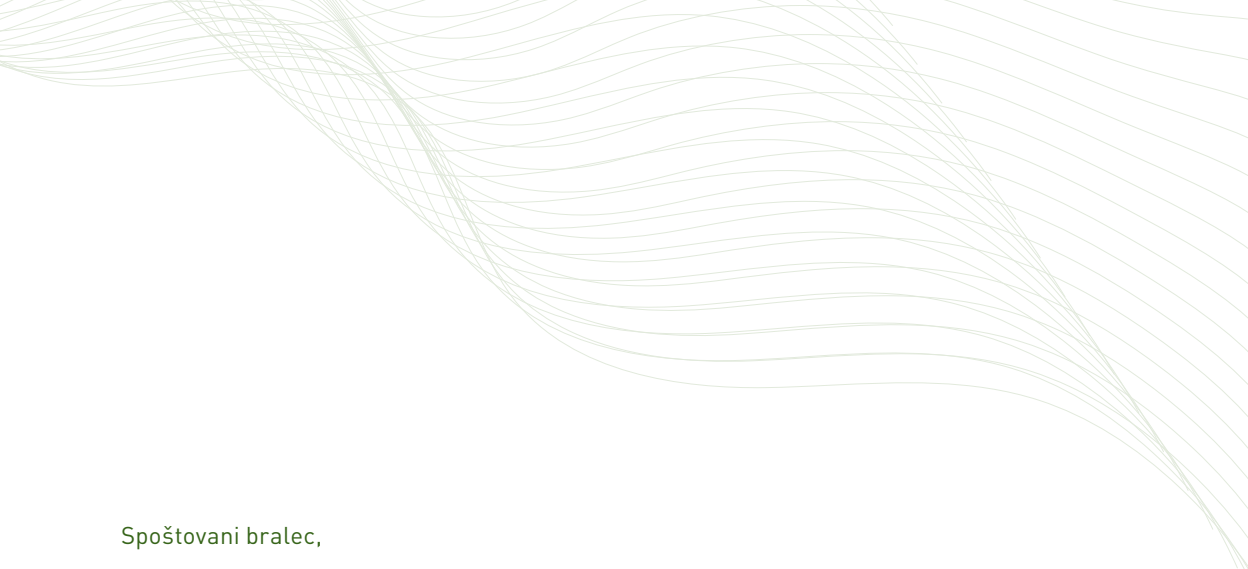


6

Ekonomika pridelave industrijske konoplje

strani 70–73

- 6.1 Škodljivci
- 6.2 Bolezni
- 6.3 Pleveli
- 6.4 Koristni organizmi



Spoštovani bralec,

v današnjem svetu, v katerem se soočamo s stalnimi izzivi podnebnih sprememb in ogrožanjem kakovosti naravnih virov (prst, voda, zrak), je nujno, da razmislimo o trajnostnih rešitvah za svojo prihodnost.

Prepričana sem, da lahko industrijska konoplja, rastlina z mnogoterimi uporabnimi možnostmi, pri ustvarjanju bolj trajnostnega in odpornega kmetijskega in zelenega gospodarskega sistema odigra svojo pomembno vlogo.

V tej strokovni monografiji vas v imenu vseh avtorjev vabim na potovanje skozi kratko predstavitev pridelave industrijske konoplje v Sloveniji, njenega sortimenta, njene vloge pri prilagajanju podnebnim spremembam in tudi pri njihovi blažitvi ter pri varovanju virov v kmetijstvu. Nato boste lahko podrobneje spoznali potek preizkušanja industrijske konoplje na petih slovenskih kmetijah med letoma 2021 in 2023. V prispevkih smo predstavili izzive, s katerimi smo se srečali v vsakem letu, in rezultate pridelave različnih sort v petih različnih regijah. Skozi poglavja te monografije boste spoznali številne vidike pridelave konoplje, od njenih koristi za kmetijska tla in njenega potenciala pri zmanjševanju ogljičnega odtisa do zakonitosti ekonomike pridelave.

Zavedam se, da je industrijska konoplja vznemirljiva rastlina, ki ima velik potencial, vendar je obenem tudi še premalo razumljena in prepoznana v svoji uporabnosti, pri pridelavi in lansiranju na trg pa so pri tem še vedno številne ovire. Vsekakor si vsi avtorji želimo navdušiti naše kmetovalce, da bi se odločili za njeno pridelavo, vendar smo zaradi nestabilnega trga, pomanjkljive infrastrukture predelave in strojev za žetev pri tem zelo previdni in realni. Upam, da med branjem odkrijete, kako lahko industrijska konoplja postane tudi delček vaše poti k bolj trajnostni, pravični in zdravi prihodnosti – bodisi skozi uporabo njenih izdelkov v prehrani, kozmetiki, trajnih proizvodih, denimo za izolacijo, biokompozite, nastilj, beton ..., ali pa celo pri zdravljenju.

Tamara Korošec

1

Zakonska podlaga za gojenje konoplje in statistika pridelave konoplje v Sloveniji

David Geršak, Urša Orehek in Tamara Korošec

1.1

Zakonska podlaga

Ko govorimo o zakonskih podlagah za gojenje konoplje, se je treba vrniti v leto 1961, ko je večina držav podpisala Enotno konvencijo o mamilih. Med podpisnicami je bila tudi SFR Jugoslavija, Slovenija pa je konvencijo kot samostojna država ratificirala leta 1991. V konvenciji je, kar je pomembno za pričujočo razpravo, navedena tudi rastlina konoplja in njene omejitve pri pridelavi. Med pravnimi akti, ki so urejali pridelavo konoplje na našem ozemlju, moramo posebej omeniti Zakon o proizvodnji in prometu s prepovedanimi drogami (ZPPPD), ki v svojem 9. členu izvzame vrtni mak (*Papaver somniferum*) in konopljo (*Cannabis sativa* L.). Njuna pridelava je tako določena v Pravilniku o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka (Uradni list RS, št. 40/11, 36/15, 33/18 in 61/23), ki je bil spisan leta 2011. Omenjeni pravilnik je pridelavo konoplje sprostil do te mere, da je postala poljščina, zanimiva za pridelavo. Od leta 2011 do leta 2015 se je delež njivskih površin, posejanih s konopljo, povečeval. Pravilnik se je sčasoma spreminjal in dopolnjeval.



Že ime levo navedenega pravilnika nakazuje, da ta govori o pogojih za pridobitev dovoljenja za setev konoplje; ti so naslednji (trenutno veljavni):

- za pridelavo so dovoljenje sorte, ki so objavljene v Evropski sortni listi (https://food.ec.europa.eu/plants/plant-reproductive-material/plant-variety-catalogues-databases-information-systems_en?prefLang=sl),
- posevek ne sme presegati 0,3 % psihoaktivnega kanabinoida delta-9-tetrahidrokanabinola (THC) v vzorcu konoplje,
- posevek industrijske konoplje je treba do 1. junija v tekočem letu prijaviti Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP); vlogi je treba priložiti uradne etikete z embalaže kupljenega semena konoplje,
- konopljo je dovoljeno pridelovati na strnjeni kmetijski površini (GERK), ki ni manjša od 0,1 ha, oziroma na ekoloških površinah, ki niso manjše od 0,01 ha,
- konoplja se lahko prideluje za namen pridelave semena za nadaljnje razmnoževanje, za proizvodnjo hrane in pijač, za pridobivanje substanc za kozmetične namene, za pridelavo vlaken, za krmo živali in za druge industrijske namene,
- dovoljenje se izda za čas trajanja ene vegetacije posevka,
- pravilnik obravnava samo setev v tla, ne pa tudi sajenja sadik,
- ob morebitnem inšpekcijskem pregledu mora pridelovalec inšpektorju predložiti račun o nakupu semena in deklaracijo o kakovosti semena, ki se morata ujemati.

S Pravilnikom o trženju razmnoževalnega materiala in sadik konoplje, razen semena je od leta 2022 urejena tudi pridelava razmnoževalnega materiala in sadik konoplje – razen semena. Pravilnik se sicer ne dotika sajenja sadik na prosto za pridelavo, kar v

času priprave te monografije še vedno ostaja neurejeno. Z vidika podnebnih sprememb je to strokovno neupravičeno, saj bi imela uporaba sadik tako kot pri številnih drugih kulturnih rastlinah tudi pri pridelavi konoplje za cvet številne prednosti.

1.2

Statistika pridelave industrijske konoplje v Sloveniji in Evropski uniji

se prideluje po vsej Evropi. V zadnjih letih se je površina, namenjena pridelavi konoplje, v EU bistveno povečala, in sicer z 20.540 hektarjev leta 2015 na 33.020 hektarjev leta 2022 (povečanje za 60 %) (slika 1). V istem obdobju se je proizvodnja konoplje povečala (vseh tipov pridelkov) z 97.130 ton na 179.020 ton (povečanje za 84,3 %). Francija je največji proizvajalec, ki predstavlja več kot 60 % proizvodnje v EU, sledita ji Nemčija (17 %) in Nizozemska (5 %).

V nasprotju s splošnimi trendi v Evropski uniji pridelava in število pridelovalcev industrijske konoplje v Sloveniji upadata (slika 2). Zanimivo je, da je trend upadanja pridelave konoplje zaznati predvsem od leta 2018, ko pa število pridelovalcev ne upada. Razlog nesorazmerja med skupno zasejano površino in številom pridelovalcev je najverjetneje sprememba namena pridelave konoplje. Če je bilo sejanje konoplje v Sloveniji prvotno bolj namenjeno pridelavi semen (zrnja) konoplje, čaja in biomase, se vedno več konopljarjev odloča za sejanje izključno za namen cveta. Neosemenjeni cvetovi industrijske konoplje so bolj polni zaželenih kanabinoidov, kot sta kanabidiol (CBD) in kanabigerol (CBG). Tehnologija pridelave za cvet je drugačna in zahtevnejša od tehnologije pridelave za biomaso ali seme. Zaradi drugačne tehnologije pridelave se zmanjša tudi obdelovana površina. Drug razlog je tudi cena semen – za namen sejanja za cvet je seme, ki je običajno feminizirano, konkretno dražje kot »običajno« seme, zato se navadno seje v manjših količinah in bolj natančno.

Viri:

Enotna konvencija o mamilih, 1961, kot je bila spremenjena s Protokolom o spremembi Enotne konvencije o mamilih, 1961.
<http://www.pisrs.si/Pis.web/mednarodnaPogodba?id=-19610320/01M>
(7. 2. 2024)

Zakon o proizvodnji in prometu s prepovedanimi drogami (ZPPPD).
<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1388>
(7. 2. 2024)

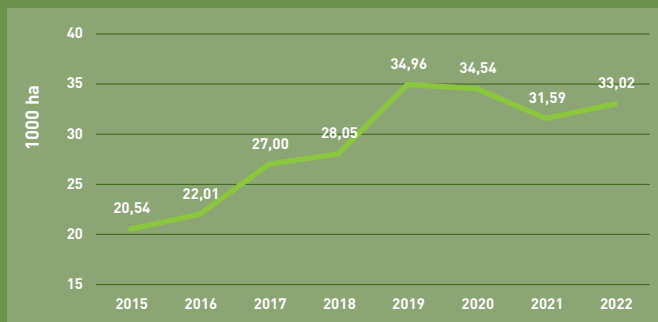
Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka.
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10544>
(7. 2. 2024)

Obrazec »Vloga za izdajo dovoljenja za gojenje konoplje in vrtnega maka«.
Vloga_za_izdajo_dovoljenja_za_gojenje_konoplje_in_vrtnega_maka_2015(1).pdf (konopko.si)
(7. 2. 2024).

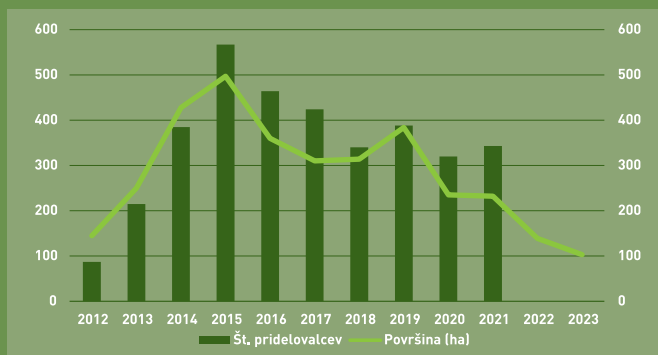
European Commission, Agriculture and rural development. Hemp production in EU
https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hemp_en
(7. 2. 2024).

Pravilnik o trženju razmnoževalnega materiala in sadik konoplje, razen semena
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV14216>

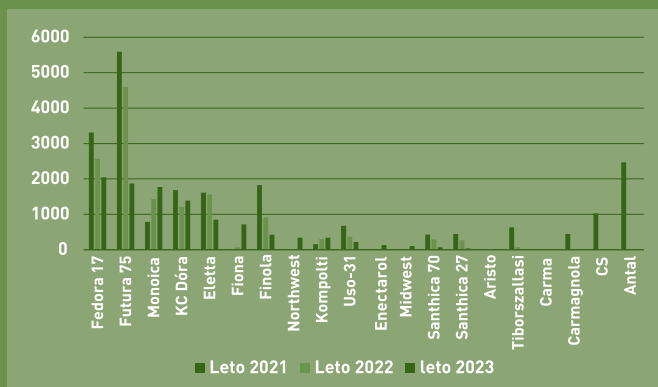
Slika 1: prikaz površin, zasejanih s konopljo v EU (ha) (Vir: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hemp_en)



Slika 2: prikaz površin, zasejanih s konopljo, in število konopljarjev v Sloveniji (Vir: MKGP)



Slika 3: najbolj zastopane sorte industrijske konoplje v pridelavi med letoma 2021 in 2023 v Sloveniji



Uradni podatki kažejo, da se v Sloveniji na večjih pridelovalnih površinah še vedno največ seje francoske in madžarske sorte 'Futura 75', 'Fedora 17', 'Monoica' in 'KC Dóra', ki so namenjene za pridelavo semen in biomase (Slika 3). Francoske sorte kot so 'Futura 75', 'Fedora 17', 'Santhica 70', 'Santhica 27' so v zadnjih treh letih predstavljale največji setveni delež in sicer 47 % v letu 2021, 56 % v letu 2022 in 32 % v letu 2023. Prevladujejo sorte

za kombinirano rabo/namen, vendar je vedno več sort za namen pridelave cvetov.

Posledica spremembe namena pridelave konoplje se v Sloveniji odraža v pomanjkanju slovenskega semena za prehrano. Vsekakor bi si želeli, da bi se ta trend obrnil, je pa to tudi izziv, saj je trg preplavljen s konopljinimi izdelki (olje, moka, proteini), ki po nižjih cenah prihajajo iz uvoza.

2

Opis sort in praktične izkušnje z dvema novima sortama v Sloveniji v 2023

David Geršak in Tamara Korošec

2.1

Opis aktualnih sort konoplje

Preden opišemo sorte industrijske konoplje, obnovimo, da je v taksonomskem poimenovanju konoplje kar nekaj različnih modelov, zato lahko naletimo na različna poimenovanja že iz časa Linnaeusa in Lamarcka. Glede na genetske raziskave lahko v osnovi ločimo konopljo na tri glavne podvrste: *Cannabis sativa subsp. sativa* (navadna konoplja), *Cannabis sativa subsp. indica* (indijska konoplja) in *Cannabis sativa subsp. ruderalis*. Poimenovanja se v splošni javni rabi zamenjujejo, posamezna imena pa se uporabljajo glede na določene lastnosti konoplje, ne nujno na botanično sistematizacijo. Pomembno si je zapomniti, da je vrsta konoplje ena sama, *Cannabis sativa* L., se pa v praksi danes srečujemo tudi z različnimi hibridi med podvrstami.

Preglednica 1: nekatere najbolj pogoste sorte semena industrijske konoplje v Sloveniji

	Vegetacijska doba (dni)	Višina (m)	Pridelek zrnja (kg/ha)	CBD (%)	THC (%)	Pridelek cvetov (kg/ha)	Pridelek biomase (t/ha)
'Finola'	100–120	1–2	500–1000	2–6	≤ 0,2	400–800	3–5
'Antal'	130–140	2,5–3,5	400–600	2–10	≤ 0,2	600–1000	8–12
'Eletta campana'	160–180	2,5–6,5	400–600	3–10	≤ 0,2	600–1000	8–12
'CS'	160–180	2,5–6,5	400–600	3–10	≤ 0,2	600–1000	10–15
'Kompolti'	140–160	2,5–3,5	500–800	2–10	≤ 0,2	600–1500	8–12
'Tiborszallasi'	140–160	2,5–4,5	500–800	2–10	≤ 0,2	600–1500	10–12
'Santhica 70'	120	2–3	600–800	CBG 3 %	≤ 0,2	600–1000	7–9
'USO 31'	100–120	2–2,5	800–1000	1–3	≤ 0,2	600–1000	4–6
'KC Dora'	145	2–2,5	800–1000	2–3	≤ 0,2	600–1000	10–12
'Fiona'	120–130	2–3,5	600–1000	1–2	≤ 0,2	800–1500	9–12
'Fedora 17'	120–130	2–2,5	600–1000	1–3	≤ 0,2	300–800	7–9
'Futura 75'	140–160	2,5–4,5	600–1000	2–5	≤ 0,2	800–1500	9–12

Pri izbiri sorte konoplje moramo poznati namen, za katerega jo bomo pridelovali. Sorte so bile za različne namene tudi žlahtnjene, to pa je ob določenih specifikah, ki jih ima posamezna sorta, prispevalo k bistveni razločitvi sort: v grobem sorte namreč delimo na enodomne in dvodomne. Konoplja je v osnovi dvodomna rastlina, kar pomeni, da tvori ločene moške in ženske reproduktivne organe na različnih rastlinah iste vrste. Z žlahtnjenjem so nastale enodomne sorte, ki imajo tako moške kot ženske cvetove na isti rastlini. Namenjene so učinkovitejši pridelavi semena in učinkoviti kombinirani rabi. Dvodomne sorte so manj pogoste in so namenjene predvsem pridelavi cvetov ter v nekaterih primerih semena. Za pridelavo cvetov so najbolj zaželena feminizirana semena enodomnih sort, saj so bolj stabilna in predvidljiva. Dvodomne sorte se uporabljajo redkeje, vendar so pomembne za ohranjanje genetske raznolikosti in vzgojo novih sort.

Za vpis v sortno listo mora biti sorta razločljiva, izenačena in nespremenljiva. Pri poljščinah, trti in hmelju se pred vpisom v sortno listo preveri tudi vrednost sorte za pridelavo in uporabo. Sorta mora imeti ime, po kateri se lahko prepozna. V evropski sortni listi dovoljenih sort konoplje je trenutno 95 sort konoplje, ob njih pa so še štiri ohranjevalne sorte. V slovenski sortni listi poljščin za leto 2023 pa je vpisanih

pet sort konoplje ('Fiona', 'Marina', 'Helena', 'Fukal', 'Stara prekmurska'), od katerih sta dve ohranjevalni ('Fukal' in 'Stara prekmurska').

Pod posebnimi pogoji se lahko v sortno listo vpišejo ohranjevalne, vrtničarske ali stare sorte sadnih rastlin. Ohranjevalna sorta je domača sorta ali sorta krmnih rastlin, žit, pese, oljnic, predivnic, krompirja, zelenjadnic in trte, ki se tradicionalno goji in je naravno prilagojena lokalnim in regionalnim pogojem ter je ogrožena zaradi genske erozije.

Evropska sortna lista dovoljenih sort konoplje se nenehno dopolnjuje z novimi certificiranimi sortami, ki ustrezajo zahtevam zakonodaje EU. Vendar pa se v praksi ne pridelujejo vse sorte, vpisane na sortno listo. V praktični pridelavi prevladujejo francoske, madžarske in italijanske sorte.

Konoplja se prvenstveno prideluje za zrnje, biomaso, stebila in cvet oziroma za kombinacijo različnih namenov. Sorte imajo različne značilnosti in so različno primerne za določeno rabo. Pri nas je nabor sort omejen na sorte z najprimernejšo uporabno vrednostjo za Slovenijo (preglednica 1). V Sloveniji so trenutno, v letih 2023 in 2024, na voljo tudi feminizirana semena nekaterih specializiranih sort, primernih za gojenje za cvet (preglednica 2).

Preglednica 2: feminizirana semena industrijske konoplje

	Vegetacijska doba (dni)	Višina (m)	CBD (%)	THC (%)	Pridelek suhih cvetov (kg/ha)	Pridelek suhe biomase (t/ha)
'Midwest'	120–150*	1–1,5	≤ 0,3**	200	2,5–3	9–12
'Northwest'	90– 120*	1–1,5	≤ 0,3	200	2,5–3	7–9
'Enectarol'	100 – 120*	1,5 - 2	≤0,1	250	2,5 - 3	9–12

* Podatki o rastni dobi in vsebnosti CBD in THC so pridobljeni od vzdrževalca sorte in lahko odstopajo od vrednosti v praktičnih pogojih pridelave.

** TCH raste sorazmerno z vsebnostjo CBD – po izkušnjah iz preizkušanj v Sloveniji pri vsebnostih CBD, večjih od 9 %, lahko vsebnost THC preseže dovoljeno vrednost.

2.2

Opis novih sort konoplje 'Midwest' in 'Fiona' prvič preizkušenih v Sloveniji

2.2.1 Lastnosti sorte 'Midwest'

'Midwest' je sorta konoplje, požlahtnjena na visoko vsebnost CBD, vključena v evropsko sortno listo. Vsebuje 5–16 % CBD in dosega vsebnost THC pod 0,3 %. Sorta izvira iz ZDA in se po desetletju gojenja neprestano izboljšuje tudi v Evropi; s selekcijo, namenjeno temu, da bi dosegli stabilno pridelavo CBD ob ohranjanju nizkega THC.

O tej sorti pred letom 2023 v Sloveniji ni bilo veliko znanega. V našem projektu smo sejali feminizirana semena bolgarske selekcije. Deklarirana stopnja feminiziranosti je bila 99,96 %, kalivosti pa 98 %. Vegetacijska doba je dolga 4–5 mesecev, rastline zrastejo v višino 1–2 metra, odvisno tudi od tehnologije vzgoje. Vzgojne oblike so lahko različne, priporočena setvena norma je 3500–7000 rastlin/ha. Pričakovan pridelek suhih cvetov je 100–350 kg/ha (200 g/rastlino, odvisno od vzgojne oblike in načina žetve), pridelek suhe biomase pa 1000–2000 kg/ha.



Rastlina sorte 'Midwest' v času
vegetacije 4. 9. 2023, mesec in
pol pred žetvijo
(fotografija: T. Korošec)

2.2.2

Preizkušanja s sorto 'Midwest' v letu 2023

Sorto 'Midwest' smo v manjšem obsegu preizkušali na treh lokacijah z različnimi podnebnimi razmerami: na Gorenjskem, v Podravju in na Dolenjskem. Ker je sorta v slovenskem prostoru nova, smo želeli preizkusiti, ali je ta sorta z dolgo vegetacijsko dobo, ki je bila žlahtnjena v Bolgariji, še primerna za naše podnebne razmere, dalje pa tudi, kakšne pridelke lahko dosega ob praktičnih pogojih pridelave na prostem in kakšne vsebnosti kanabionidov lahko pričakujemo. Skupno je bilo posejanih 400 semen, povprečna kalivost sorte v vseh regijah je bila 57 %. Najslabša je bila kalivost na Gorenjskem (42 %), nekoliko boljša v Podravju (59 %) in najboljša na Dolenjskem (70,7 %).

Rastlina sorte 'Midwest'
(fotografija: T. Korošec)



2.2.2.1

Gorenjska regija

Eno od preizkušanj je bilo izvedeno na kmetiji v Cerkljah na Gorenjskem, kjer je bilo pričakovati najkrajšo vegetacijsko dobo z najnižjimi temperaturami. Prva setev je bila opravljena 6. 5. 2023, posejanih je bilo 100 semen. Zaradi slabe kalivosti (41 %) smo naknadno, 21. 5. 2023, posejali še dodatnih 50 semen. Vznik pri drugi setvi je bil 44 %.

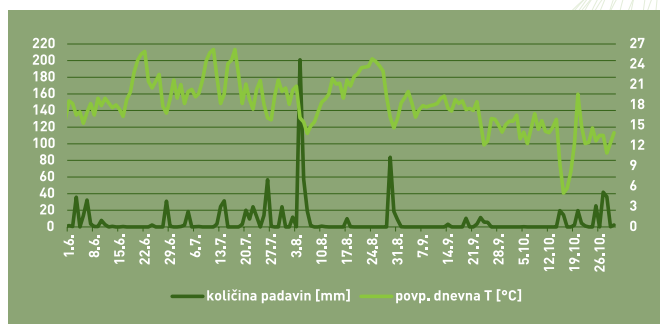
Površina za setev konoplje je bila pripravljena v eni vrsti, na greben, prekrit s folijo, pod katero smo namestili namakalno cev. Razdalja med rastlinami v vrsti je bila 2 m. Izmerjeni pH tal je znašal 6,5. Tla so bila ekstremno založena s fosforjem (P205 = 48,7 mg/100 g; E-razred) in čezmerno s kalijem (K20 = 39,8 mg/100 g; D-razred).

Poletna meseca julij in avgust sta bila v letu 2023 zelo deževna. Padlo je več kot 100 % padavin dolgoletnega povprečja, zaradi česar konoplje ni bilo treba dodatno zalivati. V juliju so bila na tem območju neurja s točo, a konoplja zaradi nje ni bila prizadeta. V začetku avgusta (3. 8.–4. 8. 2023) je na območju preizkusa v enem dnevu padlo 200 L dežja na m² (slika 5). Dne 28. 7. 2023 smo opazili na konoplji poškodbe listov zaradi napada koloradskega

hrošča, vendar te, nastale na mladih listih, niso vplivale na zmanjšanje pridelka. Polovico rastlin iz prve in polovico tistih iz druge setve smo vršičkali 7. 8. 2023. Pozneje smo tudi odstranjevali poškodovane liste (bakterioza) iz sredine grma, tam je bila okužba najbolj izrazita. Med škodljivci in boleznimi je največ škode povzročila koruzna vešča. Konec septembra smo opazili prisotnost koruzne vešče. Ličinke se navrtale stebela tik pod cvetovi, zaradi teže samega cveta pa so se stebela lomila. V tem času smo na grmih tudi prvič opazili, da nekdo reže vrhove in stranske poganjke. To se je nadaljevalo tudi v naslednjih dneh, kar je jasno nakazovalo, da gre za krajo. Ob monitoringu 4. 10. 2023 je ostalo na polju le še 49 rastlin. Ker smo se bali nadaljnjih kraj, smo z žetvijo pohiteli, čeprav konoplja še ni dosegla tehnološke zrelosti.

Cvet smo vzorčili v dveh terminih – 3. 10. 2023 in devet dni kasneje, 12. 10. 2023. Rastlinam smo osmukali cvetove, pregledali koreninski sistem, odvzeli povprečen vzorec cvetov vsake skupine za analizo CBD in cvetove posušili. Rezultati so predstavljeni v Preglednici 3 in Preglednici 4 skupaj z rezultati preizkušanj v Podravju in na Dolenjskem.

Slika 5: dnevna količina padavin (mm) in povprečna dnevna temperatura (°C) na vremenski postaji Letališče Jožeta Pučnika v vegetacijski sezoni 2023



2.2.2.2

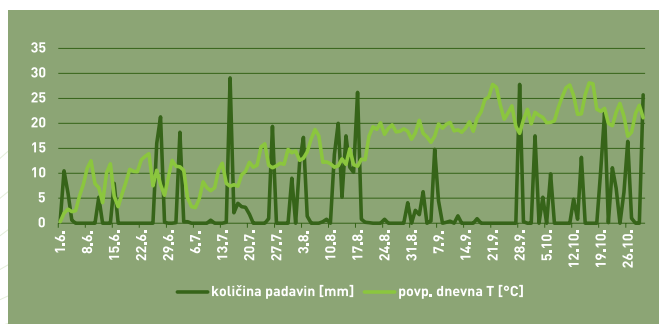
Dolenjska regija

Preizkušanje sorte 'Midwest' je potekalo na partnerski kmetiji Redek pri Novem mestu. Setev sorte 'Midwest' je bila 14. 5. 2023. Posejanih je bilo 150 semen, kalivost semena je bila 70,7 %. Medvrstna razdalja je bila 2,5 m, razdalja v vrsti pa 1,2 m. Rastline smo dvakrat zalili in dvakrat okopali medvrstni prostor. Dognojevanje je bilo izvedeno dvakrat z NPK 7–2030 in KAN 27 %. Rastline niso bile vršičkane in so v povprečju dosegle 135 cm višine. Izgube rastlin zaradi različnih vzrokov in kraje so bile 40 %. Škoda zaradi kraje rastlin se ocenjuje na 5 kg suhih vršičkov. Rastline so bile poleg tega tudi poškodovane zaradi koruzne večšče; navrtana stebila so se lomila, zaradi česar so ob povečani zračni vlagi socvetja začela plesneti. Predvidene izgube pridelka cvetov zaradi koruzne večšče so ocenjene na 25 %.

Tudi dolenjska in podravska regija sta imeli v letu 2023 nadpovprečno veliko padavin, vendar nista bili deležni ekstremnih padavinskih dogodkov, kot se je to zgodilo na Gorenjskem. V Podravju je bilo v primerjavi z Dolenjsko več padavin v poletnih mesecih, medtem ko je imela Dolenjska bolj mokro jesen kot Podravje (Slika 6 in 7).

Žetev je potekala 20. 10. 2023. Cvetovi so bili posušeni, dele socvetja z znaki plesni smo odstranili in jih pri tehtanju pridelka nismo upoštevali. Skupni pridelek suhih cvetov je bil 24,4 kg, kar pomeni v povprečju 381 g na posamezno rastlino. Ocenjuje se, da bi bil povprečni pridelek večji, saj so bile odtujene največje in najpolnejše rastline. Proizvodni rezultati in kanabinoidni profil so predstavljeni v preglednicah 3 in 4.

Slika 6: količina padavin v 24 urah (mm) in povprečna dnevna temperatura (°C) na vremenski postaji Novo mesto v vegetacijski sezoni 2023



2.2.2.3

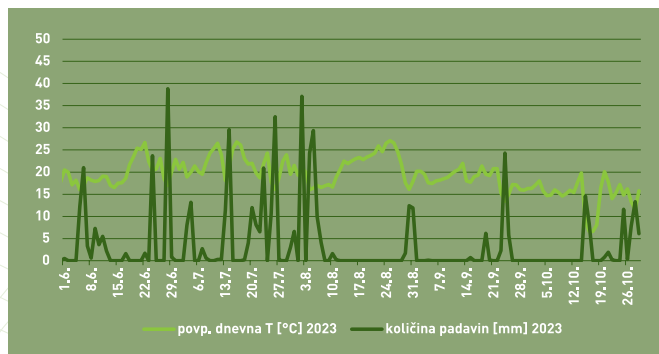
Podravska regija

Sorto 'Midwest' smo v okviru preizkušanj sejali na partnerski kmetiji Lamberger na Dravskem polju, in to 29. 5. 2023. To je bila edina kmetija, na kateri smo poleg pridelka cvetov in vsebnosti kanabinoidov ovrednotili še maso stebel in korenin, izmerili globino korenin in premer stebela ter glavne korenine.

Kalivost semen je bila 59 %. Polovico vzniklih, normalno razvitih rastlin smo pustili v normalno rast, polovico pa vršičkali, da bi dosegli večjo razvejanost in pridelek. Oblikovali smo dve skupini: vršičkane in nevršičkane rastline. Vršičkanje oziroma pinciranje zgornjega vršička rastline smo opravili v fazi rasti petih listnih parov (nodijev).

Rastline so bile posajene v eni vrsti, pri čemer so se v vrsti izmenjevale trikrat po štiri rastline iz vsake skupine. Rastline smo poželi/ vzorčili 13. 10. 2023. Povprečna masa suhih cvetov v skupini, ki ni bila vršičkana, je znašala 187,8 g/rastlino, v vršičkani skupini pa 214,3 g/rastlino. Zaradi majhnega vzorca in velike variabilnosti med rastlinami razlike niso bile signifikantne. Na podlagi podatkov semenskih hiš je pridelek okoli 200 g suhih cvetov na rastlino povprečen. Glede na preizkuse na preostalih dveh partnerskih kmetijah bi rastline veljalo še pustiti zoreti, vendar smo se jih zaradi slabe vremenske napovedi odločili požeti. Rezultati preizkušanja so pokazani v preglednicah 3 in 4.

Slika 7: količina padavin v 24 urah (mm) in povprečna dnevna temperatura (°C) na vremenski postaji Letališče Edvarda Rusjana Maribor v vegetacijski sezoni 2023



2.2.2.4
Povzetek rezultatov iz vseh treh preizkušanj

- Pri sorti 'Midwest' so se pokazale težave s kalivostjo. Na žalost ugotavljamo, da deklarirane kalivosti semena pri konoplji ne držijo, saj smo se v vseh letih srečevali s težavami pri kalitvi (kombinacija različnih okoliščin) pri sorti 'Midwest', 'Eletta campana' in 'Futura 75'. Podatki in zbrane informacije na terenu kažejo, da je kalivost različna od lota do lota in da je verjetno odvisna tudi od tega, kako se je s semenom ravnilo na poti od primarnega dobavitelja do pridelovalca.
- Na treh lokacijah v Sloveniji (Gorenjska, Dolenjska, Podravje) je sorta 'Midwest' v povprečju dosegala pridelek suhega cveta 208,5g na nevršičkanorastlino. Preliminarni rezultati kažejo, da bi vršičkanje lahko ugodno vplivalo na povečanje pridelka, vendar zaradi premajhnega vzorca tega ne moremo z gotovostjo priporočati.
- Od škodljivcev največ težav povzroča koruzna vešča. Zaradi lomljenja stebel lahko začnejo cvetovi veneti in ob povečani jesenski vlagi nato plesneti.
- Sorte, gojene v grmičastih vzgojnih oblikah, so še bolj izpostavljene kraji kot sorte v klasični vzgojni obliki. Na vseh treh lokacijah so nam del pridelka odtujili neznani storilci – na Gorenjskem počasi z rezanjem posamičnih vrhov, v Podravju z odtujitvijo rastlin še pred cvetenjem in na Dolenjskem z odtujitvijo rastlin tik pred žetvijo.

Preglednica 3: povprečni proizvodni parametri pridelave nevršičkanih (NeV) in vršičkanih (V) rastlin konoplje sorte 'Midwest'

	Podravje (137 dni) NeV	Podravje (137 dni) V	Gorenjska ¹ (150 dni) NeV	Gorenjska ² (159 dni) NeV	Gorenjska ³ (135 dni) NeV	Gorenjska ⁴ (144 dni) NeV	Dolenjska (159 dni) NeV
Višina rastline (cm)	106,2	104,5					
Sveža masa cvetov (g)	669,6	774,3	980,0	970,0	703,3	665	1360,7
Sveža masa stebel (g)	309,4	361,7					
Sveža masa korenin (g)	153,4	195,8					
Suha masa cvetov (g)	187,8	214,3	274,4	235,0	196,8	180,0	381,0
Suha masa stebel (g)	116,4	181,5					
Suha masa korenin (g)	76,2	109,5					
Premjer korenin (mm)	5,8	3,98					
Globina korenin (cm)	16,0	14,0					
Premjer stebila (mm)	21,9	25,3					

¹ zgodnja setev, zgodnja žetev; 150 dni vegetacijske dobe

² zgodnja setev, pozna žetev; 159 dni vegetacijske dobe

³ pozna setev, zgodnja žetev; 135 dni vegetacijske dobe

⁴ pozna setev, pozna žetev; 144 dni vegetacijske dobe

- Upoštevati je treba daljšo rastno sezono (sorta, žlahtnjena za bolgarske razmere), vendar se je kljub času setve glede vsebnosti CBD za najboljšo izkazala čim kasnejša žetev. Pri poznih žetvah je treba biti pozoren na pojav plesni na cvetovih.
- Pri visokih vsebnosti CBD se sorazmerno poveča vsebnost THC, ki je v naših primerih presegla dovoljeno mejo 0,3 %, kadar je bila vrednost CBD večja od 9 %. Vsebnost THC najlažje nadzorujemo z vmesnimi analizami in hitrejšo žetvijo.
- Iz preizkušanj lahko zaključimo, da je sorta 'Midwest' za pridelavo v Sloveniji zanimiva, predvsem zaradi sorazmerno visokih pridelkov cvetov z vsebnostjo CBD okoli 10 %. Ker je to sorta z dolgo vegetacijsko sezono, se na prostem žanje sredi oktobra. Pozno jeseni je namreč izpolnjen pogoj, zaželeno nizka zračna vlažnost in malo padavin, da

ne pride do plesnenja cvetov. Čez sušna poletja je treba zagotoviti namakanje. Rastline je treba zavarovati pred krajo.

V preglednici 3 so prikazani povprečni proizvodni parametri sorte 'Midwest' z visoko vsebnostjo CBD za pridelavo za cvet na kmetiji Lamberger, Dravsko polje, v letu 2023 z dodano maso cvetov, ki so jo ovrednotili na Gorenjskem in Dolenjskem. Vrednosti so povprečja na eno rastlino. Vsebnost kanabinoidov in terpenov (preglednica 4) smo določili s plinsko kromatografijo s plamen-skim ionizirajočim detektorjem (GC-FID). Prazna polja v preglednici so posledica bodisi dejstva, da je bil rezultat pod mejo kvantifikacije ali pod nivojem detekcije.

Preglednica 4: vsebnost kanabinoidov in terpenov v sorti 'Midwest' v letu 2023

'MIDWEST'	Gorenjska 1	Gorenjska 2	Gorenjska 3	Gorenjska 4	Podravska 1	Podravska 1	Dolenjska
	Dolžina vegetacije: 150 dni	Dolžina vegetacije: 159 dni	Dolžina vegetacije: 135 dni	Dolžina vegetacije: 144 dni	Dolžina vegetacije: 122 dni	Dolžina vegetacije: 137 dni	Dolžina vegetacije: 159 dni
Canabidiol (CBD) %	6,70	10,48	6,24	9,47	8,31	10,34	11,28
Cannabidivarin		0,03		0,03		0,02	0,03
Cannabichromene (CBC)	0,31	0,45	0,31	0,43	0,39	0,52	0,66
Cannabigerol (CBG)	0,07	0,21	0,16	0,30	0,15	0,19	0,09
9THC %	0,23	0,37	0,21	0,32	0,29	0,36	0,43
Razmerje 9THC:CBD	1 : 29,1	1 : 28,3	1 : 29,7	1 : 29,6	1 : 28,6	1 : 28,7	1 : 26,2
skupaj kanabinoidi	7,33	11,55	6,94	10,55	9,16	11,42	12,49
skupaj terpeni	1,23	1,65	0,88	1,50	1,38	1,65	0,39
Myrcene	0,51	0,51	0,05	0,46	0,43	0,74	0,05
Beta-caryophyllene	0,19	0,43	0,33	0,36	0,27	0,23	0,09
alpha-bisabolol	0,17	0,22	0,27	0,28	0,21	0,26	0,18
alpha-pinene	0,17	0,17	0,03	0,11	0,24	0,17	0,02
alpha-humulene	0,06	0,14	0,1	0,11	0,09	0,08	0,04
beta-pinene	0,08	0,08		0,05	0,1	0,08	
D-limonene	0,04	0,07	0,05	0,06	0,05	0,08	

2.2.3

Lastnosti sorte 'Fiona'

'Fiona' je prva slovenska enodomna sorta industrijske konoplje, ki ni ohranjevalna sorta in je bila pridobljena s klasičnimi postopki žlahtnjenja s križanjem stare jugoslovanske dvodomne sorte 'Novosadska konoplja' in sodobne enodomne francoske sorte 'Futura 75'. Požlahtnjena je bila na Biotehniški fakulteti v Ljubljani in vpisana na sortno listo v letu 2021. Je pozna sorta z bujno nadzemno rastjo. V uradnih poljskih testiranjih na Kmetijskem inštitutu v letih 2019 in 2020 je sorta 'Fiona' dosegla višji pridelek zrnja (povprečje dveh let in štirih lokacij je bilo 1,18 t/ha pri 9 % vlage) kot sorta 'Futura 75', bila je nekoliko višja, vsebnost maščob in beljakovin pa je bila nekoliko nižja. V poljskem poskusu v letu 2022 v Ljubljani je sorta 'Fiona' dosegla pridelek 830 kg/ha, medtem ko sta sorti 'Futura 75' in 'Felina 32' dosegli 793 oziroma 446 kg/ha.

Priporoča se gosta (30–40 kg/ha) in poznejša setev (po 20. maju), seme je zrelo konec septembra/začetek oktobra. Vsebnost THC je zelo nizka (< 0,1 %), vsebnost CBD pa okoli 1 %. Sorta je prilagojena na slovenske rastne razmere, zaradi česar se predvideva, da se bo v luči podnebnih sprememb bolje izkazala v realni pridelavi.

Viri:

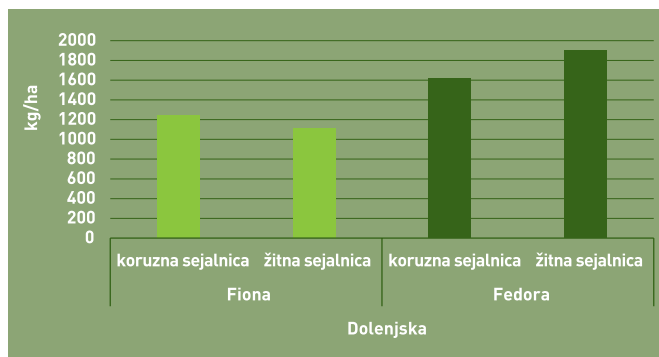
Evropska sortna lista
https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-08/plant-variety-catalogues_agricultural-plant-species.pdf. Canapuglia, <https://canapuglia.it/>
 9. 2. 2024

McPartland, J. M., & Guy, G. W. (2017). Models of Cannabis Taxonomy, Cultural Bias, and Conflicts between Scientific and Vernacular Names. *The Botanical Review*, 83(4), 327–381.
<https://doi.org/10.1007/s12229-017-9187-0>

McPartland, J. M. (2018). Cannabis Systematics at the Levels of Family, Genus, and Species. *Cannabis and Cannabinoid Research*, 3(1), 203–212.
<https://doi.org/10.1089/can.2018.0039>

Sortna lista in skupni katalogi sort. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
<https://www.gov.si teme/sortna-lista-in-skupni-katalogi-sort/>
 21. 2. 2024

Sortna lista poljščin, zelenjadnic, sadnih rastlin in trte za leto 2023. Urednik: Rakovec, H. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Ljubljana, avgust 2023.



Slika 8: pridelek suhega semena (kg/ha) pri sorti 'Fiona' in Fedora na Dolenjskem v 2022 (setvena norma 40 kg/ha)

2.2.4

Preizkušanja s sorto 'Fiona' v letu 2022

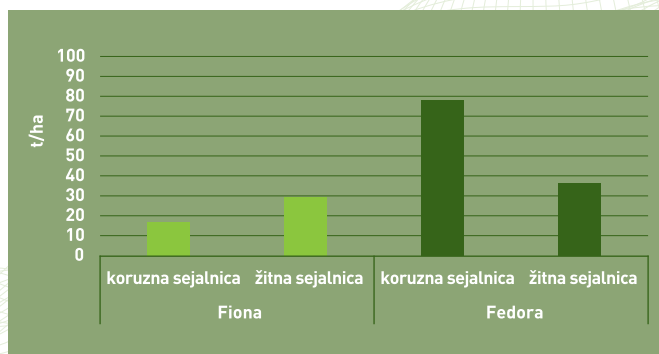


V letu 2022 smo pri vzorčenju dobili 1,2 t/ha suhega semena, v primeru setve s koruzno sejalnico in 1,1 t/ha v primeru setve z žitno sejalnico.

V preizkušanjih v okviru projekt smo sorto 'Fiona' vključili na manjši površini za primerjavo s sorto 'Fedora 17'. V letu 2022 smo pri vzorčenju dobili 1,2 t/ha suhega semena, v primeru setve s koruzno sejalnico in 1,1 t/ha v primeru setve z žitno sejalnico. Pri 'Fedori 17' je bil pridelek semena pri obeh načinih setve znatno večji kot pri sorti 'Fiona' (slika 8).

Pri tehtanju 20 rastlin je imela 'Fiona' večji pridelek stebel in korenin kot 'Fedora 17'. Korenine sorte 'Fiona' so globoke, najgloblje so se razvevale pri setvi s koruzno sejalnico, kjer je glavna korenina v povprečju segala 42 cm globoko. Vendar pa je bil zaradi neupoštevanja slabše kalivosti semena pri setvi posevek 'Fione' redkejši, kar pomeni slabši pridelek na hektar (Slika 9). Treba je dodatnih preizkusov v praktičnih razmerah pridelave. Ob normalni stopnji kalivosti sorta izkazuje zelo dobre lastnosti za ločeno ali kombinirano rabo za vlakna in seme.

Slika 9: pridelek svežih stebel z glavno korenino (t/ha) pri sorti 'Fiona' in Fedora na Dolenjskem v 2022 (setvena norma 40 kg/ha)





3

Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu

Tončka Jesenko in Tamara Korošec

3.1

Dejavniki, ki vplivajo na rast, razvoj in pridelke konoplje

Količina svetlobe, hranil, padavin, dostopnost vode v tleh, dolžina dneva ter razlike med dnevnimi in nočnimi temperaturami so ključni dejavniki rasti, razvoja in količine pridelka konoplje. Variabilnost okolijskih dejavnikov vpliva na čas cvetenja in formiranje moških oziroma ženskih cvetov, s tem pa tudi na spremembo vsebnosti vrste in količine posameznih kanabinoidov, vsebnosti olja v semenu, količine pridelka, biomase ter na spremembo kakovosti vlaken.



Seme

(fotografija: I.Škerbot)

3.1.1 Dolžina osvetljenosti in količina CO₂ v ozračju



***Podnebne spremembe
bodo v prihodnosti še
bolj vplivale na aerosole
v ozračju, globalno
zatemnjevanje in
spremembe v količini CO₂.***

Konoplja je občutljiva za dolžino dneva. Je rastlina kratkega dne, cveteti začne, ko se dan krajša – potrebuje 12–14 ur dnevne svetlobe. Pri večini genotipov se, kadar je dan daljši od noči, poveča višina rastlin, zamakne čas cvetenja in podaljša vegetativni stadij, to pa je primerno za pridelavo vlaken in biomase. Daljša noč ob tem povzroči zgodnje cvetenje in manjši pridelek. Nekateri genotipi so občutljivi že za zelo majhna odstopanja v času osvetlitve (tudi 15 minut), na nekatere genotipe pa dolžina dneva oziroma noči manj vpliva.

Konoplja se odziva na povečanje količine CO₂ v ozračju s fotosintezo, transpiracijo in dihanjem. Podnebne spremembe bodo v prihodnosti še bolj vplivale na aerosole v ozračju, globalno zatemnjevanje in spremembe v količini CO₂. Globalna zameglitev in spremembe v količini aerosolov bosta zmanjšali direktno sevanje ter povečali indirektno sevanje sonca, kar bo vodilo k povečani fotosintezni aktivnosti rastlin. Na povečanje fotosinteze pri konoplji bo vplivala tudi povečana količina CO₂ v ozračju. Sodeč po nekaterih študijah dolga izpostavljenost ogljikovemu dioksidu iz ozračja izboljša učinkovitost rabe hranil, izboljša vodno bilanco v tleh, izboljša vezavo ogljika rastlin, ki rastejo v senci, in poveča razmerje C : N za rastline. S povečano koncentracijo CO₂ se namreč zmanjšata transpiracija in prevodnost listnih rež, povečata pa se fotosinteza in učinkovitost izrabe vode. Gojenje konoplje pri višji koncentraciji CO₂ lahko predstavlja potencial za intenziviranje rasti in povečanje pridelkov v sušnih, toda s CO₂ bogatih območjih.

3.1.2 Temperatura

Najugodnejša temperatura za rast konoplje je odvisna od genotipa in izvora. Minimalna temperatura kaljenja je 1–2 oC, optimalna pa 20 oC. Optimalna temperatura rasti je 18–20 oC, za južne ekotipe pa je ta temperatura nekaj stopinj višja. Višje temperature ustrezajo tudi konoplji, ki jo gojimo za seme. Severni ekotipi so bolj odporni proti mrazu kot južni, vendar dajo v povprečju nižje pridelke. Za šest kultivarjev, ki izvirajo iz Poljske, Francije, Ukrajine, Nizozemske, Italije in Francije, so ugotovili, da je maksimalna temperatura za njihovo rast 30 oC. Ekotipi drugih klimatov imajo drugačne značilnosti. Pridelek konopljinih vlaken je odvisen od temperatur, v katerih je konoplja gojena. Temperature pod minimalnimi ali nad maksimalnimi vplivajo na manjše pridelke vlaken in zmanjšajo njihovo kakovost.

3.1.3 Padavine

Konoplja velja za rastlino, ki ne potrebuje veliko vode; vendar je bilo prav pomanjkanje vode v času rasti v pričujoči raziskavi zaznano kot ključni omejitveni faktor za doseganje ustreznih pridelkov. Zadostne količine vode v tleh so ključne še posebej v prvih šestih tednih – v času začetka rasti in formiranja korenin. Starejše rastline zaradi močnega koreninskega sistema lažje prenesajo tako občasno pomanjkanje vode kot tudi močnejše nalive ali kratkotrajne poplave. Prav tako je pomembna zadostna vlaga v času od začetka cvetenja do začetka zorenja. Na pridelke vlaken vpliva tako pomanjkanje padavin kot tudi preveč

padavin v kombinaciji z gojenjem na težkih tleh, ki za konopljo niso najbolj primerna. Za različna območja (agroklimatske cone) so študije pokazale različne potrebe po vodi. Po nekaterih raziskavah bi naj konoplja v Evropi za rast in razvoj potrebovala 500–700 mm vode, 250–300 mm v vegetativni fazi. Druge raziskave kažejo, da konoplja najbolje raste, kjer je letno vsaj 750 mm padavin (lahko tudi vključno z namakanjem). Pri nižjih količinah padavin so bili v raziskavah doseženi slabi pridelki. Ob pomanjkanju padavin je nujno namakanje. Konoplja za svojo rast potrebuje več vode kot sončnice in soja ter manj kot proso.

3.1.4 Tla

Potrebe po vodi so odvisne od agroklimatskih razmer, genotipa, lastnosti tal, vremenskih razmer in evapotranspiracije. Konoplja je zelo občutljiva za zastajanje vode v tleh, sploh v fazi zgodnje rasti. Najboljša za pridelavo so ilovnato-peščena tla z dovoljšno količino organske snovi, težka glinena in peščena tla pa so manj primerna. Optimalni pH tal za gojenje konoplje je 6,0–7,5. Tla za gojenje konoplje morajo biti dobro drenirana, imeti morajo dobro zadrževalno kapaciteto za vodo, biti dobro prezračena in primerno založena s hranili. Te lastnosti so najboljše izražene ravno v ilovnato-peščenih tleh.

Na pridelek in njegovo kakovost ima velik vpliv založenost tal s hranili. Obstajajo študije, na podlagi katerih lahko vizualno diagnosticiramo pomanjkanje makro- in mikrohranil ter njihove presežke (toksičnost) v konoplji. Na podlagi tega lahko kmetje uvedejo korektivne ukrepe za optimizacijo pridelka. Študije kažejo vpliv pomanjkanja hranil na rast konoplje predvsem

za elemente dušik, kalij, bor, baker. Dušik je zelo pomemben za rast, razvoj in produktivnost konoplje ter esencialen za tvorbo sekundarnih metabolitov. S povečanjem odmerkov dušika se poveča vsebnost klorofila v listih, poveča se fotosinteza, s tem pa tudi višina rastlin, premer stebel in akumulacija biomase. Na drugi strani pomanjkanje dušika povzroči poškodbe celičnih membran in zmanjšanje listne površine, s tem pa tudi zmanjšanje biomase. V primeru izrazitega povečanje količine dušika se občutno zmanjšajo rast rastlin, akumulacija biomase in kanabinoidov, močno presežene količine dušika pa lahko povzročijo celo zastrupitve z amonijem.

Dodatna fosfor in kalij imata manjši vpliv na rast konoplje kot dušik; je pa kalij izredno pomemben za trdnost vlaken. Po nekaterih študijah gnojenje s fosforjem vpliva na optimalno rast in razvoj rastline ter navsebnost kanabinoidov. V splošnem primanjkuje študij o vplivu pomanjkanja ali toksičnosti fosforja in kalija pri konoplji.

3.2

Vpliv faktorjev abiotnega stresa na rast in pridelek konoplje

Konoplja je precej občutljiva za faktorje abiotnega stresa, še posebej velik vpliv imajo visoka temperatura, suša, zaslanjevanje, poplave oziroma prevelika zasičenost tal z vodo. Glede tega je bilo narejenih le omejeno mnogo raziskav.

3.2.1 Stres zaradi pomanjkanja vode

Konoplja velja za rastlino, ki bolje prenaša sušo kot katera druga poljščina. Na tem področju so bile narejene različne raziskave. V Coloradu (ZDA) so v letu 2016 izvedli poskuse z različnim obsegom namakanja. Preučevali so trinajst kultivarjev iz žlahtniteljskih programov iz Evrope in Azije. Ugotavljali so interakcijo med genotipom in okoljem; primerjali so omejeno namakanje (147 mm) s polnimi obroki vode (398 mm). Pri polnem namakanju so bili pridelki semena 1123 kg/ha, pri omejenem namakanju pa 404 kg/ha. Pri omejenem namakanju so bili poleg nižjih pridelkov biomase manjši tudi višina rastlin, premer stebel in ukoreninjenost posameznih rastlin. Vsebovale so manj CBD in malenkost več CBC. Splošni rezultati kažejo na močno interakcijo med genotipom in okoljem.



Konoplja velja za rastlino, ki bolje prenaša sušo kot katera druga poljščina. Na tem področju so bile narejene različne raziskave.

V Italiji so z visoko zmogljivimi tehnologijami (GPR in Sentinel-2) pokazali, da konoplja lahko črpa vlago iz tal v odsotnosti padavin oziroma namakanja, vendar je odpornost konopljinih rastlin proti vodnemu stresu odvisna od vigorja rastlin.

V severnem Kazahstanu so raziskovali porabo vode z neposrednimi meritvami gibanja soka v rastlinah in z izračunom evapotranspiracije. Poraba vode konoplje (pri pridelku stebel 10 t/ha) je v rastni sezoni (od maja do septembra 2021) znašala 353 mm, kar je bilo več, kot je padavin na tem območju v teh

mesecih. Iz tega lahko sklepamo, da je konoplja sposobna izkoriščati talno vlago oziroma zaloge vode v tleh, ki so nastale pred rastno dobo. Zato konoplja velja za poljščino, ki je zelo primerna za območja, na katerih imamo podaljšane poletne suše. V času nujnega prilagajanja podnebnim spremembam, še posebej na vedno bolj izrazito vročino, sušo in vetrovne razmere, konoplja kaže potencial za širok spekter uporabe. V razmerah oskrbe z vodo na preučevanem območju konoplja doseže višje pridelke kot travinje ali žita. Konoplja kaže sposobnost prilagajanja še večjemu pomanjkanju vode, kar se seveda izraža v manjših pridelkih, ob ustreznih oskrbi z vodo pa so pridelki večji.

Nekatere študije so pokazale, da izpostavljenost suši povzroči povečanje vsebnosti kanabinoidov v rastlini konoplje. V poskusih so izmerili 50 % povečanja THC, 67 % povečanja CBD, fotosinteza se je zmanjšala za 42 %, rastlinski vodni potencial pa za 50 %. Druga študija je pokazala, da so imele rastline, ki so bile sedem dni izpostavljene suši, povečano vsebnost CBG, medtem ko sta se je vsebnosti THC in CBD znižali. Na vsebnosti kanabinoidov tako vplivajo različni dejavniki in njihove kombinacije, zelo pomembna sta intenziteta suše in čas, ko se ta pojavlja. Pri zelo močni suši koncentracije kanabinoidov upadejo, pri srednje intenzivni suši, ki se pojavi kasneje v rastni dobi, pa se lahko povečajo. Zelo pomembna je tudi sorta. Hipoteza je, da zgodnji kultivarji ali sušni stres, ki pospeši fenologijo rastline, dosežejo višje

vsebnosti kanabinoidov. V ZDA so proučevali vpliv mehaničnih poškodb zaradi škodljivcev (*Manduca sexta*), visokih temperatur (45–50 °C) in suše na različne kanabinoide v konoplji. Po sedmih dneh visokih temperatur se je zmanjšala količina CBG in CBGA, preostali kanabinoidi so bil enaki kot v kontroli (CBD, CBDA, THC, THCA).

Več študij z različnih delov sveta kaže različno odpornost proti sušnemu stresu v odvisnosti od kultivarjev. Nekatere sorte bolje prenašajo vodni stres, druge slabše. V Iranu so preučevali vpliv namakanja na evapotranspiracijo pri 47 ekotipih konoplje. Pri petih ekotipih konoplje so ugotovili večjo učinkovitost porabe vode in donos v sušnih razmerah. Podobno raziskavo so izvajali v Italiji, tam so preučevali 26 evropskih kultivarjev konoplje. Razlika med kultivarji se je pokazala predvsem v odzivu na osmotski stres ob vzniku. Glede na to so razdelili genotipe na tolerantne in občutljive za sušo. Rezultati poskusa iz Nemčije (Potsdam), tam so preučevali dve sorti konoplje namenjene za kombinirano rabo, kažejo različen odziv. Pri tem so bile temperature 35 °C, padavin pa je bilo le 16 mm (v celotni vegetaciji le 56 mm). Pri obeh sortah se je zmanjšala listna površina, s tem pa tudi fotosintezna aktivnost, prišlo je do zgodnjega staranja in dozorevanja rastlin. Pri poskusih z zeolitom se je izkazalo, da njegova uporaba pozitivno vpliva na rastline ob pojavu suše. Prepreči zmanjševanje pridelka olja in v primerjavi s kontrolo se poveča poraba vode na enoto pridelka.

3.2.2 Vročinski stres

Stres, ki ga povzročijo razlike med dnevnimi in nočnimi temperaturami, je enako pomemben za proizvodnjo konoplje kot sušni stres. V severovzhodnem delu Italije so preučevali šest sort konoplje različnega izvora, spola, zrelostnega razreda in namena pridelave (za

zrnje oziroma za vlakna). V času polnjenja zrnja so maksimalne dnevne temperature nad 30°C zmanjšale kakovost zrnja (težo posameznih zrn, vsebnost olja, vsebnost beljakovin, surovih vlaken in pepela).

3.2.3 Zaslanjevanje

O vplivih zaslanjevanja in poplav na konopljo je malo informacij. V Ontariu so izvedli raziskavo, v kateri so preučevali vpliv zasičenosti tal z vodo na razmerje CBD : THC. Ker so tla na teh območjih dobro drenirana, vpliva ni bilo zaznati.

Nekaj več študij obstaja o vplivu zaslanjevanja na kaljenje ter rast sadik. V tleh, ki vsebujejo čezmerno nevtralne (NaCl , Na_2SO_4) ali bazične soli (Na_2CO_3 , NaHCO_3), je vznik slabši. Večji vpliv na vznik imajo bazične soli. Skozi zgodovino so Nizozemci pridobivali zemljo iz morja, ki na začetku ni bila primerna za gojenje večine kulturnih rastlin. Konoplja pa je v takih razmerah uspevala in bila zato primerna kot začetna kulturna rastlina.



Skozi zgodovino so Nizozemci pridobivali zemljo iz morja, ki na začetku ni bila primerna za gojenje večine kulturnih rastlin. Konoplja pa je v takih razmerah uspevala in bila zato primerna kot začetna kulturna rastlina.

3.3

Vpliv podnebnih sprememb na pridelovanje konoplje

Prihodnost pridelave konoplje za vlakna je negotova zaradi klimatskih sprememb, prav tako niso gotovi tudi njihovi prihodnji scenariji.

Območja z optimalnimi razmerami za gojenje konoplje se bodo ponekod premaknila bolj na sever, ponekod bodo razmere občutno slabše, drugod pa se bodo celo izboljšale. Povečano število aerosolov/trdnih delcev v zraku in povečana koncentracija CO₂ lahko celo povečata fotosintezno aktivnost C3-rastlin in konoplje, kar bo ugodno vplivalo na količino in kakovost pridelka. Projekcije podnebnih sprememb kažejo povišanje temperatur, kar bo na rast konoplje vplivalo tako pozitivno kot negativno. Regije, ki so trenutno prehladne za gojenje konoplje, bodo v prihodnosti tako postale ugodne za pridelavo. Na nekaterih območjih trenutnega pridelovanja pa bodo temperature postale previsoke za njeno gojenje. Vlažnost tal se bo na številnih pridelovalnih območjih predvidoma zmanjšala, kar bo verjetno vplivalo na zmanjšanje količine in kakovosti pridelka. Konoplja je v primerjavi z drugimi rastlinami bolj prilagodljiva klimatskim spremembam, zato bo te morebiti bolje prenesla kot preostale poljščine.



Območja z optimalnimi razmerami za gojenje konoplje se bodo ponekod premaknila bolj na sever, ponekod bodo razmere občutno slabše, drugod pa se bodo celo izboljšale.



3.4

Vezava ogljikovega dioksida iz zraka in sekvestracija ogljika

Sekvestracija ogljika je ključni element prizadevanj za zmanjšanje koncentracije ogljikovega dioksida v ozračju, ki prispeva k podnebnim spremembam. Ta proces vključuje več mehanizmov, eden glavnih pa je fotosinteza, pri kateri rastline absorbirajo CO₂ iz zraka in ga pretvarjajo v ogljikove hidrate, ki se nato shranjujejo v rastlinskih tkivih. Če želimo vezani CO₂ v rastlinah trajno shraniti, ga je treba vezati v tla ali trajne materiale, s katerimi nadomeščamo druge, bolj ogljično intenzivne surovine. Sekvestracija ogljika igra ključno vlogo pri trajnostnem upravljanju ogljika za zmanjšanje vplivov na podnebje.

3.4.1

Absorpcija ogljika pri konoplji

Steblo industrijske konoplje sestavljajo predvsem celuloza, hemiceluloza in lignin. Celuloza, ki je sestavljena iz ponavljajočih se enot glukoze, predstavlja 70 % suhe mase konopljinega stebela. 45 % njene molekulske mase predstavlja ogljik. Hemiceluloza predstavlja 22 % suhe mase stebela in zagotavlja povezavo med celulozo in ligninom. Ima razvejano strukturo, sestavljeno iz različnih pentoznih sladkorjev, in vsebuje 48 % ogljika. Suha masa konopljinega stebela vsebuje tudi 6 % lignina, ki je trdnostni material, običajno lociran med celuloznimi mikrofibrili. Molekula lignina ima kompleksno strukturo, ki se lahko spreminja. Vsebuje 40 % ogljika (glede na maso).

Ena tona pridelanega suhega stebela vsebuje:

- 0,7 tone celuloze (45 % ogljika),
- 0,22 tone hemiceluloze (48 % ogljika),
- 0,06 tone lignina (40 % ogljika).

To pomeni, da vsaka tona suhe mase stebela industrijske konoplje vsebuje 0,445 tone ogljika, ki je bil absorbiran iz ozračja (44,46 % suhe mase stebela).

Pretvorba ogljika v CO_2 izračunamo z množenjem s faktorjem 3,67 (12 ton ogljika ustreza 44 tonam CO_2 (IPCC)), kar pomeni 1,63 tone absorpcije CO_2 na tono pridelanega konopljinega stebela. Po podatkih za Veliko Britanijo, tam povprečno pridelajo 5,5–8 t/ha konopljinih stebel, to predstavlja od 8,9–13,4 ton absorpcije CO_2 na hektar konoplje. Pri določenih sortah gre za eno najbolj hitrih konverzij CO_2 v biomaso, ki je najbolj učinkovita na območjih, na katerih sta možna dva posevka industrijske konoplje letno.

V namene ocene vezave ogljikovega dioksida se pri konoplji uporablja povprečna vrednost 10 t/ha absorpcije CO_2 iz zraka, kar naj bi bila razumna posplošena ocena. Ta se uporablja za napovedi vezave ogljika iz zraka, vendar naj bi se ocene v konkretnih primerih korigirale z dejansko suho maso pridelka.

Korenine in listna masa (brez vključenih težko merljivih tankih korenin in koreninskih laskov,

ki ostanejo v tleh na mestu rasti) po nekaterih terenskih preizkusih predstavljajo približno 20 % mase pridelka. Ogljikov dioksid, ki je bil absorbiran iz zraka in ostane v tleh, znaša približno 0,084 tone na tono pridelanega materiala (42 % w/w). V tleh ostane 0,46–0,67 tone ogljika na hektar, ki je bil absorbiran, vendar ostane na mestu po gojenju konoplje. To predstavlja 1,67–2,46 tone absorbiranega CO_2 na hektar, ki ostane v tleh po gojenju konoplje (podatek velja glede na preizkuse iz Velike Britanije).

Pri 16 % zračne vlage v zeleni masi so količine absorbiranega CO_2 naslednje:

- CO_2 -absorpcija na tono konopljinega stebela 1,37 t,
- CO_2 -absorpcija na hektar (stebela) (Velika Britanija) 7,47–11,25 t,
- CO_2 -absorpcija na hektar (korenine in listje) (Velika Britanija) 1,40–2,06 t.

Omenjene številke ne vključujejo dodatno manjših izpustov CO_2 , ki so posledica nadomestitve neobnovljivih virov s konopljo pri izdelavi proizvodov, kot so gradbeni materiali, plastika, kozmetika, kompozitne plošče in izolacijski materiali.

3.4.2 Trajna vezava ogljika

Znanstveniki so preučili, kaj se zgodi s ponorom ogljika, če bi del za kmetijstvo manj primernih površin za sto let zasejali s konopljo – v primerjavi z rastlinami, ki sedaj rastejo na teh zemljiščih. Pri ovrednotenju vpliva na sekvstracijo ogljika so upoštevali tri različne scenarije uporabe konoplje, ki se razlikujejo glede na življenjsko dobo konopljinih izdelkov v tehnosferi. Prvi možni scenarij je pridelava brez shranjevanja ogljika v končnih izdelkih; da se torej slama po žetvi semen pusti na njivi (i). Drugi scenarij upošteva ob pridelku

semena tudi predelavo stebela ter shranjevanje vlaken in pezdirda v dveh izdelkih, pri čemer je eden obravnavan kot neskončni ponor v tehnosferi (konopljin cement), drugi pa je izolacija z dolgo življenjsko dobo 40 let (ii). Tretji scenarij upošteva pridelek semena in uporabo stebela za konopljin beton in izolacijo s krajšo življenjsko dobo (pribl. 10 let; izolacijske plošče za avtomobile) (iii). Ugotovili so, da zamenjava obstoječe vrste rastlinja s konopljo brez uporabe slednje v trajnih izdelkih ne more blažiti podnebnih sprememb

– kljub ponoru ogljika, ki ostaja v tleh. Nasprotno pa uporaba biomase v trajnih izdelkih (scenarija ii in iii) deluje kot dodatna negativna emisija prek tehnosfere, dopolnjena z zmanjšanjem emisij toplogrednih plinov iz konvencionalnih izdelkov na osnovi fosilnih goriv. S tema dvema scenarijema vendarle ni bilo mogoče doseči dodatne vezave organske snovi v tla. Če so kot omejitveni faktor upoštevali pomanjkanje vode, so ugotovili, da je bolje ohranяти obravnavana zemljišča z njihovo prvotno vegetacijo, kot pa gojiti konopljo.

Študija je predpostavila, da se ves ogljik, zajet s fotosintezo, sprosti ob koncu življenjske dobe, zato so negativne emisije, ki izhajajo iz shranjevanja v antropogenih izdelkih, prikazane kot zamik sproščanja v dinamičnem izračunu. Dolgoročno je pri pridelavi konoplje tehnosfera večji ponor ogljika kot tla. Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov (tj. glede na to, katerih izdelkov in aktivnosti, ki povzročajo izpuste, se izogibamo) bi lahko odigralo odločilno vlogo pri rangiranju učinkovitosti scenarijev ii in iii, medtem ko scenarij i za blaženje podnebnih sprememb ni učinkovit. Čeprav je ta študija dokazala uporabnost konoplje kot rastline, primerne za shranjevanje ogljika na kmetijskih površinah in v antropogenih proizvodih, ta teoretični pristop zahteva validacijo prek poskusov in simulacij v bolj raznolikih razmerah, kot so lokalne razmere na zemljišču, uporabljene kmetijske prakse (npr. kolobarjenje, gnojenje) in uporaba biomaterialov v veliko vrstah izdelkov.

- Uporaba konopljne slame v različnih obstojnih materialih ima večji vpliv na blaženje podnebnih sprememb kot puščanje slame na njivah.
- Puščanje slame na njivi poveča zaloge ogljika v tleh, vendar zmanjša vpliv konoplje na blaženje podnebnih sprememb.
- Negativne emisije CO₂ so začasne in so odvisne od shranjevanja ogljika v različnih proizvodih.

3.4.3

Ocene absorpcije CO₂ in količine vezanega ogljika v tleh na primeru kmetijskega gospodarstva v Prekmurju

Da bi lahko primerjali sposobnost vezave in skladiščenja CO₂ pri konoplji z drugimi kulturami in v drugih državah, smo na podlagi pridelka konoplje na dveh kmetijah ocenili, koliko CO₂ je posevek vezal z zraka in koliko odstotkov od tega CO₂ je ostalo vezanega v tleh (koreninski sistem, žetveni ostanki). Pri sekvestraciji v tla nismo upoštevali izgub CO₂ zaradi mikrobiološkega razkroja.

Če primerjamo triletno preizkušanje v Prekmurju, smo v letih 2021 in 2022 s svojimi pridelki konoplje na hektar vezali precej manj CO₂ v primerjavi s podatki iz Velike Britanije

in splošnimi normativi za vezavo CO₂ na hektar, podanimi za industrijsko konopljo (preglednica 5). Leta 2023 je posevek vezal nadpovprečne količine CO₂, 16,93–29,89 t/ha. Seveda je vezava neposredno vezana na količino pridelane zelene mase. V letih 2021 in 2022 je konoplja v preizkušanju vezala manj CO₂ v primerjavi s pšenico, ki naj bi v povprečju vezala 7,5 tone CO₂ na hektar na sezono. Leto 2023 z izrednim pridelkom konoplje ne dosega povprečne absorpcije CO₂ pri koruzi, ki znaša okrog 40 t/ha. Načeloma raziskave kažejo, da ima pridelava kulturnih rastlin nizek ali celo negativen ogljični odtis; tudi na račun velike

Preglednica 5: vezani ogljikov dioksid iz ozračja (t) s posevkom konoplje na KMG Korenika, Pomurje

Način setve	2021	2022	2023	2021	2022	2023
	CO ₂ , vezan s posevkom (t/ha)			% CO ₂ , ki je ostal vezan v tleh*		
Koruzna sejalnica – Zgodnja setev	1,91	3,15	28,15	63,20	74,43	76,88
Koruzna sejalnica – Pozna setev	3,62	2,00	19,68	74,48	50,00	77,26
Žitna sejalnica – Zgodnja setev	1,49	2,71	29,89	76,56	88,44	85,30
Žitna sejalnica – Pozna setev	5,14	3,89	16,93	77,67	64,31	85,86

* brez upoštevanih izgub pri razkroju

porabe CO₂ iz ozračja v fazi pridelave. Konoplja zaradi nizkih snovnih in delovnih vložkov v fazi rasti sodi med rastline z negativnim ogljičnim odtisom v fazi pridelave.

Vendar pa se razlike med poljščinami pokažejo tudi glede na to, kako rastline uporabimo (predelamo) in kakšen delež CO₂ ostane trajno vezan v tleh ali v proizvodih. Kot je razvidno iz prejšnjega poglavja, je pomembno, da se ogljik skladišči v trajnih materialih ali v tleh in da se v čim manjši meri sprosti nazaj v ozračje. Pri koruzi in pšenici za zrnje je sekvstriran tisti ogljik, ki ostane v vezan v koreninskem sistemu in žetvenih ostankih (z določenimi izgubami), preostalo se prek prehrane ljudi in živali v veliki meri vrne nazaj v ozračje prek respiracije in izgub iz izločkov. Podobno je pri gojenju konoplje za seme in cvet (predpostavimo, da pri vseh treh kulturah slama ostane na njivi). Pri silažni koruzi ostane v tleh zgolj ogljik, vezan v koreninski sistem, vse preostalo gre v prehrano in ponovno prispeva k izpustom CO₂. Samo pri pridelavi za stebila (vlakna in pezdir) ima konoplja boljšo stopnjo trajne sekvestracije ogljika kot najpogostejše kulturne rastline. Ogljik, ki se veže, predstavlja okrog 27 % absorbiranega CO₂ iz ozračja (preglednica 6).



Pomembno je, da se ogljik skladišči v trajnih materialih ali v tleh in da se v čim manjši meri sprosti nazaj v ozračje.

Preglednica 6: ogljik, vezan oziroma sekvstriran v tla (t), z ostanki konoplje po spravilu cvetov, KMG Korenika, Pomurje; vezani ogljik predstavlja pribl. 27 % absorbiranega CO₂

Način setve	2021	2022	2023
Zgodnja setev – koruzna sejalnica (t)	0,33	0,64	5,89
Pozna setev – koruzna sejalnica (t)	0,73	0,27	4,14
Zgodnja setev – žitna sejalnica (t)	0,31	0,65	6,95
Pozna setev – žitna sejalnica (t)	1,09	0,68	3,96

3.5

Vloga industrijske konoplje pri varovanju virov v kmetijstvu

Viri:

Dhondt, F. in Muthu, S. S. [2021]. *Hemp and Sustainability*. Springer Nature Singapore.
<https://books.google.si/books?id=D1BtzgEACAAJ>

Gan, Y., Liang, C., Chai, Q., Lemke, R. L., Campbell, C. A. in Zentner, R. P. [2014]. Improving farming practices reduces the carbon footprint of spring wheat production. *Nature Communications*, 5(1), 5012.
<https://doi.org/10.1038/ncomms6012>

Kočjan-Ačko, D. [1999]. Pozabljene poljščine. Ljubljana: Kmečki glas, str. 107–108

Morgan, W., Singh, J., Kesheimer, K., Davis, J. in Sanz-Saez, A. [2024]. Severe drought significantly reduces floral hemp (*Cannabis sativa* L.) yield and cannabinoid content but moderate drought does not. *Environmental and Experimental Botany*, 219, 105649.
<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105649>

Shen, Z., Tiruta-Barna, L. in Hamelin, L. [2022]. From hemp grown on carbon-vulnerable lands to long-lasting bio-based products: Uncovering trade-offs between overall environmental impacts, sequestration in soil, and dynamic influences on global temperature. *Science of The Total Environment*, 844, 157331.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157331>

Sunoj Valiapparambil Sebastian, J., Dong, X., Trostle, C., Pham, H., Joshi, M. V., Jessup, R. W., Burrow, M. D. in Provin, T. L. [2023]. Hemp Agronomy: Current Advances, Questions, Challenges, and Opportunities. *Agronomy*, 13(2).
<https://doi.org/10.3390/agronomy13020475>

Tang, K., Fracasso, A., Struik, P. C., Yin, X. in Amaducci, S. [2018]. Water- and Nitrogen-Use Efficiencies of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Based on Whole-Canopy Measurements and Modeling. *Frontiers in Plant Science*, 9.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.00951>

Thevs, N. in Aliev, K. [2022]. Water consumption of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) from a site in northern Kazakhstan. *Central Asian Journal of Water Research*, 8(2), 19–30.
<https://doi.org/10.29258/CAJWR/2022-R1.v8-2/19-30.eng>

Van der Werf, H. M. [2004]. Life cycle analysis of field production of fibre hemp, the effect of production practices on environmental impacts. *Euphytica*, 140(1–2), 13–23

Vosper J. The Role of Industrial Hemp in Carbon Farming. GoodEarth Resources PTY LTD. [ABN 79 124 022 859].

Wimalasiri, E. M., Jahanshahi, E., Chimonyo, V. G. P., Kuruppuarachchi, N., Suhairi, T. A. S. T. M., Azam-Ali, S. N. in Gregory, P. J. [2021]. A framework for the development of hemp (*Cannabis sativa* L.) as a crop for the future in tropical environments. *Industrial Crops and Products*, 172, 113999.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113999>

Žydelis, R., Herbst, M., Weihermüller, L., Ruzgas, R., Volungevičius, J., Barčauskaitė, K. in Tilvikienė, V. [2022]. Yield potential and factor influencing yield gap in industrial hemp cultivation under nemoral climate conditions. *European Journal of Agronomy*, 139, 126576.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126576>

Uvajanje konoplje v kolobar kot glavne poljščine lahko ugodno vpliva na rabo hranil iz tal. Neuporaba FFS ohranja mikrobioto v tleh, kar posredno vpliva na ohranjanje rodovitnosti tal ter direktno zmanjšuje onesnaženost tal s kemičnimi ostanki. Globok koreninski sistem pomaga pri povezovanju talnih agregatov, po spravi pa ostaja v tleh, kjer poveča vsebnost organske snovi. Globok koreninski sistem dalje omogoča dostopnost zraka v globlji plasti tal, kar zagotavlja mikrobovo aktivnost v globini in s tem vpliva na rodovitnost tal. Večji je tudi izkoristek vode in hranil iz globljih plasti tal, s čimer je rastlina odpornejša proti suši in lažje dostopa do hranil kot številne druge kulturne rastline.

Konoplja ima slabšo sposobnost vezave težkih kovin kot nekatere druge fitoremediacijske rastline. Vendar pa njena hitra rast in sposobnost vezave drugih onesnaževal ter odvečnih hranil vsekakor pripomoreta k »čiščenju«
 površin, katerih namembnost se preusmerja v ekološko kmetijstvo, ali površin, ki so bile degradirane zaradi onesnaževal in se jih želi ponovno vzpostaviti za kmetijsko pridelavo. Uporabljena je bila tudi v takratni Sovjetski zvezi za odstranjevanje radioaktivnih elementov po jedrski nesreči v Černobilu. Uvajanje konoplje kot strniščnega dosevka preprečuje erozijo in degradacijo tal, saj konoplja s svojim sestojem preprečuje vetrno in vodno erozijo po glavni kulturi, prav tako pa iz tal veže morebitni odvečni dušik in hranila. Zaradi neurejene zakonodaje oziroma zahteve, da se jo seje v strnjenem posevku, konoplje ni mogoče uporabljati v mešanicah neprezimnih dosevkov za ukrepe kmetijske politike, kar je velika škoda iz stališča varovanja tal. Konkretno bi se konoplja lahko uporabljala za nadomestitev pomembnih količin izdelkov, pridobljenih iz dreves, kar bi zmanjšalo uporabo obstoječih populacij dreves in ohranjalo njihovo sprejemanje CO₂.

4

Rezultati preizkušanj v Sloveniji med leti 2020–2023

*Mateja Strgulec, Vesna Kunst, Igor Škerbot, Sonja
Bertalanič, Mojca Povšnar Starman, Marija Kalan
in Tamara Korošec*

4.1

Pridelava konoplje na Gorenjskem v obdobju treh let (2021–2023)

Sorte: 'Eletta cmapagna', 'Carmagnola' in 'Midwest'
Namen pridelave: za cvet

4.1.1 Splošni opis preizkušanj

Konoplja *Cannabis sativa* subsp. *sativa* je bila od sredine 18. stoletja tako kot v ostalih slovenskih pokrajinah razširjena tudi na Gorenjskem. Pridelava konoplje iz tistih časov je izhajala tako iz potreb na kmetijah kot tudi v širši družbi. V virih (Sadar, 1935, 1951; Maček, 1993, 1995) je navedeno, da so konopljo aprila sejali med koruzo, krompir, peso, repo ali pa na robove njiv ter vrtov, in sicer za zaščito posevkov. Pridelani konoplji so stebila obdelali v predivo, to pa uporabili za vrvi in konopljinu platno, iz katerega so izdelovali različne izdelke. Z odkritjem umetnih vlaken se je obseg pridelave konoplje zelo zmanjšal ali pa celo prenehal. Na Gorenjskem se je zanimanje za pridelavo industrijske konoplje pričelo ponovno po letu 2010, večinoma na ekoloških kmetijah.



Po letu 2018 so se površine, posejane s konopljo, začele zmanjševati predvsem zaradi uvoza iz drugih držav in zato vse težje prodaje pridelkov in izdelkov iz konoplje (seme, olje ipd.).

Na Gorenjskem smo imeli največ konoplje posejane leta 2018, in sicer skupno 35,02 ha na 24 kmetijskih gospodarstvih. Po letu 2018 so se površine, posejane s konopljo, začele zmanjševati predvsem zaradi uvoza iz drugih držav in zato vse težje prodaje pridelkov in izdelkov iz konoplje (seme, olje ipd.). V obdobju trajanja projekta od leta 2021 je obseg pridelave konoplje na Gorenjskem padel iz 19,12 ha v letu 2012 na 5,8 ha v letu 2023. Vzrok za drastičen padec površin posejanih s konopljo lahko pripišemo tudi neugodnemu vremenu, saj smo v obdobju vegetacije 2021 in 2022 imeli sušo, leta 2023 pa ekstremno močo. Zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov so bili v vsem času trajanja projekta pridelki konoplje slabi.



V okviru projekta smo med letoma 2021 in 2023 preizkušali različne sorte konoplje, pri katerih smo opazovali predvsem morfološke lastnosti in razvoj konoplje glede na vreme ter pridelek socvetij glede na vrsto pridelave, na koncu pa analizirali še vsebnost CBD in THC. Preizkušanje konoplje smo v letih 2021–2023 izvajali na kmetiji Škofic iz Mlake pri

Kranju, vsako leto na drugi lokaciji. V obdobju projekta smo na tej kmetiji preizkušali tri sorte konoplje in sicer leta 2021 'Carmagnola', leta 2022 'Eletta campana' in leta 2023 sorti 'Eletta campana' in 'Midwest'. Vse tri sorte konoplje so se pridelovale za cvet. Rezultati sorte 'Midwest' so prikazani v prvem poglavju.

4.1.2

Tehnologija pridelave konoplje

Konoplja je bila v vseh treh letih sejana na srednje težka peščeno-ilovnata tla, ki imajo srednjo sposobnost zadrževanja vode v tleh. Pred setvijo konoplje je bila njiva vsako leto gnojena s hlevskim gnojem 20 t/ha in NPK 15/15/15 po gnojilnem načrtu. Ko je bila konoplja visoka približno 25 cm, je bila dognojena s še 35 kg dušika/ha. Sorta 'Midwest' je bila na njivi, kjer je bila založenost s fosforjem v razredu D in kalijem v razredu E, zato dognojevanja ni bilo.

Konoplja je bila v letih 2021 in 2022 posejana v podsevek bele detelje. Podsevek bele detelje je bil izbran z namenom, da se prepreči zapleveljene posevka predvsem s travnimi pleveli v poletnem času.

V letu 2023 se je konoplja sorte 'Eletta campana' sejala v trakove, na prezimni posevek deteljno-travne mešanice, sorta 'Midwest' pa se je sejala na grebene, ki so se pokrili s folijo.

Pri pridelavi konoplje v vseh treh letih se je tako pri podsevku bele detelje kot pri setvi konoplje v trakove izkazal velik problem s travnimi pleveli, kot so sivozeleni muhvič (*Setaria glauca*), krvavordeča srakonja (*Digitaria sanguinalis*), kostreba (*Echinochloa crus galli*), breskovolistna dresen (*Polygonum persicaria*). Pleveli so se zelo razrasli v juliju in avgustu v sušnih letih 2021 in 2022 ter tudi v ekstremno mokrem letu 2023.



Pri pridelavi konoplje v vseh treh letih se je tako pri podsevku bele detelje kot pri setvi konoplje v trakove izkazal velik problem s travnimi pleveli.



Sorta 'Eletta campana' po košnji
travnih plevelov leta 2022
(fotografija: M. Povšnar Starman)

4.1.3

Vpliv vremena, bolezni in škodljivcev na razvoj in pridelok konoplje

Za dober in hiter vzrnek konoplje je pomembno, da so tla ob setvi primerno vlažna, prav tako je vlaga v tleh bistvena v obdobju mladostnega razvoja rastline. V vseh treh letih trajanja projekta je bilo leto 2021 najugodnejše, čeprav je bilo maja za vznik rastlin veliko padavin in hladnejše vreme. Mesec junij v letu 2021 je bil suh, vendar večjega zastoja rasti ni bilo. V obdobju hitre rasti konoplje (konec junija in julij) je bilo padavin dovolj, tako da se je konoplja lahko razvila do primerne zrelosti za pobiranje. Žal je bil ob vzorčenju inšpekcije v vzorcu izmerjen prevelik odstotek THC (0,26 % od 0,2 % dovoljenega), zato pridelok ni bil primeren za prodajo.

V sušnem letu 2022 in v izredno mokrem letu 2023 smo opazili, da je sorta konoplje 'Eletta campana' občutljiva za stresne vremenske razmere. Zaradi suše in tudi zaradi čezmerne vlage v tleh je konoplja slabo kalila, rastline so zaostajale v rasti, zato je bil pridelok cvetov manjši. V letu 2022 so se na konoplji, ki je bila že sicer prizadeta zaradi ekstremne suše, pojavili še bolhači, ki večje škode sicer niso povzročili.

V letu 2022 smo seme za setev dobili zelo pozno, saj ga dobavitelj ni imel na zalogi, hkrati pa so bile razmere v tleh zelo sušne, zato je bila setev 'Elette campane' opravljena šele v začetku junija. Sledilo je zelo vroče in sušno poletje, konoplja je počasi rasla, zato ni bila konkurenčna travnim plevelom. V avgustu so se pleveli kosili med vrstami in v vrsti, vendar je bil pridelok zaradi pomanjkanja vode kljub temu slab. V noči na 3. oktober, tik pred žetvijo, je bil celoten pridelok na njivi ukraden. Ostalo je le nekaj posameznih rastlin, ki smo jih vseeno poslali na analizo CBD in THC. Ker sorta

ni bila tehnološko zrela, je bila vsebnost kanabinoidov nizka, CBD 1 % in THC 0,04 %.

V letu 2023 je bila kalivost razpoložljivega semena 'Elette campane' zelo slaba (30 %). Zaradi neugodnih vremenskih razmer (moča, izredni padavinski dogodki) smo ostali brez pridelka sorte 'Eletta campana'.



V sušnem letu 2022 in v izredno mokrem letu 2023 smo opazili, da je sorta konoplje 'Eletta campana' občutljiva za stresne vremenske razmere.



4.2

Pridelava konoplje v Prekmurju v obdobju treh let (2021–2023)

Sorta: 'Futura 75'

Namen pridelave: cvetovi in listi za čas

4.2.1 Splošen opis preizkušanj

Pridelava konoplje v Prekmurju je potekala na eko-socialni kmetiji Korenika, ki se nahaja v Šalovcih, v samem osrčju Krajinskega parka Goričko. Že po nekaj letih delovanja je Korenika postala prepoznavna tudi na širšem geografskem prostoru in je, tudi v očeh strokovne javnosti, priznana kot primer dobre prakse na področju socialnega podjetništva, zaposlovanja invalidov in oseb iz drugih ranljivih družbenih skupin ter zaščitnega zaposlovanja. Na Koreniki so vzpostavili sistem ekološke pridelave in predelave živil. Na dobrih dvajsetih hektarjih kmetijskih površin pridelujejo poljščine, med katerimi so konoplja, zelišča, sadje in zelenjava, v naravi pa nabirajo sadeže, ki jih predelajo v ekološke izdelke. Pod okriljem lastne blagovne znamke izdelujejo in prodajajo zeliščne čaje, hladno stiskana olja, sušeno in vloženo sadje in zelenjavo, ozimnico, sokove in sirupe in še bi lahko našteali. Imajo tudi urejen prostoren zeliščni vrt in živalski park, v katerem domujejo številne živali, ki so zelo priljubljene med najmlajšimi obiskovalci. Infrastrukturne možnosti, s katerimi razpolagajo na kmetiji, so dobre. Imajo vso potrebno mehanizacijo za setev, okopalnik, dober dostop do površin, prostore za sušenje in skladiščenje.

4.2.2

Tehnologija pridelave konoplje

Namen pridelave konoplje sorte 'Futura 75' so bili cvetovi in listi za čaj, ki ga na Koreniki tržijo pod svojo blagovno znamko. Preizkušali smo, ali je za njihove potrebe bolj primerna strnjena setev z žitno sejalnico ali setev v vrste s koruzno sejalnico. Glede na podnebne spremembe in spremembe v vremenskih pojavih nas je zanimalo, kako se obnese zgodnja setev (klasična priporočila za setev konoplje) in kako kasnejša (začetek junija). Prav tako nas je zanimalo, kako bo konoplja uspevala na slabo založenih tleh, ki so primerna za pridelavo nekaterih zelišč, s katerimi se na kmetiji prednostno ukvarjajo. Tla pred posevkom konoplje niso bila gnojena.

Leta 2021 je bila zgodnja setev opravljena 30. 4. 2021. Vremenske razmere so bile podpovprečno hladne in zelo vlažne, padla je velika količina padavin, tla so bila razmočena, voda je zastajala na spodnjem delu njive. Zaradi slabih vremenskih razmer se je pozna setev izvedla 10. 6. 2021. Po tem datumu sta sledila suša in prvi vročinski val. Pri zgodnji setvi smo opazili neenakomeren vznik in rast rastlin. Tla so bila razmočena in zbita zaradi obilnih padavin v mesecu maju. Zaradi razmočenosti zemlje je bila obdelava tal po vzniku otežena, zato se je pojavila zapleveljenost, sledilo pa je sušno in vroče obdobje. Tla so bila slabo humozna in slabo založena. Pri pozni setvi smo opazili manj plevela kot pri zgodnji. Rast je bila bujnejša pri poznih posevkih. Kot posledica erozije tal se je ponekod pojavila neenakomerna rast rastlin. Poleti so rastline zaradi vročinskega stresa in suše prisilno dozorevale. Pridelek je bil v slab, najslabše je bilo pri zgodnjih setvah (sliki 13 in 14); predvidevamo, da tudi na račun slabo razvitih korenin v zgodnji fazi rasti (mróz, moča), neuporabe česala za zatiranje plevelov in primanjkovanja zraka v tleh (težka tla, nalivi, suša). Rastline so bile v zgodnji strnjeni

Lepo razvidna razlika med zgodnjim in poznim rokom setve v letu 2021

(fotografija: S. Bertalaní)



setvi visoke manj kot 40 cm in brez dobro izoblikovanega socvetja (Slika 15). Zanimiv fenomen je bila popolna odsotnost fenotipskih lastnosti dvospolnih rastlin v najbolj prizadetem posevku.

Pozna setev v vrste s koruzno sejalnico se je izkazala za najboljšo izbiro v danih razmerah, kar zadeva velikost rastlin, celotno maso posamezne rastline in pridelek na rastlino.

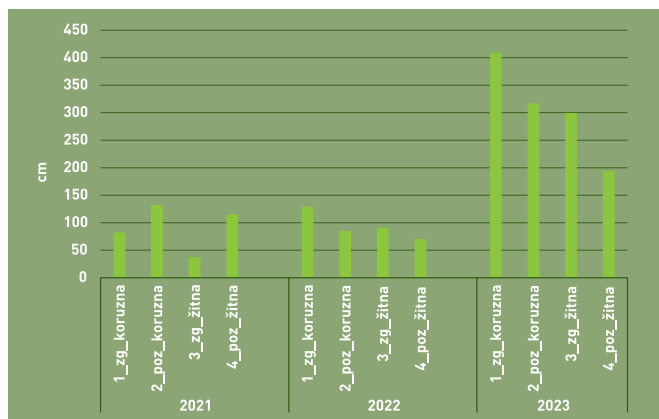
Ker pa je gostota pri takem načinu sejanja precej manjša kot pri sejanju z žitno sejalnico, je bil skupni hektarski pridelek suhih cvetov največji pri pozni setvi z žitno sejalnico in je znašal 703 kg/ha. Pri pozni setvi z žitno sejalnico je bila tudi suha masa stebel največja. Pri merjenju korenin 20 rastlin je bila suha masa korenin iz poznega posevka s koruzno sejalnico največja, spet pa je celokupno največ korenin (kot organski material) ostalo v tleh pri pozni strni setvi. V letu 2022 je bila konoplja posejana na površino

Preglednica 7: osnovni podatki o preizkušanju na KMG Korenika v letih 2021, 2022 in 2023

	2021	2022	2023
Sorta konoplje	'Futura 75'	'Futura 75'	'Futura 75'
Velikost poskusne površine (ar)	30	30	59
Faktorji preizkušanja	Zgodnja vs. pozna setev in strnjena setev vs. setev v vrste	Zgodnja vs. pozna setev in strnjena setev vs. setev v vrste	Zgodnja vs. pozna setev in strnjena setev vs. setev v vrste
Gostota setve	Strna setev: 25 kg/ha Setev v vrste: 11 kg/ha	Strna setev: 25 kg/ha Setev v vrste: 11 kg/ha	Strna setev: 25 kg/ha Setev v vrste: 11 kg/ha
Datum zgodnje setve	30. 4. 2021	4. 5. 2023	26. 4. 2023
Datum pozne setve	10. 6. 2021	13. 6. 2022	1. 6. 2023
Datum žetve	3. 9. 2021	8. 9. 2022	13. 9. 2023
Predposevek	Koruzna	Koruzna in pegasti badelj	Mešane zelenjadnice
Zatiranje plevelov	Česalo ali okopalnik	Česalo ali okopalnik	Česalo ali okopalnik
Analiza tal	pH = 5,98, humus 1,98 %, P205 = 1,9 mg/100 g, K20 = 14,0 mg/100 g	pH = 5,7, humus 2,7 %, P205 = 5 mg/100 g, K20 = 14,7 mg/100 g	pH = 6,48, humus 2,74 %, P205 = 19,9 mg/100 g, K20 = 21,8 mg/100 g
Vzorčenje (cvet, stebila, korenine, pleveli)	Pri strnjeni setvi smo vzorčili 3 × 1 m ² površine, pri setvi v vrste pa 3 × 7 m dolžine vrste	Pri strnjeni setvi smo vzorčili 3 × 1 m ² površine, pri setvi v vrste pa 3 × 7 m dolžine vrste	Pri strnjeni setvi smo vzorčili 3 × 1 m ² površine, pri setvi v vrste pa 3 × 7 m dolžine vrste

z naklonom; tla so bila boljše teksture, vendar slabo založena s fosforjem in kalijem. Njivska površina je bila predhodno pripravljena z oranjem, fino obdelavo ter s slepo setvijo. Zgodnja setev je bila opravljena 04. 5. 2022. Temperature v maju so bile nadpovprečno

visoke. Ob vzniku rastlin je bila vlaga optimalna, sledilo je vroče in sušno obdobje z vmesnimi kratkotrajnimi nalivi ob nevihtah. Posledica je bila erozija tal v spodnji polovici njivske površine (Slika 15). Vznik je bil dober, ponekod nekoliko neenakomeren.

Slika 15: višina rastlin v času vzorčenja v posameznih letih (cm)



**Zgodnja strnjena setev
v letu 2021 zaradi
spomladanske moče in
hlada ni dala pridelka**
(fotografija: S. Bertalanič)



**Posledice nalivov in
erozije v juniju leta 2022**
(fotografija: S. Bertalanič)

Po okopavanju je padla velika količina padavin (2-krat po 45 L). Voda je velik del zgornjega obdelanega dela zemlje odnesla na spodnji del njive. V tleh so nastali utori. Ponovno se je izkazalo, da so tla z malo humusa in brez rastlinskega pokrova izredno slaba za gojenje konoplje. Škoda na tleh je bila manjša pri strnjeni setvi. Po nalivih se je na delu strnjene setve, kjer ni bilo mogoče česati, začel zastoj v rasti; skoraj zagotovo zaradi pomanjkanja zračnosti v zemlji. Rastline so postajale vedno bolj svetle barve, kar je bilo zelo opazno v primerjavi z rastlinami, ki so bile okopane. Slednje so bile vidno bujnejše. Od pleva se je pojavljala ambrozija, ptičja dresen in nekaj metlike ter osata.

Pozna setev je bila izvedena 13. 6. 2022. Po vzniku so bili nalivi, kar se je odrazilo v eroziji tal. Konoplja je zaradi vročinskega in sušnega stresa prisilno dozorevala tako pri zgodnjem



Posevek zgodnje setve v polni zrelosti
(fotografija: S. Bertalanč)



Vzorčenje preizkusa v letu 2022
(fotografija: S. Bertalanč)

kot pri poznem posevku. Posevek zgodnje setve v vrste je bil lep, rast rastlin je bila optimalna. Rastline so bile temnozeleno barve. Zapleveljenost se je pojavljala zgolj v vrstah. Vse to je bila posledica uporabe okopalnika, ki je uničil večji del plevela ter prezračil tla. Rezultati so predstavljeni skupaj z rezultati za leti 2021 in 2023 (sliki 19 in 20).

V letu 2023 smo za direktno primerjavo ob konoplji posejali še koruzo in sončnice. Tla na tej površini so bila boljša po teksturi in strukturi kot prejšnji dve leti, pa tudi dobro založena s fosforjem in kalijem; pH tal je znašal 6,5, humus 2,74 %.

Zgodnja setev je bila opravljena 26. 4. 2023. Vremenske razmere so bile povprečno tople, vlaga je bila optimalna. Vznik je bil enakomeren, prav tako rast. Razmere za pozno setev 1. 6. 2023 so bile idealne. Vznik je bil dokaj enakomeren, vremenske razmere pa so bile vseskozi ugodne.

Nevihte niso povzročale škode na pridelkih. Pri setvah v vrste je bil uporabljen okopalnik. Vsi posevki so skozi celotno rastno dobo izredno lepo uspevali, rastline so bile izredno bujne, lepe in temnozeleno barve. V juliju smo zaradi vročine in suše opažali rahlo zaostalost v rasti rastlin poznih posevkov. Rastline so bile v fazi zorenja nadpovprečno velike, največje so segale 4–5 m v višino (Slika 15). V fazi zorenja konoplje pa je bilo sončno in vroče. Pridelek je bil nadpovprečno dober, rastline so dosegle maksimalno velikost. S plevelom in škodljivci ni bilo težav. Ponovno se je izkazalo, da konoplji ugajajo humozna, rahla, prezračena tla. Uspeh zadnjega leta preizkušanj gre pripisati predhodnemu gnojenju s hlevskim kompostiranim gnojem, saj so na tej površini gojili zelenjadnice, in seveda izredno ugodnim vremenskimi razmeram na tej lokaciji.



Ponovno se je izkazalo, da konoplji ugajajo humozna, rahla, prezračena tla. Uspeh zadnjega leta preizkušanj gre pripisati predhodnemu gnojenju s hlevskim kompostiranim gnojem, saj so na tej površini gojili zelenjadnice, in seveda izredno ugodnim vremenskimi razmeram na tej lokaciji.

4.2.3 Rezultati preizkušanj

Zaradi različnih vremenskih razmer in različnih tal so bili posevki konoplje in pridelek socvetij med leti zelo različni. V letu 2021 so se najbolj izkazale pozne setve, v letu 2022 pa zgodnje, vendar je bila letina v teh dveh letih izrazito slabša kot v letu 2023, ko je bil pridelek cvetov 5–10-krat večji (slika 19).

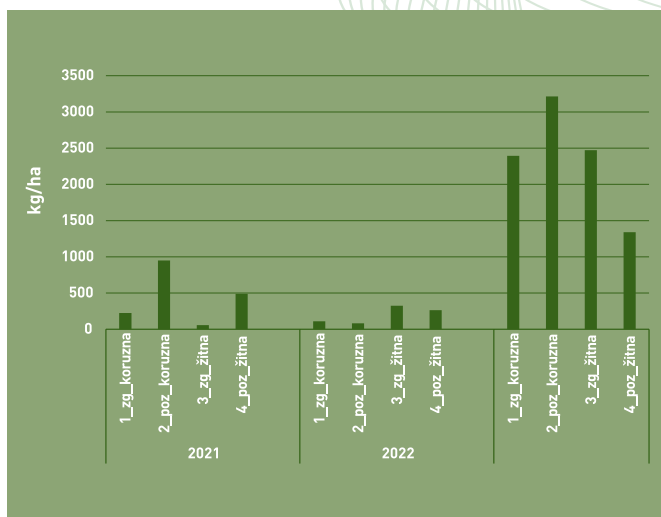


Zelo dobro se obnese setev v vrste, če vremenske razmere omogočajo okopavanje.

Pri visokih rastlinah je sorazmerno večja tudi masa korenin, ki po žetvi ostanejo v tleh in bogatijo tla z organsko maso (slika 20). Tako enormno visoke rastline pa imajo v slovenskih razmerah velik problem – na velikih površinah jih običajno ni mogoče požeti zaradi pomanjkanja specializirane mehanizacije. Preizkus tako kaže neke idealne razmere, ki pa v praktičnih okoliščinah na velikih površinah, ki zahtevajo strojno žetev, trenutno niso mogoče. Za v prihodnje se je delujočim na kmetiji priporočalo, naj skrbijo za kakovost tal in naj posegajo po pozni setvi, saj bo za njihove potrebe pridelek dovolj velik, spravilo posevka pa lažje. Zelo dobro



Slika 19: višina rastlin v času vzorčenja v posameznih letih (cm)



Slika 20: masa suhih korenin v kg na hektar za leta 2021, 2022 in 2023

se obnese setev v vrste, če vremenske razmere omogočajo okopavanje. Pri strnjenih setvah je potrebno česalo, sploh kadar razmere niso optimalne za hitro rast konoplje. Organska snov se lahko dvigne s podori, mikrobnno inokulacijo in biodinamičnimi pristopi, saj živalskih gnojil nimajo dovolj.

4.3

Pridelava konoplje na Dolenjskem v obdobju treh let (2021–2023)

Sorte: 'Futura 75', 'Fiona', 'Fedora 17', 'Midwest'

Namen pridelave: seme, cvet

4.3.1 Splošni podatki



Na podlagi preizkušanja lahko podamo usmeritve za uspešno setev konoplje, v povezavi z dejstvom, da so se vremenske razmere v času setve in kasneje v rastni dobi zelo spremenile in terjajo uvajanje določenih sprememb tudi z vidika izvedbe setve in celotne pridelave konoplje.

Izvajanje poskusnih setev v okviru preizkušanja pridelave industrijske konoplje za seme in cvet v obdobju 2021–2023 na območju jugovzhodne Slovenije je potekalo tri leta zapored na kmetiji Redek, ki ima precej tipična dolenjska tla, srednje težka, globoka, meljaste do ilovnate teksture in dobro založena s hranili. Tla so nekoliko prekislja (pH 5,6) in založenost s humusom je srednje dobra. Temeljno gnojenje smo, v skladu z gnojilnim načrtom, izvajali pred setvijo s hlevskim gnojem v letih 2021 in 2022 in z mineralnim gnojilom v letu 2023 v količini za pričakovani pridelek zrnja 2 t/ha. V letu 2021 smo konopljo tudi dognojevali in del dušika (80 kg/ha) dodali konoplji v fazi BBCH 35.

Konoplja se je vključevala v kolobar s koruzo in žiti. Tla so se obdelovala klasično, s plugom in vrtavkasto brano ali predsetvenikom. Tako se tudi običajno obdelujejo tla na manjših kmetijah, ki se največkrat odločajo za setev konoplje. Lahko rečemo, da so imela tla ponekod že slabšo strukturo, kar pripisujemo dokaj ozkemu kolobarju s slabšim vključevanjem dosevkov prek zime in z intenzivno obdelavo. Posledice poškodovanih tal so bile pogosto opazne tudi kot deformacije glavne korenine konoplje.

V preizkusih smo sejali dve sorti, ki sta se na kmetiji že običajno najbolj pogosto uporabljale. To so sorte 'Finola', 'Fedora 17' in nova slovenska sorta 'Fiona'. Zanimale so nas razlike med

njimi za namen pridelave semena in cvetov. V treh letih preizkušanja s popolnoma različnimi vremenskimi razmerami težko zaključimo, katera sorta je optimalna, sploh glede na številne spremenljivke. Vsekakor bo treba nadaljevati sortno preizkušanjem, predvsem s sortama 'Fedora 17' in 'Fiona'.

Tradicionalno se konoplja pri nas seje z žitno sejalnico na medvrstno razdaljo 12,5 cm; ob porabi semena 20–40 kg/ha. S poskusi smo želeli preveriti, ali je setev z žitno sejalnico primernejša kot setev s koruzno. Lahko rečemo, da smo v dveh letih (2021 in 2022) z žitno sejalnico dosegali boljše pridelke kot s setvijo na večje MVR s koruzno sejalnico. V letu 2023 je bila gostejša setev slabša predvsem zaradi zelo močne zapleveljenosti, ko so pleveli popolnoma prerasli konopljo in uničili posevek. Mokra pomlad je pospešila rast plevelov, ki jih v gosti setvi ni bilo možno nadzirati z mehanskimi ukrepi. V posevku z večjo medvrstno razdaljo (setev s koruzno sejalnico) je enkratno okopavanje pripomoglo k boljši gostoti posevka, a ta ni zadoščala za ekonomsko upravičenost spravila pridelka. Ob tem izpostavljamo tudi drugo kritično točko takoj po setvi, ko so ptice pogosto škodile z zobanjem posejanega semena in tako povzročile drastično zmanjšano posevka.

S tega vidika priporočamo dodatni ukrep, uvajanje prekrivanja posevka s kopreno. V letu 2021 je kritično točko predstavljala tudi škoda zaradi polžev, ki so hudo poškodovali vznikle rastline na delih njive.

Na podlagi preizkušanja lahko **podamo usmeritve za uspešno setev konoplje, v povezavi z dejstvom, da so se vremenske razmere v času setve in kasneje v rastni dobi zelo spremenile in terjajo uvajanje določenih sprememb tudi z vidika izvedbe setve in celotne pridelave konoplje.** Priporočeni ukrepi niso učinkoviti takoj, pač pa šele v nekaj letih. Za uspešno setev in vznik konoplje ter ustrezno gostoto posevka je treba večjo pozornost posvetiti tlom, ter vzdrževanju dobre talne strukture in zadostne vsebnosti humusa poleg preostalih hranil. To bomo dosegli s postopnim prehodom na zmanjšano obdelavo tal za setev, ki pa bo možna le, če bodo njive prek zime ozelenjene s prezimnimi dosevkami ali tla vsaj zastrta z neprezimnimi dosevkami, da lahko tla obdržimo v ustrezni kondiciji do setve, ta je pri nas navadno v času od začetka maja do sredine junija. V novih podnebnih razmerah ima ustrezna obdelava tal na pridelavo konoplje še večji vpliv. Pri klasični obdelavi tal s plugom in vrtavkastimi branami se veliko težje in dražje uspešno

Preglednica 8: nekateri proizvodni parametri pri preizkušanju sort 'Fedora 17' in 'Fiona' v letu 2022

Način sejanja	Gostota setve (kg/ha)	MVR (cm)	Višina rastlin (m)	Globina glavnih korenin (cm)	Št. rastlin na ha	Pridelek suhega semena (kg/ha)	Masa stebel s koreninami (g/rastlino)
'Fiona'							
koruzna	40	70	2,8	42,0	176667	1240	101,0
žitna	40	12,5	2,8	27,3	293333	1113	96,5
'Fedora'							
koruzna	20	70	2,4	*	426667	2317	90,0
koruzna	40	70	2,2	16,2	423333	1613	88,5
žitna	40	12,5	2,1	11,7	883333	1900	86,0

* ni podatka

izvede setev kot некоč, saj so učinki zime na golih tleh močno erozivni, spomladanske suše ali pretirane moče pa zelo pogoste. Za uspešno setev v bolj grobo obdelana tla pa je nujno uporabiti tudi izboljšano lemežno sejnalnico težje izvedbe. Trenutno je velik izziv ta, kako do take kmetijske mehanizacije priti na manjših kmetijah. Svetujemo pa, naj pridelovalci konoplje iščejo ustrezne strojne storitve pri večjih pridelovalcih v bližini, saj jih resnično potrebujejo. Uspeh pridelave industrijske konoplje v veliki meri sloni na kakovostno izvedeni setvi. Poleg naštetih bistvenih usmeritev za uspešno setev – izboljšanje kolobarjenja, setve dozevov in zmanjšanja obdelave tal, ki jih združujemo pod pojem ohranitvenega kmetovanja – pa je za kakovostno setev treba razmišljati tudi o uvedbi namakanja posevkov, saj suša vse pogostejše odloča o dobrih vznikihi semen ter nadaljnji rasti in razvoju rastlin ter semena.



4.3.2

Ustrezno ravnanje z ostanki industrijske konoplje na njivi

Ravnanje z rastlinskimi ostanki konoplje, ki ostajajo na njivi po žetvi, je bistvenega pomena za dober okoljevarstveni odtis pridelave te alternativne in tradicionalne poljščine pri nas. Gre za tehnološki ukrep, ki odloča, ali bomo dosegli najboljšo konopljinjo predposevno vrednost za naslednje kulture v kolobarju. Po žetvi konoplje za seme in cvet ostane na njivi okrog 40 % biomase (steblo, listi in korenine), kar predstavlja polovico hranil, ki smo jih dodali z gnojenjem, ter ogromno organske snovi za povečanje humusa in ogljika v tleh.

Pomembno je, da pravilno ravnamo s to maso, da nam bo omogočala trajnostno pridelavo na njivah, zmanjšano obdelavo tal in njihovo večjo godnost; ter da si s tem delamo čim manj stroškov. Bogata zastirka, ki jo ostanki

konoplje ustvarijo na njivah, predstavlja več kot 50 % pokritost tal. Ta zastirka ostaja na površini prek zime in se postopno razkraja. Ob tem ustvarja ugodne talne razmere in dobre rastne pogoje za setev in rast različnih prezimnih posevkov in dozevkov. Bistveni element pri ravnanju z rastlinskimi ostanki je to, da jih puščamo na površini in jih ne mučimo, saj je to nepotrebno in drago ter do okolja neprijazno. S tem omogočamo, da lahko pri žetvi izpadla semena ponovno kalijo in dopolnijo na novo posejani dosevek. Z opazovanjem dobrih praks pridelovalcev konoplje v jugovzhodni Sloveniji in Posavju sta puščanje rastlinskih ostankov na površini in direktna setev vanje pozitivno vplivala na rast vseh kultur v naslednjem letu – inkarnatka, različna žita in mešanice z inkarnatko, grašico in žiti.



Test mikrobiološke aktivnosti tal po spravi konoplje, izkop čajnih vrečk

(fotografiji: M. Strgulec)



Rezultat poskusa je dodatno podkrepil domnevo o dobri sposobnosti konoplje za dvig mikrobiološke aktivnosti tal in njeno dobro predposevno vrednost za naslednje kulture v kolobarju.



Bogata zastirka iz konopljinih stebel, ki ostaja na površini prek zime in se postopno razkrajja, je bistvena za dober okoljevarstveni odtis

(fotografija: M. Strgulec)

Tudi primer zaoranih ostankov v pridelavi korenin v naslednjem letu je pokazal prednosti pri spomladanski suši na lahkih tleh, ko se je škoda po suši pokazala v veliko manjši meri oziroma se sploh ni.

Razpadajoča zastirka na površini povečuje novim posevkom vlago, nudi hranila, preprečuje rast plevela in povečuje življenje v tleh. Pri lopatnem poskusu je bilo videti dobro strukturna tla, bogata z deževniki, drugimi makroorganizmi in številnimi rovi v tleh.

Pričakovano boljšo mikrobiološko aktivnost smo želeli tudi nekako izmeriti. Odločili smo se za uporabo metode razkroja zakopanih čajnih vrečk, ki se v tleh razkrajajo v skladu z vitalnostjo tal; to je ena od prepoznanih metod v pedologiji. Vrečke smo na treh mestih na njivah zakopali v tla na globino območja korenin v jesenskem obdobju, po spravi konoplje in za primerjavo pa še na njivo z ekstenzivno pridelavo ozimne pšenice, ki jeseni ni bila gnojena. Spomladi smo vrečke izkopali, jih posušili ter jih stehtali. Izguba teže zakopanih vrečk je nakazovala talno mikrobiološko aktivnost. Rezultati so pokazali, da je bila mikrobiološka aktivnost tal na njivi, na kateri je rastla konoplja, enkrat večja kot na njivi s pšenico. Masa izkopanih čajnih vrečk je bila pri konoplji enkrat manjša kot pri pšenici. **Rezultat poskusa je dodatno podkrepil domnevo o dobri sposobnosti konoplje za dvig mikrobiološke aktivnosti tal in njeno dobro predposevno vrednost za naslednje kulture v kolobarju.**

4.4

Pridelava konoplje v Podravju v obdobje treh let (2021–2023)

Sorta: 'Futura 75', 'Fedora 17', 'Fiona' in 'Midwest'
Namen pridelave: cvet, seme

4.4.1

Splošni podatki o preizkušanju

Preizkušanje v Podravju je potekalo na ekološki kmetiji Lamberger (Pri omi Nežil), ki se že leta ukvarja s pridelovanjem konoplje za seme in cvet. Iz semena na kmetiji pridobivajo hladno stiskano konopljinu olje, cvet tržijo kot čaj ali pa iz njega pridobivajo kanabinoide. V treh letih smo na kmetiji preizkušali različne sorte konoplje in tehnologije pridelave.



Zaradi neučinkovitosti česala je ščir prerasel in zadušil posevek konoplje, zato smo posevek zmulčili, da ne bi tvegali povečanja semenske banke trdovratnih plevelov.

4.4.2

Vpliv predposevka na pridelavo sorte 'Futura 75' v letu 2021

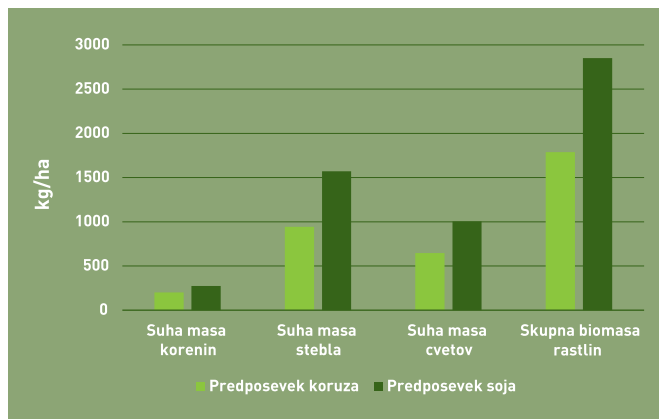
V letu 2021 smo za pridelavo konoplje za seme izbrali površino, na kateri sta prejšnjo sezono na dveh poljinah rastle različni kulture. Predhodni posevek je bila na eni poljini soja, ki je metuljnica, ki s pomočjo bakterij veže dušik iz zraka. Na drugi poljini je bila predhodni posevek koruza, ki je zahtevna poljščina, ki tlom odvzame veliko hranil. Setev konoplje smo izvedli v juniju; zaradi lažje strojne žetve semen. Ker je bilo v času setve že prvo sušno obdobje, je konoplja potrebovala dalj časa, da je vzklila, kar je ob prvih padavinah dalo konkurenčno prednost plevelom (ščir, bela metlika). Zaradi neučinkovitosti česala je ščir prerasel in zadušil posevek konoplje, zato smo posevek zmulčili, da ne bi tvegali povečanja semenske banke trdovratnih plevelov.

V prvotnem načrtu so na kmetiji želeli pridelati konopljo za seme – stiskanje olja. Po mulčenju prvega posevka smo se odločili, da 2. 8. 2021 posejemo pozno setev in spremljamo, ali

Cvetovi pozno sejane (2. 8. 2021) sorte
'Futura 75' pred žetvijo 15. 10. 2021
(fotografija: T. Korošec)



Slika 20: masa suhih korenin v kg na hektar za leta 2021, 2022 in 2023



lahko v teh spremenljivih okoliščinah semena konoplje celo dozorijo. Konoplja je zaradi kratkega dneva hitro prešla v generativno fazo. Ostala je nizka, oblikovala so se socvetja – dosegla je podobno velikost kot konoplja na posestvu Korenika, ki je bila sejana skoraj dva meseca prej. Z lepim koncem poletja se je zdelo, da morda lahko celo dozori, vendar je nato s hitrim mrazom prišel preobrat in semena niso dozorela, konoplja pa je ostala zelena in ni bila primerna za žetev z dostopnim

kombajnom. Spremembe, ki se dogajajo v višanju temperatur, se pojavljajo v ekstremih poleti in v bolj blagi obliki jeseni in pozimi, kar še vedno ne pomeni, da se poletja daljšajo in da bi lahko računali na daljšo vegetacijsko sezono. Sorte, ki potrebujejo več kot tri mesece, da dozorijo, tako niso primerne za pozne setve (v začetku avgusta). Ugodne so lahko še strniščne setve konec junija in v začetku julija, če želimo nizko konopljo, da jo lahko požanjemo s kombajnom.

4.4.3

Vpliv porabe mikrobiološkega preparata pri pridelavi sorte 'Futura 75' v letu 2022

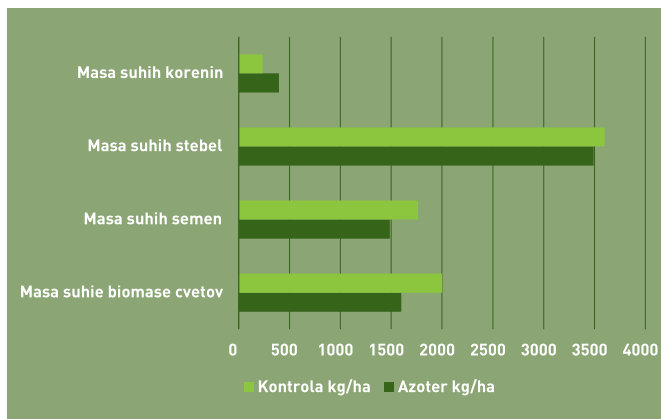
V letu 2022 smo konopljo najprej sejali direktno v mulč črne detelje s sejalnico za direktno setev; žal je bila setev zaradi tehničnih težav neuspešna. Nato smo njivsko površino normalno obdelali in v preizkušanje vključili mikrobiološki preparat, ki je vseboval $4,10^9$ enot, ki tvorijo kolonije (CFU)/cm³ iz vrst *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium* in prevladujoče *Pseudomonas putida*. Cilj je bil ugotoviti, ali lahko dodani mikroorganizmi pospešijo razgradnjo ostankov črne detelje v tleh in povečajo dostopnost hranil za konopljo. Nanos mikroorganizmov je bil izveden v večernih urah, tik pred fino predsetveno

obdelavo in setvijo. Klasična gnojila niso bila uporabljena. Gostota setve je bila 35 kg na hektar. Setev je bila izvedena 12. 6. 2022 z žitno sejalnico in medvrstnim razmikom 25 cm (vsaka druga vrsta zaprta).

Vzorčenje je potekalo ročno 26. 9. 2022 po 98 dneh rastne dobe (slika desno). Rastlinam z enega kvadratnega metra smo izmerili višino, pridelek semen, stebila, premer stebila in glavne korenine, vsebnost CBD, osnovno hranilno vrednost ter maščobnokislinsko sestavo semen. Deset dni po odvzemu vzorcev je bil celoten nasad požet s kombajnom.

Slika 21: pridelek konoplje na površini tretirani z mikrobiološkim pripravkom in kontrolni površini v letu 2022

Pridelek semen, požet strojno, je dosegel le 30 % količine semena, ki smo ga pobrali z ročnim vzorčenjem (izračunano na hektar). Strojno spravilo ima velike izgube (semena se osipajo), nekaj izgub pa lahko pripišemo osipanju semen in pticam že v času od vzorčenja do žetve. Zaradi velike variabilnosti tega preliminarne preizkusa ne moremo podati eksaktnih zaključkov. Rastline konoplje, tretirane z mikrobiološkim preparatom, so bile višje, prav tako so imele večjo maso glavnih korenin, ki so bile močno razvejane. Nasprotno pa rezultati kažejo numerično višji pridelek nadzemne biomase v skupini, ki ni bila tretirana (slika 27). To je



verjetno povezano z večjo gostoto rastlin v tej skupini. Gostota rastlin je bila zelo variabilna, kar kaže na težave s setvijo ali kalitvijo. Razlik v vsebnosti osnovnih hranil, maščobnih kislin v semenu in kanabinoidov v biomasi, med skupinama ni bilo.

4.4.3

Leto 2023, leto brez pridelka sort 'Fedora 17' in 'Fiona' **Sorta: 'Uso 31', 'Fedora 17', 'Fiona'**

V letu 2023 smo zastavili preizkušanje sort 'Fedora 17' in 'Fiona', ki smo ju posejali v preizkusu »side by side« s koruzo in sončnicami, da bi lahko direktno opazovali in primerjali rast teh vrst. Cilj je bil spremljati predvsem odziv na sušni stres. Znotraj poljine s sorto fedora 17 smo postavili še preizkus z dvema mikrobiološkima pripravkoma za fiksacijo dušika. Žal je bilo leto nadpovprečno mokro in težka tla na njivi

zaradi razmočenosti in zastajanja vode niso dovolila prehodov s česalom ali okopalnikom. Konopljo so zadušili plevi, zato se je celotni posevek požel iz zavrzel. Od kultur so se najbolj izkazale sončnice. Te so tudi v prejšnjih sušnih letih na tej kmetiji pokazale najboljšo odpornost in produktivnost. Žal smo v letu 2023 znova izkusili, da je kombinacija težkih tal in deževja za industrijsko konopljo zelo omejujoč dejavnik.

4.5

Pridelava konoplje na Koroškem v obdobju treh let (2021–2023)

4.5.1

Splošni podatki o preizkušanju

Na kmetiji Krevh smo preverjali vpliv gostote setve ter gnojenja na različne parametre ob žetvi. Preizkušanje je vsa tri leta potekalo na isti njivski površini, ki smo jo razdelili na več poljin, na katerih smo sejali tri skupine semen različne gostote. Kot povprečno (običajno) gostoto setve smo vzeli normo 25–30 kg semena na hektar. Na eni poljini smo setveno normo zmanjšali za 50 %, na drugi poljini pa za 50 % povečali. Ob robu njive smo zasejali varovalni pas, ki je izničil robni učinek.

Pred začetkom prve rastne sezone smo na kmetiji Krevh odvzeli vzorec za kemijsko analizo tal na površini, na kateri je potekal preizkus. Na podlagi kemijske analize vzorca tal (na dostopni P in K, pH) smo pripravili gnojilni načrt. Rezultati analize tal na parceli Breza (GERK 5679342) so pred preizkusom (pomlad 2021) pokazali srednje preskrbljena tla (B-založenost) s fosforjem in kalijem ter

vrednost pH 5,9 in 4,33 % humusa. Gnojenje je bilo opravljeno samo v prvem letu, in sicer smo v skladu z gnojilnim načrtom na parcelo potresli 340 kg PK (14–28) in 600 kg mletega apnenca. V skladu z načrtom preizkusa smo pognojili samo tretjino preizkusne površine, da bi po triletnem zaključku pridelave konoplje na tej površini lahko ocenili in z novo analizo tal ovrednotili vpliv pridelave konoplje na rodovitnost tal; sklepali smo namreč, da bi lahko kljub monokulturi konoplje vplivali na izboljševanje rodovitnosti tal zaradi korenin konoplje, ki so vsa leta seveda ostale v njivskih tleh.

Preizkus je vsa tri leta potekal na isti njivi, zato smo naslednjo analizo tal opravili po koncu tretje rastne sezone. En vzorec smo vzeli na delu njive, na katerem je bilo v prvem letu pognojeno, drugi vzorec pa na delu, na katerem ni bilo. Analiza tal na negnojenem iz jeseni leta 2023 je pokazala založenost (C) tako

Razporeditev preizkusnih parcel na njivi



s fosforjem kot s kalijem ter vrednost pH 6,03 in 4,83 % humusa. Analiza tal na gnojenem delu njive Breza je ravno tako pokazala dobro založenost s fosforjem in srednje preskrbljena tla (B-založenost) s kalijem. Tla na tem delu so manj kislila, saj imajo višjo vrednost pH, to je 6,59, kot v začetni analizi, ko je bila vrednost pH 5,9. Delež humusa se je na negnojenem delu znižal za 0,3 % glede na stanje po analizi iz 2021, ko je bilo v tleh 4,33 % humusa.

Vsako leto smo pred setvijo dvakrat izvedli slepo setev (vrtavkasta brana, čez tri tedne brana). S tem smo želeli preprečiti širjenje nezaželenih plevelov v posevku. Setev je bila v prvem letu izvedena 9. 6. 2021. Pri setvi smo uporabili sorto 'USO 31'. V drugem letu smo uporabili isto sorto, setev pa je bila 26. 5. 2022. Leta 2023 smo uporabili sorti 'Fedora 17' in 'Fiono'. Setev je potekala 29. 5. 2023. Setvena norma za sorto 'Fiona' je bila za 50 % višja od

priporočene, saj je seme imelo deklarirano slabšo kalivost.

V vseh treh letih smo se tik pred žetvijo odločili za izvedbo meritev. Vse meritve so potekale v prvi polovici septembra. Pri meritvah smo na vsaki poljini beležili naslednje parametre: število konopljinih rastlin, število moških rastlin, število enodomnih rastlin, povprečno višino enodomnih rastlin, svežo maso cvetov, svežo maso stebel, svežo maso korenin, povprečni premer korenin, povprečno globino korenin, število plevelnih rastlin, skupno maso plevelnih rastlin, identifikacijo plevelov. Po dveh tednih smo izluščili semena in določili maso semen, vlago semena ter vlago semen po dodatnem sušenju, suho maso preostale biomase soplodij (ostanek zelene biomase cvetov po ločenju od semen), suho maso stebel in suho maso korenin. Iz podatka o masi semen smo preračunali povprečni pridelek na hektar.

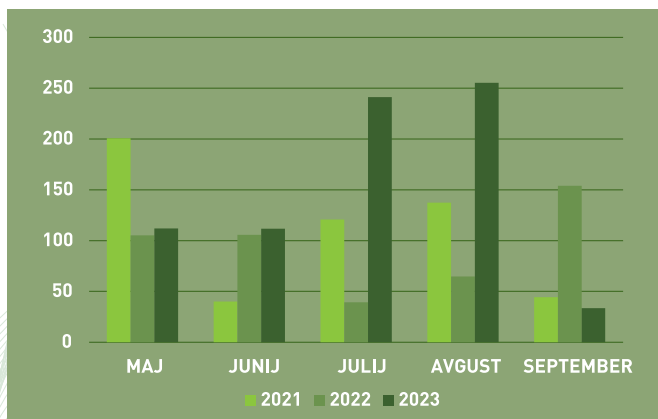
4.5.2

Vremenske razmere

Vremenske podatke smo prevzeli iz najbližje agrometeorološke postaje v Šmartnem pri Slovenj Gradcu. Količina padavin se je med opazovanimi leti precej razlikovala. Leta 2021

je od maja do septembra padlo 543,1 mm padavin, leto pozneje 468,9 mm, leta 2023 pa 753,5 mm. Velike so bile tudi razlike pri razporejenosti padavin po mesecih (slika 28).

Slika 28: količina padavin (mm), po mesecih za leta 2021, 2022 in 2023, agrometeorološka postaja Šmartno pri Slovenj Gradcu





Vremenske podatke smo prevzeli iz najbližje agrometeorološke postaje v Šmartnem pri Slovenj Gradcu. Količina padavin se je med opazovanimi leti precej razlikovala.

Leta 2021 je bilo največ padavin v mesecu maju, kar je vplivalo na to, da smo setev opravili šele v juniju. V juniju je bilo najmanj padavin, samo 40 mm.

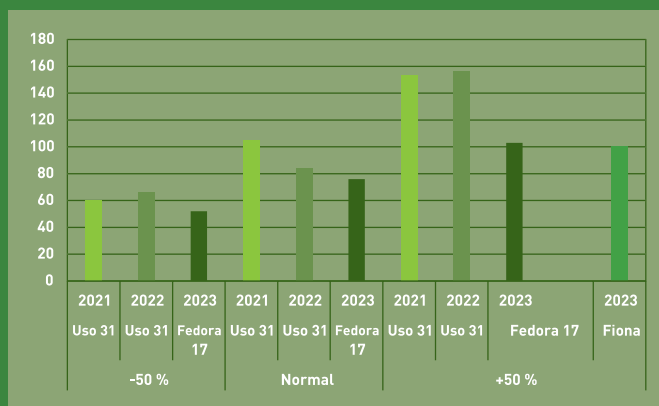
V letu 2022 je bilo v maju in juniju okoli 100 mm padavin, julija in avgusta okoli 50 mm, največ padavin pa je bilo septembra, dobrih 150 mm. V letu 2023 je bilo največ padavin avgusta in julija, najmanj pa septembra. Povprečne dnevne temperature so bile v letu 2021 v maju pred setvijo najnižje, tudi pod 10 °C. Leta 2022 so bile temperature pred setvijo 15–20 °C, takoj po setvi pa so se za kratek čas spustile pod 15 °C. V letu 2023 so bile temperature ob setvi 15–20 °C (slika 29).

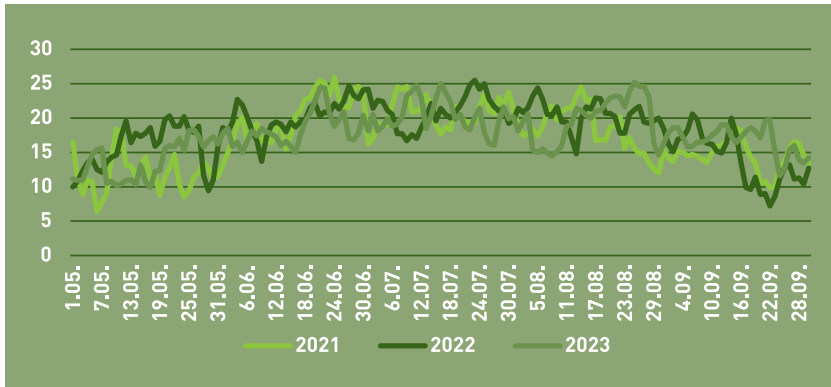
Primerjava rezultatov med leti

Število konopljinih rastlin je bilo v prvih dveh letih preizkušanj v skladu z setveno normo. Najmanj rastlin je bilo na poljini z najmanjšo setveno normo, največ pa na poljini z največjo. V letu 2023 je nastopilo odstopanje, saj je bilo največ rastlin na poljini s priporočeno setveno normo. Leto 2023 se obravnava samostojno, saj so bile sejane druge sorte kot v letu 2021 in 2022 (slika 30). Povprečna višina rastlin na obravnavanih poljinah je bila največja pri normalni gostoti setve v letih 2021 (131 cm) in 2023 (90 cm). V letu 2022 pa so bile najvišje rastline pri najmanjši gostoti setve (136 cm). Leta 2023 je povprečna višina rastlin sorte 'Fiona' 79 cm. Leta 2021 je bila masa svežih cvetov na m² največja pri normalni, priporočeni setveni normi (1,47 kg) pri sorti 'Uso31'. Pri isti sorti je bila leta 2022 masa svežih

cvetov največja pri največji gostoti (1,02 kg). Leta 2023 smo sejali sorti 'Fedora 17' in 'Fiona', pri čemer je bila masa svežih svetov največja pri normalni gostoti setve (0,36 kg). Povprečna masa svežih cvetov sorte 'Fiona' je bila 0,21 kg. Povprečna masa stebel in cvetov na m² je bila leta 2021 največja pri normalni gostoti setve, skoraj 3 kg. Pri polovični setveni normi je bila masa najmanjša, manj kot 1 kg. Leta 2022 je bila največja masa nadzemnega dela rastlin pri največji gostoti (2,37 kg), leta 2023 pa ponovno pri normalni gostoti (1 kg) za sorto 'Fedora 17'. Povprečna masa nadzemnega dela rastlin sorte 'Fiona' je bila 0,6 kg na m². Povprečna globina korenin je bila največja leta 2021 pri normalni gostoti setve (25,5 cm), najmanjša globina pa leta 2022 pri normalni gostoti setve (11 cm). Leta 2023 so

Slika 30: povprečno število konopljinih rastlin na m²

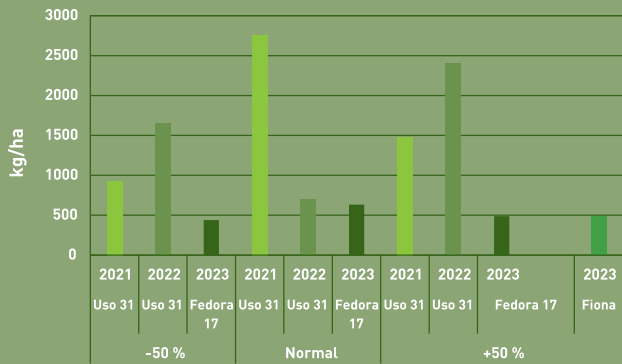




Slika 29:
povprečne
dnevne
temperature za
leta 2021, 2022
in 2023 v obdobju
od 1. 5. do 30. 9.,
agrometeorološka
postaja Šmartno
pri Slovenj
Gradcu

Slika 31: pridelek suhega semena
različnih sort konoplje na KMG
Krevh v vseh treh letih (kg/ha)

bile najgloblje korenine pri sorti
'Fedora 17' pri normalni gostoti
setve (18,1 cm). Povprečna masa
suhega semena je bila največja
leta 2021 pri normalni gostoti
setve, 2750 kg/ha pri sorti 'Uso
31'. Najmanjše povprečne mase
so bile leta 2023, okoli 500 kg/ha
pri vseh obravnavanjih pri sortah
'Fedora 17' in 'Fiona' (preglednica
9). Preračunan pridelek suhega



semena na ha pri 7 % vlagi je med leti in obravnavanji zelo različen.
Največji pridelek je bil leta 2021 pri normalni gostoti 2700 kg. Najmanjši
pridelek pa leta 2023 pri najmanjši gostoti setve 560 kg/ha.

Preglednica 9: suha masa semen, stebel, cvetov (soplodij s semeni) in korenin konoplje na KMG Krevh, Koroška

			Masa semen (kg/ha)	Suha masa cvetov* (kg/ha)	Suha masa stebel (kg/ha)	Suha masa kore- nin (kg/ha)
- 50 %	'Uso 31'	2021	928	1968	2200	455
	'Uso 31'	2022	1650	4560	4380	1080
	'Fedora 17'	2023	439	1000	1400	460
Normal	'Uso 31'	2021	2758	6740	6200	1632
	'Uso 31'	2022	700	1680	2460	440
	'Fedora 17'	2023	633	1860	3020	1020
+ 50 %	'Uso 31'	2021	1480	3204	3600	932
	'Uso 31'	2022	2400	5560	6660	1420
	'Fedora 17'	2023	488	1180	1560	540
	'Fiona'	2023	488	1260	1820	680

* botanično v tej fazi razvoja govorimo o soplodjih s semeni; zaradi lažjega razumevanja širše javnosti je uporabljena beseda »cvetov«

4.5.3

Glavne ugotovitve iz preizkušanj

4.5.3.1

Vpliv gnojenja

S triletno pridelavo konoplje na isti njivi in z gnojenjem v skladu z analizo tal in narejenim gnojilnim načrtom smo z gnojenjem samo v prvem letu pridelave konoplje z mineralnim gnojilom PK (14–28) ter apnjenjem z mletim apnencem rahlo izboljšali vrednost pH, in sicer za 0,13. V tleh se je dvignila založenost fosforja in kalija iz srednje (B) na dobro založenost (C). Na gnojenem delu njive se je izboljšal tudi odstotek humusa, in sicer za 0,51 %, medtem ko se je na negnojenem delu njive delež humusa zmanjšal za 0,41 %.

4.5.3.2

Vpliv monokulturne pridelave konoplje

Preizkusna površina, posejana s konopljo, je bila vsa tri leta na isti njivi. Rezultati torej prikazujejo situacijo, ko kolobar ni bil upoštevan. Menimo, da se je največji negativni učinek tega pokazal na vedno večji populaciji plevelov, predvsem semenskih (kostreba, muhvič, bela metlika ...). Pri konoplji ni registriranega herbicida, ki bi ga lahko uporabili, prav tako je konoplja zelo občutljiva za ostanke herbicidov v tleh od predposevkov. Za zmanjševanje težav s pleveli smo posegali po metodi slepe setve, ki pa je uspešnejša v zatiranju zgodaj kalečih plevelov. Uspešnost te metode je odvisna tudi od vremenskih razmer v času izvajanja slepe setve, predvsem vlažnosti tal in temperature zraka.

4.5.3.3

Vpliv gostote setve

V letih 2021 in 2023 so rezultati vrednotenja pokazali najboljše pridelke konoplje na poljini, na kateri smo uporabili priporočeno gostoto setve. V letu 2022 so bili pridelki najboljši na poljini, na kateri smo uporabili povečano količino semen za setev, kar pripisujemo vplivu vremena.

4.5.3.4

Vpliv vremena

Vremenske razmere imajo velik vpliv na merjene parametre v našem preizkusu. Po našem mnenju ima temperatura po setvi semena vpliv na hitrost vznika. V letu 2022, ko je po setvi temperatura padla pod 15 °C, se je čas do vznika podaljšal. Količina padavin in njihova razporejenost skozi rastno sezono lahko vpliva tudi na konopljo; podobno tu na

preostale kulturne rastline. Slabi rezultati pridelave konoplje v letu 2023 so po našem mnenju posledica združenih vplivov vseh vremenskih dejavnikov. V tem letu so bila v sezoni velika temperaturna nihanja, velika je bila tudi količina padavin. Menimo, da se je pokazal tudi vpliv neupoštevanja kolobarja oziroma monokulturnega pridelovanja.



5

Ekonomika pridelave industrijske konoplje

Nina Sečko

5

Ekonomika pridelave industrijske konoplje

Na kmetiji Krevh smo v večletnem poskusu pridelave konoplje spremljali podatke o količini pridelanega semena, zelene biomase (ostanki cvetov in listov za ekstrakcijo ali čaj) ter slame. Pri pripravi kalkulacije smo upoštevali rezultate poskusa pri gostoti setve 30 kg/ha.

Kmetija Krevh prideluje konopljo z namenom trženja semena, cveta konoplje za čaj ter za slamo. To smo upoštevali pri pripravi kalkulacije s srednjo opremljenostjo s stroji. Vsi podatki in izračuni so na hektar. Na hektarju pridelka kmetija pridelala 1000 kg konopljinega semena, 700 kg konopljinih cvetov za čaj ter 300 kg slame pri določeni ceni, ki je prikazana v tabeli 1. Na podlagi tega smo izračunali prihodek pri ceni za en hektar, in sicer znaša 4.280,00 €. Pri kalkulaciji smo upoštevali tudi vse spremenljive stroške, ki jih je kmetija beležila skozi vsa opravila, tako pred setvijo kot v času setve ter pri spravilu pridelka (preglednica 11). Prav tako smo pri

tem upoštevali vse domače strojne storitve, ki jih je opravila kmetija s svojimi stroji na kmetiji. Ta opravila so beležena kot spremenljivi stroški (preglednica 12). Porabljen čas na hektar je 9,1 strojnih ur in 8 ur ročnega dela (preglednica 12).

Na kmetiji Krevh smo tako pri upoštevanju vseh spremenljivih stroškov, ki znašajo 1.430,00 € na hektar, dobili pokritje pri ceni 2.850,00 € na hektar. To pokritje pri ceni velja v primeru 1000 kg pridelka (semen) na hektar z bero cvetov konoplje za čaj (700 kg) in stranskim produktom slame (300 kg) (preglednica 10). Rečemo lahko, da so na kmetiji Krevh ti rezultati nadpovprečno dobri. Pri nižjem pridelku se ta vrednost pokritja po ceni pridelka seveda niža, spremenljivi stroški v odvisnosti od pridelka pa ne padajo. Iz prakse vemo, da so ta nihanja pridelave konoplje (semena, cvetov) iz leta v leto velika, zato lahko rečemo, da je prihodek pri pridelavi konoplje lahko tudi tvegan.

Preglednica 10: spremenljivi stroški in pokritje pri ceni v odvisnosti od količine pridelka

Pridelek (kg)		1000	900	800	700	650
Stroški kapitala		9	9	8	8	8
Strošek financiranja	0,03 %	9,0	8,7	8,4	8,0	7,9
Spremenljivi stroški (€)		1.430	1.369	1.309	1.249	1.219
Pokritje pri ceni (€)		2.850	2.611	2.371	2.131	2.011

Preglednica 11: prikaz prihodka in spremenljivih stroškov brez domačih strojnih storitev

Pridelek (kg)	Koeficient	Cena	1.000 kg semen
Prodaja pridelka		0,06 €/kg	4.280 €
Konopljna semena		3 €/kg	3.000 €
Konopljin cvet (čajil)	9,8 €/kg	100 €/kg	980 €
Slama konoplje		0,06 €/kg	300 €
Prihodek pri ceni			
Seme in sadike			210 €
Seme		7 €/kg	210 €
Rastlinska hranila			118 €
Rastlinska hranila – dušik	0,0348 kg/kg	1,8 €/kg	62,6 €
Rastlinska hranila – fosfor	0,00825 kg/kg	1,56 €/kg	12,9 €
Rastlinska hranila – kalij	0,03562 kg/kg	1,19 €/kg	42,4 €
Drugi materialni stroški			14 €
Drugi materialni stroški			14 €
Organska gnojila			140 €
Rastlinska hranila – hlevski gnoj	7000 kg/ha	0,02 €/kg	140 €
Strojne storitve			200 €
Žetev konoplje		200 €/kg	200 €
Sušenje			256 €
Sušenje na 10 %		0,25 €/kg	256 €
Sušenje na 10 %			308 €
Sušenje na 10 %	0,072 %		308,2 €

Preglednica 12: Strojne in ročne ure dela ter strošek dela

Vrsta opravila	Koeficient	Za 1000 kg pridelka (h)	Strošek dela
Predsetvena priprava	Strojne ure	1,5	31,3 €
	Ročno delo	0,0	
Predsetvena priprava slepa setev	Strojne ure	1,5	31,3 €
	Ročno delo	0,0	
Oranje	Strojne ure	2,4	52,0 €
	Ročno delo	0,0	
Setev	Strojne ure	2,6	43,2 €
	Ročno delo	1,0	
Prevoz zrnja	Strojne ure	1,1	16,9 €
	Ročno delo	2,0	
Spravilo slame	Strojne ure	0,0	0,0 €
	Ročno delo	5,0	
Skupaj	Strojne ure	9,1	175
	Ročno delo	8,0	

6

Monitoring škodljivcev, bolezni, koristnih organizmov in plevelov

Tamara Korošec

6

Pridelava konoplje na Gorenjskem v obdobju treh let (2021–2023)

Med preizkušnji v letih 2021 in 2023 smo prek mobilne aplikacije izvajali monitoring škodljivcev, bolezni, koristnih organizmov in plevelov na vseh petih kmetijah v petih slovenskih regijah.

6.1 Škodljivci

Glavni izmed škodljivcev, ki je povzročal škodo na posevkih koruze, je bila koruzna vešča. Škodljivec je še posebej prisoten na območjih, na katerih se prideluje veliko koruze, kot je Dravsko polje. Glede na opazovanja ima koruzna vešča selektivne preference med sortami. Največ škode je bilo na sorti 'Midwest' v letu 2023.

Na Gorenjskem so se morali v letu 2022 soočiti s koruznim hroščem, leto pozneje pa s koloradskim. V nasprotju z veščo, ki dela poškodbe na steblih in povzroča lomljenje stebel, sta oba hrošča objedala liste in škoda je bila manjša ter časovno omejena. Registrirani niso nobeni insekticidi za uporabo pri industrijski konoplji. Na konoplji so se pojavljale tudi uši, bolhači v začetni fazi rasti in stenice v jesenskem obdobju pred žetvijo. Čeprav je bilo stenic (zelena listna stenica) veliko, vidne škode nismo zaznali. Ob insektih so škodo v času vznika povzročali tudi polži in ptice. Te so v letu 2021 povzročile znatno škodo na pridelku semena na Dolenjskem.

Pojav koloradskega hrošča na sorti 'Midwest' na Gorenjskem v letu 2023

(fotografiji: M. Povšnar Starman)



Poškodbe koruzne vešče na stebelu sorte 'Midwest' v Podravju v letu 2023
(fotografija: T. Korošec)



**Konopljna pegavost
na sorti 'Futura 75'**
(fotografija: T. Korošec)

6.2 Bolezni

Posevki konoplje so bili zdravi, bolezenska znamenja so se pojavila občasno na posamezni rastlini. Na posamezni rastlini ali celo posameznih listih se je pojavila tudi konopljna pegavost, ki jo povzroča gliva *Septoria cannabis*. Čeprav z boleznimi ni bilo težav, smo se zaradi neugodnih vremenskih pojavov srečevali s fiziološkimi motnjami, kot je prisilno dozorevanje. Rastline so zaradi suše odmetavale liste, dozorevale hitreje, to pa je pomenilo manjši pridelek semena. Pri sorti 'Midwest' smo opazili tudi bakteriozo na Gorenjskem in motnje preskrbljenosti s hranili pri nekaterih rastlinah v Podravju in na Gorenjskem.

6.3 Pleveli

S pleveli smo imeli največ težav v na kmetiji v Podravju v letih 2021 in 2023, na kmetiji v Prekmurju v letih 2021 in 2022 in na kmetiji na Dolenjskem v letu 2021 in 2023. Največ težav je bilo pri poznih setvah, ko so v času setve že veljale sušne razmere in konoplja zaradi daljšega časa do vznika in počasnega razvoja ni mogla konkurirati plevelom. Populacije plevelov so bile odvisne od semenske banke v tleh na posamezni kmetiji oziroma na posamezni njivi. Najpogostejši pleveli, ki so močno konkurirali konoplji, so bili bela metlika, ščir, divji sirek, kostreba in breskovolistna dresen. Na nekaterih lokacijah se je pojavljala udi ambrozija. Če so pri strnih setvah razmere ob vzniku optimalne, konoplja raste hitro, posevek se zapre in s pleveli ni večjih težav. V zgodnjih fazah rasti pri setvi v vrste potrebujemo česalo in/ali okopalnik. Konoplja je občutljiva za večino herbicidov, zato njihove rabe ne priporočamo. V Sloveniji za rabo pri konoplji ni registriranega nobenega herbicida.

6.4 Koristni organizmi

Čeprav konoplja ne medi, smo na njej v času cvetenja opazali čebele, ki nabirajo cvetni prah. Od koristnih organizmov so bile najpogostejše opažene pikapolonice in tančičarice.



Fotografija: T. Korošec

PRILOGA

Preglednica 13: maščobnokislinska (MK) sestava semena sort 'Fiona', 'Fedora 17', 'Futura 75' in 'Finola' iz preizkušanj v letih 2021 in 2022 (g glavnih MK/100 g vsote MK)

	Koroška 2021	Koroška 2022	Podravje 2022	Dolenjska 2021	Dolenjska 2022	Dolenjska 2022
Masni deleži (g posamezne MK/100 g vsote MK)						
LŠ/MK	'Uso 31'	'Uso 31'	'Futura 75'	'Finola'	'Fedora'	'Fiona'
Palmitinska kislina C16:0	6,23	6,19	6,51	6,92	6,61	6,45
Stearinska C18:0	2,09	2,04	2,01	1,49	1,85	2,11
Oleinska kislina C18:1	11,50	12,22	10,32	9,41	10,90	11,40
Linolna C18:2 n-6	55,75	55,08	56,68	54,89	55,40	55,55
γ-linolenska kislina C18:3 n-6	2,86	2,88	2,54	5,57	3,97	2,58
α-linolenska kislina C18:3 n-3	18,98	18,95	19,57	18,37	18,44	19,49
Stearidonska kislina C18:4 n-3	1,10	1,05	0,96	1,65	1,30	0,94
Nasičene MK (SFA)	9,33	9,31	9,43	9,61	9,50	9,57
Enkrat nenasičene MK (MUFA)	11,99	12,73	10,81	9,92	11,38	11,88
Večkrat nenasičene MK (PUFA)	78,68	77,97	79,76	80,47	79,12	78,55
Večkrat nenasičene n-6 PUFA	55,75	55,08	56,68	54,89	55,40	55,55
Večkrat nenasičene n-3 PUFA	20,08	20,01	20,53	20,02	19,74	20,42
Razmerje n-6/n-3 PUFA	2,78	2,75	2,76	2,74	2,81	2,72

Preglednica 14: analiza kanabinoidov v reprezentativnem vzorcu za nekatere preizkušane sorte

	2021 Podravje*	2021 Dolenjska	2021 Gorenjska	2022 Pomurje	2022 Podravje	2022 Gorenjska	2023 Vse KM6*	2023 Koroška	2023 Dolenjska	2023 Dolenjska
	Futura 75	Finola	CS	Futura 75	Futura 75	Eletta c.	Midwest	Fedora 17	Fedora 17	Fiona
Canabidiol (CBD) %	1,54	1,00	1,55	0,59	0,81	1,01	8,97	0,99	0,90	1,60
Cannabidivarin		0,04				0,07	0,03	0,02	0,03	
Cannabichromene (CBC)	0,07		0,17	0,03	0,04	0,05	0,44	0,04	0,03	0,07
Cannabigerol (CBG)	0,03		0,37			0,12	0,17			0,09
Cannabinol (CBN)										
Cannabielsoin (CBE)										0,02
9THC %	0,04	0,03	0,06	0,02	0,03	0,04	0,32	0,02	0,02	0,04
Skupaj kanabinoidi	1,75	1,15	2,19	0,65	0,91	1,31	9,92	1,1	1	1,84
Skupaj terpeni	0,05	0,1	0,03		0,03	0,07	1,24	0,08	0,03	0,08
Myrcene							0,39			
Beta-caryophyllene				0,04			0,27	0,03	0,03	0,04
alpha-bisabolol							0,23			
alpha-pinene							0,13	0,02		0,02
alpha-humulene							0,09			
beta-pinene							0,08			
D-limonene							0,06			

Vloga industrijske konoplje pri prilagajanju podnebnim spremembam in varovanju virov v kmetijstvu

Tamara Korošec

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije,
Kmetijsko gozdarski zavod Maribor,
Maribor, Slovenija

tamara.korosec@kmetijski-zavod.si

V strokovni monografiji je predstavljena pridelave industrijske konoplje v Sloveniji, njen sortiment, njena vloga pri prilagajanju podnebnim spremembam in tudi pri njihovi blažitvi ter pri varovanju virov v kmetijstvu. Podrobneje so opisana preizkušanja industrijske konoplje na petih slovenskih kmetijah med letoma 2021 in 2023. V prispevkih smo predstavili izzive, s katerimi smo se srečali v vsakem letu, in rezultate pridelave različnih sort v petih različnih regijah. Skozi poglavja te monografije boste spoznali številne vidike pridelave konoplje, od njenih koristi za kmetijska tla in njenega potenciala pri zmanjševanju ogljičnega odtisa do zakonitosti ekonomike pridelave.

Ključne besede: industrijska konoplja, podnebne spremembe, sekvenciacija ogljika, tla, trajnostno kmetijstvo

The Role of Industrial Hemp in Adapting to Climate Change and Conserving Resources in Agriculture

Tamara Korošec

Agricultural Forestry Chamber of Slovenia,
Agricultural Forestry Institute Maribor,
Maribor, Slovenia

tamara.korosec@kmetijski-zavod.si

The monograph presents the cultivation of industrial hemp in Slovenia, its assortment, its role in adapting to climate change and in mitigating it, as well as in conserving resources in agriculture. The trials of industrial hemp on five Slovenian farms between 2021 and 2023 are described in detail. In the contributions, we present the challenges we encountered each year, and the results of cultivation of different varieties in five different regions. Through the chapters of this monograph, you will discover numerous aspects of hemp cultivation, from its benefits to agricultural soils and its potential in reducing the carbon footprint to the legalities of production economics.

Keywords: hemp, climate change, carbon sequestration, sustainable agriculture, soil

ISBN: 978-961-286-859-8 (pdf) 978-961-286-860-4 (mehka vezava)

DOI: <https://doi.org/10.18690/um.fkbv.1.2024>

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
Kmetijsko gozdarski zavod Maribor