

Ta članek je objavljen pod licenco Creative Commons [Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna](#).

VPLIV VRŠIČKANJA NA PRIDELEK KANABINOIDOV IN MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI INDUSTRIJSKE KONOPLJE (*CANNABIS SATIVA* L.)

Marjeta ERŽEN¹ in Marko FLAJŠMAN²

Tipologija / Article type: Izvirni znanstveni članek / Original scientific article

Prispelo / Arrived: 25. 10. 2025

Sprejeto / Accepted: 10. 12. 2025

Objavljeno / Published: December 2025

Izvleček

Za boljši pridelek socvetja in bujnejšo rast konoplje se izvajajo različne tehnike pridelave. Ena od tehnik je rez vrhov ali vršičkanje, s katerim spodbudimo rast lateralnih poganjkov in omogočimo višji pridelek socvetja na rastlino. V raziskavo smo vključili pet dvodomnih sort in pet feminiziranih sort / žlahtniteljskih linij industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.), pri katerih smo preučevali vpliv vršičkanja v vegetativni fazi na vsebnost kanabinoidov, maso socvetja, višino rastlin in maso stebel. Vpliv vršičkanja na vsebnost kanabinoidov ni bil univerzalen, prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med dvodomnimi in feminiziranimi sortami v tem parametru. Najvišja celokupna vsebnost CBD in najvišji povprečni pridelek CBD/rastlino je bil pri vršičkanjih rastlinah sorte Midwest (14,3 % in 42,5 g/rastlino), najvišja celokupna vsebnost CBG in najvišji povprečni pridelek CBG/rastlino je bil pri vršičkanjih rastlinah sorte Berry Blossom (8,3 % in 41,3 g/rastlino), najvišja celokupna vsebnost THC in najvišji pridelek THC/rastlino je bil pri vršičkanjih rastlinah sorte Tiborszallasi (0,8 % in 1,8 g/rastlino). Vršičkane rastline so bile v povprečju za 6 cm nižje od nevršičkanjih rastlin. Najvišje rastline so bile nevršičkane rastlina sorte Fibranova (357 cm), najnižje pa vršičkane rastline sorte Midwest (152 cm). Feminizirane sorte so bile za 129 cm nižje od dvodomnih. Pridelek suhega socvetja je bil pri večini sort večji pri vršičkanjih rastlinah, pri katerih je najvišji pridelek dosegla feminizirana sorta Enectaliana (227 g). Med feminiziranimi sortami/linijami in dvodomnimi sortami v pridelku suhega socvetja ni bilo razlike. Razmerje med maso suhih socvetij in maso suhih stebel je pokazalo, da je v večini primerov masa suhih socvetij večja od mase suhih stebel. Izjema je bila pri sorti Northwest, pri kateri je bila masa stebela višja. Z raziskavo smo potrdili, da ima vršičkanje kot ukrep pomembno vlogo pri morfologiji konoplje, pri čemer je lahko močno odvisen od sorte.

Ključne besede: *Cannabis sativa* L., kanabinoidi, konoplja, pridelek, vršičkanje

COMPARISON OF CANNABINOID YIELD AMONG DIOECIOUS AND FEMINIZED VARIETIES OF HEMP (*CANNABIS SATIVA* L.)

Abstract

Various techniques are used to improve the yield and vigor of hemp plants. One such technique is topping, which promotes the growth of lateral branches and increases yield per plant. In this study, we used ten industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties to investigate the effect of topping on cannabinoid content, inflorescence mass, plant height, and stem mass. The experiment included five dioecious and five feminized varieties. The highest total CBD content was observed in topped plants of the variety Midwest (14.3% and 42.5 g/plant), the highest total CBG content in topped plants of Berry Blossom (8.3% and 41.3 g/plant), and the highest total THC content in Tiborszallasi (0.8% and 1.8 g/plant). Topped plants were generally shorter for 6 cm than non-topped plants. The tallest plants were non-topped Fibranova (357 cm), while the shortest were topped Midwest (152 cm). Feminized varieties were for 129 cm shorter than dioecious ones. The yield of dry inflorescences was, in most varieties, higher in topped plants (e.g., Enectaliana, 226,9 g). There was no significant difference in inflorescence yield between feminized and dioecious varieties. The ratio between dry inflorescence mass and dry stem mass showed that, in most cases, the mass of dry inflorescences exceeded that of dry stems. An exception was the variety Northwest, where stem mass was higher. This study confirmed that topping plays an important role in hemp morphology, although its effect can be highly dependent on the variety.

Key words: *Cannabis sativa* L., cannabinoids, hemp, yield, topping

¹ Dr., Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani (BF UL), Oddelek za agronomijo, e-pošta: marjeta.erzen@bf.uni-lj.si

² Doc. dr., BF UL, Oddelek za agronomijo, e-pošta: marko.flajsman@bf.uni-lj.si

1 UVOD

Konoplja vsebuje različne sekundarne metabolite, med katerimi so najpomembnejši kanabinoidi in terpeni, prav tako pa tudi flavonoidi, alkaloidi, steroidi in lignani (Janatová in sod., 2018). Kanabinoidi so terpenofenolne snovi, ki jih pri konoplji najdemo v žleznihi trihomih, cvetovih, listih in steblih, medtem ko jih v semenih in koreninah ni. Največ kanabinoidov se nahaja v žleznihi trihomih neoplojenih cvetov (do 60 %) (Russo in Marcu, 2017). Med najbolj znane kanabinoide uvrščamo tetrahidrokanabinol (THC), kanabidiol (CBD), kanabikromen (CBC), kanabigerol (CBG) in njihove karboksilirane oblike, kot so tetrahidrokanabinolna kislina (THC-A), kanabidiolna kislina (CBD-A), kanabikromenska kislina (CBC-A) in kanabigerolna kislina (CBG-A). Kanabinoidi so večinoma biosintetizirani v kislinski obliki, s pomočjo toplote pa se pretvarjajo v dekarboksilirano obliko (Namdar in sod., 2018).

Najpogostejša delitev konoplje glede na vsebnost kanabinoidov je na marihuano oz. indijsko konopljo (v Evropi to označuje, da ima vsebnost THC višjo od 0,3 %) in industrijsko konopljo (vsebnost THC je nižja od 0,3 %) (Bakel in sod., 2011). Glede na vsebnost kanabinoidov pa jo lahko klasificiramo tudi glede na kemotip; kemotip I (vsebnost THC > 0,3 % in CBD < 0,5 %), kemotip II (vsebnost THC in CBD je približno enaka), kemotip III (THC < 0,3 % in CBD > 0,5 %) (Meijer in sod., 2003), kemotip IV (vsebnost CBG > 0,3 % in CBD > 0,5 %) in kemotip V, kjer ima večina kanabinoidov zanemarljive vrednosti (Pacífico in sod., 2008).

Zaradi psihoaktivne lastnosti kanabinoide THC je bila konoplja skozi zgodovino precej osovražena rastlina. V začetku 20. stoletja so uporabo konoplje v Ameriki in Evropi prepovedali. V Ameriki je tako med leti 1943 in 1950 pridelava konoplje postopoma ugašala in leta 1950 ni bilo zabeležene nobene pridelave konoplje več. Nato pa so leta 1970 v Ameriki vpeljali pojem marihuana ter tako konopljo z višjo vsebnosti THC uvrstili na seznam prepovedanih drog. Z boljšim poznavanjem biokemičnih in biomolekularnih lastnosti konoplje je bilo mogoče razumeti mehanizem delovanja in sinteze kanabinoidov. Tako je bila Kanada ena prvih držav, ki je leta 1998 obudila pridelavo industrijske konoplje, katera je vsebovala manj kot 0,3 % THC. V Evropi pa se je ponovna pridelava industrijske konoplje vzpostavila šele leta 2013, pri čemer THC ni smel presegati 0,2 % (Farinon in sod., 2020).

Za konopljo je značilna dvodomnost. Največ kanabinoidov se nahaja na socvetjih ženskih rastlin, zato se za pridelavo kanabinoidov uporabljajo izključno ženske rastline. Moške in hermafroditne rastline v pridelavi kanabinoidov niso zaželeni, saj opraševanje in nato tvorba semena znižujeta vsebnost kanabinoidov v ženskih socvetjih (Janatová in sod., 2018). Zato se za pridelavo kanabinoidov vse več uporabljajo feminizirane sorte. To so sorte, katerih seme daje v celoti rastline ženskega spola in so zato bolj primerne od enodomnih ali dvodomnih sort.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti, kakšen vpliv ima ukrep vršičkanja na pridelek kanabinoidov dvodomnih in feminiziranih sort/linij konoplje. Ena od tehnik, s katero lahko spremenimo morfologijo rastlin, je namreč tudi odstranjevanje glavnega poganjka oz. vršičkanje v vegetativni fazi, ki je pogosta praksa pri pridelavi konoplje za socvetje, saj omogoča spremembe v rastlinski arhitekturi, biomasi, pridelku socvetja in kanabinoidov na rastlino (Roussis in sod., 2022). Drugi del raziskave je bil primerjati vpliv vršičkanja in sorte na višino rastlin, maso socvetja, maso stebel in na razmerje med maso socvetij in stebel.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Vzorčenje rastlin, meritve in priprava vzorcev

Spravilo rastlin v fazi zrelih socvetij je potekalo konec septembra in v začetku oktobra leta 2023, odvisno od sorte in zrelosti socvetij. Rastlinam smo izmerili višino, jih ločili na stebela in socvetja z listi, sušili v sušilniku 7 dni na 40 °C, da smo dobili zračno suhe vzorce ter stehali maso stebel in pridelek socvetij z listi vsake posamezne rastline. Določili smo razmerje med maso suhih socvetij z listi in maso suhih stebel, saj je za pridelavo kanabinoidov pomembno, da imajo rastline čim več socvetij in čim manj stebel, saj kanabinoidov v steblih skoraj da ni. Na koncu smo vzorce socvetij z listi združili po sortah ter ločili na vršičkane in nevršičkane; tako smo dobili 20 vzorcev v katerih smo izmerili vsebnost kanabinoidov in izračunali njihov pridelek. Za natančno določanje vsebnosti kanabinoidov smo iz socvetij odstranili seme, če je bilo prisotno, večje liste in stebela ter vzorce zmleli s kavnim mlinčkom. Iz podatkov o vsebnosti CBD in pridelka socvetij z listi smo izračunali pridelek CBD na rastlino.

2.2 Določanje vsebnosti kanabinoidov

Kanabinoide smo določali s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) (angl. High-performance liquid chromatography) po protokolu, opisanem v članku Bitežnik in sod. (2024). Za ekstrakcijo smo v centrifugirko v dveh serijah zatehtali med 75 mg in 85 mg homogeniziranega vzorca, dodali 10 mL topila

MeOH : kloroform (Honeywell, Kanada) v razmerju 9:1 ter vzorce postavili v ultrazvočno kopel za 10 min. Nato smo odpipetirali po 1 mL vzorca ter preko Chromafi®CA (LLG, Nemčija) prefiltrirali v viala in izmerili vsebnost kanabinoidov. Celokupno vsebnost kanabinoidov smo izračunali po naslednjih enačbah (Glivar in sod., 2020):

1) % celokupnega Δ^9 -THC = % Δ^9 -THC + (% Δ^9 -THC-A x 0,877),

2) % celokupnega CBD = % CBD + (% CBD-A x 0,877),

3) % celokupnega CBG = % CBG + (% CBG-A x 0,878).

2.3 Zasnova poskusa, preučevane sorte in statistična analiza rezultatov

V poskus je bilo vključenih pet dvodomnih sort: Tiborszallasi, Kompolti, Dioica 88, Carmagnola in Fibranova ter pet feminiziranih sort Berry Bloosom (BB), CBGo (žlahtniteljska linija), Midwest, Northwest in Enectaliana. Seme posameznih sort/linij smo v začetku maja posejali v plastične platoje, pred tem smo seme 12 h namakali v vodi v hladilniku.

Sorta Berry Bloosom je feminizirana sorta z višjo vsebnostjo CBD. Sorta izvira iz križanja med sortama Cherry Kandahar S1 in Chardonay in je dvodomna sorta. Vegetativni cikel traja od 100 do 140 dni in zraste v višino od 1,5 do 2,5 m. Polno svetenje doseže v mesecu septembru. Vsebnost THC je nižja od 0,5 % medtem ko je vsebnost CBD lahko med 8 do 12 % (Cannapuglia, 2025a).

Sorta Carmagnola je italijanska sorta, ki se goji že vrsto let. Najprej so jo gojili zaradi vlaken sedaj pa tudi zaradi vsebnosti CBD. Je dvodomna sorta s 160 do 180 dnevnim vegetativnim ciklom. V višino zraste od 2,5 do 6,5 m. Pridelek semena znaša od 400 do 600 kg/ha. Vsebnost THC je nižja od 0,2 % medtem ko vsebnost CBD lahko doseže med 3 in 10 % (Canapuglia, 2025b).

Žlahtniteljska linija CBGo je križanec med sorto Matterhorn in sorto Fenopure z visoko vsebnostjo kanabinoida CBG. Požlahtnili so jo na Biotehniški fakulteti pod vodstvom doc. dr. Marka Flajšmana.

Sorta Dioica 88 je francoska dvodomna sorta visoke rasti. Vegetativni cikel traja od 140 do 160 dni, polno cvetenje doseže v avgustu. Poprečen pridelek socvetja je 600 do 1000 kg/ha. Vsebnost THC je nižja od 0,2 %, vsebnost CBD pa nižja od 8 % (Canapuglia, 2025c).

Enectaliana je enodomna sorta, ki izvira iz Italije. Je prva sorta z visoko vsebnostjo CBD, ki je registrirana v Evropski sortni listi. Cveti 75 do 80 dni in zraste do 2,5 m visoko. Vsebnost THC je nižja od 0,2 %, vsebnost CBD pa lahko doseže od 5 do 6 % (Enecta.farm, 2025).

Fibranova je dvodomna italijanska sorta in je križanec med sortama Eletta Campana in Carmagnola. Sprva je bila namenjena za pridelavo stebel, sedaj pa jo uporabljajo tudi za pridelavo CBD. Vegetativni cikel traja od 160 do 180 dni, v višino zraste od 2,5 do 6,5 m. Pridelek socvetja lahko doseže od 600 do 1000 kg/ha. Vsebnost THC je nižja od 0,2 % medtem ko je vsebnost CBD lahko od 3 do 10 % (Cannapuglia, 2025d).

Kompolti je madžarska dvodomna sorta. Sprva je bila namenjena za pridelavo vlaken, sedaj pa jo uporabljajo za pridelavo socvetij in CBD. Vegetativni cikel traja od 140 do 160 dni, v višino pa lahko zraste od 2,5 do 3,5 m. V povprečju se lahko pridelava 600 do 1500 kg/ha socvetij. Vsebnost THC je nižja od 0,2 %, vsebnost CBD pa lahko doseže od 2 do 10 % (Cannapuglia 2025e).

Midwest dvodomna sorta, ki izvira iz Amerike. Je CBD sorta, ki lahko doseže od 5 do 16 % CBD, medtem ko je vsebnost THC nižja od 0,2 %. V višino zraste od 1 do 2 m. Vegetativni cikel traja od 4 do 5 mesecev. V povprečju lahko doseže od 2500 do 3000 kg/ha biomase pridelka. Sorta Northwest ima podobne lastnosti kot Midwest s tem da ima krajši vegetativni cikel in sicer od 3 do 4 mesece (Cannapuglia, 2025f).

Tiborszallasi je madžarska dvodomna sorta. Sprva so jo pridelovali za vlakna sedaj pa jo uporabljajo tudi za pridobivanje kanabinoida CBD. Vegetativni cikel traja od 140 do 160 dni, v višino pa zraste od 2,5 do 4,5 m. Pridelek socvetja lahko v povprečju znaša od 600 do 1500 kg/ha. Vsebnost THC je pod 0,2 %, vsebnost CBD pa je v povprečju lahko od 2 do 10 % (Cannapuglia 2025g).

Rastline smo po vzniku (junija) 2023 posadili na njivo v okolici Krškega, kjer so tla srednje težka z 3,4 % organske snovi in 6,8 pH, vsebnosti fosforja in kalija v leh sta bili v C razredu. Feminizirane sorte (po 30 rastlin na sorto) smo sadili vsako v svojo vrsto dolžine 30 m. Medvrstna razdalja je bila 1 m. Dvodomne sorte smo posadili na razdaljo 50 cm v vrsti po 60 rastlin vsake sorte, saj smo predvidevali, da bo polovica rastlin moških rastlin, ki smo jih med rastno dobo odstranjevali; tako smo v času vrednotenja imeli prav tako okoli 30 rastlin teh sort (preglednica 1). Zaradi slabega vznika smo na njivo presadili le 10 rastlin sorte Midwest, in po 20 rastlin sort Northwest in Enectaliana.

Preglednica 1: Število analiziranih rastlin po posameznih sortah/linijah

Vrščikanje/sorta	BB	CBGo	MW	NW	ENE	FIB	KOM	CAR	DIO	TIB
NE-VR	11	12	4	10	8	9	12	10	16	14
VR	11	4	4	10	3	9	10	17	13	18

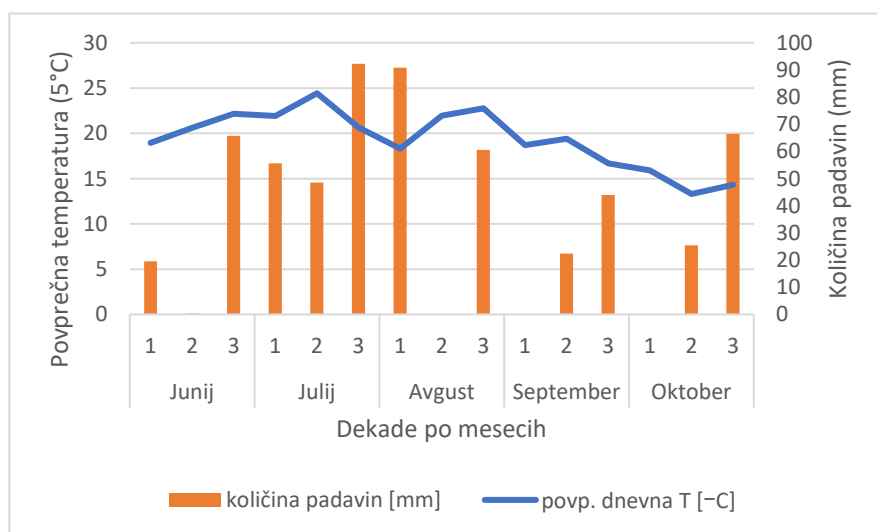
Feminizirane sorte: BB-Berry Blossom, , CBGo – Žlahtniteljska linija CBG, ENE – Enectaliana, MW – Midwest, NW – Northwest, Dvodomne sorte: CAR – Carmagnola, DIO – Dioica 88, FIB – Fibranova, KOM – Kompolti, NE-VR – nevrščikano, VR – vrščikano

Po dveh tednih rasti na njivi (razvitih med 6 in 8 členkov) smo pri polovici rastlin vsake sorte (prva polovica vrste) izvedli vrščikanje, kar pomeni, da smo odrezali glavni poganjek.

Poskus je bil zasnovan kot poskus z dvema obravnavanema (sorta in vrščikanje) z do 15 ponovitvami (rastlinami) na obravnavanje. Podatke smo obdelali v programu R 4.5.1. (R Core Team, 2021) kjer smo za analizo uporabili dvosmerno ANOVA analizo s post hoc Duncanovim testom, ki smo jo izvedli z uporabo paketa »agricolae«. Z dvosmerno ANOVA analizo smo preverjali vpliv obeh faktorjev (sorta in vrščikanje) na pridelek kanabinoidov na rastlino. Grafe smo narisali v programu R 4.5.1.

2.4 Vremenske razmere

Na sliki 1 je prikazan graf s povprečnimi mesečnimi temperaturami in količino padavin v času poskusa v obdobju od junija do oktobra leta 2023 na vremenski postaji na letališču Cerklje ob Krki (6,6 km zračne razdalje od lokacije poskusa). Z grafa je mogoče razbrati, da je bila temperatura v času rasti konoplje ugodna, brez večjih vročinskih stresov, medtem ko je bila količina padavin nekoliko problematična konec julija in v začetku avgusta (poplave). Povečana količina padavin namreč lahko povzroči poleganje rastlin, zastajanje vode v tleh in propad rastlin. Prav tako lahko pride do nastajanja plesni.



Slika 1: Povprečne mesečne (junij-oktober) temperature (°C) in količina padavin (mm) v letu 2023 za postajo letališče Cerklje ob Krki (ARSO, 2025)

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Celokupna vsebnost kanabinoidov

Pri vsaki sorti smo določili celokupno vsebnost treh kanabinoidov (CBD, CBG in THC). Najvišjo vsebnost CBD so dosegle vrščikane rastline sorte Midwest (14,3 %), sledile so nevrščikane rastline sorte BB (10,4 %). Najnižja vsebnost CBD pa je bila pri vrščikanih rastlinah linije CBGo (0,5 %). Največja razlika pri vsebnosti CBD med vrščikanimi in nevrščikanimi rastlinami znotraj iste sorte je bila pri sorti BB, kjer je bil količnik razmerja 12,0. Pri sortah Enectaliana, Kompolti, Tiborszallasi, BB in CBGo so imele nevrščikane rastline višjo vsebnost CBD od vrščikanih, medtem ko je bilo pri sortah, Fibranova, Dioica 88, Carmagnola, Midwest in Northwest obratno.

Najvišja vsebnost kanabinoida CBG je bila pri vrščikanih rastlinah BB (8,3 %). Zanimivo, tako vrščikane kot nevrščikane rastline sorte CBGo so bile šele na drugem mestu (6,6 % in 6,9 %), saj bi pričakovali da bo, glede na to, da je to linija z višjo vsebnostjo CBG, imela najvišjo vsebnost kanabinoida CBG. Nevrščikane rastline

BB pa so dosegle 4,1 %. Pri ostalih sortah je bila vsebnost CBG pod 1 %. Največja razlika v razmerju vsebnosti CBG med vršičkanimi in nevršičkanimi rastlinami iste sorte je bila pri sorti Fibranova (količnik 1,3). Sorti Fibranova in Tiborszallasi sta imeli pri nevršičkanih rastlinah višjo vsebnost CBG, medtem ko je bilo pri ostalih sortah obratno.

Preglednica 2: Celokupna vsebnost kanabinoidov CBD, CBG in THC (%) ter njihov pridelek na rastlino (g) v socvetjih z listi glede na sorto in vršičkanje.

Sorta	Vršičkanje	CBD (%)	Povprečen pridelek CBD (g)	CBG (%)	Povprečen pridelek CBG (g)	THC (%)	Povprečen pridelek THC (g)
KOM	Ne-vr	5,9	10,9 defgh	0,1	0,2 e	0,1	0,2 gh
KOM	Vr	5,6	15,74 bcdefg	0,2	0,6 e	0,1	0,3 fgh
FIB	Ne-vr	7,4	16,6 bcdefg	0,2	0,4 e	0,2	0,4 efgh
FIB	Vr	7,5	19,9 bcde	0,1	0,3 e	0,2	0,6 defg
DIO	Ne-vr	4,9	9,2 efgh	0,1	0,2 e	0,1	0,2 h
DIO	Vr	8,1	20,4 bcd	0,2	0,6 e	0,2	0,5 defgh
TIB	Ne-vr	6,7	14,2 cdefg	0,1	0,3 e	0,3	0,7 cde
TIB	Vr	5,6	13 cdefg	0,1	0,2 e	0,8	1,8 a
CAR	Ne-vr	5,2	8,0 gh	0,1	0,1 e	0,7	1,0 bc
CAR	Vr	5,7	8,4 fgh	0,5	0,8 e	0,1	0,2 h
Skupna vsebnost kanabinoidov (% ali g)		6,3	13,6	0,2	0,4	0,3	0,6
BB	Ne-vr	10,4	35,2 a	4,1	13,9 d	0,3	1,2 b
BB	Vr	2,8	14,1 cdefg	8,3	41,3 a	0,1	0,5 defgh
MW	Ne-vr	8,4	19,5 bcde	0,3	0,7 e	0,3	0,6 defgh
MW	Vr	14,3	42,5 a	0,4	1,2 e	0,5	1,4 b
NW	Ne-vr	8,5	22,9 bc	0,2	0,6 e	0,3	0,7 def
NW	Vr	9,2	25,9 b	0,2	0,6 e	0,3	0,8 cd
CBGo	Ne-vr	5,7	18,8 bcdef	6,6	21,6 c	0,2	0,5 defgh
CBGo	Vr	0,5	2,2 h	6,9	32,0 b	0,0	0,2 h
ENE	Ne-vr	9,2	21,2 bcd	0,1	0,3 e	0,2	0,4 defgh
ENE	Vr	6,5	13,8 cdefg	0,2	0,4 e	0,1	0,3 fgh
Skupna vsebnost kanabinoidov (% ali g)		7,56	21,6	2,7	11,2	0,2	0,7

Feminizirane sorte: BB-Berry Blossom, , CBGo – Žlahtniteljska linija CBG, ENE – Enectaliana, MW – Midwest, NW – Northwest, Dvodomne sorte: CAR – Carmagnola, DIO – Dioica 88, FIB – Fibranova, KOM – Kompolti, Ne-vr – nevršičkano, Vr – vršičkano

Vsebnost THC je bila pri vršičkanih rastlinah sorte Tiborszallasi (0,8 %), nevršičkanih rastlinah sorte Carmagnola (0,7 %), vršičkanih rastlinah sorte Midwest (0,5 %) ter pri nevršičkanih rastlinah rastlin Tiborszallasi in nevršičkanih rastlinah sorte BB (0,3 %) višja od zakonsko določene meje 0,3 % THC. Najnižja vsebnost THC pa je bila pri vršičkanih rastlinah linije CBGo. Največje razmerje pri vsebnosti THC med vršičkanimi in nevršičkanimi rastlinami znotraj sorte je bilo pri sorti Carmagnola, kjer je bil količnik 5,4. Pri sortah Enectaliana, Kompolti, Carmagnola, BB in CBGo je bila vsebnost THC višja pri nevršičkanih rastlinah kot pri vršičkanih, medtem ko je bilo pri ostalih sortah obratno.

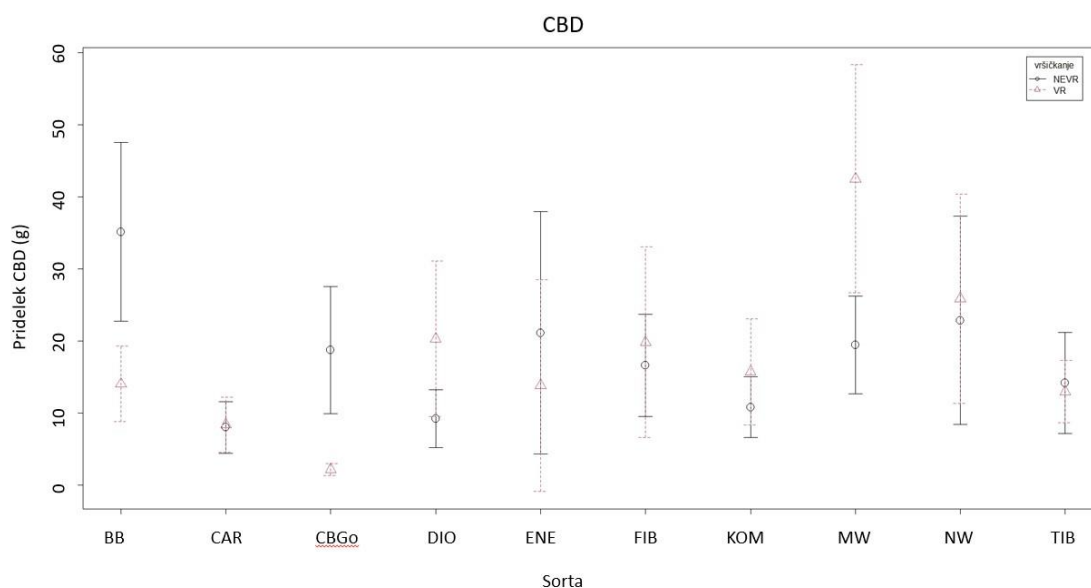
Pri vsebnosti kanabinoidov med feminiziranimi sortami in dvodomnimi sortami nismo opazili značilne razlike. Feminizirane sorte so imele v povprečju za 1,3 % višjo vsebnost CBD. Največja razlika je bila pri vsebnosti CBG, saj so feminizirane sorte imele 2,6 % višjo vsebnost CBG, kar je pričakovano, saj smo med feminiziranimi sortami imeli CBG linijo. Pri vsebnosti THC med feminiziranimi in dvodomnimi sortami ni bilo razlike.

Vršičkanje oz. odstranitev apikalnega meristema se izvaja predvsem zato, ker s tem povečamo pridelek socvetij na rastlino. Ko odstranimo apikalni meristem, v rastlini spremenimo hormonsko ravnovesje avksinov in citokininov in s tem spodbudimo rast stranskih poganjkov (Trancoso in sod., 2022). Folina in sod. (2020)

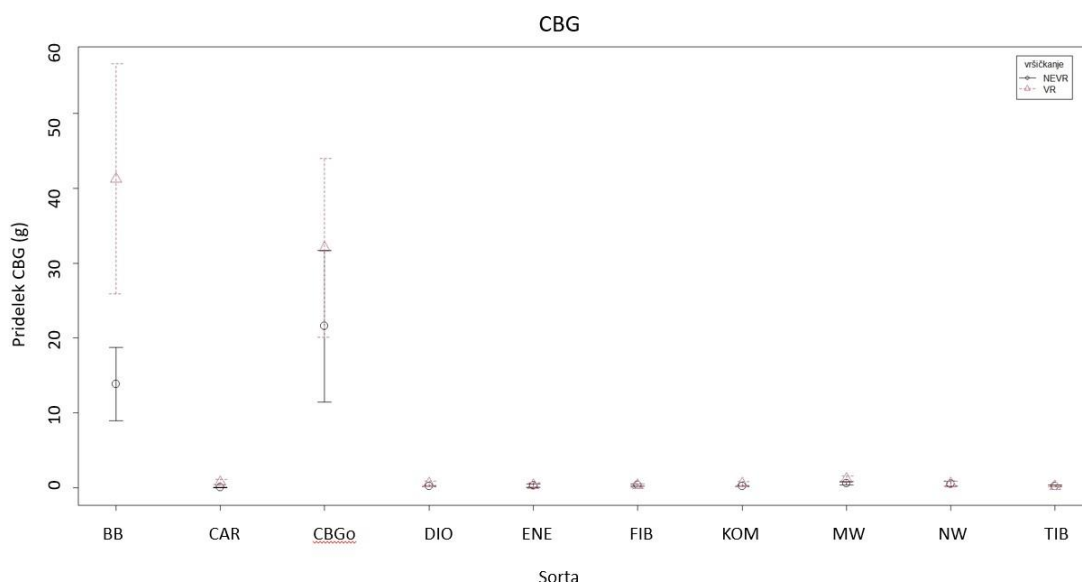
so preučevali vpliv vršičkanja na vsebnost kanabinoidov in ugotovili višjo vsebnost kanabinoida CBD pri vršičkanih rastlinah sort Fedora 23 in Futura 75, vendar pa vsebnost celokupnega CBD ni bila statistično značilno različna. Prav tako so ugotovili višji pridelek in biomaso socvetij. Statistično značilno višjo vsebnost CBD so pri vršičkanih rastlinah v primerjavi z nevršičkanimi rastlinami sort Fedora 17 in Felina potrdili tudi Roussis in sod. (2022).

3.2 Pridelek kanabinoidov

Najvišji pridelek kanabinoida CBD je bil pri vršičkanih rastlinah sorte Midwest (42,5 g/rastlino), sledile so nevršičkane rastline sorte BB s 35,2 g/rastlino, najnižji pridelek CBD pa je bil pri vršičkanih rastlinah sorte CBGo, in sicer 2,2 g/rastlino (preglednica 2 in slika 2). Feminizirane sorte so imele v povprečju višji pridelek CBD kot dvodomne. Pri sortah Dioica 88, Fibranova, Kompolti, Midwest in Northwest so imele vršičkane rastline višji pridelek CBD od nevršičkanih, medtem ko je bilo pri ostalih sortah obratno.



Slika 2: Povprečen pridelek CBD (g) na rastlino s standardnim odklonom.



Slika 3: Povprečen pridelek CBG (g) na rastlino s standardnim odklonom.

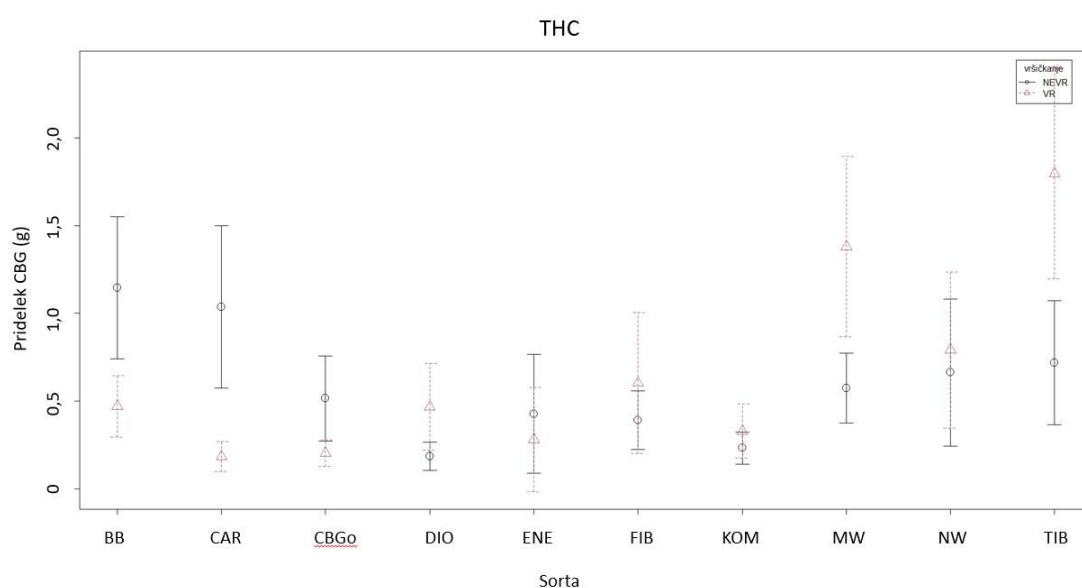
Z dvosmerno ANOVA analizo smo preverjali vpliv obeh faktorjev (sorta in vršičkanje) na pridelek CBD/rastlino. Ugotovili smo, da vršičkanje nima statistično značilnega vpliva na pridelek CBD ($p=0,911$), medtem ko se pridelek CBD razlikuje med sortami ($p < 0,001$). Interakcija med vršičkanjem in sorto je bila prav tako statistično značilna ($p < 0,001$). Duncanov test mnogoterih primerjav je pokazal, da so se znotraj

sorte po pridelku CBD/rastlino razlikovale vršičkane in nevršičkane rastline sorte Midwest, rastline sorte BB in rastline žlahtniteljske linije CBGo (preglednica 2).

Najvišji pridelek CBG/rastlino je bil pri vršičkanih rastlinah sorte BB (41,3 g/rastlino), sledile so vršičkane rastline žlahtniteljske linije CBGo s pridelkom 32,0 g/rastlino. Najnižji pridelek CBG pa je bil pri nevršičkanih rastlinah sorte Carmagnola (0,1 g/rastlino). Prav tako so imele vse sorte, razen sorta BB in žlahtniteljska linija CBGo pridelek CBG nižji od 1,2 g/rastlino. Feminizirane sorte so imele višji skupni pridelek CBG/rastlino od dvodomnih rastlin (preglednica 2 in slika 3).

Tako sorta, vršičkanje, kot tudi interakcija med sorto in vršičkanjem so statistično značilno vplivali na pridelek CBG ($p < 0,001$). Glede na Duncanov test so se po pridelku CBG/rastlino razlikovale vršičkane in nevršičkane rastline sorte BB in rastline žlahtniteljske linije CBGo, med ostalimi sortami ni bilo razlike (preglednica 2).

Najvišji pridelek THC/rastlino je bil pri vršičkanih rastlinah sorte Tiborszallasi (1,8 g/rastlino), sledile so vršičkane rastline sorte Midwest (1,4 g/rastlino), najnižji pridelek THC pa je bil pri vršičkanih rastlinah sorte Carmagnola (0,2 g/rastlino). Skupni pridelek THC/rastlino je bil med dvodomnimi in feminiziranimi rastlinami enak (preglednica 2 in slika 4).



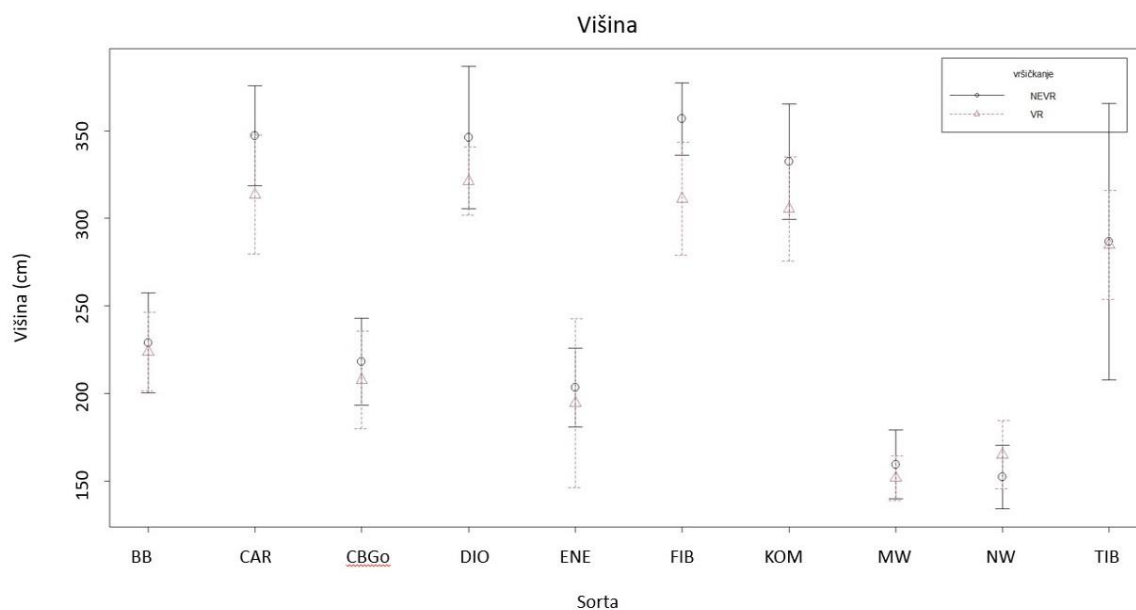
Slika 4: Povprečen pridelek THC (g) na rastlino s standardnim odklonom.

Dvosmerna ANOVA je pokazala, da sorta močno vpliva na pridelek THC/rastlino ($p < 0,001$), medtem ko vršičkanje ni imelo statistično značilnega vpliva ($p=0,0923$). Interakcija med sorto in vršičkanjem pa je prav tako pokazala statistično značilno razliko ($p < 0,001$). Znotraj sorte je bila glede na Duncanov test mnogoterih primerjav razlika med vršičkanimi in nevršičkanimi rastlinami sort Tiborszallasi, Midwest, BB in Carmagnola.

3.3 Višina rastlin

Najvišjo višino so dosegle nevršičkane rastline sorte Fibranova, ki so v povprečju merile 357 cm. Najnižje pa so bile nevršičkane rastline sorte Northwest (152 cm) in vršičkane rastline sorte Midwest (povprečno 152 cm) (slika 5). Kot lahko vidimo na sliki 5, so bile feminizirane sorte za 129 cm nižje od dvodomnih sort, pri čemer so feminizirane sorte v povprečju merile 191 cm, dvodomne pa 320 cm. Vršičkane rastline so bile v povprečju za 6 cm nižje od nevršičkanih.

Vršičkanje pomembno vpliva na višino rastline ($p=0,00147$), prav tako se višina rastlin konoplje razlikuje med sortami ($p < 0,001$). Interakcija med vršičkanjem in sorto ni bila statistično značilna. Duncanov test mnogoterih primerjav je pokazal, da med vršičkanimi in nevršičkanimi rastlinami ni razlike v višini, medtem ko se feminizirane sorte po višini razlikujejo od dvodomnih sort (preglednica 3). V povprečju nobena od feminiziranih sort ni presegla višine 230 cm, medtem ko so bile dvodomne sorte v povprečju višje od 280 cm (preglednica 3), kar je pričakovano, saj je žlahtniteljski cilj feminiziranih sort najpogostejše pridelok kanabinoidov, zato so feminizirane rastline bolj grmičaste in nižje, s krajšimi internodiji. Prav tako pa sam proces feminizacije lahko vpliva na manjšo rast rastlin (Timoteo Junior in Oswald, 2024).

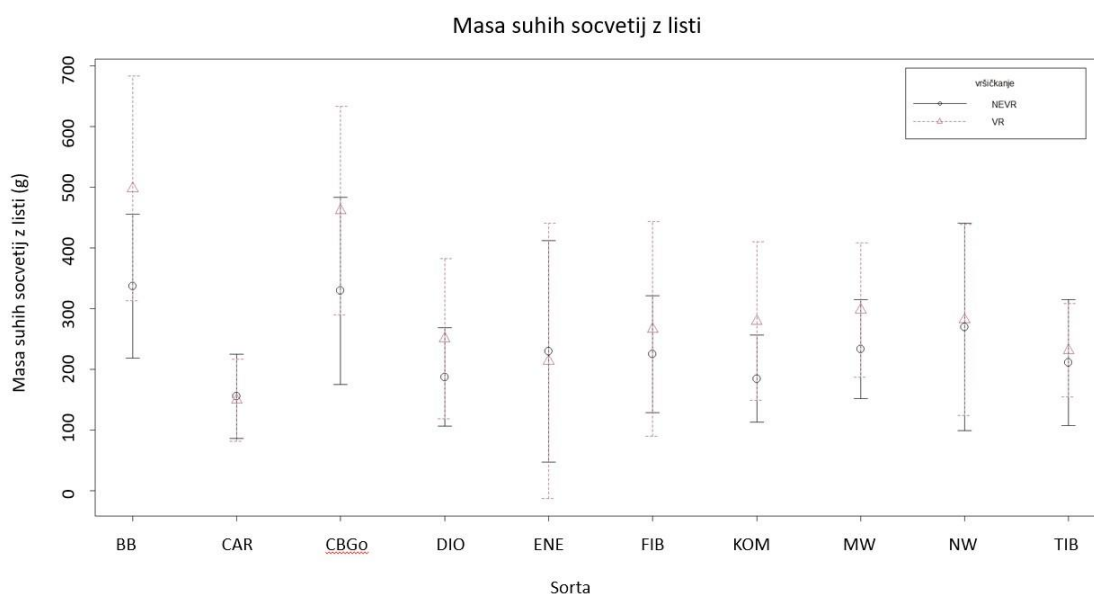


Slika 5: Povprečne višine (cm) vršičkanih in nevršičkanih rastlin glede na sorto s standardnim odklonom.

3.4 Masa suhega socvetja

Na sliki 6 vidimo, kako se masa suhega socvetja z listi spreminja glede na sorto in vršičkanje. Iz preglednice 3 je razvidno, da so vršičkane sorte BB, CBGo, Dioica 88, Enectaliana, Fibranova, Kompolti in Midwest imele v povprečju višji pridelek suhega socvetja od nevršičkanih rastlin, medtem ko je bil pridelek suhih socvetij z listi pri sortah Carmagnola, Northwest in Tiborszallasi višji pri nevršičkanih rastlinah. Med vsemi sortami je imela najvišji pridelek sorta Enectaliana pri vršičkanih rastlinah (227 g), sledila ji je sorta BB prav tako pri vršičkanih rastlinah (185 g). Najnižji pridelek suhega socvetja z listi pa so imele vršičkane rastline sorte Carmagnola.

Na povprečno maso suhih socvetij z listi sta tako sorta ($p < 0,001$) kot vršičkanje ($p=0,00234$) imela statistično značilen vpliv, interakcije pa ni bilo. Najvišji pridelek suhih socvetij z listi je dosegla sorta BB (418 g), najnižjega pa sorta Carmagnola (151 g). Vršičkane rastline so dosegle skoraj 40 g višji pridelek od nevršičkanih (preglednica 3).



Slika 6: Povprečna masa suhega socvetja z listi (g) pri vršičkanih in nevršičkanih rastlinah glede na sorto s standardnim odklonom

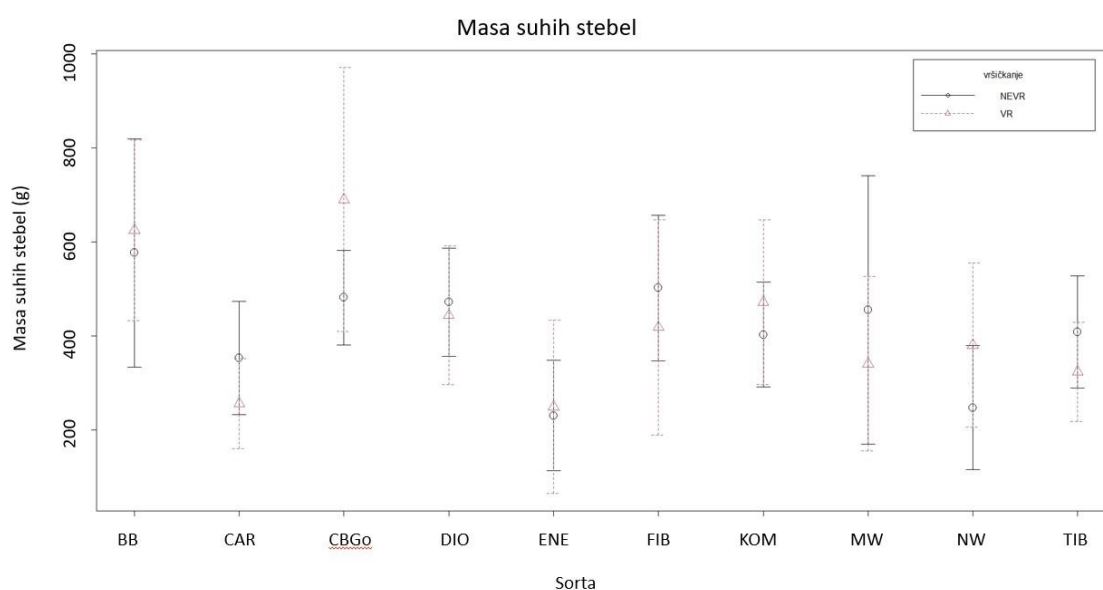
Preglednica 3: Primerjava višine konopljinih rastlin glede na sorto in vršičkanje. Enaka črka znotraj istega stolpca pomeni, da med obravnavanji ni statistično značilne razlike.

Dejavnik		Povprečna višina (cm)	Masa suhega socvetja z listi (g)
Sorta	DIO	335 a	215 bc
	FIB	334 a	245 bc
	CAR	326 a	151 c
	KOM	320 a	227 bc
	TIB	285 b	222 bc
	BB	226 c	417 a
	CBGo	215 cd	362 a
	ENE	200 d	225 bc
	NW	158 e	275 b
	MW	155 e	265 b
Vršičkanje	Ne-vr	274 a	273 a
	Vr	268 a	234 b

BB-Berry Blossom, CAR – Carmagnola, CBGo – Žlahtniteljska linija CBG, DIO – Dioica 88, ENE – Enectaliana, FIB – Fibranova, KOM – Kompolti, MW – Midwest, NW – Northwest, Ne-vr – nevršičkano, Vr - vršičkano

3.5 Masa suhih stebel in razmerje med maso suhih socvetij ter maso suhih stebel

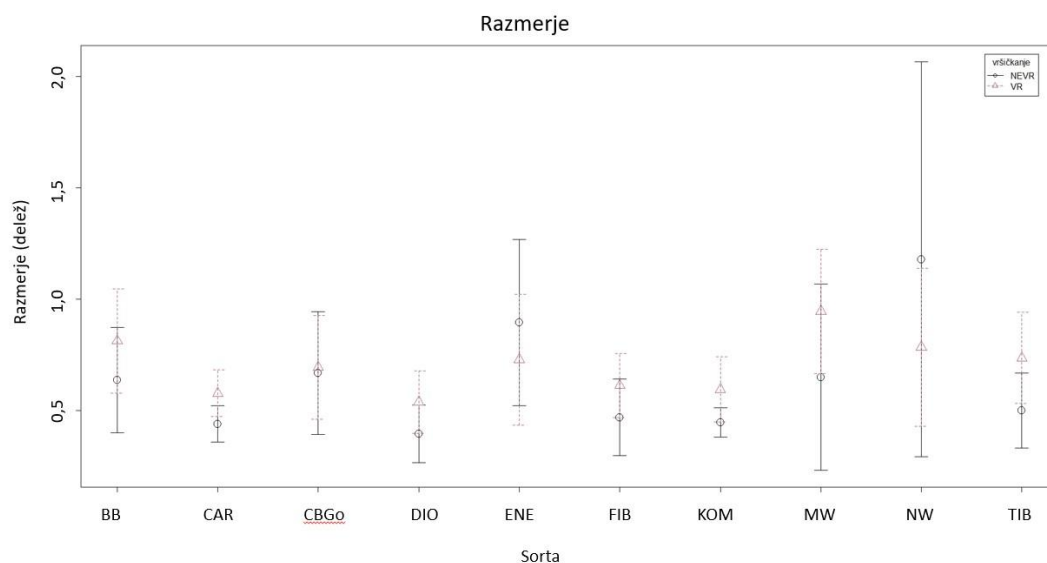
Na sliki 7 in v preglednici 4 je prikazana povprečna masa suhih stebel glede na sorto in vršičkanje. Vršičkane sorte BB, CBGo, Enectaliana, Kompolti in Northwest so imele večjo maso suhih stebel od nevršičkanih rastlin, medtem ko so imele nevršičkane rastline sort Carmagnola, Dioica 88, Fibranova, Midwest in Tiborszallasi večjo maso suhih stebel od vršičkanih. Največjo maso suhih stebel so imele vršičkane rastline linije CBGo (691 g), sledile so vršičkane rastline sorte BB (625 g), najmanjša masa suhih stebel pa je bila pri nevršičkanih rastlinah sorte Enectaliana (230 g). V primeru, da gojimo konopljo za namen pridelave socvetij in kanabinoidov si želimo imeti čim več socvetij in čim manj stebel, saj se v socvetjih oz. trihomih na socvetjih tvori največ kanabinoidov, medtem ko je vsebnost kanabinoidov v steblih zanemarljiva (Russo in Marcu, 2017).



Slika 7: Povprečna masa suhih stebel (g) vršičkanih in nevršičkanih rastlin glede na sorto s standardnim odklonom

Izračunali smo razmerje med maso socvetja z listi in maso stebel (preglednica 4). Pri vseh sortah bodisi vršičkanih ali nevršičkanih rastlin je bila masa suhih socvetij z listi večja od mase suhih stebel, razen pri nevršičkanih rastlinah sorte Northwest, kjer je bila masa suhih stebel večja od mase suhih socvetij (razmerje 1,1), kar ni ravno v prid pridelavi konoplje za kanabinoide.

Rezultat dvosmerne ANOVA analize je pokazal, da sorta statistično značilno vpliva na maso suhih stebel ($p < 0,001$), medtem ko vršičkanje ni imelo statistično značilnega vpliva. Interakcija med sorto in vršičkanjem je pokazala statistično značilen vpliv ($p=0,0364$). Med rastlinami linije CBGo pa je razlika le med vršičkanimi in nevršičkanimi rastlinami (preglednica 4, slika 8).



Slika 8: Razmerje med povprečno maso suhih socvetij z listi in povprečno maso suhih stebel (g) za vršičkane in nevršičkane rastline glede na sorto s standardnim odklonom

Preglednica 4: Kombinacija sorte in vršičkanja ter njen vpliv na povprečno maso suhih stebel (g) in razmerje med maso suhih socvetij z listi in maso suhih. Enaka črka znotraj istega stolpca pomeni, da med obravnavanji ni statistično značilne razlike.

Obravnavanje	Povprečna masa suhih stebel (g)	Razmerje med maso suhih socvetij z listi in maso suhih stebel
CBGo-vr	690 a	0,7 bcdefg
BB-vr	624 ab	0,8 bcd
BB-Ne-vr	576 abc	0,6 bcdefg
CAR-Ne-vr	352 def	0,4 fg
CAR-Vr	255 ef	0,5 cdefg
CBGo-Ne-vr	481 bcd	0,6 bcdefg
DIO-Ne-vr	471 bcd	0,3 g
DIO-Vr	443 cd	0,5 defg
ENE-Ne-vr	230 f	0,8 abc
ENE-Vr	248 ef	0,7 bcdefg
FIB-Ne-vr	501 bcd	0,4 efg
FIB-Vr	418 cde	0,6 cdefg
KOM-Ne-vr	402 cdef	0,4 efg
KOM-Vr	471 bcd	0,6 cdefg
MW-Ne-vr	455 bcd	0,6 bcdefg
MW-Vr	340 def	0,9 ab
NW-Ne-vr	247 ef	1,1 a
NW-Vr	380 def	0,7 bcde
TIB-Ne-vr	408 cdef	0,5 defg
TIB-Vr	323 def	0,7 bcdef

BB-Berry Blossom, CAR – Carmagnola, CBGo – Žlahtniteljska linija CBG, DIO – Dioica 88, ENE – Enectaliana, FIB – Fibranova, KOM – Kompolti, MW – Midwest, NW – Northwest, Ne-vr – nevršičkano, Vr - vršičkano

Vpliv sorte na razmerje med suhim socvetjem z listi in suhimi stebli je bil statistično značilen ($p < 0,001$), prav tako pa sta bila statistično značilna vpliva vršičkanja na razmerje ($p=0,0235$), kot tudi interakcija med sorto in vršičkanjem ($p=0,0149$). Znotraj sorte je bila razlika le med vršičkanimi in nevršičkanimi rastlinami pri sorti Northwest (preglednica 4). Razlika v masi suhih stebel ni bila značilna med feminiziranimi sortami in dvodomnimi, prav tako ni bilo značilne razlike v razmerju med maso suhih socvetij in maso suhih stebel med feminiziranimi in dvodomnimi sortami.

Vpliv vršičkanja na različne parametre so preučevali tudi drugi avtorji (Bajić in sod., 2022; Folina in sod., 2020; Roussis in sod., 2022). Bajić in sod. (2022) poročajo, da so bile nevršičkane rastline višje od vršičkanih rastlin. O takšnih rezultatih poročajo tudi Roussis in sod. (2022). Vršičkanje je imelo statistično značilen vpliv tudi na maso suhe snovi na rastlino in na število socvetij na rastlino in maso suhih socvetij v korist vršičkanih rastlin (Roussis in sod., 2022). Bajić in sod. (2022) so pri vršičkanih rastlinah ugotovili statistično značilno nižji pridelek stebel rastlin, kar pomeni, da vršičkanje ni priporočljivo, če pridelujemo konopljo za pridelek stebel ali vlaken. Crispim Massuela in sod. (2022) so ugotovili, da so vršičkane rastline razvile več stranskih poganjkov, medtem ko na vsebnost kanabinoida CBD ta ukrep ni imel značilnega vpliva. Prav tako značilnega vpliva vršičkanja na vsebnost kanabinoidov niso ugotovili v raziskavi pri Danziger in Bernstein (2021).

4 ZAKLJUČKI

V našem enoletnem poskusu z desetimi izbranimi sortami/linijami se je pokazalo, da pridelek kanabinoidov na rastlino ni odvisen od vršičkanja. Se je pa pokazalo, da so imele izbrane feminizirane sorte (Berry Blossom, CBGo, Midwest, Northwest, Enectaliana) v povprečju višji pridelek CBD kot izbrane dvodomne sorte (Fibranova, Kompolti, Carmagnola, Dioica 88, Tiborszallasi).

Vršičkanje je v povprečju zmanjšalo višino rastlin, kar je z vidika pridelave konoplje za kanabinoide dobro, saj so rastline namesto rasti v višino bolj razvevale stebila, s čimer smo dobili več socvetij. Prav tako so bile feminizirane rastline nižje od dvodomnih.

Vršičkanje je v povprečju vplivalo značilno tudi na pridelek suhega socvetja, saj so imele vršičkane rastline višji pridelek od nevršičkanih. Ni pa imelo vršičkanje vpliva na maso suhih stebel. Razmerje med maso suhih stebel in maso suhih socvetij je bilo pri večini sort v prid mase suhih socvetij kot masi suhih stebel z izjemo nekaterih sort.

Vršičkanje se je izkazalo kot pomemben agronomski ukrep, ki vpliva tako na morfologijo rastlin konoplje kot v nekaterih primerih tudi na pridelek proučevanih kanabinoidov (CBG, CBD in THC). Učinek vršičkanja je bil značilno odvisen od sorte.

Za natančnejšo razlago rezultatov pri nekaterih sortah bi bilo potrebno imeti večletni poskus, ki bi preučeval tudi mehanizem vpliva rezi, saj bi le na ta način lahko ugotovili zakaj pri nekaterih sortah prihaja do drugačnih rezultatov. S trenutnimi rezultati pa lahko podamo samo opažanja, ki smo jih ugotovili tekom poskusa.

Zahvala

Zahvaljujemo se Mihi Vengarju, ki je uporabljene podatke zbral v svoji diplomski nalogi, ter dr. Romanu Štuklju za opravljene HPLC analize.

Dostopnost raziskovalnih podatkov

Podatki so na voljo pri odgovornem avtorju na utemeljeno zahtevo.

5 VIRI

ARSO, 2023.

<https://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydJWbIR3LwVnaz9SYtVmYh9icIFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZuWYnwCchJXYtVGdIJnOn0UQQdSf>

Bajić, I., Pejić, B., Sikora, V., Kostić, M., Ivanovska, A., Pejić, B., & Vojnov, B. (2022). [The Effects of Irrigation, Topping, and Interrow Spacing on the Yield and Quality of Hemp \(*Cannabis sativa* L.\) Fibers in Temperate Climatic Conditions. Agriculture, 12\(11\), 1923. https://doi.org/10.3390/agriculture12111923](https://doi.org/10.3390/agriculture12111923)

Bakel, H. van, Stout, J. M., Cote, A. G., Tallon, C. M., Sharpe, A. G., Hughes, T. R., & Page, J. E. (2011). The draft genome and transcriptome of *Cannabis sativa*. *Genome Biology*, 12(10). <https://doi.org/10.1186/gb-2011-12-10-r102>

Bitežnik, L., Štukelj, R., & Flajšman, M. (2024). [The Efficiency of CBD Production Using Grafted Cannabis sativa L. Plants Is Highly Dependent on the Type of Rootstock: A Study. Plants, 13\(8\), 1117. https://doi.org/10.3390/plants13081117](https://doi.org/10.3390/plants13081117)

[Cannapuglia, 2025a. https://canapuglia.it/en/products/berry-blossom-cbd-feminizzata?_pos=2&_sid=fe20308a3&_ss=r](https://canapuglia.it/en/products/berry-blossom-cbd-feminizzata?_pos=2&_sid=fe20308a3&_ss=r)

[Cannapuglia, 2025b. https://canapuglia.it/en/products/carmagnola?_pos=1&_sid=3598cf6ab&_ss=r](https://canapuglia.it/en/products/carmagnola?_pos=1&_sid=3598cf6ab&_ss=r)

- [Cannapuglia, 2025c](https://canapuglia.it/products/dioica-88?srsId=AfmBOor2kwNfMjJKeARB27aoslHk3sDIR9QmSnQ8oGZGnpFjyf_dcLdB). https://canapuglia.it/products/dioica-88?srsId=AfmBOor2kwNfMjJKeARB27aoslHk3sDIR9QmSnQ8oGZGnpFjyf_dcLdB
- [Cannapuglia, 2025d](https://canapuglia.it/products/fibranova?srsId=AfmBOopiDEzV4-HPxfMpV1_dm7AuL0t-4sQBHdbrznGxvzwpHXMA2U8L). https://canapuglia.it/products/fibranova?srsId=AfmBOopiDEzV4-HPxfMpV1_dm7AuL0t-4sQBHdbrznGxvzwpHXMA2U8L
- [Cannapuglia, 2025e](https://canapuglia.it/en/products/kompolti?srsId=AfmBOoruBf3e7p2gVgEcfSjoTqmQfZjKHL1Gfl2-Egt6WU1fPtLBpAHA). <https://canapuglia.it/en/products/kompolti?srsId=AfmBOoruBf3e7p2gVgEcfSjoTqmQfZjKHL1Gfl2-Egt6WU1fPtLBpAHA>
- [Cannapuglia, 2025f](https://canapuglia.it/en/products/semi-midwest-cbd-femminilizzati?srsId=AfmBOor5i7X2UQCRJAcf9Ue4Z-04aZjYmychKZ8dolvXNEB-sUckoSBy). <https://canapuglia.it/en/products/semi-midwest-cbd-femminilizzati?srsId=AfmBOor5i7X2UQCRJAcf9Ue4Z-04aZjYmychKZ8dolvXNEB-sUckoSBy>
- [Cannapuglia, 2025g](https://canapuglia.it/en/products/tiborszallasi?srsId=AfmBOoqvdxEgeQHivxkrQd6dUZEqvt84OYsl_7i-np7pp2E_TKLiVVXn). https://canapuglia.it/en/products/tiborszallasi?srsId=AfmBOoqvdxEgeQHivxkrQd6dUZEqvt84OYsl_7i-np7pp2E_TKLiVVXn
- Crispim Massuela, D., Hartung, J., Munz, S., Erpenbach, F., & Graeff-Hönniger, S. (2022). [Impact of Harvest Time and Pruning Technique on Total CBD Concentration and Yield of Medicinal Cannabis](#). *Plants*, 11(1), 140. <https://doi.org/10.3390/plants11010140>
- Danziger, N., & Bernstein, N. (2021). Shape Matters: [Plant Architecture Affects Chemical Uniformity in Large-Size Medical Cannabis Plants](#). *Plants*, 10(9), 1834. <https://doi.org/10.3390/plants10091834>
- [Enecta.farm](https://enecta.farm/blogs/news/hemp-seeds-for-planting-discover-enectaliana?_pos=1&_sid=917b5522d&_ss=r), 2025. https://enecta.farm/blogs/news/hemp-seeds-for-planting-discover-enectaliana?_pos=1&_sid=917b5522d&_ss=r
- Farinon, B., Molinari, R., Costantini, L., & Merendino, N. (2020, julij). [The seed of industrial hemp \(Cannabis sativa L.\): Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition](#). *V Nutrients* (Let. 12, Številka 7, str. 1–60). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu12071935>
- Folina, A., Kakabouki, I., Tourkochoriti, E., Roussis, I., Pateroulakis, H., & Bilalis, D. (2020). [Evaluation of the Effect of Topping on Cannabidiol \(CBD\) Content in Two Industrial Hemp \(Cannabis sativa L.\) Cultivars](#). *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 77(1), 46–52. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2019.0021>
- Glivar, T., Eržen, J., Kreft, S., Zagožen, M., Čerenak, A., Čeh, B., & Benković, E. T. (2020). [Cannabinoid content in industrial hemp \(Cannabis sativa L.\) varieties grown in Slovenia](#). *Industrial Crops and Products*, 145(August 2019). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112082>
- Hillig, K. W. (2005). [Genetic evidence for speciation in Cannabis \(Cannabaceae\)](#). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52(2), 161–180. <https://doi.org/10.1007/s10722-003-4452-y>
- Janatová, A., Fraňková, A., Tlustoš, P., Hamouz, K., Božik, M., & Klouček, P. (2018). [Yield and cannabinoids contents in different cannabis \(Cannabis sativa L.\) genotypes for medical use](#). *Industrial Crops and Products*, 112(October 2017), 363–367. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.006>
- Meijer, E. D., Bagatta, M., Carboni, A., Crucitti, P., Moliterni, V. M. C., Ranalli, P., & Mandolino, G. (2003). [The Inheritance of Chemical Phenotype in Cannabis sativa L.](#). *Genetics*, 163(1), 335–346. <https://doi.org/10.1093/genetics/163.1.335>
- Namdar, D., Mazuz, M., Ion, A., & Koltai, H. (2018). [Variation in the compositions of cannabinoid and terpenoids in Cannabis sativa derived from inflorescence position along the stem and extraction methods](#). *Industrial Crops and Products*, 113(November 2017), 376–382. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.01.060>
- Pacifico, D., Miselli, F., Carboni, A., Moschella, A., & Mandolino, G. (2008). [Time course of cannabinoid accumulation and chemotype development during the growth of Cannabis sativa L.](#) *Euphytica*, 160(2), 231–240. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9543-y>
- R Core Team (2021). R: [A language and environment for statistical computing](#). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Roussis, I., Bilalis, D., Papastylianou, P., Kakabouki, I., Mavroeidis, A., & Stavropoulos, P. (2022). [Effect of Topping on Growth Development and CBD Content of Hemp \(Cannabis sativa L.\) in Pot Culture](#). *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 79(2), 78–82. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2022.0035>
- Russo, E. B., & Marcu, J. (2017). [Cannabis Pharmacology: The Usual Suspects and a Few Promising Leads](#). *V Advances in Pharmacology* (1. izd., Let. 80, Številka August). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.apha.2017.03.004>
- Schilling, S., Dowling, C. A., Shi, J., Ryan, L., Hunt, D., O'Reilly, E., Perry, A. S., Kinnane, O., McCabe, P. F., & Melzer, R. (2020). [The Cream of te Crop: Bology, Breeding and Applications of Cannabis sativa](#). Authorea. <https://doi.org/10.22541/au.160139712.25104053/v2>
- Timoteo Junior, A. A., & Oswald, I. W. H. (2024). [Optimized guidelines for feminized seed production in high-THC Cannabis cultivars](#). *Frontiers in Plant Science*, 15, 1384286. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1384286>
- Trancoso, I., De Souza, G. A. R., Dos Santos, P. R., Dos Santos, K. D., De Miranda, R. M. D. S. N., Da Silva, A. L. P. M., Santos, D. Z., García-Tejero, I. F., & Campostrini, E. (2022). [Cannabis sativa L.: Crop Management and Abiotic Factors That Affect Phytocannabinoid Production](#). *Agronomy*, 12(7), 1492. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071492>