

Žieminio rapso sėklų dygimas *Cannabis sativa* žiedynų vandeninėje ištraukoje

Regina Malinauskaitė

Vytauto Didžiojo universitetas,
Žemės ūkio akademija,
K. Donelaičio g. 58,
44248 Kaunas, Lietuva
El. paštas regina.malinauskaite@vdu.lt

Ekspertas atliktas 2018–2019 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Agronomijos fakulteto Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto laboratorijose. Tyrimų tikslas – įvertinti *Cannabis sativa* L. žiedynų vandeninės ištraukos 2, 1 ir 0,5 % koncentracijos tirpalų, paruoštų iš pagamintos ištraukos ir išlaikytos 30 parų (1 mėn.) bei 45 parų (1,5 mėn.), įtaką žieminio rapso 'Cult' veislės sėklų dygimo rodikliams. Paruošta ištrauka buvo laikoma šaldytuve (4 ± 1 °C temperatūroje). Kontrolė – distiliuotas vanduo. Nustatyta, kad tirpalai iš kūrų tik paruoštos ir 30 parų laikytos ištraukos slopino sėklų daigumo galią, o po 45 parų – skatino. Sėklų daigumą labiausiai slopino 2 % koncentracijos tirpalas iš kūrų tik paruoštos žiedynų ištraukos (daigumas siekė 73,33 %). Iš 30 parų laikytos ištraukos paruošti tirpalai esminės įtakos daigumui neturėjo, po 45 parų – skatino. Dėl 1 % koncentracijos tirpalo poveikio daigumas buvo 13,43 santykinų vienetų iš esmės didesnis nei kontrolėje. Įvertinus šaknelių ir daigelių pokyčius nustatyta, kad trumpiausios šaknelės buvo daiginant 2 % koncentracijos tirpale, nepriklausomai nuo ištraukos laikymo trukmės. 1 ir 0,5 % koncentracijos tirpaluose daigeliai didėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei. Šiame tirpale buvo pats mažiausias šaknelių / daigelių ilgių santykis. 1 % koncentracijos tirpale daigeliai nuosekliai ilgėjo, o šaknelės – trumpėjo. Šaknelių masės pokyčiai labiau priklausė nuo tirpalo koncentracijos – mažėjant koncentracijai jų masė didėjo. 0,5 % koncentracijos tirpale daigelių masė nuosekliai didėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei. Įvertinus sėklų energinį indeksą (SEI) pagal rapsų daigelių ir šaknelių žaliąją masę buvo nustatyta, kad 0,5 % koncentracijos tirpaluose viso eksperimento metu šis rodiklis buvo iš esmės didesnis nei kontrolėje ir didėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei.

Raktažodžiai: sėjamoji kanapė, rapsas, vandeninė ištrauka, ištraukos laikymo trukmė, daigumo rodikliai

ĮVADAS

Pastaraisiais metais Lietuvoje padaugėjo pluoštinių kanapių plotų. Kaip teigia J. Jankauskienė (2019), 2018 m. tai sudarė 4 000 ha. Kanapės pasižymi greitu augimu, gana anksti stelbia piktžoles, o likę lapai ir šaknys pagerina dirvos struktūrą. E. Gruzdevienė (2016) nurodo, kad monokultūroje augi-

namos pluoštinės kanapės, atsėliuotos ketverius metus, agrocheminių rodiklių itin nepablogino, o humuso kiekis netgi padidėjo. Autorė teigia, kad gyvybingų piktžolių nuimant derlių buvo rasta nedaug, jos buvo žemaūgės, nes kanapėms numetus lapus stelbiamoji galia sumažėjo.

Kaip efektyviai kanapės stels piktžoles, priklauso nuo tikslo – auginama sėklai ar pluoštui.

Auginant pluoštui piktžolių stelbimą užtikrina didesnis pasėlio tankumas (Amaducci et al., 2008). Pluoštui auginamos kanapės nuimamos baigiantis žydėjimui, nes vėliau pluošto kokybė dėl lignifikacijos procesų prastėja (Jankauskienė ir kt., 2007; Musio et al., 2018).

Žiedynai, naudojami medicininėms reikmėms ir eterinio aliejaus gamyboje, pasižymi repelentinėmis savybėmis. A. Y. Devashree (2018) teigia, kad kanapės yra nematodų repelentai.

Dėl šių savybių kanapės tinka auginti ekologiniuose pasėliuose. Juose ypač kreipiamas dėmesys į pačių augalų pagaminamus ir į aplinką išskiriamus arba išplaunamus antrinius metabolitus, kurie turi poveikį (teigiamą arba neigiamą) kitiems pasėlio augalams. Neigiamas poveikis pasireiškia per augimo, fiziologinių procesų sutrikdymą, kaip ląstelių dalijimasis, augimo hormonų veiklos pokyčiai, fermentų aktyvumas ir kvėpavimo, fotosintezės bei vandens apykaitos procesų pokyčiai (Singh, Thapar, 2003). Augalų likučių alelopatiniam aktyvumui didelę įtaką daro dirvožemio mikroflora, kuri suskaido kanapėse esančius antrinius metabolitus. Kanapėse esantys fenoliniai junginiai, pavyzdžiui, A ir B kanaflavinai, kvercetin-3-gliukozidai, katechinai, epikatechinai neigiamai veikia kitų augalų sėklų daigumą ir augimą. Pavyzdžiui, katechinolis slopina fermentų, turinčių įtakos sėklų dygimui, veikimą (Cheng, Cheng, 2015).

Literatūros šaltiniuose (Da Porto et al., 2014) nurodoma, kad džiūstant kanapėms keičiasi jų biocheminė sudėtis, t. y. kai kurių monoterpenų sumažėja, o seskviterpenų padaugėja, ypač kariofileno. Šių junginių daugėja ir ekstraktuose. Mokslininkai (Pellati et al., 2018) nurodo, kad kanapėse esančių junginių biologinį aktyvumą didina sinerginis terpenų ir flavonoidų poveikis.

Lenkų mokslininkai (Pudelko et al., 2014) teigia, kad laboratorijos sąlygomis 10 % koncentracijos kanapės vandeninė ištrauka slopino kviečių, rugių ir lubinų šaknelių tįsimą. Jie nurodo, kad šaknies ilgis tiesiogiai koreliuoja su jų žaliaja mase ($R^2 = 0,97$). Daigelių tįsimą ir pirminės šaknelės augimą slopino kanapių vandeninės ištraukos.

Pastaruoju metu Lietuvoje ypač tapo ekonomiška auginti rapsus. Daugėjant kanapės pluošto ir sėklų augintojų, jos gali būti panaudotos kaip priešėlis rapsams. Kol kas trūksta tyrimų, kokį poveikį rapsams gali turėti dirvoje likusios kana-

pių augalinės dalys, ypač žiedynai, kai auginama pluoštui.

Mūsų eksperimento tikslas – įvertinti skirtingų koncentracijų sėjamosios kanapės (*Cannabis sativa* L.) žiedynų vandeninės ištraukos galimą ilgalaikį poveikį žieminio rapslo sėklų dygimui.

METODAI IR SĄLYGOS

Eksperimentas atliktas 2018–2019 m. VDU ŽŪA Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto laboratorijose. Sėjamosios kanapės 'Finola' veislės augalų žiedynai žydėjimo pradžioje buvo surinkti VDU bandymų stotyje, laukelio pakraštyje. Kanapės buvo augintos karbonatingame sekliai glėjiškame išplautžemyje (*Calc(ar)-Epihypogleyic Luvisol*) naudojant įprastines technologijas. Išdžiovinti, susmulkinti ir persijoti sėjamosios kanapės žiedynai buvo supilti į kolbą, užpilti distiliuotu vandeniu; santykis – 10 g medžiagos ir 100 ml distiliuoto vandens. Kolba su turiniu patalpinta 24 h šaldytuve (temperatūra ~ +7 °C), kad išbrinktų. Po paros 2 h laikyta patalpoje, kad pasiektų patalpos temperatūrą, vėliau 1 h kaitinta vandens vonelėje palaikant +40 °C temperatūrą ir nuolat maišant turinį kolboje. Turinys atvėsintas iki +20 °C temperatūros, nufiltruotas ir nuspaustas. Iš gautos vandeninės ištraukos (10 % koncentracija, 0 parų laikymo trukmė) buvo iš karto paruošti 2 %, 1 % ir 0,5 % koncentracijų tirpalai. Tirpalų koncentracijos parinktos remiantis Lenkijos mokslininkų rekomendacijomis (Pudelko et al., 2014).

Likusi kanapės vandeninė ištrauka buvo laikoma +4 (±1) °C temperatūroje atitinkamai 1 (30 parų) ir 1,5 mėn. (45 paros). Iš jo minėtais terminais buvo paruošti tokių pačių koncentracijų tirpalai. Kontrolė – distiliuotas vanduo (0,0 % koncentracija).

Žieminio rapslo 'Cult' veislės sėklos (po 30 vienetų pakartojime, kiekvienas variantas kartotas keturis kartus) buvo padiegtos Petri lėkštelėse tarp filtrinio popieriaus, prisotinto paruoštų tirpalų. Daiginta reguliuojamo klimato kameroje tamsoje +22 °C temperatūroje. Po 72 h buvo nustatyta daigumo galia (%), po 168 h – sėklų daigumas (%), išmatuoti šaknelių ir daigelių ilgiai (cm), įvertinti vidutiniai 10 vienetų svoriai (g), apskaičiuoti šaknelių / daigelių ilgių ir svorių santykiai.

Nustatytas kiekvieno eksperimento santykinis grūdų daigumas (SGD):

$$\text{SGD} = \text{GD}_{\text{eksp.}} (\%) / \text{GD}_{\text{k.}} (\%) \times 100; \quad (1)$$

$\text{GD}_{\text{eksp.}}$ – kiekvieno eksperimento sėklų daigumo vidurkis; SD_{k} – kontrolės sėklų daigumo vidurkis.

Santykinis energinis indeksas (SEI, arba Vigoro indeksas) nustatytas pagal šaknelių ir daigelių ilgį arba žaliosios masės kiekį (Sako et al., 2001):

$$\text{SEI} = \text{SD} (\%) \times (\text{D cm g}^{-1} + \text{Š cm g}^{-1}). \quad (2)$$

Tyrimo duomenys statistiškai įvertinti pagal vidurkio standartinę paklaidą ($\pm\text{SD}$) ir Fišerio kriterijų, kai tikimybės lygis $P \leq 0,05$, naudotas programų paketas „Split-plot“ (Raudonius, 2017).

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Žieminio rapso sėklų daigumo galia skirtingų koncentracijų kė tik paruoštos kanapės (0 parų) vandeninės ištraukos tirpaluose, palyginti su kontrole, buvo mažesnė (1 lentelė). Iš esmės mažiausia ji buvo 2,0 % koncentracijos tirpale, kur santykinė daigumo galia siekė 68,90 %, arba 18,98 santykiniais vienetais mažesnė, palyginti su kontrole. Tirpalai, paruošti iš 30 parų laikytos ištraukos, neturėjo esminės įtakos rapso sėklų daigumo galiai, nors ji buvo šiek tiek mažesnė nei kontrolėje. Tirpalai, paruošti iš 45 paras laikytos ištraukos (1,5 mėn.), skatino sėklų daigumo galia. Iš esmės didžiausia (84,44 %) ji buvo 1,0 % koncentracijos

tirpale, palyginti su kontrole, didesnė 13,43 santykiniais vienetais.

Įvertinus kanapės žiedynų vandeninės ištraukos tirpalų poveikį rapsų sėklų daigumui matyti, kad iš kė tik pagamintos ištraukos paruoštas 2 % tirpalas iš esmės slopino daigumą (2 lentelė). Lyginant su kontrole, šio varianto sėklų daigumas buvo 13,02 santykiniais vienetais mažesnis. Iš 30 parų laikytos ištraukos paruošti tirpalai esminės įtakos sėklų daigumui neturėjo, tačiau 2 % koncentracijos ištraukos tirpale daigumas, palyginti su daigumo galia, kituose tirpaluose padidėjo daugiausia – atitinkamai 5,5 %. Iš 45 paras laikytos ištraukos paruoštuose tirpaluose didžiausias daigumas (ir nepakitęs, palyginti su daigumo galia) buvo 1 % tirpale. Skirtumas, palyginti su kontrole ir 2 % tirpalu, – esminis.

Mokslinėje literatūroje nurodoma, kad sėklų daigumui turi įtakos kanapės sėklų vandeninės ištraukos, ypač didesnės jų koncentracijos (Devashree, 2018). Didesnės kanapių antžeminės dalies vandeninės ištraukos koncentracijos slopino salotų sėklų daigumą, o ištraukos, pagamintos iš šaknų, įtakos neturėjo (Mahmoodzadeh et al., 2015). Panašius rezultatus pateikia ir kiti autoriai (Singh, Thapar, 2003) nurodydami, kad lapų ištraukos sumažino bandomojo augalo – gvajulės – sėklų daigumą, žaliosios masės kiekį ir pigmentų kiekį joje.

Gauti rezultatai rodo, kad labiausiai slopino sėklų daigumą 2 % tirpalas, paruoštas iš kė tik pagamintos sėjamosios kanapės žiedynų ištraukos.

1 lentelė. Žieminio rapso sėklų daigumo galia (%) ir santykinė daigumo galia (s. vnt.) sėjamosios kanapės žiedynų vandeninės ištraukos tirpaluose

Table 1. Winter rape seeds germination capacity (%) and relative germination capacity (relative units) on aqueous extracts of hemp inflorescences

Variantai Treatments	Tik pagamintas ekstraktas (0 parų) Extract produced (0 days)		Ekstraktas laikytas 30 parų Extract stored for 30 days		Ekstraktas laikytas 45 paras Extract stored for 45 days	
	Daigumo galia Germination power	Santykinė daigumo galia Relative germination power	Daigumo galia Germination power	Santykinė daigumo galia Relative germination power	Daigumo galia Germination power	Santykinė daigumo galia Relative germination power
Kontrolė Control	84,00 b	100,0 b	79,77 a	100,0 a	74,44 a	100,0 a
2,0 %	68,90 a	82,02 a	75,55 a	94,70 a	78,88 a	105,96 a
1,0 %	76,63 a,b	91,22 a, b	75,55 a	94,70 a	84,44 b	113,43 b
0,5 %	80,00 b	95,23 b	77,77 a	97,49 a	78,88 a	105,96 a

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$).

Note: Means not sharing a common letter (a, b) are significantly different ($P < 0.05$).

2 lentelė. Žieminio rapso sėklų daigumas (%) ir santykinis daigumas (s. vnt.) sėjamosios kanapės žiedynų vandeninės ištraukos tirpaluose

Table 2. Winter rape seeds germination (%) and relative germination (relative units) on aqueous extracts of hemp inflorescences

Variantai Treatments	Tik pagamintas ekstraktas (0 parų) Extract produced (0 days)		Ekstraktas laikytas 30 parų Extract stored for 30 days		Ekstraktas laikytas 45 paras Extract stored for 45 days	
	Daigumas Germination	Santykinis daigumas Relative germination	Daigumas Germination	Santykinis daigumas Relative germination	Daigumas Germination	Santykinis daigumas Relative germination
Kontrolė Control	84,30 b	100,0 b	80,00 a	100,0 a	76,66 a	100,0 a
2,0 %	73,33 a	86,98 a	81,09 a	101,36 a	79,99 a	104,34 a
1,0 %	82,20 b	97,50 b	77,77 a	97,21 a	84,44 b	110,14 b
0,5 %	84,56 b	100,30 b	79,99 a	99,98 a	80,00 a, b	104,35 a, b

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$).

Note: Means not sharing a common letter (a, b) are significantly different ($P < 0.05$).

Laikant ištrauką 30 parų nenustatytas neigiamas poveikis rapso sėklų daigumui, o išlaikius dar ilgiau buvo teigiamas daigumą skatinantis poveikis. Gauti rezultatai patvirtina mokslininkų (Pudelko et al., 2014) duomenis, kad didesnės koncentracijos tirpalai, paruošti iš kė tik pagamintos kanapės vandeninės ištraukos, slopino rapso sėklų daigumą.

Vadinasi, dirvoje ilgai išlikusios ir lėtai skaidomos kanapių žiedynų dalys turi teigiamos įtakos rapso sėklų daigumui.

Kaip teigiama literatūros šaltiniuose (Gulzar, Siddiqui, 2017), į dirvą eksudacijos būdu patekę įvairių augalų alelochemikalai, ypač didelėmis koncentracijomis, gali slopinti sėklų daigumą, o mažiausią neigiamą poveikį žiediniam kopūstui turėjo *Calatropsis procera* žiedų vandeninės ištraukos. Mūsų tyrime taip pat labiausiai slopinantis poveikis daigumui pasireiškė daiginant 2 % koncentracijos tirpale ir, svarbiausia, neigiamas poveikis pasireiškė tirpaluose, pagamintuose iš kė tik paruoštos kanapės žiedynų ištraukos.

Lenkų mokslininkai (Pudelko et al., 2014) nurodo, kad esant mažoms kanapės ištraukos koncentracijoms šaknelės tįso, o trumpėjo esant 2,5 ir 10 % koncentracijoms. Mūsų eksperimente įvertinus šaknelių ir daigelių ilgių pokyčius matyti, kad ilgį lėmė ne tik koncentracija, bet ir kanapės vandeninės ištraukos išlaikymo trukmė (3 lentelė). Iš esmės trumpiausios šaknelės buvo daiginant 2 % koncentracijos tirpale, nepriklausomai nuo laikymo trukmės. Šaknelės trumpėjo ilgėjant ištraukos laikymo

trukmei. Tačiau, palyginti su kitais variantais, nebuvo nustatyta priklausomybė tarp šaknelių ilgio ir ištraukos laikymo trukmės. 1 % koncentracijos tirpale buvo nustatyta vidutinio stiprumo priklausomybė tarp laikymo trukmės ir šaknelių ilgio ($R^2 = 0,73$), o kontrolėje ir 0,5 % koncentracijos tirpale – stipri priklausomybė, atitinkamai $R^2 = 0,99$ ir $R^2 = 0,83$.

Panašios priklausomybės nustatytos ir tarp ištraukos laikymo trukmės bei daigelių ilgių: kontrolėje $R^2 = 0,99$, 1 % koncentracijos tirpale – $R^2 = 0,86$, o 0,5 % – atitinkamai $R^2 = 0,94$. 2 % koncentracijos kanapės vandeninės ištraukos tirpale daigeliai trumpėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei, o po 45 parų rapso daigeliai buvo trumpiausi – siekė vos 2,09 cm. 1 % koncentracijos tirpale daigeliai nuosekliai ilgėjo.

Tokie šaknelių ir ilgių svyravimai tirpaluose, priklausomai nuo ištraukos laikymo trukmės, turėjo įtakos ir šaknelių / daigelių ilgių santykiams. Pats mažiausias santykis visais atvejais, nepriklausomai nuo ištraukos laikymo trukmės, buvo 2 % koncentracijos tirpale.

Mūsų gauti rezultatai patvirtina kitų tyrėjų duomenis (Devashree, 2018), kad didėjant sėjamosios kanapės vandeninės ištraukos koncentracijai avinžirnio ūglių ilgis mažėjo. Mokslininkai (Pudelko et al., 2014) teigia, kad kanapės 2,5 ir 10 % koncentracijų tirpaluose rapsų šaknys buvo 84 % trumpesnės nei kontrolėje, t. y. didelės koncentracijos veikė fitotoksiškai.

Įvertinus vandeninės ištraukos įtaką šaknelių ir daigelių masei matyti, kad iš kė tik pagamintos

3 lentelė. Žieminio rapso šaknelių, daigelių ilgiai (cm) ir jų santykis sėjamosios kanapės žiedynų vandeninės ištraukos tirpaluose

Table 3. Length of winter rape roots and sprouts (cm) and its ratio on aqueous extracts of hemp inflorescences

Variantai Treatments	Tik pagamintas ekstraktas (0 parų) Extract produced (0 days)			Ekstraktas laikytas 30 parų Extract stored for 30 days			Ekstraktas laikytas 45 paras Extract stored for 45 days		
	Šaknelės Roots	Daigeliai Sprouts	ŠDIS RSLR	Šaknelės Roots	Daigeliai Sprouts	ŠDIS RSLR	Šaknelės Roots	Daigeliai Sprouts	ŠDIS RSLR
Kontrolė Control	6,99b	2,86a	2,44b	5,53b	3,33a	1,66c	8,75c	3,73a	2,34c
2,0 %	4,60a	3,93b	1,17a	2,80a	3,25a	0,86a	2,09a	3,87a	0,54a
1,0 %	9,13c	3,20a	2,85c	5,75b	4,43b	1,29b	6,77b	4,65b	1,45b
0,5 %	7,57b	2,80a	2,70c	5,60b	4,32b	1,29b	5,28b	4,89b	1,07a

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$). ŠDIS – šaknelių / daigelių ilgių santykis.

Note: Means not sharing a common letter (a, b) are significantly different ($P < 0.05$); RSLR is root/sprout length ratio.

ištraukos paruošti tirpalai skatino šaknelių ir daigelių masės didėjimą (4 lentelė). Mažėjant tirpalo koncentracijai šaknelių masė iš esmės didėjo, o daigelių mažėjo. Tai rodo teigiamą poveikį, kai rapso augimo pradžioje skatinamas šaknyno, o ne antžeminės dalies formavimasis. Tirpalai, paruošti iš 30 parų laikytos ištraukos, pradėjo slopinti šaknelių masės formavimąsi, palyginti su ką tik pagamintais tirpalais. Daigelių masė nuosekliai didėjo 0,5 % koncentracijos tirpale, baigiantis eksperimentui buvo iš esmės didžiausia ir vidutinė, 10 vienetų masė siekė 0,553–0,572 g.

Dėl tokių masės svyravimų nebuvo nustatytos priklausomybės tarp šaknelių masės ir ištraukos laikymo trukmės, išskyrus kontrolę ($R^2 = 0,89$).

Priklausomybės tarp daigelių masės ir ištraukos laikymo trukmės buvo nustatytos 1 ir 0,5 % koncentracijų tirpaluose, atitinkamai siekė 0,73 ir 0,83 g.

Masių svyravimai turėjo įtakos ir šaknelių / daigelių žaliosios masės santykiams. Dėl slopinančio poveikio visais eksperimento atvejais mažesni svyravimai ir santykiai nustatyti 2 % koncentracijos tirpaluose.

Įvertinus kanapės žiedynų vandeninės ištraukos tirpalų įtaką sėklų energiniam indeksui (SEI) galima teigti, kad 1 ir 0,5 % koncentracijų tirpaluose SEI pagal masę didėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei (5 lentelė). Tokių pokyčių SEI pagal šaknelių ir daigelių ilgį nebuvo nustatyta. 1 % koncentracijos

4 lentelė. Žieminio rapso šaknelių, daigelių masė (10 vnt., g) ir jų santykis sėjamosios kanapės žiedynų vandeninės ištraukos tirpaluose

Table 4. Weight of winter rape roots and sprouts (10 pcs, g) and its ratio on aqueous extracts of hemp inflorescences

Variantai Treatments	Tik pagamintas ekstraktas (0 parų) Extract produced (0 days)			Ekstraktas laikytas 30 parų Extract stored for 30 days			Ekstraktas laikytas 45 paras Extract stored for 45 days		
	Šaknelės Roots	Daigeliai Sprouts	ŠDSS RSWR	Šaknelės Roots	Daigeliai Sprouts	ŠDSS RSWR	Šaknelės Roots	Daigeliai Sprouts	ŠDSS RSWR
Kontrolė Control	0,038a	0,363a	0,10a	0,051a	0,413a	0,12b	0,105c	0,484a	0,21b
2,0 %	0,059b	0,506c	0,11a	0,046a	0,462b	0,09a	0,056a	0,484a	0,11a
1,0 %	0,075c	0,450b	0,16b	0,063b	0,518c	0,11b	0,074b	0,514a	0,14a
0,5 %	0,090d	0,388a	0,23c	0,072c	0,553d	0,13b	0,115d	0,572b	0,20b

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$). ŠDSS – šaknelių / daigelių svorių santykis.

Note: Means not sharing a common letter (a, b) are significantly different ($P < 0.05$); RSWR is root/sprout weight ratio.

5 lentelė. Žieminio rapso energinis indeksas sėjamosios kanapės žiedynų vandeninės ištraukos tirpaluose
 Table 5. Winter rape virgo index on aqueous extracts of hemp inflorescences

Variantai Treatments	Tik pagamintas ekstraktas (0 parų) Extract produced (0 days)		Ekstraktas išlaikytas 30 parų Extract stored for 30 days		Ekstraktas išlaikytas 45 paras Extract stored for 45 days	
	SEI pagal ilgį VIGOR by length	SEI pagal žaliąją masę VIGOR by green mass	SEI pagal ilgį VIGOR by length	SEI pagal žaliąją masę VIGOR by green mass	SEI pagal ilgį VIGOR by length	SEI pagal žaliąją masę VIGOR by green mass
Kontrolė Control	830,35b	338,04a	708,80b	371,20a	956,71c	451,52b
2,0 %	625,50a	414,31b	450,59a	411,93b	476,74a	431,94a
1,0 %	1013,52c	431,55c	791,69c	451,84c	964,30c	496,50c
0,5 %	876,88b	404,19b	793,50c	499,93d	813,60b	549,60d

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$).

Note: Means not sharing a common letter (a, b) are significantly different ($P < 0.05$).

tirpale, paruoštame iš ką tik pagamintos ištraukos, SEI pagal ilgį ir masę buvo iš esmės didžiausias. 30 dienų išlaikytos ištraukos 0,5 % koncentracijos tirpale SEI pagal ilgį ir masę irgi buvo didžiausias. Skirtumai, palyginti su kontrole, esminiai. Ilgėjant ištraukos laikymo trukmei 2 % koncentracijos tirpaluose SEI pagal ilgį ir masę buvo mažiausias. Skirtumai, išskyrus SEI pagal masę iš ką tik paruoštos ištraukos, buvo mažiausi.

Sėklų energinis indeksas leidžia įvertinti sėklų fiziologinio potencialo skirtumus (Filho, 2015). Mūsų eksperimente įvertinus SEI pagal rapsų daigelių ir šaknelių žaliąją masę buvo nustatyta, kad 0,5 % koncentracijos tirpaluose viso eksperimento metu šis rodiklis buvo iš esmės didesnis nei kontrolėje ir didėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei. Tai rodo kanapės žiedynų mažų koncentracijų pozityvų alelopatinį poveikį rapsų sėklų dygimui ir tolimesniam vystymuisi. Gauti rezultatai patvirtina literatūros šaltiniuose (Pudgelko et al., 2014 ir kt.) skelbiamus duomenis, kad mažos kanapės vandeninės ištraukos tirpalų koncentracijos aliejinius rapsus veikia stimuliuojančiai.

IŠVADOS

1. 2, 1 ir 0,5 % koncentracijų tirpalai, paruošti iš ką tik pagamintos bei 30 parų laikytos sėjamosios kanapės žiedynų vandeninės ištraukos, slopino žieminio rapso 'Cult' veislės sėklų daigumo galią ištrauką laikant 45 paras; daigumo galia padidėjo 4,34–10,14 santykinųjų vienetų.

2. Rapso sėklų daigumą labiausiai slopino 2 % koncentracijos tirpalas, pagamintas iš ką tik paruoštos kanapės žiedynų vandeninės ištraukos. Lyginant su kontrole jis buvo 13,02 santykiniais vienetais mažesnis. Po 45 ištraukos laikymo parų visų koncentracijų tirpalai skatino daigumą, ypač 1 ir 0,5 % koncentracijų.

3. 2 % koncentracijos tirpalas iš esmės (1,5 karto) slopino rapsų šaknelių tįsimą. Ilgėjant ištraukos laikymo trukmei slopinamasis poveikis didėjo. 1 ir 0,5 % koncentracijų tirpaluose rapsų daigeliai tįso, po 30 ir 45 ištraukos laikymo parų buvo ilgiausi, t. y. 1,25–1,45 karto ilgesni nei kontrolėje.

4. Rapsų šaknelių masė didėjo mažėjant kanapės vandeninės ištraukos tirpalų koncentracijai. 0,5 % koncentracijos tirpale daigelių masė didėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei, atitinkamai vidutinė 10 vienetų masė buvo 0,388–0,572 g.

5. Santykinis energinis indeksas pagal rapsų daigelių ir šaknelių masę 0,5 % koncentracijos tirpale buvo didesnis (46,53 punktais) nei kontrolėje ir didėjo ilgėjant ištraukos laikymo trukmei.

Gauta 2020 06 16
Priimta 2020 10 02

LITERATŪRA

1. Amaducci S., Zatta A., Pelatti F., Venturi G. 2008. Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fiber and implication for an innovative production system. *Field Crops Research*. Vol. 11. P. 161–169.

2. Cheng F., Cheng Z. 2015. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 6. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01020>
3. Da Porto C., Decorti D., Natolino A. 2014. Effect of ultrasound pre-treatment of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed on supercritical CO₂ extraction of oil. *International Journal of Applied Research in Natural Products*. Vol. 7(1). P. 8–14.
4. Devashree A. Y. 2018. The phytotoxic effect of aqueous extract of *Cannabis sativa* on the germination and growth of *Cicerarietum*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. Vol. 11. No. 11. P. 5096–5100 [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.5959/0974-360x.2018.00930.7>
5. Filko J. M. 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)*. Vol. 72. No. 4 [žiūrėta 2020-03-20]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>
6. Gruzdevienė E. 2016. *Monokultūroje auginamų pluoštinių kanapių įtakos dirvos kokybiniams rodikliams ir piktžolėtumui tyrimai: 2015–2016 m. galutinė ataskaita*. 36 p.
7. Gulzar A., Siddiqui M. B. 2017. Allelopathic effect of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. on growth and antioxidant activity of *Brassica oleracea* var. *botrytis*. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Vol. 16(4). P. 375–382.
8. Jankauskienė Z., Gruzdevienė E., Endriukaitis A. 2007. *Sėjamųjų kanapių auginimo technologija*. Akademija. 27 p.
9. Jankauskienė J. 2019. *Pluoštinių kanapių auginimo ypatumai ir panaudojimo galimybės*. Seminaras LAMMC ŽI, 2019 m. vasario 26 d.
10. Mahmoodzadeh H., Ghasemi M., Zanganeh H. 2015. Allelopathic effect of medicinal plant *Cannabis sativa* L. on *Lactuca sativa* L. seed germination. *Acta Agriculturae Slovenica*. Vol. 2. P. 133–239 [žiūrėta 2020-05-04]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.14720/aas.2015.105.2.06>
11. Musio S., Müssig J., Amaducci S. 2018. Optimizing hemp fiber production for high performance composite applications. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 9. 14 p. [žiūrėta 2020-05-04]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01702>
12. Pellati F., Brighenti V., Sperlea J., Marchetti L. 2018. New methods for the comprehensive analysis of bioactive compound in *Cannabis sativa* L. (hemp). *Molecules*. Vol. 23 [žiūrėta 2020-05-04]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/molecules23102639>
13. Pudielko K., Majchrzak L., Narożna D. 2014. Allelopathic effect of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) on monocot and dicot plant species. *Industrial Crop and Products*. Vol. 56. P. 191–199 [žiūrėta 2020-05-06]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.02.028>
14. Raudonius S. 2017. Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Žemdirbystė–Agriculture*. Vol. 107(4). P. 377–382.
15. Sako Y., McDonald M. B., Fujimura K., Rvans A. F., Bennett M. M. 2001. A system for automated seeds vigour assessment. *Seed Science and Technology*. Vol. 29. P. 626–636.
16. Singh N. B., Thapar R. 2003. Allelopathic influence of *Cannabis sativa* on growth and metabolism of *Parthenium hyperophorus*. *Allelopathy Journal*. Vol. 12(1). P. 61–70.

Regina Malinauskaitė

WINTER RAPE SEEDS GERMINATION OF CANNABIS SATIVA INFLORESCENCE AQUEOUS EXTRACT

Summary

The experiment was carried out in the laboratories of the Institute of Biology and Plant Biotechnology of the Faculty of Agronomy, Vytautas Magnus University in 2018–2019. The aim of the study was to determine the allelopathic effect of 2, 1 and 0.5% solutions of *Cannabis sativa* L. inflorescence aqueous extract on the germination rates of winter rape ‘Cult’ cultivars prepared from the fresh extract and the extract stored for 30 days (1 month) and 45 days (1.5 months). The prepared extract was stored in a refrigerator ($4 \pm 1^\circ\text{C}$). The control was distilled water. Solutions from the freshly prepared extract and the extract stored for 30 days were found to inhibit seed germination power and to stimulate it after 45 days. Seed germination was most inhibited by a 2% solution of the freshly prepared inflorescence extract. After 30 days, the solutions prepared from the preserved extract had no significant effect on germination, and after 45 days, the solutions stimulated germination. The germination of the 1% concentration solution was by 10.14 relative units significantly higher than that of the control. Assessing the changes in roots and sprouts, it was found that essentially the shortest roots were when germinated in the 2% concentration solution, regardless of the storage time of the extract. In the solutions with 1 and 0.5% concentration, the sprouts lengthened with increasing the shelf-life of the extract. The lowest root/sprout length ratio was in this solution. In the 1% solution, the sprouts grew consistently and the roots shortened. Changes in roots mass were more dependent on the concentration of the solution: as the concentration decreased, their mass increased. In the 0.5% solution, the weight of sprouts increased consistently with increasing the storage time of the extract. The evaluation of Vigour index based on the green mass of rape sprouts and roots showed that the concentration in 0.5% solutions through the whole experiment was significantly higher than in the control and increased with increasing the shelf-life of the extract.

Keywords: sown hemp, rape, aqueous extract, extract storage time, germination parameters