

# Utjecaj sorte i tvrdoće vode na agronomska svojstva predivog lana

---

**Pekas, Vatroslava**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:889338>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ SORTE I TVRDOĆE VODE NA  
AGRONOMSKA SVOJSTVA PREDIVOG LANA**

DIPLOMSKI RAD

Vatroslava Pekas

Zagreb, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Ekološka poljoprivreda i agroturizam

**UTJECAJ SORTE I TVRDOĆE VODE NA  
AGRONOMSKA SVOJSTVA PREDIVOG LANA**

DIPLOMSKI RAD

Vatroslava Pekas

Mentor: Prof. dr. sc. Jasminka Butorac

Zagreb, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, Vatroslava Pekas ,JMBAG0302008982, rođena 01.08.1991. u Slavonskom Brodu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ SORTE I TVRDOĆE VODE NA AGRONOMSKA  
SVOJSTVA PREDIVOG LANA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE  
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studentice **Vatroslava Pekas**, JMBAG 0302008982, naslova

**UTJECAJ SORTE I TVRDOĆE VODE NA AGRONOMSKA  
SVOJSTVA PREDIVOG LANA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Prof. dr. sc. **Jasminka Butorac** mentor \_\_\_\_\_
2. Izv. prof. dr. sc. **Luna Maslov Bandić** član \_\_\_\_\_
3. Prof. dr. sc. **Milan Pospišil** član \_\_\_\_\_

## **Zahvala**

Ovime zahvaljujem svojoj majci.

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Cilj istraživanja .....	1
2. Pregled literature .....	2
3.1. Tlo.....	4
3.2. Vremenske prilike tijekom istraživanja.....	5
4. Materijali i metode .....	7
4.1. Plan pokusa.....	7
4.2. Statistička obrada rezultata.....	9
5. Rezultati istraživanja i rasprava .....	10
5.1. Prinos stabljike nakon močenja.....	10
5.2. Prinos ukupnog vlakna.....	12
5.3. Prinos dugog vlakna.....	13
5.4. Udio ukupnog vlakna.....	15
5.5. Udio dugog vlakna.....	16
6. Zaključak.....	18
7. Popis literature.....	19
Životopis.....	20

## **Sažetak**

Diplomskog rada studentice **Vatroslave Pekas**, naslova

### **UTJECAJ SORTE I TVRDOĆE VODE NA AGRONOMSKA SVOJSTVA PREDIVOG LANA**

U ovom diplomskom radu provedena su istraživanja agronomskih svojstava na pet sorata predivog lana. Pokus je postavljen na Pokušalištu Maksimir Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta 2014. godine prema metodi slučajnog bloknog rasporeda u četiri ponavljanja. U pokusu je bilo zastupljeno pet europskih sorata predivog lana (Viking, Viola, Venica, Agatha i Electra). Nakon berbe lana, stabljike lana podvrgnute su biološkoj metodi maceracije zagrijanom vodom u kontroliranim uvjetima različitim tvrdoćama vode (vrlo meka, srednje tvrda i tvrda) u trajanju od tri dana pri 32°C. Nakon močenja određen je prinos stabljike nakon močenja, prinos vlakna, udio vlakna, prinos dugog vlakna i udio dugog vlakna. Na osnovi provedene analize varijance utvrđena je signifikantna razlika za prinos stabljike nakon močenja i prinos dugog vlakna. Najveći prinos stabljike nakon močenja imala je sorta Viola. Najveći prinos ukupnog vlakna, prinos dugog vlakna te udio dugog vlakna ostvarila je sorta Electra. Venica se pokazala najbolja za svojstvo udio ukupnog vlakna. Močenje mekanom vodom dalo je najbolje rezultate za sva navedena istraživana agronomska svojstva.

**Ključne riječi:** predivi lan, sorte, močenje lana, agronomska svojstva



## **Summary**

Of the master's thesis— student **Vatroslava Pekas**, entitled

### **THE INFLUENCE OF VARIETY AND WATER HARDNESS ON THE AGRONOMIC TRAITS OF FLAX**

In this thesis, agronomic traits were investigated on five varieties of fiber flax. The trial was set up at the Maksimir Experiment Station of the University of Zagreb, Faculty of Agriculture, in 2014 according to the randomized complete block design in four replications. Five European varieties of fiber flax (Viking, Viola, Venica, Agatha and Electra) were involved in the trial. After harvesting the fiber flax, the flax stems were subjected to a biological method of maceration with heated water under controlled conditions with different hardness of water (very soft, medium hard and hard) for three days at 32°C. After retting, the dry stem yield after retting, total fiber yield, share of total fiber, long fiber yield and share of long fibre were determined. Based on the analysis of variance, a significant difference was found for the dry stem yield after retting and the long fiber yield. The variety Viola had the highest dry stem yield after retting. The highest yield of total fiber yield and long fiber and share of long fiber was achieved by the variety Electra. Venica proved to be the best for the share of total fiber. Retting with soft water gave the best results for all the investigated agronomic traits

**Keywords:** fiber flax, varieties, retting, agronomic traits

# 1. Uvod

Uzimajući u obzir dostupnu literaturu iz područja tekstilne tehnologije i poljoprivrede s fokusom na lan (*Linum usitatissimum L.*) i lanena vlakna može se zaključiti koliko je ova tema još uvijek neistražena. Stoga postoji potreba za interdisciplinarnim pristupom istraživanja. Iz toga se unatrag dvadesetak godina rodila suradnja istraživača Agronomskog fakulteta i Tekstilno tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu s ciljem oživljavanja proizvodnje lanau Republici Hrvatskoj te poboljšanja kvalitete lanenih vlakana. Čimbenici koji utječu na prinos i kvalitetu predivog lana su zemljišno-klimatski, uzgoj i genetske predispozicije te antropogeni čimbenici. Najvažniji čimbenici koji utječu na količinu i kvalitetu vlakna lana su: sorta, agroekološki uvjeti, agrotehničke mjere, stupanj zrelosti lanene biljke, namjena za koju se lan uzgaja te prerada stabljike.

Sorte predivog lana koje se danas koriste u Europi su jare sorte prilagođene maritimnoj klimi. Bitno je napomenuti da predivi lan ne podnosi temperature ispod 0<sup>0</sup> C u početku razvoja, a visoke temperature ubrzavaju sazrijevanje lana te tada ne dolazi do izduživanja biljke i vlakna, a to negativno utječe na kvalitetu vlakna (Butorac i sur., 2004.).

Hrvatska ne raspolaže vlastitim selekcijskim materijalom te je upućena na introdukciju stranih sorata predivog lana, koje u novim uvjetima mogu izgubiti važna svojstva. Na sjeverozapadu naše zemlje unatrag nekoliko godina provode se istraživanja u smjeru ponovnog uvođenja lana na poljoprivredne površine uz istraživanje stranih sorata gdje se prate njihove aklimatizacijske sposobnosti na agroekološke uvjete Hrvatske uz primjenu adekvatne agrotehlike i prerade.

Najsloženiji zahvat u cijelom procesu prerade lana u vlakno je močenje. Močenjem se slojevi pektina koji vežu epidermu i stanice kore u stabljici razgrađuju djelovanjem enzima močenja (pektaze, pektinaze, pektat liaze). Na taj se način stanice epiderme i parenhima kore pretvaraju u sluzavu tvar, a ne oštećuju se stanice vlakana (Butorac, 2009.). Močenje lana se može provoditi u polju, u bazenima, a postoji i kemijsko močenje lana te enzimsko.

Količina i kvaliteta vlakna ovisi i o tvrdoći vode (Pasković, 1966.). Voda u kojoj se namače lan utječe na boju i sposobnost bijeljenja lanenih vlakana, a sam proces je brži što je voda mekša. Vlakno je tada kvalitetnijeg sjaja, finije je i na opip ugodno. Naša vodovodna voda je tvrda dok rijeke, jezera i bare imaju srednje tvrdu vodu.

## 1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti agronomska svojstva (prinos stabljike nakon močenja, prinos ukupnog i dugog vlakna, te udio ukupnog i dugog vlakna) pet kultivara predivog lana močenog u vodi s tri različite tvrdoće (vrlo meka, srednje tvrda i tvrda).

## 2. Pregled literature

Močenje je najteža faza u preradi lanenih vlakana jer utječe na kvalitetu i prinos. Vlakna se odvajaju od drvenastog dijela i uklanjaju se necelulozne komponente (pektin, hemiceluloza, lignin, voskovi i masti). Istraživanja su provedena 2012. godine na Agronomskom fakultetu sa sortom Viola na eutričnom smeđem antropogeniziranom tlu (Brunšek i sur., 2014.a) Istraživana agronomska svojstva bila su prinos stabljike nakon močenja, ukupni prinos vlakana, udio ukupnih vlakana, prinos dugih vlakana i udio dugih vlakana. Stabljike lana su stavljene u spremnike vode različite tvrdoće (tvrda, srednje tvrda i vrlo meka) na 32 °C tijekom 3 dana. Tvrdoća vode izražena je u njemačkim stupnjevima tvrdoće (°dH) i u ppm (određivanje titracijom s 0,1M HCl sa metiloranž indikatorom). Različita tvrdoća vode malo je utjecala na agronomska svojstva. Kod vlakana močenih u tvrdoj vodi, finoća vlakana je malo grublja, a srednja tvrdoća vode daje nešto jača i dulja vlakna. Najveći prinos suhe stabljike postignut je močenjem biljaka u srednje tvrdoj vodi. Nisu zabilježene razlike između namakanja u vrlo mekoj i srednje tvrdoj vodi za ukupni prinos i prinos dugog vlakna. Rezultati pokazuju prilično blagu promjenu za ultrazvučnu metodu namakanja u usporedbi s tradicionalnim močenjem.

Brunšek i sur. (2014.b) provodili su pokuse na dvije lokacije: na pokusnim poljima Agronomskog fakulteta u Zagrebu i na Veleučilištu u Križevcima. Najveći prinos stabljike nakon močenja i ukupni prinos vlakana ostvarile su sorte Viola i Electra, a najveći prinos dugih vlakana sorte Viola i Agatha na obje lokacije. Najgrublja vlakna bila su ona dobivena od sorte Electra i u Zagrebu i u Križevcima. Najjača vlakna dobivena su od sorte Agatha u Zagrebu i od sorte Electra u Križevcima. Utvrđeno je da su najveći prinosi i udio vlakana s finijim i čvršćim vlaknima zabilježeni kod močenja lana u vrlo mekoj vodi na obje lokacije.

Butorac i sur. (2014.) u radu iznose rezultate postignutog prinosa i udjela vlakna pet inozemnih sorata (Viking, Viola, Venica, Agatha i Electra) predivog lana u Zagrebu na eutričnom smeđem antropogeniziranom tlu. Lan je močen u vrlo mekoj (0,8-1,5 °dH), srednje tvrdoj (8,2-9,5 °dH) i tvrdoj vodi (15,5-21 °dH). U obje godine istraživanja sorte Viola i Electra imale su najviši prinos stabljike, a sorta Viola najviši prinos močene stabljike. Sorta Agatha imala je najviši udio ukupnog vlakna, a sorte Venica i Agatha najviši udio dugog vlakna. Najmanji prinos dugog vlakna te najmanji udio ukupnog vlakna ostvaren je kada je lan močen u tvrdoj vodi.

Butorac i sur. (2022.) na pokusnim poljima Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (eutričnom smeđem antropogeniziranom tlu) i Veleučilišta u Križevcima (pseudoglej, obrončani) provodili su pokuse na pet sorata. Između sorti zabilježene su statistički značajne razlike za istraživana svojstva predivog lana (prinos stabljike, prinos stabljike nakon močenja, ukupni prinos vlakna, prinos dugog vlakna, udio ukupnog vlakna i udio dugog vlakna). Svi istraživani kultivari (Viking, Viola, Venica, Agatha, Electra) su europski i imaju usku genetsku osnovu (imaju slične roditelje), pa očito imaju isti učinak na tvrdoću vode (Brunšek i sur. 2014.b). Pokusi su dizajnirani prema metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja. U trodišnjem istraživanju sorte Agatha, Viola i Electra imale su najveće vrijednosti istraživanih svojstava. Najveći prinosi i udjeli vlakana zabilježeni su močenjem lana u vrlo mekoj vodi. Dobiveni rezultati od velike su važnosti jer su pružili dragocjena

saznanja o aklimatizacijskoj sposobnosti stranih kultivara koji se potencijalno mogu prilagoditi klimatskim uvjetima Hrvatske, čime se može osigurati sirovina za izradu ekološki vrijednih proizvoda.

Sharma i sur. (1999.) u Ujedinjenom Kraljevstvu na Sveučilištu Queen's u Belfastu istraživali su fizikalna, kemijska i toplinska svojstva lanenih vlakana močenih u vodi, u polju i uz pomoć enzima. Kvaliteta vlakana dobivenih močenjem u polju, močenjem u vodi i enzimskim močenjem razlikovala se po boji, mirisu, finoći, izdržljivosti i drugim svojstvima. Glavni razlog su razlike u aktivnostima enzima za razgradnju polisaharida uključenih u svaku od tri navedene vrste močenja. Studija je provedena na ograničenoj veličini uzoraka no potvrdila je superiornost vlakana močenih u vodi u usporedbi s ostalima.

### 3. Stanišni čimbenici

#### 3.1. Tlo

Prema pedoklasifikaciji Hrvatske tlo na lokaciji Zagreb-Maksimir je eutrično smeđe, antropogenizirano, na slabo zamočvarenoj ilovači (Pospišil, 1990.). Praškasto ilovaste je teksture (Tablica 1). Zbog visokog sadržaja praha, sklono je stvaranju pokorice.

Tablica 1. Mehanički sastav tla

Dubina tla (cm)	Mehanički sastav tla (% čestica – $\varnothing$ mm)					Teksturna oznaka
	2,0 – 0,2	0,2 – 0,05	0,05 – 0,02	0,02 – 0,002	< 0,02	
0 - 20	18,7	9,7	38,4	29,8	3,4	Praškasta ilovača
20 - 40	18,5	10,5	34,4	28,0	8,6	Praškasta ilovača

Izvor: Pospišil, 1990.

Fizikalna svojstva tla navedena su u tablici 2. Kapacitet tla za vodu iznosi 36,8 vol.% u oraničnom, te 33,6 vol. % u podoraničnom sloju. Za oranični sloj moglo bi se reći da je osrednjeg, a podoranični malog kapaciteta za vodu. Kapacitet tla za zrak u oraničnom sloju iznosi 4,6 vol.%, a u podoraničnom sloju 7,9 vol. %, čime zaključujemo da je kapacitet tla za zrak u oraničnom sloju vrlo mali, a u podoraničnom sloju mali.

Tablica 2. Fizikalna svojstva tla: porozitet, kapacitet tla za vodu i zrak, gustoća pakiranja

Dubina tla (cm)	Porozitet (vol. %)	Kapacitet tla (vol. %)		Gustoća pakiranja spec. težina vol. (g/cm <sup>3</sup> )
		za vodu	za zrak	
0 – 20	41,4	36,8	4,6	1,57
20 - 40	14,5	33,6	7,9	1,59

Izvor: Pospišil, 1990.

Kemijska svojstva tla prikazana su u tablici 3. Tlo pokusne površine je neutralno. Vrlo bogato je opskrbljeno biljci pristupačnim fosforom, dobro kalijem i ukupnim dušikom. Slabo je humozno.

Tablica 3. Kemijska svojstva tla

Lokacija	pH u KCL	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Humus (%)	Ukupni dušik (% ST)
		mg/100 g tla			
Maksimir	7,09	37,03	16,20	2,34	0,12

Kemijske analize tla obavio je Zavod za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta.

### 3.2. Vremenske prilike tijekom istraživanja

Klimatsku sliku Zagreba (Maksimir) najbolje ocrtavaju meteorološki podaci prikazani u tablici 4. Iz prikazanih podataka proizlazi da je protekla vegetacijska 2014. godina bila humidna, pogotovo svibanj, lipanj i srpanj. Na to ukazuju i mjesečni kišni faktor (humidna klima od 6,7 do 13,3), indeks suše (> 40) i pluviometrijski koeficijent. Protekla godina obilovala je i obiljem topline na što ukazuje broj sati sijanja sunca (izuzev travnja i srpnja), ali i temperaturni režim. Predivi lan je izrazito rana kultura čija vegetacija završava relativno rano, u kojem je klimatološka situacija bila donekle povoljna. Povoljne vremenske prilike tijekom ožujka i travnja djelovale su povoljno na početni rast i razvoj lana. Međutim, jaka tuča u travnju djelomično je uništila usjev što se kasnije odrazilo i na prinos stabljike i vlakna. Nadalje, svibanj i lipanj imali su dovoljno oborina, one su i u razdoblju koje im je prethodilo bile dovoljne, da osiguraju normalni razvoj lana. Veće količine oborina u drugoj i trećoj dekadi svibnja djelomično su nadoknadile gubitak prinosa.

Tablica 4. Meteorološki elementi i neki agroklimatski pokazatelji, Zagreb-Maksimir 2014. godine

Meteorološki elementi i agroklimatski pokazatelji	Ožujak Ds*				TravanjDs*				SvibanjDs*				LipanjDs*				SrpanjDs*			
	I	II	III	Ms**	I	II	III	Ms**	I	II	III	Ms**	I	II	III	Ms**	I	II	III	Ms**
<b>Temperatura zraka, °C:</b>																				
Srednja	8,3	11,4	12,8	<b>10,8</b>	14,1	10,8	15,0	<b>13,3</b>	14,3	13,5	20,9	<b>16,2</b>	20,2	20,3	20,2	<b>20,2</b>	20,7	23,1	23,8	<b>22,5</b>
srednja maksimalna	11,1	19,4	18,9	<b>16,5</b>	20,2	16,3	19,4	<b>18,6</b>	20,2	18,6	26,7	<b>21,8</b>	26,2	25,8	25,8	<b>25,9</b>	26,6	28,4	29,5	<b>28,1</b>
srednja minimalna	5,2	3,9	6,4	<b>5,2</b>	8,5	5,4	11,3	<b>8,4</b>	8,2	8,2	13,4	<b>9,9</b>	12,8	14,9	13,8	<b>13,8</b>	14,9	16,3	19,6	<b>16,9</b>
apsolutna maksimalna	13,7	23,6	22,5	<b>23,6</b>	25,0	22,4	22,6	<b>25,0</b>	23,5	25,4	29,0	<b>29,0</b>	32,1	33,9	31,1	<b>33,9</b>	32,4	32,7	29,1	<b>32,7</b>
apsolutna minimalna	0,7	0,3	2,4	<b>0,3</b>	3,1	2,5	7,9	<b>2,5</b>	3,2	6,2	6,2	<b>3,2</b>	8,8	11,3	9,9	<b>8,8</b>	11,5	13,7	14,7	<b>11,5</b>
srednja minimalna na 5 cm pri tlu	2,4	-0,8	2,3	<b>1,3</b>	3,7	1,1	8,1	<b>4,3</b>	5,3	7,0	10,6	<b>7,6</b>	10,2	13,3	12,1	<b>11,9</b>	13,0	14,1	18,1	<b>15,0</b>
apsolutna minimalna na 5 cm pri tlu	-3,7	-5,2	-2,4	<b>-3,7</b>	-2,0	-2,1	3,8	<b>-2,1</b>	-0,3	4,0	3,0	<b>-0,3</b>	6,5	9,6	7,3	<b>6,5</b>	8,5	11,9	14,1	<b>8,5</b>
<b>Količina oborina, mm</b>	6,3	0,1	14,6	<b>21,0</b>	13,8	19,2	37,4	<b>70,4</b>	33,3	55,0	56,7	<b>145,0</b>	5,0	42,1	99,9	<b>147,0</b>	14,9	44,0	98,9	<b>157,8</b>
<b>Mjesečni intezitet oborina, mm/dan</b>																				
	<b>2,6</b>				<b>3,9</b>				<b>8,5</b>				<b>9,2</b>				<b>11,3</b>			
<b>Broj dana s oborinama:</b>																				
>= 1.0 mm	<b>4</b>				<b>11</b>				<b>14</b>				<b>11</b>				<b>12</b>			
>= 5.0 mm	<b>1</b>				<b>7</b>				<b>5</b>				<b>5</b>				<b>7</b>			
>= 10.0 mm	<b>0</b>				<b>1</b>				<b>4</b>				<b>5</b>				<b>5</b>			
>= 20.0 mm	<b>0</b>				<b>0</b>				<b>4</b>				<b>4</b>				<b>4</b>			
<b>Relativna vlaga zraka, %</b>	69	57	70	<b>65</b>	66	70	82	<b>73</b>	67	68	71	<b>69</b>	63	65	70	<b>66</b>	71	67	85	<b>74</b>
<b>Naoblaka, 0-10</b>	7,6	2,0	6,9	<b>5,5</b>	6,7	6,9	8,6	<b>7,4</b>	5,5	7,3	5,9	<b>6,2</b>	3,9	7,1	5,9	<b>5,6</b>	4,6	5,0	8,7	<b>6,1</b>
<b>Sijanje sunca, sati</b>	24,5	84,4	51,0	159,9	40,5	59,9	23,2	123,6	79,4	55,9	96,8	232,1	103,9	76,9	89,1	269,9	94,1	90,9	56,2	241,2
<b>Kišni faktor</b>	<b>1,94</b>				<b>5,29</b>				<b>8,95</b>				<b>7,27</b>				<b>7,01</b>			
<b>Indeks suše</b>	<b>12</b>				<b>36</b>				<b>66</b>				<b>58</b>				<b>58</b>			
<b>Pluviometrijski koeficijent</b>	<b>0,2</b>				<b>0,9</b>				<b>1,7</b>				<b>1,8</b>				<b>1,9</b>			

\*Ds = dekadni srednjak; \*\*Ms = mjesečni sred

## 4. Materijali i metode

### 4.1. Plan pokusa

Pokus je postavljen prema metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja (slika 1). Veličina osnovne parcele iznosila je  $10 \text{ m}^2$  ( $10 \times 1 \text{ m}$ ). Razmak između redova iznosio je 10 cm, a razmak između parcela 1 m. S obje strane pokusa nalazio se zaštitni pojas u širini od 1,0 m. Ukupna površina pokusa iznosila je bez zaštitnog pojasa  $232,2 \text{ m}^2$ , a sa pojasom  $357,2 \text{ m}^2$ .

U pokusu je bilo zastupljeno pet europskih sorata predivog lana (Viking, Viola, Venica, Agatha i Electra).

Sorta Viking kreirana je u Francuskoj 1996. godine u oplemenjivačkoj kući "Cooperative Liniere de Fontaine Cany". Srednje rane je vegetacijske grupe sazrijevanja. Ima vrlo visok udio vlakna po stabljici, i do 40 %, te visok prinos po hektaru (Daenekindt, 2003.).

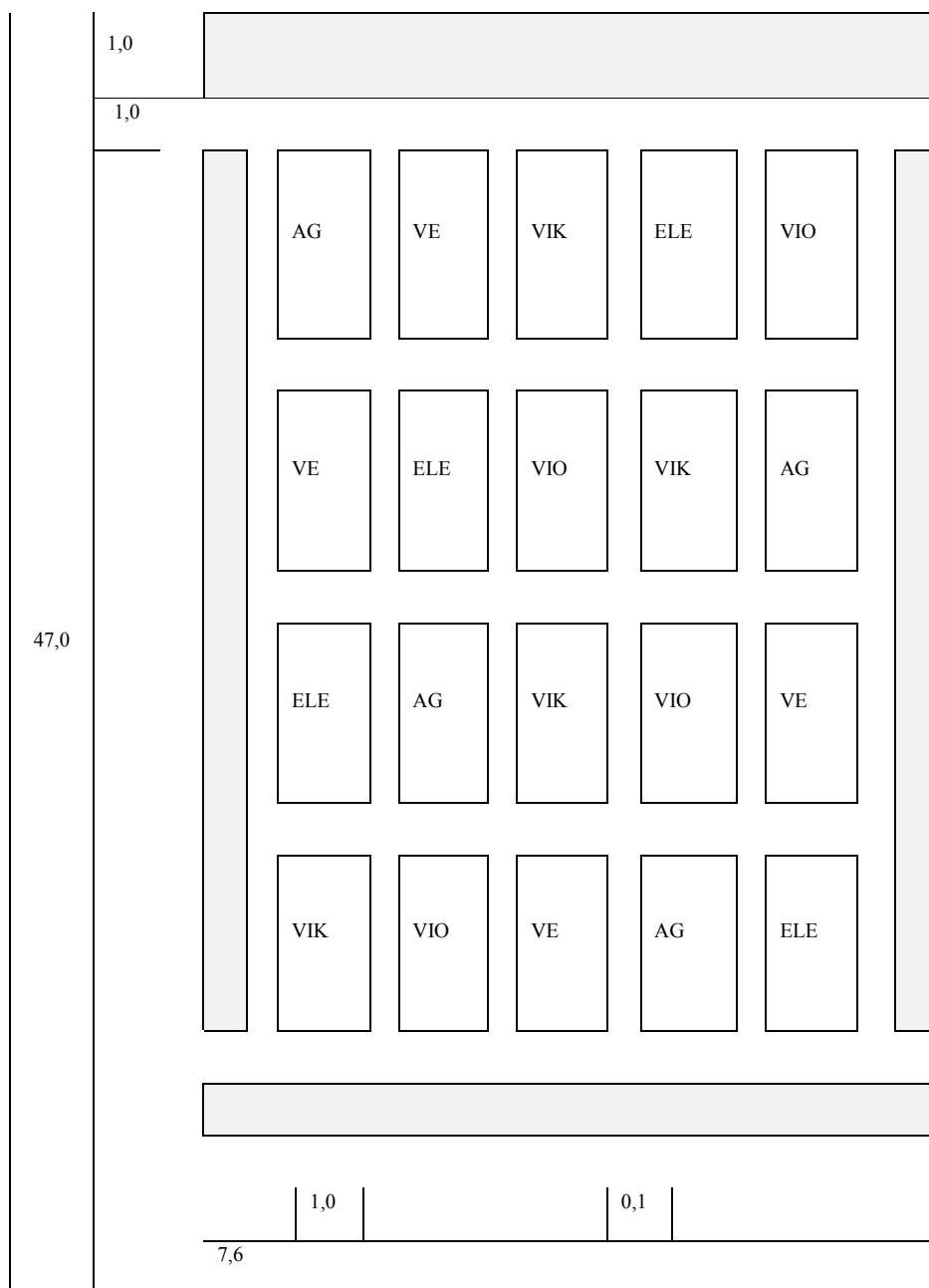
Sorta Viola kreirana je 1997. godine, te je vlasništvo je nizozemske tvrtke "Van de Bilt zaden". Pripada srednje kasnoj do kasnoj vegetacijskoj grupi sazrijevanja. Zbog vrlo visokog udjela vlakna po stabljici i prinosa po hektaru uzgaja se u nizinskim područjima, gdje je prisutan intezivan uzgoj lana (Nizozemska, Belgija, Francuska) (Daenekindt, 2003.).

Sorta Venica vlasništvo je češke firme "Agritec Research, Breeding and Services LTD" iz Šumperka, te je kreirana 2000. godine. Pripada srednje ranoj vegetacijskoj grupi sazrijevanja. Zbog visokog udjela vlakna po stabljici uzgaja se u nizinskim područjima gdje je prisutan intezivan uzgoj lana. Ima dobru otpornost na fuzarioze i polijeganje (Pavelek, 2001.).

Sorta Agatha kreirana je 2000. godine i vlasništvo je nizozemske oplemenjivačke kuće "Cebecco Seeds B.V." iz Rotterdama. Srednje kasne je vegetacije i dozrijevanja. Ima vrlo visok udio vlakna u stabljici i prinos po hektaru, a otporana je na polijeganje i fuzarioze (Daenekindt, 2003.).

Sorta Electra kreirana je 1996. godine. Produkt je nizozemske oplemenjivačke kuće "Cebecco Seeds B.V." iz Rotterdama. Uzgaja se u nizinskim područjima gdje ostvaruje visoki udio vlakna u stabljici i prinos po hektaru. Pripada srednje kasnoj do kasnoj vegetacijskoj grupi dozrijevanja i posjeduje dobru otpornost na polijeganje i fuzariozu (Daenekindt, 2003.).





Slika 1. Plan pokusa

Tumač kratica: Vik – Viking, Vio – Viola, Ve – Venica, Ag – Agatha, Ele – Electra

Kao priprema tla za sjetvu lana u studenom 2013. izvršeno je oranje na dubinu od 30 cm. Otvorena brazda ostavljena je preko zime. Pred samu sjetvu 13. travnja 2014. obavljena je finalna obrada tla sjetvospremačem u jednom prohodu.

Gnojidba dušikom, fosforom i kalijem bila je uniformna za sve varijante pokusa. Primjenjeno je 60 kg dušika, 100 kg fosfora i 150 kg kalija po hektaru. Sjetva je izvršena 14. travnja 2014. godine samohodnom sijačicom. Predivi lan je uskoredna kultura. Gustoća sjetve iznosila je 2500 klijavih sjemenki/m<sup>2</sup>. Dubina sjetve iznosila je 1 do 2 cm.

Lan je ručno ubran u fazi rane žute zriobe na površini od 1m<sup>2</sup> na svakoj parceli (ovisno o kultivaru od 26. lipnja do 4. srpnja 2014.). Sklop u berbi kretao se između 1800 i 1900 biljaka/m<sup>2</sup>.

Nakon što su biljke ubrane analizirana su sljedeća agronomska svojstva (prinos stabljike nakon močenja, prinos vlakna, udio vlakna, prinos dugog vlakna, udio dugog vlakna). Nakon berbe lana, stabljike lana podvrgnute su biološkoj metodi maceracije zagrijanom vodom u kontroliranim uvjetima trima različitim tvrdoćama vode (vrlo meka, srednje tvrda, tvrda), kroz tri dana pri 32 °C (Pasković, 1957.)(Tablica 5). Nakon močenja određen je prinos stabljike nakon močenja. Pomoću valjkaste lomilice odvojen je drvenasti dio stabljike. Predivi lan prerađen je u vlakno i određen je prinos ukupnog i dugog vlakna, te njihov udio.

U zavodu za kemiju Agronomskog fakulteta prije močenja lana određena je tvrdoća vode titracijom s 0,1 M HCl uz indikator metil-orange do promjene boje (žuto-ružičasto) i izražena je u njemačkim stupnjevima tvrdoće (°dH) i u mg CaO/L (ppm).

(1°dH =10 mg CaO u 1 litri vode)

Tablica 5. Tvrdoća vode izražena u njemačkim stupnjevima tvrdoće (°dH) i u mg CaO/L (ppm)

Tvrdoća vode	°dH	mg CaO/L (ppm)
Vrlo meka	0,8-1,5	14-26
Srednje tvrda	8,2-9,5	144-166
Tvrda	15,5-21	263-357

## 4.2. Statistička obrada rezultata

Svi prikupljeni podaci obrađeni su pomoću analize varijance, a razlike između srednjih vrijednosti testirane su Duncan-ovim testom (Duncan, 1955.)

## 5. Rezultati istraživanja i rasprava

### 5.1. Prinos stabljike nakon močenja

F testom utvrđene su signifikantne razlike za sorte u prinosu stabljike nakon močenja. Nisu utvrđene signifikantne razlike za tvrdoću vode i interakciju sorta i tvrdoća vode (Tablica 6).

Tablica 6. Rezultati F testa za prinos stabljike nakon močenja

Varijabilnost	Prinos stabljike nakon močenja
Sorta (S)	10,33*
Tvrdoća vode (TV)	0,40ns
S x TV	0,43ns

Signifikantno najveći prinos močene stabljike ostvarila je sorta Viola (5,45 t/ha) (Tablica 7). Između sorte Viola i Electre nema signifikantnih razlika u prinosu stabljike nakon močenja. Iza sorte Electra je sorta Agatha. Između sorata Agatha, Venica i Viking nema značajnih razlika u prinosu močene stabljike. U ovoj godini dobiveni prinosi su bili ispod prosječnih vrijednosti zbog nepovoljnih vremenskih prilika tijekom vegetacije (jaka tuča u travnju koja je djelomično uništila usjev).

Uspoređujući dobivene rezultate sa istraživanjem Butorac i sur. (2014.) dolazi se do vrlo sličnih zaključaka. Tada su sorte Viola i Electra ostvarile najveće vrijednosti za navedeno svojstvo. U 2013. godini sorta Viola ostvarila je 10,36 t/ha, a Electra 8,92 t/ha. Navedeno potkrepljuju i rezultati Brunšek i sur. (2014.b) kada je sorta Electra u Zagrebu imala prinos stabljike nakon močenja 3,94 t/ha, a u Križevcima 8,10 t/ha, dok je sorta Viola u Zagrebu ostvarila prinos od 3,88 t/ha, a u Križevcima 8,10 t/ha.

Tablica 7. Prosječne vrijednosti prinosa stabljike nakon močenja za sorte, t/ha

<b>Sorte</b>	<b>Prosječne vrijednosti prinosa stabljike nakon močenja za sorte, t/ha</b>
Viking	3,70b
Viola	5,45a
Venica	3,73b
Agatha	4,21b
Electra	4,58ab
DMRT 5%	1,12

Rezultati močenja različitim tvrdoćama vode pokazuju da razlika u prinosu močene stabljike nije signifikantna (Tablica 8). Najveći prinos močene stabljike ostvaren je močenjem mekom vodom (4,44 t/ha), a najmanji tvrdom (4,22 t/ha). I prema istraživanjima Brunšek i sur. (2014.b) te Butorac i sur. (2022.) najveći prinos močene stabljike ostvaren je močenjem u mekanoj vodi.

Tablica 8. Prosječne vrijednosti prinosa stabljike nakon močenja pri različitim tvrdoćama vode, t/ha

<b>Tvrdoće vode</b>	<b>Prosječne vrijednosti prinosa stabljike nakon močenja pri različitim tvrdoćama vode, t/ha</b>
Mekana	4,44a
Polutvrda	4,35a
Tvrda	4,22a
DMRT 5%	ns

## 5.2. Prinos ukupnog vlakna

Na osnovi F testa nisu utvrđene signifikantne razlike u prinosu ukupnog vlakna za sorte, tvrdoće vode i njihovu interakciju (Tablica 9).

Tablica 9. Rezultati F testa za prinos ukupnog vlakna

Varijabilnost	Prinos ukupnog vlakna
Sorta (S)	2,09ns
Tvrdoća vode (TV)	1,68ns
S x TV	0,15ns

Između sorata nisu zabilježene signifikantne razlike prinosa ukupnog vlakna (Tablica 10). Najveću prosječnu vrijednost prinosa ukupnog vlakna imala je sorta Electra (1,45 t/ha), a najmanju sorta Viking (1,12 t/ha). I prosječne vrijednosti prinosa ukupnog vlakna bile su ispod prosjeka za ove sorte zbog nešto nepovoljnijih vremenskih prilika.

Pregledavajući literaturu Brunšek i sur. (2014.b) navode sortu Violu (2,46 t/ha) kao najbolju, te rezultati Butorac i sur. (2014.) to potvrđuju sa 1,55 t/ha za istu sortu. Electra je imala neznatno manji prinos sa 2,43 t/ha u Križevcima (Brunšek i sur. 2014.b). Sorta Viking se pokazala najlošijom sa 1,63 t/ha u Križevcima (Brunšek i sur. 2014.b).

Tablica 10. Prosječne vrijednosti prinosa ukupnog vlakna za sorte, t/ha

Sorte	Prosječne vrijednosti prinosa ukupnog vlakna za sorte, t/ha
Viking	1,12a
Viola	1,36a
Venica	1,21a
Agatha	1,28a
Electra	1,45a
DMRT 5%	ns

Pri različitim tvrdoćama vode također nije bilo signifikantnih razlika u prinosu ukupnog vlakna (Tablica 11). Najveći prinos je ostvaren močenjem u mekoj vodi (1,37 t/ha). Slični rezultati dobiveni su i u istraživanjima Butorac i sur. (2014.) i Brunšek i sur. (2014.b).

Tablica 11. Prosječne vrijednosti prinosa ukupnog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, t/ha

<b>Tvrdoće vode</b>	<b>Prosječne vrijednosti prinosa ukupnog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, t/ha</b>
Mekana	1,37a
Polutvrda	1,25a
Tvrda	1,23a
DMRT 5%	Ns

### 5.3. Prinos dugog vlakna

Prema rezultatima F testa za prinos dugog vlakna utvrđene su signifikantne razlike između sorata (Tablica 12). Za tvrdoće vode nije bilo signifikantnih razlika, kao ni za interakciju sorte i tvrdoće vode.

Tablica 12. Rezultati F testa za prinos dugog vlakna

<b>Varijabilnost</b>	<b>Prinos dugog vlakna</b>
Sorta (S)	43,84*
Tvrdoća vode (TV)	3,20ns
S x TV	0,11ns

Gledajući prosječne vrijednosti prinosa dugog vlakna po sortama zabilježena je signifikantna razlika (Tablica 13). Najveći prinos dugog vlakna imale su sorte Electra (0,55 t/ha), Viola (0,54 t/ha) i Agatha (0,49 t/ha). Između ovih sorata nije bilo signifikantnih razlika, a signifikantno najmanji prinos dugog vlakna ostvarila je sorta Viking (0,33 t/ha).

Brunšek i sur.(2014.b) navode sortu Agatha u Križevcima sa 0,82 t/ha, a u Zagrebu Violu i Agathu sa 0,50t/ha kao najbolje za prinos dugog vlakna. I u istraživanjima Butorac i sur. (2014.) dobiveni su slični rezultati. Viking se i ovdje pokazao najlošijom sortom.

Tablica 13. Prosječne vrijednosti prinosa dugog vlakna za sorte, t/ha

<b>Sorte</b>	<b>Prosječne vrijednosti prinosa dugog vlakna za sorte, t/ha</b>
Viking	0,33c
Viola	0,54a
Venica	0,44b
Agatha	0,49ab
Electra	0,55a
DMRT 5%	0,06

Nisu utvrđene signifikantne razlike u prinosu dugog vlakna pri različitim tvrdoćama vode (Tablica 14). Najpogodnijim se ponovno pokazalo močenje lana mekom vodom, gdje je prinos dugog vlakna iznosio 0,49 t/ha. Slični rezultati dobiveni su i u istraživanjima Butorac i sur. (2014.) i Brunšek i sur. (2014.b).

Tablica 14. Prosječne vrijednosti prinosa dugog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, t/ha

<b>Tvrdoće vode</b>	<b>Prosječne vrijednosti prinosa dugog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, t/ha</b>
Mekana	0,49a
Polutvrda	0,47a
Tvrda	0,45a
DMRT 5%	ns

#### 5.4. Udio ukupnog vlakna

Statistički opravdanim F testom nisu utvrđene signifikantne razlike u udijelu ukupnog vlakna za sorte i tvrdoće vode i interakcije (Tablica 15).

Tablica 15. Rezultati F testa za udio ukupnog vlakna

Varijabilnost	Udio ukupnog vlakna
Sorta (S)	1,96ns
Tvrdoća vode (TV)	0,54ns
S x TV	0,21ns

Prema prosječnim vrijednostima udjela ukupnog vlakna također nisu utvrđene signifikantne razlike za sorte (Tablica 16). Prema navedenom parametru najveći udio ukupnog vlakna imala je sorta Venica (32,76%), a najmanji Viola (25,30%).

Venica se pokazala najboljom i u Zagrebu (41,14%) kao i u Križevcima (32,58%) (Brunšek i sur. 2014.b). Butorac i sur. (2014.) navode Venicu sa udjelom 41,14% ukupnog vlakna također kao najbolju.

Tablica 16. Prosječne vrijednosti udjela ukupnog vlakna za sorte, %

Sorte	Prosječne vrijednosti udjela ukupnog vlakna za sorte, %
Viking	30,65a
Viola	25,30a
Venica	32,76a
Agatha	31,53a
Electra	32,65a
DMRT 5%	ns



Rezultati močenja različitim tvrdoćama vode pokazuju da razlika u udjelu ukupnog vlakna nakon močenja nije signifikantna (Tablica 17). Močenje u mekoj vodi dalo je najveći udio ukupnog vlakna (32,01%). Slični rezultati dobiveni su i u istraživanjima Brunšek i sur. (2014.b) i Butorac i sur. (2014.) izuzev u Križevcima 2012. godine gdje je močenje u srednje tvrdoj vodi bilo najbolje.

Tablica 17. Prosječne vrijednosti udjela ukupnog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, %

<b>Tvrdoće vode</b>	<b>Prosječne vrijednosti udjela ukupnog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, %</b>
Mekana	32,01a
Polutvrda	29,71a
Tvrda	30,02a
DMRT 5%	ns

## 5.5. Udio dugog vlakna

Nisu prisutne signifikantne razlike za sorte, tvrdoće vode i njihove interakcije prema rezultatima F testa za udio dugog vlakna (Tablica 18).

Tablica 18. Rezultati F testa za udio dugog vlakna

<b>Varijabilnost</b>	<b>Udio dugog vlakna</b>
Sorta (S)	2,06ns
Tvrdoća vode (TV)	0,50ns
S x TV	0,19ns

U tablici 19. prikazane su prosječne vrijednosti udjela dugog vlakna za sorte. Nisu utvrđene signifikantne razlike između istraživanih sorata. Najveći udio dugog vlakna imala je sorta Electra (12,47%), a najmanji udio sorta Viking (9,10%).

Prema Brunšek i sur. (2014.b) u Zagrebu je sorta Agatha sa 14,81% imala najbolji udio dugog vlakna, dok je u Križevcima najbolja bila sorta Venica (12,00%). U istraživanju Butorac i sur. (2014.) Agatha je također imala najveći udio dugog vlakna (14,81%).

Tablica 19. Prosječne vrijednosti udjela dugog vlakna za sorte, %

<b>Sorte</b>	<b>Prosječne vrijednosti udjela dugog vlakna za sorte, %</b>
Viking	9,10a
Viola	10,03a
Venica	11,96a
Agatha	12,26a
Electra	12,47a
DMRT 5%	ns

Tablica 20. prikazuje prosječne vrijednosti udjela dugog vlakna pri različitim tvrdoćama vode. Nisu utvrđene signifikantne razlike pri različitim tvrdoćama vode. Najbolji rezultati dobiveni su pri močenju u mekanoj vodi (11,60%). To potvrđuju istraživanja Brunšek i sur. (2014.b) i Butorac i sur. (2014.) izuzev 2013. godine kada je močenje u srednje tvrdoj vodi u Križevcima bilo najbolje.

Tablica 20. Prosječne vrijednosti udjela dugog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, %

<b>Tvrdoće vode</b>	<b>Prosječne vrijednosti udjela dugog vlakna pri različitim tvrdoćama vode, %</b>
Mekana	11,60a
Polutvrda	11,00a
Tvrda	10,89a
DMRT 5%	ns

## 6. Zaključak

Na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu provedeno je istraživanje utjecaja sorte i tvrdoće vode na agronomska svojstva predivog lana. Na sortama Viking, Viola, Venica, Agatha i Electra 2014. godine istraživana su sljedeća svojstva: prinos stabljike nakon močenja, prinos ukupnog i dugog vlakna, te udio ukupnog i dugog vlakna. Navedene sorte predivog lana močene su u vodi s tri različite tvrdoće (vrlo meka, srednje tvrda i tvrda). Na temelju provedenog istraživanja mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Provedena je analiza varijance koja je pokazala statistički opravdane razlike između sorata samo za prinos stabljike nakon močenja i prinos dugog vlakna. Za ostala istraživana svojstva nema statistički opravdanih razlika.

2. Sorta Electra ostvarila je najveći prinos ukupnog vlakna, najveći prinos dugog vlakna i najveći udio dugog vlakna, a najveći prinos močene stabljike ostvarila je sorta Viola. Najveće vrijednosti udjela ukupnog vlakna postigla je sorta Venica.

3. Najveće vrijednosti svih istraživanih svojstava postignute su močenjem lana u mekoj vodi.

4. Vremenske prilike tijekom istraživanja od kojih se najviše istaknula jaka tuča u travnju, koja je djelomično uništila usjev, rezultiralo je nižim vrijednostima prinosa stabljike i vlakna.

## Popis literature

1. Brunšek R., Andrassy M., Butorac J. (2014.a). Retting of flax and characterization of fibres. 14<sup>th</sup> Autex World Textile Conference, Bursa , Turkey, p.1-7.
2. Brunšek R., Andrassy M., Butorac J. (2014.b) Influence of water hardness on retting and properties of flax fibers. 7<sup>th</sup> International Textile, Clothing and Design Conference, Dubrovnik, Croatia, p.1-6.
3. Butorac J., Pospišil M., Mustapić Z. (2004.) Prinos i udio vlakna predivog lana u uvjetima suše. 39. Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija, str. 563-566.
4. Butorac J. (2009.). Predivo bilje, Kugler d.o.o. Zagreb.
5. Butorac J., Šurina R., Bujan M., Pospišil M., Brčić M. (2014.). Utjecaj sorte i tvrdoće vode na prinos i udio vlakna predivog lana. Proceedings of 49<sup>th</sup> Croatian and 9<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture, Dubrovnik, Hrvatska, str.1-5.
6. Butorac J., Brunšek R., Pospišil M., Augustinović Z. (2022.). The Influence of Water Hardness on Agronomic Traits of Foreign Fibre Flax Varieties in the Republic of Croatia. *Tekstilec*, 65(3):218-226.
7. Daenekindt, A. (2003.). Belgische rassenlijst vezelvlas 2002. *Vlas Berichten* 4:1-4.
8. DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod. [Online] Dostupno na: <https://meteo.hr> - [pristupljeno 10. veljače 2015]
9. Duncan, D. B. (1995.). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11:1-42.
10. Pavelek, M. (2001.). New varieties - Venica. *Czech J Genet Plant Breed* 37:103-104.
11. Pasković, F. (1957.). Morfološka i tehnološka svojstva nizozemskih sorti lana. *Tekstil* 6(4):309-32.
12. Pasković F. (1966.). Predivo bilje, Nakladni Zavod Znanje Zagreb.
13. Pospišil, M. (1990). Reakcija šećerne repe na način dorade sjemena i gnojidbu nekim organskim gnojivima, Magistarski rad, Zagreb.
14. Sharma H.S.S., Faughey G., Lyons G. (1999.). Comparison of Physical, Chemical, and Thermal Characteristics of Water-, Dew-, and Enzyme-Retted Flax Fibers, United Kingdom, *Journal of Applied Polymer Science*, 74:139-143.

## **Životopis**

Vatroslava Pekas rođena je 01.08.1991. u Slavonskom Brodu. Pohađala je opću gimnaziju „Matija Mesić“ u Slavonskom Brodu u razdoblju od 2006.-2010. godine, a nakon toga završava preddiplomski studij hortikulture na Veleučilištu u Slavonskom Brodu 2013. godine. Majka je četvero djece.