

# Predivo bilje

---

**Butorac, Jasminka**

**Authored book / Autorska knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2020**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:161145>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-02**



*Repository / Repozitorij:*

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





Jasminka Butorac

# PREDIVO BILJE



Kugler

MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS  
UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU



Copyright © 2009. Jasminka Butorac

Sva prava pridržana. Nijedan dio ovog udžbenika ne može biti pretiskan ili prenesen u ma kojem obliku ili ni na kakav način, elektronički ili mehanički, uključujući fotokopiranje i snimanje bez suglasnosti autora i nakladnika.

Nakladnik  
KUGLER d.o.o., Zagreb

Urednik  
Božidar Kugler

Lektura  
Zlata Babić, prof.

Priprema i prijelom  
Marijan Boršić ml.

Tisak  
NAKLADA STIH  
Zagreb, listopad 2009.

Recenzenti  
prof. dr. sc. Milan Pospišil, Agronomski fakultet u Zagrebu  
prof. dr. sc. Boris Varga, Agronomski fakultet u Zagrebu  
prof. dr. sc. Manda Antunović, Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Objavljivanje ovog sveučilišnog udžbenika odobrio je Senat Sveučilišta u Zagrebu odlukom 032-01/08-01/94, od 10. veljače 2009. godine

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu  
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 700374

Međunarodni standardni broj (ISBN) 978-953-7027-17-9

**Izdavanje ovog udžbenika pomoglo je Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH**

prof. dr. sc. Jasminka Butorac

# PREDIVO BILJE



Kugler

Zagreb, 2009.



---

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Konoplja ( <i>Cannabis sativa</i> L.).....	5
2.1. Gospodarska važnost konoplje .....	5
2.1.1. Agroekološka važnost konoplje.....	5
2.1.2. Konoplja kao sirovina u proizvodnji papira.....	5
2.1.3. Konoplja kao sirovina u automobilskoj industriji.....	5
2.1.4. Konoplja kao prediva biljka.....	5
2.1.5. Konoplja kao sirovina u ribarstvu i graditeljstvu.....	6
2.1.6. Konoplja kao ogrjevni materijal .....	6
2.1.7. Konoplja kao ljekovita biljka ili droga .....	6
2.1.8. Konopljino sjeme .....	7
2.2. Podrijetlo i botanička sistematika konoplje .....	7
2.3. Morfološke i biološke osobine konoplje.....	10
2.3.1. Koriijen .....	10
2.3.2. Stabljika .....	10
2.3.3. List .....	13
2.3.4. Cvijet.....	14
2.3.5. Plod i sjeme.....	15
2.3.6. Karakteristike spolova konoplje .....	16
2.3.7. Faze rasta konoplje .....	16
2.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje konoplje.....	19
2.4.1. Odnos konoplje prema temperaturi.....	19
2.4.2. Odnos konoplje prema vodi .....	19
2.4.3. Odnos konoplje prema tlu .....	19
2.5. Tehnologija proizvodnje konoplje .....	20
2.5.1. Plodosmjena.....	20
2.5.2. Obrada i priprema tla za sjetvu .....	20
2.5.3. Gnojidba.....	20
2.5.4. Izbor sorte .....	21
2.5.5. Sjetva.....	23
2.5.6. Mjere njege i zaštite usjeva.....	23
2.5.7. Berba ili žetva .....	25
2.6. Močenje konoplje.....	26
2.7. Prerada konoplje u vlakno .....	28
2.8. Opća svojstva tehničkog vlakna konoplje.....	29
2.9. Procjena agronomskih, morfoloških i fenoloških svojstava konoplje .....	32
3. Lan ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) .....	34
3.1. Gospodarska važnost lana .....	34
3.2. Podrijetlo i botanička sistematika lana .....	35
3.3. Morfološke i biološke osobine lana .....	38
3.3.1. Koriijen .....	38
3.3.2. Stabljika .....	38
3.3.3. List .....	41
3.3.4. Cvijet.....	41
3.3.5. Plod i sjeme.....	42

3.3.6. Degeneracija i regeneracija lana .....	44
3.3.7. Faze rasta lana.....	44
3.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje lana.....	48
3.4.1. Odnos lana prema temperaturi .....	48
3.4.2. Odnos lana prema vodi .....	48
3.4.3. Odnos lana prema tlu .....	48
3.5. Tehnologija proizvodnje lana .....	49
3.5.1. Plodosmjena .....	49
3.5.2. Obrada i priprema tla za sjetvu .....	49
3.5.3. Gnojidba.....	50
3.5.4. Izbor sorte .....	51
3.5.5. Sjetva.....	52
3.5.6. Mjere njege i zaštite usjeva.....	53
3.5.7. Berba ili žetva .....	55
3.6. Močenje lana .....	57
3.7. Prerada lana u vlakno.....	61
3.8. Procjena agronomskih, morfoloških i fenoloških svojstava predivog lana .....	64
3.9. Procjena agronomskih, morfoloških i fenoloških svojstava uljanog lana.....	66
4. Pamuk ( <i>Gossypium sp. L.</i> ).....	68
4.1. Gospodarska važnost pamuka.....	68
4.2. Podrijetlo i botanička sistematika pamuka .....	68
4.3. Morfološke i biološke osobine pamuka .....	71
4.3.1. Koriijen .....	71
4.3.2. Stabljika .....	71
4.3.3. List .....	72
4.3.4. Cvijet.....	72
4.3.5. Plod i sjeme.....	73
4.3.6. Faze rasta pamuka.....	75
4.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje pamuka .....	76
4.4.1. Odnos pamuka prema temperaturi.....	76
4.4.2. Odnos pamuka prema vodi .....	76
4.4.3. Odnos pamuka prema tlu .....	76
4.5. Tehnologija proizvodnje pamuka .....	77
4.5.1. Plodosmjena.....	77
4.5.2. Obrada i priprema tla za sjetvu .....	77
4.5.3. Gnojidba.....	77
4.5.4. Izbor sorte .....	78
4.5.5. Sjetva.....	79
4.5.6. Mjere njege i zaštite usjeva.....	79
4.5.7. Berba.....	80
4.6. Opća svojstva tehničkog vlakna pamuka.....	81
5. Kenaf ( <i>Hibiscus cannabinus L.</i> ) .....	83
5.1. Gospodarska važnost kenafa.....	83
5.2. Podrijetlo i botanička sistematika kenafa .....	83
5.3. Morfološke osobine kenafa.....	84
5.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje kenafa.....	86



---

5.5. Tehnologija proizvodnje kenafa .....	87
6. Abutilon ( <i>Abutilon sp. L.</i> ).....	90
6.1. Gospodarska važnost abutilona.....	90
6.2. Podrijetlo i botanička sistematika abutilona .....	90
6.3. Morfološke osobine abutilona.....	91
6.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje abutilona.....	91
6.5. Tehnologija proizvodnje abutilona .....	92
7. Juta ( <i>Corchorus sp. L.</i> ) .....	94
7.1. Gospodarska važnost jute .....	94
7.2. Podrijetlo i botanička sistematika jute .....	94
7.3. Morfološke osobine jute .....	95
7.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje jute.....	96
7.5. Tehnologija proizvodnje jute .....	97
8. Ramija ( <i>Boehmeria nivea L.</i> ).....	100
8.1. Gospodarska važnost ramije .....	100
8.2. Podrijetlo i botanička sistematika ramije.....	100
8.3. Morfološke osobine ramije .....	101
8.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje ramije .....	103
8.5. Tehnologija proizvodnje ramije.....	103
9. Bengalska konoplja ( <i>Crotalaria juncea L.</i> ) .....	105
9.1. Gospodarska važnost bengalske konoplje .....	105
9.2. Podrijetlo i botanička sistematika bengalske konoplje .....	105
9.3. Morfološke osobine bengalske konoplje .....	105
9.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje bengalske konoplje.....	106
9.5. Tehnologija proizvodnje bengalske konoplje .....	107
10. Sisal ( <i>Agave sisalana L.</i> ) .....	108
10.1. Gospodarska važnost sisala.....	108
10.2. Podrijetlo i botanička sistematika sisala .....	108
10.3. Morfološke osobine sisala.....	109
10.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje sisala.....	111
10.5. Tehnologija proizvodnje sisala .....	111
11. Novozelandski lan ( <i>Phormium tenax L.</i> ) .....	116
11.1. Gospodarska važnost novozelandskog lana.....	116
11.2. Podrijetlo i botanička sistematika novozelandskog lana .....	116
11.3. Morfološke osobine novozelandskog lana.....	117
11.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje novozelandskog lana.....	119
11.5. Tehnologija proizvodnje novozelandskog lana .....	119
12. Manila ( <i>Musa textilis L.</i> ).....	120
12.1. Gospodarska važnost manile.....	120
12.2. Podrijetlo i botanička sistematika manile .....	120
12.3. Morfološke osobine manile.....	121
12.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje manile.....	122
12.5. Tehnologija proizvodnje manile .....	122
13. Literatura.....	124
Kazalo pojmova .....	127



---

## **Proslov**

*Unutar industrijskog bilja modul Predivo bilje predstavlja zasebnu skupinu kultura koje se uzgajaju u svijetu za dobivanje prirodnog vlakna. Međutim, areali uzgoja predivog bilja različiti su u različitim predjelima svijeta što je uglavnom uvjetovano klimatskim prilikama, ali i naslijedom iz ranijih epoha. I prema vlaknu dobivenom iz tih kultura postoje izvjesne razlike među predivim kulturama. Namjena svake predivne kulture za sebe može biti višestruka. Naše zanimanje usmjereno je prema konoplji i lanu. Premda u našoj zemlji postoje povoljni klimatski uvjeti za proizvodnju tih kultura, njihov uzgoj praktički je napušten. Posljednjih godina pokušava se obnoviti njihovu proizvodnju, naročito lana. Više je čimbenika koji djeluju u tom pravcu, a ponajprije saznanje da je moguće zamijeniti umjetna vlakna prirodnima. To se prije svega odnosi na lan, o čemu govore istraživanja provedena posljednjih godina, napose ona koja u fokus svojih razmatranja stavljaju sorte lana. Svrha je tih istraživanja da se istraže novije inozemne sorte lana s obzirom da nemamo vlastitih oplemenjivačkih programa s različitih aspekata (gnojidbe, rokova sjetve, pogodnosti za naše uvjete). Napori učinjeni u tom pogledu su ohrabrujući. Trebale bi ih pratiti i mjere uvođenja lana, ali i konoplje u našu praksu jer će samo tako doći do ponovnog oživljavanja proizvodnje predivih kultura u nas. Pionirski posao koji je proveden s lanom trebalo bi provesti i s konopljom. Tome će, nadamo se, pridonijeti i modul Predivo bilje u diplomskom studiju Biljnih znanosti u kojem će prvenstveno studenti steći osnovna saznanja o proizvodnji predivog bilja, prije svega o konoplji i lanu, a tek u sažetom obliku o ostalim predivim kulturama.*

*Na ovom mjestu ugodna mi je dužnost zahvaliti se recenzentima prof. dr. sc. Borisu Vargi, prof. dr. sc. Milanu Pospišilu i prof. dr. sc. Mandi Antunović na korisnim savjetima, sugestijama i kritičkim primjedbama koje su mi dali prilikom čitanja rukopisa. Zahvalnost također dugujem mr. sc. Zvezdani Augustinović na ustupljenim mi slikama, koje su doprinijele kvaliteti knjige.*



## 1. Uvod

U modulu *Predivo bilje* proučavaju se najvažnije biljke u svijetu od kojih se dobiva prirodno vlakno (konoplja, lan, pamuk, kenaf, abutilon, juta, ramija, bengalska konoplja, sisal, novozelandski lan i manila). U sklopu modula *Predivo bilje* studenti će se upoznati s podrijetlom i proizvodnjom predivih biljaka u svijetu, njihovom važnosti i upotrebom, morfološkim svojstvima, ekološkim uvjetima uzgoja, kvalitetom vlakna, suvremenom tehnologijom proizvodnje i prerade. Osobito se detaljno obrađuju konoplja i lan, jedine predivne kulture za čiju proizvodnju postoje povoljni ekološki uvjeti u Hrvatskoj.

U biljnom svijetu postoji više od 2 000 biljaka iz kojih se različitim metodama može izdvojiti više ili manje uporabljivo vlakno (Pasković, 1966.). U tablici 1. navedene su važnije predivne biljke, te njihova botanička pripadnost (Berger, 1969., Ranalli, 1999; Franck, 2005.).

Većina predivog bilja potječe iz Azije, a odatle su se te biljke proširile na sve kontinente (tab. 2.) Kako su to većinom tropske i subtropske biljke, današnja proizvodnja predivog bilja najzastupljenija je u Aziji i Južnoj Americi. Od navedenoga predivog bilja jedino se novozelandski lan ne uzgaja na tim kontinentima.

U Europi se uzgajaju konoplja, lan, pamuk, kenaf, abutilon i juta.

Prema podacima FAO (2004.) površine pod predivim kulturama u svijetu, osim pod pamukom, iz godine se u godinu postupno smanjuju. U tablici 3. navedene su zasijane površine, prinosi i proizvodnja važnijih predivih kultura u svijetu. Po zasijanim površinama pamuk je na prvome mjestu u svijetu. Na drugom je mjestu juta. U Hrvatskoj se danas ne uzgaja ni jedna prediva kultura. Nekad su se uzgajali konoplja i lan.

Predivo bilje može se podijeliti ovisno o tome iz kojih se organa biljke dobiva vlakno. Poznate su ove vrste biljnih vlakana:

- vlakno iz sjemenke - dobiva se od pamuka i kapoka;

- vlakno iz stabljike - dobiva se od konoplje, lana, kenafa, abutilona, jute ramije, bengalske konoplje itd.;
- vlakno iz listova - dobiva se od sisala, novozelandskog lana, manile itd.;
- vlakno iz biljnih plodova - dobiva se od kokosova oraha.

U tablici 4. navedene su glavne industrijske grane koje se koriste pojedinim dijelovima predivih biljaka za preradu. Vlakno iz stabljike, lista ili sjemena upotrebljava se za izradu odjeće i tekstila za različite namjene te u ribarskoj industriji. Biljni ostaci nakon izdvajanja vlakna, primjerice pozder, rabe se u industriji papira, graditeljstvu, automobilskoj i filmskoj industriji te kao ogrjevni materijal. Sjeme, a u nekih biljaka i korijen, prerađuju se u kozmetičkoj industriji, industriji boja i lakova, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji, za prehranu stoke itd.

Tablica 1. Predstavnici i botanička pripadnost važnijega predivog bilja

Sistematika	Biljna vrsta										
	Konoplja	Lan	Pamuk	Kenaf	Abutilon	Juta	Ramija	Bengalska konoplja	Sisal	Novozelandski lan	Manila
<b>Razred</b> <b>Red</b>	Magnoliopsida Urticales	Magnoliopsida Malpighiales	Magnoliopsida Malvales	Magnoliopsida Malvales	Magnoliopsida Malvales	Magnoliopsida Malvales	Magnoliopsida Urticales	Magnoliopsida Fabales	Liliopsida Asparagales	Liliopsida Asparagales	Liliopsida Zingiberales
<b>Porodica</b>	Camabaceae	Linaceae	Malvaceae	Malvaceae	Malvaceae	Tiliaceae	Urticaceae	Fabaceae	Agavaceae	Agavaceae	Miscaceae
<b>Red</b>	Canabid	Linum	Gossypium	Hibiscus	abutilon	Cochorus	Boehmeria	Crotalaria	Agave	Phormium	Musa
<b>Vrsta</b>	Canabis sativa L.	Linum linum istansissimum L.	Gossypium sp. L.	Hibiscus camabimus L.	Abutilon sp. L.	Cochorus sp. L.	Boehmeria Boehmeria miva L.	Crotalaria Juncea L.	Agave Agave sisatiana L.	Phormium tenax L.	Musa Musa textiles L.

Tablica 2. Podrijetlo i područje uzgoja važnijega predivog bilja

Biljna vrsta	Podrijetlo			Kontinent		
	Europa	Azija	Afrika	Sjeverna i Južna Amerika	Australija	
<b>konoplja</b>						
<b>lan</b>	+	+		+	+	
<b>pamuk</b>	+	+	+	+	+	
<b>kenaf</b>	+	+	+	+	+	
<b>abutilon</b>	+	+	+	+	+	
<b>juta</b>	+	+	+	+	+	
<b>ramija</b>		+		+		
<b>bengalska konoplja</b>		+		+		
<b>sisal</b>		+		+		
<b>novozelandski lan</b>			+		+	
<b>manila</b>						

Tablica 3. Zasijane površine, prinosi i proizvodnja važnijega predivog bilja u svijetu (FAO, 2004.)

Biljna vrsta	Površina (ha)	Prinos vlakna (kg/ha)	Proizvodnja vlakna (t)
konoplja	52 386	1 269	66 525
lan	534 568	1 707	912 683
pamuk	35 233 668	1 984 *	69 935 849
juta	1 351 338	2 117	2 860 917
ramija	131 589	1 895	249 387
sisal	376 170	833	313 424
manila	148 430	690	102 431

\* sirovi pamuk

Tablica 4. Upotreba važnijega predivog bilja

Biljna vrsta	Upotreba važnijega predivog bilja												
	Odjeća	Tekstil za različite namjene	Automobilska industrija	Gradičeljstvo	Ribarstvo	Ogrjevni materijal	Papirna industrija	Filmska industrija	Kozmetička industrija	Boje i lakovi	Prehrambena industrija	Stočna hrana	Farmaceutska industrija
konoplja	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
lan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pamuk	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
kenaf	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
abutifon	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
juta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ramija	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
bengatska konoplja	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
sisal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
novozelandski lan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
manila	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



## **2. Konoplja (*Cannabis sativa* L.)**

### **2.1. Gospodarska važnost konoplje**

Konoplja je višestruko iskoristiva biljka.

#### **2.1.1. Agroekološka važnost konoplje**

Poznato je da nakon konoplje tlo ostaje u povoljnome biološkom i fizikalnom stanju, s dosta hraniva. U optimalnom sklopu konoplja koja se uzgaja za vlakno izuzetno dobro suzbija korove, tako da iza nje ostaje čisto tlo. U uzgoju konoplje ne upotrebljavaju se herbicidi (osim u proizvodnji konoplje za sjeme), što je ekološki prihvatljivo.

#### **2.1.2. Konoplja kao sirovina u proizvodnji papira**

Drvenasti dio stabljike konoplje iskorištava se za izradu papira (papira za cigarete, vrijednosnog papira, papira za Bibliju, masnog papira, posebnog papira za slikarstvo, izolacijske trake za električne kondenzatore, posebnoga netkanog papira, papira za filtre, filtara za kavu i vrećica za čaj). Papir od konoplje velike je čvrstoće s obzirom na poderivost i vrlo je otporan na vlagu (Ranalli, 1999.). Služi i za izradu kartona i papira za pakiranje.

#### **2.1.3. Konoplja kao sirovina u automobilskoj industriji**

Kako ekološka svijest postaje sve važnija, u automobilskoj je industriji uvedeno nekoliko novosti važnih za očuvanje okoliša. Proizvodi izrađeni od sirovina koje se mogu obnoviti smatraju se uglavnom povoljnima za okoliš. U takve se proizvode mogu ubrojiti, među ostalima, i proizvodi od konoplje, jute i lana. Konopljina vlakna služe za izradu kočnog mehanizma i unutrašnjih obloga automobila (Wotzel i sur., 1999.).

#### **2.1.4. Konoplja kao prediva biljka**

Konopljina su vlakna zbog svoje čvrstoće od davnina iskorištavana za izradu različitih proizvoda zbog svoje čvrstoće. Dugo vlakno se koristilo, a i danas se koristi, za izradu konca, radne odjeće, tekstila za različite namjene (posteljina, vezivo, pokrivači, šatorska krila), vodoinstalaterskih brtvila i tepiha.

### **2.1.5. Konoplja kao sirovina u ribarstvu i graditeljstvu**

Konoplja se već dugo upotrebljava u ribarstvu za izradu jedara, ribarskih mreža, brodske užadi i raznih vrsta konopa. Danas se sve češće rabi u graditeljstvu kao građevni materijal (dijelovi cementnih ploča, toplinski - izolacijski materijal, ploče pregradnih zidova, dijelovi cementnih podova).

### **2.1.6. Konoplja kao ogrjevni materijal**

Pozder (drvensti dio stabljike), koji se dobiva nakon što se vlakna izdvoje iz stabljike, ima dva puta veću ogrjevnu vrijednost od bukova drveta. Sadržava do 49% celuloze, 26% lignina i 32% pentozana.

### **2.1.7. Konoplja kao ljekovita biljka ili droga**

Čajem od samljevenog sjemena konoplje nekad se liječila upala mokraćnih putova, a služio je kao oblog pri ubodima i oteklinama. Njime su se liječile i bolesti poput upale krajnika, groznice, nesanice, bradavica i opadanja kose.

Prema Ranalliju (1999.), osušeni listovi i cvjetovi konoplje sadržavaju 426 različitih spojeva. Više od 70 tih spojeva nazivaju se kanabinoidi. Svi oni utječu na neke organe ili funkcije u organizmu. Jedan od najpoznatijih kanabinoida je delta-9-tetrahidrokanabinol (THC), koji uzrokuje stanje opijenosti i dovodi do različitih poremećaja u organizmu.

Jačina droge od konoplje (marihuana) uvjetovana je količinom THC-a koju sadržava. Što je više THC-a, to je droga opojnija i štetnija.

Nakon konzumacije marihuane kanabinoidi ulaze u masno tkivo i ono ih polako otpušta u krvotok. Nestaju iz organizma nakon 7 do 10 dana. Indijska konoplja (*Cannabis sativa* var. *indica* Lam.), koja se uglavnom uzgaja u tropskom podneblju, ima više ljepljive smole koja sadržava THC nego obična konoplja.

Od ranih 1970-ih godina konoplja se svrstava u narkotike. Nema nikakvo terapijsko djelovanje i ne može se dobiti na recept u ljekarni.

### 2.1.8. Konopljino sjeme

Konopljino sjeme izuzetno je kvalitetno i služi kao hrana različitim pticama i ribama. Sadržava 25 do 38% ulja, 22% bjelančevina, 16% celuloze, 5% ugljikohidrata i 19% mineralnih tvari. Ulje dobiveno iz sjemena konoplje može se upotrebljavati i u prehrambenoj industriji. Bogato je linolnom kiselinom i nakon rafiniranja može služiti za proizvodnju margarina ili kao dodatak raznim jelima. Konopljine su pogače kvalitetna hrana za stoku. Sjeme se može iskoristiti i u industriji piva.

Konopljino se ulje rabi za proizvodnju boja i lakova. Pripada sušivim uljima. Osobito je prikladno za proizvodnju boja za slikarstvo, boja za ofsetni tisak i mazivih ulja. Iskorištava se i u kozmetičkoj industriji za proizvodnju sapuna i različitih sredstava za čišćenje.

## 2.2. Podrijetlo i botanička sistematika konoplje

Konoplja potječe iz srednje Azije. I danas u Aziji raste kao divlja biljka. Njezino se vlakno iskorištava još od neolitskog doba. Najstarija je tekstilna biljka Kine, u kojoj se uzgajala prije 5 000 godina. Na azijsko podrijetlo konoplje upućuju i njezini nazivi na europskim jezicima (kanabis, cannabis, kanab, kinap, canapa, konoplja). Svi ti nazivi potječu od sanskrske riječi *kana* - prediva biljka, odnosno *bhanga*, koja znači pijanstvo. U Indiji se počela uzgajati prije 3 000 godina, gdje se njezino sjeme koristilo kao lijek, a osušeni ženski cvjetovi kao opojna droga hašiš. U drevnoj Perziji korištena je isključivo kao narkotična kultura. Prve tkaonice konoplje u Maloj se Aziji spominju u 8. i 7. st. pr. Krista. Najstariji arheološki nalazi datiraju iz doba seobe naroda. Slaveni su uzgajali konoplju na području današnje južne Rusije u 7. st. i proizvodnja se polako širila sve do Skandinavije i Sredozemlja. U državama arapskog kalifata isključivo se upotrebljavala kao razdražujuće sredstvo (*hašišinci*, *hasiasini*). U zapadnoj Europi konoplja se na većim površinama počela uzgajati radi vlakna u 15. st., a nakon otkrića Amerike širila se duž tog kontinenta. Mokri konopljini konopi, koji su čvršći od suhih i otporni na truljenje u slanoj vodi, omogućili su dulja oceanska putovanja. Od tada započinje dugotrajna i slavna povijest jedrenjaka. Camerarius (1694. g.) otkrio je da je konoplja dvodomna biljka (Šatović, 1989.). O narkotičnim svojstvima konoplje Europljani su saznali tek

1798. g. nakon Napoleonova pohoda na Egipat (saznali su za *Cannabis sativa* var. *indica* Lam.). Danas se konoplja u sjevernim područjima uzgaja kao prediva kultura ili za sjeme, a u južnima je još uvijek izvor narkotika.

U Hrvatskoj se u srednjem vijeku konoplja spominje rjeđe od lana, koji je važna kmetska daća vlasteli i svećenstvu (Šatović, 1989.). Uzgajana je najviše za seljačke potrebe. Postaje tražena roba u Primorju i Dubrovniku. U Hrvatskoj u 18. st. postaje tržišni proizvod potreban manufakturnim tkaonicama u Ozlju i Senju, te užarijama u Rijeci i Čepinu. Razvoj kudjeljarstva u Hrvatskoj počinje krajem 19. i početkom 20. st., a time se širi proizvodnja konoplje na veleposjede u Slavoniji.

Konoplja pripada porodici *Cannabinaceae* i rodu *Cannabis*. Pretpostavlja se da ta porodica ima samo jedan rod. Prema dosadašnjim istraživanjima, taj rod čini samo jedna vrsta koju je Linee nazvao *sativa* (Ranalli, 1999.). Međutim, ona ima više varijeteta, i to *Cannabis sativa* var. *vulgaris* (obična konoplja, sl. 1.); *Cannabis sativa* var. *indica* Lam. (indijska konoplja, sl. 2.); *Cannabis sativa* var. *indica* Lam. subvar. *gigantea* (divovska konoplja) i *Cannabis sativa* var. *ruderalis* Janisch (divlja konoplja).



Slika 1. Obična konoplja (*Cannabis sativa* var. *vulgaris* L.; W. Thome, 1885.)



Slika 2. Indijska konoplja (*Cannabis sativa* var. *indica* Lam; W. Thome, 1885.)

Od tih varijeteta gospodarsko značenje ima samo *Cannabis sativa* var. *vulgaris*. L, koja se dalje dijeli na zemljopisne skupine (tipove):

1. sjevernoruski tip; visina biljke 50 - 60 cm, masa 1 000 sjemenki od 12 - 15 g, dužina vegetacije 65 - 70 dana, daje mali prinos sjemena i vlakna (nije značajna za proizvodnju);

2. srednjoruski tip; visina biljke 120 - 200 cm, masa 1 000 sjemenki od 15 - 20 g, dužina vegetacije 100 - 120 dana, prinos vlakna i sjemena je visok;

3. južni ili talijanski tip; visina biljke 250 - 450 cm, masa 1 000 sjemenki od 18 - 26 g, dužina vegetacije 130 - 150 dana, prinos vlakna je visok, a sjemena osrednji;

4. azijski tip; visina biljke 150 - 300 cm, masa 1 000 sjemenki od 17 - 22 g, dužina vegetacije 150 - 170 dana, služi za selekciju.

Prema podacima FAO-a iz 2004. g. konoplja se uzgaja u svijetu na oko 76 449 ha (52 386 ha za vlakno i 24 063 ha za sjeme). Najveće površine pod konopljom za vlakno nalaze se u Aziji, i to u Južnoj Koreji (18 000 ha) i Kini (12 000 ha), a površine za sjeme u Kini (13 000 ha).

U Europi se konoplja za vlakno uzgaja na samo 19 000 ha, a za sjeme na 11 000 ha, i to najviše u Rusiji, Francuskoj, Ukrajini, Rumunjskoj, Mađarskoj i Italiji.

Prosječni prinos vlakna konoplje u svijetu je 1,27 t/ha, a u Europi 1,20 t/ha.

Ukupna proizvodnja vlakna u svijetu iznosi 66 525 t, a sjemena 31 100 t. Od toga se u Europi proizvede 22 000 t vlakna i 5 750 t sjemena.

U Hrvatskoj su se od 1950-ih godina površine zasijane konopljom postupno smanjivale (od 14 500 ha 1950. na 8 ha 1995. g.).

Proizvodnja konoplje u Hrvatskoj potpuno je prestala 1996. g. zatvaranjem tvornice za preradu konoplje za vlakno i brikete u Črnkocima. Do tada se konoplja uzgajala na području istočne Slavonije (Donji Miholjac, Valpovo, Đakovo, Slatina).

## **2.3. Morfološke i biološke osobine konoplje**

### **2.3.1. Korijen**

Konoplja ima vretenast korijen, koji „produžuje“ stabljiku za 10 cm ispod površine tla. Korijen u početku vegetacije raste sporo. Iz glavnog se korijena razvija postrano korijenje 1. i 2. reda, koje se tijekom rasta međusobno isprepleće. Korijenov je sustav slabo razvijen u usporedbi s nadzemnom masom. U rahlim tlima prodire do 2 m duboko, a u težim tlima samo od 30 do 40 cm. Naraste od 1 do 2 m u širinu. Na dubinu prodiranja korijena utječe i sortna osobina, pa čak i spol biljaka. Ženske biljke imaju bolje razvijen korijenov sustav. U usporedbi s ostalim ratarskim kulturama konoplja ima slabo razvijen korijenov sustav. Ima relativno slabu moć upijanja hraniva.

### **2.3.2. Stabljika**

Stabljika konoplje je uspravna. U početku je zeljasta, a kasnije odrveni. Prirast drvenastog dijela stabljike – pozdera konoplje, po jedinici površine tijekom godine dana veći je čak i od godišnjeg prirasta bukve (Pasković, 1966.). Kora konoplje zelene je boje. U stabljici svjetlijih nijansi dobiva se i svjetlije vlakno, koje je za industriji vrednije. Stabljika se katkad grana, ponajprije u rjeđem sklopu. Za proizvodnju vlakna povoljniji je gušći sklop, jer se biljke granaju samo pri vrhu. Visina stabljike ovisi o trajanju dnevne svjetlosti, zemljopisnoj skupini konoplje, tipu tla, opskrbljenosti tla hranivima, vodozračnom režimu u tlu, veličini vegetacijskog prostora i spolu biljaka. Naraste od 0,5 do 5 m. Sjeverne skupine konoplje, koje su prilagođene duljim osvjetljenjima što rastu južnije, gube na visini i duljini vegetacijskog razdoblja, i obratno.

Stabljika konoplje je šuplja, samo je pri dnu i pri vrhu ispunjena parenhimom. Ako se pogleda odnos pojedinih dijelova biljke, na korijen otpada od 8 do 10%, na stabljiku od 60 do 65%, na listove od 18 do 20%, a na sjeme od 10 do 12% (Pasković, 1966.). Stabljika raste u dužinu povećanjem broja nodija koji nisu jasno izraženi. Smješteni su na dijelovima gdje izbijaju dva nasuprotna lista. Na tim mjestima ostaju ožiljci - drveni dio koji je s unutrašnje strane zadebljao i na njemu se šupljina smanjuje za 1/4 do 1/16 promjera stabljike. Osim visine stabljike, vrlo su važni i broj i duljina internodija. Broj internodija varira od 6 do 15, a duljina od 5 do 40 cm. Duljina

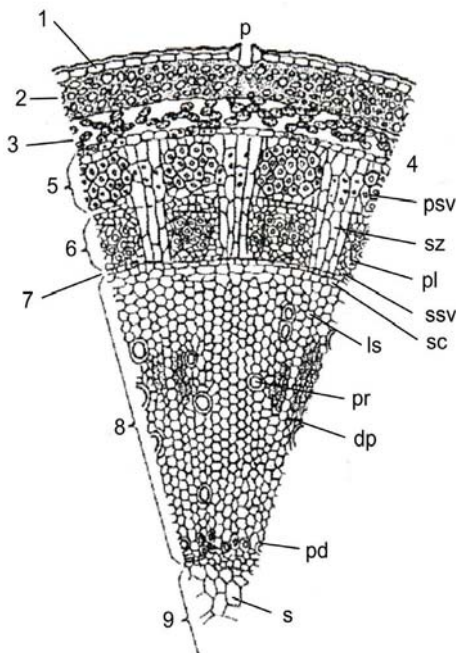
internodija pada s povećanjem njihova broja. Najdulji su internodiji u sredini stabljike. U preradi se više cijene biljke duljih internodija, jer daju vlakno veće čvrstoće. Tehnička dužina vlakna određuje se prema visini stabljike. Mjeri se u cvatnji muških biljaka. Donjom granicom smatra se nodij kotiledona, a gornjom nodij gdje su listovi još smješteni nasuprotno na stabljici. Konoplja za vlakno ne smije imati cvat veći od 1/3 ukupne visine.

Debljina stabljike najviše ovisi o vegetacijskom prostoru. Stabljika je najdeblja u predjelu donje trećine njezine visine. Debljina stabljike mjeri se pomičnim mjerilom na sljedeći način. Izmjeri se debljina svakog internodija zasebno i to 2 cm iznad donjeg nodija i 2 cm ispod gornjeg nodija. Na oba se mjesta obave dva mjerenja: najvećega i najmanjega promjera jer izbrazdana konopljina stabljika u presjeku nije krug. Prema tome, svaki se internodij mjeri četiri puta. Mjere se samo oni internodiji koji su omeđeni redovima nasuprotnih listova. Iz prosjeka debljina svih internodija izračuna se debljina stabljike (Pasković, 1966.). Optimalna debljina stabljike varira između 3,5 i 8,4 mm. Kvocijent stabljike je omjer između njezine visine i debljine. Što je kvocijent veći, biljka je viša i tanja.

Na epidermi stabljike nalaze se grube dlačice. Poprečni presjek stabljike na različitim je visinama nejednak. Na dnu ima okrugli oblik, u donjoj trećini prelazi u šesterokut, približno na sredini ima oblik žlijeba, a pri vrhu je u obliku višekutnika.

Slika 3. prikazuje poprečni presjek stabljike konoplje (Pasković, 1966.). Vanjski sloj stanica tvori epidermu, na kojoj su smještene puči. Ispod epiderme je višeredni sloj parenhimskih stanica koje čine koru. Ispod kore je sloj provodnih snopića i srčika. Provodni su snopići sastavljeni od floema koji ulazi u koru i ksilema koji graniči sa srčikom. Između floema i kore nalazi se sloj perikambija, a između floema i ksilema sloj kambija. U perikambiju se nalaze stanice vlakna (likova vlakanca). Stanice vlakna pektinskom su tvari međusobno sljubljene u snopiće, a oni su međusobno povezani u lanac što se pruža duž stabljike. Zato je tehničko vlakno zapravo skup mnogobrojnih snopića tih međusobno povezanih stanica. Uz primarne snopiće vlakanaca iz kambija s vremenom prirastaju sekundarni snopići, koji se razlikuju od primarnih po tome što su im

stanice kraće i manjeg promjera. Time sekundarni snopići više nego primarni daju biljci čvrstoću. Najviše ih je u donjem dijelu stabljike.



Slika 3. Poprečni presjek stabljike konoplje: 1 – epiderma s kutikulom, 2 – kolenhim, 3 – parenhim kore, 4 – endoderm, 5 – perickl sa snopićima vlakna, 6 – floem, 7 – kambij, 8 – drveni dio, 9 – srčika, p – puč, psv – primarni snopići vlakna, sz – srčikini zraci, pl – parenhim lika, ssv – sekundarni snopići vlakna, sc – sitaste cijevi, ls – libriforne stanice (drvena vlakanca), pr – provodnice, dp – drveni parenhim, pd – primarno drvo, s – srčika (Pasković, 1966.)

Dužina primarnih stanica vlakna iznosi od 8 do 30 mm. Pojedina su vlakanca povezana u snopiće srednjim lamelama, a one povezuju snopiće s okolnim parenhimskim tkivom. Srednja lamela koja povezuje snopiće vlakna s okolnim tkivom pretežno se sastoji od pektina. Pri maceraciji će bakterije pektinskog vrenja najprije razoriti srednje lamele koje povezuju snopiće vlakna s okolnim tkivom, pa će se snopići vlakna osloboditi. Odrvenjele srednje lamele koje sljepljuju pojedina vlakanca pružat će veći otpor bakterijama, a osobito stanice vlakanca koje se sastoje od celuloze. Zato se stabljika konoplje podvrgava maceraciji samo dok se ne razgrade srednje lamele koje povezuju



snopiće vlakna s okolnim parenhimijskim tkivom (oko 65%). Ne smije se dopustiti da bakterije razgrade i srednje lamele, koje vežu vlakanca u snopiće. Elastičnost vlaknu daje središnja lamela, primarna i sekundarna stijenka te lumen.

Najvažniji je sastojak vlakna celuloza, zatim hemiceluloza, pentoza, pektin i lignin. Celuloza je vrlo otporna na bakterije i kemijska sredstva, pa zato vlakna nakon mehaničke obrade ostaju relativno čista.

U stabljici postoje dvije vrste snopova vlakna, ovisno o vremenu i mjestu njihova nastanka. U perikambiju stabljike nalaze se primarna vlakna. Ona su najdulja i najčvršća. Sekundarna vlakna nastaju u blizini kambija. Manja su i nisu osobito čvrsta. Kakav će biti njihov odnos, ovisi o klimatskim čimbenicima, vegetacijskom prostoru (veći prostor - više sekundarnih vlakana) i spolu (ženske biljke imaju više sekundarnih vlakana).

Stvaranje vlakana najintenzivnije je neposredno prije cvatnje biljke. Udio vlakana u suhoj stabljici u današnjih sorata kreće se između 25 i 30%.

### 2.3.3. List

List se sastoji od peteljke i plojke s 1-3-5-7-9-11 segmenata (sl. 4.). Prvi je par listova jednostavan i sastoji se od jednog segmenta. Drugi par listova ima tri segmenta, treći par listova pet segmenata itd. Broj segmenata pri vrhu biljke opet se smanjuje. Listovi su na biljci smješteni nasuprotno, a na vrhu su naizmjenično poredani. Broj i veličina listova variraju ovisno o sorti. Segmenti su prosječno dugi od 5 do 18 cm, a široki od 0,5 do 2,5 cm. Listovi ženskih biljaka većih su dimenzija.



Slika 4. List konoplje

### 2.3.4. Cvijet

Konoplja je dvodomna, a ima muške i ženske biljke (sl. 5.).

1. Muške biljke – *bjelojke*, imaju manje listova, svjetlije su stabljike, žutih cvjetova koji imaju duge stapke, cvat je rahliji, cvjetovi su raspoređeni na vrhovima stabljike, a sastoje se od perigona i pet prašnika;

2. Ženske biljke – *crnojke*, stabljika im je intenzivnije zelene boje, cvjetovi su sjedeći i smješteni su u pazušcima listova, često jedan od dva cvjeta abortira. Cvjetovi zauzimaju gornju trećinu stabljike i čine cvat, a cvijet se sastoji od ovojnog listića, perigona i tučka sa dvije njuške.



Slika 5. Muška (lijevo) i ženska (desno) biljka konoplje

Cvjetanje muških i ženskih biljaka može biti istodobno (srednjoruski tip) ili ženske biljke mogu cvjetati 10 do 15 dana ranije (talijanski tip). Cvjetanje muških biljaka traje od 15 do 35 dana, a ženskih do 30 dana. Najpovoljnije vrijeme za cvjetanje muških cvjetova jesu vedra jutra, bez rose, uz slabo strujanje zraka, a za ženske su biljke najpovoljniji jutarnji sati. Pri našem dnevnom osvjetljenju konoplje srednjoruskog tipa cvatu već krajem lipnja ili početkom srpnja, a cvatnja konoplje talijanskog tipa u nas počinje krajem srpnja, a završava početkom kolovoza.

U ranom stadiju rasta konoplje ne možemo razlikovati muške od ženskih biljaka. Tek prije cvatnje one se počnu razlikovati po boji i habitusu (ženske su biljke niže, a muške više).

U nekim se predjelima uzgaja i jednodomna konoplja. Na tim se biljkama muški cvatovi nalaze u pazuhu bočnih grana, a ženski su smješteni na vrhu bočnih grana. Prema habitusu, te biljke više sličje ženskoj dvodomnoj konoplji.

### 2.3.5. Plod i sjeme

Plod konoplje je orašac, koji je ujedno i sjeme. Omotan je tvrdom ljuskom koja štiti sjeme. Plod je dugačak od 2,5 do 5,0 mm, širok 2,0 do 4,0 mm i visok 2,0 do 3,5 mm. Boja mu može biti različita, od svjetlozelene (sl. 6.), sive, smeđe do crvene, ali nije jednolična već čini različite šare.

Masa 1 000 sjemenki varira od 9 do 26 g, a hektolitarska masa od 40 do 60 kg, ovisno o sorti.

Na poprečnom se presjeku ploda vide ljuske ploda, sjemene ljuske, endosperma i klice. U endospermu se nalazi škrob, a u ostalim dijelovima sjemena je ulje.

Sjeme vrlo brzo gubi klijavost. Potpuno će je izgubiti za dvije godine. Prema tome, mora se uskladištiti na temperaturi od 2 do 3 °C uz 8,6% relativne vlage zraka (Justice and Bass, 1978.).



Slika 6. Plod konoplje

### 2.3.6. Karakteristike spolova konoplje

Spol konoplje određuju kromosomi koji pripadaju tipu XX-XY, nasljeđuje se po drosophila tipu. Prema tome, trebali bismo očekivati omjer 50% muških i 50% ženskih biljaka (sl. 7.), no u proizvodnji nije tako. Uvijek ima više ženskih nego muških biljaka.

Broj kromosoma u somatskim stanicama muških biljaka sastoji se od 18 autosoma i dva spolna XY kromosoma, a u ženskih od 18 autosoma i dva XX kromosoma. Odnos spolova unutar iste vrste je konstantan, pa se ne može promijeniti na umjetan način ili djelovanjem ekoloških uvjeta. Prema tome, odnos muških i ženskih biljaka u usjevu ponajprije ovisi o osobinama sorte i vrste konoplje.

Muške biljke daju veći randman (25 - 30%) i bolju kvalitetu vlakna od ženskih biljaka (Jevtić, 1986.). Trajanje vegetacije muških biljaka kraće je za 5 do 6 tjedana. Muške biljke rastu brže i bujnije. Najpovoljnije vrijeme berbe konoplje za vlakno jest razdoblje cvatnje muških biljaka. Tada su muške biljke i tehnološki i biološki zrele, a ženske su biljke samo tehnološki zrele.



Slika 7. Muška (lijevo) i ženska (desno) biljka konoplje

### 2.3.7. Faze rasta konoplje

Biljka konoplje ima pet faza rasta, i to: klijanje i nicanje, fazu sporog rasta, fazu brzog rasta, fazu cvjetanja i fazu dozrijevanja. Faze rasta karakteriziraju morfološke promjene ili pojava novih biljnih organa tijekom života biljke.

**Klijanje i nicanje.** Mlada biljčica konoplje ima dva kotiledonska listića s vegetativnim vrhom u sredini.

**Faza sporog porasta.** Ta faza prosječno traje 4 do 5 tjedana i biljka konoplje naraste samo 15 - 20% svoje konačne visine (sl. 8.). Tada intenzivno razvija samo korijenov sustav.



Slika 8. Konoplja u fazi sporog rasta

**Faza brzog rasta.** Biljka za 5 do 6 tjedana naraste čak 60% svoje konačne visine (sl. 9.). Dnevni porast iznosi 3 do 5 cm u visinu. Prema nekim podacima, biljka može dnevno narasti i do 11 cm.



Slika 9. Konoplja u fazi brzog rasta

**Faza cvjetanja.** U fazi cvjetanja rast konoplje se usporava i biljka tada naraste 15 do 20% svoje konačne visine (sl. 10.). Ta faza počinje cvatnjom muških biljaka u pazušcima listova.



Slika 10. Konoplja u fazi cvjetanja

**Faza dozrijevanja.** Ta je faza važna samo za proizvodnju konoplje za sjeme. Nakon oplodnje ženskih cvjetnih organa stvara se plod i počinje ta faza. Traje oko 4 do 5 tjedana, ovisno o sorti i klimatskim prilikama (sl. 11.).



Slika 11. Konoplja u fazi dozrijevanja

## 2.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje konoplje

### 2.4.1. Odnos konoplje prema temperaturi

Za južni (talijanski) tip konoplje potreban zbroj temperatura za dozrijevanje vlakna jest od 1 800 do 2 000 °C, a za sjeme od 2 500 do 3 000 °C. Minimalna temperatura za klijanje sjemena iznosi 1 - 2 °C, a optimalna oko 20 °C. Mlada biljka može izdržati i dugotrajne mrazeve, s temperaturom do - 5 °C. Niske temperature utječu na nastanak spola (više jednodomnih biljaka). Optimalna temperatura za rast i razvoj konoplje jest od 20 do 25 °C.

Konoplja ima veliku potrebu za svjetlošću (u kraćim danima mijenjaju se morfološka i biološka svojstva konoplje). Broj sati osvjetljenja najviše utječe na kvalitetu vlakna. Konoplja je biljka kratkog dana.

U konoplje je česta negativna pojava *preuranjeno cvjetanje*, zbog čega biljke ostaju niske (pojava nanizma). Ta je pojava česta u područjima visokih temperatura u fazi sporog rasta i kada je sjetva konoplje obavljena vrlo kasno.

### 2.4.2. Odnos konoplje prema vodi

Konoplja troši znatnu količinu vode radi formiranja velike nadzemne mase (transpiracijski koeficijent je od 300 do 1 200; Pasković, 1966.), ali ne podnosi površinske vode. Stajaća voda za 2 do 3 dana potpuno uništi biljke. Najveće potrebe za vodom konoplja ima u fazi intenzivnog rasta biljke. Područja s umjereno vlažnim zrakom (relativna vlaga oko 70%) najpogodnija su za njezin uzgoj.

U godinama s nedovoljnim količinama oborina u prvom dijelu vegetacije smanjuje se prinos i kvaliteta vlakna, a povećava se prinos sjemena.

### 2.4.3. Odnos konoplje prema tlu

Konoplja koja se uzgaja za dobivanje vlakna zahtijeva duboka, plodna i strukturna tla. Najbolje uspijeva na černozeu, aluviju i eutrično smeđem tlu. Konoplja za proizvodnju sjemena nema velikih zahtjeva glede tla.

## **2.5. Tehnologija proizvodnje konoplje**

### **2.5.1. Plodosmjena**

Konoplja bi se trebala uzgajati u plodoredu. Podnosi i monokulturu, ali se u takvom uzgoju smanjuje prinos. Najbolji predusjevi za konoplju jesu krumpir, soja, strne žitarice i djetelina. Zbog rezidua herbicida u tlu nije uputno sijati konoplju nakon kukuruza i šećerne repe.

Konoplja je dobar predusjev za ozimu pšenicu, uljanu repicu i šećernu repu. Sjetvom strnih žitarica nakon konoplje prinos im se povećava i do 15% (Pasković, 1966.).

### **2.5.2. Obrada i priprema tla za sjetvu**

Obrada tla počinje zaoravanjem organskih ostataka predusjeva. Ako je predusjev strna žitarica, nakon prašenja strništa bit će dovoljno vremena da se obavi oranje na dubinu od 25 do 35 cm. Tim se oranjem u tlo unosi polovica ili dvije trećine mineralnih fosfornih i kalijevih gnojiva te stajski gnoj (ako ga ima).

Ako je pretkultura bila neka okopavina, može se obaviti samo srednje duboko oranje.

U proljeće se obavlja predsjetvena priprema tla, uz što manje gaženja. Najbolje je predsjetveno pripremiti tlo jednim prohodom sjetvospremačem.

### **2.5.3. Gnojidba**

Potreba konoplje za hranivima je velika. Najviše hraniva usvaja biljka nakon faze sporog rasta. Muške biljke prestaju usvajati hranivo u tehnološkoj zriobi, dok ženske ne.

Za nastanak 100 kg zrakosuhe stabljike konoplja prosječno utroši 1,9 kg dušika, 0,85 kg fosfora i 2,7 kg kalija. Prema tome, za prinos zrakosuhe stabljike od 10 t/ha treba osigurati oko 190 kg/ha N, 120 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 270 kg/ha K<sub>2</sub>O (Pasković, 1966.). Za prosječan prinos sjemena pri uzgoju konoplje za sjeme u tlo se dodaje od 125 do 150 kg dušika, 70 do 90 kg fosfora i 120 do 160 kg kalija.



Dušik povećava prinos stabljike i količinu vlakna. Međutim, prevelike količine dušika smanjuju čvrstoću vlakna i postotak dugog vlakna u ukupnom prinosu vlakna. Biljka usvaja dušik već od samog nicanja.

Fosfor utječe na povećanje prinosa vlakna i na poboljšanje njegove kvalitete. Ima pozitivan utjecaj i na količinu i kvalitetu likovih vlakanaca. Pozitivno djeluje na elastičnost i otpor vlakna na izvlačenje. Biljka usvaja fosfor tijekom cijele vegetacije.

Kalij utječe na ubrzanje rasta, povećanje prinosa stabljike, čvrstoću vlakna i skraćivanje vremena vegetacije. Biljka usvaja kalij od nicanja, a najviše tijekom formiranja i razvoja vlakna.

Stajski gnoj pozitivno djeluje na prinos sjemena konoplje, ali mora biti dodan dovoljno rano da se do sjetve mineralizira. Suvremena se proizvodnja konoplje uglavnom zasniva na gnojidbi mineralnim gnojivima.

Stajski gnoj treba zaorati ljetnim ili jesenskim oranjem. Polovica ili dvije trećine fosfora i kalija unosi se u tlo pri osnovnoj obradi, a druga polovica ili jedna trećina, te polovica dušika predstjeveno (npr. NPK gnojivo 7:20:30). Ostatak dušika dodaje se biljci prihranjivanjem. Prva se prihrana obavlja 20-ak dana nakon nicanja konoplje, a druga 20-ak dana nakon prve prihrane. Konoplja se prihranjuje KAN-om. Ako su predusjevi bile jednogodišnje mahunarke količine dušika treba smanjiti za 10 do 20%, a nakon višegodišnjih mahunarki za 20 do 30%.

#### **2.5.4. Izbor sorte**

U Hrvatskoj je dopušteno konoplju (*Cannabis sativa* L.) uzgajati za proizvodnju vlakna, sjemena za prehranu životinja, daljnjeg razmnožavanja i prerade sjemena. U konoplje za dobivanje vlakna ili sjemena sadržaj tetrahidrokanabinola u suhoj tvari biljke ne smije prelaziti 0,2%.

Za proizvodnju konoplje potrebno je dobiti dozvolu od Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja RH. Dozvolu za uzgoj konoplje može dobiti fizička ili pravna osoba koja je upisana u Upisnik poljoprivrednih gospodarstava, a

proizvodi konoplju na poljoprivrednom zemljištu u vlasništvu ili na zemljištu u posjedu, na površini većoj od 1 ha i ima zaključen ugovor o proizvodnji i otkupu konoplje s pravnom osobom registriranom za otkup i preradu konoplje. Može je uzgajati fizička ili pravna osoba za vlastitu preradu ako je registrirana za otkup i preradu konoplje i ako u posljednjih pet godina nije osuđivana za kaznena djela zlouporabe droga. Dozvola vrijedi za jednu sjetvenu sezonu. Tijekom proizvodnje proizvođač je obavezan posjedovati račun o kupnji sjemena, iz kojega je vidljiva količina i sorta sjemena te broj deklaracije o kakvoći sjemena. To je sve regulirano Pravilnikom o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka, te uvjetima za posjedovanje i promet opojnih droga u veterinarstvu (N. N. 107/01).

U proizvodnji konoplje mogu se uzgajati sorte koje se nalaze na Sortnoj listi Republike Hrvatske, a to su sljedeće.

1. Kompolti – sorta priznata 1982. godine u RH, vlasništvo firme GAE iz Mađarske, pripada južnom tipu, dvodomna, vegetacijsko razdoblje od 110 do 115 dana, prinos stabljike od 10 do 12 t/ha, udio vlakna od 31 do 35%.

2. Unico B – sorta priznata 1982. godine u RH, vlasništvo firme GAE iz Mađarske, pripada južnom tipu, križanac jednodomne i dvodomne konoplje, vegetacijsko razdoblje 105 dana, prinos stabljike od 10 do 11 t/ha, udio vlakna od 29 do 31%.

3. Kompolti Sarga Száru – sorta priznata 1990. godine u RH, vlasništvo firme RCA iz Mađarske, pripada južnom tipu, dvodomna, vegetacijsko razdoblje od 100 do 105 dana, prinos stabljike od 7 do 8 t/ha, udio vlakna od 27 do 31%.

4. Kompolti hibrid T.C. – sorta priznata 1991. godine u RH, vlasništvo firme RCA iz Mađarske, pripada južnom tipu, dvodomna, vegetacijsko razdoblje od 115 do 118 dana, prinos stabljike 13 t/ha, udio vlakna od 28 do 30%.

U Europi su najrasprostranjenije francuske, mađarske, poljske, talijanske, španjolske, bugarske i rumunjske sorte konoplje, a u svijetu kanadske (OECD lista, 2007.).

### 2.5.5. Sjetva

Za sjetvu konoplje potrebno je upotrijebiti sjeme najmanje klijavosti 90% i čistoće 99%. Konoplja je jara kultura. Sije se u drugoj i trećoj dekadi travnja. Optimalna temperatura zraka za sjetvu je između 12 i 16 °C, a sjetvenog sloja tla između 7 i 9 °C.

Sklop konoplje za vlakno varira ovisno o sorti. Poželjno je u žetvi ostvariti sklop od 180 do 200 biljaka/m<sup>2</sup>. U rijetkom sklopu stabljika odeblja, a u gustome ostane pretanka i gubici do berbe postaju veliki. Količina sjemena za sjetvu ovisi o klijavosti, čistoći sjemena i masi 1000 sjemenki. Za sjetvu konoplje za vlakno potrebno je od 60 do 100 kg/ha sjemena. Konoplja za vlakno sije se na međuredni razmak 10 ili 15 cm, ovisno o sijačici. Dubina sjetve je od 2 do 4 cm.

Konoplja za sjeme sije se na međuredni razmak 50 ili 70 cm te razmak u redu od 10 do 15 cm (sklop 95 000 do 140 000 biljaka/ha).

Za sjetvu konoplje za sjeme potrebno je od 10 do 12 kg/ha sjemena.

Sjetvu konoplje za kombinirani uzgoj (sjeme i vlakno) treba obaviti s međurednim razmakom od 30 do 35 cm i pri tome utrošiti 40 do 50 kg/ha sjemena.

### 2.5.6. Mjere njege i zaštite usjeva

U našim uzgojnim uvjetima mjere njege obuhvaćaju prihranu dušikom, eventualno razbijanje pokorice i suzbijanje korova, bolesti i štetnika konoplje.

Za razbijanje pokorice upotrebljavaju se roto kopačica ili zvjezdasti valjak. Pokorica se može suzbijati od sjetve pa sve dok klice ne izbiju na površinu tla.

Ako je u usjevu konoplje potrebno suzbijati korove, to se obavlja kemijskim putem, tj. herbicidima. Najveće štete u usjevu mogu nastati od *Ambrosiae artemisifoliae*. Za suzbijanje širokolisnih i uskolisnih korova u konoplji u Europi primjenjuju se herbicidi Basagran 600 – aktivna tvar bentazon (3 kg/ha) + Dual Gold 960 EC – aktivna tvar metoalaktor (3 l/ha) u razdoblju od sjetve do nicanja. U Hrvatskoj nijedan herbicid nije registriran za primjenu u konoplji.

Najopasniji štetnik konoplje jest konopljin buhač (*Psylliodes attenuata* Koch.). Najveće štete nanosi u vrijeme nicanja konoplje, kada se mora obvezno tretirati, jer oštećuje vegetativni vrh biljke i lisnu masu. U Europi za to se rabe sredstva na bazi malationa ili piretroida. U Hrvatskoj nijedno sredstvo nema dozvolu za suzbijanje tog štetnika na konoplji.

Kukuruzni moljac (*Pirauista nubilalis* Hr.) štetnik je na sjemenskoj konoplji. Napada stabljiku i sjeme konoplje. Stabljika se nakon napada lomi. Kada se primijete prvi štetnici usjev se obvezno treba tretirati insekticidima. U Hrvatskoj niti jedno sredstvo nema dozvolu za suzbijanje ovog štetnika na konoplji.

Ostali štetnici koji se povremeno mogu naći na konoplji prave manje štete i rijetko se suzbijaju.

Na korijenu konoplje može se pojaviti grčica hrušta (*Melolontha melolontha* L.) na stabljici vrbotoč (*Cossus cossus* L.), stabljični glistac (*Ditylenchus dipsaci* Kuhn) i stepski šturak (*Gryllulus desertus* Pall.), na listu sovica gama (*Phytometra gamma* Meig.), kupusna sovica (*Barathra brassicae* L.), savijač (*Grapbolita compositella* F.), gubar glavonja (*Lymantria dispar* L.), a na cvijetu konopljin mali moljac (*Grapholita delineana* L.), konopljina lisna uš (*Phorodon cannabis* Pass.) i brašneni moljac (*Ephestia kuhniella* Zell.).

Na konoplji se mogu pojaviti i neke bakterijske, gljivične i virusne bolesti. Najpoznatija je bakterijska bolest konoplje bakterioza konopljine stabljike (*Bacillus cubonianus* Macc.). Od gljivičnih bolesti katkad se pojavljuje trulež konopljine stabljike (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.), siva plijesan (*Botrytis cinerea* Pers.), prugavost konoplje (*Dendrophoma marconii* Cav.), pjegavost stabljike (*Botryosphaeria marconi* Cav.), konopljina plijesan (*Melanospora cannabis* Behrens), peronospora (*Pseudoperonospora cannabina* Oth.), pjegavost listova (*Septoria cannabis* Lasch.), smeđa pjegavost konoplje (*Phyllosticta cannabis* Speg.) i hrđa konoplje (*Melampsora cannabina* L.).

Štete su veće u vlažnijim godinama i na parcelama na kojima leži voda. Ako se bolest pojavi na mladim biljčicama, oštećenja i gubici u usjevu su veći.

### 2.5.7. Berba ili žetva

Osnovni pokazatelj tehnološke zrelosti konoplje za vlakno jest cvatnja više od 50% muških biljaka i pojava ženskih cvjetova (vrijeme berbe konoplje za vlakno). Tada počinje berba konoplje za vlakno talijanskog tipa, jer je tada najviše vlakna u stabljici i ono je najkvalitetnije. Berba se treba obaviti u roku 10 dana.

Berba konoplje za vlakno obuhvaća šest faza, i to defolijaciju, kosidbu, formiranje kupova, baliranje, utovar i transport.

Defolijacija je odstranjivanje listova konoplje sa stabljike. Obavlja se pet do osam dana prije tehnološke zriobe, tj. kada je 10% muških cvjetova u cvatnji. U večernjim satima konoplja se tretira kemijskim sredstvima. U Hrvatskoj nijedno sredstvo nema dozvolu za tu namjenu. Nakon što listovi posmeđe, počnu otpadati. Stabljika muških biljaka poprima žutu, a stabljika ženskih biljaka zelenožutu boju.

Nakon otpadanja listova sa stabljike konoplja se kosi posebno konstruiranim strojevima (kosilica-vežačica), koje istodobno kose i vežu stabljike u snopove. Vežačica čisti stabljike konoplje od ostatka listova i mehaničkih primjesa, te ih veže u snopove debljine 15 cm. Snopovi se nakon vezanja slažu u kupove, radi što bržeg sušenja. U jedan kup slaže se do 40 snopova radi što boljeg provjetravanja. Nakon sušenja stabljike se baliraju. Bale su četvrtastog oblika. Smije se balirati samo suha stabljika konoplje. Bale se povezuju u križ radi boljeg povezivanja i sigurnosti u transportu te se odvoze u tvornicu na preradu.

U proizvodnji konoplje za izradu specijalnih papira berba konoplje obavlja se na nešto drugačiji način. Kosidba konoplje potkraj cvatnje ženskih biljaka može se provoditi bez vršidbe ili uz vršidbu sjemena. Stabljika konoplje se kosi. tzv. kosilicom-lomilicom. Tom se kosidbom skraćuje vrijeme sušenja stabljika jer se ispucale stabljike brže suše, lakše povezuju i prešaju u bale. Bržim sušenjem stabljike kompenziraju se nešto veći gubici loma stabljika.

Ako se bale stabljika konoplje ne prerađuju odmah, moraju se uskladištiti na adekvatan način - u suhoj prostoriji u kojoj cirkulira zrak.

Žetva konoplje za sjeme započinje kada je sjeme u središnjem dijelu grančica cvata dozrelo. Tada je na donjemu i srednjem dijelu cvata omotač sjemena tvrd i na njemu su uočljive mramorne šare. Biljka poprima svjetložutu boju a sjeme se još ne osipa. Ako se provodi defolijacija usjeva, treba je obaviti dok se sjeme još ne osipa. Biljka se specijalnim kosačicama ili kombajnama reže ispod zone sjemena.

Pri uzgoju konoplje za kombinirani način korištenja (sjeme i vlakno) najprikladnije vrijeme žetve jest kada je zrelo oko 75% sjemena.

Nakon žetve sjeme treba očistiti od primjesa i osušiti na 13 do 14% vlage. Ako ne služi za sjetvu sljedeće godine, sjeme treba uskladištiti na temperaturi od 2 do 3 °C.

Slika 12. prikazuje usjev konoplje za proizvodnju vlakna neposredno prije berbe.



Slika 12. Usjev konoplje za dobivanje vlakna neposredno prije berbe

## 2.6. Močenje konoplje

Vlakno se iz stabljike konoplje može odvojiti od drva i srži (pozdera) sljedećim metodama.

1. Mehaničkom metodom (dekortikacija ili difibracija); strojno se izlome stabljike i vlakno odvoji od pozdera.

2. Fizičkom metodom; vlakno se odvaja od pozdera toplom ili hladnom vodom ili parom pod tlakom.

3. Kemijskom metodom (degumacija); vlakno se odvaja od pozdera lužinama ili kiselinama

4. Biološkom metodom (močenje ili maceracija); vlakno se odvaja od pozdera mikrobiološkim procesima (razara se pektin koji povezuje vlakno i pozder).

Močenje je složen proces prerade konopljine stabljike u vlakno. Tom se metodom razgrađuje pektin i vlakanca lika se odvajaju od parenhima kore s vanjske strane, te od kambija s unutarnje strane. Međutim, tom se metodom ne smije odvojiti pektin koji povezuje pojedine stanice vlakana u snopiće. Maceracijom se ne smije odvojiti više od 58% pektinske tvari.

Proces maceracije dijeli se na fizikalnu i biološku fazu.

Fizikalna faza maceracije sastoji se od izluživanja biljke u vodi. Izluži se glukoza, dio ostalih šećera, trijeslovina, dio glukozinolata, bjelančevine, dio mineralnih tvari i mali dio pektina. Te tvari služe kao hrana mikroorganizmima. Za vrijeme te faze voda prodire u biljke i iz njih istiskuje zrak. Počinje i bubrenje pektinskih tvari. Na stabljikama konoplje nastaju pukotine u koje ulaze bakterije i time ta faza završava.

Biološka faza maceracije zbiva se uz pomoć bakterija. Najprije jedna vrsta bakterija razara nepektinske tvari, primjerice, šećere. Nakon što nestane kisika i šećera, počnu se množiti bakterije pektinskog vrenja. Voda u kojoj se konoplja moči zamuti se i nastanu mjehurići sa sve više CO<sub>2</sub>, vodika i metana. Povoljna temperatura vode za nesmetanu razgradnju pektina je između 20 i 30 °C. Pri kraju maceracije voda se jako zamuti i osjeća se neugodan miris (zbog raspada organske tvari). Tada treba svakodnevno pregledati biljke da se previše ne namoče.

Postoji dva načina močenja stabljike konoplje, i to:

- a) močenje na rosi ili rošenje,
- b) močenje u vodi.

a) Razdvajanje vlakna od pozdera konoplje rošenjem obavlja se na površini tla uz pomoć gljivica. Postupak je dugotrajan, vlakno je slabije kvalitete i tamne je boje. Stabljike konoplje moraju se jedanput u tjednu okrenuti uz pomoć strojeva okretača da ne

bi nastali veći gubici. Taj način dobivanja vlakna može se primijeniti samo u zemljama u kojima u vrijeme berbe konoplje mjesečno padne 600 mm oborina.

b) Nekad se konoplja močila u rijekama, potocima i jezerima. Danas je to zabranjeno jer se maceracijom stvaraju razni kemijski spojevi ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  i  $\text{CH}_3$ ), što može prouzročiti pomor živih organizama koji prebivaju u tim vodama.

Močenje konoplje u bazenima ili vagonima može se obavljati hladnom ili toplom vodom, uz pomoć goriva. Bazeni ili vagoni pune se balama konoplje i na njih se stavljaju drvene ili željezne grede koje potapaju bale konoplje u vodu. Nakon maceracije bale konoplje se izvade iz vode i suše nekoliko dana.

## 2.7. Prerada konoplje u vlakno

Proces prerade konoplje u vlakno sastoji se od nekoliko uzastopnih radnji, i to u turbini. Stabljike konoplje u turbini se najprije razvezuju iz snopova i slažu u razdjeljivaču. Nakon toga se uz pomoć lomilice i trlice drvenasti dio stabljike (pozder) odvaja od vlakna. U sljedećem dijelu turbine dugo se vlakno odvaja od kratkoga. Vlakna se sortiraju i posebno izlaze na krajevima turbina. Svi tako dobiveni dijelovi stabljike (dugo i kratko vlakno te pozder) iskorištavaju se u različitim industrijama.

Za kvantitativno određivanje vlakna konoplje primjenjuje se i nekoliko laboratorijskih metoda.

Kemijska metoda dobivanja vlakna prema Bredemannu (1922.) – cit. Pasković (1966.) pogodna je za dobivanje vlakna kada je riječ o malim količinama biljaka i kada selekcijom želimo odabrati roditeljske parove prije križanja. Dijelovi stabljike dužine 20 do 22 cm izvažu se i stave u posudu s vodom kojoj je dodano 1,5% NaOH. Kuhanje te mase traje 45 minuta, a isparena se voda nadoknađuje dolijevanjem destilirane vode. Nakon kuhanja stabljike se zaliju hladnom vodom i tada se kora rukom odvoji od drvenastog dijela. Drvenasti se dio ostavi u vodi preko noći dok crveni lakmus-papir ne poplavi, zatim se suši na 105 °C do konstantne težine i izvaže. Kora se gnječenjem među gumenim valjcima odvoji od vlakna, a vlakanca se oslobode pranjem u vodi (ostaje pahuljasti sloj staničja kore s vlakancima).



Pahuljasti sloj staničja kore s vlakancima još se jedanput kuha 15 minuta u vodi prelivenoj s 0,9% NaOH. Na kraju se ta masa opere, suši se na 105 °C do konstantne težine i izvaže. Tom se metodom ne dobiva tehničko vlakno jer je izvršena prejaka maceracija, pa se količina vlakna dobivena tom metodom pomnoži korektivnim faktorom 1,25 (Pasković, 1966.).

Opisana je metoda kasnije promijenjena i danas se češće rabi njezina poboljšana verzija. Biljke za analizu razrežu se na segmente veličine 20 do 50 cm. Segmenti jedne biljke, zavezani u snop bakrenom žicom, stave se u autoklav i 70 minuta kuhaju u 1-postotnoj otopini Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Nakon hlađenja vodom kora se rukom odvoji od drvenastog dijela stabljike. Za odvajanje primarnih vlaknaca od sekundarnih kora se ponovno stavlja u autoklav i kuha još 20 minuta u istoj otopini.

Nakon toga izdvojena se vlakanca suše na 105 °C do konstantne težine. Još uvijek nije potpuno odvojeno vlakno od kore, pa se ono stavlja u lanene vrećice u autoklav, gdje se još dva sata kuha u 2-postotnoj NaOH. Vrećice s vlaknom ispiru se pod mlazom hladne vode, zatim urone u 1-postotni HCl (30 minuta) radi izbjeljivanja i ponovno peru hladnom vodom. Odvojeno vlakno se suši na 105 °C do konstantne težine i izvaže (Pasković, 1966.).

Biološkom metodom dobivanja vlakna prema Paskoviću (1966.) stabljike konoplje potope se u posude s vodom, koje se stave u sušionik na temperaturu oko 32 °C i ostave 72 sata na močenju. Isparena se voda treba redovito nadoknađivati vodom jednake temperature. Nakon močenja i sušenja stabljika se lomi na lomilici da bi se odvojilo vlakno.

## 2.8. Opća svojstva tehničkog vlakna konoplje

Kvalitetu vlakna konoplje određuje boja, sjaj, masnoća, masa, miris, čvrstoća, elastičnost, predivost, higroskopnost i finoća. Na slici 13. prikazano je vlakno konoplje.

Nakon odvajanja iz stabljike i čišćenja dobiva se kudjelja, koja se dijeli u dvije vrste vlakana i kudjelju (duga kudjeljina vlakna) i kudjeljinu kučinu (kratka kudjeljina vlakna). Dio koji ostaje naziva se pozder. Kudjelja ne smije sadržavati drugih primjesa

osim kućine i pozdera. Pri ispitivanju kudjeljno vlakno mora biti kondicionirano na 12% vlage.



Slika 13. Vlakno konoplje

Boja vlakna može biti različita (svjetlozelena, svjetložuta, svjetlosiva, tamnozeleno, tamnožuta, bijela, žuta, siva), ovisno o sorti i načinu maceracije. Bolja su vlakna svjetlije i jednoličnije boje.

Vlakno može biti sjajno, srednje sjajno i bez sjaja. Poželjnije je sjajno vlakno.

Po sadržaju masnoće vlakno može biti teško ili masno, srednje teško ili srednje masno te lako ili posno vlakno. Što je vlakno masnije, to je kudjelja kvalitetnija.

Konopljino vlakno ima specifičan miris, donekle ugodan, ali malo preoštar.

Čvrstoća konopljina vlakna određuje se u laboratoriju, uz pomoć dinamometra. Mjeri se zapravo otpor koji materijal pruža pri rastezanju, sve do puknuća. Apsolutna čvrstoća izražava se u g/dtex (masa u g od 10 000 m vlakana), tj. težinom kojom je potrebno opteretiti vlakno da ono pukne. U tekstilnoj se industriji određuje kilometarska dužina kidanja, tj. ona dužina kidanja nekoga tekstilnog materijala pod čijom se težinom taj materijal kida. Dužina kidanja je dužina pri kojoj se vlakno prekida zbog vlastite težine (izražava se u m ili km). Dužina kidanja konopljine pređe kreće se između 25 i 31 km. Ta se dužina može smanjiti različitim mehaničkim i drugim oštećenjima vlakna.

Kada se vlakno optereti, prije kidanja se normalno rasteže koliko dopušta njegova elastičnost. Elastičnost se izračunava iz odnosa dužine vlakna prije opterećenja i povećane dužine vlakna nakon opterećenja, a iskazuje se postocima. Kreće se od 2 do 6%.

Ako vlakno ima veću sposobnost cijepanja i kalanja, to mu je kvaliteta bolja jer se povećava njegova sposobnost upredanja. Što se više cijepa na tanje pramenove, to će se moći presti tanja pređa. Prema sposobnosti cijepanja vlakno se dijeli na meko i lako cjepljivo, meko i cjepljivo, grublje i cjepljivo te na grubo i teže cjepljivo.

Vlakno konoplje, kao i lana, posjeduje vrlo visoku higroskopnost. Smije maksimalno sadržavati 12% vlage.

Finoća pređe označava se određenim brojem. Za izračunavanje finoće pređe obično služi metrička numeracija (Nm), a označava dužinu pređe koju sadržava 1 g ili 1 kg vlakna (ako je metrička numeracija 5, to znači da u 1 g ide 5 m pređe). Dakle, što je broj veći, to je pređa finija i tanja.

U tablici 5. navedena su važnija svojstva vlakna konoplje, lana i pamuka.

Tablica 5. Važnija svojstva vlakna konoplje, lana i pamuka (Franck, 2005.)

<b>Vlakno</b>	<b>Konoplja</b>	<b>Lan</b>	<b>Pamuk</b>
celuloza (%)	67	64	83
hemiceluloza (%)	16	17	6
lignin (%)	3	2	0
finoća (denier)*	3-20	2-16	1-3
higroskopnost (%)	8	7	8
čvrstoća (g/dtex)**	5-6	5-6	3-6
elastičnost (%)	2-3	3	3-7

\*denier - masa (g) od 9 000 metara vlakna

\*\* (g/dtex) = masa (g) od 10 000 metara vlakna

## 2.9. Procjena agronomskih, morfoloških i fenoloških svojstava konoplje

1. Nakon berbe konoplje, a prije močenja, određuju se sljedeća agronomska i morfološka svojstva:

- prinos zrakosuhe stabljike (t/ha);
- udio listova u svježem stanju (%);
- odnos muških i ženskih biljaka u usjevu (%);
- visina biljke (cm);
- tehnička dužina stabljike (cm);
- debljina stabljike (mm);
- broj nodija;
- dužina internodija (cm);
- masa stabljike (g);
- prinos sjemena (t/ha);
- masa 1 000 sjemenki (g);

a nakon močenja i sušenja konoplje određuje se:

- prinos stabljike nakon močenja (t/ha);
- prinos ukupnog vlakna (t/ha);
- prinos dugog vlakna (t/ha);
- prinos kratkog vlakna (t/ha);
- udio dugog vlakna (%) (posebno ženske, posebno muške biljke)
- udio kratkog vlakna (%) (posebno ženske, posebno muške biljke)
- suha tvar stabljike (%);
- udio celuloze u zrakosuhom stabljici (posebno u ženskim, posebno u muškim biljkama);
- prinos celuloze (t/ha).

2. Tijekom vegetacije određuju se ova fenološka svojstva konoplje:

- nicanje konoplje (broj dana nakon sjetve);
- cvatnja konoplje (broj dana nakon sjetve);
- tehnološka zrelost konoplje za vlakno (broj dana nakon sjetve);
- tehnološka zrelost konoplje za sjeme (broj dana nakon sjetve).

Nicanje, cvatnja i tehnološka zrelost konoplje za vlakno i sjeme određuje se vizualno, pri čemu se kao kriterij uzima pojava ulaska 50% biljaka s cijele površine u te faze.

3. Ostala svojstva konoplje koja se određuju jesu:

- tjedni porast konoplje (u cm);
- sklonost polijeganju (prema skali od 1 do 5).

Tjedni porast konoplje mjeri se tijekom pet tjedana od početka intenzivnog porasta konoplje do početka cvatnje.

Sklonost polijeganju konoplje određuje se nakon početka cvatnje. Ocjenjuje se prema sljedećoj skali: 1 – nema polijeganja, 2 – biljke polegle na 10% površine, 3 – biljke polegle na 25% površine, 4 – biljke polegle na 50% površine i 5 – biljke polegle na cijeloj površini.

4. Ostala mjerenja i opažanja na konoplji;

- određivanje sklopa u nicanju (broj biljaka/m<sup>2</sup>);
- određivanje sklopa u berbi (broj biljaka/m<sup>2</sup>);
- postojanje oštećenja od bolesti i ocjena;
- postojanje oštećenja od štetnika i ocjena;
- postojanje korova u usjevu i ocjena.

Nakon nicanja i na kraju vegetacije konoplje određuje se sklop (broj biljaka/m<sup>2</sup>). Tijekom vegetacije konoplje standardnim se metodama prate oštećenja na biljci prouzročena bolestima i štetnicima.

### 3. Lan (*Linum usitatissimum* L.)

#### 3.1. Gospodarska važnost lana

Lan se upotrebljava za dobivanje vlakna (za rublje, posteljinu, ručnike, odjeću, presvlake za namještaj, cerade, šatore, vreće i druge tkanine), kučine (u građevnoj i automobilskoj industriji), pozdera (ogrjevni i izolacijski materijal, papir) i sjemena sa 35-47% ulja (prehrambena industrija, hrana za ptice, lanene pogače, sapun, boje, lakovi, linoleum, uljano platno, tiskarska tinta, umjetna koža, premazi za ceste otporni na sol i dr.).

Osnova lanenih vlaknaca jest celuloza s manjim udjelom hemiceluloze, lignina, pektina, ulja i voska. Lanena vlakanca nisu alergenska. Tkanine izrađene od lana ugodne su za nošenje zahvaljujući brzom adsorpciji i desorpciji vlage. Visoka kristaličnost celulozne komponente lanenih vlaknaca rezultira velikom nabranošću lanenih proizvoda, niskom rastezljivošću lanenog konca, visokom čvrstoćom vlakna i konca, relativno slabom otpornošću na habanje, visokim sjajem lanenih proizvoda, posebno konca proizvedenoga mokrim ispredanjem i estetski privlačnim naborima lanenih proizvoda. Tkanine se lako održavaju.

Laneni je konac iste debljine dva puta veće čvrstoće od pamučnoga, pa se rabi za šivanje. Glatke je površine i od njega se izrađuju najljepše čipke. Od inozemnih su najpoznatije flamanska, amsterdamska i briselska čipka, a u nas paška i lepoglavska. Lan ima visoku cijenu, pa se danas lanene tkanine sve više upotrebljavaju za fine i luksuzne proizvode. Od lanenog vlakna izrađuje se najfinije i najljepše platno – batist, te damast.

U drugoj polovici 20. stoljeća u visokorazvijenim zapadnim državama predivi je lan uvelike zamijenjen jeftinijim vlaknima kao što su pamuk, juta, poliester i polipropilen. Posljednjih godina sve je veća potražnja prirodnih vlakana u svijetu. I predivi lan doživljava sve veću renesansu zbog ekoloških i zdravstvenih prednosti. U usporedbi s drugim predivim biljkama, uzgoj i proizvodnja predivog lana zahtijeva manje gnojiva i herbicida, dobro se uklapa u plodored, selektivno uzima teške metale iz

kontaminiranih tala, rezidui su mu biorazgradivi, tijekom prerade ne zahtijeva dodatne energetske inpute kao druge predivne biljke.

Laneno sjeme ima visok udio nezasićenih masnih kiselina, pogotovo linolne kiseline, koja ima veliku sposobnost vezanja kisika. Sadržava i visok udio fitohormona lignana i omega-3 masnih kiselina. Prema novijim medicinskim istraživanjima, oni sprečavaju nastanak tumora, ali i smanjuju njihov rast (Budwig, 2007.). Pozitivno djeluju i na smanjenje šećera u krvi. Zbog visokog udjela nezasićenih masnih kiselina i jodni je broj visok (170-200), što ulje lana svrstava u lako sušiva ulja. To je posebice važno u industriji boja i lakova (tanji namazi).

Lanene su pogače visokokoncentrirana krma za domaće životinje. Sadržavaju do 35% bjelančevina.

## **3.2. Podrijetlo i botanička sistematika lana**

Nema sigurnih dokaza o iskonskom podrijetlo kultiviranog lana. Prema Vavilovu (1920. cit. Pasković, 1966.), lan potječe s dva područja. Jedno je jugoistočna Azija - za sitnosjemeni lan, a drugo je sjeverna Afrika ili sredozemno područje - za krupnosjemeni lan. Sigurno je da je lan kultiviran u davna prapovijesna vremena i u različitim oblicima. Pretpostavlja se da potječe iz neolitskog doba (u Švicarskoj su pronađeni pougljenjeni ostaci hrane od sjemenki lana, ostaci konca, užadi, mreža i tkanine od lanenog vlakna koji datiraju iz razdoblja 7 000 godina pr. Krista.; Shekhar Sharma i Van Sumere, 1992.). Prema nekim podacima, indoeuropski su ga narodi donijeli u Europu prije 7 000 godina (Shekhar Sharma i Van Sumere, 1992.). Uzgajao se od stare Indije i Kine, do Mezopotamije, Egipta i Rima. Spominje se i u Starom i Novom zavjetu. Uz konoplju, bio je glavni izvor vlakna u Europi, sve do osnivanja velikih plantaža pamuka u Americi. Isti ili sličan jezični korijen naziva te kulture nalazimo u mnogim jezicima svijeta, što upućuje na to da se lan jedinstvenog podrijetla širio određenim smjerovima, pa je davno stigao i do Hrvatske.

Prva tkaonica lana u Hrvatskoj otvorena je u Ozlju 1720. godine (Šatović, 1987.).

Lan pripada porodici *Linaceae*, koja ima 22 roda, a praktično značenje ima samo rod *Linum* L. Od velikog broja vrsta lana (200), najveću proizvodnu važnost ima obični lan (*Linum usitatissimum* L.), koji se pretežno uzgaja u umjerenome i subtropskom dijelu sjeverne zemaljske kugle (Jevtić, 1986.). Najvjerojatnije su kultivirane forme predivog lana nastale od trajnoga ili dvogodišnjega uskolisnog lana, *Linum angustifolium* Huds. Bliže srodstvo između *Linum angustifolium* Huds. i divljih lanova potvrđuju neka svojstva cvijeta (homostilia), jednak broj kromosoma (obje forme po 30) i mogućnost međusobnog križanja. Lan divlje raste u jugozapadnoj Europi, a u nas ga ima u Istri i Dalmaciji (Pasković, 1966.).

U nas se uzgajao lan pucavac *Linum crepitans* Beonningh. To je niski lan, kojemu tobolci u zriobi pucaju. Davao je niske prinose i fino vlakno. Naš autohtoni lan bio je *Linum vulgare bienne* Mill. ili ozimi lan. Odlikovao se stabljikom visokom do 120 cm, visokim prinosem stabljike i vlakna, ali nešto grubljim vlaknom od jarog lana ili lana mlatića. *Linum vulgare typicum* jari je jednogodišnji lan (mlatić), nekad najzastupljeniji u Hrvatskoj. Uz visoke prinose stabljike i vlakna, imao je i najkvalitetnije vlakno.

U svijetu je najrasprostranjenija forma euroazijskog lana, koji se uzgaja za dobivanje vlakna i ulja, a prema tipu grananja, visini stabljike i drugim svojstvima dijeli se na: 1. *Linum elongata* - predivi lan (dolgunc - sl. 14.); 2. *Linum brevimulticaulia* - uljani lan (kudraš - sl. 15.) i 3. *Linum intermedia* - prelazni lan (Jevtić, 1986.).



Slika 14. Predivi lan u fazi cvatnje



Slika 15. Uljani lan u fazi cvatnje



Prema podacima FAO-a iz 2004. godine, lan se u svijetu uzgaja na 3 180 240 ha, i to većinom uljani lan (2 645 672 ha). Najveće površine pod uljanim lanom nalaze se u Aziji (1 313 888 ha). U Europi se uljani lan uzgaja na samo 376 051 ha, i to pretežito u Francuskoj, Španjolskoj, Njemačkoj i Italiji. Prosječni prinos sjemena uljanog lana u svijetu je 0,74 t/ha.

Predivi se lan u svijetu uzgaja na 534 568 ha, a u Europi na 359 568 ha. Glavna područja u svijetu na kojima se uzgaja predivi lan jesu sjeverozapadna Europa (Francuska, Belgija, Nizozemska, Njemačka) i istočna Europa (Rusija, Češka, Poljska, Rumunjska), te Kina i Egipat. Prosječni prinos suhe nemoćene stabljike lana u Europi je od 8 do 10 t/ha, a vlakna od 1 do 3 t/ha (1,3 t/ha). Premda su općenito smanjene površine pod predivim lanom, velik je napredak postignut u njegovu oplemenjivanju. To se ponajprije očituje poboljšanjem kakvoće vlakna i visine prinosa.

U Hrvatskoj su se od 1930-ih godina postupno smanjivale površine zasijane lanom (od 4 793 ha u 1950. na 697 ha u 1987. godini), a proizvodnja je potpuno prestala 1988. godine. Zatvaranjem tvornice za preradu lana za vlakno i predionice lanene pređe u Črnkvcima prestaje uzgoj lana u Hrvatskoj (istočna Slavonija). Ta se tradicionalna kultura osim u Slavoniji, uzgajala u gotovo svim područjima Hrvatske (u Hrvatskom Zagorju, Posavini, Podravini, Lici i Banovini).

Početkom 2000. godine inicijativom članova Pučkoga otvorenog učilišta iz Ivanić Grada počinje obnova uzgoja predivog lana na tom području, uz očuvanje kulturne baštine u sklopu projekta *Lan i tkalačka radionica* (Butorac i sur., 2003.). U sklopu Tehnologijsko istraživačko-razvojnog projekta *Izrada hrvatskog suvenira iz lanenog konca* Ministarstva znanosti i tehnologije RH i VIP projekta *Obnova proizvodnje lana i proizvoda od lana* Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH predviđeno je bilo istražiti mogućnost introdukcije stranih kultivara predivog lana u nizinsko kontinentalno područje sjeverozapadne Hrvatske radi osiguranja sirovine za izradu ekološki vrijednih proizvoda kućne radinosti (Butorac i sur., 2004b).

U istom razdoblju započeta su istraživanja agronomskih svojstava i tehnologije proizvodnje novih sorata uljanog lana u Hrvatskoj (Pospišil i sur., 2004a, 2004b i 2004c).

### 3.3. Morfološke i biološke osobine lana

#### 3.3.1. Korijen

Korijen lana je vretenast. Sastoji se od korijenova vretena na kojemu se nalazi splet korijenovih žila. Korijen lana čini do 15% cjelokupne mase biljke. Raste do početka cvjetanja. Glavni dio korijena formira se u oraničnom sloju tla. Prodire od 60 do 100 cm duboko i širi se do 30 cm. Slabo usvaja hraniva. Čupanjem biljaka predivog lana pri berbi zajedno sa stabljikom izvlači se samo deblji dio korijenova vrata, u dužini od 2 do 6 cm.

Uljani lan ima nešto dublji glavni korijen, pa bolje podnosi sušu.

#### 3.3.2. Stabljika

Stabljika lana je okrugla, uspravna (sl. 16.), glatka i šuplja. Pri vratu korijena je najdeblja, a prema vrhu se sužava. U predivog se lana grana u gornjem dijelu biljke (sl. 17.), a u uljanoga lana već od podnožja biljke. Na postranim granama razvijaju se tobolci kojih u predivoga lana može biti od 6 do 10, a uljanoga do 50. Vlakno se dobiva iz stabljike, iz dijela između nodija kotiledona i prve grane. Udio vlakna u stabljici iznosi od 30 do 40% (Butorac i sur., 2003, 2004a, 2004b, 2006a, 2006b, 2006c).



Slika 16. Stabljika lana



Slika 17. Grananje predivog lana

Visina stabljike ovisi o tipu lana, sorti, sklopu, količini oborina u vegetacijskom razdoblju i o plodnosti tla. Rast lanene biljke nakon nicanja je sporiji. Tek mjesec dana nakon nicanja stabljika počne naglo rasti. Ako je u to vrijeme temperatura zraka visoka i nema dovoljno oborina, stabljika će biti niža. Predivi lan naraste do 170 cm, a uljani do 50 cm. Uljani se lan uzgaja ponajprije radi sjemena, koje sadržava od 35 do 47% ulja.

Prelazni se lan upotrebljava za vlakno i dobivanje ulja. Naraste do 60 cm i manje se grana od uljanoga lana. Ima do 25 tobolaca po biljci. Udio vlakna u stabljici prelaznog lana je između 16 i 18%.

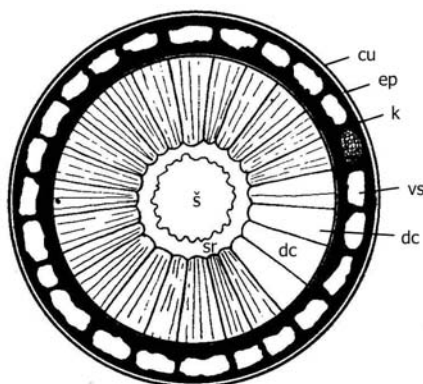
Tehnička dužina stabljike predivog lana mjeri se od nodija kotiledona do početka grananja biljke. Ne smije biti kraća od 60 cm, a poželjno je da je duga oko 100 cm.

Debljina stabljike predivog lana u cvatnji se kreće od 0,6 do 3 mm. Mjeri se u sredini tehničke dužine stabljike. Debljina stabljike utječe na količinu i kvalitetu vlakna. Vrlo tanka i vrlo debela stabljika manje su vrijedne za tekstilnu namjenu.

Odnos dužine i debljine stabljike nazivamo *stasitošću* ili *vitkošću* stabljike. Što je taj kvocijent veći, stabljika je vitkija. Količini i kvaliteti vlakna najviše bi odgovarali kvocijenti između 588 i 769, a da je pri tome duljina stabljike 100 cm, a promjer od 1,3 do 1,7 (Pasković, 1966.). Poželjno je da se biljka predivog lana što manje grana, da je površina stabljike glatka, bez ožiljaka od listova i svjetlije boje.

Na poprečnom presjeku stabljiku čine kutikula, epiderma, primarna i sekundarna kora, snopići vlakana, drveni cilindar, srčika i šupljina (sl. 18.; Pasković, 1966.). Stabljika je omotana epidermom. Epiderma se sastoji od jednog sloja stanica i čini vanjsku tanku pokožicu (cuticulu). Pokožica se sastoji od jednog reda stanica i prekrivena je voštanom prevlakom koja štiti stabljiku od prekomjerne transpiracije. Voštani sloj kutikule daje vlaknu sjaj i čvrstoću. Ispod epiderme nalazi se primarna kora, koja se sastoji od dva do sedam slojeva parenhimskih stanica koje sadržavaju klorofil, ostatke protoplazme, glikozid linamarin i škrob. Između primarne i sekundarne kore nalaze se stanice vlakna slijepljene u snopiće koji su međusobno razdvojeni (razlikuju se prema kemijskoj građi lamele). Snopići vlakna zapravo su mehaničko staničje koje daje čvrstoću biljci.

Parenhimske su stanice u vanjskom sloju zbijene i bez međuprostora, a u unutrašnjem su sloju rahle i rastavljene međustaničnim prostorom. Zatim slijedi sekundarna kora, koja se sastoji od običnih parenhimskih stanica, floema sa sitastim cijevima i stanicama pratilicama koje služe za prijenos hranjivih tvari. Sekundarna kora sadržava dosta bjelančevina, čijom razgradnjom nastaje neugodan miris. Uz sekundarnu je koru sloj kambija, koji dijeli koru od drveta. Kambij prema van izgrađuje staničje kore, a prema unutrašnjosti drvo. Zatim slijedi srčika, a u sredini stabljike kroz srčiku se proteže šupljina, koje u mladim biljnim dijelovima nema.



Slika 18. Poprečni presjek stabljike lana: cu – kutikula, ep – epiderma, k – kora, vs – snopići vlakna, dc – drveni cilindar, sr – srčika, š – šupljina (Pasković, 1966.)

Za tekstilne je namjene važan broj snopića vlakna, njihov raspored u stabljici, njihov oblik i sklop likovih vlaknaca u njima. Snopići vlakna nisu podjednako raspoređeni uzduž lanene stabljike. Broj im je jednak do trećine visine stabljike, a zatim se smanjuje. Deblje stabljike imaju više snopića vlakna i likovih stanica, ali ipak daju postotno manje vlakna jer im je ostala masa (kora, drvo, srčika) povećana. Vlakna imaju oblik igle zašiljene na oba kraja. Dužina vlaknaca kreće se od 2,5 do 120 mm (obično od 25 do 30 mm), a promjer im je 15 do 30 $\mu$ .

Po kemijskom sastavu vlakno čine celuloza, pektin i hemiceluloza. Na kraju vegetacije vlakna u vanjskim snopićima počinju odrvenjivati. Vlakno postaje tvrdo i lako lomljivo te mu se smanjuje kvaliteta. To je i glavni razlog zašto se predivi lan čupa prije pune zriobe.

Boja vlakna je bijela, blijedožućkasta, žućkastosiva, srebrnasta ili čeličnosiva. Poželjno je da boja vlakna bude što svjetlija i jednoličnija. Ima svilenkast sjaj, pa odatle i naziv *sjeverna svila*. Vlakno se dobro bijeli (tada gubi do 30% svoje čvrstoće) i dobro prima boje.

Izgradnja vlaknastih stanica u biljci počinje vrlo rano. Šest do osam dana nakon nicanja pod mikroskopom se na poprečnom presjeku stabljike mogu uočiti prve elementarne stanice vlakna. Mjesec dana nakon sjetve elementarne se stanice vlakna počnu raspoređivati odvojeno jedna od druge, ali se još ne udružuju u snopiće. Najintenzivnija izgradnja vlakna zbiva se od pojave pupova do završetka cvatnje.

### 3.3.3. List

List lana je sjedeći, uzak i lancetast. Površina mu je prevučena voštanom prevlakom. Ta prevlaka utječe na boju, koja poprima sivkasti odsjaj. Listovi su na biljci naizmjenično poredani.

Veličina listova ovisi o prehrani biljke, vlazi, sklopu i osvjetljenju biljaka. Dužina listova je od 15 do 40 mm, a širina od 2 do 4 mm. Listovi na stabljici ostaju tri do pet tjedana. Pri dozrijevanju listovi žute od baze prema vrhu stabljike i istim redom otpadaju.

Predivi lan ima do 100, a uljani do 140 listova.

### 3.3.4. Cvijet

Na vršnom dijelu stabljike nalazi se veći ili manji broj glavnih i sporednih grančica, koje zajedno čine cvat. Na vrhu svake grančice je cvijet. Oblik cvijeta može biti zvonast, tubast, a najčešće je široko otvoren.

Cvjetovi lana su dvospolni, sastavljeni od pet čašičnih listića, pet kruničnih listića, pet prašnika i tučka (sl. 19.).

U osnovi svakog prašnika nalazi se jedna žlijezda nektarija. Čašični su listići zelene boje i jajastog oblika. Latice mogu biti bijele, plave ili ljubičaste. Cvjetovi su skupljeni u cvat štitastog oblika.



Slika 19. Cvijet lana

Lan je samooplodna kultura, a postotak stranooplodnje može biti do 5%. Cvatnja počinje od osnove prema vrhu, i to u ranim jutarnjim satima. Cvatnja traje različito dugo, ovisno o broju cvjetova i vanjskim uvjetima.

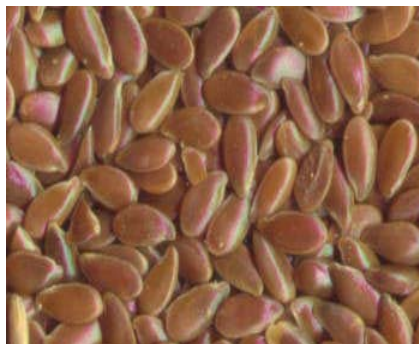
### 3.3.5. Plod i sjeme

Plod lana je tobolac (sl. 20.). Najčešće je okruglog oblika, na vrhu zašiljen. Može biti različite veličine. U uljanog lana dug je od 8 do 15 mm i širok od 8 do 11 mm, a u predivog lana dužina i širina su mu od 5 do 8 mm. Podijeljen je na pet dijelova, a u svakom bi se dijelu trebale nalaziti dvije sjemenke. Međutim, obično u tobolcu ima od 6 do 8 sjemenki, ovisno o sorti, klimatskim uvjetima, sklopu i prehrani biljke. Broj tobolaca po biljci varira prema formi lana, a u iste forme ovisi o agrotehničkim zahvatima (gustoći sklopa). Broj tobolaca po biljci i broj sjemenki u tobolcu u negativnoj je korelaciji s gustoćom sklopa. Zreli tobolci dobivaju žutu boju i obavijeni su čašičnim listićima.

Sjeme lana je sitno, jajolikog oblika, plosnato, sjajno i najčešće smeđe boje (sl. 21.). Boja sjemena je nasljedna, ali se u različitim klimatskim uvjetima i različitim načinima skladištenja može promijeniti. Sjeme se sastoji se od sjemene ljuske, dvije supke, endosperma i klice.



Slika 20. Tobolac lana



Slika 21. Sjeme lana

Masa 1 000 sjemenki u sitnosjemenog lana (predivog) iznosi od 3 do 6,5 g, a u krupnosjemenoga (uljanog) od 6 do 13 g. Hektolitarska masa lana iznosi od 65 do 75 kg. Laneno sjeme vrlo lako navlači vlagu, što je nepovoljno jer sjeme može lako proklijati. Ako je za zriobe vrijeme vlažno, sjeme može proklijati i u tobolcu.

Sjeme se relativno lako čuva u skladištu u rinfuznom stanju. Ako je dobro uskladišteno, može se koristiti za sjetvu i nakon višegodišnjeg čuvanja. Ne smije biti tretirano fungicidima jer naglo gubi klijavost. Pri klijanju sjeme upija vodu u količini od 100 do 180% svoje mase i postane sluzavo. U predivog lana na sjeme otpada 10 do 12% cjelokupne mase biljke, a u uljanoga više od 30%.

Slika 22. prikazuje lan (*Linum usitatissimum* L.).



Slika 22. Lan (*Linum usitatissimum* L.)

### **3.3.6. Degeneracija i regeneracija lana**

Selekcijski materijali lana u Europi su jare forme, odnosno jare sorte i siju se u proljeće. Introdukciom tih sorata u nove klimatske uvjete gube se njihova vrijedna tehnološka svojstva. Biljke postaju kraće, deblje i sve se obilnije granaju, stabljike postaju grube, a vlakno lošije kvalitete zbog pogoršane anatomske strukture stabljike. Sve to vodi smanjenju prinosa stabljike i vlakna. To su tzv. degenerativne pojave. Uz promjenu klimatskih uvjeta uzrok im može biti nepravilna sjetva i gnojidba. Nije riječ o genotipskoj degeneraciji, već o lokalnim negenetskim modifikacijama. One su reverzibilnog karaktera. To znači da će nestati čim se izmijene uvjeti uzgoja (klimatski, zemljišni, sjetva zrelog sjemena, odgovarajući sklop, adekvatna gnojidba i obrada tla).

Nasuprot tome, genotipska je degeneracija ireverzibilna. Pod zakonom prirodne selekcije, primjerice, mogu prevladati biotipovi manje tehnološke vrijednosti.

Introdukciom sorata iz sjevernih područja Europe u južna smanjuje se visina biljke, a vlakno gubi dobra tehnološka svojstva.

Lan ima sposobnost regeneracije, tj. može nadoknaditi pojedine izgubljene podzemne i nadzemne dijelove biljke. Ako se ošteti vegetativni vrh mlade biljke, iz hipokotila će izbiti novi bočni izdanci koji će zamijeniti glavnu stabljiku. Uništi li se vegetativni vrh kad je biljka već odrasla, tada će u gornjem dijelu izbiti postrane grane. To za predivi lan nije dobro jer se biljka ne bi smjela granati u donjem dijelu stabljike.

Niski reproduktivni koeficijent (od 2,5 do 6) lanenog sjemena nije dobar za selekciju. Tada se može iskoristiti regenerativno svojstvo lana. Prikladnom se pokazala dekapitacija (rezanje vegetativnog vrha) odabranih biljaka u početku rane žute zriobe, nakon čega se mogu dobiti i dvije žetve. Kvaliteta sjemena iz druge žetve slabije je vrijednosti, ali je sjeme ipak upotrebljivo.

### **3.3.7. Faze rasta lana**

Biljka predivog lana prolazi kroz pet faza rasta (Jevtić, 1989.). Faze rasta karakterizirane su morfološkim promjenama ili pojavom novih biljnih organa tijekom



života biljke. Faze rasta i razvoja lana su klijanje i nicanje, spori rast, brzi rast, faza cvjetanja i faza dozrijevanja.

**Klijanje i nicanje.** Mlada biljčica lana ima dvije supke, između kojih se nalazi vegetativni vrh (sl. 23.). Ta faza traje 10-ak dana, uz srednju dnevnu temperaturu zraka oko 6 °C.



Slika 23. Lan u fazi nicanja

**Faza sporog rasta.** Ta faza u prosjeku traje od 15 do 25 dana. Biljčica lana naraste do 15 cm i na njoj se formira od 15 do 20 listića (sl. 24.). U toj fazi korijenov sustav raste brže nego nadzemni dio i može prodrijeti duboko u tlo.



Slika 24. Lan u fazi sporog rasta

**Faza brzog rasta.** Stabljika u toj fazi vidno brže raste. Dnevni je porast od 3 do 5 cm u visinu. Listići su dulji i vodoravno su položeni. Vegetativni je vrh malo položen ustranu i mlohav jer ne stigne tako brzo očvrnuti (sl. 25.). Na kraju te faze na vrhu stabljike pojavljuju se pupovi. Zato se ta faza naziva i fazom pojave pupova. Traje između 20 i 30 dana.



Slika 25. Lan u fazi brzog rasta

**Faza cvjetanja.** Pojavom cvjetova na vršnim grančicama stabljike biljka lana ulazi u fazu cvjetanja. Sve cvjetne grančice ne cvatu istodobno (sl. 26.). U predivog lana cvatnja traje od 3 do 5 dana, a u uljanoga i do 10 dana. Sa završetkom cvjetanja stabljika prestaje rasti.



Slika 26. Lan u fazi cvjetanja

**Faza dozrijevanja.** Tu fazu karakterizira stvaranje tobolaca sa sjemenom, odrvenjivanje staničnog tkiva stabljike, sve do potpunog sazrijevanja sjemena (sl. 27.). Faze dozrijevanja lana dijele se na zelenu, ranu žutu, žutu i punu zrelost. Predivi se lan čupa u fazi rane žute zriobe, koja obično traje do 30-ak dana. Uljani se lan žanje u punoj zriobi, koja traje do 40-ak dana.



Slika 27. Predivi lan u fazi dozrijevanja

Tijekom vegetativnog razdoblja lan prolazi dva stadija razvoja: 1. stadij jarovizacije i 2. svjetlosni stadij.

Stadij jarovizacije predivog lana protječe pri temperaturi od 5 do 8 °C i traje od 5 do 8 dana, a u uljanog i prelaznog lana traje nešto dulje.

Da bi lan prešao iz vegetativne u generativnu fazu, potreban mu je određeni fotoperiod (svjetlosni stadij).

Lan je biljka dugog dana i za njegov normalan rast i razvoj važan je intenzitet svjetlosti i duljina dnevnog osvjetljenja. Za predivi je lan povoljnije ako je za njegova vegetativnog razdoblja više oblačnih dana, koja se povremeno izmjenjuju sa sunčanim danima. Tada se dobiju visoke i tanke stabljike lana, koje se ne granaju, a sadržavaju visok postotak kvalitetnog vlakna.

## **3.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje lana**

### **3.4.1. Odnos lana prema temperaturi**

Predivi lan je biljka vlažnih i umjereno toplih područja, dok se uljani lan uzgaja u područjima s nešto više topline. S obzirom na srednju godišnju temperaturu zraka, predivi lan zahtijeva hladnija područja umjerene klime (osjetljiv je na visoke temperature, vruće i suhe vjetrove u fazi intenzivnog rasta i cvatnje). Predivi lan iskorištava samo 3,1% Sunčeve energije.

Minimalna temperatura za klijanje sjemena je 2 - 5 °C, a optimalna 16 - 17 °C. Temperatura niža od - 3 °C mladim biljčicama lana može nanijeti znatna oštećenja (Pasković, 1966.). Lan je najosjetljiviji na niske temperature početkom nicanja. Ozime forme lana mogu izdržati i mrazove do - 12 °C. Lan je tijekom zime zaštićeniji ako je pod snježnim pokrivačem.

Zbroj temperatura iznad 0 °C za vegetacijsko razdoblje lana iznosi 1400 – 1800 °C (jare forme).

### **3.4.2. Odnos lana prema vodi**

Predivi lan je biljka vlažnije i umjerenije klime, pa bi se u našoj zemlji mogao uzgajati u brdskim predjelima i u ravničarskom području, s obiljem vlage u vrijeme vegetacije (> 600 mm oborina u godini). U prvom tjednu nakon nicanja lan ne treba mnogo vode, ali nakon toga potreba za vodom postaje sve veća i raste do cvatnje, a zatim se smanjuje do zriobe. U našim ekološkim uvjetima za prinos i kvalitetu vlakna presudna je količina oborina koja padne u svibnju.

Lan troši znatnu količinu vode (transpiracijski koeficijent 400 do 780; Jevtić, 1986.).

### **3.4.3. Odnos lana prema tlu**

Za uzgoj lana pogodna su strukturna tla, s dobrim vodo-zračnim režimom (pjeskovito-ilovasta, ilovasto-pjeskovita tla, koja su propusna i slabo kisele do alkalne

reakcije, pH od 6,2 do 7,2). Zbog polijeganja mu ne pogoduju tla velike prirodne plodnosti, tla bogata vapnom, suha pjeskovita tla, teška glinasta tla, tla na kojima dulje stoji površinska voda ili tla s visokom razinom podzemne vode.

U zoni korijena nalazi se velik broj mikroorganizama, ali mnogo manje nego u drugih biljaka. Mikroorganizmi tla prevode organske i teže topljive mineralne tvari tla u pristupačan oblik za biljke, a opskrbljuju biljke produktima svog metabolizma, tvarima rasta tipa vitamina i biljnih hormona (Pasković, 1966.).

### **3.5. Tehnologija proizvodnje lana**

#### **3.5.1. Plodosmjena**

Lan ne uspijeva u monokulturi (jednostrano iskorištava hraniva iz tla, veća pojava bolesti, štetnika i korova, nakupljanje toksina u tlu). Na istu se površinu može zasijati svakih šest do sedam godina. Najpovoljnije pretkulture za lan su okopavine, strne žitarice i konoplja, koje omogućuju pravodobnu i temeljitu pripremu tla. Pogodne su i zrnate mahunarke, ali tada planiranu količinu dušika treba smanjiti za trećinu. Može se uspješno sijati i nakon djetelinskotravnih smjesa ili travnih smjesa.

Lan je dobar predušjev za sve kulture.

#### **3.5.2. Obrada i priprema tla za sjetvu**

Lan nepovoljno reagira na loše obrađeno tlo.

Nakon žetve žitarica obvezno je obaviti prašenje strništa ili plitko oranje do dubine od 12 do 15 cm odnosno do 20 cm. Srednje duboko oranje, do dubine 30 cm, treba obaviti do početka studenoga (sl. 28.). Ako lan sijemo nakon kukuruza ili šećerne repe, obaviti ćemo samo srednje duboko oranje do dubine 30 cm.

Na proljeće (početak ožujka), tj. prije same sjetve sjetvospremačem ili rotacijskom drljačem pripremi se sjetveni sloj (sl. 29.). Tlo se u površinskom sloju ne smije previše usitniti da se ne bi stvorila pokorica. Postoji negativna korelacija između dubine korijena i visine stabljike, što se rješava plićim oranjem (Pasković, 1966.).

O kvaliteti pripreme tla ovisit će i kvaliteta sjetve, kao i kvaliteta čupanja lana (rad čupača). Herbicidi su učinkoviti samo na dobro obrađenom tlu.



Slika 28. Oranje u jesenskom razdoblju



Slika 29. Priprema sjetvenog sloja rotacijskom drljačom u proljeće

### 3.5.3. Gnojidba

Stajsko gnojivo i zelena gnojidba za lan se ne primijenjuju direktno. Da bi prinos stabljike bio od 8 do 9 t/ha, a prinos vlakna od 2 t/ha lan bi trebalo gnojiti s 35 kg/ha dušika, 100 kg/ha fosfora i 150 kg/ha kalija, NPK gnojivima formulacije 7:20:30, u količini od 500 kg/ha (300 kg/ha unijeti u tlo prije srednje dubokog oranja, a 200 kg/ha unijeti prije predsjetvene pripreme tla; Butorac i sur., 2003., 2004a, 2006a, 2006b, 2006c).

Dušik stvara bazu visokih prinosa, ali pretjerano visoke doze forsiraju vegetativnu masu lana, što uzrokuje polijeganje. Prevelike doze dušika povećavaju debljinu stabljike i pridonose stvaranju većeg udjela pozdera, vlakno postaje grubo i manje čvrsto.

U godinama s više oborina lan se nakon nicanja prihranjuje dušikom, tj. KAN-om, u količini 100 kg/ha (27% dušika) u fazi sporog rasta (sl. 30.). Za uljani lan potrebne su dvije prihrane KAN-om.



Slika 30. Predivi lan prihranjen KAN-om u fazi sporog rasta

Fosfor pozitivno djeluje na razvoj korijena i čvrstoću vlakna te sudjeluje u stvaranju sjemena.

Kalij ima pozitivan utjecaj na tvorbu vlakna i sjemena. Stvara čvršću vezu između vlaknaca u snopićima te se stabljika bolje tehnički prerađuje.

Od mikroelemenata važnu ulogu u gnojidbi predivog lana ima bor jer djeluje na povećanje prinosa stabljike i prinosa sjemena. Bor se dodaje u kombinaciji s NPK gnojivima.

#### **3.5.4. Izbor sorte**

U Hrvatskoj je registrirana samo jedna sorta jaroga predivog lana (Viking). Sorta Viking stvorena je 1996. godine u Francuskoj. Vlasništvo je INRA-e. Odlikuje se srednje ranim sazrijevanjem, vrlo visokim prinosom vlakna po hektaru i udjelom ukupnog vlakna do 40%. Posjeduje dobru otpornost na polijeganje i fuzarioze.

U Europi su rasprostranjene nizozemske, belgijske, francuske, rumunjske, češke i poljske sorte jaroga predivog lana (OECD lista, 2007.).

Posljednjih godina u Francuskoj su stvorene i ozime sorte predivog lana. Međutim, prema nekim istraživanjima, te su sorte ozime samo za područje u kojemu su stvorene (područje umjereno tople klime). U našim uzgojnim uvjetima te su se sorte pokazale fakultativno ozimim sortama.

Od sorata uljanog lana na Sortnoj listi Republike Hrvatske (2007.) nalaze se tri francuske sorte (Mikael, Imperial, Recital). Sorta Mikael vlasništvo je INRA-e. Sorte Imperial i Recital vlasništvo su Laboulet semences-Arlesa. Sve navedene sorte imaju visok prinos sjemena i visoku kvalitetu ulja.

U Europi su rasprostranjene francuske, njemačke, poljske i rumunjske sorte uljanog lana, a u svijetu kanadske (OECD lista, 2007.).

### **3.5.5. Sjetva**

Optimalni je rok sjetve lana u Hrvatskoj između 15. ožujka i 15. travnja. Lan treba sijati što ranije, ako to dopuštaju vremenske prilike i stanje tla, da bi se za nicanje iskoristile zalihe zimske vlage. Međutim, polovicom ožujka veća je opasnost od mraza i prevelikih količina vode u tlu. Ako se sije oko polovice travnja, lan vrlo brzo prolazi prve faze rasta i razvoja, pa zbog previsokih temperatura zraka u svibnju biljka često ostane preniska.

Prema tome, najpovoljnije vrijeme sjetve predivog lana u sjeverozapadnim dijelovima Hrvatske jest kraj ožujka ili početak travnja.

Ozime forme lana siju se od 15. kolovoza do 15. rujna.

Laneno sjeme treba biti zdravo i krupno, najmanje čistoće 99%, klijavosti većom od 92%.

Da bi se u berbi postigao optimalan sklop predivog lana od 1 800 biljaka po m<sup>2</sup>, u sjetvi bi trebalo zasijati oko 2 500 sjemenki po m<sup>2</sup>, ovisno o klijavosti i čistoći sjemena.

Pregusta sjetva rezultira stvaranjem izduženih stabljika, veći je postotak uginulih i degenerativnih biljaka tijekom vegetacije i konačni je prinos stabljike i vlakna manji.

Optimalni sklop uljanog lana je od 600 do 800 biljaka po m<sup>2</sup> u žetvi (Pospišil i sur., 2004a i 2004b)

Za sjetvu predivog lana potrebno je oko 150 kg/ha sjemena, a uljanoga od 100 do 130 kg/ha (ovisno o upotrebnoj vrijednosti sjemena i masi 1 000 sjemenki).



Razmak među redovima za predivi lan treba biti od 10 do 12,5 cm (sl. 31.), a za uljani od 15 do 30 cm. Dubina sjetve je od 2 do 3 cm, ovisno o teksturi tla. Sjetva se obavlja preciznim sijačicama za lan ili druge sitnosjemene kulture.



Slika 31. Sjetva lana na pokušalištu samohodnom sijačicom s razmakom među redovima od 10 cm

### 3.5.6. Mjere njege i zaštite usjeva

Borba protiv korova često je odlučujući činitelj u proizvodnji lana, ali i u berbi (žetvi) i preradi lana. Lan se mora sijati na tlo potpuno čisto od korova. Ako je parcela zakorovljena (širokolisnim korovima, posebno slakom), prije oranja treba je tretirati totalnim herbicidom kao što je Herkules 480 SL (glifosat) u dozi od 5 do 8 l/ha. Neposredno nakon sjetve lana površinu treba tretirati protiv uskolisnih korova, npr. herbicidom Dual Gold 960 EC (metolaklor) u dozi od 1,0 l/ha. Širokolisni se korovi tijekom vegetacije (kada biljke lana narastu do 10 cm) tretiraju dva puta (u razmaku od 5 – 7 dana) herbicidom Basagran 600 SL (bentazon – jedini herbicid koji ima dozvolu za lan u Hrvatskoj) u ukupnoj dozi od 3,0 l/ha.

Najopasnija bolest lana je *Fusarium lini* Boll. (venuće lana). Danas ta bolest ne nanosi veće štete jer su današnje sorte visokotolerantne na tu bolest. Bolest se prenosi sjemenom, a osim sjemena napada sve dijelove biljke. Mlade biljke venu i suše se,

osobito ako je vrijeme vlažno. Odrasle biljke postupno žute, počnu venuti odozgo prema dolje, posmeđe, osuše se i uginu. Biljke se mogu lako iščupati iz tla jer se na mjestu napadnutog dijela stabljika prelomi. Prevelike doze dušika potiču širenje te gljivice. Borba protiv nje podrazumijeva sjetvu zdravog sjemena, tretiranje sjemena fungicidima i široki plodored.

Ako se pojavi jači napad pepelnice (*Erysiphe lini* L.), lan se može tretirati fungicidom Strobry WG (strobilurini) u koncentraciji 0,03%. Zaražena je biljka pri napadu pepelnice prekrivena bijelom prevlakom. Pepelnica je češća na lanu koji je kasno posijan. Širenju bolesti pogoduje toplo i vlažno vrijeme bez vjetera. Ako je biljka napadnuta pepelnicom u fazi intenzivnog rasta, štete su veće.

Od značajnijih bolesti na lanu može se pojaviti *Colletotrichum lini* West. – smeđa pjegavost lista, *Alternaria linicola* L. – alternaria, *Septoria linicola* L. – mrkosiva pjegavost, *Thielaviopsis basicola* Zopf. – crna trulež žila, *Sclerotinia libertiana* Fuck. – trulež stabljike, *Melampsora lini* Pers. – hrđa lana, *Phoma linicola* Naumov – palež klice lana i dr.

Jedan od najopasnijih štetnika koji se pojavljuje na lanu jest laneni buhač (*Longitarsus parvulus* Payk.; sl. 32.). U vrlo kratkom vremenu može potpuno uništiti usjev lana. Napad započinje na rubnim dijelovima parcela, pa su tu štete najveće. Štetnik napada mlade dijelove vegetativnog vrha stabljike lana od nicanja do cvatnje, što u predivog lana može dovesti do grananja stabljike. Pri pojavi tog štetnika površine se tretiraju insekticidima Rotor 1,25 EC ili Decis 1,25 EC (aktivna tvar deltametrin), u količini od 0,5 l/ha. U Hrvatskoj nijedan insekticid protiv buhača nema dozvolu za upotrebu na lanu.

Mogu se povremeno pojaviti i ostali štetnici lana, primjerice stabljična nematoda (*Ditylenchus dipsaci* Kuhn.) i korijenova nematoda (*Heterodera radicicola* Greeff.), laneni trips (*Trips linarius* Uzel.), sovetica (*Heliothis dipsacea* L.), metlica (*Loxostege sticticalis* L.), laneni moljac (*Phalonia epillinana* Zell.) i brašnena grinja (*Tyroglyphus farinae* L.).



Slika 32. Buhač

Pri nedostatku vlage u tlu lan je potrebno natapati, i to obično u svibnju. Ne smije se natapati danju pri visokim temperaturama ni na tlima koja nisu dovoljno propusna. Obično se natapa dva puta s 80 do 100 mm/m<sup>2</sup> vode.

### 3.5.7. Berba ili žetva

Optimalno vrijeme berbe (čupanja) lana za vlakno jest rana žuta zrioba. Tada stabljika lana na cijeloj donjoj polovici poprima žutu boju, dok su gornji dijelovi stabljike i tobolci zelenožute boje. Listovi dotad otpadnu samo s donje polovice stabljike. Sjeme je žute boje i na pritisak iz njega još izlazi mliječni sok. U stabljici je formirano i kvalitativno izgrađeno vlakno.

Predivi se lan čupa zajedno s korijenom.

U našim uzgojnim uvjetima berba predivog lana počinje početkom srpnja. Dužina vegetacije predivog lana za dobivanje vlakna jest od 100 do 120 dana.

Lan se danas bere mehanizirano (specijalno konstruiranim strojevima odnosno čupačima; sl. 33.). Postoji više tipova čupača lana. Zajedničko im je načelo rada hedera kojim se stabljika prihvaća, ukliješti i iščupa. Glavni su radni organi za čupanje upareni beskonačnim remenjem koji se vrte u suprotnim smjerovima. Razdjeljivačima obuhvaćenu masu stabljike zahvaća par dobro zategnutih remenova, koji ukliješte stabljiku i pokretanjem prema stražnjem dijelu stroja iščupaju je.



Slika 33. Mehanizirana berba predivog lana strojevima čupačima

Počupana masa ostaje na površini tla da se nekoliko dana prosuši ako se nakon toga namače u bazenima. Za to vrijeme vlaga u stabljici padne na 12 do 14%. Takav se lan na mehaniziran način veže u snopove ili balira. Ako se lan ne suši jednolično, treba ga okretati posebno konstruiranim strojevima, tj. okretačima (sl. 34.). Nakon prosušivanja lan se uz pomoć rolbalera skuplja u rolbale. Pri namotavanju suhe mase stabljike u bubnju u svaki se sloj uvlači i traka kojom se bala povezuje.



Slika 34. Okretanje lana u polju

Žetva uljanog lana počinje kada je sjeme u tobovcima potpuno zrelo (sl. 35.). U Hrvatskoj se žetva uljanog lana obavlja u drugoj polovici srpnja, i to jednofazno, žitnim kombajnom. Nakon kombajniranja sjeme treba uskladištiti na suhome mjestu. Prije toga treba ga očistiti od primjesa i korova. Vlaga uskladištenog sjemena ne smije biti veća od 11 do 13%.



Slika 35. Žetva uljanog lana na pokušalištu

### 3.6. Močenje lana

Močenje lana najsloženiji je zahvat u cijelom procesu prerade lana u vlakno. Tijekom močenja slojevi pektina koji vežu epidermu i stanice kore u stabljici razgrađuju se djelovanjem enzima močenja (to su uglavnom pektaze, pektinaze i pektat liaze). Time se stanice epiderme i parenhima kore pretvaraju u sluzavu tvar, a ne oštećuju se stanice vlakana. Djelomično se mogu razgraditi i druge stanične stijenke putem hemicelulaze i celulaze, pa takva razgradnja mora biti kontrolirana da bi se zaštitila struktura i čvrstoća vlakna.

Postoji nekoliko načina močenja stabljike lana:

- a) močenje lana u polju;
- b) močenje lana u bazenima;
- c) kemijsko močenje lana;
- d) enzimsko močenje lana.

a) Močenje lana u polju naziva se još i rošenjem (sl. 36.). Lan nakon čupanja ostane na površini tla. Izlaže se vremenskim prilikama (rosi, kiši, suncu). Na lanenim stabljikama stvaraju se gljivice (*Mucor stolonifer*, *Mucor hiemalis*, *Mucor plumbeus*, *Aspergillus niger* i dr.). One proizvode enzime koji u roku od 4 do 7 tjedana postupno razgrađuju lanene stabljike. Stabljike lana moraju se jedanput u tjednu okretati uz pomoć strojeva okretača da ne bi nastali veći gubici.



Slika 36. Močenje lana u polju (rošenje)

Prednosti te metode su jednostavnost, niski troškovi i male investicije (potrebni su samo strojevi za okretanje lana).

Nedostaci metode su neujednačenost u razgradnji stabljika lana, relativno slaba i niska kvaliteta vlakna (tamna boja), truljenje pri obilnijim kišama (financijski rizik) i dugotrajna razgradnja (od 4 do 7 tjedana).

Ta se metoda najčešće koristi za razgradnju lanene stabljike, pogotovo u zemljama zapadne Europe (atlantska klima). U našim uzgojnim uvjetima ta se metoda ne može primjenjivati zbog nedostatka vlage tijekom ljetnih mjeseci.

b) Močenje lana u bazenima može se obavljati hladnom, obično riječnom vodom (sl. 37.) ili toplom vodom grijanom nekim gorivom (sl. 38.). Prvi postupak obično traje od 7 do 14 dana, ovisno o dnevnim i noćnim temperaturama tijekom srpnja i kolovoza, a drugi traje od 4 do 5 dana. Najbolji se rezultati postižu vodom temperature 30 °C. Za takvu obradu lana postoje i posebno konstruirani bazeni za hladno močenje te vagoni koji

se griju, za toplo močenje. Močenje toplom vodom može se obavljati tijekom cijele godine. To je močenje jedan od najbržih i najboljih postupaka močenja lana, pri čemu bakterije imaju glavnu ulogu u razlaganju stabljika lana.

Prednost te metode jest činjenica da se močenjem toplom vodom postiže visoka iskoristivost te dobiva finije i kvalitetnije vlakno.

Nedostatak metode su visoki troškovi energije i ljudskoga rada, potrebna dodatna oprema i onečišćenje okoliša zbog upotrebe pogonskoga goriva.

Močenje lana u bazenima sve je rjeđe u Zapadnoj Europi. Na taj se način stabljika lana razgrađuje pretežito u zemljama istočne Europe (Češkoj, Poljskoj, Rusiji, Ukrajini).



Slika 37. Močenje lana u bazenu s hladnom vodom



Slika 38. Močenje lana u bazenu s toplom vodom

c) Kemijsko močenje lana podrazumijeva razgradnju stabljika lana uz pomoć kemikalija (kaustične sode, oksalne kiseline i dr.).

Prednost te metode jest brza razgradnja stabljike.

Nedostatak metode jest upotreba kemijskih sredstava koja onečišćuju okoliš i oštećuju vlakno lana.

Nakon početnog oduševljenja tom metodom u drugoj polovici 20. stoljeća danas se ona gotovo više i ne primjenjuje upravo zbog navedenih razloga.

d) Enzimsko močenje lana suvremena je metoda močenja uz pomoć enzima *Flaxzyme* kojim se drvenasti dio stabljike lana (pozder) odvaja od vlakna. Enzim *Flaxzyme* patentirani je preparat nastao suradnjom znanstvenika Danske i Belgije, a sadržava izbalansirane i odgovarajuće aktiviteti celulaze, pektinaze i hemicelulaze. Proizveden je od određenog soja *Aspergillus*. Uz pomoć njega moguće je zamijeniti enzim što ga izlučuju mikroorganizmi za vrijeme prirodnog močenja. Postiže se kontrolirani i ponovljivi postupak močenja koji traje manje od 24 sata. To je moderna verzija močenja u bazenu. Enzimska se otopina može reciklirati nekoliko puta, čime se povećava ekonomičnost postupka, a smanjuje količina onečišćenja pri klasičnome močenju u bazenu (Shekhar Sharma i Van Sumere, 1992.).

Enzim je prilično velik, specifičan i aktivan protein velike memorije i snage katalitičke prerade. Dakle, riječ je o biokatalizatoru brzog djelovanja koji proizvode živi organizmi. Može prouzročiti razgradnju organskog materijala. Tom se metodom mikrobni enzimi koje agensi stvaraju pri močenju u bazenu zamjenjuju pravilnim koncentracijama enzima za cijepanje stijenki biljnih stanica. Ovisno o varijanti metode, postupak močenja može trajati od jedan sat do jedan dan.

Tijekom postupka proizvodnje enzima plijesni *Aspergillus niger* ili neke druge bakterije moraju potaknuti proizvodnju mješavine enzima za močenje (pektinaze), koja mora biti dobro odmjerena i koncentrirana. U vodu za močenje pri 40 °C doda se propisana količina enzima kako bi se dobio namoćeni lan dobre kvalitete.

Prednosti metode su ušteda vremena, jednostavna tehnologija bez većih investicija, jednolična kvaliteta vlakna, svjetlija boja vlakna, visok stupanj polimerizacije i zadovoljavajuća čvrstoća (postotak polimerizacije 3 400 do 3 500, obično močenje 2 000 do 2 500), visoki prinosi vlakna i smanjeno onečišćenje okoliša (voda se upotrebljava nekoliko puta).

Nedostatak te metode jest potrebna velika količina enzima (12,6 g enzima po kg lana ako se obavlja šest uzastopnih močenja).

Čini se da toj metodi pripada budućnost.



Metoda enzimskog močenja lana može se kombinirati i s naknadnim močenjem u vagonu ili bazenu pri 40 °C. Odgovarajuća količina lana drži se četiri sata pri 40 °C u otopini 3 g/l *Flaxzyme*. Za to vrijeme 1 do 7 kg enzimske otopine apsorbira po 1 kg lana. Nakon što se moćeni lan izvadi iz otopine *Flaxzymea*, prebaci se u vagon ili bazen radi naknadnog močenja u trajanju od 20 sati pri 40 °C. Količina enzimske otopine koju apsorbira prva količina lana zamjenjuje se svježom i odgovarajućom količinom 3,5 g/l *Flaxzymea*. Na taj se način može obaviti močenje nove količine lana. Sljedeća količina mora biti spremna u sljedećem vagonu ili bazenu prije nego što se obogaćena otopina iz prvog vagona upumpa. Taj se postupak može ponoviti i do deset puta.

Prednosti metode jednake su prednostima samoga enzimskog močenja, ali je povećan i kapacitet postrojenja.

Nedostak te metode jest nešto manji nego pri enzimskom močenju (potrebno je samo 8,7 g enzima po kg lana, ako se obavlja deset uzastopnih močenja).

### 3.7. Prerada lana u vlakno

Proces prerade lana u vlakno sastoji se od nekoliko uzastopnih postupaka. Za industrijsku proizvodnju vlakna konstruirana je turbina u kojoj se oni provode (sl. 39.).



Slika 39. Turbina za preradu lana u vlakno

Nakon močenja i sušenja lana najprije se od stabljike odvoji sjeme s tobolcima (predio cvata) (sl. 40.). Potom stabljike lana ulaze u dio turbine koji se naziva razdjeljivač (sl. 41.) i koji priprema stabljike za sljedeći proces odnosno za odvajanje vlakna od pozdera jer su nakon močenja snopovi vlakna još djelomično vezani za pozder. Taj se dio turbine naziva lomilica (sl. 42.). Sloj stabljika lana prolazi kroz rotirajuće nazubljene cilindre, koji su u parovima postavljeni okomito na smjer kretanja stabljika. Nakon lomljenja stabljike lana na trlici se odstranjuju zaostali dijelova pozdera (sl. 43.).



Slika 40. Turbina za odvajanje sjemena od stabljike



Slika 41. Turbina za razdjeljivanje stabljika lana



Slika 42. Lomilica



Slika 43. Trlica

U sljedećem dijelu turbine dugo se vlakno odvaja od kratkoga vlakna, tj. od kučine (sl. 44.). Vlakna se sortiraju i posebno izlaze na krajevima turbina (sl. 45.). Prikupljena kraća vlakanca i pozder baliraju se (sl. 46.). U nekim europskim državama posebno se odvajaju kratka vlakna, koja se u daljnjem procesu spajaju i služe za izradu užadi, tepiha i dr. Dobivena dugačka vlakna (sl. 47.) služe za izradu konca u modernim predionicama u industrijskoj proizvodnji (sl. 48.).



Slika 44. Uređaj za sortiranje dugoga i kratkog vlakna u turbini



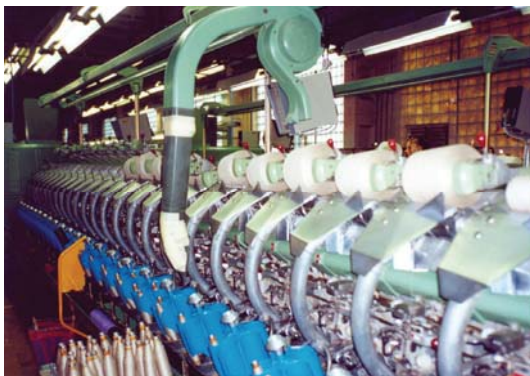
Slika 45. Dugo vlakno na izlasku iz turbine



Slika 46. Balirano kratko vlakno



Slika 47. Dugačko vlakno



Slika 48. Predionica konca

### 3.8. Procjena agronomskih, morfoloških i fenoloških svojstava predivog lana

1. Nakon berbe predivog lana, a prije močenja, određuju se ova agronomska i morfološka svojstva:

- ukupni prinos stabljike s tobojcima lana (t/ha);
- prinos zrakosuhe stabljike (t/ha);
- visina biljke (cm);
- tehnička dužina stabljike (cm);
- debljina stabljike (mm),
- masa jedne stabljike (g);
- prinos sjemena (t/ha);
- masa 1 000 sjemenki (g);
- broj tobolaca po biljci;
- broj sjemenki po tobolcu.

Nakon močenja i sušenja predivog lana određuju se:

- prinos zrakosuhe stabljike nakon močenja (t/ha);
- prinos vlakna (t/ha);

- prinos dugog vlakna (t/ha);
- prinos kratkog vlakna (t/ha);
- udio dugog vlakna (%);
- udio kratkog vlakna (%);

2. Tijekom vegetacije određuju se sljedeća fenološka svojstva predivog lana:

- nicanje lana (broj dana nakon sjetve);
- cvatnja lana (broj dana nakon sjetve);
- rana žuta zrioba lana za vlakno (broj dana nakon sjetve).

Nicanje, cvatnja i zrioba lana za vlakno određuje se vizualno, pri čemu se kao kriterij uzima pojava ulaska 50 % biljaka s cijele površine u te faze.

3. Ostala svojstva predivog lana koja se određuju jesu:

- oblik habitusa lana;
- tjedni porast lana (cm);
- sklonost polijeganju (skala od 1 do 5).

Tijekom vegetacije lana ocjenjuje se i razgranatost stabljike u njezinu donjem dijelu (oblik habitusa). To je nepoželjna pojava jer osnovna stabljika ostaje kraća i ne zadovoljava zahtjeve tehničke dužine stabljike i kvalitete vlakna. Razgranatost stabljike ocjenjuje se vizualno.

Tjedni porast lana mjeri se tijekom pet tjedana od početka intenzivnog rasta lana do početka cvatnje.

Sklonost polijeganju lana određuje se nakon početka cvatnje. Ocjenjuje se prema ovoj skali: 1 – nema polijeganja, 2 – biljke polegle na 10% površine, 3 – biljke polegle na 25% površine, 4 – biljke polegle na 50% površine i 5 – biljke polegle na cijeloj površini.

4. Ostala mjerenja i opažanja na predivom lanu jesu:

- određivanje sklopa u nicanju (broj biljaka/m<sup>2</sup>);
- određivanje sklopa u berbi (broj biljaka/m<sup>2</sup>);
- postojanje oštećenja od bolesti i ocjena;
- postojanje oštećenja od štetnika i ocjena;
- postojanje korova u usjevu i ocjena.

Na početku i na kraju vegetacije lana određuje se sklop (broj biljaka/m<sup>2</sup>). Tijekom vegetacije lana standardnim se metodama prate oštećenja na biljkama prouzročena bolestima i štetnicima.

### **3.9. Procjena agronomskih, morfoloških i fenoloških svojstava uljanog lana**

1. Nakon žetve uljanog lana određuju se ova agronomska i morfološka svojstva:

- prinos sjemena (t/ha);
- masa 1 000 sjemenki (g);
- broj tobolaca po biljci;
- broj sjemenki u tobolcu;
- sadržaj vlage u sjemenu (%);
- visina stabljike (cm);
- debljina stabljike (mm);
- broj grana po biljci;
- sadržaj ulja u sjemenu (%);
- sadržaj bjelančevina u sjemenu (%).

2. Tijekom vegetacije određuju se ova fenološka svojstva uljanog lana:

- nicanje lana (broj dana nakon sjetve);
- cvatnja lana (broj dana nakon sjetve);
- puna zrioba sjemena lana (broj dana nakon sjetve).

Nicanje, cvatnja i zrioba uljanog lana određuje se vizualno, kao i za predivi lan.

3. Ostala svojstva uljanog lana koja se određuju jesu:

- oblik habitusa lana;
- sklonost polijeganju (skala od 1 do 5)
- razgranatost stabljike.

Tijekom vegetacije lana ocjenjuje se i razgranatost stabljike u njezinu donjem dijelu (oblik habitusa). To je poželjna pojava u uljanog lana. Što je više bočnih grana, to će više biti i tobolaca na biljci. Razgranatost stabljike ocjenjuje se vizualno. Sklonost polijeganju lana određuje se nakon početka cvatnje, kao i u predivog lana.

4. Ostala mjerenja i opažanja na uljanom lanu jesu:

- određivanje sklopa u nicanju (broj biljaka/m<sup>2</sup>);
- određivanje sklopa u žetvi (broj biljaka/m<sup>2</sup>);
- postojanje oštećenja od bolesti i ocjena;
- postojanje oštećenja od štetnika i ocjena;
- postojanje korova u usjevu i ocjena.

Ta opažanja i mjerenja određuju se kao i za predivi lan.

## 4. Pamuk (*Gossypium sp. L.*)

### 4.1. Gospodarska važnost pamuka

Pamuk zauzima prvo mjesto među kulturama za proizvodnju vlakna. Vlakno se formira na sjemenu. Dugo vlakno ili lint najviše se iskorištava za proizvodnju odjeće, tekstila za različite namjene, konca, ali i u industriji papira, filtra i ribarskih mreža. Kratko vlakno ili linter služi za izradu vate, fitilja, filmskih traka, umjetne kože, plastičnih materijala i bezdimnog baruta. Vlakno može izdržati visoke temperature i ima veliku apsorpcijsku sposobnost, pa se iskorištava i za proizvodnju specijalnih tehničkih tkanina u industriji automobila i zrakoplova. Od 100 kg sirovog pamuka (vlakna i sjemena zajedno) dobiva se oko 32 kg dugog vlakna, 1 kg kratkog vlakna i 67 kg sjemena (Đorđevski i Klimov, 1989.).

Sjeme pamuka sadržava 17-19% ulja, koje služi za izradu sapuna, stearina, glicerina, a ako se rafinira, može se iskoristiti i za proizvodnju margarina i ulja za konzerve. Uljane pogače imaju 40-43% bjelančevina, 22% ugljikohidrata i 3% ulja. Služe za hranjenje stoke (goveda). Stabljika se može iskoristiti za izradu građevnog materijala i različitog kartona.

Pamuk je i medonosna kultura.

### 4.2. Podrijetlo i botanička sistematika pamuka

Riječ pamuk potječe od arapske riječi *kutn* ili *kotn* (Pasković, 1966.). Mnogobrojni izrazi za pamuk u jezicima Starog svijeta ne kazuju nam ništa o prvobitnom podrijetlu pamuka. Oni samo potvrđuju da je pamuk na tom području bio poznat odavno, a razgranati trgovački odnosi s Indijom govore da je u toj zemlji morala postojati najstarija kultura pamuka i da su ga znali prerađivati u tkanine. Najstariji arheološki nalaz pamučnog platna potječe iz zapadnog Pakistana (oko 3400. godine pr. Krista). U Novom svijetu (u Peruu) također su nađeni ostaci pamuka (oko 2500 godina pr. Krista). Pamuk je iz Indije prenesen u Kinu, te u Srednju i Malu Aziju. Marko Polo je na svojim putovanjima upoznao tu biljku. Egipćani su uzgajali pamuk već oko 500. godine pr.



Krista. Stari su Grci u 2. stoljeću počeli uzgajati pamuk. U 14. stoljeću arapski su trgovci donijeli pamuk u Veneciju. U 16. stoljeću u Europi se pojavio i brazilski pamuk. U južnim područjima SAD-a pamuk se počeo uzgajati 1621. godine. Konstruiranjem stroja za odvajanje vlakna od sjemenki pamuka 1793. godine počinje naglo širenje pamuka.

Na području bivše Jugoslavije pamuk se u 19. i 20. stoljeću uzgajao u Makedoniji, djelomično u Crnoj Gori, Hrvatskoj (Istri i Dalmaciji) te u Bosni i Hercegovini. Danas se uzgaja samo u Makedoniji.

Pamuk pripada porodici *Malvaceae* i rodu *Gossypium*. Glavna područja uzgoja pamuka smještena su u tropskoj i subtropskoj klimi. Prema nekim istraživanjima, postoji sljedećih pet kulturnih vrsta pamuka od kojih se dobiva vlakno (Đorđevski i Klimov, 1986.).

*Gossypium hirsutum* L. (podrijetlo: Meksiko) – odlikuje se kraćom vegetacijom, najvećom produktivnošću i prilagodljivošću klimatskim i zemljišnim uvjetima; uzgaja se u cijelom svijetu.

*Gossypium barbadense* L. – sl. 49. (podrijetlo: Peru) – odlikuje se dugom vegetacijom, zahtijeva više topline i vlage, manje je prinosan, ali vlakno postiže najveću cijenu na svjetskom tržištu; uzgaja se u Africi te u Sjevernoj i Južnoj Americi.



Slika 49. Pamuk (*Gossypium barbadense* L.)

*Gossipium tricuspidatum* L. (podrijetlo: Južna Amerika) – nema većega ekonomskog značenja; uzgaja se u Južnoj Americi.

*Gossipium herbaceum* L. (podrijetlo: Azija i Afrika) – od njega se dobiva kratko i grubo vlakno; uzgaja se u Aziji i Africi.

*Gossipium arboreum* L. (podrijetlo: Azija) – višegodišnja vrsta od koje se dobiva kratko i grubo vlakno, uzgaja se u Aziji.

Vrste pamuka iz Novog svijeta imaju haploidni broj kromosoma  $n=26$ , a one iz Starog svijeta  $n=13$ .

Prema podacima FAO-a (2004.), pamuk se u svijetu uzgaja na 35 233 668 ha. Od toga je 21 990 171 ha (62,4%) površina pod pamukom u Aziji (Kina, Indija, Pakistan, Uzbekistan, Iran, Burma, Južna Koreja, Sirija), 5 284 040 ha (14,99%) u Sjevernoj Americi (SAD), 1 975 506 ha (5,60%) u Južnoj Americi (Brazil, Meksiko, Argentina, Peru), 5 072 095 ha (14,39%) u Africi (Egipat, Sudan), 470 549 ha (1,35%) u Europi (Turska, Grčka, Španjolska, Bugarska, Italija, Albanija, Makedonija) i 320 000 ha (0,90%) u Australiji.

Prosječni prinos sirovog pamuka (vlakna i sjemena zajedno) u svijetu je 1 984 kg/ha (u Europi – 3 242 kg/ha, Južnoj Americi 2 483 kg/ha, Sjevernoj Americi 2 373 kg/ha, Aziji 1 990 kg/ha i Africi 1 000 kg/ha).

Od toga na čisto vlakno, ovisno o vrsti pamuka, otpada od 30 do 40%. Prinos čistog vlakna pamuka kreće se od samo 120 kg/ha u Indiji do 3 360 kg/ha u SAD-u, ili u uvjetima natapanja.

Genski potencijal pamuka može biti veći od 6 000 kg/ha sirovog pamuka (FAO, 2004.).

Ukupna proizvodnja sirovog pamuka u svijetu iznosi 69 935 849 t (Azija 43 959 582 t, Sjeverna Amerika 12 539 350 t, Afrika 5 094 382 t, Južna Amerika 4 905 354 t, Europa 1 525 337 t i Australija 1 911 844 t).

### 4.3. Morfološke i biološke osobine pamuka

#### 4.3.1. Korijen

Pamuk ima dobro razvijen korijenov sustav. Glavni je korijen vretenast i brzo prodire u tlo. Naraste do 15 cm u vrijeme kada se razvijaju kotiledone. Kada su biljke visoke 20 do 25 cm, korijen prodire u tlo do dubine 1 do 1,5 m, a kada biljke potpuno narastu, prodire i 2 do 3 m duboko. Dnevni porast korijena je i do 2 cm. Iz glavnog korijena izbijaju mnogobrojne bočne žile od kojih se stvara mreža žila i žilica drugog reda, trećeg reda itd. Preobilna vlažnost tla zaustavlja rast i razvoj korijena.

#### 4.3.2. Stabljika

Stabljika pamuka je snažna, uspravna i grana se. Ovisno o vrsti i sorti pamuka, naraste između 70 cm i 2 m, a višegodišnji pamuk i do 6 m. Očvršne i postane žilava potkraj vegetacije. Bočne grane izbijaju iz pazušca listova. U svakom su pazušcu obično 1 do 3 pupa. Pojas grananja počinje od trećega do petog lista.

Na stabljici se formiraju dvije vrste grana:

1. neplodne, vegetativne ili monopodijalne (izbijaju na donjem dijelu stabljike i pod oštrim kutom; nemaju plodnih pupova i tobolaca),
2. plodne ili simpodijalne grane (nose plodne pupove, cvjetove i plodove te izrastaju pod pravim kutom s obzirom na stabljiku).

Pojava prve plodne grane na stabljici označava dužinu vegetacije pamuka. U ranozrelih kultivara prva se plodna grana pojavljuje iz pazuha petoga do šestog lista, a u kasnozrelih iz pazuha sedmoga do desetog lista.

Plodne se grane dijele s obzirom na rast u dva tipa:

1. determinirani ili završeni tip rasta (grana razvija samo jedan internodij i završava listom s 1-3 ploda i dalje ne raste; biljka ima zbijen habitus);
2. nedeterminirani ili nezavršeni tip rasta (grana razvija više nodija i internodija).

Po dužini internodija grane nedeterminiranog rasta dijele se na:

- a) biljke s kratkim internodijima (4-7 cm) i zbijenim habitusom;
- b) biljke sa srednje dugačkim internodijima (8-10 cm) i srednje zbijenim habitusom;
- c) biljke s dugim internodijima (> 10 cm) i rastresitim habitusom.

Postoje i tzv. *multi tipovi* na kojima se ne razvijaju plodne grane, već iz pazuha lista izravno izbijaju plodovi na nešto dužim stapkama.

Rani kultivari imaju 1 - 2 neplodne grane, srednje rani 2 - 3 grane, a kasni 3 - 5 grana. Stabljika pamuka je zelene boje, a u nekih sorata potkraj vegetacije postaje crvenkasta.

### 4.3.3. List

List je jednostavan i izbija iz nodija stabljike i izbojaka, gdje se katkada nalaze 1 - 3 pupa koji se mogu razviti u postrane grane. Plojka se sastoji od 3 do 5 režnjeva (sl. 50.), koji mogu biti različitog oblika. Veličina lista varira prema vrsti i sorti pamuka. Zelene je boje, a neke sorte imaju i crvenkaste nijanse.

Na plojci se s donje strane nalaze dlačice, a na glavnoj žili lista smještene su žlijezde nektarija. Na bazi peteljke nalaze se dva zaliska.

### 4.3.4. Cvijet

Cvijet pamuka je dvospolan i krupan (sl. 50.). Iz pazuška lista izbija jedan ili više njih. Stoji na cvjetnoj stapci i zaštićen je izvana s trima ovojnim listićima koji kasnije ostanu i na tobojcima (sl. 51.). Ima pet čašičnih i pet kruničnih listića. Čašični su listići međusobno srasli. Krunični su listići pri vrhu slobodni, a pri dnu su spojeni međusobno i s prašničkom cijevi (Pasković, 1966.).

Cvjetovi su svjetložute do krem boje. S unutrašnje strane imaju jednu mrlju crvene boje. Svaki cvijet ima 50 do 80 prašnika međusobno sraslih u cijev u kojoj se nalazi tučak. Cvijet se otvara ujutro, a već drugog dana se zatvori i otpadne.

Pamuk je samooplodna kultura s velikim postotkom stranooplodnje, i do 50%.



Slika 50. List i cvijet pamuka



Slika 51. Ovojni listići na tobolcu

#### 4.3.5. Plod i sjeme

Plod pamuka je okrugao, jajolik ili duguljasto ovalni tobolac više ili manje zašiljenog vrha (sl. 52.). Zreli tobolac dosegne otprilike veličinu oraha, obujma 3 - 5 cm. Sastoji se od 3 do 5 gnijezda. U svakom gnijezdu treba biti do 9 sjemenki, a obično ih ima od 5 do 7. Površina tobolca može biti glatka ili rupičasta. Količina sirovog pamuka u tobolcu ovisi o kultivaru i uvjetima uzgoja i kreće se od 3 do 11 g. Prema količini sirovog pamuka tobolci se dijele na krupne (7 do 11 g), srednje velike (5 do 7 g) i sitne (< 5 g). Zreli tobolac puca od vrha prema dnu i iz njega izbija vlakno (sl. 53).



Slika 52. Tobolac pamuka prije otvaranja



Slika 53. Zreli tobolac pamuka s vlaknom

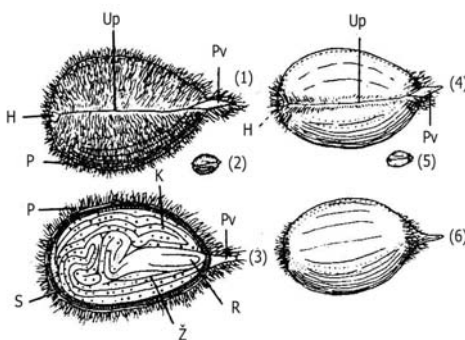
Sorte pamuka s velikim tobolcima mogu ih imati od 100 do 140 po biljci, a s malim tobolcima od 250 do 300 po biljci. Sorte s velikim tobolcima do berbe po pravilu donesu relativno manje zrelih tobolaca po jednoj biljci nego sorte malih tobolaca.

Sjeme pamuka ima nepravilan kruškoliki oblik i zašiljeni vrh (sl. 54. i 55.). Dugo je 5 do 9 mm, a široko 3 do 6 mm. Sastoji se od tanke, tamnosmeđe i tvrde ljuske prekrivene voštanom prevlakom i jezgre. Perisperm i endosperm dva su sloja rezervnih hranivih tvari, ali čine neznan dio unutrašnje mase sjemena (Pasković, 1966.). Klica se sastoji od dva kotiledona.



Slika 54. Sjeme pamuka

Na poprečnom presjeku sjemena uočljive su tamne točkice koje su zapravo žlijezde u kojima se stvara alkaloid gopipol.



Slika 55. Lijevo je sjeme japanskog pamuka, a desno sjeme kineskog pamuka; slike 1., 3., 4. i 6. uvećane su sjemenke pamuka, a slike 2. i 5. umanjene; slike 1. i 4. prikazuju sjemenke sa strane šava (raphe); slika 3. - uzdužni presjek sjemenke; slika 6. - sjemenka s leđne strane: H - halaza, P - dlačice, Ž - smolaste žlijezde, K - kotiledoni, Pv - pupčana vrpca, Up - sjemeni šav, S - sjemena ljuska, R - korjenčić (Pasković, 1966.)

Masa 1 000 sjemenki, ovisno o vrsti i sorti pamuka, varira od 80 do 150 g.

#### **4.3.6. Faze rasta pamuka**

Tijekom vegetacije pamuk prolazi dva stadija razvoja: stadij jarovizacije i svjetlosni stadij. Stadij jarovizacije počinje od klijanja i traje do nicanja. Nakon njega pamuk ulazi u svjetlosni stadij, koji traje od 20 do 30 dana, ovisno o sorti, temperaturi i duljini dana.

Tijekom vegetacije pamuk prolazi sljedeće faze rasta i razvoja: nicanje, butonizaciju (formiranje cvjetnih pupova), cvjetanje i sazrijevanje.

Klijanje sjemena pamuka počinje kada ono upije vode u količini oko 70% svoje težine. Najprije izbija korjenčić, a zatim hipokotil, koji na površinu tla iznosi dva kotiledona zajedno s ljuskom.

Nakon nicanja korijenov sustav počinje intenzivno rasti, a nadzemni dio raste sporije.

U fazu butonizacije pamuk ulazi 35 do 40 dana nakon nicanja. Ta faza u ranih sorata počinje izbijanjem prvog pupoljka iz pazušca četvrtoga ili petog lista. Nakon dva do tri dana od pojave prvoga cvjetnog pupoljka pojavljuje se prvi cvjetni pupoljak druge plodne grane, pa treće, itd.

Tijekom tri tjedna od početka butonizacije u prosjeku se formira 18 plodnih pupoljaka i 9 plodnih grana.

Mjesec dana nakon početka butonizacije započinje cvatnja istim redom kao i formiranje cvjetnih pupoljaka.

Od oplodnje do formiranja ploda obično prođe oko 30 dana, a do potpunog sazrijevanja tobolaca (pucanje tobolaca) oko 60 do 90 dana. Oko 40% oplođenih cvjetova daje plod. To ovisi o sorti, uvjetima okoline i agrrotehnici.

Na zametanje ploda nepovoljno djeluje previsoka temperatura, previše oborina, kasna sjetva i zakorovljenost usjeva.

## **4.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje pamuka**

### **4.4.1. Odnos pamuka prema temperaturi**

Pamuk se može uzgajati u područjima gdje temperatura zraka šest mjeseci, tj. od nicanja do sazrijevanja pamuka ne pada ispod 0 °C. Dužina vegetacije pamuka je između 110 i 150 dana. Ukupni zbroj temperatura za razvoj pamuka ne smije biti manji od 3600 °C. Minimalna temperatura za rast i razvoj je 15 °C, a optimalna između 25 i 30 °C. Na temperaturi višoj od 33 °C nastaju poremećaji u metabolizmu pamuka i otpadanje plodnih elemenata, kao i pri niskim i visokim noćnim temperaturama. Najveće su potrebe pamuka za toplinom u vrijeme cvatnje i stvaranja plodova.

Pamuk ima velike potrebe za svjetlošću, koja mu je potrebna za sazrijevanje vlakna i stvaranje celuloze. To je biljka kratkoga dana. Međutim, kako se pamuk uzgajao na većim zemljopisnim širinama, biljka se širenjem prilagođivala različitim klimatskim uvjetima, pa su nastale i forme dugoga dana. U višegodišnjih se sorata pamuka fotoperiodska reakcija izmjenjuje prema fazama razvoja.

### **4.4.2. Odnos pamuka prema vodi**

Pamuk troši znatnu količinu vode i ona je osnovni čimbenik koji određuje broj tobolaca po biljci i prinos pamuka. Najintenzivnije razdoblje usvajanja vode odnosno kritično razdoblje za vodu jest cvatnja - formiranje plodova. Transpiracijski koeficijent kreće se između 370 i 650, ovisno o uvjetima uzgoja, sorti i tehnologiji proizvodnje.

Pamuk se može uzgajati u područjima gdje za vrijeme vegetacije padne više od 200 mm oborina, a tijekom cijele godine više od 500 mm. Relativno dobro podnosi sušu zbog dubokog korijenova sustava. Ne suši se već se reducira rast i produktivnost biljaka.

No pamuk ne podnosi ni previše vode u tlu.

### **4.4.3. Odnos pamuka prema tlu**

Pamuk je biljka dubokih, umjereno plodnih, strukturnih i toplih tala. Najbolje uspijeva na pjeskovito aluvijalnim tlima.



## **4.5. Tehnologija proizvodnje pamuka**

### **4.5.1. Plodosmjena**

Kao i u drugih kultura, uzgoj pamuka u monokulturi dovodi do jednostranog iskorištavanja hraniva, nagomilavanja korova te pojave štetnika i bolesti, što rezultira smanjivanjem prinosa.

Pamuk se može više godina uzgajati na istoj površini, ali samo kada se sije na strukturnom tlu i uz dobru gnojidbu i zaštitu. Obično se uzgaja i do šest godina na istoj površini uz natapanje nakon trogodišnjeg uzgoja lucerne (jug SAD-a).

U uvjetima suhog ratarenja najbolji su predusjevi za pamuk jednogodišnje zrnate mahunarke (grašak, grah).

Pamuk nije dobar predusjev za strne žitarice jer se prekasno bere.

### **4.5.2. Obrada i priprema tla za sjetvu**

Pamuk daje najbolje prinose kada se osnovna obrada tla obavi u ranu jesen (oranje na 30 cm). U proljeće se brazda zatvara tanjuranjem ili drljanjem. Jedan do dva dana prije sjetve obavlja se predsjetvena priprema tla na 5 do 6 cm dubine. Pamuk se sije na gredice jer ne podnosi previše vode u tlu. Gredice se formiraju strojevima gredičarima prije sjetve, a visoke su 30 cm.

Ako je pretkultura pamuku lucerna, tada se tijekom ljeta obavlja plitka obrada lucerništa da bi se korijen lucerne isušio.

### **4.5.3. Gnojidba**

U 1 000 kg sirovog pamuka ugradi se oko 50 kg N, 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 50 kg K<sub>2</sub>O (Đorđevski i Klimov, 1989.). Suvremena proizvodnja pamuka zasniva se ponajprije na gnojidbi mineralnim gnojivima. Ako se pamuk uzgaja bez natapanja, na tlu siromašnom dušikom, potrebno je gnojiti sa 70-80 kg/ha N, 50-70 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 40 kg/ha K<sub>2</sub>O. Ukupna količina fosfora i kalija unosi se u tlo pri osnovnoj obradi, ili 2/3 pri osnovnoj obradi tla ako se usjev natapa, a 1/3 pri predsjetvenoj pripremi tla. Dio dušika unosi se u tlo pri

predsjetvenoj pripremi tla, a jedan dio i u sklopu prihranjivanja u početku butonizacije (do 30 kg N/ha).

Dušik je nužan za brz i snažan razvoj biljke pamuka. Fosfor je prijeko potreban za izgradnju organske tvari, kao i za fiziološko odvijanje pojedinih funkcija. Dušik i fosfor povoljno djeluju na razvoj cvijeta i ploda pamuka. Kalij je pamuku potreban za zdrav i snažan rast i za izgradnju snažnog staničja. Djeluje na kvalitetu vlakna - ono je dulje i ima deblje stijenke, a povećava se i prinos vlakna.

#### 4.5.4. Izbor sorte

U komercijalne se svrhe u svijetu uzgajaju vrste *Gossipium hirsutum* L. i *Gossipium barbadense* L.

*Gossipium hirsutum* L. (srednjoamerički, američki, meksički, kontinentalni ili upland pamuk) ima piramidalni habitus sa razgranatom stabljikom zelene boje. Biljke su visoke 70 do 150 cm. Grane su obrasle dlačicama i zelene su boje. Listovi su srednje veličine, isjeckani u pet dijelova (Pasković, 1966.). S donje strane listova nalaze se dlačice. Cvjetovi su bijele, žute ili crvenkaste boje. Tobolci su krupni, loptastoga ili jajolikog oblika, glatki, s 3 do 5 gnijezda. Sjeme ima bijele, zelenosive ili crvenkaste dlačice.

Vlakno je srednje kvalitete, prosječne duljine od 20 do 35 mm. Debljina vlakna je između 17 i 20  $\mu$  (mikrona). Randman vlakna je od 35 do 40%.

*Gossipium barbadense* L. (južnoamerički, peruanski ili egipatski pamuk) ima rastresiti habitus s glatkom stabljikom i crnim pjegama. Stabljika je visoka između 1 i 3 m. Listovi su veliki i imaju duge peteljke, a sastoje se od 3 do 5 dijelova. Cvjetovi su žućkaste boje, a na bazi su tamnocrvene boje. Tobolci su sitni, jajastog oblika i oštih vrhova. Imaju 3 do 5 gnijezda, svaki sa 6 do 10 sjemenki. Sjeme je golo, crne boje, sitno i duguljasto, a na svojemu donjem kraju je zašiljeno.

Ima fino, sjajno, čvrsto vlakno bijele boje prosječne dužine od 30 do 60 mm. Debljina vlakna je između 12 i 18  $\mu$ . Randman vlakna je od 30 do 32%.

Od vrste *Gossypium hirsutum* L. stvorene su mnogobrojne komercijalne sorte pamuka u SAD-u, Brazilu, Argentini, Meksiku, Australiji, Izraelu, Maroku, Egiptu te u Turskoj, Grčkoj, Španjolskoj, Italiji i Bugarskoj (OECD lista, 2007.).

I od križanca *Gossypium hirsutum* L. x *Gossypium barbadense* L. stvorene su komercijalne sorte u SAD-u, Izraelu, Španjolskoj i Bugarskoj (OECD lista, 2007.).

#### 4.5.5. Sjetva

Za sjetvu pamuka upotrebljava se sortno, certificirano sjeme iz tobolaca koji su bliže stabljici i osnovi biljke. Sjeme pamuka mora se najprije odvojiti od vlakna. Nakon odvajanja dugog vlakna mehaničkim ili kemijskim putem odvaja se kratko vlakno (delisteriranje sumpornom kiselinom). Nakon toga sjeme se kalibrira prema veličini i težini te se dezinficira. Za sjetvu pamuka rabi se sjeme najmanje klijavosti 85%.

Pamuk je jara kultura. Sije se kada temperatura tla dosegne 15 °C.

Razmak između redova iznosi od 60 do 80 cm (može i 100 cm, ovisno o sorti), a unutar reda 10 do 12 cm (sklop 80 000 - 160 000 biljaka/ha).

Sjetva pamuka obavlja se pneumatskim sijačicama. Za sjetvu je potrebno od 25 do 30 kg/ha sjemena. Dubina sjetve iznosi od 3 do 5 cm.

#### 4.5.6. Mjere njege i zaštite usjeva

Tijekom vegetacije primjenjuje se nekoliko mjera njege, sukladno potrebama biljaka. To su: razbijanje pokorice, primjena herbicida, međuredno kultiviranje, prihranjivanje, natapanje, eventualno zalamanje biljaka, te suzbijanje bolesti i štetnika.

Ako je potrebno razbijati pokoricu, to treba obaviti što prije da bi biljke pamuka mogle što bolje niknuti, tj. unutar deset dana od sjetve.

Kultiviranje pamuka nužna je mjera u uzgoju pamuka. Njome se uništavaju korovi, ali i čuva vlaga u tlu. Prvo kultiviranje treba obaviti odmah nakon nicanja pamuka, na dubini od 6 do 8 cm, drugo dva tjedna nakon prvoga na dubini od 12 do 15

cm ako se pamuk natapa, a sljedeće se obavlja ovisno o oborinama i pojavi korova (Đorđevski i Klimov, 1986.).

Usjev pamuka obično se natapa od početka cvatnje do početka formiranja tobolaca. Dodaje se 500 do 800 m<sup>3</sup> vode/ha, ovisno o načinu natapanja.

U izuzetnim uvjetima u nekim se područjima pamuk mora zalamati jer svi oplođeni cvjetovi neće sazreti navrijeme i stvoriti tobolce s vlaknom i sjemenom. Nezalamanje pamuka uzrokuje otpadanja već formiranih plodova. U Makedoniji, primjerice, na jednoj biljci treba ostaviti najviše 11 plodnih grana.

Bolesti pamuka dijele se na bolesti koje napadaju korijen i epikotil te na one koje napadaju stabljiku i listove. Od važnijih gljivičnih bolesti korijena i epikotila navodimo trulež korijena (*Phymatotrichum omnivorum* Shear) i palež klice (*Pythium debaryanum* Hesse). Važnije su bolesti stabljike i lista pamuka bakterioza pamuka (*Pseudomonas malvacearum* Smith), antraknoza ili palež pamuka (*Colletotrichum gossypii* Smith) i venuće pamuka (*Fusarium vasinfectum* Atk) te virus mozaika pamuka i uvijenosti lista pamuka. Širenju bolesti pogoduje vlažno vrijeme, te uzgoj pamuka u monokulturi i na kiselim tlima. Odgovarajuće mjere zaštite protiv tih bolesti jesu uzgoj pamuka u plodoredu, uzgoj otpornih sorata ili tretiranje pamuka fungicidima.

Od štetnika se mogu pojaviti nematode i žičnjaci, koji mogu napraviti velike štete na korijenu pamuka. Štetnici mladih biljčica pamuka i listova jesu pamukova soвица, (*Prodenia litura* Fabr.), pamukov savijač (*Sylepta derogata* Fabr.), pamukova uš (*Cerosipha gossypii* Glov.), pamukova stjenica (*Psallus seriatus* Reut.) i crveni pauk (*Tetranychus untelarius* L.), a štetnici tobolaca su pamukov cvjetar (*Anthonomus grandis* Boh.) i pamukov moljac (*Platyedra gossypiell* Saunders). Štetnici na pamuku uspješno se suzbijaju insekticidima.

#### **4.5.7. Berba**

Berba tobolaca obavlja se ručno ili striper strojevima, a počinje kada je 60-70% tobolaca otvoreno (sl. 56., 57. i 58.). Da bi se smanjile nečistoće i povećala efikasnost kombajniranja pamuka, prethodno se obavi defolijacija usjeva (u fazi otvaranja prvih

tobolaca). Za 10 do 15 dana otpadne većina listova i berba može početi. Nakon branja tobolaca dugo se vlakno odvaja od sjemena strojevima za egreniranje, a kratko vlakno linter strojevima. Nakon toga svako se vlakno posebno balira.



Slika 56. Pamuk u fazi zriobe



Slika 57. Stroj za berbu pamuka



Slika 58. Berba pamuka

#### 4.6. Opća svojstva tehničkog vlakna pamuka

Na ljusci sjemena pamuka stvaraju se dva sloja vlakna: dugo (lint) i kratko (linter). Svako pojedinačno vlakno jedna je izdužena stanica epidermalnog sloja ljuske. Odnos debljine i dužine vlakna je 1:1 000 - 3 000.

Na poprečnom presjeku vlakna pod mikroskopom su vidljiva tri dijela: 1. kutikula (sadržava voštane tvari i kutin koji daje sjaj), 2. stanična stijenka i 3. središnji uski kanalić-šupljina. Osnovni sastavni dio vlakna je celuloza, a u apsolutno suhom vlaknu ima je 98%.

U razvoju vlakna razlikuju se dva razdoblja: razdoblje rasta u dužinu i razdoblje sazrijevanja, odnosno sekundarno debljanje stijenki vlakna. Prvo razdoblje počne otvaranjem cvjetova, kada se pojedine stanice epiderme počinju izduživati. Nakon 20 do 25 dana dosežu punu dužinu. Zatim počinje razdoblje sazrijevanja, tijekom kojega stanične stijenke potiskuju tekućinu iz sredine i smanjuju unutrašnjost šupljine vlakna. Debljina vlakna stvara se tako da se na stijenke vlakna slaže celuloza dok se unutrašnjost vlakna potpuno ne ispuni. Gubeći vodu, vlakno postaje plosnato i uvija se oko svoje osi. Razdoblje sazrijevanja vlakna traje oko 25 dana i završava otvaranjem tobolaca.

Na slici 59. prikazano je vlakno na sjemenki pamuka.



Slika 59. Vlakno na sjemenki pamuka

Najvažnija svojstva pamučnog vlakna su randman, boja, čistoća, dužina, stupanj zrelosti, debljina, vijugavost i vlažnost.

Randman vlakna je količina čistog vlakna izražena postocima težine sirovog pamuka (vlakno i sjeme). Kreće se od 20 do 40%.

Boja vlakna može se kretati od jednolično bijele do smeđe boje. Danas u svijetu postoje i sorte koje imaju crvenu boju vlakna. Poželjno je da je boja što svjetlija i sjajnija.

Vlakno pamuka mora biti čisto, bez primjesa.

Poželjno je da je dužina vlaknaca što veća i što ujednačenija. Može se kretati od 20 do 60 mm.

Stupanj zrelosti vlakna ovisi o količini celuloze, a izražava se koeficijentom zrelosti.

Debljina vlakna određuje se mjerenjem pod mikroskopom ili metričkim brojem (koliko metara vlakna ima u 1 g), a varira od 7 do 30  $\mu$ . Što je metrički broj veći, vlakno je tanje. Metrički broj iznosi 3 000 - 8 000. Što je vlakno tanje, to je finije.

Vijugavost vlakna određuje se brojem vijuga na 1 mm dužine vlakna pod mikroskopom, a kreće se između 8 i 20. Što su vlakna vijugavija, to se bolje međusobno uvrću i time je pređa jača.

Vlažnost vlakna ne smije biti veća od 8 do 10%.

## 5. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.)

### 5.1. Gospodarska važnost kenafa

Kenaf je jednogodišnja prediva kultura iz čije se stabljike dobiva vlakno. Grubo vlakno služi za izradu konopaca, ribarskih mreža, vreća, voštanog platna, a fino se vlakno upotrebljava za odjeću i tkanine različite namjene. U Africi se listovima te biljke hrane ljudi i stoka, a pozder se upotrebljava kao ogrjevni materijal. U novije vrijeme kenaf se sve više iskorištava za izradu novinskoga i cigaretnog papira te za dobivanje celuloze.

Sjeme sadržava oko 20% ulja bogatoga omega antioksidansima. Ulje se rabi u kozmetičkoj industriji, u industriji lubrikanata, a u novije vrijeme služi i kao biodizelsko gorivo. Nakon ekstrakcije ulja dobivaju se pogače za prehranu stoke.

Vlakno kenafa slično je vlaknu jute, ali je nešto čvršće, dulje i svjetlije. Kenaf se može uzgajati i u područjima gdje se juta ne može (manji zahtjevi glede klime i tla), pa ta kultura zauzima sve veće površine u Aziji i Africi.

### 5.2. Podrijetlo i botanička sistematika kenafa

Kenaf se više od 4 000 godina uzgaja za vlakno u Aziji (Indija, Bangladeš, Tajland, Kina) i u dijelovima tropske Afrike, a u novije vrijeme i na jugu Europe (Španjolska). Pretpostavlja se da potječe iz Indije. Poznat je još iz starog Egipta.

Tijekom 1960-ih i 1970-ih godina bilo je pokušaja uzgoja kenafa u Istri (Hrvatska).

Kenaf pripada porodici *Malvaceae* i rodu *Hibiscus*. Odlikuje se velikom plastičnošću i adaptabilnošću na različite klimatske uvjete. Križanjem različitih tipova i uzgojem u različitim klimatskim uvjetima nastale su mnogobrojne forme (niskog rasta i rane vegetacije te visokog rasta i kasne vegetacije) i varijeteti kenafa (*viridis* – cjeloviti listovi, *vulgaris* – segmentirani listovi, *simplex* – crvena stabljika, *purpureus* – ljubičasta stabljika), koji se razlikuju prema duljini vegetacije i morfološkim osobinama biljke (Gotlin, 1986.).

U 2002. godini u svijetu se kenaf uzgajao na 369 000 ha (Franck, 2005.), od toga najviše u Aziji (Kina, Indija, Tajland, Vijetnam), zatim u Južnoj Americi (Brazil, Kuba), Africi (Nigerija) i Europi (južna Rusija i Španjolska).

Prosječni prinos vlakna kenafa u svijetu je 1 500 kg/ha, a prinosi stabljike mogu se kretati i preko 15 000 kg/ha.

Ukupna svjetska proizvodnja vlakna kenafa je 553 600 t, od toga u Aziji (501 000 t) Africi (14 000 t) Južnoj Americi (27 100 t), Europi i na Bliskom istoku (11 500 t).

### **5.3. Morfološke osobine kenafa**

Korijenov sustav kenafa dobro je razvijen, a može prodrijeti u tlo do dubine od 2,5 do 3,5 m.

Stabljika kenafa je uspravna i valjkastog oblika. Može narasti, ovisno o formi, varijetetu ili sorti, do 4 m. Promjera je između 1,0 do 2,5 cm. Podijeljena je na nodije i internodije. Na površini stabljike nalazi se kutikula, koja sprečava isušivanje stabljike, a stabljika je obrasla i kratkim dlačicama. Zelene je boje, ali može imati i antocijana, pa se na njoj pojavljuju i ljubičaste pjege.

Vlakno kenafa nalazi se u kori stabljike, raspoređeno u primarne (pericikličko vlakno) i sekundarne (kambijalno vlakno) svežnjeve. Između njih su uklješteni dijelovi primarne srčike. Sekundarno je vlakno kvalitetnije, tanje, mekanije i elastičnije, ali i slabije čvrstoće. Ima ga 35% u odnosu prema cjelokupnom vlaknu.

Oko 75% vlakna smješteno je do 1,25 m visine biljke. U stabljici ima od 20 do 25% vlakna. Tehnička dužina vlakna obično je jednaka visini biljke jer se biljke rijetko granaju. Prosječna duljina tehničkog vlakna iznosi 160 cm. Vlakno je obično bijelosive, a katkada i žućkaste boje, te sjajno. Sastoji se od likovih vlaknaca dugih 2 do 6 mm, promjera 20 mikrona (12 do 36 mikrona).

Listovi kenafa dugački su 10 do 15 cm i različitog su oblika (sl. 60.). Na donjem dijelu stabljike i pri vrhu su cjeloviti, a na sredini stabljike lancetasti.





Slika 60. List kenafa

Cvijet kenafa smješten je u pazušcu lista. Sastoji se od pet čašičnih listića zelene boje i vjenčića s pet latica bijele (sl. 61.), žućkaste ili ljubičaste boje. U sredini cvijeta je tučak i mnogobrojni prašnici.



Slika 61. Cvijet kenafa

Plod kenafa je peterodijelni tobolac promjera 2 cm. Na površini tobolca nalaze se bodlje i dlačice. Na jednoj biljci kenafa može biti i do 30-ak tobolaca. U svakom tobolcu može biti 10 do 25 sjemenki.

Sjeme kenafa je tamnosive boje i nepravilnoga trokutastog oblika (sl. 62.). Masa 1 000 sjemenki varira između 20 i 30 g.



Slika 62. Sjeme kenafa

#### 5.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje kenafa

Kenaf se uzgaja u tropskome i subtropskom području. Za proizvodnju vlakna može se uzgajati i do 49° sjeverne zemljopisne širine, dok je vegetacija kenafa za reprodukciju (sjemensku proizvodnju) ograničena na područja do 40° sjeverne zemljopisne širine. Naime, za proizvodnju vlakna biljci je tijekom vegetacije potreban zbroj temperatura od 2 600 do 3 000 °C, a za sjeme 3 000 do 3 300 °C.

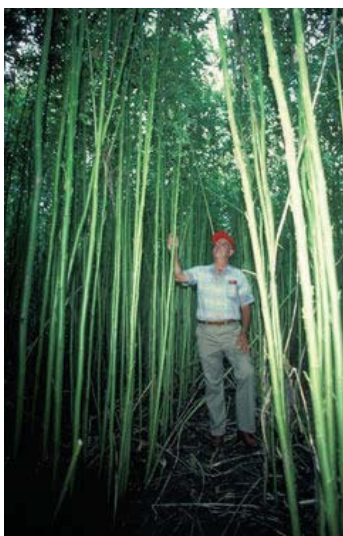
Optimalna temperatura za nicanje kenafa je od 20 do 22 °C. Ne bi se trebao sijati dok temperatura tla nije viša od 16 °C. Biljka ugiba kada se temperature spuste ispod 0 °C. Kenaf nakon nicanja ulazi u fazu sporog rasta i za dva mjeseca počne pupati. Cvatnja traje oko mjesec dana, tehnička zrioba vlakna oko 25 dana, a dozrijevanje sjemena oko 20 dana. Prema tome, vegetacija kenafa traje ukupno od 125 do 145 dana.

Kenaf je biljka kratkog dana.

Tijekom četiri ili pet mjeseci rasta i razvoja kenafu je potrebno 500 do 750 mm oborina. Jače monsunske kiše i vjetrovi mogu ga uništiti.

Kenaf dobro uspijeva na dobro dreniranim pjeskovito-ilovastim tlima opskrbljenim organskom tvari, s pH reakcijom između 6,0 i 6,8. Ne odgovaraju mu tla s visokom podzemnom vodom.

Na slikama 63. i 64. prikazana je stabljika kenafa prije košnje za vlakno te nakon močenja i sušenja.



Slika 63. Stabljika kenafa prije košnje za vlakno



Slika 64. Stabljika kenafa nakon močenja i sušenja

## 5.5. Tehnologija proizvodnje kenafa

Kenaf se najuspješnije uzgaja na tlima na kojima nema korova. Najbolji su predusjevi za kenaf ozime žitarice, zrnate mahunarke i livade. Budući da kenaf ostavlja tlo čisto od korova, dobar je predusjev za sve jare kulture.

Kenaf daje najbolje prinose kada se osnovna obrada tla obavi u ranu jesen. U proljeće se tlo priprema za sjetvu. Potrebno je da je sjetveni sloj tla što povoljniji i čist od korova. Izabiru se oruđa kojima se čuva vlaga tla.

Uz prinos od 10 t/ha stabljike kenaf uzima iz tla 135 kg dušika, 25 kg fosfora i 215 kg kalija (Gotlin, 1989.). Visoki prinosi stabljike i vlakna kenafa postižu se gnojidbom s 90 do 120 kg/ha dušika, te od 80 do 100 kg/ha fosfora i kalija. U državama Azije i Afrike kenaf se gnoji s 30 do 60 kg/ha dušika te s 40 do 65 kg/ha fosfora i kalija (Berger, 1969.). Dušik je nužan za rast i razvoj kenafa tijekom cijele vegetacije.

Usvajanje dušika najintenzivnije je u vrijeme intenzivnog rasta i cvjetanja. Polovica fosfora i kalija dodaje se prije osnovne obrade tla, a druga polovica prije sjetve. Polovica dušika dodaje se prije sjetve, a polovica u prihrani (prva prihrana u fazi formiranja prvih listova, a druga u fazi butonizacije).

Sjetva kenafa počinje kada je temperatura tla viša od 16 °C. U tropskim uvjetima uzgoja kenaf se obično sije prije početka kišnog razdoblja, i to u uske ili široke redove razmaka 45 ili 70 cm. Može se sijati i u trake, s razmakom među njima od 50 do 60 cm, te s razmakom od 15 cm između redova u traci. Ovisno o načinu sjetve, potrebno je do 25 kg/ha sjemena (sjetva u redove) ili 30 kg/ha sjemena (sjetva u trake). Dubina sjetve je od 3 do 5 cm (teža tla) te 4 do 6 cm (lakša tla).

Ako se u usjevu kenafa pojave korovi, suzbijaju se herbicidima i međurednom kultivacijom (obično tri puta tijekom vegetacije). Bolesti i štetnici suzbijaju se fungicidima i insekticidima. U područjima gdje nema dovoljno vode kenaf se natapa nekoliko puta tijekom vegetacije (od nicanja do cvatnje).

Stabljika kenafa za dobivanje vlakna obično se kosi 120 dana nakon sjetve (sl. 65.). Tada je visoka oko 3,5 m, nema postranih grana i nije pretanka. To je zapravo faza tehnološke zrelosti stabljike, tj. razdoblje formiranja tobolaca. U tropskom području košnja se treba obaviti u sušnom razdoblju jer se stabljika dugo suši (mjesec dana). Stabljika se kosi i veže u tanje snopove. Nekada se kora odvaja od drvenastog dijela stabljike da sušenje bude brže. Stabljike se nakon močenja suše na 20% vlage i nakon toga prerađuju.



Slika 65. Košnja stabljike kenafa i odstranjivanje listova

Žetva kenafa za sjeme obavlja se kombajnom kada su donji tobolci zreli.

Vlakno kenafa odvaja se od kore i drvenastog dijela stabljike močenjem u vodi uz pomoć enzima močenja. Bakterije imaju glavnu ulogu u razdvajanju pektina. Močenje obično traje 10 do 20 dana, ovisno o temperaturi vode i zraka. Optimalna temperatura vode za močenje kenafa je oko 35 °C. Bolja je mekša voda, s pH vrijednošću od 6,0 do 8,0 i ona u kojoj su otopljeni kationi NH<sub>4</sub>, K, Ca i Mg, te anioni SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> i PO<sub>4</sub>. Danas se kenaf sve više moči u vodi nakon što se odstrani kora s drvenastog dijela stabljike. Na taj način močenje traje kraće (7 do 10 dana), potrebno je manje ljudskog rada i manje se onečišćuje okoliš (vode), a dobije se bolja kvaliteta vlakna.

Na slici 66. prikazano je vlakno kenafa.



Slika 66. Vlakno kenafa

## 6. Abutilon (*Abutilon sp. L.*)

### 6.1. Gospodarska važnost abutilona

Abutilon je prediva biljka od koje se dobiva tvrdo i grubo vlakno. Vlakno abutilona svojstvima je slično vlaknu jute. Služi za izradu konopaca, ribarskih mreža, vreća i tkanina za različite namjene. Drvenasti dio stabljike upotrebljava se u graditeljstvu (cigle).

U Kini i Kašmiru sjeme abutilona služi za jelo.

### 6.2. Podrijetlo i botanička sistematika abutilona

Abutilon je stara prediva kultura koja se još prije 4 000 godina u Kini koristila za dobivanje vlakna. Pretpostavlja se da je gen centar abutilona područje današnje Kine, odakle se proširio na tropska i suptropska područja svijeta.

Abutilon pripada porodici *Malvaceae* i rodu *Abutilon*. U svijetu je danas poznato oko 150 vrsta toga roda. Rod obuhvaća jednogodišnje i višegodišnje biljke te grmove i manja stabla. Divlje forme tog roda mogu se naći u Europi, te u srednjoj, sjererozapadnoj i istočnoj Aziji. Abutilon je jednogodišnja korovska biljka. Mnoge vrste tog roda ukrasne su biljke i grmovi. Za dobivanje vlakna koristi se *Abutilon theophrasti* Hedik. (sl. 67.), koji je jednogodišnja biljka.



Slika 67. *Abutilon theophrasti* Hedik.

Nema službenih statističkih podataka o proizvodnji i preradi abutilona za dobivanje vlakna i sjemena u svijetu. Najviše se uzgaja u Kini, zatim u sjevernoj Africi i Australiji, te u Sjevernoj i Južnoj Americi.

### **6.3. Morfološke osobine abutilona**

Korijenov sustav abutilona dobro je razvijen i može prodrijeti u tlo do dubine 1 m. Ako se uzgaja na tlima s visokom podzemnom vodom, bolje se razvija postrano korijenje.

Stabljika abutilona uspravna je i okruglog oblika. Može narasti od 1 do 5 m. Podijeljena je na nodije i internodije. Površina stabljike obrasla je dlačicama. Kao i pamuk, abutilon ima plodne (simpodijalne) i neplodne (monopodijalne) grane. Vlakno se dobiva iz stabljike. Stabljika sadržava 10-30% vlakna.

Listovi abutilona su okruglo-srčolikoga ili okruglog oblika, zašiljenog vrha (sl. 68.). Rubovi mogu biti cijeli ili nazubljeni. Na listovima se nalaze kratke žljezdaste dlačice.

Cvjetovi abutilona smješteni su na plodnim granama u pazušcima listova. Sastoje se od pet čašičnih i pet kruničnih listića različitih nijansi (bijele, žute, narančaste, crvene i ljubičaste boje; sl. 68.). U sredini cvijeta nalazi se tučak i mnogobrojni prašnici.

Plod abutilona složeni je tobolac tamnosive ili tamnožute boje (sl. 68.). Površina tobolca pokrivena je dlačicama. Tobolac je podijeljen na 11 do 13 plodnica. U svakoj plodnici može biti 3 do 6 sjemenki.

Sjeme abutilona je crne ili tamnosive boje, bubrežastog oblika (sl. 68.). Masa 1 000 sjemenki kulturnih formi abutilona iznosi između 14 i 18 g.

### **6.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje abutilona**

Abutilon zahtijeva manje topline i otporniji je na niske temperature od kenafa i jute. Biljka može podnijeti i temperature do  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Abutilon je biljka kratkog dana. Za rast i razvoj traži mnogo vode. Ne uspijeva na tlima s visokom podzemnom vodom (120

do 100 cm od površine tla). Dobro uspijeva na ilovastim tlima dobro opskrbljenim hranivima.



Slika 68. List, cvijet, plod i sjeme abutilona

## 6.5. Tehnologija proizvodnje abutilona

Abutilon ostavlja tlo u povoljnome biološkom i fizikalnom stanju, s dosta hraniva u njemu. Abutilonu može prethoditi svaka kultura u plodoredu.

Obrada tla ovisi o pretkulturi. Osnovna obrada tla obavlja se do dubine od 25 do 35 cm. Tim se oranjem u tlo unose planirane količine mineralnih gnojiva, kao i stajski gnoj. U proljeće se obavlja predstjetvena priprema tla sa što manje prohoda.

Potreba abutilona za hranivima je velika jer se u kratko vrijeme izgrađuje golema biljna masa. Najviše hraniva biljka treba nakon faze sporog rasta. Za dobivanje visokih prinosa vlakna i sjemena na ilovastim tlima primjenjuje se od 70 do 150 kg/ha dušika, 85 do 110 kg/ha fosfora i 100 do 150 kg/ha kalija. Polovica ili dvije trećine fosfora i kalija unosi se u tlo pri osnovnoj obradi, a druga polovica ili trećina, te polovica dušika - predstjetveno. Ostatom dušika biljka se prihranjuje 20 do 30 dana nakon nicanja.

Sjetva abutilona počinje kada je temperatura tla viša od 12 °C. Abutilon se sije u redove razmaka 60 cm. Može se sijati i u trake razmaka 60 cm, s tim da su razmaci između redova u traci 15 cm. Sklop bi trebao biti 40 000 do 60 000 biljaka/ha u žetvi. Ovisno o načinu sjetve, potrebno je 12 do 18 kg/ha sjemena.



Ako se u usjevu abutilona pojave korovi, suzbijaju se herbicidima i međurednom kultivacijom. Bolesti i štetnici suzbijaju se fungicidima i insekticidima. U uvjetima uzgoja bez dovoljno vode abutilon se natapa nekoliko puta tijekom vegetacije.

Stabljika abutilona za dobivanje vlakna kosi se strojevima kojima se kosi konoplja u fazi tehničke zrelosti, tj. u razdoblju formiranja prvih tobolaca. Odmah se prerađuje u vlakno.

Žetva abutilona za sjeme obavlja se kombajnom kada prvih nekoliko tobolaca dozrije da bi se spriječilo osipanje sjemena.

## 7. Juta (*Corchorus sp. L.*)

### 7.1. Gospodarska važnost jute

Juta je jednogodišnja zeljasta biljka od koje se dobiva najčvršće prirodno vlakno. Vlakno je 100% biorazgradivo. Zbog zlatne boje i svilenkastog sjaja naziva se i *zlatnim vlaknom*. Najjeftinije je prirodno vlakno u svijetu koje se dobiva iz stabljike. Proizvodi izrađeni od jute imaju bolju kvalitetu vlakna nego proizvodi od konoplje, bolju UV zaštitu, bolji su izolatori, imaju nisku toplinsku vodljivost, antistatična svojstva i nisu alergeni. Vlakno služi za izradu tekstila za različite namjene (pokrivača, zavjesa, tepiha, imitacije svile), konopaca, ribarskih mreža, vreća, itd. Upotrebljava se u automobilskoj industriji (obloge vrata i automobilska sjedala) i graditeljstvu (pregradni zidovi, podovi) te u industriji namještaja i poljoprivredi. U novije vrijeme juta se rabi i za izradu novinskog papira te za dobivanje celuloze i lignina. U filmskoj industriji služi za proizvodnju filmskih traka.

U državama središnje Afrike listovi te biljke služe za jelo (ljudima i stoci). Bogati su betakarotenom, željezom, kalcijem te vitaminima C i E. Od sjemenki tossa jute radi se biljni čaj.

### 7.2. Podrijetlo i botanička sistematika jute

Juta potječe iz područja današnjeg Bangladeša i zapadnog Bengala u Indiji. U 19. i 20. stoljeću vlakno jute uvezilo se u Veliku Britaniju. U to vrijeme proizvodnja jute doživjela je procvat. Međutim, 1970-ih godina njezina se proizvodnja smanjuje jer se vlakna jute sve više zamjenjuju sintetičkim vlaknima.

Juta pripada porodici *Tiliaceae* i rodu *Corchorus*. Unutar toga roda poznato je 30-ak vrsta, ali samo dvije od njih imaju komercijalnu važnost - *Corchorus capsularis* L. (bijela juta; sl. 69.) i *Corchorus olitorius* L. (tossa juta; sl. 70.).

Bijela se juta upotrebljavala još u starom vijeku u Indiji za proizvodnju odjeće i užadi, dok se od tossa jute u Africi i na Arapskom poluotoku za jelo iskorištavalo lišće.

Tossa juta daje finije, svilenkastije, ali i čvršće vlakno od bijele jute. Ta se juta od sredine 19. stoljeća počela uzgajati i u Indiji.



Slika 69. *Corchorus capsularis* L. (bijela juta)



Slika 70. *Corchorus olitorius* L. (tossa juta)

Prema podacima FAO-a (2004.), juta se u svijetu uzgajala na 1 351 338 ha, od toga najviše u Aziji (Indija, Bangladeš, Burma, Kina i Tajland), i to na 1 346 260 ha (99,62%). U Africi (Nigerija, Egipat) uzgaja se na samo 3 444 ha (0,25%), a u Americi (Brazil, Kuba) na 1 638 ha (0,13%).

Prosječni je prinos vlakna jute u svijetu 2 117 kg/ha (Azija 2 117 kg/ha, Afrika 2 078 kg/ha, Amerika 1 548 kg/ha).

Ukupna svjetska proizvodnja vlakna jute je 2 860 917 t (Azija 2 851 218 t odnosno 99,6%, Afrika 7 140 t odnosno 0,25%, Amerika 2 533 t odnosno 0,11%).

### 7.3. Morfološke osobine jute

Korijenov sustav bijele i tossa jute dobro je razvijen i može prodrijeti više od 1 m duboko u tlo.

Stabljika jute je uspravna. Može narasti, ovisno o vrsti ili sorti jute, od 2 do 4 m. Tehnička duljina vlakna obično je jednaka visini biljke jer se biljke rijetko granaju. Vlakno jute izgrađeno je od celuloze i lignina. Vlakno tossa jute je žućkaste, crvenkaste ili sivkaste boje. Bijela juta ima više bjelkastu ili zlatnu boju vlakna. Duljina pojedinih

vlaknaca kreće se između 1 i 5 mm, a promjer 20 do 25  $\mu\text{m}$ . Randman vlakna je između 4,5 i 7,5% (Franck, 2005.).

Listovi tossa jute na površini su sjajniji, a na poledini grublji. Imaju slađi okus, za razliku od bijele jute, čiji su listovi gorki. Listovi jute su 5 do 15 cm dugi, jednostavni i lancetasti. Rubovi su im malo nazubljeni.

Cvijet jute je malen, promjera 2 do 3 cm. Sastoji se od pet latica i pet lapova žućkaste boje (sl. 71.). U sredini cvijeta nalazi se tučak i 25 do 30 prašnika. Juta je samooplodna kultura.



Slika 71. Cvijet jute

Plod jute je tobolac. Bijela juta ima mali naborani tobolac podijeljen na pet dijelova. Tossa juta ima cilindrični tobolac dugačak 7 do 8 cm, također podijeljen na pet dijelova. U tobolcima su smještene sjemenke.

Sjeme jute je tamnozeleno boje i piramidnog oblika. Masa 1 000 sjemenki bijele jute je 2,5 do 3 g, a tossa jute 1,5 do 2,5 g.

#### **7.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje jute**

Juta se uzgaja u tropskoj i suptropskoj području, najčešće u vrijeme kišne sezone. Dakle, zahtijeva mnogo topline i vlage.

Optimalna temperatura zraka za rast i razvoj jute ne bi smjela biti niža od 15 i viša od 38 °C. Juta se ne bi trebala sijati dok temperatura tla ne bude viša od 15 °C. Biljka uquine ako se temperature spuste ispod 0 °C. Maksimalna temperatura za uzgoj jute je do 43 °C.

Juta je biljka kratkog dana.

Za rast i razvoj jute je potrebno mnogo vode. Tijekom vegetacijskog razdoblja, koje traje od tri do pet mjeseci, mjesečna količina oborina ne bi smjela biti manja od 300 mm. Mlade biljčice mogu stradati od prevelikih količina oborina i vjetra, tako da se sjetva jute treba obaviti prije monsunskih kiša.

Juta dobro uspijeva na dreniranim pjeskovito-ilovastim tlima opskrbljenim organskom tvari. U Indiji se juta uzgaja na pribrežnim riječnim nanosima i na riječnim adama.

## 7.5. Tehnologija proizvodnje jute

Juta se u tropskim uvjetima dvije do tri godine može sijati u monokuluri. Ipak, monokulturu treba izbjegavati radi nagomilavanja štetnika i bolesti. Kako se u tropskim područjima u dolinama tijekom jedne sezone izmjenjuju i do tri kulture, obično se najprije sije bijela juta, nakon nje riža, a nakon riže mahunarke (grašak, leća). Na brežuljkastim nagibima sije se tossa juta, a nakon nje krumpir, mahunarke ili žitarice.

Juta daje najbolje prinose ako je sjetveni sloj tla mrvičaste strukture i čist od korova (juta ima izrazito sitno sjeme). U tropskim krajevima tlo se obično priprema višekratnim unakrsnim oranjem.

Prema Bergeru (1969.), za izgradnju 10 do 15 t/ha stabljike jute iz tla uzima 110 do 260 kg dušika, 110 do 120 kg fosfora i 160 do 220 kg kalija. Nedostatak fosfora očituje se stvaranjem niskih biljaka plavozelenih listova i malim brojem tobolaca na biljci te smanjenom kvalitetom vlakna. Nedostatak kalija očituje se stvaranjem kratkih internodija i nekrotičnih pjega na listovima. Zbog nedostatka kalija biljke su neotporne na gljivične bolesti, sjeme jute nije potpuno izgrađeno, a kvaliteta vlakna je vrlo niska.

Visoki prinosi stabljike i vlakna jute postižu se dodavanjem mineralnih gnojiva i stajnskoga gnoja, ovisno o uzgojnim uvjetima, vrsti i sorti jute. Na tlima osrednje opskrbljenim fosforom i kalijem dodaje se od 80 do 120 kg/ha dušika i kalija te od 20 do 40 kg/ha fosfora (Berger, 1969.). Na prinos i kvalitetu vlakna najviše djeluje dušik, kojega se ne smije dodati previše jer se time smanjuje kvaliteta vlakna. Fosfor i kalij te dio dušika primjenjuje se prije osnovne obrade tla odnosno prije sjetve, a ostali se dušik dodaje u sklopu prihranjivanja 25 do 30 dana nakon nicanja.

Sjetva jute počinje kada je podzemna voda u vrijeme sušne sezone, prije monsunskih kiša, ispod jednog metra dubine. To je u glavnom uzgojnom području jute (Indija) sredinom veljače. Temperatura tla je tada iznad 15 °C. U brdskim područjima sjetva počinje, ovisno o nadmorskoj visini, u ožujku ili travnju, te u svibnju ili lipnju. Kada su biljke visoke 7 do 10 cm, prorjeđuju se na razmak od 4 do 5 cm, a kada su visoke 14 do 15 cm, na razmak od 8 do 9 cm. Po hektaru se troši oko 12 kg sjemena. Dubina sjetve kreće se od 2 do 3 cm. U novije vrijeme jute se sije u redove razmaka 20 cm da bi se smanjila norma sjetve i omogućila strojna kultivacija.

Bolesti i štetnici jute suzbijaju se fungicidima i insekticidima.

Stabljika jute za preradu u vlakno kosi se srpom ili kosilicama kada je formirano oko 50% tobolaca na biljci. Kašnjenjem košnje smanjuju se prinos i kvaliteta vlakna. Katkad se, da bi se dobilo što kvalitetnije vlakno, jute kosi još u doba cvatnje. Ako je to doba monsunskih kiša, stabljike su često već u vodi, pa se samo lagano počupaju i odstrani im se korijen (sl. 72.). Da bi počupali jedan hektar površine jute u danu potrebno je deset ljudi. Gdje je stabljika jute u vodi, odmah se i moči, a gdje nije, kosi se i veže u tanje snopove nakon što joj otpadne lišće (sl. 73.). Jute se moči i prerađuje na isti način kao i kenaf. Ovisno o temperaturi vode i zrelosti jute, močenje traje od 8 do 30 dana. Močenje završava kada se kora stabljike može odvojiti od drvenastog dijela stabljike.

Odmah nakon močenja jute se prerađuje do vlakna kako bi gubici bili što manji. Odvajanje vlakna može biti ručno ili strojno. Nakon sušenja vlakno je spremno za tržište (sl. 74.).

Od bijele jute obično se dobiva 1 350 kg/ha vlakna, a od tossa jute 1 350 do 1 800 kg/ha. Moguće je dobiti i do 3 000 kg/ha vlakna.



Slika 72. Košnja jute u vodi



Slika 73. Košnja jute na polju



Slika 74. Vlakno jute

## 8. Ramija (*Boehmeria nivea* L.)

### 8.1. Gospodarska važnost ramije

Ramija se ubraja u najstarije predive biljke, a od nje se dobiva jedno od najčvršćih vlakana. Čvrstoća vlakna povećava se močenjem. Međutim, vlakno nije postojano kao druga vlakna i često se upotrebljava za izradu konca, u kombinaciji s pamukom i vunom. Prema nekim svojstvima vlakno ramije slično je vlaknu lana (dobar absorbent, ugodan za nošenje, pranje se ne sužava i ne mijenja oblik, podnosi visoke temperature pranja). Međutim, ne može se dobro bojiti kao vlakno pamuka. Zbog velike molekularne kristaličnosti, vlakno je kruto i lomljivo, i može se i nekoliko puta oštetiti na istome mjestu. Elastičnost vlakna je malena. Bez obzira na čvrstoću, vlakno ramije se u proizvodnji tekstila ne rabi kao ostala čvrsta vlakna, jer su i proizvodnja stabljike i proizvodnja vlakna izrazito skupi. Zahtijeva dodatnu opremu za proizvodnju u polju i za preradu - struganje, lomljenje, grijanje, pranje, upotreba kemikalija itd., a i konac se teško prede. Ipak, dugo se vlakno ramije upotrebljava za izradu konca za šivanje, odjeće, tekstila za različite namjene, kartonskih kutija, brodske užadi, konopaca i raznih filtara, a kratko vlakno za papir, novčanice i cigaretni papir.

Korijen i listovi ramije služe za jelo (kolači od listova) i u medicinske svrhe (za poboljšanje mokrenja, dezinfekciju rana, suzbijanje hemoroida, impetiga itd.). U korijenu ramije ima flavonida rutina.

### 8.2. Podrijetlo i botanička sistematika ramije

Pretpostavlja se da ramija potječe s Malajskog poluotoka. Kao divlja vrsta danas se može naći u Indiji, Maleziji, Kini i Japanu. Za dobivanje vlakna iskorištava se već nekoliko tisuća godina. Upotrebljavala se je još u starom Egiptu (5000 do 3000 godina pr. Krista) za izradu materijala za mumije. Poznavali su je i u staroj Kini. Američki su Indijanci od ramije izrađivali lukove i strijele. Bilo je pokušaja proizvodnje bijele ramije i u Europi u 18. stoljeću (Nizozemska i Italija), ali neuspješno. Prvi pokušaji mehanizirane proizvodnje ramije datiraju iz 1869. godine (Indija), a dobivanja vlakna uz pomoć



vodikova peroksida i vapna, te klorne i sumporne kiseline iz 1896. godine (SAD). Brazil počinje proizvoditi ramiju 1930-ih godina, a Filipini 1950-ih godina.

Ramija pripada porodici *Urticaceae* i rodu *Boehmeria*. Unutar toga roda ima 50-ak vrsta zeljanica, grmova i stabala koji rastu u tropskome i suptropskom području. Od 12-ak vrsta može se dobiti vlakno. Od vrste *Boehmeria nivea* L., poznatije i kao bijela ramija, dobiva se vlakno. Listovi su joj krupni, sa srebrnim odsjajem s donje strane.

Vlakno se može dobiti i od varijeteta te vrste *Boehmeria nivea* var. *tenacissima* L. Pretpostavlja se da je riječ o istoj vrsti, koja se izdiferencirala u nešto toplijim klimatskim uvjetima.

U literaturi se katkad navodi i kao posebna vrsta *Boehmeria tenacissima* L. Ima nešto manje listove, koji su s gornje i donje strane zeleni. Naziva se još i zelena ramija.

U Južnoj se Americi vlakno dobivalo od vrste *Boehmeria cylindrica* L.

Prema podacima FAO-a (2004.), u svijetu se ramija uzgajala na 131 589 ha, od toga najviše u Aziji (Kina, Tajvan, Koreja, Filipini), i to na 131 050 ha (99,59%). U Južnoj Americi (Brazil) uzgajala se na samo 539 ha (0,41%).

Prosječni je prinos ramije vlakna u svijetu 1 895 kg/ha (Azija 1 893 kg/ha, Južna Amerika 2 218 kg/ha).

Ukupna svjetska proizvodnja vlakna ramije iznosi 249 387 t (Azija 248 200 t odnosno 99,52% i Južna Amerika 1 187 t odnosno 0,48%).

### 8.3. Morfološke osobine ramije

Ramija je višegodišnja kultura (6 do 20 godina) s dobro razvijenim korijenovim sustavom.

Više puta u godini iz korijenova sustava izraste nekoliko stabljika ramije, visine 2 do 3 m. Stabljike se ne granaju. U donjem dijelu promjer stabljike je od 8 do 16 mm. Vrlo brzo raste i za 45 do 60 dana naraste do svoje pune visine. Vlakno se nalazi u kori

stabljike. Udio vlakna iznosi 11-13% suhe stabljike, odnosno 2-2,5% zelene mase stabljike. Vlakno je izgrađeno od 72 do 96% celuloze, 3 do 27% hemiceluloze i 1% lignina. Duljina pojedinih vlakanca ramije iznosi od 5 do 620 mm (prosječno 120 do 150 mm). Promjer vlaknaca kreće se od 13 do 126 mikrona (prosječno 40 do 60 mikrona).

Listovi zelene ramije srcolikog su oblika, dugi 7 do 15 cm i široki 6 do 12 cm (sl. 75.). Naličje lista bijele ramije može biti bjelkaste ili srebrnaste boje. Listovi su pokriveni dlačicama, a otpadaju od baze prema vrhu, kako biljka sazrijeva.



Slika 75. Listovi zelene ramije

Biljka *B. nivea* L., za razliku od *B. tenacissima* L., monokarpna je (cvjeta i oploduje se samo jedanput tijekom vegetacije).

Cvijet ramije je zelene, zelenožute ili ljubičastocrvene boje. Ramija je jednodomna kultura (s odvojenim ženskim i muškim cvjetovima na istoj biljci). Neki varijeteti na biljci nemaju jednak broj ženskih i muških cvjetova.

Plod ramije je monokarpna ahenija. Sjeme ramije je tamnosmeđe boje i ovalnog oblika. Svaka biljka stvara obilje sjemena, samo zelena ramija ne donosi sjeme.

Zelena se ramija razmnožava vegetativno (rizomima ili izbojcima), a bijela i generativno (sjemenom).

#### **8.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje ramije**

Ramija je višegodišnja kultura, koja u uvjetima suptropske vlažne klime može dati i do šest žetvi u godini. Za rast i razvoj potrebne su joj visoke temperature, više od 30 °C i visoka vlažnost zraka. Biljke stradaju ako se temperatura zraka spusti ispod 0 °C.

Godišnja količina oborina za normalan rast i razvoj bijele ramije ne bi smjela biti manja od 1 100 mm. Ramija ne podnosi previše vlažna tla jer to može prouzročiti poremećaje u rastu i razvoju te rezultirati krhkim granama i nekvalitetnim vlaknom. Zelena ramija zahtijeva toplo-vlažne uvjete, karakteristične za tropska područja. Odgovara joj godišnja količina oborina od 3 000 mm.

Ramija dobro uspijeva na primjereno dreniranim, toplim pjeskovito-ilovastim tlima, opskrbljenim organskom tvari. Može se uzgajati na tlima pH vrijednosti od 4,3 do 7,3, ali ipak zahtijeva kiselija tla. Alkalna tla nisu pogodna za uzgoj ramije, unatoč tome što je biljci za rast i razvoj potrebno dosta kalcija.

#### **8.5. Tehnologija proizvodnje ramije**

Prije sadnje treba uzgojiti sadnice. One se mogu dobiti sjetvom sjemena u plastenike ili staklenike. Nakon nicanja biljke se presađuju u posude ili u tlo da bi se dobile ujednačene sadnice. Bijela se ramija može razmnožavati rizomima, izbojcima i sjemenom. Prije presađivanja u polje sadnice trebaju očvrnuti.

Sadnice ramije presađuju se na dobro pripremljeno tlo, čisto od korova, u rupe međusobno udaljene 30 do 50 cm (razmak biljke od biljke u redu). Međuredni je razmak od 70 do 80 cm. Prema Bergeru (1969.), sadnice se u Japanu sade u gustom sklopu (69 000 do 98 000 biljka/ha).

Biljke ramije počinju davati visoke prinose već nakon treće ili četvrte godine uzgoja.

Budući da ramija daje i nekoliko žetvi u godini, iz tla iznosi velike količine hraniva. Prema Bergeru (1969.), nakon treće godine uzgoja u nešto hladnijoj klimi ramija iz tla iznosi 190 kg/ha dušika, 75 kg/ha fosfora i 270 kg/ha kalija, odnosno 240 kg/ha dušika, 95 kg/ha fosfora i 340 kg/ha kalija u toplijoj klimi, pri proizvodnji 40 do 57 t/ha ukupne zelene mase. Nakon svake žetve količinu hraniva iznesenu iz tla trebalo bi nadoknaditi gnojidbom mineralnim gnojivima, ali treba voditi brigu i o ostacima ramije unesenim u tlo. Ako se u tlo unose organski ostaci ramije, treba smanjiti dodatak dušika i kalija. Dušik i kalij su najpotrebniji za normalan rast i razvoj ramije. Prema Bergeru (1969.), uz vraćanje organskih ostataka u tlo u prvoj godini uzgoja ramiji treba dodati 190 kg/ha dušika, u drugoj 265 kg/ha, a u trećoj 300 kg/ha. Fosfora se dodaje od 35 do 60 kg/ha, a kalija od 45 do 100 kg/ha, ovisno o opskrbljenosti tla fosforom i kalijem. Organsko gnojivo, fosfor i kalij te dio dušika dodaju se biljci prije sadnje, a ostali dio dušika doda se u dvije prihrane (na početku rasta i prije intenzivnog porasta).

Suzbijanje bolesti i štetnika ramije provodi se fungicidima i insekticidima. Ako se u drugoj godini pojave korovi, suzbijaju se herbicidima u ranim fazama razvoja ramije.

Košnja (sječa) ramije počinje kada donji dio stabljike poprimi žučkastosmeđu boju. To je obično prije cvatnje ili nakon što ona završi. Biljka tada postiže svoju konačnu visinu, a vlakno je potpuno formirano. Ne smije se zakasnuti s košnjom ramije, jer se pri zakašnjeloj košnji vlakno teško odvaja od stabljike. Prema Francku (2005.), najpogodnije vrijeme žetve je kada u ženskih biljaka započne cvatnja. Stabljike se kose iznad korijena, ručno ili strojevima. Odmah se moraju preraditi u vlakno, jer ih napadaju mnoge bakterijske i gljivične bolesti. Prerada ramije u vlakno obavlja se u nekoliko postupaka. Najprije se specijalnim nožem ili strojem, dok je stabljika zelena, odvoji vanjska kora stabljike. Zatim se ostatak kore (epiderma) odstranjuje od stabljike lomljenjem, pa se moći da bi se vlakno odvojilo od drvenastog dijela. Nakon toga vlakno se pere, suši i degumira (odstranjivanje ljepila). Degumiranje se obavlja uz pomoć kemijskih tvari ili kulture bakterija (mikrobiološki). Prije prerade u konac vlakno se bijeli i omekšava.

## 9. Bengalska konoplja (*Crotalaria juncea* L.)

### 9.1. Gospodarska važnost bengalske konoplje

Bengalska konoplja je biljka tropskoga i suptropskog područja od koje se u Aziji dobiva vlakno, a ono služi za izradu radne odjeće i tekstila za različite namjene, za proizvodnju konopaca te u industriji papira. U Sjevernoj se Americi iskorištava kao kultura za zelenu gnojidbu i kao *pokrovna* kultura koja štiti tlo od korova. Ujedno je i visokoproteinska hrana za stoku (zeleni masa i sjeme). Vlakno bengalske konoplje po svojstvima je slično vlaknu jute.

### 9.2. Podrijetlo i botanička sistematika bengalske konoplje

Bengalska konoplja potječe iz Indije i Pakistana. Najviše se uzgaja u tropskim područjima Azije, a prenesena je i u SAD, gdje se također danas uspješno uzgaja. Bilo je pokušaja njezina uzgoja i u Europi (Škotska) početkom 19. stoljeća.

Bengalska konoplja pripada porodici *Fabaceae* (mahunarka) i rodu *Crotalaria*. Vrsta iz čije se stabljike dobiva vlakno jest *Crotalaria juncea* L.

Danas se ne vode službeni podaci o proizvodnji i preradi te kulture za dobivanje vlakna jer se većinom proizvodi na malim obiteljskim gospodarstvima u Aziji (Indija, Pakistan, Bangladeš), gdje se ručno prerađuje. Pretpostavlja se da se bengalska konoplja uzgaja na 378 079 ha. Prosječni prinosi vlakna su 1 512 kg/ha, a ukupna svjetska proizvodnja 571 844 t. Prinosi sjemena kreću se od 555 do 1 000 kg/ha u Africi i Južnoj Americi, te od 1 460 do 2 240 kg/ha u SAD-u (Franck, 2005.).

### 9.3. Morfološke osobine bengalske konoplje

Na snažnom i dubokom korijenu bengalske konoplje razvijaju se kvržične bakterije, veličine 2,5 cm, koje obavljaju fiksaciju dušika iz zraka.

Bengalska konoplja formira jednogodišnju naboranu stabljiku visine od 1 do 4 m. U rijetkom sklopu grana se već od 50 cm visine, a u gustom sklopu grane su rijetke. Za

proizvodnju vlakna biljka se ne bi smjela granati. Stabljika je prekrivena dlačicama. Vlakno se razvija u stabljici, a prema kemijskom sastavu građeno je od celuloze, hemiceluloze, pektina i lignina. Tehnička dužina vlakna je oko 1m. Udio vlakna u stabljici kreće se od 6,5 do 10,5%.

Listovi bengalske konoplje su cilindričnog oblika.

Cvjetovi bengalske konoplje tipični su cvjetovi mahunarki, svjetložute boje (sl. 76.). Cvatnja počinje dva mjeseca (u tropskoj klimi) do tri mjeseca (u suptropskoj klimi) nakon sjetve. Stranooplodna je kultura.

Produkcija sjemena po biljci u tropskim je uvjetima velika. Sjeme može zadržavati klijavost nekoliko godina (sl. 77.).



Slika 76. List i cvijet bengalske konoplje



Slika 77. Sjeme bengalske konoplje

#### 9.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje bengalske konoplje

Bengalska konoplja najbolje uspijeva u tropskoj klimi, ali se uspješno uzgaja i u suptropskoj. Za njezin rast i razvoj povoljne se temperature kreću od 10 do 30 °C. Ako su temperature niže od 0 °C, biljka će uginuti.

Bengalska konoplja je biljka kratkog dana.

Odgovara joj umjereno vlažna klima.

Bengalska konoplja dobro uspijeva na dobro dreniranim alkalnim tlima, kao i na kiselim pjeskovitim tlima. Može se uzgajati na tlima pH vrijednosti od 5,0 do 8,4.

## 9.5. Tehnologija proizvodnje bengalske konoplje

Bengalska se konoplja u SAD-u u plodoredu izmjenjuje s kukuruzom jer sprečava eroziju tla, te s povrćem, jer sprečava širenje korova i nematoda u tlu.

Priprema tla za bengalsku konoplju u Aziji obavlja se višestrukim oranjem (dva do tri puta), te razbacivanjem sjemena širom po površini tla. Pri ovakvoj sjetvi utroši se i do 90 kg/ha sjemena. U Brazilu se za sjetvu s međurednim razmakom od 50 cm utroši oko 60 kg/ha sjemena. U SAD-u potrošnja sjemena ne prelazi 22 kg/ha (uz međuredni razmak od 30 do 35 cm). Bengalska se konoplja u Aziji kao ozimina sije tijekom listopada, ili kao jarina tijekom svibnja ili lipnja. Dubina sjetve ne smije biti veća od 2 cm.

Gnojidba bengalske konoplje ovisi o razvoju kvržičnih bakterija na korijenu. Sjeme se prije sjetve inokulira s inokulantom za vignu.

Pri napadu bolesti *Colletotrichum curvatum* – antraknoze i *Fusarium udam* – fuzariuma, usjev se tretira fungicidima.

Bengalska se konoplja za dobivanje vlakna bere (čupa) tri do četiri mjeseca nakon sjetve, kada je vlakno potpuno formirano. Ako se bengalska konoplja uzgaja u vlažnijem području, odmah se moči u vodi, a ako područje nije vlažno, najprije se suši, a zatim moči. Snopovi stabljike moče se dva do četiri dana, ovisno o temperaturi vode. Nakon sušenja i prerade dobiva se svjetlosivo vlakno.

Za proizvodnju sjemena biljka mora potpuno sazreti.

## 10. Sisal (*Agave sisalana* L.)

### 10.1. Gospodarska važnost sisala

Iz listova biljke sisala dobiva se glatko, ravno i žučkasto vlakno. Vlakno je čvrsto, izdržljivo na habanje i elastično, a upotrebljava se samo ili u kombinaciji s vunom i akrilom. Ne raspada se u slanoj vodi. Ima antistatična svojstva i dobar je absorbent. Najkvalitetnije vlakno sisala služi za dobivanje konca za izradu tepiha i tkanina za različite namjene (strunjača, madraca, pojaseva za kralježnicu, papuča, tkanina za poliranje, makramea). Od srednje kvalitetnog vlakna izrađuju se konopci, vreće za poljoprivredu i druge industrije. Vlakno niže kvalitete rabi se u industriji papira zbog visokog udjela celuloze i hemiceluloze (dobiva se jeftini papir). U novije se vrijeme vlakno sisala upotrebljava i u industriji namještaja, za izradu tapeta, u automobilskoj industriji za izradu unutrašnjih dijelova vrata i u kozmetičkoj industriji (spa proizvodi, saponini). Od vlakna sisala izrađuju se četke, posude za kućne ljubimce, odbojnici za automobile, filtri itd. Zamjena je za azbest. Sisal je i dobro organsko gnojivo (zelena masa).

### 10.2. Podrijetlo i botanička sistematika sisala

Naziv sisala potječe od imena luke na poluotoku Yukatanu (Meksiko), odakle se najprije počelo izvoziti vlakno. Sisal potječe iz tropskoga i suptropskog dijela Srednje i Južne Amerike. Uvezen je u istočnu Afriku 1893. godine (Tanzanija). Vlakno sisala počelo se početkom 20. stoljeća izvoziti u Europu (Njemačka). Nakon Drugoga svjetskog rata proizvodnja sisala u Tanzaniji pada, ali se u Brazilu povećava.

Danas se sisal uzgaja u 24 države Srednje i Južne Amerike, istočne Afrike i Madagaskara, te dijelom u Aziji.

Sisal pripada porodici *Agavaceae* i rodu *Agave*. Unutar te porodice poznat je 21 rod i 300-tinjak vrsta rasprostranjenih u tropskome i suptropskom području. U komercijalne svrhe uzgajaju *Agava sisalana* L. (sl. 78.), *Agava fourcroydes* L., *Agava cantala* L., *Agava lecheguilla* L. i *Agava funkiana* L.





Slika 78. Sisal (*Agave sisalana*)

Prema podacima FAO-a (2004.), u svijetu se sisal uzgajao na 376 170 ha, od toga najviše u Južnoj Americi (Brazil, Haiti, Venezuela, Kuba), i to na 235 920 ha (62,71%). U Africi (Tanzanija, Kenija, Mozanbik) uzgaja se na 95 770 ha (25,45%), a u Aziji (Filipini, Tajvan, Indonezija) na 4 570 ha (11,84%).

Prosječni prinos vlakna sisala u svijetu je 833 kg/ha (Južna Amerika 858 kg/ha, Afrika 736 kg/ha, Azija 365 kg/ha).

Ukupna svjetska proizvodnja vlakna sisala je 313 424 t (Južna Amerika 202 561 t odnosno 64,62%, Afrika 71 315 t odnosno 22,75%, Azija 39 548 t odnosno 12,63%).

### 10.3. Morfološke osobine sisala

Sisal je višegodišnja biljka s dobro razgranatim korijenovim sustavom. Neke korijenove žile prodiru od 1,5 do 3 m duboko. Ipak, veći dio korijenova sustava rasprostranjen je na dubini od 30 do 40 cm.

Sisal stvara rizome, koji su dugi od 1,5 do 3 m. Prodiru od 5 do 15 cm duboko u tlo, prije nego formiraju izdanke (sl. 79.). Jedna biljka formira od 5 do 10 rizoma. Iz rizoma izbijaju izdanci, obično u drugoj ili trećoj godini vegetacije.

Sisal se razmnožava i vegetativno, pa se rizomi odnosno izdanci koriste za tu svrhu.



Slika 79. Izdanci oko starih biljaka sisala

Stabljika sisala je kratka, i iz nje izbija rozeta listova. Biljka može biti visoka između 1,5 i 3 m.

Listovi sisala su mesnati, dugački, ravni i tamnozeleno boje. Prekriveni su voskom. Dužina listova je oko 1,2 m (katkad i do 2 m), a širina na mjestu izbijanja 10 do 15 cm. Svaki list sisala težak je prosječno oko 700 g (od 500 do 1500 g) i sadržava 4 do 7% vlakna u svježem stanju ili oko 1 000 individualnih vlakanaca. Vlakno sisala građeno je od 55 do 65% celuloze, 10 do 15% hemiceluloze, 2 do 4% pektina i 10 do 20% lignina. Duljina vlakanaca sisala prosječno iznosi od 1,46 do 2,78 mm, širina 15,6 do 22,8  $\mu\text{m}$ , a debljina 4,0 do 5,6  $\mu\text{m}$  (Franck, 2005.). Prinos vlakna određuje se na temelju broja listova po biljci i količine vlakna u listu. U Africi (Tanzanija, Kenija, Mozambik) na biljci sisala formira se od 200 do 300 listova, ovisno o klimatskim uvjetima i agrotehnici. Listovi sisala obično se prvi put sijeku nakon trogodišnjeg uzgoja u toplijoj klimi, odnosno nakon četverogodišnjeg uzgoja u nešto hladnijoj klimi. Proizvodnja sisala u Africi traje sedam do osam godina odnosno 12 godina u Južnoj Americi. Nakon što biljka procvate, ona i ugine. Svaka biljka proizvede jednak broj listova, bez obzira na to koliko godina traje njezina vegetacija.

Potkraj vegetacije biljka sisala iz sredine lisne rozete oblikuje dugačku granu (6 do 9 m) na kojoj su manje postrane grane s bijelim ili svjetlozelenim cvjetovima (sl. 80.). Cvatnja počinje od baze prema vrhu. Sisal je stranooplodna biljka. Nakon oplodnje iz cvjetova stvaraju se plodovi slični tobolcima i rasplodni pupovi (bulbile). Ti rasplodni

pupovi nakon nekoloko tjedana ispuštaju korjenčiće, a kad su posve zreli, padaju na tlo. Njihovi korjenčići prodiru u tlo i iz njih izrastu nove biljke.



Slika 80. Sisal u fazi cvatnje

#### 10.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje sisala

Sisal najbolje uspijeva u tropskim i suptropskim uvjetima. Srednja godišnja temperatura ne smije biti niža od 22 °C, niti viša od 25 °C.

Godišnja količina oborina za normalan rast i razvoj sisala ne bi smjela biti manja od 1 250 mm (čak i do 1 500 mm), s tim da su oborine jednolično raspoređene. Sisal ne podnosi prevlažna tla jer pretjerana vlaga može poremetiti rast i razvoj biljke.

Sisal dobro uspijeva na dobro dreniranim, te na toplim ilovastim tlima bogatim kalcijem. Ne zahtijeva izrazito plodna tla, ali zahtijeva neutralnu reakciju tla.

#### 10.5. Tehnologija proizvodnje sisala

Sisal je višegodišnja biljka i površina na koju se sadi mora biti očišćena od prijašnje vegetacije, obično drveća, posebnim strojevima koji vade drveće i grmlje zajedno s korijenom. Nakon toga tlo se ore na dubinu od 15 do 20 cm i priprema za sadnju sisala.

Vrijeme sadnje sisala ovisi o klimatskim uvjetima. U Africi sadnja obično počinje prije sezone kiša (veljača ili ožujak), pa čak i ranije (studen i prosinac). Sisal se razmnožava bulbilama. Iz bulbila se uzgoje sadnice visoke 50 do 70 cm i teške 2 do 4 kg (sl. 81.). Ne smiju se koristiti sadnice niže od 35 cm i težine manje od 1 kg. Sadnice se najprije sade u rasadnik, na razmak 50 x 25 cm, a zatim se presađuju u polje. Sklop biljaka u polju trebao bi biti između 5 000 do 6 000 biljka/ha. Veći sklop može biti samo na tlima dobro opskrbljenim organskom tvari i u vlažnijem području. Biljke se sade u redove jer je jednostavnije suzbijati korove i brati listove. Sade se na dubinu od 6 do 8 cm.



Slika 81. Sadnice sisala u rasadniku

Za dobivanje kvalitetnog vlakna sisala treba osigurati adekvatnu gnojidbu makroelementima i mikroelementima. Prema Bergeru (1969.), za proizvodnju 1 t vlakna biljke uzimaju iz tla 35 kg/ha dušika, 10 kg/ha fosfora, 70 kg/ha kalija, 65 kg/ha kalcija, 35 kg/ha magnezija i 5 kg/ha sumpora. Dušik je najvažnije hranivo za nesmetan rast i razvoj biljke. Nedostatak dušika uzrokuje svijetljenje listova sisala i skraćivanje vremena vegetacije. Fosfor pogoduje razvoju korijena. Nedostatak se očituje u nedovoljno razvijenom korijenovu sustavu i stvaranju listova crvenoljubičaste boje. Nedostatak kalija uzrokuje stvaranje nekrotičnih pjega na listovima. Listovi prestanu rasti i postaju mlohavi, a vlaknu se smanjuje kvaliteta. Veća je i sklonost bolesti (venučić sisala). Sisal je biljka kalcija, koji je prijeko potreban za normalan razvoj korijena i lista te za

metabolizam tvari u biljci. Na listu se stvaraju i klorotične pjegice. Ako u biljci nema dovoljno magnezija, neće se dobro translocirati ni dušik ni kalij. I nedostatak sumpora uzrokuje stvaranje klorotičnih pjega na listu. Od mikroelemenata za normalan rast i razvoj lista sisala nužni su bor i molibden.

Da bi sadnice sisala bile primjerene za sadnju, treba ih još u rasadniku pognojiti s 30 kg/ha dušika (dvije prihrane), 30 kg/ha fosfora i 100 kg/ha kalija. Na tlima siromašnim organskom tvari sisal treba gnojiti s najmanje 100 kg/ha dušika (dvije prihrane), a na tlima bogatim organskom tvari s 50 kg/ha. Prva se prihrana provodi odmah nakon sadnje, te jedanput ili dva puta u godini, ovisno o tipu tla. Fosfora se dodaje između 60 i 125 kg/ha. Ovisno o opskrbljenosti tla kalijem, dodaje se od 250 do 500 kg/ha kalija u 5 do 10 aplikacija po ciklusu. Kalcij se unosi u tlo prije sadnje, u količini od 2 do 5 t/ha u obliku  $\text{CaCO}_3$ .

Vrlo je važno suzbiti korove dok su sadnice još malene. Za suzbijanje korova upotrebljavaju se herbicidi ili se zasijavaju pokrovni usjevi, obično mahunarke ili tratine, da se korov ne bi nekontrolirano razmnožavao.

Suzbijanje bolesti i štetnika sisala provodi se fungicidima i insekticidima.

Rezanje ili sječa listova sisala ovisi o uvjetima uzgoja. Biljke koje se uzgajaju na siromašnijim tlima i na većim nadmorskim visinama kasnije se sijeku. Prva sječa počinje kada prvi list naraste 60 cm i počne doticati tlo (sl. 82.). U Africi (Tanzanija, Kenija, Mozambik) to se obično događa 15 do 48 mjeseci nakon sadnje. Biljka tada ima između 80 i 150 listova. U prvoj godini berbe prvom se sječom odstrani 25 listova, a svakom sljedećom 20 listova (sl. 83.). Kada je biljka dobro razvijena, svaki se put reže između 25 i 30 listova po berbi (sl. 84.). U vlažnijoj klimi razmak između rezanja listova je deset mjeseci, a u sušoj klimi 15 do 18 mjeseci. Na mladim se biljkama ne smiju odrezati svi listovi. Listovi se nakon rezanja moraju odmah preraditi u vlakno. Budući da je riječ o velikoj lisnoj masi, treba pravodobno organizirati transport i preradu. Najprije se odstranjuje zelena masa lista sisala lomljenjem (sl. 85.) i struganjem (sl. 86.). Vlakno se pere da bi se uklonili slomljeni dijelovi vlakna i dugo vlakno odvojilo od kratkoga. Na

kraju se vlakno suši na suncu, na drvenim stalcima (sl. 87.) ili u sušari, i potom balira (sl. 88.). Na slici 89. prikazana su vlakna različitih klasa.



Slika 82. Zreli listovi sisala prije sječe



Slika 83. Biljke sisala nakon rezanja listova



Slika 84. Obrani listovi sisala složeni u snopove



Slika 85. Strojevi za lomljenje



Slika 86 Strojevi za skidanje površinskog sloja listova sisala



Slika 87. Stalci za sušenje vlakna sisala



Slika 88. Bale sisala



Slika 89. Različite klase vlakna sisala

## 11. Novozelandski lan (*Phormium tenax* L.)

### 11.1. Gospodarska važnost novozelandskog lana

Iz lista novozelanskog lana dobiva se čvrsto i elastično vlakno. Maori s Novog Zelanda već ga više stotina godina upotrebljavaju za različite namjene. Od njega se dobiva konac za izradu tradicionalnih odjevnih predmeta Maora i tekstil za različite namjene (za prostirače, sandale, vreće, zavoje). Vlakno služi za izradu konopaca, ribarskih mreža, jedara, košara, predmeta za kućanstvo, stupica za ptice, kanua, različitih splavi, pokrova za krovove kuća i novinskog papira.

Cvjetovi se prerađuju u kozmetičkoj industriji. Od novozelandskog lana dobiva se vrlo cijenjen med. Korijen i listovi novozelandskog lana upotrebljavaju se u medicinske svrhe (za sprečavanje nastanka tumora i upalnih procesa).

U novije vrijeme novozelandski se lan sve više sadi kao ukrasna biljka diljem svijeta.

### 11.2. Podrijetlo i botanička sistematika novozelandskog lana

Kapetan Cook je za posjeta Novom Zelandu 1769. godine prvi put upoznao tu tradicionalnu kulturu Maora. Francuski biolog Jacques Labillardière dao joj je 1803. godine ime *Phormium* (košara) i *tenax* (žilavost). Englezi su na Novom Zelandu početkom 19. stoljeća od novozelandskog lana počeli izrađivati proizvode za ribarsku i brodsku industriju. Zlatno doba proizvodnje novozelanskog lana bilo je od 1820. do 1970. godine. Većina proizvedenog vlakna izvozila se u Veliku Britaniju. Godine 1980. zatvorena je većina industrijskih postrojenja za preradu novozelandskog lana. Danas se novozelanski lan uglavnom uzgaja kao kultura od koje se proizvode tradicionalni maorski suveniri.

Novozelandski lan pripada porodici *Hemerocallidaceae* i rodu *Phormium*. U komercijalne svrhe uzgajaju se *Phormium tenax* L. (sl. 90.) i *Phormium cookianum* L.. Vrsta *Phormium tenax* L. uzgaja se na Novom Zelandu i na otoku Norfolku za dobivanje



vlakna, a *Phormium cookianum* L. nativna je biljka Novog Zelanda i uzgaja se kao ukrasna biljka.



Slika 90. Novozelandski lan (*Phormium tenax* L.)

Nema službenih podataka o proizvodnji i preradi novozelandskog lana jer se on danas proizvodi samo na malim obiteljskim gospodarstvima. Pretpostavlja se da se danas na Novom Zelandu novozelandski lan uzgaja na 16 400 ha, s prosječnim prinosom vlakna od 0,025 t/ha i godišnjom proizvodnjom od 4 000 t (Harris, 2000.).

### 11.3. Morfološke osobine novozelandskog lana

Novozelandski lan je višegodišnja biljka koja ima dobro razgranati korijenov sustav. Na korijenu se formiraju rizomi kojima se biljka vegetativno razmnožava.

Stabljika novozelandskog lana visoka je i do 5 m.

Listovi novozelandskog lana žilavi su i kopljastog oblika. Narastu u dužinu do 3 m, a u širinu do 0,125 m. Tamnozeleno su boje, a katkad su im rubovi i glavne žile obojeni (sl. 91.). U listovima nastaje vlakno. Randman vlakna novozelandskog lana čini 10 do 14% svježeg lista. Tehnička duljina vlakna ovisi o duljini listova. Vlakno sadržava 45,1% celuloze, 30,1% hemiceluloze i 11,2% lignina. Duljina osnovnih vlakanaca je između 2,5 i 15 mm.

Na stabljici novozelandskog lana formira se velik broj cvjetova. Duguljasti su, a latice dozrijevanjem poprimaju svjetlocrvenu boju (sl. 92.). Novozelandski je lan samooplodna kultura. Cvjetovi proizvode nektar kojim se hrane ptice.

Plod novozelandskog lana je tobolac. Na svakoj se biljci može razviti i do 100 tobolaca, a svaki ima od 60 do 100 sjemenki. Plodovi pucaju i sjemenke se šire vjetrom. Sjeme se iskorištava u oplemenjivačke svrhe (sl. 93.).



Slika 91. List novozelandskog lana



Slika 92. Cvijet novozelandskog lana



Slika 93. Sjeme novozelandskog lana

## 11.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje novozelandskog lana

Novozelandski se lan uzgaja u područjima gdje su temperature zraka tijekom rasta i razvoja malo kad niže od 0 °C i gdje ne prelaze 20 °C. Može se uzgajati i na višim nadmorskim visinama.

Novozelandski lan može rasti u područjima gdje godišnje padne samo 500 mm oborina, ali i u područjima gdje padne više od 4 000 mm oborina.

Najbolje uspijeva na dobro dreniranim, vlažnim pjeskovito-ilovastim tlima bogatima organskom tvari.

## 11.5. Tehnologija proizvodnje novozelandskog lana

Novozelandski se lan proizvodi u plantažnom uzgoju.

Tlo se oranjem i tanjuranjem priprema za sadnju. Između redova novozelandskog lana siju se pokrovne kulture. One se povremeno kose da ne bi previše narasle u visinu.

Na južnoj hemisferi novozelandski se lan sadi u proljeće. Razmak između redova je 1,8 do 2,4 m, a unutar reda 1,2 m.

Za proizvodnju 35 kg/ha vlakna novozelandski lan treba gnojiti s 30 do 35 kg/ha fosfora i kalija te s približno 5 kg/ha dušika (Kirby, 1963.).

Novozelandski je lan višegodišnja kultura i u pet godina formira oko 30-ak listova za berbu. Berba (rezanje) listova ovisi o uzgojnom području. Na Novom Zelandu bere se tijekom proljetnih ili ljetnih mjeseci. Berba počinje kada su listovi još čvrsti i zeleni (kad se vrhovi listova počnu razdvajati). Listovi se režu blizu baze i slažu u snopove. Preradom se najprije strojno skida površinski zeleni sloj listova, zatim se vlakno pere, izbjeljuje, skida se preostali površinski sloj, omekšava, suši i, ako je potrebno, boja. U prosjeku se od 8 tona svježih listova dobije približno 1 tona vlakna.

## 12. Manila (*Musa textilis* L.)

### 12.1. Gospodarska važnost manile

Manila se uzgaja radi dobivanja vlakna iz lista. Vlakno se prerađuje za ribarsku i građevnu industriju (konopi, mreže). Čvrsto je i relativno elastično te otporno na sol. Od njega se izrađuju i različite filtarske vrećice te konac za izradu ručnih radova. Manila se rabi i u industriji papira (novine, novčanice, specijalni papir).

### 12.2. Podrijetlo i botanička sistematika manile

Manila je nazvana po filipinskom glavnom gradu Manili. To su joj ime nadjenuli europski trgovci koji su je otkrili na filipinskim tržnicama još 1697. godine. Nizozemski su trgovci 1925. godine proizvodnju manile s Filipina proširili i na Indoneziju i Maleziju. Između dva svjetska rata proizvodnja manile se proširila i na države Srednje Amerike.

Manila pripada porodici *Musaceae* (banane) i rodu *Musa*. Unutar tog roda poznato je 60 do 80 vrsta. U komercijalne svrhe, za dobivanje vlakna, uzgaja se vrsta *Musa textilis* L. (sl. 94.).



Slika 94. Manila (*Musa textilis* L.)

Prema podacima FAO-a (2004.), manila se u svijetu uzgajala na 148 430 ha. Najveće površine, 122 620 ha (82,61%), zasađene su u jugoistočnoj Aziji (Filipini, Indonezija, Malezija). U Srednjoj Americi uzgajala se na 22 910 ha odnosno 15,43% (Costa Rica, Ekvador) i Africi (Kenija) na 1 970 ha (1,96%).

Prosječni prinosi vlakna u svijetu iznose 690 kg/ha (Azija 572 kg, Srednja Amerika 1 333 kg, Afrika 294 kg/ha).

Ukupna svjetska proizvodnja vlakna manile je 102 431 t (Azija 70 250 t odnosno 68,58%, Srednja Amerika 30 558 t odnosno 29,81%, Afrika 1 623 t odnosno 1,61%).

### 12.3. Morfološke osobine manile

Manila je višegodišnja biljka (živi od 5 do 25 godina). Korijenov sustav čini krupni i mesnati rizom. Iz njega izbija korijenje koje se širi u tlo u dubinu i lateralno.

Biljka formira velik broj stabala (15 do 30), čija visina može biti od 6 do 7,5 m. Stabla su posve gola, nikad nisu drvenasta, a u donjem dijelu mogu imati promjer od 30 do 50 cm.

Listovi manile slični su listovima banane (sl. 95.). Nešto su kraći i uži (do 30 cm) od bananina lista. Unutrašnji su listovi dulji od vanjskih. Listovi su grupirani u četiri skupine: 1. tri vanjska lista, 2. tri do četiri lista između vanjskih i srednjih listova, 3. četiri do pet srednjih listova i 4. sedam do osam unutrašnjih listova. Čvrstoća listova ovisi o njihovom položaju. Unutrašnji su listovi finiji i mekši.

Postotak vlakna u listu je od 2 do 3%. Vlakanca manile čine sklerenhimske stanice lista, duge 2,5 do 12 mm. Tehničko vlakno može biti dugo od 1,5 do 3 m i obično je crvenkaste ili žućkaste boje. Dvostruko je čvršće od vlakna pamuka, a trostruko čvršće od vlakna sisala. Sadržava oko 63,2% celuloze, 19,6% hemiceluloze i 5,1% lignina (Franck, 2005.).

Cvjetovi manile formiraju se na razgranatim stablima, na mjestima gdje izbijaju postrane grane. Latice cvjetova su crvenkaste boje (sl. 96.).



Slika 95. Listovi manile



Slika 96. Cvijet manile

Plodovi manile su manji od plodova banane. Dugački su oko 7,5 cm zakrivljenog vrha. U sredini se nalazi mnogo velikih crnih sjemenki.

Manila se može razmnožavati sjemenom i vegetativno (rizomi ili izbojci). Ako se razmnožava sjemenom, sazrijevanje listova odgađa se za godinu ili dvije.

#### **12.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje manile**

Manila najbolje uspijeva u vlažnoj tropskoj klimi gdje se srednja godišnja temperatura zraka kreće između 27 i 29 °C i ne spušta ispod 21 °C.

Godišnja količina oborina uzgojnog područja manile ne bi smjela biti manja od 2 500 mm. Najbolje uspijeva u područjima u kojima se godišnja količina oborina kreće između 3 000 i 4 000 mm. Manila zahtijeva vlažna područja radi stvaranja velike vegetativne mase, no ipak ne podnosi visoku razinu podzemne vode.

Najbolje uspijeva na dobro dreniranim, dubokim vulkanskim tlima bogatim organskom tvari.

#### **12.5. Tehnologija proizvodnje manile**

Manila se proizvodi u plantažnom uzgoju.

Tlo se rahljenjem i oranjem priprema za sadnju. Prije sadnje siju se pokrovne kulture (mahunarke). One sprečavaju evaporaciju i eroziju tla.

Iz sjemena ili izdanaka najprije se proizvedu sadnice. Postoji nekoliko načina sadnje manile. Može se saditi u razmaknute redove od 2,5 do 4 m, s razmakom unutar reda od 40 do 50 cm (sklop od 1 250 do 1 850 biljaka/ha). Dubina sadnje je između 30 i 40 cm.

Prema Bergeru (1969.), za proizvodnju od 100 t svježe stabljike i lista manila iznosi iz tla oko 280 kg/ha dušika, 30 kg/ha fosfora, 520 kg/ha kalija i 125 kg/ha kalcija. Kako manila raste na vulkanskim tlima, uglavnom se ne gnoji mineralnim gnojivima. Tijekom vegetacije treba joj dodati barem 60 kg/ha dušika (dvije do tri prihrane nakon berbe). Fosfor i kalij dodaju se ovisno o analizi tla.

Kada je biljka stara između 18 i 24 mjeseca, počnu sazrijevati listovi na prvoj postranoj stabljici. Sječa počinje u doba cvatnje. Tada se sa stabljike najprije odstrane listovi, a potom se sijeku stabljike.

Sljedeća sječa je nakon 4 do 6 mjeseci. Prinos od prve berbe obično je nizak. Nakon četiri do pet godina može se dobiti od 2 do 5 t/ha vlakna. Najveći prinos dobiva se kada su biljke stare sedam do osam godina. Nakon toga prinos pada. U plantažnom uzgoju biljke se zamjenjuju svakih 12 do 15 godina. Odrezani se listovi manile prerađuju u vlakno. Nakon strojnog odvajanja, vlakno (sl. 97.) se suši i balira te služi za proizvodnju konopa (sl. 98.).



Slika 97. Vlakno manile



Slika 98. Konopac od manile

### 13. Literatura

- Berger, J.** (1969). *The World's Major Fibre Crops their Cultivation and Manuring*. Centre d'Etude de l'Azote. Conzett and Huber, Zürich.
- Budwig, J.** (2007). Rak – problem i rješenje. Omega Lan d.o.o., Zagreb.
- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z., Zorić, D.** (2006a). Estimation of some important agronomic and morphological traits of fiber flax varieties in different plant densities. *Sjemenarstvo* 23(5-6):437-445.
- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z.** (2006b). The effect of plant densities of some morphological and phenological traits of fiber flax varieties. *Sjemenarstvo* 23(5-6):447-456.
- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z.** (2006c). Neke značajke europskih sorata predivog lana. *Zbornik radova 41. hrvatskoga i 1. međunarodnoga znanstvenog simpozija agronoma*. Opatija, str. 359-360.
- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z.** (2004a). Prinos i udio vlakna predivog lana u uvjetima suše. *Zbornik radova XXXIX. znanstvenoga skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem*. Opatija, str. 563-566.
- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z.** (2004b). Possibilities of introduction foreign fiber flax cultivars in the lowland continental part of Croatia. 3th Global Workshop of the FAO European Cooperative Research Network on Flax and other Bast plants "Bast fibrous plants for healthy life", Banja Luka, Bosna i Hercegovina, pp. 1-9.
- Butorac, J., Pospišil, M., Mustapić, Z.** (2003). Analiza gospodarskih i morfoloških svojstava predivog lana. *Zbornik radova XXXVIII. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem*. Opatija, str. 399-402.
- Đorđevski, J., Klimov, S.** (1989). Pamuk (ed. Dončev). *Posebno ratarstvo* 2, str. 163-184, Naučna knjiga, Beograd.
- Franck, R. R.** (2005). *Bast and other plant fibres*. Woodhead Publishing in Textiles, Cambridge.



- Gotlin, J.** (1989). Kenaf (ed. Dončev). Posebno ratarstvo 2, str. 226-231, Naučna knjiga, Beograd.
- Gotlin, J.** (1989) Abutilon (ed. Dončev). Posebno ratarstvo 2, str. 232-233, Naučna knjiga, Beograd.
- Harris, W.** (2000). Extraction, content, strength and extension of Pormium variety fibres prepared for traditional Maori weaving. New Zealand Journal of Botany 38:469-487.
- Jevtić, S.** (1989). Lan. (ed. Dončev). Posebno ratarstvo 2, str. 185-199, Naučna knjiga, Beograd.
- Jevtić, S.** (1989). Konoplja. (ed. Dončev). Posebno ratarstvo 2, str. 200-225, Naučna knjiga, Beograd.
- Justice, O. L., Bass, L. N.** (1978). Principles and practices of seed storage. Agriculture Handbook No. 506. U.S. Government Printing office, Washington D.C.
- Kirby, R.H.** (1963). Vegetable fibres – Botany cultivation and utilization. Leonard Hill Ltd and Interscience Publishers Inc. New York.
- Pasković, F.** (1966) Predivo bilje, I. dio: Konoplja, lan i pamuk, Nakladni zavod znanje, Zagreb.
- Pospišil, M., Butorac, J., Mustapić, Z.** (2004a). Utjecaj razmaka redova i gustoće sjetve na prinos i sastavnice prinosa uljanog lana. Zbornik radova XXXIX. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. Opatija, str. 559-562.
- Pospišil, M., Butorac, J., Mustapić, Z.** (2004b). Influence of Row Spacing and Seeding Density on Linseed Yield and Yield Components. 3th Global Workshop of the FAO European Cooperative Research Network on Flax and other Bast plants "Bast fibrous plants for healthy life", Banja Luka, Bosna i Hercegovina, pp. 10- 17.
- Pospišil, M., Butorac, J., Gojšić, T.** (2004c). Lan - zaboravljena, a korisna kultura. *Gazophylacium*, 9(3-4):81-86.
- Ranalli, P.** (1999). Advances in Hemp Research, Food Products Press, New York and London.

**Shekhar Sharma, H. S., Van Sumere, C. F.** (1992). *The Biology and Processing of Flax*. M Publications, Belfast.

**Šatović, F.** (1987). Lan u prošlosti i sadašnjosti. *Bilten poljodobra* 11-12:3-20.

**Šatović, F.** (1989). Konoplja nekad i danas. *Bilten poljodobra* 5-6:99-125.

**Thome, O. W.** (1885). *Flora von Deutschland, Osterreich und Schweiz* Gera, Germany.

**Wotzel, K., Wirth, R., Flake, M.** (1999). Life cycle studies on hemp fibre reinforces components and ABS for automotive parts. *Angewandte Macromol. Chem.* 272:121-127.

**xxx** Pravilnik o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka, te uvjetima za posjedovanje i promet opojnih droga u veterinarstvu (NN 107/01).

<http://www.oecd.org/dataoecd/1/44/33999447.PDF> (10. siječnja 2008.)

[http://www.zsr.hr/Publikacije/Sortna\\_lista\\_2007.pdf](http://www.zsr.hr/Publikacije/Sortna_lista_2007.pdf). (10. siječnja 2008.)

<http://faostat.fao.org/site/408/desktopDefault.aspx> (10. siječnja 2008.)

## Kazalo pojmova

### A

abutilon ..... 1, 2, 3, 4, 90, 91, 92, 93  
*Abutilon theophrasti* Hedik.....90

### B

bengalska konoplja ..... 1, 2, 3, 4, 105, 106, 107  
*Crotalaria juncea* L.....105  
 berba (rezanje) listova.....119  
 bijela juta .....95, 96, 97, 99  
 biljka dugog dana.....47  
 biljka kratkoga dana.....76  
 boja vlakna.....41, 60  
 broj listova .....110  
 buhač.....24, 54  
 bulbile.....110, 112

### C

celuloza .6, 7, 12, 13, 31, 32, 34, 40, 76, 81, 82, 83, 94,  
 95, 102, 106, 108, 110, 117, 121  
 cjeloviti list .....83  
 crvena stabljika .....83  
 cvijet6, 7, 14, 24, 25, 36, 41, 42, 46, 72, 73, 75, 78, 80,  
 81, 85, 91, 92, 96, 102, 106, 110, 118, 121  
 čašični listići .....41, 85  
 dvospolni cvijet .....41, 72  
 homostilia .....36  
 krunični listići .....41, 72, 91  
 lapovi .....96  
 latice .....85, 96  
 ovojni listić .....72, 73  
 perigon.....14  
 prašnik .....14, 41, 72, 85, 91, 96  
 tubast .....41  
 tučak .....14, 41, 72, 85, 91, 96  
 vjenčić .....85  
 zvonast.....41

### Č

čašični listići .....41, 85  
 čupači.....55, 56  
 čvrstoća lista .....121  
 čvrstoća vlakna .....57

### D

debljina stabljike .....11, 32, 64, 66

debljina vlakna .....78, 81, 82  
 defolijacija.....25, 26, 80  
 degeneracija .....44  
 degumacija .....27  
 dekortikacija.....26  
 delisteriranje.....79  
 delta-9-tetrahidrokanabinol (THC).....6  
 difibracija .....26  
 drveni cilindar .....39, 40  
 drveni parenhim .....12  
 dužina lista .....41, 110  
 dužina vlakna .....11, 84, 106  
 dvodomna .....7, 14, 22  
 dvospolni cvijet .....41, 72

### E

elastičnost vlakna .....13, 100  
 endoderm.....12  
 endosperm .....15, 42, 74  
 epiderma.....12, 39, 40, 104

### F

Flaxzyme .....60, 61  
 floem .....11, 12, 40  
*Fusarium lini* Boll. ....53

### G

gnijezdo.....73, 78  
 gosipol.....74

### H

hektolitarska masa .....15  
 hemiceluloza ..13, 31, 34, 40, 102, 106, 108, 110, 117,  
 121  
 higroskopnost vlakna.....29, 31  
 hipokotil .....44, 75  
 homostilia.....36

### I

internodij .....10, 11, 32, 71, 72, 84, 91, 97

### J

jara kultura .....23, 79

jednodomna kultura .....	102
juta ..1, 2, 3, 4, 5, 34, 83, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 105	
<i>Corchorus capsularis</i> L. (bijela juta).....	94
<i>Corchorus olitorius</i> L. (tossa juta).....	95

## K

kakvoća sjemena .....	22
kambij .....	11, 12, 13, 27, 40
kanabinoid.....	6
kenaf.....1, 2, 3, 4, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 98	
<i>Hibiscus cannabinus</i> L.....	83
klica .....	15, 23, 42, 54, 80
kljanje sjemena .....	19, 48
kolenhim .....	12
konoplja .....	5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 49, 93, 94, 105, 106, 107, 126
azijski tip .....	9
<i>Cannabis sativa</i> var. <i>indica</i> Lam. (indijska konoplja) .....	8
<i>Cannabis sativa</i> var. <i>indica</i> Lam. subvar. <i>gigantea</i> (divovska konoplja).....	8
<i>Cannabis sativa</i> var. <i>ruderalis</i> Janisch (divlja konoplja) .....	8
<i>Cannabis sativa</i> var. <i>vulgaris</i> (obična konoplja) .....	8
dvodomna .....	7, 14, 22
južni ili talijanski tip .....	9
muške biljke .....	16, 32
sjevernoruski tip .....	9
srednjoruski tip .....	9, 14
ženske biljke .....	13, 14
kora .....	28, 29, 40, 88, 89, 98, 104
korijen.....2, 10, 24, 35, 38, 49, 51, 71, 77, 80, 91, 98, 100, 104, 105, 107, 111, 112, 117, 121	
korijenov sustav.....	10, 17, 45, 71, 75, 117
vretenast korijen .....	10, 38, 71
korijenov sustav .....	10, 17, 45, 71, 75, 117
korjenčići .....	111
kotiledone .....	71
kotiledonski listići.....	17
kruničnii listići.....	41, 72, 91
ksilem.....	11
kudjelja .....	29, 30
kukuruzni moljac .....	24
kutikula .....	39, 40, 81, 84
kvocijent stabljike .....	11
kvržične bakterije.....	105

## L

lan 5, 1, 3, 4, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 66, 67, 116, 117, 118, 119, 125	
degeneracija .....	44
<i>Linum angustifolium</i> Huds.....	36
<i>Linum brevicaule</i> L. - uljani lan (kudraš) .....	36

<i>Linum crepitans</i> Beonningh.....	36
<i>Linum elongata</i> - predivi lan (dolgunec).....	36
<i>Linum intermedia</i> - prelazni lan .....	36
<i>Linum vulgare bienne</i> Mill.....	36
<i>Linum vulgare typicum</i> .....	36
regeneracija .....	44
lancetast.....	41
lapovi.....	96
latice .....	85, 96, 118
libriformne stanice .....	12
lignan.....	35
lignin .....	6, 13, 31, 34, 94, 95, 102, 106, 110, 117, 121
linolna kiselina .....	35
lint .....	68, 81
linter .....	68, 81
linter strojevi .....	81
list 2, 6, 10, 11, 13, 14, 22, 24, 25, 32, 39, 41, 51, 52, 71, 72, 75, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 88, 91, 94, 96, 97, 100, 101, 102, 108, 110, 112, 113, 114, 116, 117, 119, 120, 121, 123, 126	
berba (rezanje) listova .....	119
broj listova .....	110
cjeloviti list .....	83
čvrstoća lista .....	121
dužina lista .....	41, 110
kotiledonski listići.....	17
lancetast .....	41
naizmjenični listići .....	13, 41
nasuprotani listovi.....	10, 13
pazušac lista .....	14, 18, 91
pjegavost lista .....	54
režnjevi .....	72
rozeta listova .....	110
sazrijevanje listova.....	122
segmentirani list.....	83
srednji list.....	121
unutrašnji list.....	121
vanjski list .....	121
veličina lista .....	13
zalisak .....	72
lomljenje stabljike .....	62

## Lj

ljubičasta stabljika .....	83
ljuska ploda .....	15

## M

maceracija .....	27, 29
manila.....	1, 2, 3, 4, 120, 121, 122, 123
<i>Musa textilis</i> L. ....	120
marihuana.....	6
masa 1 000 sjemenki .....	9, 32, 64, 66
masa stabljike .....	32
masnoća vlakna .....	29
miris vlakna .....	27, 29, 30, 40
močenje konoplje .....	26, 28
biološka metoda .....	27, 29

fizička metoda .....	26
kemijska metoda .....	27, 28
mehanička metoda .....	26
močenje lana .....	57, 58, 59, 60
enzimsko močenje lana .....	57
kemijsko močenje lana .....	57
močenje lana u bazenima .....	57
močenje lana u polju .....	57

**N**

naizmjenični listići .....	13, 41
nasuprotni listovi .....	10, 13
nodij .....	10, 11, 32, 38, 39, 71, 72, 84, 91
novozelandski lan .....	1, 2, 3, 4, 116, 117, 118, 119
<i>Phormium cookianum</i> L. ....	116
<i>Phormium tenax</i> L. ....	116, 117
nulti tipovi .....	72

**O**

okretači .....	56
omega-3 masne kiseline .....	35
orašac .....	15
osipanje sjemena .....	93
ovojni listić .....	72, 73

**P**

pamuk1, 3, 4, 31, 34, 35, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 91, 100, 121, 125	
gospol .....	74
<i>Gossipium arboreum</i> L. ....	70
<i>Gossipium barbadense</i> L. ....	69, 78, 79
<i>Gossipium herbaceum</i> L. ....	70
<i>Gossipium hirsutum</i> L. ....	69, 78, 79
<i>Gossipium tricuspidatum</i> L. ....	70
parenhim .....	10, 12, 27, 57
parenhim kore .....	12
parenhim lika .....	12
pazušac lista .....	14, 18, 91
pektin .....	12, 13, 27, 34, 40, 57, 89, 106, 110
pektinaze .....	57, 60
pentoza .....	13
pepelnica .....	54
perickl .....	12
perigon .....	14
pjegavost lista .....	54
plod .....	2, 15, 18, 71, 75, 76, 78, 80, 92, 122
endosperm .....	15, 42
gnijezdo .....	73, 78
klica .....	15, 23, 42, 54, 80
ljuska ploda .....	15
orašac .....	15
sjemena ljuska .....	15, 42
tobolac .....	42, 73, 85, 91, 96, 118
poprečni presjek stabljike .....	11, 41
pozder .....	2, 10, 26, 27, 28, 29, 34, 50, 60, 62, 63, 83

prašnik .....	14, 41, 72, 85, 91, 96
predivost vlakna .....	29
primarna kora .....	39
primarni snopići .....	12
primarno drvo .....	12
primarno vlakno .....	13
prinos dugog vlakna .....	32, 65
prinos kratkog vlakna .....	32, 65
prinos sjemena .....	9, 19, 20, 21, 32, 37, 52, 64, 66
prinos stabljike .....	21, 22, 32, 50, 52, 64
prinos stabljike nakon močenja .....	32
prinos ukupnog vlakna .....	32
prinos zrakuosuhe stabljike .....	20, 32, 64
provodnice .....	12
puč .....	12

**R**

ramija .....	1, 2, 3, 4, 100, 101, 102, 103, 104
<i>Boehmeria cylindrica</i> L. ....	101
<i>Boehmeria nivea</i> L. ....	100, 101
<i>Boehmeria nivea</i> var. <i>tenacissima</i> L. ....	101
<i>Boehmeria tenacissima</i> L. ....	101
jednodomna kultura .....	102
randman vlakna .....	78, 82, 96, 117
razgranatost stabljike .....	65, 66
regeneracija .....	44
režnjevi .....	72
rizom .....	103, 109, 121
rošenje .....	27, 58
rozeta listova .....	110
rutin .....	100

**S**

sadržaj bjelančevina u sjemenu .....	66
sadržaj ulja u sjemenu .....	66
sadržaj vlage u sjemenu .....	66
sazrijevanje listova .....	122
segmentirani list .....	83
sekundarna kora .....	39
sekundarni snopići .....	11, 12
sisal 1, 2, 3, 4, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 121	
<i>Agava cantala</i> L. ....	108
<i>Agava fourcroydes</i> L. ....	108
<i>Agava funkiana</i> L. ....	108
<i>Agava lecheguilla</i> L. ....	108
<i>Agava sisalana</i> L. ....	108
sitaste cijevi .....	12
sjaj .....	29, 39, 41, 81
sjeme ... 2, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 32, 33, 34, 35, 39, 42, 43, 44, 47, 51, 52, 53, 57, 62, 66, 68, 70, 73, 74, 75, 79, 81, 82, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 98, 102, 103, 105, 106, 107, 123	
hektolitarska masa .....	15
kakvoća sjemena .....	22
klijanje sjemena .....	19, 48

masa 1 000 sjemenki.....	9, 32, 64, 66
osipanje.....	93
prinos sjemena.....	9, 19, 20, 21, 32, 37, 52, 64, 66
sadržaj bjelančevina u sjemenu.....	66
sadržaj ulja u sjemenu.....	66
sadržaj vlage u sjemenu.....	66
žetva.....	25, 55, 57
sjemena ljuska.....	15, 42, 74
snopići.....	11, 12, 27, 39, 40, 41, 51
primarni snopići.....	12
sekundarni snopići.....	11, 12
sorta.....	5, 13, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 30, 39, 42, 44, 51, 52, 53, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 82, 84, 95, 98
Imperial.....	52
Kompolti.....	22
Kompolti hibrid T.C.....	22
Kompolti Sarga Száru.....	22
Mikael.....	52
Recital.....	52
Unico B.....	22
srčika.....	11, 12, 39, 40
srčikini zruci.....	12
srednja lamela.....	12
srednji list.....	121
stabljika.....	2, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 71, 72, 78, 80, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 97, 98, 100, 101, 104, 105, 107, 123
crvena stabljika.....	83
debljina stabljike.....	11, 32, 64, 66
kvocijent stabljike.....	11
lomljenje stabljike.....	62
ljubičasta stabljika.....	83
masa stabljike.....	32
poprečni presjek stabljike.....	11, 41
prinos stabljike.....	21, 22, 32, 50, 52, 64
prinos stabljike nakon močenja.....	32
prinos zrakosuhe stabljike.....	20, 32, 64
razgranatost stabljike.....	65, 66
suha tvar stabljike.....	32
tehnička dužina stabljike.....	32, 64
trulež stabljike.....	54
visina stabljike.....	66
stadij jarovizacije.....	47, 75
stadij razvoja.....	47, 75
stadij jarovizacije.....	47, 75
svjetlosni stadij.....	47, 75
striper strojevi.....	80
strojevi.....	25, 55, 56, 58, 77, 81, 93, 104, 111
čupači.....	55, 56
linter strojevi.....	81
okretači.....	56
striper strojevi.....	80
strojevi za egreniranje.....	81
turbina.....	28, 61, 63
vezačica.....	25
strojevi za egreniranje.....	81
stupanj zrelosti vlakna.....	82
suha tvar stabljike.....	32
svjetlosni stadij.....	47, 75

## Š

šupljina.....	10, 39, 40, 81
---------------	----------------

## T

tehnička dužina stabljike.....	32, 64
tip rasta.....	
determinirani ili završeni tip.....	71
nedeterminirani ili nezavršeni tip.....	71
tobolac.....	42, 73, 85, 91, 96, 118
tossa juta.....	94, 95, 96, 97, 99
trulež stabljike.....	54
tubast.....	41
tučak.....	14, 41, 72, 85, 91, 96
turbina.....	28, 61, 63

## U

unutrašnji list.....	121
----------------------	-----

## V

vanski list.....	121
veličina lista.....	13
vezačica.....	25
vijugavost vlakna.....	82
visina stabljike.....	66
vjenčić.....	85
vlakno.....	5, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 47, 48, 50, 51, 52, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 73, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 123, 124
boja vlakna.....	41, 60
čvrstoća vlakna.....	57
debljina vlakna.....	78, 81, 82
dužina vlakna.....	11, 84, 106
elastičnost.....	21, 29, 31
elastičnost vlakna.....	13, 100
higroskopnost vlakna.....	29, 31
lint.....	68, 81
linter.....	68, 81
masnoća vlakna.....	29
miris vlakna.....	27, 29, 30, 40
predivost vlakna.....	29
primarno vlakno.....	13
prinos dugog vlakna.....	32, 65
prinos kratkog vlakna.....	32, 65
prinos ukupnog vlakna.....	32
randman vlakna.....	16, 78, 82, 96, 117
sjaj.....	29, 39, 41, 81
stupanj zrelosti vlakna.....	82
vijugavost vlakna.....	82

---

vlačnost vlakna .....	82
vlačnost vlakna .....	82
vosak .....	110
vrste grana .....	71
monopodijalne .....	71, 91
simpodijalne .....	71, 91

---

**Z**

zalamanje .....	79, 80
-----------------	--------

zalisak .....	72
zvonast .....	41

---

**Ž**

žetva .....	25, 55, 57
-------------	------------







