

SOJA



Jegor Miladinović • Milica Hrustić • Miloš Vidić

SOJA

dr Jegor Miladinović
dr Milica Hrustić
dr Miloš Vidić

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
Sojaprotein, Bečej
2008.

SOJA/SOYBEAN

Urednici / Editors

Jegor Miladinović
Milica Hrustić
Miloš Vidić

Izdavači / Published by

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
Sojaprotein, Bečej

Za izdavače / Publishers

Prof. dr Petar Sekulić, direktor
Branislava Pavlović, generalni direktor

Recenzenti / Reviewers

Akademik Rudolf Kastori
Prof. dr Srbislav Denčić, dopisni član
VANU

Prof. dr Ljubinko Starčević

Dr Dragana Miladinović, naučni savetnik

Saradnica / Assitant

Gordana Kuzmanović

Likovna oprema / Design

Vojin Reljin, akademski slikar

Grafička priprema / Prepress

Borislav Đukanović, graf. ing.

Tiraž / Printed in

1.000 primeraka / copies

Štampanje završeno / Printed

Novembar 2008.

Autori / Authors

Dr Milica Hrustić
Dr Jegor Miladinović
Mr Vuk Đorđević
Prof. dr Petar Sekulić
Dr Nastasija Mrkovački
Mr Vojin Đukić
Dr Svetlana Balešević - Tubić
Dr Mladen Tatić
Dr Miloš Vidić
Prof. dr Stevan Jasnić
Prof. dr Radosav Sekulić
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi
Sad, Srbija
Prof. dr Reid G. Palmer
Prof. dr Randy C. Shoemaker
USDA ARS CICGR and the Department of
Agronomy, Iowa State University, Ames,
Iowa, USA

Prof. dr Joseph W. Burton
USDA/ARS, North Carolina State Univer-
sity, Raleigh, North Carolina, USA

Prof. dr James H. Orf
Department of Agronomy and PLant Ge-
netics, University of Minnesota, St. Paul,
Minnesota, USA

Prof. dr Miodrag Dimitrijević
Prof. dr Sofija Petrović
Mr Igor Kurjački

Prof. dr Novica Petrović

Prof. dr Ivana Maksimović
Prof. dr Jovan Crnobarac
Prof. dr Branko Marinković
Prof. dr Đuro Bošnjak
Prof. dr Tatjana Kereši
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija

SADRŽAJ

SADRŽAJ	
PREDGOVOR	10
PREDGOVOR DRUGOM IZDANJU	11
ZNAČAJ, POREKLO I ŠIRENJE SOJE	13
Milica Hrustić, Jegor Miladinović	
ZNAČAJ SOJE.....	13
ISTORIJAT I ŠIRENJE SOJE	14
Postojbina soje	14
Širenje soje u svetu	15
PROIZVODNJA SOJE U SVETU	16
PROIZVODNJA SOJE U EVROPI.....	18
PROIZVODNJA SOJE U NAŠOJ ZEMLJI.....	20
SOJA U VOJVODINI	23
SOJA U INSTITUTU ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO, NOVI SAD	24
Genetski resursi.....	25
Metode i pravci oplemenjivanja.....	27
Početak rada na oplemenjivanju soje u Institutu.....	30
Oplemenjivanje na produktivnost i druga svojstva	31
Oplemenjivanje na posebna svojstva.....	35
NS Sorte soje u inostranstvu	38
IZVOD	39
MORFOLOGIJA I FAZE RAZVOJA SOJE	44
Jegor Miladinović, Vuk Đorđević	
MORFOLOGIJA	44
Korenov sistem.....	44
Anatomska građa korena.....	44
Rast i razvoj korenovog sistema	46
Korenske kvržice	48
Stablo	48
Anatomska građa stabla.....	49
Rast i razvoj stabla.....	50
List	52
Anatomska građa lista.....	53
Cvet	55
Građa cveta.....	57
Mahuna	57
Unutrašnja građa mahune	59
Seme.....	59
Hemijski sastav semena	61
GRUPE ZRENJA.....	62
Faze razvoja i razvića.....	63
Svrha opisa razvojnih faza	63
Vegetativni rast	64
Reproduktivni razvoj	64
IZVOD	65
GENETIKA SOJE	70
Reid G. Palmer, Randy C. Shoemaker	
Germplazma.....	70
Kvalitativna genetika	71
Tradicionalna (klasična) mapa vezanih gena ..	72
Genom soje	72
Komparativno mapiranje	72
Duplikacija genoma i prostor gena	73
Kada su uočene duplikacije genoma soje?	75
IZVOD.....	114
KVANTITATIVNA GENETIKA: REZULTATI U OPLEMENJIVANJU SOJE	130
Joe W. Burton	
PODELA NASLEDNE VARIJANSE	131
Nested modeli u samooplodnji	131
Dialelni modeli	133
Implikacije za oplemenjivanje soje	133
HETEROZIS	134
HERITABILNOST	137
Predviđanje reakcije na selekciju	138
Empirijske ocene.....	139
KORELACIJE	140
SELEKCIJA	142
Razvoj populacije.....	142
Selekcija čistih linija.....	143
Poboljšanje populacije – selekcija na jedno svojstvo	145

Poboljšanje populacije – selekcija na više svojstava	147
Selekcija pomoću markera	150
IZVOD	151
INTERAKCIJA GENOTIP X SPOLJAŠNJA SREDINA	152
Ocene interakcije genotip x spoljašnja sredina	153
Analiza stabilnosti	154
IZVOD	155
Zaključak	165
METODI OPLEMENJIVANJA SOJE	176
James H. Orf	
KONVENCIONALNI METODI OPLEMENJIVANJA	176
Ciljevi oplemenjivanja	177
Odabir roditelja	179
Inbreeding, Selekcija i Ocena linija	181
Metod čiste linije	181
Pedigre	182
Metod selekcije u smeši (Balk metod)	184
Masovna selekcija	185
Metod potomstva jednog zrna (SSD)	185
Metod testiranja ranih generacija (EGT)	187
Povratno ukrštanje	188
Rekurentna selekcija	189
Primena muške sterilnosti u oplemenjivanju soje	189
Mutacije	190
Transformacije	190
Upotreba genetskih markera u oplemenjivanju soje	190
Hibridne sorte soje	191
Zaključak	191
IZVOD	192
GENETIČKE MODIFIKACIJE BILJNOG GENOMA	195
Miodrag Dimitrijević, Sofija Petrović	
Genetičke modifikacije soje	196
Genetičke modifikacije	198
Metodi kreiranja GM soje i RoundUp Ready himerni gen	200
Stabilnost transgene transformacije i genoma	203
Odbrambeni mehanizmi ćelije kao faktori stabilnosti	204
Regulatorni regioni himernog gena - mogući izvor nestabilnosti	204
DNK kontaminacija	206
Utvrđivanje prisustva himernog gena	207
Genetički determinizam i transgena tehnologija	210

Genomska DNK kao objekt genetičke manipulacije i eko-kontaminacija	211
Vannuklearni nasledni elementi transgene tehnologije	212
Degeneracija sorte – moguć problem u korišćenju transgenih biljaka u proizvodnji	214
Umesto zaključka	215
IZVOD	216
ODNOS SOJE PREMA ELEMENTIMA SPOLJAŠNJE SREDINE	219
Petar Sekulić, Igor Kurjački	
ODNOS SOJE PREMA ELEMENTIMA KLIME	219
Vazduh	220
Svetlost	222
Toplota	224
Voda	226
ODNOS SOJE PREMA ZEMLJIŠTU	228
Klasifikacija zemljišta	229
Zastupljenost pojedinih tipova zemljišta u Srbiji i njihov značaj za proizvodnju soje ...	231
MINERALNA ISHRANA SOJE	243
Novica Petrović, Ivana Maksimović	
ULOGA NEOPHODNIH MINERALNIH ELEMENATA U ISHRANI SOJE	244
Azot – fiziološka uloga i značaj	244
Fosfor – fiziološka uloga i značaj	245
Sumpor – fiziološka uloga i značaj	247
Kalijum – fiziološka uloga i značaj	248
Kalcijum – fiziološka uloga i značaj	249
Magnezijum – fiziološka uloga i značaj	250
Gvožđe – fiziološka uloga i značaj	251
Mangan – fiziološka uloga i značaj	253
Cink – fiziološka uloga i značaj	255
Bakar – fiziološka uloga i značaj	257
Bor – fiziološka uloga i značaj	258
Molibden – fiziološka uloga i značaj	259
Kobalt – fiziološka uloga i značaj	261
Nikal – fiziološka uloga i značaj	262
IZVOD	265
AZOTOFIKSACIJA SOJE	269
Nastasija Mrkovački	
Nodulacija	270
Nitrogenaza	272
Hidrogenaza	273
Asimilacija NH ₄ ⁺ i metabolizam azota u simbiozi	274
Energetski bilans azotofiksacije	274
Neki faktori koji ograničavaju simbiozu	275
Interakcija soje i sojeva <i>B. japonicum</i>	277
Inokulacija – Nitraginizacija	280
IZVOD	284

AGROTEHNIKA SOJE	289
Jovan Crnobarac, Vojin Đukić, Branko Marinković	
IZBOR SORTE	291
MESTO SOJE U PLODOREDU	293
ĐUBRENJE	295
OBRADA ZEMLJIŠTA	298
Osnovna obrada	299
Predsetvena priprema	300
Priprema zemljišta za postrnu setvu	302
Redukovana obrada	303
SETVA	304
Vreme setve	304
Gustina setve i količina semena	305
Dubina setve	309
INOKULACIJA SEMENA	310
NEGA USEVA TOKOM VEGETACIJE	311
REGENERACIJA BILJAKA	313
ŽETVA	315
IZVOD	319
NAVODNJAVANJE SOJE U REDOVNOJ, DRUGOJ I POSTRNOJ SETVI	323
Đuro Bošnjak	
UVOD	323
POTREBE SOJE ZA VODOM	326
POTREBE SOJE ZA VODOM U VOJVODINI	329
ZALIVNI REŽIM	331
Zalivni režim prema kritičnim periodima za vodu	332
Zalivni režim prema vlažnosti zemljišta	333
Vodni bilans kao osnova zalivnog režima	334
EFEKAT NAVODNJAVANJA NA PRINOS I KVALITET SOJE	338
NAČINI NAVODNJAVANJA I REALIZACIJA RACIONALNOG ZALIVNOG REŽIMA	340
NAVODNJAVANJE SOJE KAO USEVA DRUGE I POSTRNE SETVE	343
ZALIVNI REŽIM SOJE U DRUGOJ I POSTRNOJ SETVI	346
IZVOD	347
SEMENARSTVO SOJE	350
Svetlana Balešević - Tubić, Mladen Tatić	
ORGANIZACIJA SEMENARSTVA SOJE	351
Kategorije semena soje	351

Površine i količine semena soje po kategorijama	352
SPECIFIČNOSTI AGROTEHNIČKIH MERA U PROIZVODNJI SEMENA SOJE	353
Izbor parcele i plodored	353
Osnovna obrada i predsetvena priprema	354
Đubrenje	354
Inokulacija semena	355
Setva	355
Nega useva	356
Navodnjavanje	357
Sortno plevljenje	357
Žetva	357
DORADA I SKLADIŠTENJE SEMENA SOJE	358
Dorada semena	358
Skladištenje semena	359
ISPITIVANJE KVALITETA SEMENA SOJE	361
Uzorkovanje semena	361
Ispitivanje čistoće semena	361
Određivanje sadržaja vlage	362
Ispitivanje klijavosti	362
Ispitivanje zdravstvenog stanja semena	363
PRIMENA BIOHEMIJSKIH I MOLEKULARNIH MARKERA U SEMENARSTVU SOJE	364
Biohemijski markeri – Izoenzimi	365
Molekularni markeri	366
IZVOD	367
BOLESTI SOJE	370
Miloš Vidić, Stevan Jasnić	
MRKA PEGAVOST	371
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	371
Simptomi	371
Osobine parazita; biologija i epidemiologija	372
Suzbijanje	373
PLAMENJAČA	373
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	373
Simptomi	374
Osobine parazita, biologija i epidemiologija	376
Suzbijanje	377
KONCENTRIČNA (MRKO-ZONIRANA) PEGAVOST	378
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	378
Simptomi	378
Osobine parazita, biologija i epidemiologija	379
Suzbijanje	379
SIVA ZONIRANA PEGAVOST	379
Simptomi	379
Osobine parazita, biologija i epidemiologija	380
Suzbijanje	380
SIVA PEGAVOST	380
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	380

Simptomi	381	Simptomi	414	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	437	CONTENTS:	
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	381	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	415	Suzbijanje	438	SIGNIFICANCE, ORIGIN AND PRODUCTION OF SOYBEAN	13
Suzbijanje	382	Suzbijanje	416	IZVOD	438	Milica Hrustić, Jegor Miladinović	
PURPURNA PEGAVOST	382	TRULEŽ (PROPADANJE) SEMENA SOJE	417	ŠTETOČINE SOJE	448	MORPHOLOGY AND STAGES OF DEVELOPMENT	44
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	382	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	417	Radosav Sekulić, Tatjana Kereši		Jegor Miladinović, Vuk Dorđević	
Simptomi	383	Simptomi	417	ŠTETOČINE PODZEMNIH ORGANA BILJAKA	449		
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	383	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	418	Skočibube (<i>Elateridae</i>).....	449		
Suzbijanje	385	Suzbijanje	419	Gundelji (<i>Scarabaeidae</i>).....	453		
PEPELNICA	385	RIZOKTONIJSKA TRULEŽ KORENA I STABLA, POLEGANJE KLIJANACA, NEKROZA KORENA I STABLA I UVENUĆE I SUŠENJE BILJAKA	420	Dvokrilci (<i>Diptera</i>).....	454	SOYBEAN GENETICS	70
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	385	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	420	Nematode (<i>Nematoda</i>).....	456	Reid G. Palmer, Randy C. Shoemaker	
Simptomi	385	Simptomi	420	ŠTETOČINE NADZEMNIH ORGANA BILJAKA	458		
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	386	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	421	Siva kukuruzna pipa (<i>Tanymecus dilaticollis</i> Boh.)	458	QUANTITATIVE GENETICS: RESULTS IN SOYBEAN BREEDING	130
Suzbijanje	386	Suzbijanje	422	Male lisne pipe (<i>Sitona</i> spp.)	459	Joe W. Burton	
RDA	387	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	421	Lisne vaši (<i>Aphididae</i>).....	460	METHODS OF SOYBEAN BREEDING	176
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	387	Suzbijanje	422	Tripsi (<i>Thysanoptera</i>)	462	James H. Orf	
Simptomi	387	FUZARIOZNA UVELOST I TRULEŽ KORENA I KORENOVOG VRATA	423	Stenice (<i>Heteroptera</i>)	464	GENETIC MODIFICATIONS OF PLANT GENOME	195
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	387	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	423	Sovice (<i>Noctuidae</i>)	467	Miodrag Dimitrijević, Sofija Petrović	
Suzbijanje	387	Simptomi	423	Stričkov šarenjak (<i>Vanessa cardui</i> L.)	473	SOYBEAN REACTION TO ENVIRONMENTAL FACTORS	219
ANTRAKNOZA	389	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	424	Sojin ili bagremov plamenac (<i>Etiella zinckenella</i> Tr.)	476	Petar Sekulić, Igor Kurjački	
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	389	Suzbijanje	425	Pregljevi (<i>Acarina</i>)	479	MINERAL NUTRITION OF SOYBEAN	243
Simptomi	389	PALEŽ KLICA I POLEGANJE KLIJANACA.....	426	Atlantski pregalj (<i>Tetranychus atlanticus</i> Mc Gregor)	480	Novica Petrović, Ivana Maksimović	
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	391	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	426	Hrčak (<i>Cricetus cricetus</i> L.)	485	SOYBEAN NITROGEN FIXATION	269
Suzbijanje	393	Simptomi	426	Poljska voluharica (<i>Microtus arvalis</i> Pall.).....	488	Nastasija Mrkovački	
RAK STABLA SOJE	393	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	427	Divlji zec (<i>Lepus europaeus</i> L.)	489	SOYBEAN CULTURAL PRACTICES	289
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	393	Suzbijanje	428	IZVOD	491	Jovan Crnobarac, Vojin Đukić, Branko Marinković	
Simptomi	394	BAKTERIOZNA PEGAVOST (BAKTERIOZNA PLAMENJAČA)	429	”SOJAPROTEIN” LIDER U PRERADI SOJE	496	SOYBEAN IRRIGATION.....	323
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	395	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	429			Đuro Bošnjak	
Suzbijanje	399	Simptomi	429			SOYBEAN SEED PRODUCTION	350
PALEŽ MAHUNA I STABLA	399	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	431			Svetlana Balešević - Tubić, Mladen Tatić	
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	399	Suzbijanje	432			SOYBEAN DISEASES	370
Simptomi	400	BAKTERIOZNA OSPIČAVOST (MRKA PEGAVOST).....	432			Miloš Vidić, Stevan Jasnić	
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	401	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	432			SOYBEAN PESTS.....	448
Suzbijanje	402	Simptomi	432			Radosav Sekulić, Tatjana Kereši	
BELA TRULEŽ.....	403	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	433			”SOJAPROTEIN” - SOYBEAN PROCESSING LEADER	496
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	403	Suzbijanje	433			SUMMARY	505
Simptomi	404	DIVLJA VATRA.....	434				
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	405	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	434				
Suzbijanje	407	Simptomi	434				
UGLJENASTA TRULEŽ (NEKROZA) KORENA I STABLA	408	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	434				
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	408	Suzbijanje	434				
Simptomi	408	MOZAIK SOJE.....	435				
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	409	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	435				
Suzbijanje	411	Simptomi	435				
MRKA TRULEŽ STABLA	411	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	436				
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	411	Suzbijanje	437				
Simptomi	412	SUŠENJE PUPOLJAKA.....	437				
Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	412	Rasprostranjenost i ekonomski značaj	437				
Suzbijanje	413	Simptomi	437				
TRULEŽ KORENA I STABLA	414	Osobine parazita, biologija i epidemiologija..	437				
Rasprostranjenost i ekonomski značaj	414	Suzbijanje	437				

PREDGOVOR

Soja je biljka sa dugom tradicijom u gajenju i korišćenju. Svetski značaj u poljoprivrednoj proizvodnji, ishrani i industriji, dobija međutim, tek u dvadesetom veku. Zbog hemijskog sastava zrna (preko 60% proteina i ulja) soja je značajan izvor hrane stalno rastućem broju stanovniku u svetu. U našoj zemlji je kao biljna vrsta poznata odavno, ali tek u poslednje dve decenije svrstava se u vodeće ratarske biljke. Uvođenje nove biljne vrste u proizvodnju bilo je praćeno nizom nejasnoća vezanih ne samo za gajenje, nego i za upotrebu. U proizvodnji stočne hrane postojale su potrebe za proteinskom komponentom, ali sama proizvodnja soje nije bila dovoljna da reši ovo pitanje. Izgradnja prerađivačkih kapaciteta u velikoj meri je doprinela povećanju površina i stabilizovanju proizvodnje, jer je tako proizvođačima obezbeđen plasman, a stočarska proizvodnja je dobila kvalitetnu sirovinu.

Povećanje proizvodnje je pratio i odgovarajući naučno-istraživački rad. Prvi rezultati istraživanja saopštavani su na brojnim savetovanjima i objavljivani u naučnim i stručnim časopisima. Celovite podatke o značaju soje u svetu, kao i preporuke o mogućnostima gajenja u našoj zemlji, izneli su Đorđević i Nenadić 1980. godine u knjizi "Soja". Na bazi sopstvenih eksperimentalnih rezultata, višegodišnjeg iskustva i pregleda svetske literature, Nenadić i saradnici 1995. godine izdali su monografiju "Soja proizvodnja i prerada". Širenjem u proizvodnji postaju interesantni i pojedini aspekti gajenja. Tako Aćimović, 1988. godine izdaje publikaciju "Prouzrokovaci bolesti soje i njihovo suzbijanje", Čamprag, Kereši i Sekulić, 1996. objavljuju publikaciju "Integralna zaštita soje od štetočina", dok Reljin, Jovanović i Tica, 1997. razmatraju ekonomske pokazatelje gajenja u publikaciji "Soja ekonomika proizvodnje".

Još od 1975. godine, kada se soja posle nekoliko neuspelih pokušaja, ustalila na našim poljima, u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo i na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu brojna ekipa naučnika radi na oplemenjivanju soje i problemima bitnim za proizvodnju. Ova knjiga predstavlja pregled rezultata do kojih se došlo u svim oblastima na kojima su vršena istraživanja. Rezultati su potkrepljeni podacima iz strane literature, da bi se stekao uvid u stanje istraživanja u svetu. Knjiga se sastoji od 15 poglavlja u kojima su obrađeni istorijski pregled i značaj soje,

opis biljke i njenih potreba tokom rasta i razvoja, agrotehničke mere koje utiču na poboljšanje proizvodnje, bolesti i štetočine koje je ugrožavaju, uloga semenaštva, prerada i upotreba kao završnica ukupne proizvodnje. Stoga se nadamo da će knjiga biti interesantna za široki krug čitalaca koji su uključeni u proizvodnju soje.

Posebna pažnja je posvećena genetici i oplemenjivanju soje, tako da su deo knjige napisali vodeći naučnici iz SAD, gde su ova istraživanja najviše razvijena. Poglavlja sadrže osnove kvantitativne i kvalitativne genetike kao i metode oplemenjivanja soje. Stoga mogu biti interesantna za studente i naučne radnike iz oblasti genetike, jer daju pregled najnovijih istraživanja soje na nivou gena, koja kod nas nisu zastupljena. Osnovni cilj i završni deo rada iz ove oblasti su sorte koje će se gajiti zbog nekih određenih svojstava, gde naši rezultati ne zaostaju za svetskim.

Autori se zahvaljuju svima koji su na bilo koji način doprineli pisanju knjige, a posebno recenzentima prof. dr Ivanu Mihaljevu, prof. dr Ljubinku Starčeviću i prof. dr. Rudolfu Kastoriju na korisnim savetima koji su doprineli formi i sadržaju knjige. Autori se takođe zahvaljuju Saveznom ministarstvu za nauku, tehnologiju i razvoj, Republičkom ministarstvu za nauku i tehnologiju, Saveznom ministarstvu za poljoprivredu za finansijsku pomoć pri izdavanju knjige.

U Novom Sadu, juli 1997

Autori

PREDGOVOR DRUGOM IZDANJU

U prvom izdanju knjige SOJA objavljenom 1998. godine prezentovan je zbir dotadašnjih saznanja iz oblasti fundamentalnih i primenjenih istraživanja, kao i rezultati rada na oplemenjivanju soje u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo.

U proteklih deset godina zastupljenost soje nastavila je da se povećava na globalnom nivou. Površine pod ovom biljnom vrstom porasle su sa 62 miliona ha u 1995. na 93 miliona ha u 2006. godini, dok je u istom periodu proizvodnja gotovo udvostručena, sa 123 miliona tona porasla je na 221 milion tona. Prema ovim pokazateljima soja je najznačajnija industrijska biljka u svetskim razmerama, i to sa dva aspekta – kao osnovni izvor proteinskih hraniva u ishrani stoke, peradi i riba i kao najvažniji izvor biljnih ulja.

MORFOLOGIJA I FAZE RAZVOJA SOJE

Jegor Miladinović, Vuk Đorđević

MORFOLOGIJA

Korenov sistem

Korenov sistem soje je osovinskog tipa, karakterističan za dikotile. Međutim, usled porasta bočnih korenova u kasnijim fazama razvoja, glavni koren se najčešće ne može razdvojiti od bočnih korenova, pa se korenov sistem soje najpribližnije može opisati kao difuzan (Lersten i Carlson, 1987). Osnovni delovi su glavni koren, bočni (lateralni) i adventivni korenovi. Po vremenu nastanka, može se izvršiti podela na primarni, sekundarne, tercijerne i korenove višeg reda.

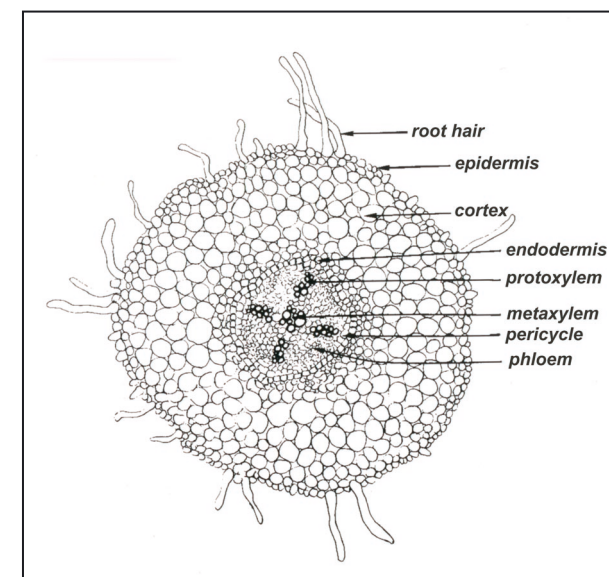
Pod uticajem aktivnosti bakterija – azotofiksatora *Bradyrhizobium japonicum* na korenu se obrazuju kvržice. Rast i razvoj korenovog sistema uslovljen je kako osobinama pojedine sorte, tako i spoljašnjim faktorima (klimatski i zemljišni). Veći broj autora dobio je značajne razlike u brzini porasta, prečniku i broju korenova, kao i akumulaciji suve materije korena između genotipova gajenih u istim uslovima spoljašnje sredine (Mitchell i Russell, 1971; Kaspar i sar., 1978; Zobel, 1980). Sa druge strane, Stone i Taylor (1983) i Kaspar i sar. (1981), ustanovili su da na rast i razvoj korenovog sistema soje bitno utiču uslovi sredine, pre svega temperatura zemljišta.

Anatomska građa korena

Na primarnoj građi korena razlikuju se tri dela: rizoderm, primarna kora i centralni cilindar (Slika 2.1).

Slika 2.1

Poprečni presek glavnog korena u zoni korenskih dlačica (Lersten i Carlson, 1987)



Rizoderm je sastavljen od ćelija radijalno raspoređenih u odnosu na osu korena. Ove ćelije su jednostavne građe, tankih ćelijskih zidova koji omogućavaju lako usvajanje vode i mineralnih materija. U potrazi za hranivima, pojedine ćelije rizoderma se izdužuju i formiraju korenske dlačice, što značajno povećava ukupnu apsorcionu površinu korena. Ne može se sa sigurnošću utvrditi koliko tačno iznosi to povećanje, ali se smatra da korenske dlačice čine oko 85% ukupne apsorzione površine (Carlson, 1969). Prema istraživanjima Dittmera (1940, cit. po Lersten i Carlson, 1987) korenove dlačice mogu se naći na svim korenovima, osim glavnog, gde sekundarno zadebljavanje uklanja rizoderm (Tabela 2.1).

Tabela 2.1

Podaci o korenu i korenovim dlačicama soje sorte Illini u poljskim uslovima (prema Dittmer, 1940)

Vrsta korena	Prosečni prečnik korena	Korenske dlačice dužina x prečnik	Broj korenskih dlačica (mm ⁻¹ dužine korena)
	mm	µm	
Glavni koren*	2.50	-	-
Sekundarni korenovi	0.65	110 x 17	606
Tercijarni korenovi	0.31	90 x 14	210
Kvaternarni korenovi	0.23	90 x 14	170

* – Sekundarni rast uslovio je gubitak rizoderma i korenovih dlačica

Primarna kora sastavljena je od parenhimskih ćelija i nalazi se između rizoderma i centralnog cilindra. Kod glavnog korena sastavljena je od 8 do 11 slojeva ćelija sa dosta intercelularnih prostora, a u korenovima višeg reda taj broj se kreće od 4 do 9 (Lersten i Carlson, 1987). Čelije bliže rizodermu su primetno manje i čine egzoderm, dok sloj ćelija bliže centralnom cilindru čini endoderm sa karakterističnim Kasparijevim tačkama.

Centralni cilindar čini provodni snopić radijalnog tipa i pericikl. Pericikl je veoma važan za stvaranje novih ćelija, naročito za razvoj bočnih korenova i sekundarnog kožnog tkiva prilikom sekundarnog zadebljavanja. Rast bočnih korenova započinje u tačkama pericikla nasuprot ksilemskih traka. Pošto je glavni koren soje tetrahedne strukture, sekundarni korenovi rastu u četiri reda pod uglom od približno 90° u odnosu na osu glavnog korena (Mitchell i Russell, 1971). Ova simetričnost se, međutim, teško uočava zbog uvrtanja glavnog korena prilikom prodiranja kroz zemljište. Lateralni korenovi imaju tetrahednu ili trijarhnu strukturu, a tercijerni i korenovi višeg reda trijarhnu ili dijarhnu, pa u zavisnosti od strukture rastu u dva, tri, ili četiri reda oko ose izvornog korena (Carlson, 1973).

Najveći deo korenovog sistema soje čine četiri do sedam jako razgranatih lateralnih korenova koji rastu iz bazalnog dela glavnog korena, te se stoga nazivaju i bazalnim i imaju veće prečnike od korenova koji rastu iz nižih delova glavnog korena (Zobel, 1980). Prema Mitchelu i Russellu (1971), bazalni korenovi nakon horizontalnog rasta od 20 do 36 cm, naglo skreću naniže i započinju brz porast do oko 2 m.

Korenovi višeg reda formiraju se uvek kada su uslovi povoljni, ali njihov vek nije dug – u zavisnosti od uslova traju 10 do 20 dana, a zatim se suše i izumiru, dok ishodni koren ostaje i kad se za to stvore uslovi inicira rast novih korenova (Huck i Davis, 1976).

O adventivnim korenovima se malo zna. Prema Tanaki (1977), razvijaju se iz podzemnog dela hipokotila, a prema načinu rasta i funkciji bliski su bazalnim korenovima i mogu dostići njihovu dužinu i prečnik. Kao i kod ostalih delova korenovog sistema, na njihov rast i razvoj znatno utiču uslovi u zemljištu, a posebno temperatura (Stone i Taylor, 1983).

Rast i razvoj korenovog sistema

Kako je rast i razvoj korenovog sistema soje tokom vegetacije dosta neujednačen, više autora se bavilo podelom rasta po određenim fazama (Mitchell i Russell, 1971; Sanders i Brown, 1979; Mason i sar., 1980). Najprecizniju podelu dali su Mason i sar. (1980), jer su rast korenovog sistema povezali sa fazama rasta nadzemnog dela biljke (prema Fehr i Caviness, 1977). Prema ovoj podeli, koren soje prolazi kroz pet faza rasta: rani vegetativni porast (VE – V6), period pre cvetanja (V6 – R1), cvetanje (R1 – R3), formiranje i rast mahuna (R3 – R4) i rast semena i zrelost (do R6).

- Rani vegetativni porast

Razvoj korenovog sistema započinje klijanjem semena i rastom klicinog korenka iz koga nastaje glavni koren. U ovom periodu koren raste mnogo brže nego nadzemni deo biljke i uz povoljnu vlažnost zemljišta dostiže dnevni porast od 2,5 do 5 cm (Mitchell i Russell, 1971), da bi na kraju ove faze dostigao dubinu od 0,8 do 1 m (Sivakumar i sar., 1977). Lateralni korenovi počinju da rastu horizontalno 3 do 7 dana nakon klijanja i obično su na kraju faze dugački 25 do 30 cm, a u zavisnosti od temperature i vlažnosti zemljišta mogu se naći najviše na 3 cm od površine (Mitchell i Russell, 1971). Korenovi drugog i trećeg reda takođe počinju da prorastaju u sloju 0 do 15 cm, gde se obično nalazi glavna masa korena soje. Koliki će se deo korena naći u ovom sloju, zavisi prvenstveno od vlažnosti zemljišta. Mayaki i sar. (1976) su na kraju vegetacije u ovom sloju izmerili 51% ukupne mase korena biljaka u suvom ratarenju, dok je taj procenat kod navodnjavanih biljaka iznosio 67%. Na kraju ove faze, kad biljka dostigne stadijum V6, odnos suve mase nadzemnog dela biljke prema suvoj masi korena kreće se oko 3.8 (Sivakumar i sar., 1977).

- Period pre cvetanja

U ovoj fazi se usporava rast glavnog korena, dok lateralni korenovi dostižu maksimalnu horizontalnu dužinu. Korenovi višeg reda počinju porast čitavom dužinom korena i ukupna suva masa korena se povećava. Odnos mase nadzemnog dela biljke prema korenu dostiže vrednost 6,8 do faze R1 i povećava se tokom vegetacionog perioda usled rapidnog porasta u reproduktivnim fazama (Kaspar, 1985).

- Cvetanje

U fazi cvetanja ponovo dolazi do naglog porasta, kako nadzemnog dela biljke, tako i korena. U ovom periodu Mason i sar. (1980) utvrdili su povećanje ukupne suve mase korena u odnosu na prethodnu fazu rasta od 84% i dužine od 165%, najviše u toku čitave vegetacije, što je u skladu sa rezultatima koje su dobili Kaspar i sar. (1978). Ipak, rast korena je sporiji nego rast nadzemnog dela biljke i njihov odnos u fazi R2 dostiže vrednost 9 (Sivakumar i sar., 1977). Novo povećanje dužine uglavnom je vezano za dublje slojeve zemljišta, dok se najveći deo suve mase i dalje nalazi u sloju do 30 cm. Lateralni korenovi su završili horizontalni porast i započeli rapidan rast u dubinu, što se objašnjava višom temperaturom i nižom vlažnošću zemljišta bliže površini (Mitchell i Russell, 1971).

- Formiranje i rast mahuna

Koren i dalje raste, ali sporije nego tokom cvetanja. Ako je zemljište obezbeđeno vlagom, novi rast korena uočava se u sloju do 30 cm. Kako se to u ovoj fazi retko dešava, uglavnom dolazi do izduživanja u dublje slojeve.

- Rast semena i zrelost

U ovoj fazi rast korena je znatno usporen u poređenju sa prethodnim, jer gotovo svu organsku materiju stvorenu u procesu fotosinteze biljka utroši na formiranje i nalivanje zrna. Povećanje suve mase u sloju zemljišta do 15 cm uglavnom je vezano

za sekundarno zadebljavanje glavnog i lateralnih korenova (Kaspar, 1985), dok je rast u dubinu obično završen do početka nalivanja zrna. Ukupna suva masa korena se smanjuje usled odumiranja starijih delova korenovog sistema, a odnos suve mase nadzemnog dela biljke prema suvoj masi korena dostiže vrednost 10 (Sanders i Brown, 1976).

Korenske kvržice

Važan deo korenovog sistema soje su korenske kvržice. Soja, kao i druge leguminozne biljke, stupa u simbiotski odnos sa bakterijama – azotofiksatorima iz roda *Bradyrhizobium* koje žive na korenu u kvržicama (nodulama) i stoga se nazivaju i kvržične bakterije. Ove bakterije uzimaju od biljke ugljene hidrate, a snabdevaju je azotom tako što neorganski azot (N_2) iz atmosfere pretvaraju u amonijski oblik (NH_3) pristupačan za biljku. Za soju je karakteristična vrsta *Bradyrhizobium japonicum*. To su gram-negativne, štapičaste bakterije, sposobne za prodor kroz tanke zidove ćelija rizoderma ili korenskih dlačica sve do primarne kore. Intenzivnim deljenjem bakterijskih i dezintegracijom ćelija domaćina formiraju se kvržice, koje su vidljive već 7 do 9 dana nakon infekcije. Tokom treće nedelje od infekcije, inficirano tkivo korena intenzivno proizvodi leghemoglobin, te nodula postaje ružičasta i takva ostaje sve dok je aktivna. Kada se formira leghemoglobin i bakterije prestaju sa deljenjem, počinje azotofiksacija (Bergersen, 1963).

Četvrte nedelje od infekcije, kvržica je dostigla punu veličinu (3 do 6 mm); najčešće je ovalnog, mada može biti i nepravilnog oblika. Tokom vegetacije uočava se lagani porast broja i veličine kvržica (Zobel, 1980). Kvržica aktivno vrši azotofiksaciju 50 do 60 dana, a zatim se suši i odumire. Na jednoj biljci se može naći i više stotina kvržica, uglavnom koncentrisanih u plićem sloju zemljišta, do 20 cm, ali se mogu naći i na dubinama od preko 1m (Grubinger i sar., 1982). Broj kvržica je uslovljen kako unutrašnjim (genetski i fiziološki), tako i spoljašnjim (nivo azota u zemljištu) faktorima (Gibson i Harper, 1985; Harper, 1987). Najmanje 40 gena direktno je uključeno u proces nodulacije i azotofiksacije, od regulacije kompatibilnosti određene sorte soje prema određenom soju *B. japonicum*, preko intenziteta infekcije, pa sve do razvoja kvržica (Rolfe i Gresshoff, 1988).

Stablo

Postoje dva osnovna tipa stabla soje – prostratum, sa habitusom povijuše i erektum, ili uspravni tip. Prvi je karakterističan za divlje vrste soje i može dostići dužinu 2 do 3 m. Komercijalne sorte, pak, imaju uspravno stablo, čija visina zavisi od sorte i uslova uspevanja i kreće se od 30 do 130 cm. Stablo soje je zelene boje, zbog prisustva hlorofila u ćelijama parenhima, obraslo je dlačicama i uglavnom razgranato.

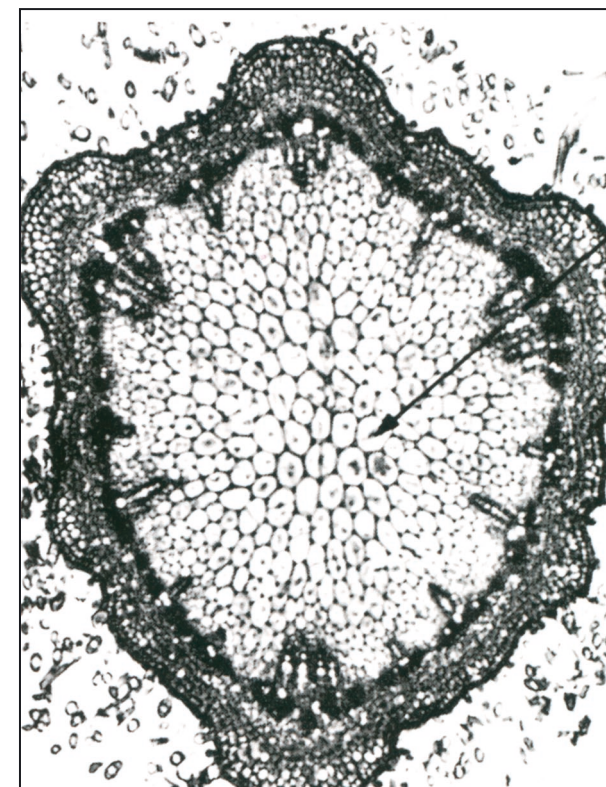
Na stablu se jasno razlikuju čvorovi ili nodije, zadebljanja koja nose listove; deo stabla između dve nodije naziva se internodija. Prva nodija nosi kotiledone, druga prvi par listova (prophylli), dok su na ostalima naizmenično raspoređeni trojno složeni listovi.

Anatomska građa stabla

Na poprečnom preseku stabla soje jasno se uočavaju slojevi centralnog cilindra, primarna kora i epidermis (Slika 2.2).

Slika 2.2

Poprečni presek stabla (prema Curry, 1982; cit. po Lersten i Carlson, 1987)



U središtu stabla nalazi se opsežno parenhimsko tkivo srži sastavljeno od krupnih ćelija bez hlorofila. Ovo tkivo u prvom delu vegetacije služi kao spremište, dok se kasnije, usled sekundarnog zadebljavanja, ćelije razmiču i stablo ostaje šuplje. Srž okružuje zona provodnih snopića ispresecana ćelijama parenhimske tkiva, koje povezuje srž sa primarnom korom, tvoreći tako mrežu pojedinačnih žila, ili eustelu.

Zonu provodnih snopića čine ksilem, smešten prema srži i floem, za provođenje asimilata okrenut prema spoljnoj strani.

Ksilem i floem su međusobno odvojeni ostatkom nediferenciranog kambijuma. Primarni ksilem čine protoksilem i metaksilem. Najpre zametnuti elementi protoksilema zahvaljujući nezadebljalim delovima zidova u stanju su da prate izduživanje pri rastu stabla i sa završetkom produžnog rastezanja gube funkciju. Njegovu funkciju preuzima kasnije izdiferencirani metaksilem čija zavojita struktura omogućava još neznatno produženje. Na sličan način je i floem podeljen na protofloem i metafloem, s tim što metafloem, pored sitastih, ima i ćelije pratilice. Sekundarnim rastom stabla stvaraju se sekundarni ksilem i floem koji na nižim delovima biljke (gde sekundarno zadebljavanje traje najduže) formiraju kompletan cilindar (Cumbie, 1960).

U internodalnom delu stabla uočavaju se provodni snopići (žile) deblji od ostalih iz kojih izbijaju kolateralne žile koje se mogu pratiti prema bazi kao tragovi lisnih snopića. Na svakoj nodiji, tri ovakva traga se odvajaju od stele i stapaju se u provodnu žilu lista.

Primarna kora je od centralnog cilindra odvojena slojem ćelija endoderma, a sačinjava je zeleni asimilacioni skladišni parenhim, koji je sa spoljne strane obavijen kolenhimom. Kod nekih sorti soje, u ovom sloju se nalazi i pigment antocijan čije prisustvo utiče i na boju cveta. Sorte koje sadrže antocijan imaju ljubičastu boju cveta, dok je kod sorti bez antocijana boja cveta bela.

Na površini, stabljika se završava epidermalnim slojem ćelija koje ne sadrže hlorofil i čiji je spoljašnji zid kutinizovan. Za soju je karakteristično da se ćelije epidermisa izdužuju u dlačice, čija boja, gustina i položaj predstavljaju važnu karakteristiku kod komercijalnih sorti. Sorte sa dominantnim *Pd1* genom, imaju veći broj dlačica po jedinici epidermalne površine (Bernard i Singh, 1969; Bernard i Weiss, 1973). Dlačice su bele do tamno smeđe boje i najčešće su pod pravim uglom u odnosu na stablo, mada mogu biti i povijene. Postoje i sorte bez dlačica.

Rast i razvoj stabla

Razvoj stabla započinje izbijanjem izdanka (klicinog stabaočeta) iz zemlje. Na izdanku se uočavaju dva kotiledona i plumula (pupoljak izdanka), koja kod erektum tipa raste pravo naviše. Na prvoj nodiji stabla nalaze se kotiledoni. Iznad kotiledona, na drugoj nodiji, nalazi se par prvih prostih listova, položenih naspramno. Na trećoj, i svim ostalim nodijama nalaze se tipični troperi listovi. U pazuhu svakog lista je pupoljak koji se može razviti kao grana, cvet ili ostati nerazvijen, odnosno spavajući pupoljak (Vratarić, 1986). U zavisnosti od sorte i faktora spoljne sredine, biljka soje je manje ili više razgranata, pri čemu su grane prvog reda uobičajene, dok je sekundarno grananje soje ređe (Dzikowski, 1936). Dalji razvoj stabla zavisi od tipa rasta. Kod soje se razlikuju tri tipa rasta: indeterminantni, determinantni i fascinantni (Slika 2.3).

Slika 2.3

Tipovi rasta stabla (foto: V. Đorđević)



Opis: indeterminantni (gore), determinantni (levo) i fascinantni (desno)

Sorte sa indeterminantnim (nezavršenim) tipom rasta imaju na vrhu stabla vegetativnu kupu rasta. Vršni list je obično sitniji od donjih listova. Do početka cvetanja formiraju oko 67% ukupne suve materije. Rast stabla i formiranje vegetativne mase nastavlja se i posle početka cvetanja. Sorte ovog tipa rasta podložnije su poleganju od determinantnih.

Kod sorti sa determinantnim (završenim) tipom rasta stablo se završava cvašću. Posle početka cvetanja biljke prekidaju rast, što se u uslovima suše nepovoljno odražava na prinos. Ove sorte formiraju oko 80% vegetativne mase do početka cvetanja (Lin i Nelson, 1988). Vršni list je po veličini jednak donjim listovima. Sorte sa ovim tipom rasta više se granaju i otpornije su na poleganje nego sorte indeterminantnog tipa rasta. Kod nas se gaje sorte indeterminantnog tipa rasta.

Kod biljaka sa fascinantnim stablom posle formiranja prvih nekoliko listova, vegetaciona kupa se deli i formira više sraslih stabala. Kao posledica toga javljaju se dva do tri lista na jednoj nodiji. Ove biljke formiraju na vrhu stabla dugu cvast nakon čega se formira zbijeni grozd mahuna. Do sada nije stvorena komercijalna sorta sa ovakvim tipom stabla.

List

Postoje tri različita tipa lista soje: prvi par kotiledonih, ili semenih listova, drugi par prostih, ili primarnih listova i pravi, trojno složeni listovi.

Kotiledoni su deo klice. Vezani su za stabaoce i klijanjem se iznose na površinu. Okruglastog su oblika, obavijeni epidermisom sa stomama, a mogu biti žute ili zelene boje. Imaju funkciju rezervoara hrane i fotosinteze dok biljka potpuno ne pređe na autotrofan način ishrane, nakon čega se suše i opadaju.

U pazuhu svakog kotiledonog lista nalazi se pupoljak iz kojeg izbija po jedan prost (primarni) list, što znači da svaki prost list ima svoju nodiju, ali se iz praktičnih razloga ove dve računaju kao jedna (Slika 2.4). Ovi listovi su postavljeni naspramno na lisnim drškama dužine 1 do 2 cm, dok je liska ovalnog oblika, veličine 2 do 5 cm.

Slika 2.4

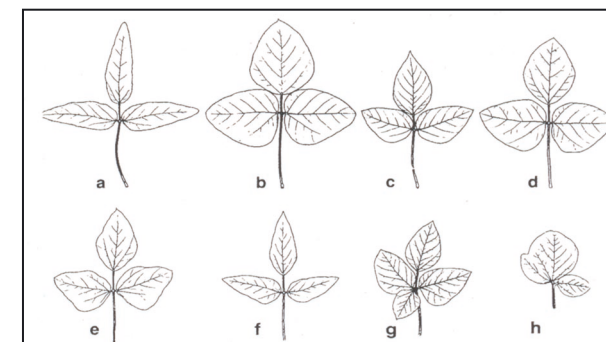
Prvi par listova (prophylli)



Sve ostale nodije nose trojno složene, tipične listove soje, poređane naizmenično na stablu. Pravi listovi sastavljeni su od tri liske i lisne drške. Oblik liske varira od ovalnog do kopljastog (Slika 2.5). Ponekad se može dogoditi da pravi list ima četiri, pa i sedam liski (Slika 2.5g), ili da se lateralne liske spoje sa terminalnom (Slika 2.5h). Liska je duga od 4 do 20 cm i 3 do 10 cm široka, boje od svetlo do tamno zelene. Boja i veličina liske su sorte osobine, kao i ugao spajanja lisne drške i stabla. Tokom vegetacije listovi žute i opadaju, mada ima sorti koje ne odbacuju listove ni u zrenju.

Slika 2.5

Različiti oblici liske (prema Dzikowski, 1936)



Na mestu gde se lisna drška spaja sa stablom uočava se par naspramno postavljenih (lateralnih) palistića ili stipula. Na ovim listolikim tvorevinama uočava se sedam glavnih nerava, dopunjenih sa nekoliko manjih.

Osim stipula, na bazi lisne drške može se uočiti i izvesno zadebljanje (pulvinus, prema Dzikovskom, 1937). Drugo, manje zadebljanje, nalazi se na mestu spajanja liski sa lisnim drškama. Ova zadebljanja, ili lisni jastučići, deluju kao zglobovi, pošto usled promena u osmotskom pritisku omogućavaju promenu orijentacije liske tokom dana i noći.

Anatomska građa lista

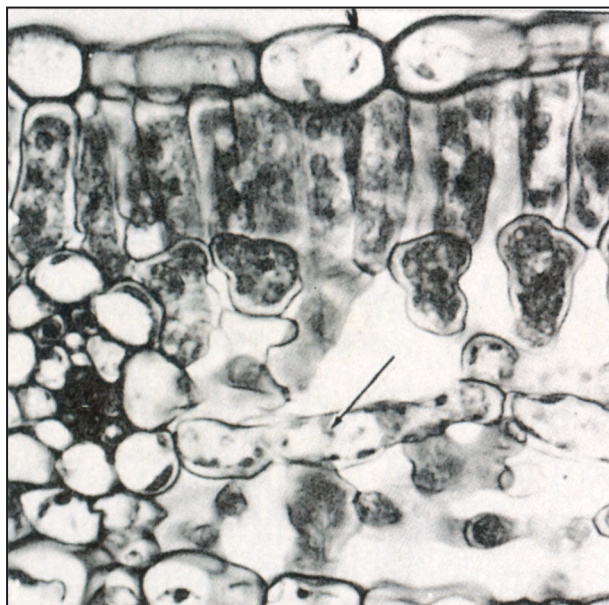
Kao što je izneto u anatomske građi stabla, provodno tkivo lista nastaje iz tri odvojena provodna snopića koji se već u bazalnom zadebljanju lisne drške spajaju u jedan veći snop. Odmah po spajanju provodnih snopića stabla, dolazi do diferencijacije provodnog tkiva u eustelu. Grananjem eustele lisne drške stvaraju se provodna tkiva svih delova lista.

Najvažniji deo lista je liska. Na pravom listu soje razlikuju se tri liske identične građe – dve lateralne i jedna terminalna (Slika 2.6). Građa liske je dorziventralna i prilagođena njenim osnovnim funkcijama – fotosintezi i odavanju vode.

Epidermalne ćelije su sa obe strane liske prekrivene tankom kutikulom iz koje izbija epikutikularni vosak koji štiti list od toplote i prekomernog isparavanja. Kontinualni niz ovih ćelija isprekidan je stomama. Par bubrežastih ćelija (ćelije zatvaračice) između kojih se nalazi otvor, sa susednim ćelijama epidermisa (ćelije pomoćnice) i jednim slojem ćelija mezofila čine stomin aparat. Kroz otvor stominog aparata vrši se izmena gasova između biljke i spoljašnje sredine. Broj stoma, pored svetlosti, toplote i vlage zavisi i od sorte.

Slika 2.6

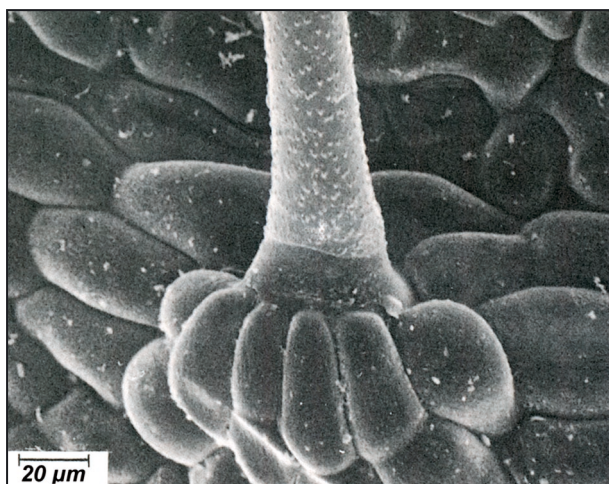
Poprečni presek liske (Lersten i Carlson, 1987)



Ciha i Brun (1975) su na osnovu ispitivanja 43 sorte soje došli do zaključka o značajnim razlikama u broju stoma između sorti, kao i povezanosti broja stoma i otpornosti na sušu. Isti autori ustanovili su da postoji znatna razlika u broju stoma na gornjoj i donjoj strani lista. Na gornjoj strani broj stoma kreće se od 81 do 174 po mm^2 , a na donjoj 242 do 345 po mm^2 . Za list soje karakteristične su dlačice (trihome), koje čine dve ćelije – kratka bazalna, okružena ćelijama epidermisa i terminalna, duga od 0.5 do 1.5 mm (Slika 2. 7).

Slika 2.7

Donji deo lisne dlačice (prema Flores i Espinoza, 1977)



Prema istraživanjima Woolleya (1964), dužina lisnih dlačica sorte Hawkeye je oko 1 mm, međusobna udaljenost takođe 1 mm, a zahvataju oko 10% ukupne lisne površine. Isti autor je ustanovio da lisne dlačice smanjuju udar vetra na lisnu površinu i do 40%. Biljke sa gušćim dlačicama imaju fiziološke i agronomske prednosti – manje su izložene napadu štetnih insekata (Johnson i Hollowell, 1935; Singh i sar., 1971; Levin, 1973), imaju manji gubitak vode transpiracijom u uslovima visoke temperature i suše (Weigand, 1910; Ghorashy i sar., 1971; Ehleringer i sar., 1976; Ehleringer i Mooney, 1978) i imaju veću sposobnost refleksije sunčeve radijacije u odnosu na biljke sa ređim dlačicama (Gausman i Cardenas, 1973; Nielsen i sar., 1984).

Između gornjeg i donjeg epidermisa nalazi se mezofil. Sastavljen je od dva sloja valjkastih ćelija prema licu lista, raspoređenih uspravno u odnosu na površinu. Zbog svog karakterističnog izgleda na poprečnom preseku naziva se palisadni parenhim. Palisadni parenhim se naziva još i asimilacioni, jer su ove ćelije bogate hloroplastima. Lugg i Sinclair (1980) utvrdili su da gornji, više osunčani listovi mogu formirati i treći sloj ćelija asimilacionog parenhima. Prema donjoj strani lista nastavljaju se dva do tri sloja ćelija sunderastog parenhima, sa manje hloroplasta. Ovaj deo mezofila ima ćelije nepravilnog oblika sa upadljivo širokim intercelularnim prostorima, što je u vezi sa većim brojem stoma na naličju. Ovakva građa sunderastog parenhima omogućava nesmetanu razmenu gasova između biljke i spoljne sredine.

Provodno tkivo liske smešteno je između palisadnog i sunderastog parenhima i njegova unutrašnja građa je identična građi provodnog tkiva stabla.

Cvet

Cvet soje (Slika 2.8) formira se u pazuhu lista na stablu i granama, sukcesivno, od osnove prema vrhu. Prvi cvetovi se obično pojavljuju na petoj, šestoj ili višim nodijama, dok se na nižim nodijama veoma retko ili nikad ne pojavljuju cvetovi (Carlson i Lersten, 1987). Veličina cvetova kreće se od 3 do 8 mm i mogu imati belu ili razne nijanse ljubičaste boje, što je uslovljeno prisustvom ili odsustvom antocijana. Ljubičasta boja je dominantna nad belom. Cvetovi su skupljeni u aksilarne racemozne cvasti, najčešće sa 3 do 5 cvetova.

Stablo sorti determinantnog tipa rasta završava se terminalnom grozdastom cvašću u kojoj se može formirati i do 35 cvetova. Za ovaj tip karakterističan je prestanak rasta s početkom cvetanja. Kod sorti indeterminantnog tipa rasta, međutim, raste i razviće traju uporedo – biljka nastavlja rast i posle početka cvetanja. Ove sorte takođe imaju vršnu cvast, ali se ovde formiraju dve do tri aksilarne cvasti smeštene vrlo blizu jedna drugoj zbog kratkih internodija na vrhu stabla.

Kako je već izneto, soja cveta sukcesivno, pa se na istoj biljci mogu naći cvetni pupoljci, otvoreni cvetovi i mahune koje su u fazi nalivanja zrna. Period cvetanja soje na našem području, zavisno od sorte, roka setve i uslova spoljašnje sredine, traje od kraja maja, pa sve do polovine avgusta.



Za soju je karakteristično da ima visok procenat abortivnih cvetova, odnosno da formira mnogo više cvetova nego mahuna i ta pojava do danas nije na zadovoljavajući način objašnjena. Prema istraživanjima Van Shaika i Probst (1958), duga cvast, veći broj i visoka abortivnost cvetova se nasleđuju kvantitativno, sa dominantnim i komplementarnim efektom gena, a heritabilnost za postotak opadanja cvetova se kreće od 29 do 93%. Isti autori zaključili su da je teško stvoriti sortu sa visokim kapacitetom za produkciju cvetova i njihovom niskom abortivnošću, jer su ustanovili pozitivnu korelaciju između abortivnosti i broja cvetova po nodiji. Broj mahuna po nodiji je bitna komponenta prinosa koja ima veći uticaj na prinos od mase zrna (Heindl i Brun, 1984) što je u skladu sa zaključcima Wiebolda i sar. (1981), da se prinos soje može povećati smanjenjem abortivnosti cvetova, odnosno povećanjem broja mahuna. Verovatnoća odbacivanja cvetova smeštenih niže na cvasti obično je manja od 10%, dok za više cvetove ta verovatnoća iznosi preko 50% (Wiebold i Panciera, 1990). Zato se selekcija preporučuje na bazi nižeg procenta abortivnosti cvetova, posebno onih na gornjim delovima cvasti Sharma i sar. (1990).

Soja ima dvopolan, tipično leptirast cvet, karakterističan za *Papilionoidae*. Čine ga cevasta čašica, sastavljena od pet nejednakih odvojenih listića obraslih dlačicama i petočlana krunica. Najveća latica, zadnja, koja je manje-više prebačena preko cveta naziva se zastavica (*vexillum*). Dva bočna listića koji su znatno manji i zatvaraju tučak sa strana nazivaju se krilca (*alae*), dok su dva prednja listića srasla i čine tzv. lađicu (*naviculum*). Cvet je zigomorfan, odnosno ima jednu ravan simetrije.

Unutar krunice nalaze se 10 prašnika od kojih su 9 filamentima srasli i čine prsten oko tučka, dok je jedan slobodan i nalazi se ispod žiga tučka.

Tučak je monokarpan, sa jednim do četiri semena zametka. Razvoj semenih zametaka je *Polygonum* tipa. Stubić tučka povijen je unazad, prema slobodnom prašniku. Tučak je, kao i čašica, obrastao dlačicama, kojih na kruničnim listićima i prašnicima nema. U osnovi, između tučka i prašnika nalaze se nektarije.

Prašnici koji čine prsten oko tučka sastoje se od drške ili končića (*filamenta*) i antere koja puca i oslobađa polen na žig najčešće dan pre otvaranja cveta, te je procenat stranooplodnje veoma nizak (< 0.5%). Na žig tučka dospe veći broj polenovih zrna koja kličaju u polenovu cev i kroz stubić tučka dospevaju do plodnika. Više od 90% polenovih cevi atrofira i pre nego što dospe do plodnika, dok samo manji broj konkuriše za oplođenje (Carlson i Lersten, 1987).

Prodorom u embrionovu kesicu, vrh polenove cevi se razara i izliva sadržaj iz dve spermalne ćelije. Jedna spermalna ćelija se spaja sa jajnom ćelijom i formira diploidni zigot, prvu ćeliju budućeg embriona, a druga sa sekundarnim jedrom embrionove kese, formirajući triploidno jedro endosperma koji se kod soje dalje ne razvija. Deljenjem zigota nastaje proembrion, iz čijih se ćelija okrenutih ka unutrašnjosti embrionske kese kasnije stvara embrion. Ostale ćelije proembriona postaju nosioci embriona (*suspensori*), koji pomeraju embrion u sekundarni endosperm, hranljivo tkivo nastalo iz jedra endosperma i ostatka plazme embrionske kese. Deljenjem embriona, iz dela okrenutog mikropili nastaje klicin korenak, a iz onog prema halazi kotiledoni, između kojih se nalazi apikalni meristem izdanka.

Mahuna

Plod soje je mahuna, čiji broj se kreće od dva do više od dvadeset u jednoj cvasti, pa do 400 na zreloj biljci soje (Carlson i Lersten, 1987). Ovaj broj je obično mnogo manji zbog visokog procenta abortivnosti cvetova soje.

Oblik i veličina mahune značajno variraju između sorti, a pod uticajem spoljašnjih faktora ove osobine se razlikuju i između mahuna na istoj biljci. Mahune soje mogu biti prave, blago povijene ili srpasto zakrivljene, dužine od 2 cm kod divlje, do 7 cm kod nekih sorti kulturne soje (Slika 2.9). Dužina mahune zavisi od broja zrna, najčešće od 4 do 6 cm (Frank i Fehr, 1981).

Mahune (foto: G. Mulić)

Boja mahune može biti svetlo žuta, smeđa i crna, uključujući sve nijanse i prelaze između ove tri boje, što zavisi od prisustva karotena i ksantofila, boje dlačica, kao i prisustva antocijana (Dzikowski, 1936). Tamnija boja mahune je dominantna nad svetlijom.

U mahuni se može naći jedno do pet zrna, što zavisi od sorte i uslova uspevanja. Kod sorti koje se kod nas gaje najčešće ih ima 2 do 3 (Hrustić, 1984), (Slika 2.10).

Mahuna sa zrelim zrnima (foto: G. Kuzmanović)

Za divlju soju je karakteristično da mahune u zrenju pucaju i razbacuju seme, što je kod komercijalnih sorti vrlo nepovoljno sa agronomskog aspekta. Današnje komercijalne sorte, stvorene oplemenjivanjem soje, imaju čvrstu mahunu i pucaju samo u stresnim uslovima (Miladinović i sar., 1996).

Unutrašnja građa mahune

Prve mahune na biljci soje uočavaju se oko dve nedelje posle pojave prvih cvetova. Zbog sukcesivnog cvetanja soje, na istoj biljci se mogu naći tek začete i mahune sa zelenim zrnom. Mahuna se razvija iz plodnika, odmah nakon oplodnje, dok se žig i stubić tučka suše i otpadaju. Razvoj mahune je u prvo vreme usporen, ali se sa završetkom cvetanja ubrzava. U osnovi mahune uočava se cvetna čašica koja ostaje sve do završetka zrenja.

Kao i kod ostalih biljaka iz ove familije, mahuna se sastoji iz jednog oplodnog listića (karpele) koji se savija prema licu i spaja po obodu ventralnim šavom. Glavni nerv nekadašnjeg listića ima izgled dorzalnog šava. Glavni deo oba šava su provodni snopići, nastali od nekadašnjeg lista i to jedan na dorzalnom, a dva na ventralnom šavu. Epidermis iznad provodnih snopića oba šava se savija prema unutra formirajući jasno izražene žljebove koji se produžavaju u sloj parenhimskih ćelija.

U ranijim fazama razvoja, mahuna je pokrivena slojem epidermalnih ćelija koje mestimično formiraju dlačice. Ispod ovog sloja, nalazi se široka zona parenhimskog tkiva u koju je umetnut provodni sistem i tanki sloj unutrašnjeg parenhima iz koga se razvija membranozni endokarp (Carlson i Lersten, 1987). Sa sazrevanjem, zidovi epidermalnih ćelija zadebljavaju i sa spoljne strane se pokrivaju kutikulom. Ispod ćelija epidermisa formira se sloj kratkih vlakana, dok je unutar narednog parenhimskog sloja smešteno provodno tkivo koje spaja glavne snopiće šavova. Ispod parenhima nalazi se tanak sloj sklerenhimskih vlakana, odgovornih za pucanje mahuna (Carlson i Lersten, 1987). Navedeni autori iznose da se ćelije unutarnjeg sklerenhima, čija su vlakna orijentisana paralelno u odnosu na uzdužnu osu ćelija, tokom sušenja skraćuju više od ćelija gornjeg sklerenhimskog sloja, koji ima poprečnu orijentaciju vlakana, usled čega se mahuna uvrće oko uzdužne ose i puca po šavovima.

Poslednji sloj ravnih parenhimskih ćelija naziva se endokarp. Ovaj sloj, prema Krulu (1978, cit. po Yaklich i Cregan, 1981) reguliše vlažnost zrna u zreloj mahuni.

Seme

Seme soje je kod većine komercijalnih sorti ovalnog oblika, a može imati sve prelaze između okruglog pa do izduženog, gotovo ravnog zrna. Masa 1000 zrna se kreće od 20 g kod divlje soje pa do preko 500 g kod nekih sorti gajene soje. Komercijalne sorte najčešće imaju srednje krupno zrno, mase 1000 zrna 150 do 190 g (Hrustić, 1984; Relić, 1996; Miladinović, 1997).

Kao i kod većine leguminoza, seme soje ne sadrži endosperm i sastoji se od embriona obavijenog semenjačom. Zreli embrion čine dva krupna kotiledona, plumula, sa dva primarna lista koji zatvaraju primordijum pravog lista, epikotil, hipokotil i korenak.

Deo kojim je seme bilo pričvršćeno za mahunu zove se pupak ili hilum. Oblik, boja i veličina hiluma su sorte osobine. Oblik hiluma varira od linearnog do ovalnog, a boja može biti crna, smeđa, žuta, zelena, uključujući sve nijanse ovih boja i može se (ali ne mora) razlikovati od boje semenjače. Na jednom kraju hiluma nalazi se mali žljeb, halaza, a na drugom mikropila, mali kanal koji ostaje između vrhova integumena, kroz koji izbija klicin korenak. Razmena gasova između klice i spoljne sredine odvija se najviše kroz mikropilu, zbog kutinizacije zidova spoljnih slojeva ćelija epidermisa semenjače. Kod nekih sorti, prilikom odvajanja semena od mahune epidermalni sloj ćelija hiluma zaostaje na funikulusu, usled čega se uočava beo ožiljak koji ide sredinom hiluma (Dzikowski, 1936).

Semenjača je sastavljena iz tri dela: epidermisa, hipodermisa i unutrašnjeg parenhima. Može biti glatka ili naborana, sjajna ili bez sjaja, što je sortna karakteristika.

Epidermis je sastavljen od sloja ćelija po obliku sličnih palisadnim, sa zidovima kutinizovanim sa spoljne strane. Kod obojenih zrna, u ovom sloju su smešteni pigmenti, i to antocijani u vakuolama, hlorofil u plastidima i različiti proizvodi produkata razlaganja ovih pigmenta (Carlson i Lersten, 1987). Seme soje inače može biti žuto, zeleno, smeđe ili crno, uključujući sve nijanse i prelaze između ovih boja, a takođe može biti i dvobojno (Slika 2.11).

Slika 2.11

Zrna soje (foto: J. Miladinović)



Tully i sar. (1981) su ustanovili da zrno crne boje ima veću otpornost prema niskim temperaturama, što se objašnjava slabijom vodopropustljivošću pigmentisanog zrna. Ovo je u skladu sa rezultatima koje je dobio Dickson (1971) vršeci istraživanja na drugoj leguminozi – pasulju (*Phaseolus vulgaris*, L.).

Ispod epidermisa nalazi se hipodermis – sloj stubastih ćelija sa velikim intercelularnim prostorima, nastalim usled nejednake debljine ćelijskih zidova.

Tkivo unutrašnjeg parenhima sastavljeno je od 6 do 8 slojeva spljoštenih ćelija sa tankim zidovima. Ovo tkivo je uniformno kroz celu semenjaču, izuzev na hilumu gde se razlikuju tri sloja – spoljašnji, koji naleže na hipodermis i koji može sadržati pigmente, dajući hilumu intenzivniju boju; srednji, koji čine tanke, ravne ćelije i snopići spiralnih sudova koji se granaju oko hiluma i unutrašnji, uglavnom tipični parenhimski sloj (Dzikowski, 1936).

Kotiledoni čine najveći deo ukupne mase i volumena semena soje. Svaki kotiledon ima manje-više poluloptast oblik i prekriven je epidermisom. Stome su prisutne na obe strane kotiledona.

Na unutrašnjoj, ravnoj strani kotiledona, ćelije mezofila su zbijenije i grade dva do tri palisadna sloja, dok se na suprotnoj strani ovi slojevi ne uočavaju. Unutrašnjost kotiledona sastoji se od sunderastog parenhima čije su ćelije ispunjene aleuronskim zrnima i kapljicama ulja. Čitava unutrašnjost kotiledona prošarana je kristalima kalcijum oksalata.

Kotiledoni većine genotipova su žuti (Williams, 1950), ali mogu biti i zeleni i zajedno sa raznim kombinacijama pigmenta semenjače daju širok spektar boja sojinog zrna.

Plumula je duga oko 2 mm i ima dva naspramno postavljena prosta lista, svaki sa parom stipula na bazi. Klicino stabaoce čine epikotil i hipokotil, izgrađeni od epidermisa, kore i srži. Obično je dužine oko 5 mm, što zavisi od veličine semena. Završava se klicinim korenkom.

Hemijski sastav semena

Zrelo zrno soje obično sadrži oko 40% proteina, 20% ulja, 17% celuloze i hemiceluloze, 7% šećera, 5% vlakana i oko 6% pepela na bazi suve mase (Rubel i sar., 1972). Značaj soje u proizvodnji ljudske i stočne hrane proizilazi prvenstveno iz visokog sadržaja proteina i ulja u zrnu.

U zavisnosti od sorte i uslova uspevanja sadržaj proteina u zrnu varira od 30 do 53%, dok komercijalne sorte najčešće sadrže 39 do 42%. Rezervni proteini semena soje podeljeni su na osnovu sedimentacione konstante u tri velike grupe: 2S (α -konglicinin) koju pretežno čine inhibitori proteaza, 7S (β -konglicinin) i 11S (glicinin) (Clarke i Wiseman, 2000).

Proteini soje sadrže gotovo sve esencijalne aminokiseline i najbliži su proteinima životinjskog porekla. Od aminokiselina, u zrnu zastupljene su lizin (6 do 7%), histidin (3%), arginin (12 do 13%), treonin (4 do 5%), fenilalanin (5%), triptofan (2%), serin (5 do 6%), glutamin (20%), prolin (4 do 5%), glicin (4%), leucin (8%), tirozin (4%), alanin (5%), valin (4 do 5%), metionin (1%), cistin (1%), izoleucin (5%), i još oko 400 slobodnih aminokiselina (Lešćenko i sar., 1987)

Sadržaj ulja u zrnu varira u zavisnosti od sorte i uslova uspevanja od 12 do 24%, a u komercijalnim sortama obično se kreće od 19 do 22%. U sojinom ulju nalazi se oko 10% palmitinske (16:0), 3% stearinske (18:0), 20% oleinske (18:1), 55% linolne (18:2) i 7 do 8% linolenske (18:3) kiseline (Swern, 1972). Zbog posebno visokog sadržaja linolenske kiseline ulje soje nema tako povoljna tehnološka svojstva za humanu upotrebu kao suncokretovo ulje.

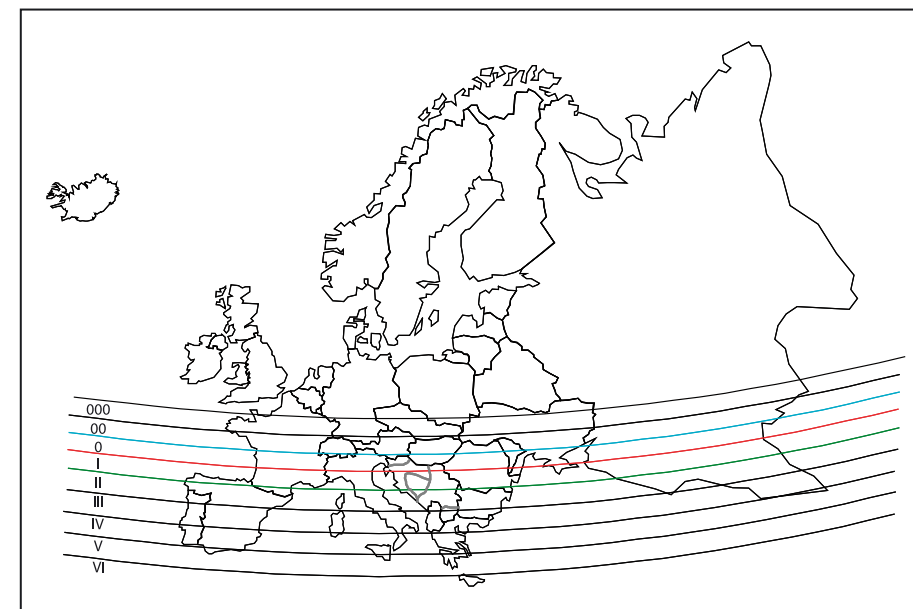
GRUPE ZRENJA

Biljka soje je fotoperiodski osetljiva, što znači da je prelazak iz vegetativnog u reproduktivni stadijum u direktnoj zavisnosti od dužine dana. Ova zavisnost uslovlila je podelu sorti soje u 13 grupa zrenja (Hartwig, 1973). Oznake za grupe zrenja su 000, 00, 0 i rimski brojevi od I do X. Sorte soje označene sa 000 adaptirane su na uslove dužeg dana, imaju dug kritični fotoperiod ili su fotoperiodski neosetljive i uspevaju na većim geografskim širinama, dok su sorte označene brojem X adaptirane na uslove kraćeg dana i uspevaju na manjim geografskim širinama (Criswell i Hume, 1972). Razlike između grupa zrenja uslovljene su fotoperiodskim zahtevima sorti i ukoliko se gaje na istoj geografskoj širini, razlike u sazrevanju kreću se u proseku od 10 do 18 dana. Kritični fotoperiod progresivno opada od većih ka manjim geografskim širinama. Zahtevi prema fotoperiodu, tako, ograničavaju rasprostranjenost sorti na uzak pojas geografske širine za koju je određena sorta adaptirana (oko 200 km, Scott i Aldrich, 1983). Gajena na većoj geografskoj širini u odnosu na područje gde je adaptirana, ona će cvetati i sazrevati kasnije ili čak neće dostići punu zrelost do pojave prvog mraza. Gajena na manjoj geografskoj širini u odnosu na to područje cvetaće ranije, imati manju vegetativnu masu, sazreti ranije, a samim tim doći će i do smanjenja prinosa.

Za svako područje gajenja soje postoji jedna "optimalna" grupa zrenja; sorte iz prethodne grupe su rane, a iz naredne grupe kasne za dato područje. U našim uslovima sorte I grupe zrenja predstavljaju osnovu sortimenta, sorte iz grupe zrenja 0 su rane, a iz II grupe zrenja su kasne (Slika 2.12). Pri agroekološkim uslovima uobičajenim za naše područje i pri optimalnom roku setve polovinom aprila meseca (Rajičić, 1987), dužina vegetacije (nicanje – zrenje) za sorte I grupe iznosi 120 do 135 dana. Sorte iz grupe zrenja 0 svoju vegetaciju završe za 110 do 120 dok je sortama iz II grupe zrenja za punu vegetaciju potrebno 135 do 145 dana. Zbog stresnih uslova (neuobičajeno visoke ili niske temperature, dug period suše i sl.), odnosno interakcije sorta x sredina (Jocković i sar., 1994; Miladinović, 1997) period vegetacije može biti kraći ili duži od navedenog.

Slika 2.12

Grupe zrenja sorti soje koje se gaje u Evropi (J. Miladinović)



Faze razvoja i razvića

Razvoj soje je kontinualni proces koji započinje klijanjem semena, a završava se kad je seme zrelo i soja spremna za žetvu. Razvoj biljke tokom vegetacije može se podeliti na dve faze – vegetativnu i reproduktivnu, koje se opet mogu podeliti na više fenofaza. Bilo je više ovakvih podela u sovjetskoj i američkoj literaturi, međutim, danas je prihvaćena podela koju su dali Fehr i Caviness (1977) i njihove slovno – brojčane oznake.

Svrha opisa razvojnih faza

U zavisnosti od sorte, grupe zrenja, roka setve, uslova uspevanja, kao i primenjene agrotehnike, razvoj biljke se može usporiti ili ubrzati. Ovo otežava komunikaciju između stručnjaka, predstavnika agroindustrije i širokog kruga proizvođača ako ne postoji jedinstvena terminologija. Ako, na primer, proizvođač herbicida preporučuje da se sredstvo primeni kada biljka dostigne razvojni stadijum 6 listova, a prilikom primene se ne zna koji listovi ulaze u identifikaciju tog stadijuma, sredstvo će se najverovatnije upotrebiti nepravilno (Fehr i Caviness, 1977). Ovde opisane faze razvoja mogu se primeniti na bilo koju sortu na bilo kom području i to za pojedinačnu biljku ili za čitavu parcelu. Preciznost i objektivnost opisa omogućavaju da razlike među stručnjacima koji identifikuju pojedine faze budu minimalne, što je i razlog da ova podela bude široko prihvaćena i kod nas.

Za identifikaciju stadijuma vegetativnog (V) i reproduktivnog (R) razvoja upotrebljeni su odvojeni opisi, pa razlike u odnosu između ove dve faze kod različitih tipova rasta ne utiču na postupak određivanja stadijuma.

Vegetativni rast

Vegetativni razvoj soje započinje iznošenjem kotiledona na površinu zemljišta, odnosno nicanjem i ovaj stadijum se označava sa VE, gde V označava vegetativnu fazu, a E nicanje (emergency). Razvoj soje zavisi od temperature, dužine dana, sorte i drugih faktora, što znači da se mogu javiti znatne razlike u broju dana potrebnih biljci da pređe u naredni stadijum. Glavni faktor koji utiče na vegetativni razvoj je temperatura. Niske temperature usporavaju, a visoke ubrzavaju klijanje semena i razvoj listova. Tako, u zavisnosti od temperature, broj dana od setve do nicanja (VE) može varirati od 5 do 15.

Ubrzo nakon nicanja (3 do 10 dana), iznad kotiledona se razvija prvi par prostih listova. Kada su prosti listovi razmotani (rubovi liski se ne dodiruju), biljka je u stadijumu VC, ili stadijumu kotiledona (cotyledones).

Za dalje određivanje vegetativnih stadijuma, u obzir se uzimaju nodije koje imaju potpun razvoj lista. List se smatra razvijenim (nodija se broji) kada se list na gornjoj nodiji odmotao dovoljno da se rubovi liski ne dodiruju. Prva nodija koja se broji je nodija prostih listova. Kad se liske prvog pravog lista (koji se formira na nodiji iznad prostih listova) odmotaju, biljka je u stadijumu V1. Od stadijuma VC do V1 u zavisnosti od uslova spoljašnje sredine protekne od 3 do 10 dana. Dalje se vegetativni stadijumi razvoja označavaju kombinacijom slova V i brojem (1, 2, 3, ..., n) koji označava nodije koje imaju potpun razvoj lista. Za prelazak biljke u naredni stadijum, od V2 nadalje, obično je potrebno 3 do 8 dana.

Sorte koje se kod nas gaje imaju indeterminantni tip rasta stabla, što znači da vegetativna faza razvoja teče do kraja vegetacije. Od pojave prvog cveta, vegetativni i reproduktivni razvoj biljke teku paralelno. Prvi cvet se, u zavisnosti od grupe zrenja i uslova spoljašnje sredine, pojavljuje u fazi V4 do V6.

Treba istaći da se broje samo nodije na stablu, dok se one na granama ne uzimaju u obzir.

Reproduktivni razvoj

Reproduktivni stadijumi obuhvata cvetanje, razvoju mahuna i zrna i dozrevanju biljke. Označavaju se slovom R (reproductive) i brojem.

Kao i kod vegetativnih, za određivanje reproduktivnih stadijuma koristi se samo stablo, jer ako je ono slomljeno ili oštećeno, reproduktivni razvoj na novim granama

kasni, te se grane ne uzimaju u obzir. Na broj dana potrebnih biljci za prelazak u naredni reproduktivni stadijum utiču isti faktori kao i kod vegetativnih. Visoke temperature i kratki dani ubrzavaju, dok niske temperature i dugi dani usporavaju reproduktivni razvoj.

Jedan otvoren cvet na bilo kojoj nodiji stabla predstavlja početak cvetanja, što se označava sa R1. Kod determinantnih tipova R1 i R2 se po pravilu javljaju istovremeno, dok je vremenski razmak između R1 i R2 kod indeterminantnih tipova oko 3 dana. Kao puno cvetanje (stadijum R2) uzima se jedan otvoren cvet na jednoj od dve najviše nodije s potpuno razvijenim listovima. Stadijum punog cvetanja može trajati od 5 do 15 dana.

Biljka je u stadijumu R3 (početak formiranja mahuna) kada formira mahunu dužine 5 mm na jednoj od 4 nodije s potpuno razvijenim listovima. Kao i prethodni i ovaj stadijum može trajati od 5 do 15 dana.

Mahuna dužine 2 cm na jednoj od 4 nodije s potpuno razvijenim listovima predstavlja pun razvoj mahuna i označava se sa R4. U zavisnosti od vremenskih uslova i grupe zrenja, ovaj stadijum traje od 4 do 16 dana.

Početak formiranja zrna označava se sa R5, i to kada se u mahuni na jednoj od 4 najviše nodije s potpuno razvijenim listovima formira zrno dužine 3 mm. Kada mahuna na jednoj od ovih nodija sadrži zeleno seme koje potpuno ispunjava šupljinu mahune, biljka se nalazi u stadijumu R6. Trajanje ova dva razvojna stadijuma je u najvećoj meri uslovljeno količinom vode koja stoji na raspolaganju biljci. Biljka se u stadijumu R5 nalazi od 7 do 21, a u R6 od 9 do 30 dana.

Kada jedna normalna mahuna dostigne boju zrelosti, biljka se nalazi u stadijumu R7, početak zrenja, i ovaj stadijum obično traje 7 do 18 dana.

Kada 95% mahuna dostigne boju zrelosti, biljka je u stadijumu punog zrenja (R8). Zrno sadrži 15% vlage i potrebno je još par dana suvog vremena za postizanje zrelosti pogodne za kombajniranje.

Opisi vegetativnih i reproduktivnih stadijuma predstavljaju razvoj pojedinačnih biljaka. Uzima se da je prosečni stadijum useva onaj u kome se nalazi više od 50% biljaka.

IZVOD

Soja je uspravna, jednogodišnja biljka sa stablom obraslim dlačicama koje u zavisnosti od uslova uspevanja dostiže visinu od 30 do 130 cm. Korenov sistem soje je difuzan, sa glavnim korenom koji se najčešće ne može razdvojiti od bočnih korenova.

Za korenov sistem karakteristične su korenske kvržice koje nastaju kao rezultat simbiotskog odnosa biljke sa bakterijama azotofiksatorima iz roda *Bradyrhizobium*. Soja ima trojno složen list, a cvet je dvopolan, tipično leptiraste građe, ljubičaste ili bele boje. Plod je mahuna, koja u zavisnosti od uslova uspevanja sadrži 1 do 5 zrna. Najvažnije komponente sastava zrna soje zbog kojih se ova biljka i gaji jesu proteini (oko 40%) i ulja (oko 20%). Zbog osetljivosti prema fotoperiodu, sorte soje podeljene su u 13 grupa zrenja, od 000 koje se gaje na većim geografskim širinama do X na manjim. Razvoj biljke tokom vegetacije može se podeliti na dve faze – vegetativnu (V) i reproduktivnu (R), koje se opet mogu podeliti na više fenofaza koje se označavaju brojem.

LITERATURA

Bergersen, F.J. (1963): Iron in the developing soybean nodule. *Aust. J. Biol. Sci.* 16: 916-919.

Bernard, R.L. i Singh, B.B. (1969): Inheritance of pubescence type in soybeans: Glabrous, curly, dense, sparse and puberulent. *Crop Sci.* 9: 192-197.

Bernard, R.L. i Weiss, M.G. (1973): Qualitative genetics. In Caldwell B.E. (ed.) *Soybeans: Improvement, Production and Uses*, Agron. Monogr. 16, ASA, Madison, WI, 117-154.

Carlson, J.B. (1969): Estimating surface area of soybean root system. *J. Minn. Acad. Sci.* 36: 16-19.

Carlson, J.B. (1973): Morphology. In Caldwell, B.E. (ed.) *Soybeans: improvement, production and uses*. Agron. Monogr. 16, ASA, Madison, WI, 17-96.

Carlson, J.B. i Lersten, N.R. (1987): Reproductive Morphology. In Wilcox, J.R. (ed.) *Soybeans: improvement, production and uses*. Agron. Monogr. 16, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, Sec. Ed. 95-134.

Ciha, A.J. i Brun, W.A. (1975): Stomatal size and frequency in soybeans. *Crop Sci.* 15: 309-313.

Clarke, E.J. i Wiseman J. (2000): Developments in plant breeding for improved nutritional quality of soya beans I. Protein and amino acid content. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 134: 111-124.

Criswell, J.G. i Hume, D.J. (1972): Variation in sensitivity to photoperiod among early maturing soybean strains. *Crop Sci.* 12: 657-660.

Cumbe, B.G. (1960): Anatomical studies in the Leguminosae. *Trop. Woods* 113: 1-47.

Dickson, M.H. (1971): Breeding beans, *Phaseolus vulgaris* L., for improved germina-

tion under unfavorable low temperature conditions. *Crop Sci.* 11: 848-850.

Dzikowski, B. (1936): Studia nad soja *Glycine hispida* (Moench) Maxim Cz. 1. Morfologia. *Pamiętnik Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Pulawach*. Tom XVI. zeszyt 2. *Rozprawa Nr. 253*: Oh 69-100.

Dzikowski, B. (1937): Studia nad soja *Glycine hispida* (Moench) Maxim Cz. 1. Anatomia. *Mem. Inst. Natl. Pol. Econ. Rurale* 258: 229-265.

Ehleringer, J.R., Björkman, O. i Mooney, H.A. (1976): Leaf pubescence: Effects on absorptance and photosynthesis in a desert shrub. *Science (Washington, DC)* 192: 376-377.

Ehleringer, J.R. i Mooney, H.A. (1978): Leaf hairs: Effects on physiological activity and adaptive value to a desert shrub. *Oecologia* 37: 183-200.

Fehr, W.R. i Caviness, C.E. (1977): Stages of soybean development. *Iowa Agric. and Home Econ. Exp. Stn. Spec. Rep.* 80.

Flores, E.M. i Espinoza, A.M. (1977): Epidermis foliar de *Glycine soja* Sieb. y Zucc. *Rev. Biol. Trop.* 25: 263-273.

Frank, S.J. i Fehr, W.R. (1981): Associations among pod dimensions and seed weight in soybeans. *Crop Sci.*, 21: 547-550.

Gausman, H.W. i Cardenas, R. (1973): Light reflectance by leaflets of pubescent, normal and glabrous soybean lines. *Agron. J.* 75: 973-977.

Ghorashy, S.R., Pendleton, J.W., Bernard, R.L. i Bauer, M.E. (1971): Effect of leaf pubescence on transpiration, photosynthetic rate and seed yield of three near - isogenic lines of soybeans. *Crop Sci.* 11: 426-427.

Gibson, A.H. i Harper, J.E. (1985): Nitrate effect on nodulation of soybean by *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Sci.* 25: 497-501.

Grubinger, V., Zobel, R., Vendeland, J. i Cortes, P. (1982): Nodule distribution on roots of field - grown soybeans in subsurface soil horizons. *Crop Sci.* 22: 153-155.

Harper, J.E. (1987): Nitrogen metabolism. In Wilcox, J.R. (ed.) *Soybeans: Improvement, production and uses*. Agron. Monogr. 16, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, Sec. Ed., 497-533.

Hartwig, E.E. (1973): Varietal development. In B.E. Caldwell (ed.) *Soybeans: Improvement, production and uses*. Agron. Monogr. 16, ASA, Madison WI, 187-207

Heindl, J.C. i Brun, W.A. (1984): Patterns of reproductive abscission, seed yield, and yield components in soybean. *Crop Sci.* 24: 542-546.

Hrustić, Milica (1984): Nasleđivanje sadržaja proteina i ulja u odnosu na komponente prinosa soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Huck, M.G. i Davis, J.M. (1976): Water requirements and root growth. In Hill, L.D. (ed.) *World soybean research: Proc. of the World Soybean Res. Conf. Interstate Printers and Publishers, Danville, IL*, 16-27.

Jocković, Đ., Vidić, M. i Hrutić, Milica (1994): Soja: interakcija sorta/sredina. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, sv. 22, 203-209.

Johnson, H.W. i Hollowell, E.A. (1935): Pubescent and glabrous characters of soybeans as related to resistance to injury by the potato leaf hopper. *J. Agric. Res.* 51: 371-381.

Kaspar, T.C., Stanley, C.D. i Taylor, H.M. (1978): Soybean root growth during the reproductive stages of development. *Agron. J.* 70: 1105-1107.

Kaspar, T.C., Woolley, D.G. i Taylor, H.M. (1981): Temperature effect on the inclination of lateral roots of soybeans. *Agron. J.* 73: 383-385.

Kaspar, T.C. (1985): Growth and development of soybean root systems. In Shibles, R. (ed.) *World soybean research conference III: Proceedings*, Westview Press, Boulder, CO., 841-847.

Lersten, N.R. i Carlson, J.B. (1987): Vegetative morphology. In Wilcox, J.R. (ed.) *Soybeans: improvement, production and uses*. Agron. Monogr. 16, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, Sec. Ed., 49-94.

Leščenko, A.K., Sičkarä V.I., Mihaölov, V.G. i Maräčskin, V.F. (1987): Соя (genetika, selekciä, semenovodstvo). Akademiä Nauk Ukrainskoö SSR, Kiev.

Lin, M. i Nelson, R. (1988): Relationship between plant height and flowering date in determinate soybeans. *Crop Sci.* 28:27-30.

Levin, D.A. (1973): The role of trichomes in plant defence. *Q. Rev. Biol.* 48: 3-15.

Lugg, D.G. i Sinclair, T.R. (1980): Seasonal changes in morphology and anatomy of field - grown soybean leaves. *Crop Sci.* 20: 191-196.

Mason, W.K., Taylor, H.M., Bennie, A.T.P., Rowse, H.R., Reicosky, D.C., Jung, Y., Righes, A.A., Yang, R.L., Kaspar, T.C. i Stone, J.A. (1980): Soybean row spacing and soil water supply: Their effect on growth, development, water relations, and mineral uptake. *Adv. Agric. Technol. AAT-NC-5. Agric. Res., North Central Region, SEA, USDA, Peoria, IL*.

Mayaki, W.C., Teare, I.D. i Stone, L.R. (1976): Top and root growth of irrigated and nonirrigated soybeans, *Crop sci.* 16:92-94.

Miladinović, J., Hrutić, Milica, Rajičić, M., Vidić, M. i Tatić, M. (1996): Žetveni gubici soje u zavisnosti od visine najniže mahune. Zbornik radova 30. Seminara agronoma, Institut za ratarstvo i povrtarstvo. 25:193 - 198.

Miladinović, J. (1997): Komponente fenotipske varijabilnosti za fotoperiodizam soje. Magistarski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Mitchell, R.L. i Russell, W.J. (1971): Root development and rooting patterns of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) evaluated under field conditions, *Agron. J.* 63: 313-316.

Nielsen, D.C., Blad, B.L., Verma, S.B., Rosenberg, N.J. i Specht, J.E. (1984): Influence of soybean pubescence type on radiation balance. *Agron. J.* 76: 924-929.

Rajičić, M. (1987): Uticaj vremena i gustine setve na kvantitativne osobine i prinose soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Relić, S. (1996): Variranje komponenata prinosa u zavisnosti od genotipova i gustina sklopa i njihov uticaj na prinose soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Rolfe, B.G. i Gresshoff, P.M. (1988): Genetic analysis of legume nodule initiation. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 39: 297-319.

Rubel, A., Rinne, R.W. i Canvin, D.T. (1972): Protein, oil, and fatty acid in developing soybean seeds. *Crop Sci.* 12: 739-741.

Sanders, J.L. i Brown, D.A. (1976): Effects of variations in the shoot : root ratio upon the chemical composition and growth in soybeans, *Agron. J.* 68: 713-716.

Sanders, J.L. i Brown, D.A. (1979): Measurement of rooting patterns for determinate and indeterminate soybean genotypes with a fiber-optic scope. In Harley, J.L. and Russell, R.S. (eds.) *The soil-root interface*. Academic Press, London, 369-379.

Schori, A.N., Uehlinger, S. i Fossati, A. (1988): Selection du soja en Suisse. *Revue Suisse Agric.* 20 (4): 211-218.

Scott, W. O. i Aldrich, S. R. (1983): *Modern soybean production*. S & A Publications, Inc. Illinois, USA.

Sharma, K.P., Dybing, C.D. i Lay, C. (1990): Soybean flower abortion: Genetics and impact of selection on seed yield. *Crop Sci.* 30: 1017-1022.

Singh, B.B., Hadley, H.H. i Bernard, R.L. (1971): Morphology of pubescence in soybeans and its relationship to plant vigor. *Crop Sci.* 11: 13-16.

Sivakumar, M.V.K., Taylor, H.M. i Shaw, R.H. (1977): Top and root relations of field - grown soybeans, *Agron. J.* 69: 470-473.

Stone, J.A. i Taylor, H.M. (1983): Temperature and development of the taproot and lateral roots of four indeterminate soybean cultivars. *Agron. J.* 75: 613-618.

Swern, D. (1972): Industrijski proizvodi ulja i masti po Baileyju. Nakladni zavod znanje, Zagreb.

Tanaka, N. (1977): Studies on the growth of root systems in leguminous crops. *Agric. Bull. Saga Univ. (Japan)* 43: 1-82.

Tully, R.E., Musgrave, M.E. i Leopold, C.A. (1981): The seed coat as a control of imbibitional chilling injury. *Crop Sci.* 28: 312-317.

Van Schaik, P.H. i Probst, A.H. (1958): The inheritance of inflorescence type, peduncle length, flowers per node and percent flower shedding in soybeans. *Agron. J.* 50: 98-102.

Vratarić, Marija (1986): *Proizvodnja soje*. NIRO Zadrugar, Sarajevo.

Weigand, K.M. (1910): The relation of hairy and cutinized coverings to transpiration. *Bot. Gaz.* 49: 430-444.

Wiebold, W.J., Ashley, D.A. i Boerma, H.R. (1981): Reproductive abscission levels and patterns for eleven determinate soybean cultivars. *Agron. J.* 73: 43-46.

Wiebold, W.J. i Panciera, M.T. (1990): Vasculature of soybean racemes with altered intraraceme competition. *Crop Sci.* 30: 1089-1093.

Williams, L.F. (1950): Structure and genetic characteristics of the soybean. In Markley, K.S. (ed.) *Soybean and soybean products*. Interscience Publishers, New York, 111-134.

Woolley, J.T. (1964): Water relations of soybean leaf hairs. *Agron. J.* 56: 569-571.

Yaklich, R.W. i Cregan, P.B. (1981): Moisture migration into soybean pods. *Crop Sci.* 21: 791-793.

Zobel, R.W. (1980): Rhizogenetics in soybeans. In Corbin, F.T. (ed.) *World soybean research conference II: Proceedings*, Westview Press, Boulder, CO., 73-87.

Fusarium blight or wilt, root rot and pod and collar rot (*Fusarium* spp.), Pythium rot (*Pythium* spp.), bacterial pustule (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*) and soybean mosaic (soybean mosaic virus).

Of the diseases that have not been recorded in our country thus far, the following have been described in this chapter: Frogeye leaf spot (*Cercospora sojina*), Cercocpora bligh and purple seed stain (*Cercopora kikuchii*), powdery mildew (*Microsphaera diffusa*), rust (*Phacopsora pachyrhizi*), Phytophthora rot (*Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*), wildfire (*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*) and bud blight (tobacco ring spot virus).

Chapter 14

Soybean is in Serbia impacted with about 90 various pests. Most of them are insects (over 83%), till the rest are other animal pests. Phytophagous species take place during whole vegetation, from planting to harvest, injuring all parts of the plant: root system and root nodules, stem, leaves, flowers, pods, and seeds.

Economic importance has following species: Germinated seeds and root system, especially in the beginning of the vegetation are injured by *Elateridae*, *Scarabaeidae*, *Sitona* spp., *Delia platura* **Mg.**, nematodes (*Pratylenchus* spp. and *Meloidogyne* spp.), various birds (*Aves*), etc. On overhead parts of the plant, from the beginning to the end of vegetation, various pests occur, but the most important are the following: *Tanymecus dilaticollis* **Gyll.**, *Sitona* spp., *Aphididae*, *Thysanoptera*, *Heteroptera* (*Lygus* spp.), *Pyrameus - Vanessa cardui* **L.**, *Autographa gamma* **Hb.**, *Mamestra brassicae* **L.**, *Loxostege sticticalis* **L.**, *Etiella zinckenella* **Tr.**, *Helicoverpa armigera* **Hbn.**, *Scotia* spp., *Tetranychus* spp., *Cricetus cricetus* **L.**, *Microtus arvalis* **Pall.**, *Lepus europaeus* **L.**, etc.

Special economic importance, so far, have *Tetranychus atlanticus* **Mc Greg.**, *Pyrameus cardui* **L.**, *Cricetus cricetus* **L.**, *Lepus europaeus* **L.** and other rodents.

Tetranychus atlanticus **Mc Greg.** represents the most important soybean pest. *T. urticae* **Koch.** also occur, but in significantly reduced number. The biggest impacts on soybean occur in years with dry summer (2002, 2003). Yield of the impacted plants could be reduced up to 27%. *Pyrameus cardui* **L.** occasionally could outbreak. The last outbreak of this species was recorded in 2006, when chemical insecticides were used on several hundred hectares. *Cricetus cricetus* **L.** attacks in the beginning of the vegetation (mass occurrence in 2006), destroying the plants in oasis-like parts of the field. Significant injuries could occur in maturation also.

There is no exact data about total losses caused by pests in our country, so far.

CIP - Каталогизacija u publikaciji
Библиотека Матице српске, Нови Сад

633.34

SOJA / [urednici] Jegor Miladinović, Milica Hrustić, Miloš Vidić. - Novi Sad : Institut za ratarstvo i povrtarstvo ; Bečej : Sojaprotein, 2008 (Novi Sad : AMB grafika). - 513 str. : ilustr. ; 29cm

Prema predgovoru, ovo je 2. izd. - Tiraž 1.000. - Bibliografija uz svaki rad. - Summary.

ISBN 978-86-80417-18-9

a) Coja

COBISS.SR-ID 234809351