

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Karmen ZAJEC

**MORFOLOŠKE LASTNOSTI DOMAČE POPULACIJE  
SOJE IN UPORABA SOJE V PREHRANI LJUDI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Karmen ZAJEC

**MORFOLOŠKE LASTNOSTI DOMAČE POPULACIJE SOJE IN  
UPORABA SOJE V PREHRANI LJUDI**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DOMESTIC  
POPULATION OF SOYBEAN AND SOYBEAN USE IN HUMAN FOOD**

GRADUATION THEISES  
Higher professional studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija agronomije in hortikulture na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Diplomsko delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, travništvo in pašništvo. Poljski poskus s tremi populacijami soje je bil izveden leta 2007 na domači kmetiji na Jagnjenici pri Radečah. Anketo o soji in njeni uporabi v prehrani so izpolnili potrošniki v trgovini z živili.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Darjo KOCJAN AČKO.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Darja KOCJAN AČKO  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Zlata LUTHAR  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Karmen ZAJEC

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs  
DK UDK 633.34:631.526.323:631.524.5 (043.2)  
KG soja/stročnice/poljski poskus/populacije/morfološke lastnosti/pridelek/uporaba  
KK AGRIS F01  
AV ZAJEC, Karmen  
SA KOCJAN AČKO, Darja (mentorica)  
KZ SI-1001 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
LI 2013  
IN MORFOLOŠKE LASTNOSTI DOMAČE POPULACIJE SOJE IN UPORABA SOJE V PREHRANI LJUDI  
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)  
OP X, 38, [2] str., 13 pregl., 42 sl., 1 pril., 13 vir  
IJ sl  
JI sl/en  
AL Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) je v svetu najbolj razširjena beljakovinska stročnica in pomembna oljnica. V letu 2007 je bil izveden poljski poskus s tremi populacijami soje na domači kmetiji na Jagnjenici pri Radečah. Seme soje je bilo posejano na medvrstno razdaljo 50 cm, razmik med semeni v vrsti pa je bil 25 cm. Velikost posamezne parcele je bila 3 m<sup>2</sup>. Glavni namen poskusa je bil spremljati morfološke razlike med populacijami pri setvi načrtne mešanice rumenega in črnega semena. Pridelek zrnja je bil izenačen pri setvi rumenega in pri mešanici rumenega in črnega semena (750 g/3 m<sup>2</sup>), precej manjši pri setvi pisanega semena (585 g/3 m<sup>2</sup>), najmanjši pa pri posejanem črnem semenu (570 g/3 m<sup>2</sup>). Za preučitev uporabe soje v prehrani ljudi je bil izdelan anketni vprašalnik, na katerega je odgovorilo 100 anketirancev. Ugotovljeno je bilo, da je soja ljudem znana, saj jo je 88 % anketirancev pravilno uvrstilo med stročnice, 43 % pa meni, da je soja po videzu najbolj podobna fižolu. Izkazalo se je, da 52 % vprašanih vključuje sojina zrnja in izdelke iz soje v svojo prehrano, več kot polovica (69 %) pa jih uporablja 1-krat do 2-krat mesečno. Anketirancem (44 %) je najbolj znano rumeno seme soje. Da so beljakovine prevladujoče v biokemični sestavi semena, meni 67 % anketiranih. Uporaba sojinih izdelkov je različna, od mleka (21 %), moke (20 %), olja (20 %), tofuja (14 %) in jogurta (10 %). Morfološki opisi in tehnološke lastnosti domačih populacij soje lahko služijo pri gojenju sorte, pregled literature skupaj z anketnimi odgovori pa je spodbuda potrošnikom pri uvrščanju soje v pridelavo in prehrano.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs  
DC UDK 633.34:631.526.323:631.524.5(043.2)  
CX soybean/leguminous/field trial/population/morphology/yield/use  
CC AGRIS F01  
AU ZAJEC, Karmen  
AA KOCJAN AČKO, Darja (supervisor)  
PP SI-1001 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
PY 2013  
TI MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DOMESTIC POPULATION OF SOYBEAN AND SOYBEAN USE IN HUMAN FOOD  
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)  
NO X, 38 [2] p., 13 tab., 42 fig., 1 ann., 13 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB The soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is the most widespread proteinous legume in the world and an important oilseed. In 2007, a field experiment with three populations of soybeans was implemented on a family farm in Jagnjenica, a village in the Radeče municipality (Slovenia). The soy seeds were sown at the inter-row spacing of 50 cm and the distance between seeds in a row was 25 cm. The size of each lot was 3 m<sup>2</sup>. The main purpose of the experiment was to monitor the morphological differences between the sown populations of yellow, black and mottled soybeans. The harvest was equal in the case of the yellow and the mixture of yellow and black seeds (750 g/3 m<sup>2</sup>) whereas in the case of the mottled seeds the harvest was a lot lower (585 g/3 m<sup>2</sup>). The black soybeans, however, were recorded to give the lowest harvest (570 g/3 m<sup>2</sup>). In order to examine the use of soybeans in the people's diet, I had elaborated a survey questionnaire which had been answered by 100 respondents. The results have shown that the people are familiar with the soybean, since 88% of the respondents correctly classified it as a legume, and 43% of them thought the soybeans closely resembled beans. It turned out that 52% of the respondents include the soybeans and soy products into their diet and that more than half of them (69%) use the soybeans and soy products 1–2 times monthly. The people are most familiar (44% of the respondents) with the yellow soybean. 67% of them believe that the prevailing biochemical components of the seeds are proteins. The use of the soy products differs from milk (21%), flour (20%), oil (20%), tofu (14%), and yogurt (10%). The morphological descriptions and the technological features of the domestic soybean populations can be of use in the breeding of a specific species, and the literature review, together with the questionnaire answers, might encourage the consumers to produce soybeans and include them into their diet.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO SLIK</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC</b>	<b>IX</b>
<b>KAZALO PRILOG</b>	<b>X</b>
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>2</b>
2.1 ZGODOVINA SOJE	2
2.1.1 Razširjenost in pridelek soje v svetu	2
2.2 MORFOLOŠKE LASTNOSTI	3
2.2.1 Korenina	3
2.2.2 Steblo	4
2.2.3 List	4
2.2.4 Cvet	5
2.2.5 Socvetje	5
2.2.6 Stroki	5
2.2.7 Seme	5
2.3 MORFOLOŠKI RAZVOJNI STADIJI IN FAZE PRI SOJI PO SKALI BBCH	6
2.4 BIOKEMIČNA SESTAVA SEMENA SOJE	12
2.4.1 Beljakovine	12
2.4.2 Maščobe	12
2.4.3 Ogljikovi hidrati	12
2.4.4 Lecitin	13
2.4.5 Vitamini B-kompleksa	13
2.4.6 Minerali	13
2.4.7 Fitoestrogeni	14
2.5 SOJA V PREHRANI	15
2.5.1 Uporaba soje v prehrani ljudi	15
<b>3 MATERIAL IN METODE DE LA</b>	<b>18</b>

<b>3.1 PREDSTAVITEV POSKUSA</b>	18
<b>3.2 IZVEDBA ANKETE</b>	19
<b>4 REZULTATI</b>	20
<b>4.1 REZULTATI POSKUSA</b>	20
<b>4.1.1 Morfološke lastnosti soje iz posejanega rumenega semena</b>	20
<b>4.1.2 Pridelek in višina soje iz posejanega rumenega semena</b>	21
<b>4.1.3 Morfološke lastnosti soje iz posejanega črnega semena</b>	22
<b>4.1.4 Pridelek in višina soje iz posejanega črnega semena</b>	23
<b>4.1.5 Morfološke lastnosti soje iz posejane mešanice rumenega in črnega semena</b>	24
<b>4.1.6 Pridelek in višina soje iz posejanega rumenega in črnega semena</b>	25
<b>4.1.7 Morfološke lastnosti soje iz posejanega pisanega semena</b>	25
<b>4.1.8 Pridelek in višina soje iz posejanega pisanega semena</b>	27
<b>4.2 PRIMERJAVA GOSPODARSKO POMEMBNIH LASTNOSTI POPULACIJ SOJE</b>	28
<b>4.3 REZULTATI ANKETE</b>	30
<b>5 RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	35
<b>6 POVZETEK</b>	36
<b>7 VIRI</b>	38
<b>ZAHVALA</b>	
<b>PRILOGA</b>	

## KAZALO SLIK

Slika 1: Površina in pridelek zrnja soje (t/ha) v svetu od leta 1961 do leta 2010 (FAOSTAT, 2010)	3
Slika 2: Suho seme (BBCH 00) (Munger in sod., 1997)	6
Slika 3: Hipokotil pride nad površino tal (BBCH 08) (Munger in sod., 1997)	6
Slika 4: Klična lista se pojavita nad površino (BBCH 09) (Munger in sod., 1997)	6
Slika 5: Klična lista sta popolnoma razvita (BBCH 10) (Munger in sod., 1997)	7
Slika 6: Razvit trojnat list na drugem nodiju (BBCH 12) (Munger in sod., 1997)	7
Slika 7: Vidni prvi popki (BBCH 51) (Munger in sod., 1997)	8
Slika 8: Začetek cvetenja soje (BBCH 61) (Munger in sod., 1997)	9
Slika 9: Večina strokov doseže končno velikost (BBCH 79) (Munger in sod., 1997)	10
Slika 10: Polna zrelost (BBCH 89) (Munger in sod., 1997)	11
Slika 11: Vsebnost fitoestrogenov (lignanov in izoflavonoidov) v hrani (Adlercreutz in sod., 2002)	14
Slika 12: Načrt poljskega poskusa s sojo na domači kmetiji na Jagnjenici pri Radečah	18
Slika 13: Razporeditev rastlin na parceli veliki 3 m <sup>2</sup>	18
Slika 14: List soje iz posejanega rumenega semena (foto: Zajec, 2007)	20
Slika 15: Cvet soje iz posejanega rumenega semen (foto: Zajec, 2007)	20
Slika 16: Steblo s stroki soje iz posejanega rumenega semena (foto: Zajec, 2007)	21
Slika 17: Barva semen v pridelku soje iz posejanega rumenega semena (foto: Zajec, 2007)	21
Slika 18: List soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)	22
Slika 19: Cvet soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)	22
Slika 20: Steblo s stroki soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)	22
Slika 21: Barva semen v pridelku soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)	23
Slika 22: List soje iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)	24
Slika 23: Cvet soje iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)	24
Slika 24: Steblo s stroki soje iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)	24
Slika 25: Barva semen soje v pridelku iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)	25
Slika 26: List soje iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)	26
Slika 27: Cvet soje iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)	26
Slika 28: Steblo s stroki soje iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)	26
Slika 29: Barva semen soje v pridelku iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)	27



Slika 30: Povprečna višina soje iz posejanega rumenega, črnega in pisanega semena ter združenega rumenega in črnega semena; Jagnjenica, 2007	28
Slika 31: Število strokov na rastlino pri soji iz posejanega rumenega, črnega in pisanega semena, ter združenega rumenega in črnega semena; Jagnjenica, 2007	29
Slika 32: Masa zrnja $g/m^2$ pri soji iz posejanega rumenega in pisanega semena ter združenega rumenega ter črnega semena; Jagnjenica, 2007	29
Slika 33: Anketiranci glede na uvrščanje soje med stročnice; Radeče, januar 2010	30
Slika 34: Anketiranci glede na prvo seznanitev s sojo; Radeče, januar 2010	30
Slika 35: Anketiranci glede podobnosti soje drugim rastlinam; Radeče, januar 2010	31
Slika 36: Anketiranci glede na vključevanje sojinega zrnja in izdelkov iz soje v prehrano; Radeče, januar 2010	31
Slika 37: Anketiranci glede mesečne uporabe soje in njenih izdelkov v prehrani; Radeče, januar 2010	32
Slika 38: Anketiranci glede barve semenske lupine pri soji; Radeče, januar 2010	32
Slika 39: Anketiranci glede poznavanja izdelkov iz soje; Radeče, januar 2010	33
Slika 40: Anketiranci glede na vsebnost kemičnih snovi v semenu soje; Radeče, januar 2010	33
Slika 41: Anketiranci glede uporabe sojinega lecitina v živilski industriji; Radeče, januar 2010	34
Slika 42: Anketiranci glede uporabe sojinega olja pri izdelavi mil, detergentov in plastike; Radeče, januar 2010	34

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Površina in pridelek soje zrnja v svetu od leta 1961 do leta 2010 (FAOSTAT, 2010)	2
Preglednica 2: Stadij kalitve soje vključuje faze BBCH od 00 do 09 (Munger in sod., 1997)	6
Preglednica 3: Stadij oblikovanja listov vključuje faze BBCH od 10 do 19 (Munger in sod., 1997)	7
Preglednica 4: Stadij oblikovanja stranskih poganjkov pri soji vključuje faze BBCH od 20 do 29 (Munger in sod., 1997)	8
Preglednica 5: Stadij cvetenja pri soji vključuje razvojne faze BBCH od 60 do 69 (Munger in sod., 1997)	9
Preglednica 6: Stadij podaljševanja strokov in oblikovanje semen vključuje razvojne faze BBCH od 70 do 79 (Munger in sod., 1997)	10
Preglednica 7: Stadij zorenja strokov in semen pri soji vključuje razvojne faze BBCH od 80 do 89 (Munger in sod., 1997)	11
Preglednica 8: Priprava in makrohranljiva sestava nekaterih pogosto uporabljenih sojinih izdelkov	17
Preglednica 9: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastline soje iz posejanega rumenega semena	21
Preglednica 10: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastlin soje iz posejanega črnega semena	23
Preglednica 11: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastlin soje iz posejanega rumenega in črnega semena	25
Preglednica 12: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastlin soje iz posejanega pisanega semena	27
Preglednica 13: Primerjava gospodarsko pomembnih lastnosti populacij soje iz posejanega rumenega, črnega, pisanega ter združenega rumenega in črnega semena	28

## **KAZALO PRILOG**

Priloga A: Anketni vprašalnik

## 1 UVOD

Soja (*Glycine max* (L.) Merril) velja za varovalno in zdravo živilo, ki lahko v prehrani delno ali popolnoma nadomešča živalske beljakovine. Kot stročnica z veliko hranljivo vrednostjo je na Daljnem vzhodu že tisočletja glavni vir prehrane. Sojino seme spada med živila, ki vsebujejo beljakovine, maščobe ter razmeroma malo ogljikovih hidratov. Po sestavi beljakovin se nobeno rastlinsko živilo ne more primerjati z njo, saj vsebuje osem visokokakovostnih esencialnih aminokislin, ki jih organizem ne more proizvesti. Obrok, ki vsebuje sojo, je mogoče pripraviti na veliko načinov, saj je v trgovinah v svetu in v Sloveniji vedno več sojinega zrnja in sojinih izdelkov (Mindell, 2000).

Namen diplomskega dela je bil spremljati rast, razvoj in pridelek domačih populacij soje na primeru posejanega rumenega, črnega, pisanega ter mešanice rumenega in črnega semena ter ugotoviti barvo semenske lupine pridelanega zrnja.

Na domači njivi na Jagnjenici pri Radečah že desetletja pridelujemo sojo domače populacije. Z vpisom na študij agronomije se je moje zanimanje za sojo okrepilo. Opazila sem, da je pridelano zrnje rumeno, črno, rjavo rdeče in pisano.

S poljskim poskusom sem spremljala morfološke lastnosti domačih populacij soje (višino rastlin, število stranskih poganjkov, cvetenje in število strokov), stehtala pridelek zrnja na parcelo in zabeležila barvo semen pridelanega zrnja. Glede na dolgoletno setev soje na domači kmetiji, domnevam, da so domače populacije primerne za pridelavo pri nas, zato jih kaže bolje spoznati, selekcionirati in morda registrirati kot sorte.

Z anketo uporabnikom sojinega zrnja in jedi in s pomočjo pregledane literature bom predstavila možnosti uporabe soje v prehrani ljudi, ki se povečuje glede na pestro ponudbo izdelkov na policah trgovin.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 ZGODOVINA SOJE

Sojo uvrščamo med najstarejše gojene rastline; viri dokazujejo udomačitev soje približno 5000 let pred našim štetjem v vzhodnem delu severne Kitajske. V Evropi so jo spoznali šele v 18. stoletju. V ZDA, ki je danes največja pridelovalka sojinega zrnja na svetu, pa so sojo začeli širiti šele proti koncu 19. stoletja (Elzebroek in Wind, 2008).

Več kot sto let je minilo, odkar so jo poskusno pridelovali v takratni Avstroogrski monarhiji, kjer se je kot nova poljščina pojavila tudi v naših krajih. Po 2. svetovni vojni je pri nas zanimanje za sojo večkrat oživel, vendar je zaradi težav pri pridelavi vedno znova zamrlo. Glavni vzrok je bil, setev sort, ki zaradi daljše rastne dobe niso pravočasno dozorele, kar je bil vzrok za težave pri spravilu. Konec 20. stoletja so v tujini vzgojili sorte soje s krajšo rastno dobo, ki jim nekoliko hladnejše rastne razmere v jeseni še ustrezajo in so zato pravočasno dozori, njihov pridelek pa je zadovoljiv (Kocjan Ačko, 2001a).

#### 2.1.1 Razširjenost in pridelek soje v svetu

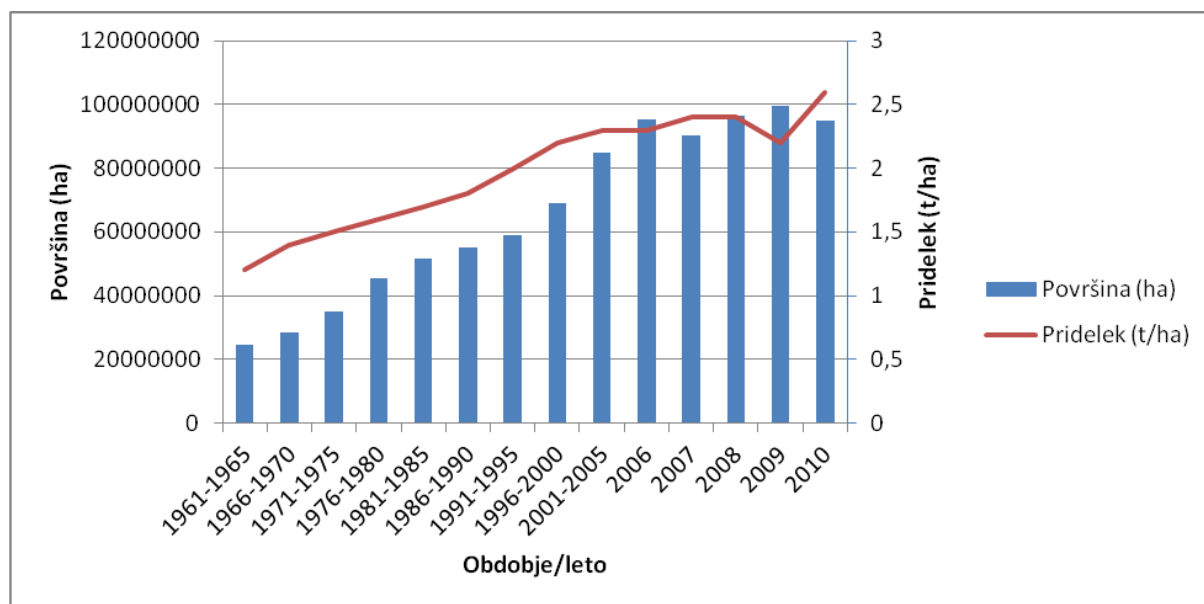
Soja je v svetu najbolj razširjena beljakovinska stročnica in pomembna oljnica, zemljišča s sojo pa se vsako leto povečujejo (preglednica 1, slika 1). Od leta 1981 do leta 1985 je obseg pridelave soje v svetu prvič presegel 50 milijonov hektarjev zemljišč. Od leta 1985 pa do leta 2009 pa so se zemljišča posejana s sojo podvojila (FAOSTAT, 2010).

Preglednica 1: Površina in pridelek zrnja soje v svetu od leta 1961 do leta 2010 (FAOSTAT, 2010)

Obdobje/leto	Površina (ha)	Pridelek (t/ha)
1961-1965	24.708.207	1,2
1966-1970	28.388.654	1,4
1971-1975	35.061.818	1,5
1976-1980	45.396.516	1,6
1981-1985	51.584.696	1,7
1986-1990	55.024.601	1,8
1991-1995	59.124.336	2,0
1996-2000	69.089.124	2,2
2001-2005	84.706.268	2,3
2006	95.308.367	2,3
2007	90.155.973	2,4
2008	96.480.629	2,4
2009	99.501.101	2,2
2010	94.940.000	2,6

Leta 2006 se je skupen obseg zemljišč zasajenih s sojo povečal na 95 milijonov hektarjev, leta 2009 so jo pridelovali že na 100 milijonih hektarjev njiv. Ponekod v svetu se povečuje obseg pridelave soje ne le zaradi vse večjih potreb po beljakovinah, ampak tudi zaradi širjenja ekološke pridelave in vključevanja soje v kolobar (Kocjan Ačko, 2001b).

Glede na statistične podatke se tudi pridelek soje vsako leto konstantno povečuje. Leta 1961 je bil 1,2 t/ha, leta 2010 pa že enkrat večji, to je 2,6 t/ha (FAOSTAT, 2010).



Slika 1: Površina in pridelek zrnja soje (t/ha) v svetu od leta 1961 do leta 2010 (FAOSTAT, 2010)

Razporeditev zemljišč s sojo po celinah je neenakomerna in se v zadnjih desetletjih zelo spreminja. Leta 1970 je imela Severna Amerika posejanih 72 % skupne svetovne pridelave soje. Ta delež se je postopoma zmanjševal, tako da so leta 2007 zemljišča pod sojo v Severni Ameriki znašala približno 34 % skupne svetovne pridelave. Zmanjševanje deleža soje v Severni Ameriki je posledica vse večje pridelave soje v drugih državah sveta.

Zemljišča pod sojo so se občutno povečala v Braziliji in Argentini, saj ima Argentina 16,1 milijonov hektarjev, Brazilija pa 20,6 milijonov hektarjev zemljišč zasajenih s sojo. Kljub temu je Severna Amerika še vedno med vodilnimi svetovnimi pridelovalkami soje in glavna predelovalka soje v sojine izdelke (FAOSTAT, 2010).

V Sloveniji se soja ni pomembno razširila, kljub poskusom širjenja v osemdesetih letih 20. stoletja. Sejejo jo v glavnem ekološki kmetje na manjših njivah in v vrtovih (Kocjan Ačko, 2001b).

## 2.2 MORFOLOŠKE LASTNOSTI

### 2.2.1 Korenina

soje je vretenasta. Sestavljajo jo glavna korenina in dobro razvite stranske korenine. Večina stranskih korenin se razvije do globine ornice (30 cm), posamezne korenine pa lahko segajo tudi do globine 1,5 metra. Globina korenin je odvisna od vrste tal, sorte in podnebnih dejavnikov. Na dobro obdelanih tleh prodre korenina globlje in se močnejše deli, kar naredi rastlino odpornejšo proti suši. Korenine soje imajo tudi močno črpalno moč za hranila in vodo (Nenadić, 1985).

Stročnice so rastline, ki so sposobne simbioze z nitrifikacijskimi bakterijami iz rodu *Rhizobium*. V koreninskih gomoljčkih kopičijo dušik iz zraka, ki ga deloma porabi rastlina gostiteljica, s preperevanjem ostankov korenin v tleh pa je na razpolago za prehrano naslednji poljščini ali vrtnini (Kocjan Ačko, 2001b).

Skozi rastno dobo nastanejo na koreninah soje gomoljaste odebelitve, tako imenovani gomoljčki ali nabrekli, ki jih pri razmnoževanju oblikujejo bakterije iz rodu *Rhizobium*, potem ko prodrejo skozi koreninske laske v korenine. Bakterije se v gomoljčku povečajo in spremenijo v mirujoče bakterioide. Ti dobijo od rastline gostiteljice organska hranila, na primer ogljikove hidrate, v zameno dajejo rastlini amonijski dušik, ki ga dobijo s fiksacijo elementarnega zračnega dušika s pomočjo encima nitrogenaze. Nekaj dušika porabi soja za izgradnjo organskih spojin, drugi dušik prodre v tla ob koncu rasti, ko se razgradijo gomoljčki. Ker pa bakterije, prosto živeče v tleh, niso sposobne vezati dušika, lahko to pomembno lastnost izkoriščamo le s setvijo soje (Kocjan Ačko, 2001b).

Na simbiozo z določeno vrsto stročnice je specializiran samo določen soj iz rodu *Rhizobium*, zato soji ne morejo prehajati z ene stročnice na drugo. V simbiozi s sojo je lahko uspešna samo vrsta *Rhizobium japonicum*. Če želimo pridelek soje povečati za 20 % in doseči večjo vsebnost beljakovin, je pri soji treba z inokuliranim oziroma inficiranim semenom ali prstjo vnesti v tla sojine simbiotske bakterije. Pri stročnicah, ki so na njivi večino leta, znaša količina iz zraka dobljenega dušika 100 do 250 kg/ha, od tega posevek, ki sledi stročnici, izkoristi 30 do 80 kg dušika/ha. Večino dušika pridobijo nitrifikacijske bakterije v obdobju cvetenja (Kocjan Ačko, 2001b).

### **2.2.2 Steblo**

soje doseže višino 40 do 150 cm in ima od 12 do 15 členkov, katerih dolžina znaša 3 do 13 cm. Med dvema členkoma so kolenca, na katerih rastlina požene list in stranske poganjke, ki so lahko tako številni, da je rastlina podobna grmu. Na rastlino se navadno oblikuje 2 do 15 stranskih poganjkov. Prvi stranski poganjek se lahko pojavi že na višini 1 cm. Pogosto prvi poganjki poženejo že iz listnih pazduh kličnih listov, kar je značilno predvsem za zgodnje sorte. Stranski poganjki izraščajo pod različnim kotom. Število stranskih poganjkov je odvisno od dednih lastnosti sorte in rastnih razmer. Stebla mladih rastlin so obarvana z različnimi barvnimi odtenki zelene, ki lahko prehajajo vse do svetlo vijolične barve. Pri dozorevanju dobiva steblo svetlo rumeno do rjavo rumeno barvo (Nenadić, 1985).

### **2.2.3 List**

soje je sestavljen iz treh lističev. Listni pecelj srednjega lističa je najdaljši, medtem ko sta peclja stranskih lističev zelo kratka. Posamezen listič je po obliki srčast, jajčast, kopjast ali rombast, zgornji listič pa je običajno bolj ali manj zašiljen. Število listov na eni rastlini se giblje od 15 do 20, neredko pa se razvije na več stranskih poganjkih zelo razvejanih rastlin tudi po nekaj deset listov. Dolžina lističa znaša 6 do 12 cm, širina pa 3 do 9 cm. Površina lističa je lahko ravna in gladka ali rahlo valovita, z obeh strani pa porasla z dlačicami. V začetku rastne dobe so listi svetlo zeleni, pozneje temno zeleni, na koncu rastne dobe pa postopoma porumenijo in odpadejo (Nenadić, 1985).

#### **2.2.4 Cvet**

je zgrajen iz petih čašnih listov, pet venčnih listov, desetih prašnikov in enega pestiča. Niti devetih prašnikov so zrasle, deseti, zgornji prašnik pa je prost. Barva venčnih listov je bela, blede vijolična ali svetlo rumena. Cvetovi se odpirajo zjutraj. Glede na dolžino rastle dobe lahko traja cvetenje 15 do 80 dni. Cvetovi so samoprašni (avtogamni), saj se oplodijo samoprašno skoraj v celoti (99,6 %). Oploditev oziroma opráševanje cvetov s križanjem je zelo redko. Cvetni prah sojine rastline prispe le izjemoma v drug cvet s posredovanjem žuželk. Tujeprašnost skoraj ni mogoča, ker poteka oploditev v še zaprtih cvetovih, pa tudi zato, ker cvetovi nimajo vonja, da bi privabljali žuželke (Elzebroek in Wind, 2008).

#### **2.2.5 Socvetje**

soje je združeno v grozd (*racemus*), oblikujejo pa ga cvetovi v skupinah od 2 do 5, lahko pa jih je tudi do 20. Socvetja se oblikujejo v zalistjih, to je 3 do 15 cm nad tlemi. Cvetovi so lahko na kratkih (zbitih) ali pa v rahlih in dolgih grozdih. Zgrajeni so iz petih čašnih listov, metuljastega venca (jadro, dve krilci, čolniček), desetih prašnikov in enega pestiča (Kumudini, 2010).

#### **2.2.6 Stroki**

so tako kot listi in steblo porasli z dlačicami. Pri dozorevanju se prej zeleni stroki obarvajo svetlo do temno rumeno. Dolžina stroka je 3 do 5 cm, z enim do petimi semeni, najpogosteje z dvema do tremi. Na rastlini se oblikuje 25 do 35 strokov, odvisno od sorte in vremenskih razmer. Na rastlino lahko pričakujemo pridelek do 300 semen. Pri starejših sortah so se stroki razpočili po trebušnem šivu in odvrgli semena, pozneje pa so vzgojili sorte, z manjšim nagnjenjem strokov k odpiranju. Novejše sorte imajo prve stroke višje na rastlini, kar je zaželeno zaradi strojnega spravila (Kumudini, 2010).

#### **2.2.7 Seme**

soje je sestavljeno iz semenske lupine ali teste (7 do 8 % od skupne mase semena) in kalčka, ki je sestavljen iz dveh kličnih listov, plumule in radikule. Semenska lupina soje je rumena, rjava, zelena, črna ali pisana. Približno 90 % skupne mase semena predstavljata klična lista, ki sta rumena ali zelena. Del s katerim je seme povezano s strokom imenujemo popek, ki je praviloma nekoliko temnejši od semena. Oblika semena je lahko okrogla ali jajčasta. Semena so s strani običajno sploščena, popkov del pa je jajčast ali podolgovat in nekoliko poudarjen. Zvečine je barva semenske lupine blede rumena do intenzivno rumena, zelena, v različnih odtenkih sive vse do črne barve, brez ali z delnim sijajem. Absolutna masa semena znaša 100 do 300 g, hektolitrsko masa pa 70 do 85 kg/hl (Martin in sod., 2006).

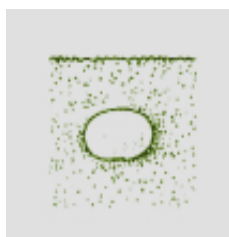


## 2.3 MORFOLOŠKI RAZVOJNI STADIJI IN FAZE PRI SOJI PO SKALI BBCH

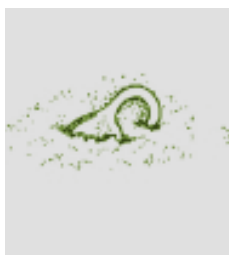
Stadij kalitve je razviden iz preglednice 2, s slikami 2,3 in 4 pa so predstavljene faze BBCH 00, 08 in 09.

Preglednica 2: Stadij kalitve soje vključuje faze BBCH od 00 do 09 (Munger in sod., 1997)

Stadij kalitve	Opis faze
00	suho seme
01	nabrekanje semena
03	zaključeno nabrekanje semena
05	začenja se pojavljati korenina
06	podaljševanje korenine; oblikujejo se koreninski laski
07	hipokotil začne prodirati skozi semensko lupino
08	hipokotil pride nad površino tal
09	klična lista se pojavita nad površino (vznik)



Slika 2: Suho seme (BBCH 00) (Munger in sod., 1997)



Slika 3: Hipokotil pride nad površino tal (BBCH 08) (Munger in sod., 1997)



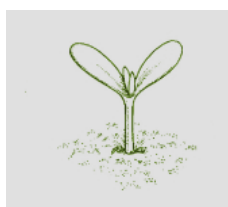
Slika 4: Klična lista se pojavita nad površino (BBCH 09) (Munger in sod., 1997)

Stadij oblikovanja listov je razviden iz preglednice 3, s slikami 5 in 6 pa so predstavljene faze BBCH 10 in 12.

Preglednica 3: Stadij oblikovanja listov vključuje faze BBCH od 10 do 19 (Munger in sod., 1997)

Stadij oblikovanja Listov	Opis faze
10	klična lista sta popolnoma razvita
11	razvit prvi par pravih listov (na prvem nodiju je samo en list)
12	razvit trojnat list na drugem nodiju
13	razvit trojnat list na tretjem nodiju
1...	za vsak naslednji list se širjenje za eno povečuje
19	razvit trojnat list na devetem nodiju. Stranski poganjki niso vidni <sup>1</sup>
-	razvit trojnat list na desetem nodiju <sup>1</sup>
-	razvit trojnat list na enajstem nodiju <sup>1</sup>
-	razvit trojnat list na dvanajstem nodiju <sup>1</sup>
-	razvit trojnat list na trinajstem nodiju <sup>1</sup>
-	faze oblikovanja listov se lahko nadaljujejo tudi na stranskih poganjkih
-	razvit trojnat list na devetnajstem nodiju <sup>1</sup>

Legenda: <sup>1</sup> Stranski poganjki se lahko razvijejo malo prej; v tem primeru se nadaljuje razvojna faza 12



Slika 5: Klična lista sta popolnoma razvita (BBCH 10) (Munger in sod., 1997)



Slika 6: Razvit trojnat list na drugem nodiju (BBCH 12) (Munger in sod., 1997)

Stadij oblikovanja stranskih poganjkov je razviden iz preglednice 4.

Preglednica 4: Stadij oblikovanja stranskih poganjkov pri soji vključuje faze BBCH od 20 do 29 (Munger in sod., 1997)

Stadij oblikovanja stranskih poganjkov	Opis faze
20	-
21	viden prvi stranski poganjek
22	viden drugi stranski poganjek na prvem medčlenku
23	viden tretji stranski poganjek na prvem medčlenku
2...	faze se nadaljujejo
29	vidnih devet stranskih poganjkov na prvem medčlenku
-	viden deseti stranski poganjek na prvem medčlenku
-	viden prvi stranski poganjek na drugem medčlenku
-	faze se nadaljujejo
-	viden deveti stranski poganjek na drugem medčlenku
-	viden prvi stranski poganjek na naslednjih medčlenkih

V tretjem razvojnem stadiju se steblo soje enakomerno podaljšuje, sočasno se razvijajo listi, kar vključuje faze od 30 do 39, v sistemu po BBCH pa ni zabeleženih posameznih razvojnih faz (Munger in sod., 1997).

V četrtem razvojnem stadiju gre za podaljševanje vegetativnih delov rastline. Rast in razvoj se po sistemu BBCH nadaljujeta do faze 49, kjer je opisano, da so vsi vegetativni deli rastline dosegli končno velikost. Rastlina je v tem obdobju primerna za košnjo (Munger in sod., 1997).

V petem razvojnem stadiju se začne brstenje soje, kar vključuje razvojne faze od BBCH 50 do 59. V fazi 51 so vidni prvi popki (slika 7), v fazah od 55 do 59 se prvi cvetni popki večajo, vendar so še vedno zaprti (Munger in sod., 1997).



Slika 7: Vidni prvi popki (BBCH 51) (Munger in sod., 1997)

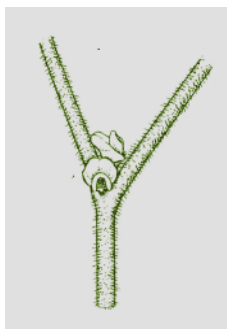
Iz preglednice 5 je razvidno cvetenje determinantnih in nedeterminantnih sort, s sliko 8 pa je predstavljena faza BBCH 61.

Preglednica 5: Stadij cvetenja pri soji vključuje razvojne faze BBCH od 60 do 69 (Munger in sod., 1997)

Stadij cvetenja	Opis faze
60	prvi cvetovi so odprti
61	začetek cvetenja; približno 10 % cvetov je odprtih <sup>2</sup>
	začetek cvetenja <sup>3</sup>
62	približno 20 % cvetov je odprtih <sup>2</sup>
63	približno 30 % cvetov je odprtih <sup>2</sup>
64	približno 40 % cvetov je odprtih <sup>2</sup>
65	polno cvetenje: približno 50 % cvetov je odprtih <sup>2</sup>
	glavno obdobje cvetenja <sup>3</sup>
66	približno 60 % cvetov je odprtih <sup>2</sup>
67	cvetenje se zmanjšuje <sup>2</sup>
68	-
69	konec cvetenja: vidni prvi stroki dolgi približno 5 mm

<sup>2</sup> Ta definicija je značilna za determinantne sorte

<sup>3</sup> Ta definicija je značilna za nedeterminantne sorte



Slika 8: Začetek cvetenja soje (BBCH 61) (Munger in sod., 1997)

Iz preglednice 6 so razvidne razvojne faze v stadiju podaljševanja strokov in oblikovanje semen, s sliko 9 pa je predstavljena faza BBCH 79.

Preglednica 6: Stadij podaljševanja strokov in oblikovanje semen vključuje razvojne faze BBCH od 70 do 79 (Munger in sod., 1997)

Stadij podaljševanja strokov in oblikovanje semen	Opis faze
70	prvi strok doseže končno velikost (15 do 20 mm)
71	približno 10 % strokov doseže končno velikost (15 do 20 mm) <sup>2</sup> strok se začne razvijati <sup>3</sup>
72	približno 20 % strokov doseže končno velikost (15 do 20 mm) <sup>2</sup>
73	približno 30 % strokov doseže končno velikost (15 do 20 mm) <sup>2</sup> začetek polnjenja stroka <sup>3</sup>
74	približno 40 % strokov doseže končno velikost (15 do 20 mm) <sup>2</sup>
75	približno 50 % strokov doseže končno velikost (15 do 20 mm) nadaljevanje polnjenja stroka <sup>2</sup> . Glavna perioda oblikovanja stroka nadaljevanje polnjenja stroka <sup>3</sup>
76	-
77	približno 70 % strokov doseže končno velikost (15 do 20 mm) polnjenje stroka napreduje. <sup>2</sup> Polnjenje stroka napreduje <sup>3</sup> .
78	-
79	večina strokov doseže končno velikost (15 do 20 mm) seme zapolni večino praznega stroka <sup>2,3</sup>

Legenda:

<sup>2</sup> Ta definicija je značilna za determinantne sorte

<sup>3</sup> Ta definicija je značilna za nedeterminantne sorte



Slika 9: Večina strokov doseže končno velikost (BBCH 79) (Munger in sod., 1997)

Iz preglednice 7 so razvidne razvojne faze v stadiju zorenja strokov in semen, s sliko 10 pa je prikazana faza BBCH 89.

Preglednica 7: Stadij zorenja strokov in semen pri soji vključuje razvojne faze BBCH od 80 do 89 (Munger in sod., 1997)

Stadij zorenja strokov in semen	Opis faze
80	prvi strok dozori, seme dobi končno barvo, postane suho in trdo
81	začetek dozorevanja; približno 10 % strokov dozori, seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. Začetek zorenja strokov in semen. <sup>3</sup>
82	približno 20 % strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. <sup>2</sup>
83	približno 30 % strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. <sup>2</sup>
84	približno 40 % strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. <sup>2</sup>
85	približno 50 % strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. <sup>2</sup> Glavno obdobje zorenja strokov in semen. <sup>3</sup>
86	približno 60 % strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. <sup>2</sup>
87	približno 70 % strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. <sup>2</sup>
88	približno 80 % strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo. <sup>2</sup>
89	polna zrelost: skoraj vsi stroki so zreli, semen dobi končno barvo, postane suho in trdo. Tehnološka zrelost, čas žetve <sup>2</sup> večina strokov dozori; seme dobi končno barvo, postane suho in trdo <sup>3</sup>

Legenda:

<sup>2</sup> Ta definicija je značilna za determinantne sorte

<sup>3</sup> Ta definicija je značilna za nedeterminantne sorte



Slika 10: Polna zrelost (BBCH 89) (Munger in sod., 1997)

V devetem stadiju gre za staranje rastlin, kar vključuje razvojne faze od BBCH 90 do 99. V fazi 91 približno 10 % listov potemni ali odpade, nadaljuje se do faze 96, kjer potemni ali odpade približno 60 % listov. Sledi faza 97, kjer nadzemni deli rastlin odmrejo. Zadnja faza (99) je definirana kot suho seme (Munger in sod., 1997).

## 2.4 BIOKEMIČNA SESTAVA SEMENA SOJE

### 2.4.1 Beljakovine

Soja vsebuje vseh osem esencialnih aminokislin (fenilalanin, valin, treonin, triptofan, izolevcin, metionin, levcin, in lizin) in je boljša od vse druge rastlinske hrane, ki vsebuje beljakovine. Sojine beljakovine so po kakovosti enakovredne beljakovinam živalskega izvora in lahko služijo kot edini vir beljakovin v prehrani. Če jo primerjamo z beljakovinami živalskega izvora, ima soja to prednost, da njene beljakovine niso kisle ampak bazične. To je zelo pomembno za presnovo, ker pri prebavi soje ne nastanejo anorganske kisline kot pri presnovi mesa (Macrae in sod., 2005).

Beljakovine so glavna sestavina mišic in drugih tkiv v človekovem telesu. Beljakovine so velike molekule, ki so sestavljene iz aminokislin. Osnovna struktura beljakovine je veriga aminokislin, ki vsebujejo ogljik, vodik, kisik, dušik in žveplo. Prisotnost dušika je tista, ki loči beljakovine od ogljikovih hidratov in maščob. Človek potrebuje približno dvajset različnih aminokislin za izgradnjo lastnih beljakovin. Osem od teh aminokislin je esencialnih, kar pomeni, da jih organizem ne more sintetizirati sam, ampak jih moramo zaužiti s hrano (Mindell, 2000).

### 2.4.2 Maščobe

Sojine maščobe vsebujejo zelo velik odstotek polinenasičenih maščobnih kislin (5 do 11 % linolne in 43 do 57 % linolenske). Te polinenasičene maščobne kisline dajejo soji še posebno dietično vrednost. Te kisline so življenjskega pomena, ker sodelujejo pri nastanku nekaterih tkivnih hormonov, znižujejo pa tudi krvni holesterol. Zdrava mešanica maščob v soji je odličen vir rastlinskih omega-3 maščobnih kislin (Macrae in sod., 2005).

### 2.4.3 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati obsegajo pektin, celulozo, hemicelulozo ter so povezani s celičnimi stenami v sojinih kalčkih. To je tudi komponenta v prehranskih vlaknih, ki je identificirana kot pomemben del človeške prehrane. Vlakna so pretežno razširjena v plašču sojinega semena (lupina) kot tudi v kalčkih (Macrae in sod., 2005).

Uživanje soje prispeva k dobri prebavi, saj vsebuje veliko balastnih snovi, kot so kompleksni ogljikovi hidrati, ki jih naš organizem s svojimi prebavnimi encimi ne more prebaviti. Razen deleža mase določenega živila ne predstavljajo nobene energije. Balastna hrana je energijsko manj gosta, vendar bolj nasitna, zaradi tega je posebno pomembna pri regulaciji teka.

Vlanknine so zelo pomembne za dobro počutje, saj poskrbijo za dolgotrajen občutek sitosti, zmanjšujejo vrednost holesterola, uravnavajo koncentracijo sladkorja v krvi in preprečujejo čezmerno izločanje inzulina. Poleg tega nase vežejo majhne količine maščobe in spodbujajo prebavo. Vlanknine delimo na topne balastne snovi, kamor spadajo pektini in različne rastlinske gume (guma gvara, traganta), ter na netopne balaste, kot so celuloza, hemiceluloza in lignin. Za ohranitev zdravja potrebujemo tako ene kot druge (Raghuvanshi in Bisht, 2010).

Glikemični indeks pokaže, kako hitro živilo povzroči dvig sladkorja v krvi. Pri soji je presenetljivo majhen, to je 15. Kuhan korenček ima indeks 92, riž 72, krompir 70 in fižol 40. To pomeni, da v primerjavi z drugimi živili uživanje soje najmanj obremenjuje našo trebušno slinavko. Poleg tega soja, zaradi velike vrednosti aminokislina arginina, poveča izločanje inzulina in tiroksina. Če sojino moko, tofu ali sojino smetano dodamo pecivom ali drugim obrokom, bomo s tem zmanjšali glikemični indeks pripravljene hrane (Raghuvanshi in Bisht, 2010).

#### **2.4.4 Lecitin**

Lecitin nastaja pri predelavi soje kot stranski proizvod. Kot emulgator zmanjšuje površinsko napetost vode ter omogoča boljše mešanje maščob in vode v snoveh, kot so: čokolada, sladoled, margarina in majoneza. Pri nekaterih živilih deluje dodatek lecitina tudi kot sredstvo proti staranju. Lecitin je pomemben prehranski dodatek, saj ga za razliko od drugih emulgatorjev organizem lažje izloči in pri tem ne poškoduje ledvic. Poleg tega pomaga tudi pri zmanjševanju holesterola v krvi in preprečuje tvorbo žolčnih kamnov. Lecitin pomaga pri delovanju skeletnih in srčne mišice ter zmanjšuje deformiranost stopal. V našem organizmu deluje lipotropno, kar pomeni, da prispeva k izgorevanju maščob za pridobivanje energije oziroma, da varuje jetra pred nalaganjem maščob. Prisoten je v vseh celicah in je pomembna sestavina tako živčnih kot tudi možganskih celic. Navadno je lecitin prisoten v vsaki živalski in človeški celici, zlasti pa v jajčnem rumenjaku, možganih in živcih. Lecitin označujejo z oznako E322 (Raghuvanshi in Bisht, 2010).

#### **2.4.5 Vitamini B-kompleksa**

V 100 gramih soje je skoraj miligram vitamina B1(tiamin), kar zadovolji polovično dnevno potrebo po tem vitaminu. Tiamin je potreben za presnovo ogljikovih hidratov ter za dobro delovanje živčevja in srca.

Vitamina B2 (riboflavin) sodeluje pri presnovi ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin, pri gradnji in razgradnji rdečih krvničk, pri odstranjevanju strupov iz krvi, potreben je za rast in razvoj zarodka, ohranja zdravo kožo, pomaga pri zdravljenju razjed na ustni sluznici in razpok v ustnih kotičkih, izboljšuje vid, zmanjšuje utrujenost oči. Z vsebnostjo 0,52 miligrama na 100 gramov spada soja med najpomembnejše oskrbovalce z riboflavinom.

Vitamin B3 (niacin) sodeluje pri presnovi maščob, beljakovin in ogljikovih hidratov, pri zmanjševanju nivoja holesterola in trigliceridov ter pri prekrvavitvi. Sto gramov soje vsebuje deset miligramov bioaktivnega niacina, kar zadostuje polovični dnevni potrebi.

Vitamin B6 (piridoksin) potrebujemo za presnavljanje in za delovanje živčnega sistema. Pomanjkanje tega vitamina je zelo razširjeno in povzroča kožna vnetja. Sto gramov soje vsebuje 1,19 miligramov piridoksina, zaradi tega je soja in naravni izdelki iz soje pomembno zdravilo za kožne bolezni (Zittlau in Kriegisch, 2000).

#### **2.4.6 Minerali**

Mangan je mikroelement, ki je sestavina in spodbujevalec pomembnih encimov, velikega pomena pa je tudi pri gradnji okostja. Sto gramov soje vsebuje 2,8 miligramov mangana kar pokrije že polovico dnevne potrebe po tem mineralu.



Soja vsebuje skoraj 10 miligramov železa, sojina moka pa 12 miligramov, dnevno pa ga potrebujemo 12 do 18 miligramov. To dokazuje, da lahko potrebe po železu brez težav zadovoljimo tudi brez mesa.

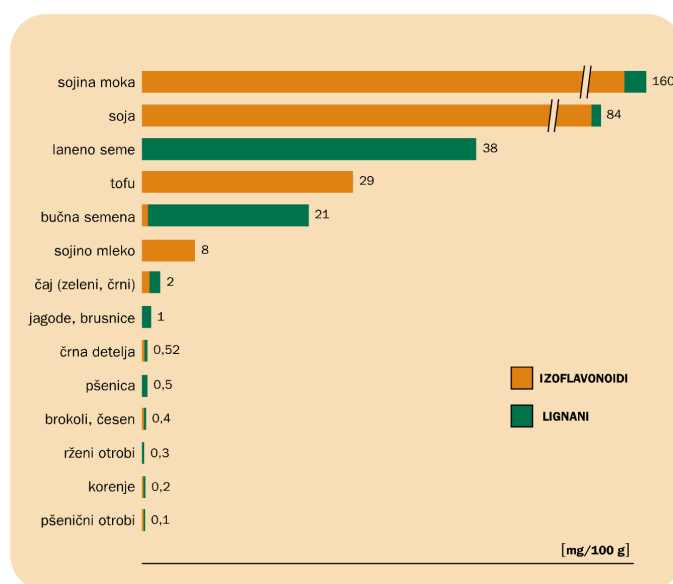
V 100 gramih soje je približno 150 mikrogramov molibdena. Ta mineral je sestavina nekaterih encimov, ki ima pomembno vlogo pri presnovi sečne kisline.

V 100 gramih soje je dovolj selena, ki zadovoljuje dnevno potrebo po tem elementu. Selen ima pomembno vlogo v imunskem sistemu, predvsem pa skrbi za prestrezanje prostih radikalov. S tem varuje telesne celice in pomembne naravne aktivne snovi pred uničenjem. Sto gramov soje vsebuje 4,3 miligramov cinka, kar zadovolji polovično dnevno potrebo po tem elementu. Cink ima v organizmu pomembno vlogo, saj sodeluje pri gradnji hormonov in encimov. Izreden je njegov vpliv na obrambno moč telesa, zlasti na zdravje kože in las (Zittlau in Kriegisch, 2000).

### 2.4.7 Fitoestrogeni

Vnos izoflavonoidov na Japonskem in Kitajskem, kjer je soja del vsakdanje prehrane, znaša 20 do 80 mg/dan, medtem ko kljub večji priljubljenosti soje navkljub v zahodnem svetu v povprečju še vedno pojemo le od 1 do 3 mg izoflavonoidov dnevno. V 100 g sojine moke je od 100 do 300 mg izoflavonoidov (odvisno od vrste soje in pridelave), sojin sir pa jih vsebuje skoraj 10-krat manj, to je 26 do 33 mg/100 g, kar je razvidno iz slike 11 (Fidimed, 2010).

Ker je razpolovni čas fitoestrogenov v človeškem organizmu od 6 do 8 ur, je najbolj ugodno uživanje soje večkrat dnevno v manjših količinah. Strokovnjaki svetujejo naj ljudje uživajo prehranske dodatke s sojo v vsaj dveh porazdeljenih odmerkih dnevno. Izoflavoni so fitonutrienti (hranila rastlinskega izvora), sorodni flavonoidom. V telesu se spremenijo v fitoestrogene, spojine, ki so podobne hormonom in lahko pomagajo preprečiti bohotenje rakastih celic, zlasti pri oblikah raka, ki so povezani s hormoni. Pomagajo tudi zmanjševati skupno količino holesterola v krvi (Mindell, 2000).



Slika 11: Vsebnost fitoestrogenov (lignanov in izoflavonoidov) v hrani (Fidimed, 2010)

## 2.5 SOJA V PREHRANI

### 2.5.1 Uporaba soje v prehrani ljudi

**Sojino olje** nastane kot stranski proizvod predelanega sojinega semena, je blagega okusa in ima veliko temperaturno obstojnost. Med vsemi izdelki iz soje vsebuje olje največ vitamina E, dragocenega antioksidanta, ki varuje organizem pred prostimi radikali. Poleg tega so v njem nenasičene maščobne kisline omega 3 in omega 6 (enako kot ribe), ki varujejo srce in krepijo stene krvnih žil (Martin in sod., 2006).

**Sojina moka** nastane kot stranski proizvod pri stiskanju olja iz semen. Moka je različne barve, včasih je skoraj bela, ponavadi pa rumenkasta ali rjavkasta. Po videzu je bolj podobna mleku ali jajcu v prahu, kot pa moki. Razlikujemo tri vrste sojine moke: polnomastno, malo mastno ali brez mastno, kar je odvisno od količine maščobe v njej. Sojina moka ne vsebuje glutena in je primerna za bolnike s celiakijo. Ta moka je odličen vir izoflavonov, vsebuje pa tudi kar 50 odstotkov beljakovin (Mindell, 2000).

**Sojino meso** je narejeno iz sojine moke, ki je bila najprej kuhana pod pritiskom, potem stisnjena in posušena.

**Sojino mleko** je vodni izvleček sojinega zrnja. Lahko se kupi tudi sojino mleko v prahu, to je v obliki zrnč. Je izvrsten vir izoflavonov, beljakovin, vitaminov B in mineralov. Ne vsebuje holesterola in laktoze (Raghuvanshi in Bisht, 2010).

**Sojin jogurt** izdelujejo iz sojinega izvlečka, ki mu dodajo mlečne encime. Vsebnost kalcija je malce manjša kot pri jogurtu iz kravjega mleka, ki pa je povsem brez holesterola.

**Sojini kalčki**; sojino seme s pomočjo namakanja kali. Namočeno seme v vodi s sproščanjem številnih encimov vzklije in z vsrkanjem vode postane vsaj dvakrat večje. Hkrati se poveča tudi količina hranilnih snovi, ki so dober vir vlaknin in beljakovin.

**Fermentirana soja ali sojina omaka.** Ljudstva daljnega vzhoda so že od nekdaj uporabljala veliko vrst fermentirane soje, ki ima povsem drugačen okus od sveže ali suhe soje oziroma od izdelkov iz njiu. Sojine omake se med seboj razlikujejo, včasih so rdeče rjave z blagim okusom, včasih pa temne, skoraj črne z izrazito aromo. Pripravijo jo iz sojinih zrn, katerim dodajajo pšenična in ječmenova zrna (Raghuvanshi in Bisht, 2010).

**Miso** je aromatična kremasta pasta slankasto-sladkastega okusa, ki jo pridobivajo s fermentacijo soje in drugih žit. Proces fermentacije poteka v velikih sodih iz cedrovine in traja od šest mesecev do tri leta. Daljši, ko je čas fermentacije, temnejši je miso.

**Sojine beljakovine v prahu** so zelo dober vir aminokislin, ki so primerne za športnike. Sojine beljakovine niso bile pri mesojedcih nikoli visoko cenjene. Ker so rastlinskega izvora so zmeraj veljale za slabše in nekompletne. Medtem, ko so sojini izdelki v zahodnem svetu mišljeni kot dodatki v prehrani, so se sojine beljakovine šele zadnja leta prebile in uveljavile v športni prehrani. Ko so prvič prišle na trg športne prehrane, so bile v obliki surovega beljakovinskega koncentrata, pozneje pa se je izbor izdelkov iz sojinih beljakovin močno povečal (Raghuvunshi in Bisht, 2010).

**Tempeh** je pripravljen kot mesni nadomestek (*tempeh* burgerji), narezan na kose ali dodan različnim jedem.

**Natto** uporabljajo za smetano pri rižu ali pa ga dodajajo k *miso* juhi ali k zelenjavi. Lahko je sladkan in postrežen kot predjed.

**Sojini siri** so narejeni iz sojinega mleka. Ker soja izvira iz Daljnega vzhoda, tehnologija pridelave sirov izvira iz Kitajske in Japonske. Sestava sojinega mleka je bistveno drugačna od drugih vrst mleka. Mikroorganizmi za nastanek sojinega sira so drugačni kot tisti za nastanek mlečnega sira (Macrae in sod., 2005).

Sojini siri zavzemajo različne fizične oblike, od mehkih do poltrdih izdelkov, ki so podobni jogurtu, do trdih sirov, ki so prekriti z mikrobnimi kulturami plesni. Fermentacijski mikroorganizmi so lahko čiste kulture ali so mešane kulture dveh ali več vrst mikroorganizmov. Rok trajanja je lahko od nekaj dni pa do nedoločenega časa, v primeru zamrznitve. Sojin sir je lahko narejen samo iz soje ali pa iz soje in drugih sestavin. Sojin sir je lahko pripravljen kot glavna jed ali pa zaradi močnih soli in okusa le kot začimba. Dolžina fermentacije je lahko od nekaj ur do več mesecev. Daljša fermentacija pomeni izrazitejši okus in temnejšo barvo. Sojini siri so precej preučevani med kitajsko in japonsko populacijo (Macrae in sod., 2005).

**Tofu (sojin sir ali skuta)** je nizkokalorično, lahko prebavljivo in visoko hranljivo beljakovinsko živilo, ki vsebuje še linolno kislino, vitamine skupine B, vitamin E, topne vlaknine, železo in kalcij. Po biološki vrednosti prekaša celo sojino zrno in ne vsebuje holesterola.

Po mnenju Wai-a ni znano, kdaj je bil narejen prvi **sofu ali kitajski sir**, vendar ta navaja, da je bil prvič opisan v enciklopediji hrane leta 1861, medtem ko je bil tofu odkrit med leti 179 in 122 pred našim štetjem. Na zahodu je bil kitajski sir mišljen kot sojina pogača kitajskih trgovcev. Beseda 'sofu' dobesedno pomeni plesnivo mleko. Leta 1929 je Wai prvič uporabil besedo *sofu* in pokazal, da je kitajski sir narejen z mikroorganizmi, odtlej je *sofu* njegovo prednostno ime (Macrae in sod., 2005).

*Sofu* (kitajski sir) je mehek, bel do svetlo siv izdelek v obliki kocke, pokrit z vlakni bele plesni (podgobje), podobno kot sir Camembert. Plesnive kocke *sofuja* se hranijo v slanici in so na zahodu na prodaj v steklenih kozarcih. Dodatki za dodajanje barve ali okusa so pogosto dodani k slanici. Pogosta barva je rdeča, ki naredi rdeči *sofu* ali *hon fang*. Ko je dodano vino ima *sofu* alkoholni vonj in je znano kot *tsui fang* ali *tsue-fan*, kar je prevedeno kot 'pijanski *sofu*'. Druga sestavina, dodana slanici je lahko pekoča paprika. Roze *sofu* nastane z dodajanjem izvlečka rozeja in nato dozori. *Sofu* v suhi masi vsebuje 55 % beljakovin in 30 % maščob. Hidrolitski produkti beljakovin in maščob dajejo glavne sestavine značilnega blagega okusa *sofuja* (Macrae in sod., 2005).

Kitajski sir ima mehko, kremno, siru podobno teksturo, slan okus in aromo podobno sardelam. Zaužijemo ga lahko kot predjed ali kuhamo z mesom in zelenjavo. Lahko je uporabljen kot namaz na keksih ali kruhu ali kot sestavina v omakah in prelivih (Macrae in sod., 2005).

Iz preglednice 8 je razvidna priprava in makrohranljiva sestava nekaterih pogosto uporabljenih sojinih izdelkov, kot so tofu, sojino mleko, tempeh, miso in natto.

Preglednica 8: Priprava in makrohranljiva sestava nekaterih pogosto uporabljenih sojinih izdelkov v g na 100 g zaužitega obroka v kcal in v odstotkih, (Macrae in sod., 2005)

Sojina hrana	Priprava	Energija (kcal)	Maščobe (%)	Beljakovine (%)	Ogljikovi hidrati (%)
<b>Tofu</b> (sojin sir ali skuta)	Iz soje po posebnem postopku skuhajo sojino mleko, ki ga še toplega sesirijo s pomočjo nigari-ja (naravno sredstvo za strjevanje) in globinske morske soli. Nastane nežna skuta, iz katere počasi iztisnejo odvečno tekočino in oblikujejo čvrste kocke tofuja.	93	(32 %)	(39 %)	(9 %)
<b>Sojino mleko</b>	Pridobivajo iz nabreklih, drobljenih in kuhanih sojinih zrn. Za izboljšanje okusa, ima večina izdelkov dodatne sestavine, kot so sladila, olja, arome in soli.	85	(48 %)	(38 %)	(20 %)
<b>Tempeh</b> (fermentirano sojino pecivo)	Po kuhanju cela sojina zrna ali v kombinaciji z drugimi semeni stročnic ali v kombinaciji obojega, postavijo v perforirano posodo in fermentirajo s kulturo plesni, ( <i>Rhizopus oligosporus</i> ) v obdobju 18-24 ur pri približno 32 °C. Rezultat je belo kepasto pecivo, izrazitega vonja.	199	(32 %)	(36 %)	(32 %)
<b>Miso</b> (fermentirano sojino testo)	Cela sojina zrna so oprana, ožeta in skuhana, nato pomešana z rižem, ječmenom ali sojinimi zrni, ki so bili fermentirani z <i>Aspergillus oryzae</i> ali <i>Aspergillus sojae</i> in oblikovana v kepice. Mešanica je nato inkubirana in fermentirana, rezultat pa je zrela snov imenovana 'moromi'. Moromi je nato zmešan, stlačen in pasteriziran in tako nastane miso.	206	(22 %)	(26 %)	(58 %)
<b>Natto</b>	Pripravljeno iz celih sojinih zrn, ki so poparjene do mehkega in potem cepljena z <i>Bacillus Natto</i> in fermentirana za 15-24 ur. Nastane dokaj močan okus in lepljivo, gladko površinsko tkivo.	212	(44 %)	(31 %)	(25 %)

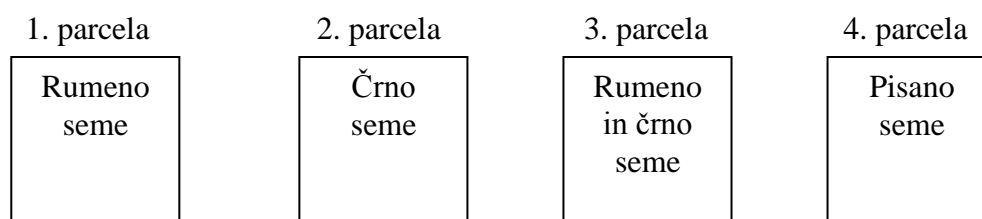
### 3 MATERIAL IN METODE DE LA

#### 3.1 PREDSTAVITEV POSKUSA

Poljski poskus soje je bil zasnovan 10. maja 2007 na Jagnjenici pri Radečah. Seme soje je bilo posejano na medvrstno razdaljo 50 cm, razdaljo v vrsti 25 cm in na globino 2 do 3 cm. Posejane so bile tri domače populacije soje, ki so se razlikovale po barvi semenske lupine, ki je bila rumena, črna in pisana. Na eni parceli pa je bila posejana mešanica semen rumene in črne barve.

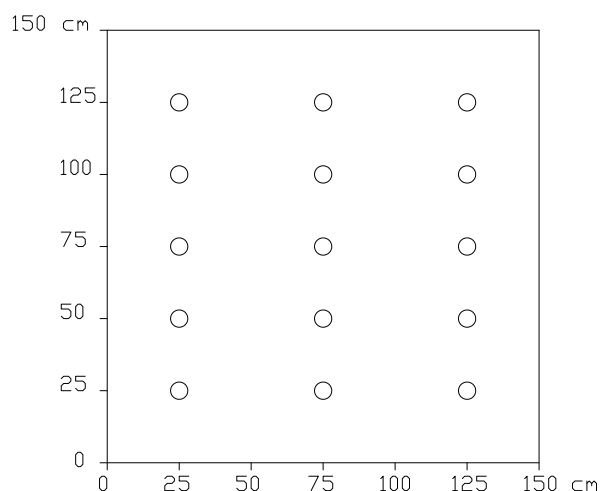
Skozi rastno dobo sem spremljala razvojne stadije in faze soje po BBCH. Spravilo rastlin je potekalo od 12. do 17. oktobra 2007. Ko so listi odpadli, sem rastline analizirala (končna višina, število vej, število strokov na rastlino, število semen v stroku), izluščeno seme stehala in opisala pridelek glede na barvo semen.

S poskusom smo želeli ugotoviti zlasti morfološke razlike med populacijami rumenega, črnega, pisanega in združenega rumenega ter črnega semena. Rezultati so prikazani s preglednicami in grafikoni.



Slika 12: Načrt poljskega poskusa s sojo na domači kmetiji na Jagnjenici pri Radečah

Na vsaki parceli velikosti 3 m<sup>2</sup> je bilo posejanih 15 semen.



Slika 13: Razporeditev rastlin na parceli veliki 3 m<sup>2</sup>

### 3.2 IZVEDBA ANKETE

Mnenja o poznavanju sojinih jedi in uporabi soje v prehrani smo dobili januarja 2010 s pomočjo anketnega vprašalnika (priloga A). Anketo z desetimi vprašanji o soji in njeni uporabi v prehrani so izpolnili potrošniki v trgovini z živili. Vprašanja so bila kratka, jedrnata in razumljiva. Anketni vprašalnik so izpolnjevali moški in ženske različnih starostnih skupin, anketiranih pa je bilo 100 ljudi.

Z anketo sem od anketirancev želela izvedeti, kam uvrščajo sojo, kdaj in kje so se prvič seznanili, bodisi z rastlino, sojinim zrnjem ali z izdelki iz soje. Vprašali smo jih tudi, kateri rastlini je soja najbolj podobna, če vključujejo sojino zrnje ali sojine izdelke v svojo prehrano in kolikokrat mesečno uporabljajo sojino zrnje ali sojine izdelke v prehrani. Kakšne barve sojinih zrn poznajo, kaj vse se po njihovem mnenju lahko izdeluje iz soje in katere kemične snovi vsebuje sojino seme. Zanimalo nas je tudi, ali jim je znano, da se sojin lecitin uporablja pri izdelavi čokolade, sladoleda in drugih slaščic in še, ali vedo, da se sojino olje uporablja za izdelavo mil, detergentov in plastike.

Vse odgovore na vprašanja sem najprej pregledala in uredila. Rezultate ankete pa sem predstavila z grafikoni in opisno razložila. Analiza odgovorov je pokazala mnenja potrošnikov o uporabi soje v prehrani.

## 4 REZULTATI

### 4.1 REZULTATI POSKUSA

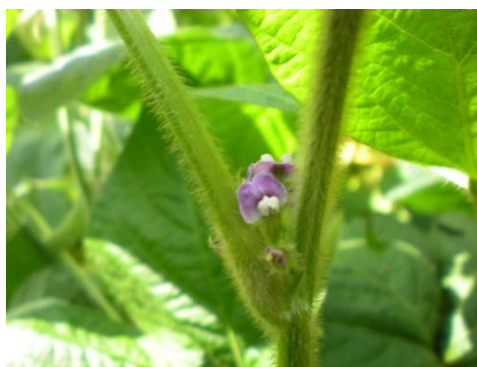
#### 4.1.1 Morfološke lastnosti soje iz posejanega rumenega semena

Na parceli velikosti 3 m<sup>2</sup> je bilo posajenih 15 rumenih semen. Vznik semen s prvima kličnima listoma (BBCH 09) je bil 21. maja 2007. Prvi pravi listi (BBCH 11) so bili razviti 23. maja 2007, takrat pa je bila višina rastlin 5 cm (slika 14). Prvi stranski poganjek (BBCH 21) se je razvil v obdobju od 6. do 12. junija. Razvit drugi stranski poganjek (BBCH 22) je bil viden 13. junija. Višina rastlin, ki smo jo zmerili 1. julija, je bila od 31 do 36 cm, razviti pa so bili štirje poganjki.



Slika 14: List soje iz posejanega rumenega semena (foto: Zajec, 2007)

V fazi cvetenja (BBCH 61) 9. avgusta 2007 so se pokazali cvetovi z venčnimi listi rožnate barve (slika 15).



Slika 15: Cvet soje iz posejanega rumenega semena (foto: Zajec, 2007)



Slika 16: Steblo s stroki soje iz posejanega rumenega semena (foto: Zajec, 2007)

Pridelano zrnje je bilo izenačene rumene barve in ni prišlo do spremembe barve semenske lupine (slika 16,17).



Slika 17: Barva zrnja v pridelku soje iz posejanega rumenega semena (foto: Zajec, 2007)

#### 4.1.2 Pridelak in višina soje iz posejanega rumenega semena

Končna višina soje iz posejanega rumenega semena je bila od 92 do 120 cm (preglednica 9), torej je bila povprečna višina rastlin 100,8 cm. Spravilo je bilo 12. oktobra 2007. Število strokov na vseh rastlinah na parceli je bilo 1771, masa zrnja pa 750 g/3 m<sup>2</sup>.

Preglednica 9: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastline soje iz posejanega rumenega semena

Rastlina	Št. str. poganjkov na rastlino	Št. strokov	Končna višina (cm)
1	9	244	120
2	7	91	93
3	12	206	95
4	9	147	101
5	6	78	98
6	10	235	97
7	8	177	107
8	6	118	101
9	9	85	100
10	5	57	104
11	4	38	95
12	6	96	102
13	7	67	92
14	11	132	106



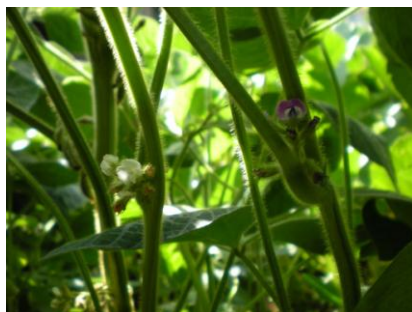
#### 4.1.3 Morfološke lastnosti soje iz posejanega črnega semena

Na parceli velikosti 3 m<sup>2</sup> je bilo posejanih 15 semen domače populacije črne soje. Vznik semen s prvima kličnima listoma (BBCH 09) je bil 21. maja 2007. Prvi pravi listi (BBCH 11) so bili razviti 23. maja, takrat pa je bila višina rastline 5 cm (slika 18). Razvit prvi stranski poganjek (BBCH 21) se je oblikoval v času od 6. do 12. junija. Razvit drugi stranski poganjek (BBCH 22) je bil viden 13. junija. Višina rastlin, ki smo jo zmerili 1. julija, je bila od 31 do 40 cm.



Slika 18: List soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)

V fazi cvetenja (BBCH 61) 9. avgusta 2007 so bili venčni listi na nekaterih rastlinah beli, na drugih pa roza do vijolični (slika 19).



Slika 19: Cvet soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)



Slika 20: Steblo s stroki soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)



Slika 21: Barva semen v pridelku soje iz posejanega črnega semena (foto: Zajec, 2007)

Barva semen je bila pretežno črna, razen na eni rastlini, kjer je bilo seme rjavo rdeče (slika 20, 21).

#### 4.1.4 Priderek in višina soje iz posejanega črnega semena

Končna višina soje iz posejanega črnega semena je bila od 55 do 102 cm (preglednica 10), torej je bila povprečna višina rastlin 76,2 cm. Spravilo je bilo 17. oktobra 2007. Število strokov na vseh rastlinah na parceli je bilo 1671. Masa zrnja celotnega pridelka je znašala 570 g/3 m<sup>2</sup>.

Preglednica 10: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastlin soje iz posejanega črnega semena

Rastlina	Št. str. poganjkov na rastlino	Št. strokov	Končna višina (cm)
1	3	97	102
2	7	115	55
3	4	60	88
4	4	109	60
5	5	73	88
6	6	154	56
7	3	43	100
8	6	73	92
9	8	131	56
10	10	149	64
11	9	153	74
12	4	8	45
13	9	191	102
14	9	127	80
15	13	188	81

#### 4.1.5 Morfološke lastnosti soje iz posejane mešanice rumenega in črnega semena

Na parceli velikosti 3 m<sup>2</sup> je bilo posejanih v načrtni mešanici 8 rumenih in 7 črnih semen. Vznik semen s prvima kličnima listoma (BBCH 09) je bil 21. maja 2007. Prvi pravi listi (BBCH 11) so bili razviti 23. maja, takrat pa je bila višina rastline približno 5 cm. Prvi stranski poganjek (BBCH 21) je bil razvit od 6. do 12. junija, razvit drugi stranski poganjek (BBCH 22) pa 15. junija (slika 22). Višina rastlin 1. julija je bila 35 cm, razvitih pa je bilo po pet stranskih poganjkov na rastlino.



Slika 22: List soje iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)



Slika 23: Cvet soje iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)

V fazi cvetenja (BBCH 61) 9. avgusta 2007 so se na treh rastlinah pokazali cvetovi z venčnimi listi bele barve, na ostalih dvanajstih pa so bili venčni listi rožnati (slika 23).



Slika 24: Steblo s stroki soje iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)



Slika 25: Barva semen soje v pridelku iz posejanega rumenega ter črnega semena (foto: Zajec, 2007)

Barva semenske lupine iz posejanega rumenega ter črnega semena je bila zelo različna, rumena, črna, rdeča in pisana (slika 25).

#### 4.1.6 Pridelek in višina soje iz posejanega rumenega in črnega semena

Končna višina soje iz posejanega rumenega in črnega semena je bila od 69 do 115 cm (preglednica 11), torej je povprečna višina rastlin merila 94,4 cm. Spravilo je bilo 17. oktobra 2007. Število strokov vseh rastlin na parceli je bilo 1519, masa semen pa 750 g/3 m<sup>2</sup>.

Preglednica 11: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastlin soje iz posejanega rumenega in črnega semena

Rastlina	Št. str. poganjkov na rastlino	Št. Strokov	Končna višina (cm)
1	9	216	90
2	3	62	108
3	3	54	70
4	4	68	86
5	5	120	115
6	6	98	112
7	4	82	101
8	6	74	69
9	7	72	100
10	6	179	92
11	8	153	102
12	4	67	97
13	5	98	80
14	5	149	107
15	3	27	87

#### 4.1.7 Morfološke lastnosti soje iz posejanega pisanega semena

Na parceli velikosti 3 m<sup>2</sup> je bilo posejanih 15 pisanih semen. Vznik semen s prvima kličnima listoma (BBCH 09) je bil 25. maja 2007. Prvi pravi listi (BBCH 11) so bili razviti 29. maja, takrat pa je bila povprečna višina rastlin 5 cm (slika 26). Prvi stranski poganjek (BBCH 21) se je razvil v času od 8. junija do 14. junija, razvit drugi stranski poganjek (BBCH 22) pa 15. junija. Višina rastlin 1. julija 2007 je bila od 28 do 34 cm.

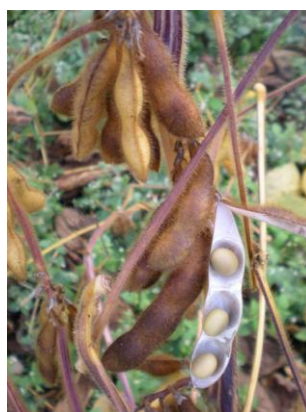


Slika 26: List soje iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)



Slika 27: Cvet soje iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)

V fazi cvetenja (BBCH 61) 9. avgusta 2007 so se pokazali cvetovi z rožnatimi venčnimi listi (slika 27).



Slika 28: Steblo s stroki soje iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)



Slika 29: Barva semen soje v pridelku iz posejanega pisanega semena (foto: Zajec, 2007)

Barva pridelanega semena je bila pretežno pisana, vmes so tudi semena rumene, črne in rdeče barve (slika 28, 29).

#### 4.1.8 Priderek in višina soje iz posejanega pisanega semena

Končna višina soje iz posejanega pisanega semena je bila od 65 do 161 cm (preglednica 12), torej je povprečna višina rastlin merila 107,7 cm, in je bila izmerjena pred spravilom pridelka. Rastline pisanih semen se precej razlikujejo v končni višini. Spravilo je bilo 17. oktobra 2007. Skupna masa zrnja je znašala 585 g/3 m<sup>2</sup>.

Preglednica 12: Število rastlin, število stranskih poganjkov na rastlino, število strokov in končna višina (cm) rastlin soje iz posejanega pisanega semena

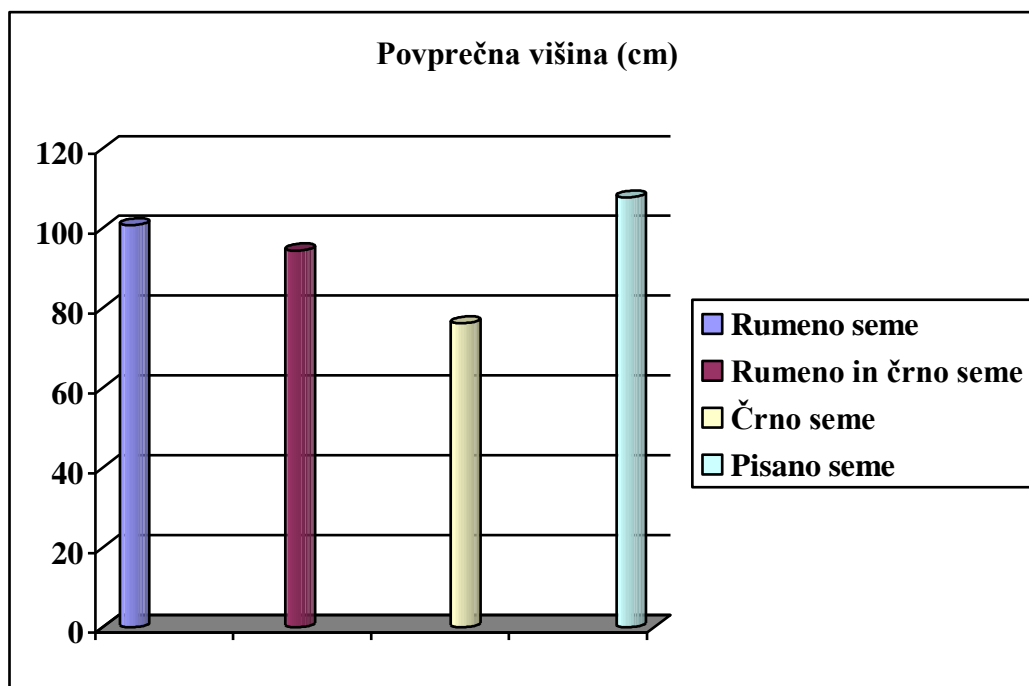
Rastlina	Št. str. poganjkov na rastlino	Št. strokov	Končna višina (cm)
1	10	256	161
2	4	9	61
3	5	29	70
4	4	50	75
5	3	15	141
6	6	59	145
7	8	118	67
8	4	47	102
9	8	188	130
10	7	128	153
11	6	90	71
12	10	116	160
13	3	42	65

#### 4.2 PRIMERJAVA GOSPODARSKO POMEMBNIH LASTNOSTI POPULACIJ SOJE

Preglednica 13: Primerjava gospodarsko pomembnih lastnosti populacij soje iz posejanega rumenega, črnega, pisanega ter mešanice rumenega in črnega semena

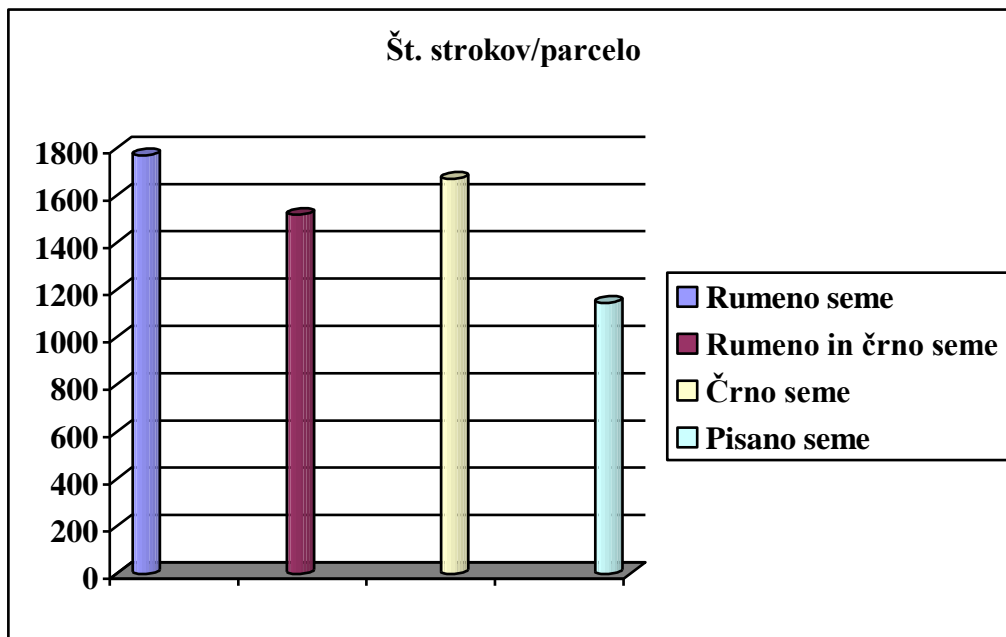
Posejano seme	Povprečna višina rastlin (cm)	Število strokov/parcelo	Barva semenske lupine	Masa zrnja (g/3 m <sup>2</sup> )
Rumeno seme	100,8	1771	rumena	750
Rumeno in črno seme	94,4	1519	rumena, črna, rjavo rdeča, pisana	750
Črno seme	76,2	1671	črna, rjavo rdeča	570
Pisano seme	107,7	1147	rumena, črna, rjavo rdeča, pisana	585

Iz slike 30 je razvidno, da so največjo povprečno višino dosegle rastline iz posejanih pisanih semen, najnižjo pa rastline črnih semen.



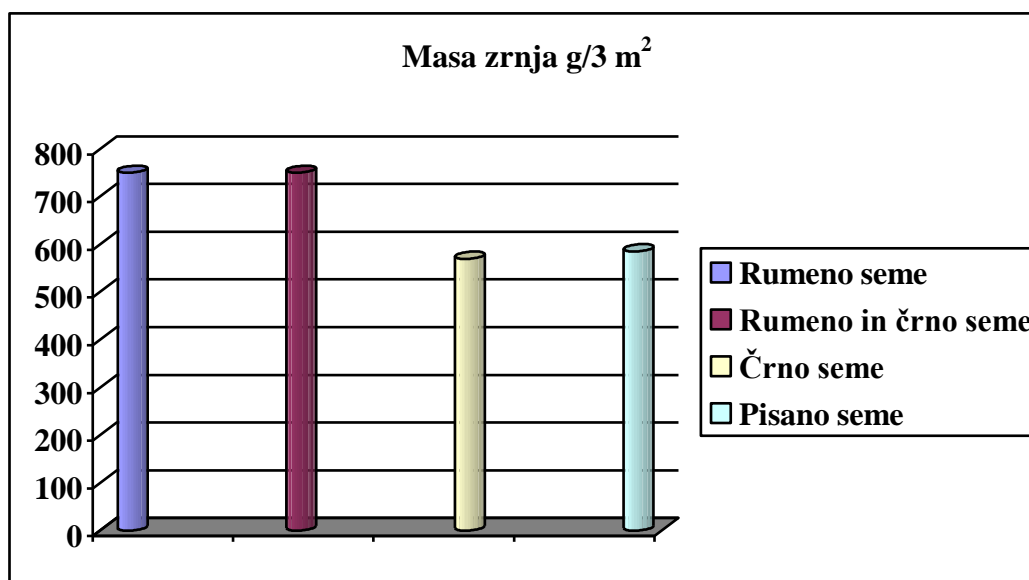
Slika 30: Povprečna višina soje iz posejanega rumenega, črnega in pisanega semena ter združenega rumenega in črnega semena; Jagljenica, 2007

Največ strokov na parcelo so dale rastline iz rumenega semena, ki so bile v primerjavi s pisanim in črnim semenom najproduktivnejše (preglednica 13, slika 31).



Slika 31: Število strokov na parcelo pri soji iz posejanega rumenega, črnega in pisanega semena, ter združenega rumenega in črnega semena; Jagnjenica, 2007

Masi pridelanega zrnja sta bili izenačeni pri soji iz posejanega rumenega semena in mešanice rumenega ter črnega semena. Nekoliko manjši pridelek je bil pri pisanem semenu, najmanjši pridelek pa je bil pri soji iz posejanega črnega semena (preglednica 13, slika 32).

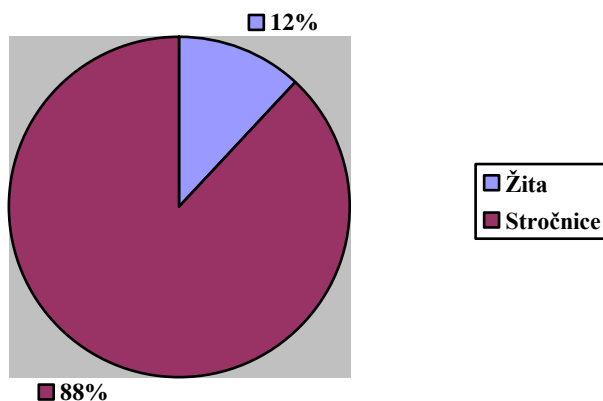


Slika 32: Masa zrnja g/3 m<sup>2</sup> pri soji iz posejanega rumenega in pisanega semena ter mešanice rumenega ter črnega semena; Jagnjenica, 2007



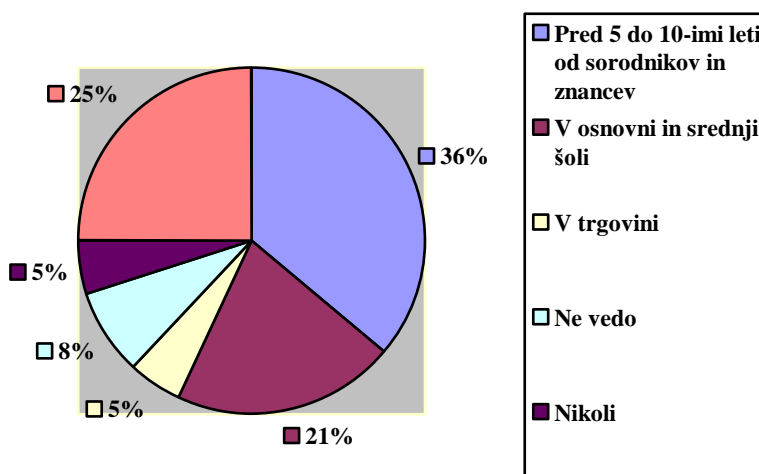
#### 4.3 REZULTATI ANKETE

Rezultati ankete kažejo, da sojo ljudje znana, saj jo je kar 88 % anketirancev uvrstilo med stročnice (slika 33).



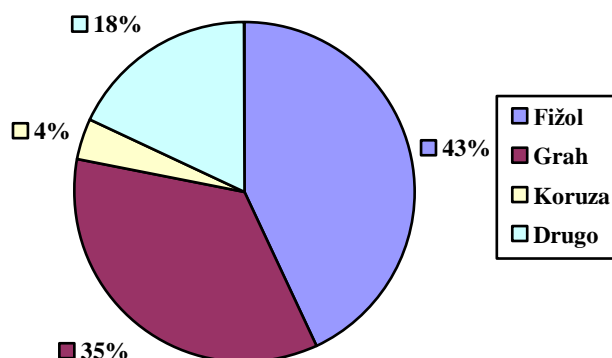
Slika 33: Anketiranci glede na uvrščanje soje med stročnice; Radeče, januar 2010

Iz slike 34 je razvidno, da se je 36 % anketirancev prvič seznanilo s sojo ravno v zadnjem desetletju, bodisi z izobraževanjem iz različnih medijev oziroma s pomočjo sorodnikov in znancev. Tudi v osnovnih in srednjih šolah so učenci in dijaki vse bolj seznanjeni s sojo, saj rezultati kažejo, da se je 21 % anketirancev prav v teh ustanovah prvič seznanilo s sojo.



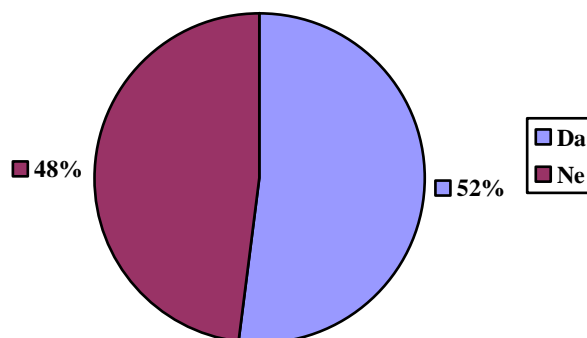
Slika 34: Anketiranci glede na prvo seznanitev s sojo; Radeče, januar 2010

Anketiranci (43 %) menijo (slika 35), da je soja po videzu najbolj podobna fižolu, dobra tretjina (35 %) vidi podobnost z grahom, 4 % pa so zapisali podobnost s koruzo, ki pa soji ni podobna, ne po videzu rastline, pa tudi ne po semenu.



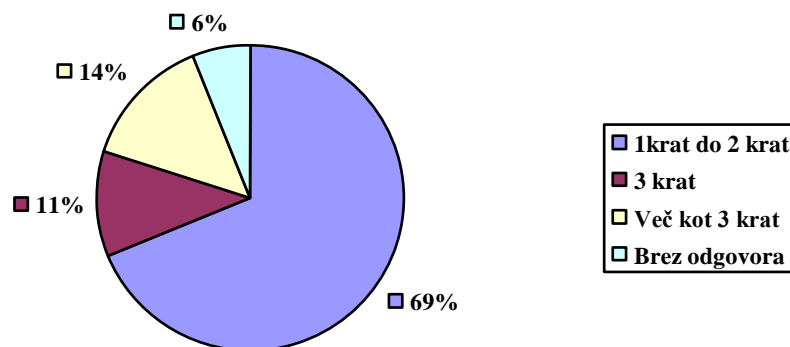
Slika 35: Anketiranci glede podobnosti soje drugim rastlinam; Radeče, januar 2010

Presenetljiv podatek je, da več kot polovica anketirancev vključuje sojino zrnje in izdelke iz soje v svojo prehrano. Iz slike 36 je razvidno, da več kot polovica ljudi posega po sojinih izdelkih.



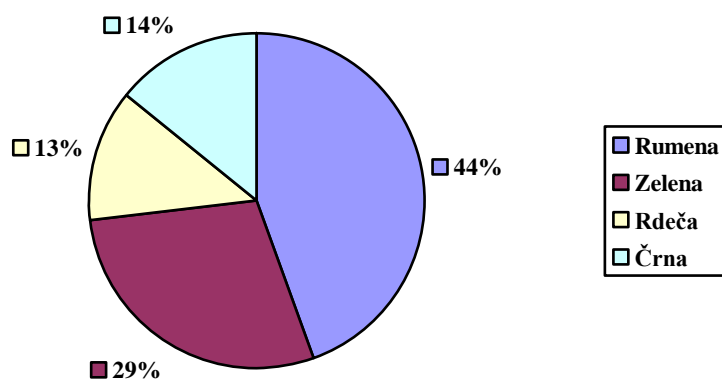
Slika 36: Anketiranci glede na vključevanje sojinega zrnja in izdelkov iz soje v prehrano; Radeče, januar 2010

Med uporabniki sojinih zrn in izdelkov iz soje je 69 % takih, ki sojo uporabljajo 1-krat do 2-krat na mesec, 3-krat mesečno jo uporablja 11 %, več kot 3-krat pa 14 % vprašanih (slika 37).



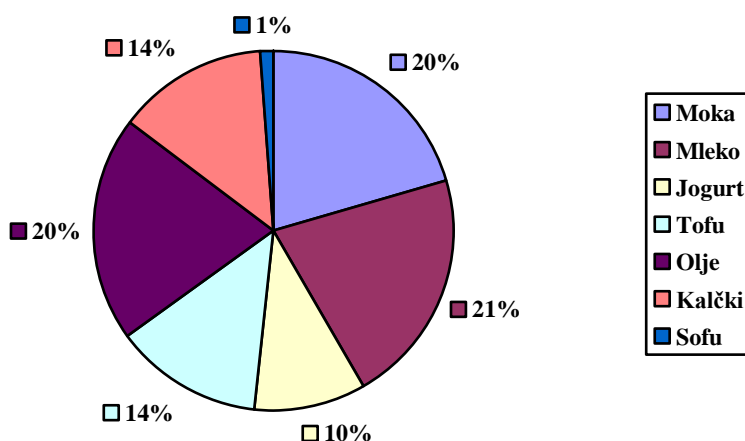
Slika 37: Anketiranci glede mesečne uporabe soje in njenih izdelkov v prehrani; Radeče, januar 2010

Ljudem je najbolj znano rumeno seme soje, tako jih je zapisalo 44 % (slika 38). Drugi so menili, da ima soja zelena seme (29 %), črno (14 %) in rdeče seme (13 %).



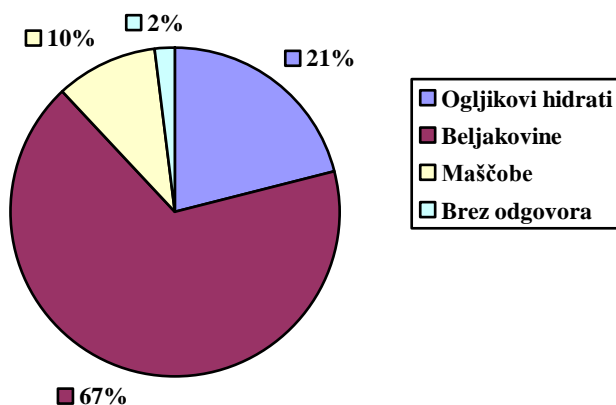
Slika 38: Anketirani glede barve semenske lupine pri soji; Radeče, januar 2010

Pri vprašanju, kaj vse se lahko proizvaja iz soje (slika 39), se jih je največ odločilo za mleko (21 %), kar 20 % pa jih meni da moko in olje, 14 % za kalčke in tofu, 10 % za jogurt in 1 % sofu.



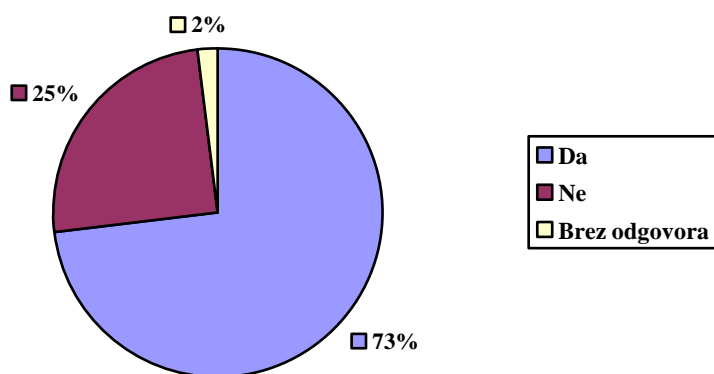
Slika 39: Anketirani glede poznavanja izdelkov iz soje; Radeče, januar 2010

Da so prevladujoče biokemične sestavine semena soje beljakovine (slika 40), je pravilno odgovorilo kar 67 % anketiranih, 21 % jih meni, da prevladujejo v zrnju ogljikovi hidrati, 10 % pa, da so glavna sestavina maščobe.



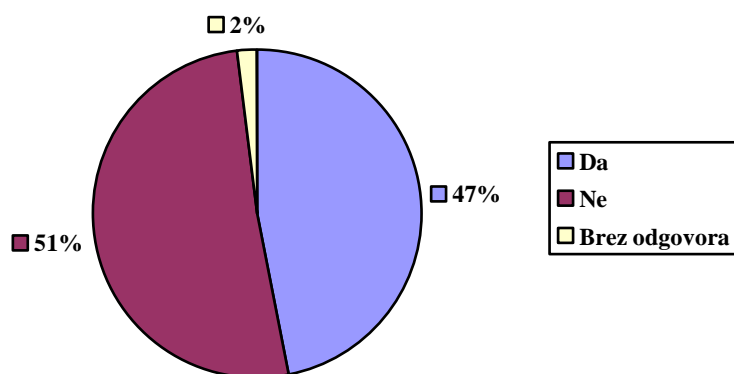
Slika 40: Anketirani glede na vsebnost kemičnih snovi v semenu soje; Radeče, januar 2010

Na vprašanje, ali se sojin lecitin uporablja v tehnologiji izdelave čokolade, sladoleda in drugih slaščic (slika 41), jih je z da odgovorilo 73 %, 25 % pa se s to trditvijo ni strinjalo, 2 % se nista opredelila.



Slika 41: Anketirani glede uporabe sojinega lecitina v živilski industriji; Radeče, januar 2010

Zanimivo je, da kar 51 % anketirancev ne povezuje možnosti uporabe sojinega olja za izdelavo mil, detergentov in plastike.



Slika 42: Anketirani glede uporabe sojinega olja pri izdelavi mil, detergentov in plastike; Radeče, januar 2010

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Rezultati primerjave nekaterih gospodarsko pomembnih lastnosti populacij soje so pokazali, da so pri ocenjevanju dobljene velike razlike med tremi domačimi populacijami semena soje in mešanico rumenega in črnega semena.

Meritve povprečne višine rastlin na parcelo so pokazale, da so rastline iz pisanih semen merile največ 107,7 cm. Za njimi so se uvrstile rastline iz rumenega semena (100,8 cm), nato rastline iz mešanice rumenega ter črnega semena (94,4 cm), najmanjša povprečna višina 76,2 cm pa je bila izmerjena pri rastlinah iz črnega semena.

Pri analizi števila strokov na rastlino so se populacije precej razlikovale, saj je bilo najmanjše število prešteti strokov na parceli iz pisanega semena (1147), največ pa na parceli iz rumenega semena, to je 1771. V primerjavi s sojo iz posejanega rumenega semena je bilo število strokov na rastlino iz črnega semena manjše za 100 strokov na parceli z mešanico rumenega ter črnega semena pa manjše za 252 strokov.

Pri tehtanju zrnja sta bila pridelka rumenega ter mešanice rumenega in črnega semena popolnoma izenačena. Masa zrnja na parceli rumenega semena in na parceli z mešanico rumenega ter črnega semena je bila enaka in je znašala 750 g/3 m<sup>2</sup>. Manjši pridelek je bil stehtan na parceli pisanega semena (585 g/3 m<sup>2</sup>). Posejano črno seme je dalo najmanjši pridelek, masa zrnja je znašala 570 g/3 m<sup>2</sup>.

Po primerjavi rezultatov rumenega, črnega in pisanega semena se je po pridelku najboljše izkazalo rumeno seme. To pomeni, da je za nadaljnjo setev najbolj primerno rumeno seme, pridelek je bil izenačen, semenska lupina vseh pridelanih zrn je bila v celoti rumene barve.

Pri ocenjevanju barve zrnja se je izkazalo, da je ponovno prišlo do mešanja barv semenske lupine. To je bilo ugotovljeno na parceli z domačo populacijo združenega rumenega ter črnega semena, saj je barva semenske lupine, rumena, črna, rjava, rdeča ter temno zelena.

Vse več ljudi zmanjšuje porabo mesa, zato nenehno raste potreba po sojinih izdelkih. Iz rezultatov ankete je razvidno, da so ljudje dobro ozaveščeni o sojinih izdelkih, kljub temu pa menim, da še vedno ne dovolj. Tisti, ki so seznanjeni s sojinimi izdelki jih uporabljajo bolj redno. Dobro bi bilo, da bi uspeli sojo in njene izdelke približati čim širšemu krogu ljudi, da bi tudi tisti, ki soje ne poznajo, začeli razmišljati o njeni občasni uporabi. Čeprav se v zadnjem času pojavlja tudi vse več vprašanj, kako je pridelana soja in kakšne kakovosti so industrijski izdelki.

Uporaba soje in sojinih izdelkov v prehrani je zelo različna. Iz soje se lahko kot stranski izdelek pridobivata olje in moka. Sledi jima še vrsta izdelkov, kot so, sojino meso, mleko, jogurt, kalčki, sojina omaka, miso, sojine beljakovine v prahu, tempeh, natto, sojini siri (tofu, sofu).

## 6 POVZETEK

Sojo uvrščamo med najstarejše gojene rastline; viri dokazujejo udomačitev soje približno 5000 let pred našim štetjem v vzhodnem delu severne Kitajske. V Evropi so jo spoznali šele v 18. stoletju, v ZDA, ki je danes največja pridelovalka sojinega zrnja na svetu, pa so sojo začeli širiti šele proti koncu 19. stoletja (Elzebroek in Wind 2008).

V svetu sojo pridelujejo na približno 100 milijonih hektarjih njiv, zato je soja najbolj razširjena stročnica. Iz statističnih podatkov je razvidno, da se zemljišča pod sojo vsako leto povečujejo. Svetovni pridelek soje na hektar se je povečal, tako je leta 1990 znašal 1896,5 kg/ha, leta 2010 pa 2653,4 kg/ha (FAOSTAT, 2010).

Pridelava soje v Sloveniji je še zelo skromna. Pridelovalci soje pri nas so zlasti ekološki kmetje, ki jo pridelujejo v vrtovih in na manjših njivah. Pomena soje bi se morali zavedati tudi drugi kmetje, da med poljščinami izberejo tudi takšne, ki imajo ugoden vpliv na rodovitnost tal in so fitosanitarno dobre prejšnje poljščine v kolobarju. Sposobnost simbioze z bakterijami iz rodu *Rhizobium*, ki vežejo dušik iz zraka in ga akumulirane v koreninskih gomoljčkih pustijo naslednji poljščini ima velik pomen za sonaravni razvoj slovenskega poljedelstva in kmetijstva. Ne le pridobljen dušik, temveč tudi zelinje v obliki stebel, listov in svežih strokov ter ogljikovi hidrati, maščobe, zlasti pa beljakovine v zrnju, govorijo v prid setvi in uporabi soje za prehrano ljudi, živali in za industrijsko predelavo.

Biokemična sestava sojinega zrnja ima številne pozitivne vplive na človeški organizem. Soja vsebuje vseh osem esencialnih aminokislin in je boljša od vse druge rastlinske hrane, ki vsebuje beljakovine, ki so glavna sestavina opornih tkiv. Sojine maščobe vsebujejo zelo velik odstotek polinenasičenih maščobnih kislin (5 do 11 % linolne in 43 do 57 % linolenske). Te kisline so življenjskega pomena, ker sodelujejo pri nastanku nekaterih tkivnih hormonov, zmanjšujejo pa tudi krvni holesterol. Zdrava mešanica maščob v soji je odličen vir rastlinskih omega-3 maščobnih kislin (Macrae in sod., 2005).

Uživanje soje prispeva k dobri prebavi, saj vsebuje veliko balastnih snovi, kot so kompleksni ogljikovi hidrati, ki jih naš organizem s svojimi prebavnimi encimi ne more prebaviti. Glikemični indeks, ki pokaže, hitrost dviga sladkorja v krvi, je pri soji presenetljivo majhen in znaša 15. Lecitin nastaja pri predelavi soje kot stranski proizvod. Lecitin je pomemben prehranski dodatek, saj ga za razliko od drugih emulgatorjev organizem lažje izloči in pri tem ne poškoduje ledvic. Soja vsebuje vitamine B-kompleksa (B1, B2, B3 in B6) in minerale (mangan, kalij, železo, molibden, selen, in cink), ki so pomembni za zdravo delovanje organizma.

Iz soje pridelujejo suha semena iz njih pa miso, natto, tempeh in sojino moko. Iz sojine moke izdelujejo piškote, biskvite, kruh in testenine. Sojino mleko uporabljajo za naslednje proizvode, kot so tofu, jogurt, sladoled, smetana in sir. Margarina in majoneza se pridobivata iz sojinega olja. Sojin lecitin se uporablja v industrijah kot emulgator v pekovskem pecivu, prav tako pa v proizvodnji čokolad in sladoledov. Sojine proteine dodajajo različnim proizvodom, otroški hrani, slaščicam in različnim mešanicam kosmičev.

Rezultati poskusa so pokazali, da so bile največje rastline iz posejanih pisanih semen (107,7 cm), nekoliko manjše so bile rastline iz rumenega semena (100,8 cm), nato rastline iz združenega rumenega ter črnega semena (94, 4 cm) in kot najnižje rastline iz črnega semena

(76, 2 cm). Populacije so se precej razlikovale pri analizi števila strokov na rastlino, najmanj je bilo prešteti strokov na parceli iz pisanega semena (1147), največ pa na parceli iz posejanega rumenega semena 1771. Masa zrnja na parceli rumenega semena in na parceli združenega rumenega ter črnega semena je znašala  $750 \text{ g/3 m}^2$ . Manjši pridelek je bil stehtan na parceli pisanega semena ( $585 \text{ g/3 m}^2$ ). Posejano črno seme je dalo najmanjši pridelek, masa zrnja je znašala  $570 \text{ g/3 m}^2$ .

Rezultati morfoloških in tehnoloških lastnosti domačih populacij soje bodo služili nadaljnjim raziskavam na soji, pregled literature in anketni odgovori pa so namenjeni pridelovalcem in potrošnikom pri lažji odločitvi za setev oziroma za nakup izdelkov iz soje.

Pri rezultatih ankete se je izkazalo, da so anketiranci dokaj dobro seznanjeni z rastlino soje in njenimi izdelki, saj jih sojine izdelke uporablja več kot polovica. Med uporabniki sojinih zrn in izdelkov iz soje je 69 % takih, ki sojo uporabljajo 1-krat do 2-krat na mesec. Ljudem je najbolj znano rumeno seme soje, tako jih je zapisalo 44 %. Pri vprašanju, kaj vse se lahko naredi iz soje, se jih je največ odločilo za mleko, sledijo mu pa še moka, olje, kalčki, tofu in jogurt. Da so prevladujoče biokemične sestavine semena soje beljakovine je odgovorilo 67 % anketirancev.



## 7 VIRI

- Elzebroek T., Wind K. 2008. Guide to Cultivated Plants. Wallingford, CABI: 496 str.
- FAOSTAT: Površina in pridelek soje v svetu .2012.  
<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD> (12.6.2012)
- Fidimed: Vsebnost fitoestrogenov v hrani.2010.  
[www.fidimed.si/uploads/content\\_document/soja.doc](http://www.fidimed.si/uploads/content_document/soja.doc) (8.12. 2010)
- Kocjan Ačko D. 2001a. Soja: pridelovanje beljakovinsko bogate krme. Kmečki glas, 58, 16:9
- Kocjan Ačko D. 2001b. Pomen stročnic v kolobarju in pri oskrbi z beljakovinami rastlinskega izvora. Biodar, 1: 9-10
- Kumudini S. 2010. Soybean growth and development. V: The soybean. Singh G. (ed.). Ludhiana: 48-73
- Macrae R., Robinson R.K., Sadler M.J. 2005. Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition. London, Academic Press. 5365 str.
- Martin J. H. Waldren R. P. Stamp D.L. 2006. Principles of field crop production. 4th edition. Pearson Prentice Hall: 954 str.
- Mindell E. 2000. Vitaminska biblija za novo tisočletje. Ljubljana, Mladinska knjiga: 422 str.
- Munger P., Bleiholder H., Hack H., Hess M., Stauss R., Van den Boom T., Weber E. 1997. Journal of Agronomy and Crop Science, 179/4: 209-217
- Nenadić N. 1985. Soja. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 63 str.
- Raghuvunshi R.S., Bisht K. 2010. Uses of soybean: products and preparation. V: The Soybean. Singh G. (ed.). Ludhiana: 404-426
- Zittlau J., Kriegisch N. 2000. Zdrava prehrana, Ljubljana, Prešernova družba: 420 str.

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Darji Kocjan Ačko za vzpodbudo, pomoč pri izdelavi diplomske naloge in strokovno usmerjanje.

Zahvaljujem se tudi vsem, ki so mi kakorkoli pomagali pri izdelavi diplomske naloge.

## PRILOGA

### ANKETNI VPRAŠALNIK

**1. Kam uvrščamo sojo?**

- a) med žita
- b) med stročnice

**2. Kdaj in kje ste se prvič seznanili bodisi z rastlino, sojinim zrnjem ali izdelki iz soje?**

**3. Kateri rastlini je rastlina soje po vašem mnenju soja najbolj podobna?**

**4. Ali vključujete sojino zrnje ali sojine izdelke v svojo prehrano?**

- a) da
- b) ne

**5. Kolikokrat mesečno uporabljate sojino zrnje ali sojine izdelke v svoji prehrani?**

- a) 1 krat do 2 krat
- b) 3 krat
- c) več kot 3 krat

**6. Kakšne barve zrn soje poznate? (možnih je več odgovorov)**

- a) rumena
- b) zelena
- c) rdeča
- d) črna

**7. Kaj vse se po vašem mnenju lahko proizvaja iz soje (možnih je več odgovorov):**

- a) moka
- b) mleko
- c) jogurt
- d) tofu
- e) olje
- f) kalčki
- g) sofu

**8. Katerih kemičnih snovi ima soja največ?**

- a) ogljikovih hidratov
- b) beljakovin
- c) maščob

Ali se vam zdita naslednji trditvi resnični:

**9. Sojin lecitin se uporablja v tehnologiji izdelave čokolade, sladoleda in drugih slaščic:**

- a) da
- b) ne

**10. Sojino olje se uporablja tudi za izdelavo mil, detergentov in plastike:**

- a) da
- b) ne