

---

LEK. SIROV.	God.XXXVI	Broj 36	Str. 47 – 60	Beograd 2016.
LEK. SIROV.	Vol.XXXVI	No. 36	Pp. 47 – 60	Belgrade 2016.

---

**Originalni rad – Original paper**

*Rukopis primljen: 18.12.2016.*

UDC: 633.88:582.575.1(497.113)"2013/2015" *Prihvaćen za publikovanje: 29.12.2016.*

COBISS.SR-ID 228492044

## **AGROTEHNIČKA ISTRAŽIVANJA U CILJU STANDARDIZACIJE TEHNOLOGIJE PROIZVODNJE SEMENA CRNOG KIMA (*Nigella sativa* L.)**

**Vladimir Filipović<sup>1</sup>, Vladan Ugrenović<sup>2</sup>, Dragoja Radanović<sup>1</sup>, Tatjana  
Marković<sup>1</sup>, Vera Popović<sup>3</sup>, Sofija Đorđević<sup>1</sup>, Snežana Dimitrijević<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut za proučavanje lekovitog bilja "dr Josif Pančić", Tadeuša Koščuška 1, 11000  
Beograd, Srbija

<sup>2</sup> PSS Institut "Tamiš", Novoseljanski put 33, 26000 Pančevo, Srbija

<sup>3</sup> Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

### **IZVOD**

U radu je ispitivana mogućnost gajenja i definisanje agrotehničkih standarda pri gajenju uljanolekovite biljne vrste crni kim (*Nigella sativa* L.). Upotreba semena i ulja crnog kima u svetu je u stalnom porastu, s tim u vezi postavljen cilj rada se odnosio na moguće tehničko rešenje sistema gajenja za jednu kod nas malo poznatu vrstu. Istraživanja su provedena u periodu 2013.-2015. godine na kolekciji Instituta za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Beograd, sa lokacijom u Pančevu. Za potrebe ispitivanja korišćena je odomaćena populacija crnog kima. U ispitivanjima korišćena su tri roka setve (rani - polovina marta, srednji - polovina aprila i kasni - polovina maja) i tri međuredna rastojanja (25, 50 i 75 cm). Istraživanjima je evidentirano da prosečna dužina vegetacionog perioda crnog kima oko 120 dana. U tom periodu biljka prođe 13 različitih feonoloških faza 5 vegetativnih i 8 reproduktivnih faza, koje su po prvi put opisane za agroekološke uslove naše zemlje. Pojedinačni i zajednički uticaj rokova setve i međurednog rastojanja evidentiran je na morfološke osobine i prinos osušenog zrelog semena crnog kima (*Nigellae semen*). Pojedinačno najveći prinos droge, ostvaren je u varijanti setva polovinom aprila na 50 cm između redova, gde je u proseku ostvareno 752 kg ha<sup>-1</sup>.

**Ključne reči:** crni kim, *Nigella sativa*, rokovi setve, međuredno rastojanje, morfološke i produktivne osobine.

## UVOD

Crni kim (*Nigella sativa* L) je lekovita jednogodišnja zeljasta biljka iz familije ljutića (*Ranunculaceae*). Prema Herbal Medicines Compendium [1] i ajurvedskoj farmakopeji [2] drogu čini osušeno, zrelo seme crnog kima (*Nigellae semen*). Seme crnog kima u sebi sadrži brojne materije, koje pozitivno deluju na organizam čoveka. Zahvaljujući visokom sadržaju nezasićenih masnih kiselina u masnom ulju, i alkaloidima i ostalim sastojcima, seme crnog kima poseduje mnogobrojna lekovita svojstva. Seme i ulje crnog kima se najčešće koristi u prehrambenom sektoru, farmaciji i kozmetici.

Ne postoje precizni podaci o površinama na kojima se gaji i količinama proizvedenog semena i ulja. Prema Peter-u [3] procenjuje se da se crni kim u Indiji proizvodi na površini od oko 9.000 hektara, sa proizvodnjom od oko 7.000-8.000 tona semena. S druge strane, Komisija Codex Alimentarius-a iznosi objedinjene podatke o proizvedenim količinama semena kumina i crnog kima [4] prema kojima je najveći proizvođač ove dve lekovite biljne vrste je Indija sa 250.000 tona, zatim Sirija sa 10.000 tona, Turska sa 8.000 tona, Iran sa 7.000 tona, Kina sa 5.000 tona i Afganistan sa 4.000 tona. Prema podacima Međunarodnog trgovinskog centra sa sedištem u Ženevi (International Trade Centre, Geneva) u 2014. godini cena semena crnog kima bila je u opsegu od 2,518 \$/kg (poreklo Egipat) do 2,63 \$/kg (poreklo Indija). Usled povećane tražnje cena semena crnog kima u 2015. godini zabeležen je rast, te je cena bila od 3,25 \$/kg (organski sertifikovano poreklo Egipat) do 3,805 \$/kg (konvencionalno poreklo Indija), što je značajno više u odnosu na cene nekih od naših tradicionalno gajenih uljanolekovitih vrsta (uljani lan, bela slačica, uljana tikva itd.).

Seme i ulje crnog kima se u Evropi sve više koristi [5], ali se proizvodnja ove uljanolekovite vrste odvija tek na nekoliko hektara [6]. Početkom ovog veka u jugoistočnom delu Poljske organski sertifikovano seme crnog kima gajilo je na svega 3 hektara površine [7]. Ova biljna vrsta samoniklo raste i kultiviše se najviše na prostorima Turske, Egipta, Sirije, Indije, Irana, Pakistana, Jordana, Grčke i Kipra. Klima u tim krajevima je aridna, sa dugim periodima suše, što pogoduje rastu biljke i razvoju semena poželjnog hemijskog sastava. Zbog prethodno navedenih pozitivnih svojstava u Evropi je bilo pokušaja masovnijeg kultivisanja ove plemenite biljke [6].

Istraživanja u vezi tehnologije gajenja ove biljne vrste do sada u Evropi nisu realizovana, a u manjem broju slučajeva dostupni su rezultati farmaceutske istraživanja [8, 9, 10]. Takođe, istraživanja tehnologije gajenja nisu vršena ni u Republici Srbiji, pa se raspolaže samo sa rezultatima istraživanja realizovanim u državama Bliskog istoka, Severne Afrike, Indije, Pakistana i saudijskog poluostrva. Razlike u produktivnosti i kvalitetu crnog kima, zavisno od agroekoloških uslova u radovima spominje više istraživača iz ovih oblasti [11, 12, 13, 14]. Dokazano je da

najbolji hemijski sastav i terapeutsko dejstvo ima seme i ulje, proizvedeno u aridnim i semiaridnim područjima [15, 16, 17, 18]. Kako usled globalnih ekoloških promena, klima u nekim delovima republike Srbije (kao što je Banat) postaje sve više aridna, ta činjenica predstavljala nam je važno polazište za pokretanje istraživanja i postavljanje hipoteza.

Određivanje najpogodnijeg roka setve i gustine useva bili su predmet istraživanja nekolicine, uglavnom azijskih istraživača [11, 17, 19, 20, 21, 22, 23]. Međutim, ovi rezultati mogu poslužiti samo, kao smernice, za sprovođenje istraživanja u značajno različitim agroekološkim uslovima koji vladaju na području Banata u Republici Srbiji.

S tim u vezi nameće se mogućnost razvoja potencijalne tehnologije proizvodnje semena za domaće potrebe ali i za potrebe izvoza, što svakako predstavlja dobru osnovu za ozbiljnije bavljenje iznalaženjem najpogodnijih agrotehničkih rešenja za gajenje ove uljane i lekovite vrste.

## MATERIJAL I METODE

Za istraživanje je korišćena biljna vrsta crni kim (*Nigella sativa* L.) koja pripada familiji ljutića (*Ranunculaceae*) koji se već neko vreme umnožava u kolekciji Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" u Pančevu. Terenska istraživanja su provedena u periodu od 2013. do 2015. godine na parcelama Instituta u Pančevu (44°52'20"N; 20°42'06"E; 74 m.n.v.). Zemljište je tipa beskarbonatna ritska crnica i ima sledeće agrohemijske karakteristike: pH u H<sub>2</sub>O = 5,4, sadržaj humusa = 2,3%, sadržaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3,6 mg/100 g zemljišta i K<sub>2</sub>O 36,2 mg/100 g zemljišta.

U istraživanjima su ispitivani najpogodniji rok setve, I – rani; polovina meseca marta, II – srednji; polovina meseca aprila i III – kasni; polovina meseca maja, i međuredno rastojanje za prvi rok 25 cm, za drugi 50 cm i za treći 75 cm, kao i za njihovu interakciju.

Kao predusev korišćena je lekovita vrsta neven (*Calendula officinalis* L.). Osnovno đubrenje i osnovna obrada izvršeni su u toku meseca oktobra kada je primenjena količina od 30 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O.

Ogled je zasnovan po potpuno slučajnom blok sistemu sa veličinom osnovnih parcela 10,0 m<sup>2</sup> (5,0 m x 2,0 m) u tri ponavljanja. Osnovna ili elementarna parcela poslužila je, istovremeno, i kao obračunska. Setva je u sve tri godine i u sva tri roka obavljana ručno na dubinu od 1 cm.

### Meteorološki podaci

Meteorološki podaci za period trajanja eksperimenta su iz meteorološke stanice Instituta "Tamiš" Pančevo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Meteorološki podaci za trogodišnji period istraživanja 2013-2015., Pančevo, Srbija.

**Table 1** Meteorological data for the three-year experimental period 2013-2015., Pančevo, Serbia.

Meseci Months	2013. godina / year		2014. godina / year		2015. godina / year		Prosek / Average 2003-2012	
	P	T	P	T	P	T	P	T
I	78,0	2,2	26,8	3,7	48,8	2,8	56,3	0,7
II	59,7	3,5	19,1	7,9	48,5	3,1	49,2	1,2
III	79,2	6,3	50,4	10,0	96,5	6,9	43,3	7,3
IV	27,2	13,6	67,9	13,5	25,0	11,9	39,9	13,5
V	99,7	20,9	220,2	16,4	88,2	18,5	64,4	18,6
VI	36,4	21,2	52,1	21,5	20,1	23,3	87,9	22,0
VII	7,9	23,4	87,1	22,7	4,8	27,5	58,7	24,3
VIII	11,1	24,6	113,7	22,4	69,1	25,5	50,4	23,6
IX	57,7	16,7	140,6	18,1	86,4	20,9	43,7	18,6
X	46,9	13,7	39,9	13,6	68,3	10,7	51,7	12,6
XI	49,0	9,1	10,8	8,5	51,2	6,8	53,3	7,4
XII	7,3	2,1	53,0	4,3	1,5	3,2	55,4	3,2
Σ	560,1	-	887,9	-	608,4	-	654,1	-
$\bar{x}$	-	13,1	-	13,6	-	13,5	-	12,7

\*P = Suma padavina / Sum of precipitations (mm); T = Prosečne temperature / Average temperatures (°C)

U toku vegetacije nije bilo potrebe za primenom mera zaštite jer ovu biljku nisu napadale bolesti i štetočine. Korov je uništavan mehaničkim putem bez primene herbicida. Tek na kraju vegetacije, kad je biljka završavala fazu sazrevanja semena uočena je pojava polifagne štetočine zelene ili povrtne stenice (*Nezara viridula* L.), što je unekoliko otežavalo berbu i doradu semena crnog kima.

U toku vegetacionog perioda u obe godine vršena su fenološka osmatranja - nicanje, intezivni porast (zatvaranje međurednog prostora), cvetanje i sazrevanje.

Pre berbe uzimani su uzorci, po deset biljaka sa svake parcele, za analize sledećih parametara: visina biljaka, broj čaura, masa cele biljke i masa korena. Berba semena obavljena je ručno u punoj zrelosti sa dva srednja reda. Seme je osušeno i doručeno u institutskoj laboratoriji za semenarstvo u Pančevu. Nakon dorade izmerena je masa semena i preračunata na prinos po hektaru ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), u svim varijantama i ponavljanjima.

Kvalitet, odnosno ukupan sadržaj ulja i sastav masnih kiselina u semenu crnog kima je utvrđen u poslednjoj godini istraživanja sa najprinosnijom varijantom ispitivanja „setva polovinom aprila, pri međurednom rastojanju od 50 cm“. Superkričnom ekstrakcijom sa  $\text{CO}_2$  obavljenoj na 300 bara i temperaturi od 40 °C izdvojena su biljna ulja [24]. Priprema metil-estara za dalje izdvajanje

masnih kiselina obavljeno je po AOAC Official Surplus Method 965.49 [25] Dobijeni metil-estri masnih kiselina analizirani su pomoću gasne hromatografije i masene spektrometrije (GC/MS) [10]. Eksperimentalne vrednosti su identifikovane pomoću Identification System software (AMDIS ver. 2.64.) [26].

Podaci su podvrgnuti analizi varijanse (ANOVA) koristeći statistički sistem [27] i ocene značajnosti koje su izvedene na osnovu osnovu F-testa i LSD-testa za prag značajnosti od 5% i 1%.

## REZULTATI I DISKUSIJA

### Fenološke faze crnog kima

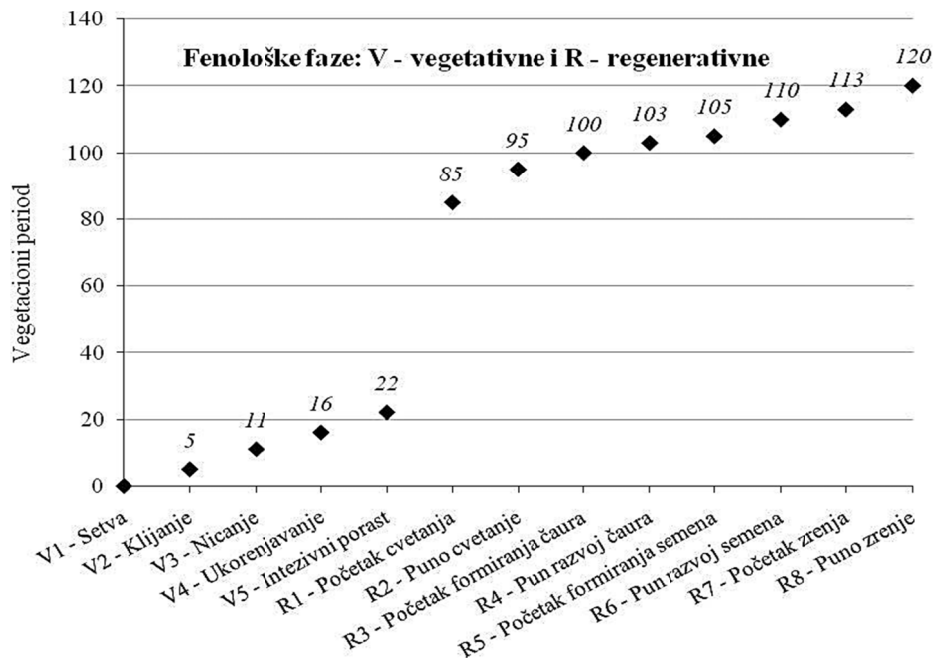
Crni kim je biljka dugog dana, što znači da za cvetanje, formiranje i razviće generativnih organa zahteva dnevnu svetlost dužu od 12 časova. Kod nas nije do sada proučavana dinamika odvijanja vegetativnih i generativnih faza rastenja biljaka crnog kima. Fenološke faze predstavljene su fazama rastenja (vegetativna) i razvića (generativna).

U toku trogodišnjeg istraživačkog perioda u zavisnosti od meteoroloških uslova beležena je i pojava navedenih fenoloških faza. Nakon setve (Vegetativna faza – V1), seme petog dana počinje da klija (V2), što potvrđuje činjenicu o visokoj energiji klijanja semena crnog kima. Nakon jedanaest dana od setve, nastupilo je nicanje (V3), a pet dana kasnije i ukorenjavanje (V4). Tri nedelje od setve biljke u ulaze u fazu intezivnog porasta (V5), koja traje u proseku oko dva meseca. To je ujedno poslednja vegetativna faza, nakon koje sledi generativna tj. reproduktivna faza, koja počinje sa cvetanjem (Reproduktivna faza – R1). Puno cvetanje (R2) je u proseku evidentirano 95 dana nakon setve, a početak formiranja čaura (R3) pet dana kasnije. Pun razvoj čaura (R4) je beležen u proseku 103 dana od setve. Samo dva dana kasnije nastupa faza početka formiranja semena (R5). Za pun razvoj semena (R6) je potrebno 110 dana, u proseku tri dana nakon razvoja pojedina semena počinju da zriju i tada nastupa faza – početak zrenja (R7). Puno zrenje (R8) je poslednja reproduktivna i ujedno fenološka faza, koja se dešava oko 120 dana od početka setve. Može se konstatovati da je prosečna dužina vegetacionog perioda crnog kima u trogodišnjem periodu istraživanja bila je 120 dana (grafikon 1).

### Morfološke osobine crnog kima

Uticao je rok setve na pojedine morfološke osobine crnog kima (*Nigella sativa* L.) prikazan je u tabeli 2. Setvom u različitim rokovima utiče se na morfološke osobine, produktivnost i kvalitet semena crnog kima [22, 28, 29]. Setvom semena crnog kima u prvom roku, polovinom marta meseca, postiže se najveća visina biljaka (42,4 cm), dok se u poslednjem roku setve, dva meseca

kasnije, dostiže značajno manja visina biljaka koja, u proseku oko 25,2 cm. Najveći broj čaura (8,2) imale su biljke zasnovane u prvom roku setve, dok je njihov broj u poslednjem roku bio za oko dve manje i iznosio 6,3 čaura po biljci. Ovo su statistički značajne razlike ( $p>0.05$ ) u odnosu na preostala dva roka setve. Ranija setva pozitivno je uticala na masu cele biljke ali i na masu korena, kao što se može videti u tabeli br. 2.



**Grafikon 1.** Fenološke faze rasta (vegetativna) i razvika (generativna) crnog kima (*Nigella sativa* L.)

**Chart 1.** Phenological phases of growth (vegetative) and development (generative) of black cumin (*Nigella sativa* L.)

U toku vegetacije, kao i pri merenju pojedinih morfoloških osobina, zaključeno je da se pri manjim međurednim rastojanjima ostvaruju bolji rezultati (tabela 3). Biljci crnog kima najviše pogoduje setva na 50 cm red od reda, potom na 25 cm, a najmanje joj pogoduju najveća rastojanja između redova, od 75 cm. Analiza varijanse je pokazala postojanje značajnih razlika na svim nivoima značajnosti nastalih kao rezultat uticaja ispitivanih tretmana na vrednosti pojedinih morfoloških osobina crnog kima ( $F\text{-test}^{**}$ ,  $p\leq 0,05$ ). U agroekološkim uslovima jugoistočnog dela Turske (Diyarbakır, suva i vrela leta i blage zime) u zavisnosti od količine semena za setvu evidentirano je od 5,9 do 11,6 čaura po biljci [16].

Ahmed and Haque [30] su proučavali uticaj različitih međurednih rastojanja (15, 20, 25 i 30 cm) i rokova setve (1. novembar, 20. novembar, 10. decembar i 30. decembar) na prinos crnog kima. U pomenutim istraživanjima varijanta međurednog rastojanja od 15 cm i setve prvog novembra, postigla je najbolji prinos semena crnog kima.

**Tabela 2.** Uticaj roka setve na pojedine morfološke osobine crnog kima (*Nigella sativa* L.)  
**Table 2** Influence of different sowing dates on specific morphological traits of black cumin (*Nigella sativa* L.)

Rok setve Sowing date	Visina biljaka Plant height (cm)	Broj čaura Number of capsules	Masa cele biljke / Whole plant mass (g)	Masa korena Root weight (g)
I TS – rani / early	42,4	8,2	1,45	0,352
II TS – srednji / medium early	35,7	7,7	1,21	0,338
III TS – kasni / late	25,2	6,3	1,18	0,279
<i>F - test</i>	**	**	*	*

U koloni, vrednosti koje se ne razlikuju se značajno u  $P \leq 0.05$ ; \*, \*\* Ukazuju značajnost na 5% i 1% nivoa verovatnoće, respektivno; NS ukazuje da nije značajan.

In a column, values which is do not differ significantly at  $P \leq 0.05$ ; \*, \*\* indicate significant at 5% and 1% level of probability, respectively; NS indicates not significant

**Tabela 3.** Uticaj međurednog rastojanja na pojedine morfološke osobine crnog kima (*Nigella sativa* L.)

**Table 3** Influence of different inter-row spacing on specific morphological traits of black cumin (*Nigella sativa* L.)

Međuredno rastojanje / inter-row spacing	Visina biljaka Plant height (cm)	Broj čaura The number of capsules	Masa cele biljke The whole plant mass (g)	Masa korena Root weight (g)
IMR – 25 cm	40,4	7,4	1,23	0,278
IIMR – 50 cm	36,9	8,2	1,32	0,312
IIIMR – 75 cm	27,9	7,8	1,15	0,239
<i>F - test</i>	**	**	**	*

U koloni, vrednosti koje se ne razlikuju se značajno u  $P \leq 0.05$ ; \*, \*\* Ukazuju značajnost na 5% i 1% nivoa verovatnoće, respektivno; NS ukazuje da nije značajan.

In a column, values which is do not differ significantly at  $P \leq 0.05$ ; \*, \*\* indicate significant at 5% and 1% level of probability, respectively; NS indicates not significant

### Prinos droge semena crnog kima (*Nigellae semen*)

Ccrni kim gajen u varijanti „setva polovinom aprila, pri međurednom rastojanju od 50 cm“ ostvarilo je najveće prinose semena (Tabela 4). Prinos semena crnog kima (*Nigellae semen*) u ovoj varijanti u proseku je bio 752 kg ha<sup>-1</sup>. Ovaj

rezultat se u odnosu na prinose ostvarene u Indiji od 600-800 kg ha<sup>-1</sup> [31], u Pakistanu od 716,6-822,9 kg ha<sup>-1</sup> [32], u Turskoj od 201,0 kg ha<sup>-1</sup> [13] do 2.482,3 kg ha<sup>-1</sup> [21], u Jordanu od 619,7 kg ha<sup>-1</sup> do 954,9 kg ha<sup>-1</sup> [17], i u Iranu od 1094,4 kg ha<sup>-1</sup> do 1.920,3 kg ha<sup>-1</sup> [22], može smatrati zadovoljavajućim, pre svega iz razloga što je crni kim vrsta pogodna za gajenje u aridnim i semiaridnim područjima koja su karakteristična za ove najveće države proizvođače.

**Tabela 4.** Uticaj roka setve i međurednog rastojanja na prinos semena crnog kima (*Nigella sativa* L.) (kg ha<sup>-1</sup>)

**Table 4** Influence of different sowing dates and inter-row spacing on seed yield of black cumin (*Nigella sativa* L.) (kg ha<sup>-1</sup>)

Rok setve Sowing date	Međuredno rastojanje / inter-row spacing			Prosek / Average
	IMR – 25 cm	IIMR – 50 cm	IIIMR – 75 cm	
ITS – rani / early	733	702	579	671
IITS – srednji / medium	708	<b>752</b>	543	668
IIITS – kasni / late	578	612	456	549
<b>Prosek / Average</b>	<b>673</b>	<b>689</b>	<b>526</b>	<b>629</b>
<i>Test; Nivo / level</i>	<i>Međuredno rastoj. Inter-row spacing</i>	<i>Rok setve Sowing date</i>	<i>Interakcija Interaction</i>	
<i>F – test</i>	577,82**	596,31**	43,71*	
<i>LSD 5%</i>	4,93	4,12	8,33	

Povećanje prinosa semena crnog kima je u prvom redu zavisilo od primenjene agrotehnike, tačnije od roka setve i međurednog rastojanja, ali i od klimatskih karakteristika godina u kojima su provedena istraživanja. U našem slučaju pojedinačni i zajednički uticaji rokova setve, međurednog rastojanja i meteoroloških uslova su statistički značajno uticali na formiranje prinosa osušenog semena crnog kima.

#### **Sadržaj i sastav masnog ulja u semenu crnog kima (*Nigellae semen*)**

Upoređujući rezultate naših sa rezultatima jednog dela dosadašnjih rezultata može se primetiti da se u zavisnosti od rejona gajenja razlikuje i sadržaj masnog ulja u semenu crnog kima (Tabela 5). Prosečan sadržaj masnog ulja iz našeg ogleada bio je 27,5%, što je u odnosu na prosek ostvaren u šest država (28,44%) u kojima se gaji crni kim bilo manje za nepunih 1,0%. Najveći sadržaj masnog ulja evidentiran u semenu crnog kima poreklom iz Irana (40,4%), a najmanji u semenu poreklom iz Sirije (13,2%). Nergiz i Otles [32] navode da je u proseku u uzorcima semena crnog kima iz jugoistočnog dela Turske zabeleženo 32,0% masnog ulja.



**Tabela 5.** Ukupan sadržaj ulja i sastav masnih kiselina u semenu crnog kima (*Nigella sativa* L.)  
**Table 5** Total black cumin seed oil content and fatty acid compositions (*Nigella sativa* L.)

Masne kiseline Fatty acid	Srbija Serbia	Sirija Syria [33]	Iran Iranian [34]	Egipat Egypt [15]	Irak Iraq [35]	Tunis Tunisian [36]	Turska Turkey [10]	Prosek Average
<b>Ukupan sadržaj ulja Total oil content</b>	27,5	13,2	40,4	29,2	28,2	28,5	31,2	28,30
<b>Miristinska C14:0 Myristic C14:0</b>	0,19	0,3	0,41	11,1	0,16	0,35	0,00	1,79
<b>Palmitinska C16:0 Palmitic C16:0</b>	10,68	13,1	18,4	12,1	8,51	17,2	11,7	13,10
<b>Palmitoleinska C16:1 Palmitoleic C16:1</b>	0,13	0,2	0,78	0,50	0,16	1,15	0,20	0,33
<b>Stearinska C18:0 Stearic C18:0</b>	3,13	2,84	3,69	3,7	2,22	2,84	3,1	3,13
<b>Oleinska C18:1 Oleic C18:1</b>	25,72	23,5	23,7	18,9	16,59	25	20,8	22,03
<b>Linolna C18:2 Linoleic C18:2</b>	52,31	56,5	49,15	47,5	42,76	50,31	58,1	50,95
<b>Linoleinska C18:3 Linolenic C18:3</b>	Tr.	0,3	0,32	2,1	0,25	0,34	0,3	0,60
<b>Arahinska C20:0 Arachidic C20:0</b>	0,2	0,2	0,22	1,2	0,03	0,14	0,2	0,31
<b>Eikozenska C20:1 Eicosenoic C20:1</b>	Tr.	0,3	0,34	Tr.	0,16	0,32	0,4	0,30
<b>Behenijska C22:0 Behenic C22:0</b>	Tr.	Tr.	2,6	0,9	Tr.	1,98	Tr.	1,83
<b>Lignocerinska C24:0 Lignoceric C24:0</b>	Tr.	Tr.	Tr.	0,2	3,6	Tr.	0,3	1,37
<b>Ukupno Total</b>	92,36	97,6	98,83	98,2	74,44	99,63	95,1	

Tr. = u tragovima / in trace

Pojedinačno najveći sadržaj u ulju crnog kima, imala je linolna kiselina C18:2. Najmanji sadržaj ove kiseline zabeležen je u ulju iz Iraka (42,76%) a najveći u Turskoj (58,1%). Druga kiselina po najvećem sadržaju, bila je oleinska C18:1. Najviše oleinske kiseline bilo je u ulju iz Tunisa (25,0%), a najmanje u ulju iz Iraka (16,59%). Treća po sadržaju, u svim uzorcima, bila je palmitinska kiselina C16:0, koje je pojedinačno najviše bilo u ulju poreklom iz Irana (18,4%), a

najmanje u ulju iz Iraka (8,51%). Prema datim izvorima, navedene tri kiseline, čine oko 85,64% od ukupnog broja svih detektovanih kiselina. Ostvaren sadržaj u istraživanjima Telci et al. [12] od 57% linolne bio je u nivou naših istraživanja dok je sadržaj oleinske kiseline bio nešto manji i iznosio je 12,5%. Sener et al. [37] su otkrili da ulje crnog kima sadrži 0,26% laurinske, 1,06% miristinske, 20,4% palmitinske, 1,56% stearinske, 4,75% oleinske, 64,6% linolne i 7,18% arahinske (eikosanoidne) kiseline.

## ZAKLJUČCI

Nakon trogodišnjih istraživanja i analize uticaja različitih agrotehničkih mera na razvoj biljke i prinos semena crnog kima, izvodimo sledeće zaključke:

- Gajena odomaćena populacija crnog kima je postigla zadovoljavajuće rezultate u agroekološkim uslovima južnog Banata, na beskarbonatnoj ritskoj crnici.
- Definisane su vrste, broj i trajanje fenoloških faza rasta i razvika crnog kima. Celokupan ontogenetski ciklus se odvija kroz dve faze (vegetativna i reproduktivna). Vegetativnu fazu čine: setva, klijanje, nicanje, ukorenjavanje i faza intezivnog porasta, dok reproduktivnu čine: početak cvetanja, puno cvetanje, početak formiranja čaura, pun razvoj čaura, početak formiranja semena, pun razvoj semena, početak zrenja semena i puno zrenje (faza tehnološke zrelosti semena). U našim uslovima, prosečna dužina vegetacionog perioda tj. celokupan ontogenetski ciklus crnog kima u proseku traje 120 dana.
- Prosečno najveću visinu biljaka, broj čaura, masu cele biljke i masu korena imale su biljke sejane u prvom roku i pri rastojanju između redova od 50 cm.
- Ukupno gledano najveći prinos je ostvaren u setvi u prvom i drugom roku i pri međurednom rastojanju od 50 cm. Pojedinačno najveći prinos droge, ostvaren je u varijanti – setva polovinom aprila na 50 cm između redova, u kojoj je u proseku ostvareno 752 kg ha<sup>-1</sup>.
- Prosečan sadržaj masnog ulja u semenu crnog kima u našem istraživanju bio je 27,50%. U odnosu na prosek u šest država tradicionalnih proizvođača semena i ulja crnog kima, u ulju našeg crnog kima bilo je više linolne kiseline (52,31 vs. 50,95%) i oleinske kiseline (25,72% vs. 22,03%) a nešto manje palmitinske kiselina (10,68 vs. 13,10%), pri čemu pomenute tri masne kiseline u našem ulju čine 88,71% od ukupnog sadržaja masnih kiselina, što je za 3,63% više u odnosu na prosek iz šest država - tradicionalnih proizvođača (85,08%).

## ZAHVALNICA

Rad predstavlja deo rezultata istraživanja u okviru Projekta III 46006, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## LITERATURA

1. Anonymous (2013): Herbal Medicines Compendium (HMC) – Proposed For Development Version 0.1. U. S. Pharmacopeial Convention (USP), <https://hmc.usp.org/monographs/nigella-sativa-seed-0-1> (Pristupljeno dana 05.04.2015.).
2. Anonymous (1999): The Ayurvedic pharmacopoeia of India. New Delhi: Ministry of Health and Family Welfare, Department of Indian System of Medicine and Homeopathy, Part I, Vol. I.
3. Peter, K. V. (2004): Handbook of herbs and spices, Vol. 2, Woodhead Publishing Limited: Abington Hall, Abington, Cambridge, England.
4. Anonymous (2014): Proposal for New work on Codex Standard for Brown/Black Cumin. Joint FAO/WHO food standards programme Codex committee on spices and culinary herbs, First Session Kochi (Cochin), India, 11- 14 February 2014, The Codex Alimentarius Commission, FAO and the World Health Organization.  
[ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCSCH/ccsch1/CRDs/sc01\\_crd11x.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCSCH/ccsch1/CRDs/sc01_crd11x.pdf). (Pristupljeno dana 10.08.2016.)
5. <http://uljecrnogkima.com/ulje-crnog-kima-cijena/ulje-crnog-kima-prodaja/> (Pristupljeno dana 10.08.2016.)
6. Filipović, V. (2016): Proizvodnja i promet crnog kima u Evropi i Srbiji. Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, Interna dokumentacija.
7. Anonymous (2011): Crops2Industry Crops2Industry "Non-food Crops-to-Industry Schemes in EU27" WP 1 Task 1.4 Other specialty crop, [www.crops2industry.eu/images/pdf/pdf/D1.4\\_NCPRI.pdf](http://www.crops2industry.eu/images/pdf/pdf/D1.4_NCPRI.pdf) (Pristupljeno dana 06.05.2015.).
8. Panagiotis, M., Staphylakis, K., Gegiou, D. (1986): The sterols of *Nigella sativa* seed oil. *Phytochemistry*, 25(3), 761-763.
9. Worthen, D. R., Ghosheh, O. A., Crooks, P. A. (1998): The in vitro anti-tumor activity of some crude and purified components of black seed, *Nigella sativa*. *Anticancer Res.*, 18, 1527–1532.
10. Matthaus, B., Ozcan, M. M. (2011): Fatty acids, tocopherol, and sterol contents of some *Nigella* species seed oil. *Czech J Food Sci*, 29, 145-150.
11. Rezvani Moghaddam, P. (2006): Agronomical studies of black cumin (*Nigella sativa*) as a new crop in dry and semi dry agricultural system of Iran. *Proceedings of the Fourth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005)* Yeditepe University, Istanbul 21-26 August 2005, Z. F. Ertuğ ed., Ege Yayinlari, Istanbul, 2006., *Proceedings*, 597-600.
12. Telci, I., Sahin-Yaglioglu, A., Eser, F., Aksit, H., Demirtas, I., Tekin, S. (2014): Comparison of seed oil composition of *Nigella sativa* L. and N.

- damascena L. during seed maturation stages. Journal of the American Oil Chemists' Society, 91(10), 1723-1729.
13. Kara, N., Katar, D., Baydar, H. (2015): Yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) Populations: the effect of ecological conditions. Turkish Journal Of Field Crops, 20(1), 9-14.
  14. Toma, C. C., Olah, N. K., Vlase, L., Mogoşan, C., Mocan, A. (2015): Comparative studies on polyphenolic composition, antioxidant and diuretic effects of *Nigella sativa* L.(black cumin) and *Nigella damascena* L.(lady-in-a-mist) seeds. Molecules, 20(6), 9560-9574.
  15. Atta, M. B. (2003): Some characteristics of *Nigella* (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. Food chemistry, 83, 63–68.
  16. Toncer, O., Kizil, S. (2004): Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa* L. International Journal of Agriculture and Biology, 6(3), 529-532.
  17. Talafih, K. A., Haddad, N. I., Hattar, B. I., Kharallah, K. (2007): Effect of some agricultural practices on the productivity of black cumin (*Nigella sativa* L.) grown under rainfed semi-arid conditions. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 3(4). 385-397.
  18. Al Turkmani, M. O., Karabet, F., Mokrani, L., Soukkarieh, C. (2015): Chemical composition and in vitro antioxidant activities of essential oil from *Nigella sativa* L. seeds cultivated in Syria. International Journal of ChemTech Research, 8 (10), 76-82.
  19. Das, A. K., Sadhu, M. K., Som, M. G., Bose, T. K. (1992): Effect of spacings on growth and yield of black cumin. Indian Cocoa, Arecanut and Spices J., 16: 17–18.
  20. El-Deen, E. and Ahmad, T. (1997): Influence of plant distance and some phosphorus fertilization sources on black cumin (*Nigella sativa* L.) plant. Journal of Agricultural Science 28, 39-56.
  21. Ozel, A., Demirel, U., Guler, I., Erden, K. (2009): Effect of different row spacing and seeding rate on black cumin (*Nigella sativa* L.) yields and some agricultural characters. Harran Uni. J. of Agriculture Faculty, 13(1), 17-25. (in Turkish).
  22. Abdolrahimi, B., Mehdikhani, P., Tappe, A. H. G. (2012): The effect of harvest index, yield and yield components of three varieties of black seed (*Nigella sativa*) in different planting densities. International Journal of Agricultural Sciences, 2, 93-101.
  23. Koli, S.A. (2013): Effect of variety and plant spacing on seed yield and yield attributes of black cumin (*Nigella sativa* L.). Master thesis. Department of Agricultural Botany, Sher-e-Bangla Agricultural University (SAU), Dhaka, Bangladesh.

24. Sovilj M.N. (2010): Critical review of supercritical carbon dioxide extraction of selected oil seeds. *Acta periodica technologica*, (41), 105-120.
25. AOAC Official Surplus Method 965.49. (1984): Fatty Acids in Oils and Fats. Preparation of Methyl Esters. Final Action 1984. Surplus 1965.
26. Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System software (AMDIS ver. 2.64.) (2005): National Institute of Standards and Technology (NIST), Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD (USA).
27. STATISTICA (Data Analysis Software System), v.10.0 (2010): Stat-Soft, Inc, USA ([www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)).
28. El-Hag, Z.M. (1996): Effect of Planting Date, Seed Rate and Method of Planting on Growth, Yield and Quality of Black Cumin (*Nigella sativa*) in Khartoum State [Sudan]. (Electronic Version). University of Khartoum. Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Shambat (Sudan).
29. Rabbani M.A., Ghafoor A., Masood M. S. (2011): NARC-kalonji: an early maturing and high yielding variety of *Nigella sativa* released for cultivation in Pakistan. *Pak. J. Bot*, 43, 191-195.
30. Ahmed, N.U., Haque, K. R. (1986): Effect of row spacing and time of sowing on the yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Bangladesh. J. Agric.* 1: 21-4.
31. Malhotra, S. K. (2006): Minor seed spices – parsley, caraway, black, caraway and nigella, in Ravindran PN, Babu K, Shiva KN and Kallupurrakal J (eds) *Agrobios, Advances in Spices Research*. Jodhpur, 803–815.
32. Nergiz, C. and Ötleş, S. (1993): Chemical composition of *Nigella sativa* L. seeds. *Food chemistry*, 48(3), 259-261.
33. Mariod, A. A., Edris, Y. A., Cheng, S. F., Abdelwahab, S. I. (2012): Effect of germination periods and conditions on chemical composition, fatty acids and amino acids of two black cumin seeds. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 11(4), 401-410.
34. Nickavar, B., Mojab, F., Javidnia, K., Ali Roodgar Amoli, M. (2003): Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran, *Z. Naturforsch.*, 58c, 629–631.
35. Kaskoos, R.A. (2010): Fatty acid composition of black cumin oil from Iraq. *Res J Med Plant*, 5(1), 85-89.
36. Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H. (2007): *Nigella sativa* L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food chemistry*, 101(2), 673-681.
37. Sener, B., Kusmenoglu, S., Mutlugil, A., Bingol, F. (1985): A study with the seed of *Nigella sativa*. *Gazi Uni. J. of Pharmacy Faculty*, 2(1), 1-8.

## AGROTECHNICAL INVESTIGATION TOWARDS STANDARDIZATION OF BLACK CUMIN SEED PRODUCTION (*Nigella sativa* L.)

Vladimir Filipović<sup>1</sup>, Vladan Ugrenović<sup>2</sup>, Dragoja Radanović<sup>1</sup>, Tatjana Marković<sup>1</sup>, Vera Popović<sup>3</sup>, Sofija Đorđević<sup>1</sup>, Snežana Dimitrijević<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Medicinal Plants Research "Dr Josif Pančić", Tadeuša Koščuška 1, 11000 Belgrade, Republic of Serbia

<sup>2</sup> AES Institute "Tamiš", Novoseljanski put 33, 26000 Pančevo, Republic of Serbia

<sup>3</sup> Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia

### SUMMARY

This paper presents growing possibilities of oily and medicinal plant - black cumin (*Nigella sativa* L.), and defines agro-technical standards for this. Use of seed and black cumin oil in the world is increasing. With regard to this, the goal of this study was to establish technical procedure for cultivation of this, less commonly cultivated species in Serbia. Investigation was carried out during 2013–2015., at the experimental field of the Institute for Medicinal Plant Research "Dr Josif Pančić", in Pančevo, Serbia. For the experimental purposes, domesticated population of black cumin was used. Following three planting dates– Early (half of March), Middle (half of April), and Late (half of May), and three row spacings – 25, 50 and 75 cm, has been tested. The obtained results document that the average length of the entire vegetation period was ca. 120 days, though which the plants passes 13 different phenology phases (five vegetative and eight reproductive), for the first time described for agro-ecological conditions of Serbia. Influence of individual and combined effects of different sowing dates and row spacings on morphology and yields of dry and ripe black cumin seeds were recorded. Individually, the highest yields were obtained in the treatment with sowing date mid-April in combination with the row spacing of 50 cm, averagely 752 kg\*ha<sup>-1</sup>. Good achievements in cultivation are very important with regard to so precious properties of black cumin seeds. With defined appropriate growing technology, Serbian farmers will be able to continuously provide this raw materials with consistent quantity and quality, intended for application in food, pharmaceutical and cosmetic industries.

**Key words:** black cumin, *Nigella sativa*, sowing date, inter-row spacing, morphological and productivity traits.