

# Ukrasna vrijednost, urod i kakvoća sjemena vrsta *Nigella damascena* L. i *Nigella sativa* L. u različitim uvjetima uzgoja

---

Horvat, Dijana

Doctoral thesis / Disertacija

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:573423>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu  
AGRONOMSKI FAKULTET

Dijana Horvat

**UKRASNA VRIJEDNOST, UROD I  
KAKVOĆA SJEMENA VRSTA *NIGELLA*  
*DAMASCENA* L. I *NIGELLA SATIVA* L. U  
RAZLIČITIM UVJETIMA UZGOJA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2017.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Dijana Horvat

**DECORATIVE VALUE, YIELD AND SEED  
QUALITY OF THE SPECIES *NIGELLA  
DAMASCENA* L. AND *NIGELLA SATIVA*  
L. IN DIFFERENT CULTIVATION  
CONDITIONS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2017.



Sveučilište u Zagrebu  
AGRONOMSKI FAKULTET

Dijana Horvat

**UKRASNA VRIJEDNOST, UROD I  
KAKVOĆA SJEMENA VRSTA *NIGELLA  
DAMASCENA* L. I *NIGELLA SATIVA* L. U  
RAZLIČITIM UVJETIMA UZGOJA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: izv. prof. dr. sc. Vesna Židovec

Zagreb, 2017.



University of Zagreb  
FACULTY OF AGRICULTURE

Dijana Horvat

**DECORATIVE VALUE, YIELD AND SEED  
QUALITY OF THE SPECIES *NIGELLA  
DAMASCENA* L. AND *NIGELLA SATIVA*  
L. IN DIFFERENT CULTIVATION  
CONDITIONS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: Associate prof. Ph. D. Vesna Židovec

Zagreb, 2017.

## Bibliografska stranica

### Bibliografski podaci:

- **Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti
- **Znanstveno polje:** Poljoprivreda (agronomija)
- **Znanstvena grana:** Ukrasno bilje, Sjemenarstvo
- **Institucija:** Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za ukrasno bilje, krajobraznu arhitekturu i vrtnu umjetnost
- **Voditelj doktorskog rada:** izv.prof.dr.sc. Vesna Židovec
- **Broj stranica:** 203
- **Broj slika:** 75
- **Broj tablica:** 54
- **Broj literaturnih referenci:** 167
- **Datum obrane doktorskog rada:** 20.12.2017.
- **Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:**
  1. doc. dr. sc. Klaudija Carović-Stanko
  2. prof. dr. sc. Ines Han Dovedan
  3. doc. dr. sc. Marija Vukobratović

### Rad je pohranjen u:

Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4, p.p. 550, 10 000 Zagreb,  
Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb.

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 14. 10. 2014., te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 17. veljače 2015.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA O IZVORNOSTI**

Ja, **Dijana Horvat**, izjavljujem da sam samostalno izradila doktorski rad pod naslovom:

**UKRASNA VRIJEDNOST, UROD I KAKVOĆA SJEMENA VRSTA *NIGELLA DAMASCENA L.* I *NIGELLA SATIVA L.* U RAZLIČITIM UVJETIMA UZGOJA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovog dokorskog rada;
- da je doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (čl. 19).

Zagreb, 20.12.2017. godine.

---

*(potpis doktorantice)*

## Ocjena doktorskog rada

Doktorski rad ocijenilo je povjerenstvo u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Klaudija Carović- Stanko  
Docentica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
2. Prof. dr. sc. Ines Han Dovedan  
Redovita profesorica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
3. Doc. dr. sc. Marija Vukobratović  
Hrvatska poljoprivredna agencija

Doktorski rad je obranjen na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu,  
\_\_\_\_\_ pred povjerenstvom u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Klaudija Carović- Stanko \_\_\_\_\_  
Docentica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
2. Prof. dr. sc. Ines Han Dovedan \_\_\_\_\_  
Redovita profesorica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
3. Doc. dr. sc. Marija Vukobratović \_\_\_\_\_  
Hrvatska poljoprivredna agencija



## Informacije o mentoru

Vesna Židovec rođena je 19. studenog 1969. u Zagrebu. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu upisuje 1988. godine. Diplomirala je 1993. godine, magistrirala 1998. iz područja genetike i oplemenjivanja bilja, a doktorsku disertaciju iz područja poljoprivreda - biotehnologija obranila je 2004. godine. Godine 1993. zapošljava se kao voditeljica vrtnog centra, od 1994. stručna je suradnica u Povrtlarskom centru Zagreb, a od 1999. - 2000. na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima. Od 2000. godine do danas zaposlena je na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. U znanstveno nastavno zvanje izvanredna profesorica izabrana je 2011. godine. Sudjeluje u izvođenju nastave iz područja ukrasnog bilja na modulima preddiplomskog, diplomskog i poslijediplomskog doktorskog studija na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Voditeljica je diplomskog studija Hortikultura – ukrasno bilje. Sudjelovala je u izvođenju nastave na Međusveučilišnom studiju „Mediteranska poljoprivreda“ kao i na Veleučilištu Marko Marulić u Kninu. Svoju opsežnu nastavnu aktivnost potvrđuje i većim brojem mentorstva obranjenih završnih i diplomskih radova te stručnih projekata. Znanstveni interes prvenstveno je usmjeren na ukrasno bilje, njegovu primjenu u kućnim i seoskim tradicijskim vrtovima te u interijerima. Kao suradnica, sudjelovala je u realizaciji tri znanstvena projekta te je bila voditeljica VIP projekta. Kao autorica odnosno koautorica do sada je objavila 27 znanstvenih radova. Kao prva autorica ili koautorica aktivno je sudjelovala na 27 znanstvenih skupova (4 međunarodna i 23 nacionalna znanstvena skupa). Članica je Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta, Odbora za poslijediplomske doktorske studije i doktorate, a bila je članica Odbora za izdavaštvo.

## SAŽETAK

Suvremeni način života nameće nove trendove u industriji ukrasnog bilja što rezultira povećanom potražnjom za vrstama skromnih agrotehničkih zahtjeva, otpornim na bolesti i štetnike. Crnjika (*Nigella damascena* L.) i crni kim (*Nigella sativa* L.) svojim skromnim agrotehničkim karakteristikama i višestrukom iskoristivosti predstavljaju nove potencijalne usjeve za uzgoj u ukrasne, prehrambene i ekološke svrhe. Koriste se kao ukras na cvjetnoj gredici i za rez, a tobolci za izradu suhih aranžamana. Sjeme objiju vrsta ima aromatična svojstva, te se u zemljama tradicionalnog uzgoja koristi u začinske svrhe. Posljednjih godina crni kim je u fokusu znanstvenih istraživanja zbog ljekovitog djelovanja ulja. Širenjem proizvodnje ukrasnog i ljekovitog bilja raste interes za uzgojem ovih vrsta, ali problem je nedostatak sjemena i neistraženi uvjeti uzgoja. Hrvatska ima idealne uvjete za uzgoj sjemena gotovo svih kultiviranih biljaka, te je istraživanje utjecaja uvjeta uzgoja na ukrasnu vrijednost, urod i kakvoću sjemena ovih vrsta osnovni korak koji otvara put uzgoju istraživanih vrsta u ukrasne i merkantilne svrhe. Pretpostavka ovog istraživanja je da će uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) i gnojidba dušikom imati najveći utjecaj na ukrasnu vrijednost. Na urod sjemena najveći utjecaj će imati gnojidba dušikom i fosforom, a na kakvoću sjemena uzgoj u zaštićenom prostoru (manja zaraza sjemena bolestima) i gnojidba fosforom (viša klijavost i masa 1000 sjemenki). U cilju dokazivanja navedenih pretpostavki provedeno je dvogodišnje vegetacijsko i laboratorijsko istraživanje. Na površinama Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima postavljen je istovjetni višefaktorijski pokus s dvije biljne vrste crnjikom i crnim kimom. Faktori u istraživanju su uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno), godina (2012., 2013.) i gnojidba (kontrola, gnojeno sa 30 kg·ha<sup>-1</sup> dušika ili 30 kg·ha<sup>-1</sup> fosfora). Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja na kolekcijском polju i u plasteniku. Tijekom vegetacije provedena su morfometrijska mjerenja i određivanje sastavnica i uroda sjemena. Svojstva kakvoće sjemena ispitana su u laboratoriju za kontrolu kakvoće poljoprivrednog reprodukcijskog materijala Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena (NN 99/08) i International Rules for Seed Testing, Chapter 5, Germination 5-70 (ISTA, 2011). Prikupljeni podaci uneseni su u računalni program Microsoft Excel u kojem su pripremljeni za statističku obradu. Podaci su statistički obrađeni u programu SAS 9.4 (SAS, 2012). Prema rezultatima provedenog istraživanja uzgoj u zaštićenom prostoru utjecao je na ukrasnu vrijednost samo kod crnjike, čime je djelomično potvrđena pretpostavka ovog istraživanja. Uzgojem u zaštićenom prostoru kod obje vrste postignute su veće vrijednosti sastavnica uroda sjemena, što je rezultiralo i višim urodom sjemena po hektaru. Sukladno očekivanom, sjeme proizvedeno u zaštićenom prostoru imalo je manji postotak bolesti kod obje vrste. Viša vlaga, energija i klijavost sjemena crnjike postignuti su u zaštićenom prostoru, dok je kod crnog kima postignuta samo viša masa 1000 sjemenki. Kod crnjike je godina utjecala na ukrasnu vrijednost i broj sjemenki u tobolcu, ali razlike u urodu sjemena po biljci i urodu sjemena po hektaru u dvije godine uzgoja nisu postignute kod ni jedne vrste. Uzgojem u dvije godine postignute su značajne razlike u vlazi sjemena kod obje vrste. Energija i klijavost sjemena crnog kima značajno se razlikovala u dvije godine, dok je kod crnjike razlika postignuta samo u energiji klijanja, a na samu klijavost sjemena godina nije značajno utjecala. Gnojidba dušikom i fosforom imala je najveći utjecaj na ukrasnu vrijednost, urod sjemena po biljci i urod sjemena po hektaru. Utjecaj gnojidbe fosforom na masu 1000 sjemenki potvrđen je ovim istraživanjem kod obje vrste, dok na klijavost sjemena gnojidba fosforom nije utjecala.

Visina uroda sjemena postignuta gnojidbom dušikom i fosforom trebala bi biti osnovna smjernica u uzgoju ovih vrsta. Neovisno o istraživanim uvjetima postignuta je visoka kakvoća sjemena kod obje vrste, što potvrđuje činjenicu da živimo u zemlji sa neograničenim mogućnostima u uzgoju sjemena.

**Ključne riječi:** crnjika, crni kim, uvjeti uzgoja, urod sjemena, kakvoća sjemena

## EXTENDED SUMMARY

Decorative value, yield and seed quality of the species *Nigella damascena* L. and *Nigella sativa* L. in different cultivation conditions

Within the last couple of years the area of horticulture is marked by a trend of introducing new flowering species in decoration of city areas and house gardens. Annual and biennial flowering species attractive for their abundant flowering, diversity of forms and colours of flowers proved to be highly sensitive to diseases and pests and very demanding in their cultivation. Their application is frequently not in accordance with the purpose of the place where they are used, which resulted in the change of landscape in both urban and rural areas.

Awareness about the need to coexist with the nature led to demand for ornamental plants with modest agro-technical requirements, resistant to diseases, pests and climate changes. The species *Nigella damascena* L. (love in mist) and *Nigella sativa* L. (black cumin) for their positive agronomic characteristics and multiple usage possibilities seem to be potential crops for ornamental and organic purposes, as well as for industrial use.

*Nigella damascena* has unusual flowers and is therefore ideal for cultivation in flower beds and for cutting, whereas the pods are used for making flower arrangements. Besides being used as ornamental plant, it is also used as spice and medicinal species because of its seed which contains oil and has intensive smell and mild and aromatic flavour. Gradual disappearance of traditional gardens caused disappearance of the species *Nigella damascena* which was traditionally cultivated in Croatia.

Within the last decade *Nigella sativa* attracts increasing attention of scientists from the field of medicine and pharmacology, although medicinal effect of this plant has been known for a long time. It is considered to be one of the most healing plant species because of the chemical composition of the essential oil from its seeds. Although it is primarily used as medicinal plant in the countries where it is traditionally cultivated, it can also be used for ornamental purposes. Multiple usage makes these plant species plants of the future, especially in our country which has excellent possibilities for production of ornamental, medicinal and aromatic plants due to its favourable agroecological conditions. Agricultural producers are interested for production of new species, but they are discouraged due to lack of high quality seed material and lack of research regarding the conditions of cultivation. The first and most important step in production of any plant species is to research the possibility of producing quality seed, especially for species that were not previously cultivated in a certain climate area for commercial purposes or for seed production. This research will define agrotechnical conditions of cultivation, ornamental value, yield and quality of seed of *Nigella damascena* and *Nigella sativa* species in different cultivation conditions (protected area, open area) in two years and with three fertilization variants (control, nitrogen fertilization, phosphorus fertilization). It is estimated that the cultivation conditions and nitrogen fertilization will have the highest impact on ornamental value (plant height, number of flowering branches and pods per plants), whereas seed yield will be primarily affected by fertilization and not so much by cultivation conditions. Cultivation in protected area will result with smaller contamination of seeds with disease, whereas phosphorus fertilization will positively affect germination and 1000 seed weight. In order to prove the above stated assumptions a two year vegetation and laboratory research was carried out.

On the testing grounds of Križevci College of Agriculture an identical multifactorial trial with two plant species was set up - *Nigella damascena* and *Nigella sativa*. The research included the impact of cultivation conditions (protected area, open area), years (2012, 2013) and fertilization (no fertilization, nitrogen fertilization in the amount of 30 kg·ha<sup>-1</sup> and phosphorus fertilization in the amount of 30 kg·ha<sup>-1</sup>) on morphological characteristics, yield and seed quality of *Nigella damascena* and *Nigella sativa*. The trial was set up according to random block order in four repetitions. The sowing in the open area was administered on the collection field and in the protected area in the glass house. There were 12 test land plots

in the open area and 12 in the glass house, which makes up 24 combinations, each represented with 60 plants. The size of the test surface area is 110, 5 m<sup>2</sup>, and test land plot 5 m<sup>2</sup>. Fertilization was carried out prior to sowing and incorporated into the soil using rakes. Urea was used for nitrogen fertilization and triplex for phosphorus fertilization. Test land plots were divided into two subplots of 2,5 m<sup>2</sup>, where the researched species were sown with 0,5 m distance between the species.

During vegetation period in both years of research mean daily air temperature and amount of precipitation were observed. Morphometric measurements (plant height, number of flowering branches) were administered during the flowering period, and the number of pods was calculated during harvest. During seed ripening period number of seeds per pod and seed yield per plant was established. Harvest was carried out when 70 % of pods were ripe, by cutting all the pods from the test land plot. The seeds were cleaned after harvest on laboratory sieves. Seed quality was tested in the laboratory for quality control of agricultural seed of Križevci College of Agriculture. Formation of samples, testing methods for determining seed moisture, 1000 seed weight and health properties of seed were carried out in line with the Rulebook on methods of sampling and testing of seed quality OG 99/08, and testing of energy and germination capacity of seed according to International Rules for Seed Testing, Chapter 5, Germination 5 -70 (ISTA, 2011).

Research data was entered in the computer programme Microsoft Excel, where it was prepared for statistical analysis in the programme SAS 9.4 (SAS, 2012).

Cultivation conditions significantly influenced ornamental value of the species *Nigella damascena*. Cultivation in protected area resulted in higher values of plant height, number of flowering branches and number of pods per plant, whereas cultivation conditions didn't significantly affect ornamental value of *Nigella sativa*, which only partly confirms hypothesis of this research. Seed yield per hectare was significantly higher in protected area, resulting from a higher number of seeds in a pod and seed yield per plant for both species, which is in line with the hypothesis outlined at the beginning of this research. Laboratory research indicated smaller infection of seeds with disease for those plants cultivated in protected areas, whereas the influence of cultivation conditions on other indicators of seed quality varied depending on the species. With *Nigella damascena* cultivation in protected areas achieved higher moisture content of seed, energy and germination capacity of seed, whereas with *Nigella sativa* this cultivation method affected only the 1000 seed weight indicator.

Year of cultivation affected the number of flowering branches and pods per plant with the species *Nigella damascena*, resulting in higher ornamental value, with *Nigella sativa* it had no impact on any of the morphological characteristics. Although cultivation during a two-year period resulted in a significantly different number of seeds per pod for the species *Nigella damascena*, year of cultivation had no impact on seed yield per plant, or seed yield per hectare for researched species. Significant impact of cultivation year was visible from results of laboratory research indicating higher seed moisture content in 2012 for both species. Cultivation year affected energy and germination capacity of seed for the species *Nigella sativa*, whereas with the species *Nigella damascena* it only affected germination energy, with no significant difference in seed germination capacity between the two cultivation years.

Nitrogen fertilization had the highest impact on ornamental value for both species, which confirmed the hypothesis of this research. Besides nitrogen fertilization, the researched morphological characteristics (plant height, number of flowering branches, number of seeds per pod) were also affected by phosphorus fertilization. Fertilization with nitrogen and phosphorus resulted with the highest seed yields for both species, which can be interpreted as results of impact of fertilization on morphological characteristics and seed yield per plant. Nitrogen fertilization affected the number of seeds per pod for the species whereas with *Nigella damascena* fertilization had no significant impact on the number of seeds per pod. Phosphorus fertilization had a significantly higher 1000 seed weight with both species, but contrary to the expected, it did not affect germination capacity of seeds. Assumption regarding the influence of phosphorus fertilization on seed quality was therefore only partly confirmed.

The species *Nigella damascena* and *Nigella sativa* belong to the genus *Nigella*, and due to botanical origin the assumption of this research was that both researched species will achieve the same results in researched cultivation conditions. Basic assumptions in this research were partly confirmed, but based on the laboratory research results mentioned above it is evident that the influence of the research parameters on seed quality varies between the researched species, confirming the fact that cultivation areal of a particular plant species plays a significant role in seed production. In order to produce quality seed, it is of utmost importance to research the influence of cultivation conditions on seed quality properties. this research resulted in high quality seed produced from both researched species and in all researched cultivation conditions. Research results can be used to facilitate production of high quality seed of the species *Nigella damascena* and *Nigella sativa*, which is a foundation for further cultivation of these species for ornamental purposes. Achieved seed yield for *Nigella sativa* should encourage agricultural producers to cultivate this species for medicinal purposes, which would lead to reduction of seed import as raw material for oil production and prevent sales of oil of suspicious quality.

**Keywords:** love in mist, black cumin, cultivation conditions, seed yield, seed quality

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja .....	3
<b>2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Taksonomija roda <i>Nigella</i> .....	4
2.2. Crnjika ( <i>Nigella damascena</i> L.) .....	12
2.2.1. Rasprostranjenost i podrijetlo vrste .....	12
2.2.2. Morfologija vrste .....	13
2.2.3. Uporabna vrijednost .....	16
2.3. Crni kim ( <i>Nigella sativa</i> L.) .....	19
2.3.1. Rasprostranjenost i podrijetlo vrste .....	19
2.3.2. Morfologija vrste .....	20
2.3.3. Uporabna vrijednost .....	23
2.3.3.1. Kemijski sastav sjemena i ulja .....	23
2.3.3.2. Tradicionalna uporaba sjemena i ulja .....	24
2.3.3.3. Uporaba sjemena i ulja u suvremenoj medicini, veterini i farmaciji .....	25
2.4. Agrotehničke mjere uzgoja istraživanih vrsta roda <i>Nigella</i> .....	29
2.4.1. Vrijeme sjetve .....	29
2.4.2. Način sjetve i sjetvena norma .....	30
2.4.3. Gnojidba .....	30
2.4.4. Navodnjavanje .....	34
2.4.5. Njega usjeva .....	34
2.5. Kakvoća sjemena .....	35
2.5.1. Svojstva kakvoće sjemena .....	35
2.5.2. Čimbenici koji utječu na svojstva kakvoće sjemena .....	36
2.5.3. Kontrola svojstava kakvoće sjemena .....	38
2.6. Proizvodnja sjemena u Hrvatskoj – trenutno stanje i nove mogućnosti .....	42
2.6.1. Proizvodnja sjemena u Hrvatskoj .....	42
2.6.2. Mogućnosti razvoja sjemenarstva u Hrvatskoj .....	44
<b>3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>47</b>
3.1. Postavljanje pokusa .....	47

3.1.1. Ispitivanje svojstava kakvoće sjemena za sjetvu.....	47
3.1.2. Postavljanje pokusa, praćenje vegetativnih faza razvoja i njega usjeva .....	52
3.2. Morfometrijska mjerenja .....	62
3.3. Određivanje boje cvijeta .....	63
3.4. Određivanje duljine trajanja vegetacijskog ciklusa i broja dana za formiranje tobolaca .....	63
3.5. Određivanje sastavnica uroda sjemena .....	65
3.6. Ispitivanje svojstava kakvoće sjemena .....	67
3.7. Klimatski uvjeti.....	68
3.8. Statistička obrada podataka .....	75
<b>4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>76</b>
4.1. Crnjika ( <i>Nigella damascena</i> L.).....	76
4.1.1. Morfološka svojstva .....	76
4.1.1.1. Visina biljke .....	76
4.1.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci .....	79
4.1.1.3. Boja cvijeta .....	82
4.1.1.4. Broj tobolaca po biljci.....	86
4.1.2. Sastavnice uroda sjemena.....	89
4.1.2.1. Broj sjemenki u tobolcu .....	89
4.1.2.2. Urod sjemena po biljci .....	90
4.1.3. Duljina vegetacijskog ciklusa .....	94
4.1.4. Urod sjemena po hektaru .....	95
4.1.5. Kakvoća sjemena .....	98
4.1.5.1. Vlaga sjemena .....	98
4.1.5.2. Masa 1000 sjemenki.....	100
4.1.5.3. Energija klijanja sjemena .....	104
4.1.5.4. Klijavost sjemena .....	105
4.1.5.5. Zdravstveno stanje sjemena.....	107
4.1.6. Korelacije određenih svojstava crnjike .....	110
4.1.6.1. Visina biljke i broj tobolaca po biljci .....	110
4.1.6.2. Visina biljke i urod sjemena po hektaru .....	111
4.1.6.3. Broj sjemenki u tobolcu i masa 1000 sjemenki .....	112

4.1.6.4. Masa 1000 sjemenki i klijavost sjemena .....	113
4.1.6.5. Klijavost i zaraza sjemena .....	114
4.2. Crni kim ( <i>Nigella sativa</i> L.).....	115
4.2.1. Morfološka svojstva.....	115
4.2.1.1. Visina biljke .....	115
4.2.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci .....	118
4.2.1.3. Boja cvijeta .....	121
4.2.1.4. Broj tobolaca po biljci.....	121
4.2.2. Sastavnice uroda sjemena.....	125
4.2.2.1. Broj sjemenki u tobolcu .....	125
4.2.2.2. Urod sjemena po biljci .....	129
4.2.3. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa .....	133
4.2.4. Urod sjemena po hektaru .....	134
4.2.5. Kakvoća sjemena .....	138
4.2.5.1. Vlaga sjemena .....	138
4.2.5.2. Masa 1000 sjemenki.....	139
4.2.5.3. Energija klijanja sjemena .....	143
4.2.5.4. Klijavost sjemena .....	146
4.2.5.5. Zdravstveno stanje sjemena.....	147
4.2.6. Korelacije određenih svojstava crnog kima .....	151
4.2.6.1. Visina biljke i broj tobolaca po biljci .....	151
4.2.6.2. Visina biljke i urod sjemena po hektaru .....	152
4.2.6.3. Broj sjemenki u tobolcu i masa 1000 sjemenki .....	153
4.2.6.4. Masa 1000 sjemenki i klijavost sjemena .....	154
4.2.6.5. Klijavost i zaraza sjemena .....	155
<b>5. RASPRAVA.....</b>	<b>156</b>
5.1. Crnjika ( <i>Nigella damascena</i> L.).....	156
5.1.1. Morfološka svojstva.....	156
5.1.1.1. Visina biljke .....	156
5.1.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci .....	157
5.1.1.3. Boja cvijeta .....	158
5.1.1.4. Broj tobolaca po biljci.....	159



5.1.2. Sastavnice uroda sjemena.....	160
5.1.2.1. Broj sjemenki u tobolcu .....	160
5.1.2.2. Urod sjemena po biljci .....	160
5.1.3. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa.....	162
5.1.4. Urod sjemena po hektaru.....	163
5.1.5. Kakvoća sjemena .....	164
5.1.5.1. Vlaga sjemena .....	164
5.1.5.2. Masa 1000 sjemenki.....	164
5.1.5.3. Energija klijanja sjemena .....	165
5.1.5.4. Klijavost sjemena .....	166
5.1.5.5. Zdravstveno stanje sjemena.....	167
5.2. Crni kim ( <i>Nigella sativa</i> L.).....	170
5.2.1. Morfološka svojstva.....	170
5.2.1.1. Visina biljke .....	170
5.2.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci.....	171
5.2.1.3. Boja cvijeta .....	172
5.2.1.4. Broj tobolaca po biljci.....	174
5.2.2. Sastavnice uroda sjemena.....	176
5.2.2.1. Broj sjemenki u tobolcu .....	176
5.2.2.2. Urod sjemena po biljci .....	177
5.2.3. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa.....	179
5.2.4. Urod sjemena po hektaru.....	180
5.2.5. Kakvoća sjemena .....	182
5.2.5.1. Vlaga sjemena .....	182
5.2.5.2. Masa 1000 sjemenki.....	182
5.2.5.3. Energija klijanja sjemena .....	183
5.2.5.4. Klijavost sjemena .....	184
5.2.5.5. Zdravstveno stanje sjemena.....	185
<b>6. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>186</b>
<b>7. POPIS LITERATURE: .....</b>	<b>188</b>
<b>ŽIVOTOPIS .....</b>	<b>201</b>

## **Popis kratica**

**EU** Europska unija

**HCPHS** Hrvatski centar za poljoprivredu hranu i selo

**H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>** dihidroksifosfatni ion

**HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** hidroksifosfatni ion

**ISTA** International Seed Testing Association

**Kf** Langov kišni faktor

**MRSA** Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** nitratni ion

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** amonijačni ion

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** fosforni pentoksid

**RHS** Royal Horticultural Society

**ZSR** Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo

## **Popis tablica**

**Tablica 1.** Certificirane količine sjemena (t) osnovnih ratarskih kultura po razdobljima

**Tablica 2.** Rezultati analize kakvoće sjemena za sjetvu pokusa

**Tablica 3.** Rezultati kemijske analize tla kolekcijskog polja u 2012.

**Tablica 4.** Rezultati kemijske analize tla kolekcijskog polja u 2013.

**Tablica 5.** Rezultati kemijske analize tla u plasteniku 2012.

**Tablica 6.** Rezultati kemijske analize tla u plasteniku 2013.

**Tablica 7.** Kronološki prikaz vegetativnih faza razvoja crnog kima prema načinu uzgoja i godini

**Tablica 8.** Kronološki prikaz vegetativnih faza razvoja crnjike prema načinu uzgoja i godini

**Tablica 9.** Prosječne visine biljaka crnjike (cm) s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 10.** Prikaz rezultata analize varijance za visinu biljaka prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 11.** Prosječan broj cvjetnih grana crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 12.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj cvjetnih grana po biljci prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 13.** Prosječan broj tobolaca po biljci crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 14.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj tobolaca po biljci prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 15.** Prosječan broj sjemenki u tobolcu crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 16.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 17.** Prosječan urod sjemena po biljci (g) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 18.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 19.** Prikaz trajanja vegetacijskog ciklusa crnjike (u danima)

**Tablica 20.** Prosječan urod sjemena po hektaru (kg) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 21.** Prikaz rezultata analiza varijance za urod sjemena po hektaru prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 22.** Prosječna vlaga sjemena (%) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 23.** Prikaz rezultata analiza varijance za vlagu sjemena prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 24.** Prosječna masa 1000 sjemenki (g) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 25.** Prikaz rezultata analiza varijance za masu 1000 sjemenki prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 26.** Prosječna energija klijanja sjemena crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 27.** Prikaz rezultata analiza varijance za energiju klijanja sjemena prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 28.** Prosječna klijavost sjemena crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 29.** Prikaz rezultata analiza varijance za klijavost sjemena prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 30.** Prosječna zaraza sjemena crnjike gljivom *Alternaria alternata* s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 31.** Prikaz rezultata analiza varijance za zarazu sjemena prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 32.** Prosječne visine biljaka crnog kima (cm) s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 33.** Prikaz rezultata analize varijance za visinu biljaka prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 34.** Prosječan broj cvjetnih grana crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 35.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj cvjetnih grana po biljci prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 36.** Prosječan broj tobolaca po biljci crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 37.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj tobolaca po biljci prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 38.** Prosječan broj sjemenki u tobolcu crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 39.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 40.** Prosječan urod sjemena po biljci (g) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 41.** Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 42.** Prikaz trajanja vegetacijskog ciklusa crnog kima (u danima)

**Tablica 43.** Prosječan urod sjemena po hektaru (kg) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 44.** Prikaz rezultata analiza varijance za urod sjemena po hektaru prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 45.** Prosječna vlaga sjemena (%) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 46.** Prikaz rezultata analiza varijance za vlagu sjemena prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 47.** Prosječna masa 1000 sjemenki (g) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 48.** Prikaz rezultata analiza varijance za masu 1000 sjemenki prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 49.** Prosječna energija klijanja sjemena crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 50.** Prikaz rezultata analiza varijance za energiju klijanja sjemena prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 51.** Prosječna klijavost sjemena crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 52.** Prikaz rezultata analiza varijance za klijavost sjemena prema izvorima varijabilnosti

**Tablica 53.** Prosječna zaraza sjemena crnog kima gljivom *Alternaria alternata* s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

**Tablica 54.** Prikaz rezultata analiza varijance za zarazu sjemena prema izvorima varijabilnosti

## **Popis slika**

- Slika 1.** Vrsta *Nigella hispanica*
- Slika 2.** Tobolci vrste *Nigella hispanica*
- Slika 3.** Vrsta *Nigella orientalis*
- Slika 4.** Sjeme vrste *Nigella orientalis*
- Slika 5.** Sjeme vrste *Nigella hispanica*
- Slika 6.** Razlike u veličini, obliku, boji sjemena vrsta roda *Nigella*
- Slika 7.** Ilustracija tri vrste roda *Nigella* (*Melanthion*) autora Basilius Besler (1613)
- Slika 8.** Jednostavan tip cvijeta crnjike
- Slika 9.** Dupli tip cvijeta crnjike
- Slika 10.** Tobolac crnjike
- Slika 11.** Sjeme crnjike
- Slika 12.** Crnjika u fazi cvatnje i formiranja tobolaca
- Slika 13.** Cvijet crnog kima
- Slika 14.** Tobolac crnog kima
- Slika 15.** Sjeme crnog kima
- Slika 16.** Nenormalni klijanci crnog kima
- Slika 17.** Klijanje sjemena crnog kima u pijesku
- Slika 18.** Nicanje biljaka u zaštićenom prostoru u 2012.
- Slika 19.** Puna cvatnja crnog kima
- Slika 20.** Zreli tobolci crnog kima
- Slika 21.** Puna cvatnja crnjike
- Slika 22.** Crnjika u fazi formiranja tobolaca
- Slika 23.** Grananje crnjike
- Slika 24.** Rezani tobolci crnjike
- Slika 25.** Berba tobolaca crnjike
- Slika 26.** Boja cvijeta crnjike Green white group – 157 B
- Slika 27.** Jednostruki cvijet crnjike White group
- Slika 28.** Cvijet crnjike Blue group – 100 C
- Slika 29.** Jednostruki cvijet crnjike Blue group
- Slika 30.** Boje cvjetova crnjike na pokusnoj parceli
- Slika 31.** Cvijet crnjike Violet group – N88A
- Slika 32.** Cvijet crnjike Red purple group 70 B
- Slika 33.** Promjena boje cvijeta crnog kima
- Slika 34.** Konidije gljive *Alternaria alternata* na sjemenu crnjike
- Slika 35.** Tobolac crnjike zaražena gljivom *Alternaria alternata*
- Slika 36.** Boja cvijeta crnog kima u punoj cvatnji

**Slika 37.** Cvijet i tobolci crnog kima

**Slika 38.** Cvijet i tobolci crnog kima

**Slika 39.** Prisustvo pčela u završnoj fazi cvatnje na crnom kim

## Popis grafikona

**Grafikon 1.** Prosječne mjesečne temperature zraka (C°) i količine oborina za Križevce u periodu 1981 – 2010. godine

**Grafikon 2.** Prosječne mjesečne temperature zraka (C°) i količine oborina za Križevce u 2012. godini

**Grafikon 3.** Srednje dnevne temperature zraka u zatvorenom prostoru i na otvorenom u istraživanom razdoblju 2012. godine.

**Grafikon 4.** Prosječne mjesečne temperature zraka (C°) i količine oborina za Križevce u 2013. godini

**Grafikon 5.** Srednje dnevne temperature zraka u zatvorenom prostoru i na otvorenom u istraživanom razdoblju 2013. godine

**Grafikon 6.** Usporedba srednjih mjesečnih količina oborina u istraživanom razdoblju 2012., 2013. i višegodišnjeg prosjeka

**Grafikon 7.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) i maksimalna vrijednost visine biljaka (cm) prema načinu gnojidbe

**Grafikon 8.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja cvjetnih grana prema načinu gnojidbe

**Grafikon 9.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja tobolaca po biljci prema načinu gnojidbe

**Grafikon 10.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po biljci (g) prema načinu gnojidbe

**Grafikon 11.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po hektaru (kg) prema načinu gnojidbe

**Grafikon 12.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) vlage sjemena prema načinu uzgoja

**Grafikon 13.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) mase 1000 sjemenki prema načinu uzgoja

**Grafikon 14.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata*

**Grafikon 15.** Korelacija visine biljke i broja tobolaca po biljci crnjike

**Grafikon 16.** Korelacija visine biljke i uroda sjemena po hektaru crnjike

**Grafikon 17.** Korelacija broja sjemenki u tobolcu i mase 1000 sjemenki crnjike

**Grafikon 18.** Korelacija mase 1000 sjemenki i klijavosti sjemena crnjike

**Grafikon 19.** Korelacija klijavosti i zaraze sjemena crnjike

**Grafikon 20.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) i maksimalna vrijednost visine biljaka (cm) prema načinu gnojidbe



**Grafikon 21.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja cvjetnih grana prema načinu gnojidbe

**Grafikon 22.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja tobolaca po biljci prema načinu gnojidbe

**Grafikon 23.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja sjemenki u tobolcu prema načinu uzgoja

**Grafikon 24.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja sjemenki u tobolcu prema vrsti gnojidbe

**Grafikon 25.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po biljci prema vrsti gnojidbe

**Grafikon 26.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po hektaru (kg) prema načinu gnojidbe

**Grafikon 27.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) mase 1000 sjemenki prema načinu gnojidbe

**Grafikon 28.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) energije klijanja sjemena prema godini

**Grafikon 29.** Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata*

**Grafikon 30.** Korelacija visine biljke i broja tobolaca po biljci crnog kima

**Grafikon 31.** Korelacija visine biljke i uroda sjemena po hektaru crnog kima

**Grafikon 32.** Korelacija broja sjemenki u tobolcu i mase 1000 sjemenki crnog kima

**Grafikon 33.** Korelacija mase 1000 sjemenki i klijavosti sjemena crnog kima

**Grafikon 34.** Korelacija klijavosti i zaraze sjemena crnog kima

**Grafikon 35.** Duljina trajanja vegetacijskog cilusa crnjike u dvije godine (2012., 2013.) prema uvjetima uzgoja (dani)

**Grafikon 36.** Duljina trajanja vegetacijskog cilusa crnog kima u dvije godine (2012., 2013.) prema uvjetima uzgoja (dani)

# 1. UVOD

Čovjek je u neprekidnoj potrazi za novim znanjima, tehnologijama i dostignućima, što ga sve više udaljuje od prirode, a i od samoga sebe. U težnji da se ponovo vrati prirodi (poveže s prirodom) sve veću pažnju poklanja cvijeću i ono postaje potreba suvremenog čovjeka. Bogatstvo vrsta korištenih u ranijem razdoblju i maštovitost uređenja prostora zamijenjeno je stereotipnim odabirom vrsta koje nisu uvijek u skladu s namjenom prostora i arhitekturom (Židovec i sur., 2003). Biljni materijal koji se najčešće primjenjuje u uređenju cvjetnih gredica dolazi iz skupina jednogodišnjih i dvogodišnjih cvjetnih vrsta, geofita i trajnica (Vršek i sur., 2003), dok je u posljednjih nekoliko godina u području hortikulture prisutan trend uvođenja novih cvjetnih vrsta zahtjevnih u pogledu gnojidbe i zaštite od bolesti i štetnika.

Buđenjem svijesti o potrebi suživota s prirodom javlja se potražnja za ukrasnim biljkama skromnih agrotehničkih zahtjeva, otpornim na bolesti, štetnike i klimatske promjene. Crnjika (*Nigella damascena* L.) i crni kim (*Nigella sativa* L.) čine se kao potencijalni višenamjenski usjevi od velikog interesa. Obje vrste pokazuju pozitivne agronomske karakteristike: kratak vegetacijski ciklus, ne osipanje sjemena u vrijeme žetve, nisku osjetljivost na bolesti, te zaslužuju daljnja istraživanja kao potencijalni usjevi za industrijske namjene, proizvodnju sjemena, ukrasne i ekološke svrhe (D'Antuono i sur., 2002). Kod ovih vrsta osim cvijeta, ukrasnu vrijednost predstavljaju tobolci, koji se koriste za izradu suhih aranžmana. Iako je hrvatsko tržište uvozno orijentirano, postoji tradicija uzgoja i korištenja cvjetnih vrsta za izradu suhih aranžmana (Vinceljak-Toplak i sur., 1993; Vršek i Kurtela, 1995). Vrste za izradu suhih aranžmana, bile su neizostavni stanovnici tradicijskog seoskog vrta zbog potrebe za kićenjem doma, groblja i crkva u zimskom razdoblju. Segment proizvodnje tih cvjetnih vrsta posebno je ugrožen usprkos tradiciji i potrebama tržišta (Horvat i sur., 2011).

Postupnim nestajanjem tradicijskih vrtova nestaje i crnjika, koja se u Hrvatskoj tradicionalno uzgajala, za razliku od crnog kima koji je kod nas gotovo nepoznat. *Nigella* je mali rod koji pripada porodici žabnjaka (Ranunculaceae), a najstariji pisani izvori o vrstama ovog roda potječu iz dva Biblijska teksta gdje se navode jasni dokazi o primjeni vrsta roda *Nigella* (Heiss i sur., 2013). Rod je prvi opisao Linneaus 1753., a unutar roda zabilježeno je šest vrsta među kojima su crnjika i crni kim (Zohary, 1983). Iako su neke vrste ovog roda poznate još iz vremena prije Krista, još uvijek se otkrivaju nove naročito u zemljama u kojima se tradicionalno uzgajaju (Dönmez i Multu, 2004). Sjeme većine vrsta ovog roda je sitno i crno (Heiss i Oeggl, 2005) po čemu je rod dobio ime *nigellus* latinski umanjena je od *niger* što znači crno (Hegi, 1975). Najpoznatije vrste roda *Nigella*, crnjika i crni kim, jednogodišnje su biljke tipične za ljetnu vegetaciju semi aridnih područja, a rasprostranjene su od Srednjeg Istoka do Španjolske.

Vrsta *Nigella damascena* u narodu poznata kao crnjika, koristi se kao ukras na cvjetnim gredicama i za rez, a u fazi formiranog ploda za sušenje. Cvjetovi se javljaju u različitim bojama, a ovojnica od fino izrezanih listića oko cvijeta daje mističnost ovoj biljci. Sjeme sadrži ulje, ima intenzivan miris i blago aromatičan okus (D'Antuono i sur., 2002), zbog čega se u južnoj Europi i na Dalekom Istoku (Heiss i Oeggli, 2005) koristi i kao začinska i ljekovita vrsta. Upravo, kemijski sastav ulja dobivenog iz sjemena čini ju manje zanimljivom vrstom od crnog kima, a samim time i manje istraženom.

Vrsta *Nigella sativa* ili crni kim posljednjih godina privlači sve veću pažnju znanstvenika iz područja medicine i farmacije, iako je ljekovito djelovanje ove biljke poznato do davnina. Stari Latini nazvali su je *Panacea* u prijevodu liječi sve, a u arapskim zemljama nazivaju je „Habbah Sawda“ ili „Habbat el Baraka“ – sjeme blagoslova (Padhye i sur., 2008). Zbog kemijskog sastava eteričnog ulja smatra se jednom od najljekovitijih biljaka koje rastu na Zemlji. Iako se uzgaja kao ljekovita biljka, ne možemo zanemariti njezine ukrasne vrijednosti. Cvjetovi su bijele ili nježno plavičaste boje, a plod je tobolac zeleno sive boje. Tobolci su manjih dimenzija, što je u cvjećarstvu cijenjeno kod izrade suhих aranžmana tipa bidermajeri buketići, adventski vjenčići, slike od suhog cvijeća, ukrasne kutije i vaze.

Višestruka iskoristivost ove biljke svrstava ju u biljke budućnosti, posebno u zemlji u kojoj postoje izvrsni uvjeti za proizvodnju ukrasnog, aromatičnog i ljekovitog bilja. Osnovni problem u uzgoju ovih biljnih vrsta je nedostatak visoko kvalitetnog sjemena i neistraženi uvjeti uzgoja. Istraživanja agronomskih karakteristika uglavnom su orijentirana na vrstu crni kim, a provedena su u zemljama tradicionalnog uzgoja sa semi aridnom klimom. Gnojidba mineralnim gnojivima jedna je od osnovnih mjera u uzgoju ukrasnog i ljekovitog bilja, koja ima pozitivan učinak na sastavnice uroda sjemena (visina biljke, broj cvjetnih grana i broj tobolaca) i na ukrasnu vrijednost cvjetnih vrsta. Istraživanje svojstava sjemena koja određuju kvalitetu, uglavnom su usmjerena samo na masu 1000 sjemenki, iako su energija i klijavost sjemena, te prisutnost bolesti i štetnika na sjemenu najvažnija svojstva u uzgoju svake biljne vrste.

Hrvatska poljoprivreda je već dugi niz godina zarobljena u ratarskoj proizvodnji u kojoj prevladava dvopoljni plodored. Poljoprivrednici su otvoreni za uzgoj novih biljnih vrsta, ali zbog neistraženih uvjeta uzgoja i nekvalitetnog sjemena koje uglavnom dolazi iz uvoza, često se javljaju gubici i odustajanje od proizvodnje.

## 1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja

U svrhu istraživanja obrazložene problematike postavljene su slijedeće hipoteze i ciljevi istraživanja.

Pretpostavlja se :

- uvjeti uzgoja i gnojidba dušikom imat će najveći utjecaj na ukrasnu vrijednost (visina biljke, broj cvjetnih grana i tobolaca po biljci)
- na visinu uroda sjemena veći utjecaj će imati gnojidba nego uvjeti uzgoja
- uzgoj u zaštićenom prostoru utjecat će na zdravstvenu ispravnost sjemena, a gnojidba fosforom na bolju kakvoću sjemena (visoka klijavost i masa 1000 sjemenki).

U svrhu dokazivanja navedenih hipoteza postavljeni su ciljevi:

- istražiti utjecaj uvjeta uzgoja i gnojidbe na ukrasnu vrijednost
- utvrditi najbolje uvjete uzgoja i gnojidbu za postizanje visokog uroda sjemena
- definirati najbolje uvjete za dobivanje sjemena visoke kakvoće.

## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Taksonomija roda *Nigella*

Rod *Nigella* je mali rod unutar porodice žabnjaka (Ranunculaceae), koji prema Zohary (1983) obuhvaća 14 vrsta, dok Dönmez i Mutlu (2004), te Heiss i sur. (2011) navode 15 vrsta. Zbog visokog stupnja polimorfizma kod nekih vrsta postoji nekoliko podvrsta, te prema D'Antuono i sur. (2002) i Margout i sur. (2013) rod broji 20 vrsta, a prema Dönmez i sur. (2010) 22 vrste. Predstavnici su jednogodišnje biljke, sa kratkim životnim ciklusom (Heiss i sur., 2013), karakteristične za ljetnu vegetaciju semiaridnih područja.

Klasifikacija porodice Ranunculaceae prema Dubravec (1996):

- CARSTVO: *Eukaryota*
- PODCARSTVO: *Cormobionta*
- ODJELJAK: *Spermatophyta*
- PODODJELJAK: *Magnoliophytina*
- RAZRED: *Magnoliatae*
- PODRAZRED: *Magnoliidae*
- RED: *Ranunculales*
- PORODICA: Ranunculaceae

To je najvažnija porodica unutar reda *Ranunculales*, koja obuhvaća 45 rodova i 2000 vrsta. Karakteristika porodice su zeljaste biljke sa različito razdijeljenim listovima bez palistića i dvospolnim cvjetovima čije latice su često pretvorene u nektarije. Plod je tobolac, mjehur, oraščić ili boba. Porodicu karakteriziraju biljke sa izvanrednom kombinacijom primitivnih i naprednih karakteristika (Vijayaraghavan, 1969).

Prema Rohweeder (1967) rod *Nigella* je jedini unutar porodice sa uistinu složenom ili zbirnom podnicom (Heiss i sur., 2011), jedinstven po omotaču od fino izrezanog lišća ispod cvijeta (Vijayaraghavan, 1969). Prisutnost medonosnih latica uz još neke karakteristike svrstava ga među ostale žabnjake (Ranunculaceae). Svi predstavnici roda su jednogodišnje biljke čija rasprostranjenost je ograničena na meridijalne i južno umjerene zone Euroazije i Sjeverne Afrike, te istočno Sredozemlje i Bliski Istok, stoga je ovo područje centar taksonomske raznolikosti (Zohary, 1983). Areal većine vrsta je između zapadno mediteransko – kontinentalne regije (Pirinejski poluotok) i Iransko – Turske zone (Turska, Sirija i Izrael) (Heiss i Oeggl, 2005).

Vrste ovog roda karakteristične su prema slijedećim morfološkim značajkama (Heiss i Oeggli, 2005):

- neparno perastim složenim listovima čiji segmenti su više manje linearne nervature
- dvospolnim cvjetovima koji su pentamerni i tetraciklički, sa primjetno bijelim, plavim ili žutim lapovima koji traju do zrenja ploda
- medonosnim laticama koje su smanjene veličine i karakterističnog oblika: svaka se sastoji od donjih latica (rascijepane usne), koje izlučuju nektar i gornjih latica (gornje usne), koje se ponašaju kao poklopac
- pet plodnih listića zajedno tvore plod tobolac (Zohary, 1983)
- ovojnici od fino narezanih listića oko cvata
- sjemenu koje je kod većine vrsta crno i sitno.

Zohary (1983) navodi podjelu prema Terracciano (1897 – 1898) na odjeljke unutar roda *Nigella*, a diferencijalni markeri između odjeljaka su oblik i način otvaranja ploda. Predstavnici odjeljka *Komaroffia* i *Garidella* imaju napuhan kapsularni plod (tobolac) koji se otvara duž trbušnog i leđnog šava od plodničkog lista, za razliku od odjeljka *Nigella* kod kojeg samo neki predstavnici imaju napuhan kapsularni plod (*N. damascena*, *N. sativa* i *Nigella segetalis* Marsch, Bieb), koji je djelomično otvoren, duž trbušnog i leđnog šava. Unutar odjeljka *Nigella* izvršna je podjela na pododjeljke.

Podjela prema Zohary (1983):

### **I odjeljak *Komaroffia***

- 1) *Nigella integrifolia* Regal

### **II odjeljak *Gardiella***

- 2) *Nigella unguicularis* Lam.
- 3) *Nigella nigellastrum* L.

### **III odjeljak *Nigella***

- A) Pododjeljak *Nigellaria* (DC)
- 4) ***Nigella hispanica* L.**
  - a) *var. hispanica* L.
  - b) *var. intermedia* Cross.
  - c) *var. parviflora* Cross
- 5) ***Nigella arvensis* L.**

- a) *var. arvensis* L.
  - b) *var. glaucenscens* Guss.
  - c) *var. glauca* (SCHKHUR) Boiss
  - d) *var. mutica* Bornm
  - e) *var. negevensis* Zoh in Zoh
  - f) *var. multicaulis* Zoh in Zoh
  - g) *var. involucrata* Boiss
  - h) *var. beershevensis* Zoh.
  - i) *var. palestina* Zoh.
  - j) *var. microcarpa* Boiss.
  - k) *var. assyriaca* Boiss Zoh.
  - l) *var. antolica* Zoh.
  - m) *var. longicoruis* Zoh.
  - n) *var. iranica* Zoh.
  - o) *var. simplicifolia* Zoh.
- 6) ***Nigella segetalis*** Marsch, Bieb
- a) *var. segetalis*
  - b) *var. armena* Stev.
- 7) ***Nigella sativa* L.** 1753.
- a) *var. sativa*
  - b) *var. hispandula*
- 8) ***Nigella stellaris*** Boiss
- 9) ***Nigella fumarifolia*** Kotschy
- B) Pododieljak *Erobathous* (DC) Zoh.
- 10) ***Nigella damascena*** L. 1753
- 11) ***Nigella elata*** Boiss
- C) Pododieljak *Nigellastrum*
- 12) ***Nigella orientalis*** L.
- 13) ***Nigella oxipetala*** Boiss
- 14) ***Nigella ciliaris*** DC.

Odjeljak *Nigella* podijeljen je na tri pododjeljka. Najpoznatije ukrasne i ljekovite vrste osim *N. damascena* i *N. sativa* su vrste *Nigella arvensis* L., *Nigella hispanica* L. i *Nigella orientalis* L.

Vrsta *Nigella arvensis* L. (poljska crnjika) je jednogodišnja vrsta visine od 10 - 30 cm, rasprostranjena na Mediteranu, u Maloj Aziji i sjevernoj Africi. Listovi su razdijeljeni, cvjetovi pojedinačni, svijetlomodri ili bijeli. Latice su pretvorene u nektarije koji su u donjem dijelu suženi, a u gornjem razdjelni na dvije usne. Lapovi su bijeli, a na vrhu svijetlomodri. Prašnici su mnogobrojni, a plod je tobolac sa dugačkim kljunom (Knežević, 2006).

Varijeteti vrste *Nigella arvensis* kao dio segatalne vegetacije u mlađe željezno doba odigrali su značajnu ulogu u europskoj poljoprivredi (Caneppele i sur., 2010), a u 20. stoljeću prema istraživanjima Ludwig i Schnittler (1993) to su ugrožene ili izumrle vrste na širokom europskom području (Heiss i sur., 2013). Intenzivna poljoprivreda, praćena prekomjernom upotrebom gnojiva i herbicida dovela je do izumiranja ovih vrsta. U područjima gdje poljoprivredna tehnologija nije na visokom stupnju razvoja može se javiti kao korov na plodnim oranicama i livadama. Ako se javi na livadama može biti škodljiva u krmi svježja ili osušena zbog udjela nigellina, gorkih tvari i eteričnih ulja. Sjemenke su se nekad upotrebljavale kao sredstvo protiv crijevnih parazita, ali nadražuju sluznicu i imaju učinak narkotika. Medonosna je biljka, a u nekim krajevima se uzgaja kao ukrasna (Knežević, 2006).

Vrsta *Nigella hispanica* L. je prema ukrasnim svojstvima jedna od najljepših predstavnica roda *Nigella*, iako je vrlo malo istraživana. Cvate u različitim nijansama plave boje, a tobolci su u početku formiranja ljubičasto smeđi (slika 1).

Sušenjem tobolci postupno gube boju, poprimaju zelenu nijansu, otvrdnu i očvrsnu, što ih čini idealnim za izradu suhих aranžmana (slika 2). Otvaraju se po šavu, ali samo na vrhu, te je rasipanje sjemena manje nego kod vrsta čiji tobolci se otvaraju duž cijelog trbušnog šava. Sjeme sadrži eterična ulja, te osim ukrasnih karakteristika ova vrsta kao i vrsta *N. arvensis* pokazuje farmakološku aktivnost. Ekstrakt kalusne kulture pokazao je visoku mikrobiološku aktivnost prema *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* i *Staphylococcus epidermidis* (Landa i sur., 2006).





Slika 1. Vrsta *Nigella hispanica*  
Foto: D. Horvat, 2014.



Slika 2. Tobolci vrste *Nigella hispanica*  
Foto: D. Horvat, 2014.

Vrsta *Nigella orientalis* L. (slika 3.) uzgaja se kao ukrasna vrsta u Europi, ali ne zbog cvjetova, već zbog tobolaca. Cvjetovi su žute boje, neobične građe, neugledni. Tobolci pucaju na vrhu, ali ih je vrlo lako otvoriti čitavom dužinom, pri čemu ne dolazi do pucanja i oštećenja kao što je to slučaj kod drugih vrsta ovog roda (*Nigella hispanica*, *N. damascena* i *N. sativa*), već poprimaju oblik suhog ploda zvjezdastog anisa (*Illicium verum* J. D. Hook).



Slika 3. Vrsta *Nigella orientalis*  
Foto: D. Horvat, 2014.

Taksonomska pozicija roda *Nigella* unutar porodice žabnjaka (Ranunculaceae) kao i speciesi unutar roda mijenjali su se nekoliko puta pri čemu su promjene uglavnom bile bazirane na morfološkim značajkama biljaka, a ne na morfologiji sjemena kao važnom izvoru filogenetskih informacija. Morfologija sjemena predstavlja skup taksonomskih značajki i informativnih mogućnosti ali, je u taksonomskom opisu *Nigella* vrsta vrlo rijetko razmatrana (Heiss i sur., 2011).

Podjela prema Heiss i sur. (2011) bazirana je na morfologiji sjemena kao važnom izvoru podataka za klasifikaciju vrsta roda *Nigella* :

1. ***Nigella arvensis*** L. agg  
*Nigella arvensis* var. *arvensis*  
*Nigella arvensis* L. var. *assyriaca* (Boiss.) Zoh.  
*Nigella arvensis* L. var. *glauca* (Schkuhr) Boiss.  
*Nigella arvensis* L. var. *involucrata* Boiss.  
*Nigella arvensis* L. var. *trachycarpa* Borb.
2. ***Nigella cilicaris*** DC.
3. ***Nigella damascena*** L.
4. ***Nigella elata*** Boiss.
5. ***Nigella fumariifolia*** Kotschy
6. ***Nigella hispanica*** L.  
*Nigella hispanica* L. var. *parviflora* Coss.
7. ***Nigella integrifolia*** Regel
8. ***Nigella nigellastrum*** (L.) Willk.
9. ***Nigella orientalis*** L.
10. ***Nigella oxipetala*** Boiss.
11. ***Nigella sativa*** L.
12. ***Nigella segetalis*** M. Bieb.
13. ***Nigella stellaris*** Boiss.
14. ***Nigella turcica*** Domnez & Multu
15. ***Nigella unguicularis*** (Lam.) Spenn.

Vrste *Nigella arvensis* i *Nigella stellaris* Boiss. imaju sjeme slično vrsti *N. sativa*, ali smeđe boje. Sjeme u tipu vrste *Nigella orientalis* (slika 4., povećanje 20 x stereomikroskop Zeiss Stemi 2000 C) imaju vrste *Nigella cilicaris* DC. i *Nigella oxipetala* Boiss., ali postoje razlike u boji.



Slika 4. Sjeme vrste *Nigella orientalis*  
Foto: D. Horvat, 2014.



Slika 5. Sjeme vrste *Nigella hispanica*  
Foto: D. Horvat, 2014.

Sjeme vrste *Nigella hispanica* (slika 5., povećanje 10 x steromikroskop Zeiss Stemi 2000 C) po boji i obliku je vrlo slično sjemenu vrste *Nigella hispanica* var. *parviflora* čije sjeme je nešto izduženije i naglašenija je trobridnost. Unutar roda postoje razlike u obliku, veličini i boji sjemena, ali i velike sličnosti (slika 6., povećanje 10 x steromikroskop Zeiss Stemi 2000 C). Determinacija vrsta koje imaju sitno i crno sjeme moguća je mikroskopskim pregledom na osnovu oblika sjemena i ornamentiranosti sjemene ljuske.



Slika 6. Razlike u veličini, obliku, boji sjemena vrsta roda *Nigella* ( A – *Nigella orientalis*, B – *Nigella sativa*, C – *Nigella damascena*, D – *Nigella hispanica*)  
Foto: D. Horvat, 2014.

Vrste ovog roda privlače sve veću pozornost znanstvenika iz područja agronomije, farmakologije, farmacije, mikrobiologije, medicine i veterine zbog kemijskog sastava sjemena. Najveća pozornost znanosti usmjerena je na vrstu *N. sativa* (crni kim), ali sve se

više istražuju i vrste *N. damascena* (crnjika), *Nigella arvensis* i *Nigella hispanica*, dok su sve druge vrste ovog roda gotovo neistražene.

## 2.2. Crnjika (*Nigella damascena* L.)

### 2.2.1. Rasprostranjenost i podrijetlo vrste

Crnjika potječe iz istočnog Mediterana, izvorno iz Turske, Sirijske i Kretske regije, na što ukazuje i ime koje je dobila je po sirijskom gradu Damascus. U početku je bila izvorna mediteranska biljka, no danas je ruralna biljka u mnogim dijelovima Mediterana, a izvan tih područja se pojavljuje kao prolazna populacija nakon kultivacije (Heiss i Oeggel, 2005), te se može promatrati kao kolonizator neobrađenih zemljišta oko Mediterana (Heiss i sur., 2013).

Migracijom ljudi i naseljavanjem novih prostora širile su se i biljne vrste kroz povijest. Određivanje prisutnosti određene biljne vrste u određeno vrijeme i na određenom mjestu moguće je pomoću sačuvanih arheoloških nalaza koji su vrijedan izvor informacija o biljnoj distribuciji. U centralnom dijelu Alpa kod Tirola u deponiju rudače bakara u Schwazu nađeno je djelomično karbonizirano sjeme crnjike iz razdoblja kasnog brončanog doba, što je do danas najstariji arheološki nalaz o prisutnosti ove vrste u centralnoj Europi (Heiss i Oeggel, 2005).

Najstariji pisani izvori drevnog Bliskog Istoka jasno dokazuju upotrebu *Nigella* vrsta, dok je u pisanim izvornim Grčke i Rimske antike mnogo dvosmislenih sadržaja, vrste roda *Nigella* često su u opisima zamijenjene sa kukoljem (*Agrostemma githago* L.). U grčkim pisanim izvorima naziv za rod je *Melanthion*, a dolazi od istih svojstava kao i naziv *Nigella* (Heiss i Oeggel, 2005). Pisane izvore opisa biljaka često prate ilustracije koje predstavljaju veliku pomoć u identifikaciji, no nekad mogu pružiti netočne informacije. U rukopisu iz 14. stoljeća „Kompandij Salernitanum“ opisana je biljka koja se koristi za liječenje čireva i kožnih bolesti, i ukazuje na crni kim dok je u kasnijem djelu „Kompandij“ pod tim nazivom ilustrirana crnjika (Heiss i sur., 2013). U periodu renesanse Fuchus 1543. opisuje tri vrste roda *Nigella* poznate u to vrijeme, no pridaje ljekovita svojstva crnjiki iako opisuje poljsku crnjiku (*Nigella arvensis*) i crni kim (Heiss i Oeggel, 2005). Dodones 1557. daje jasnu identifikaciju tri vrste *Nigella* među kojima je i crnjika (*Melanthium damascenum*). U 17. stoljeću ljekovito djelovanje biljaka stavljeno je u drugi plan, najviše pažnje posvećuje se ilustracijama sa važnim obilježjima biljaka, što je velik pomak u identifikaciji vrsta. Iz tog vremena potječe ilustracija tri vrste roda *Nigella* iz djela „Horu Eystettensis“ botaničara B. B. iz 1613, (slika 7.) (Heiss i sur., 2013).



Slika 7. Ilustracija tri vrste roda *Nigella* (*Melanthion*) autora Basilius Besler (1613)

Izvor : <https://www.pinterest.com>.

### 2.2.2. Morfologija vrste

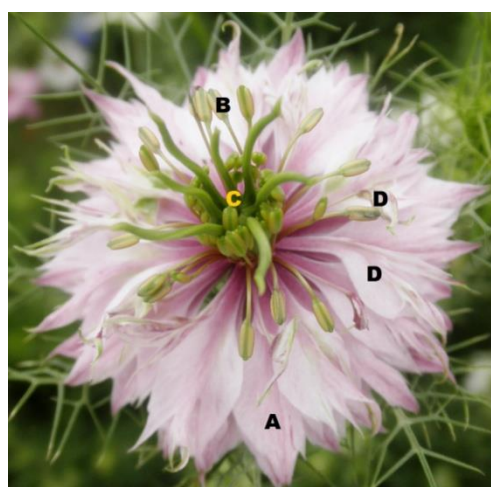
Crnjika je u narodu poznata pod imenom mačkov brk. Osim narodnih imena u hrvatskoj literaturi koristi se naziv „djevojka u plavom“ i „djevojka u zelenom“, a pod tim nazivima možemo naći i sjeme ove biljke u poljoprivrednim ljekarnama, iako vrlo rijetko.

Jednogodišnja je vrsta, kratke vegetacije i uspravne stabljike (Brickell, 2006) čija visina može biti od 20 – 50 cm (Kökdil i sur., 2006) , a ovisno o tipu tla na kojem se uzgaja može doseći i visinu od 70 cm. Listovi su neparno perasti razdijeljeni na uske linearne isperke. Ovojni listovi ispod terminalnog (vršnog) cvijeta slični su listovima stabljike (Šilić i Mrdović, 2013) i tvore ovojnicu od fino narezanog lišća oko cvijeta po čemu je dobila naziv „devil in the bush“ (Heiss i sur., 2005) koji često susrećemo u stranoj literaturi. U Britaniji je poznata pod nazivom „love in mist“ što ukazuje na ljepotu neobičnih cvjetova koji leže sakriveni unutar izrezanog lišća (Hessayon, 2008). Cvjetovi su dvospolni sa spiralnim oblikom organa koje prati niz ravnina simetrije (aktinomorfni) (Endress, 1999). Izraženi lapovi imaju ukrasnu svrhu (D’Antuono i sur., 2002), veličine su 10 - 12,5 x 6 - 8 mm široko jajolikog oblika (Kökdil i sur., 2006), a javljaju se u tamnoplavoj, ljubičastoj, blijedožutoj i bijeloj boji (D’Antuono i sur., 2002). Latice su smanjene veličine i karakterističnog oblika za rod, sadrže nektar i nazivaju se medonosne latice (Zohary, 1983). Tučak je građen od jednog ili više plodničkih listova koji su ujedinjeni na vrhu i formiraju glatku napuhanu kapsulu malo dužu od vrata

tučka (Kökdil i sur., 2006). Kod crnjike je prisutan cvjetni dimorfizam, razlikujemo divlji ili jednostavan tip cvijeta (slika 8.) koji se sastoji od pet obojenih lapova i pet do 10 latica smanjene veličine i karakterističnog oblika (medonosne laticice), nakon čega slijedi niz prašnika (najčešće 25) i tri do pet oplodnih listića koji tvore tučak (Derooin, 2015). Dupli cvijet (slika 9.) karakterizira odsutnost latica, velik broj lapova i prisutnost cvjetnih organa sličnih lapovima koji su smješteni između čaške i prašnika (Goncalves, 2013), a u zrelom stadiju su morfološki slični lapovima. Ovakav dimorfizam je u skladu sa tipičnim uzorcima pronađenim kod žabnjaka (Ranunculaceae) (Derooin, 2015) koje pokazuju izuzetnu raznolikost cvjetne morfologije.



Slika 8. Jednostavan tip cvijeta crnjike  
(A – lapovi, B – laticice, C – prašnici, D – tučak)  
Foto: D. Horvat, 2013.



Slika 9. Dupli tip cvijeta crnjike  
(A – lapovi, B – prašnici, C – tučak,  
D – dijelovi cvijeta slični lapovima )  
Foto: D. Horvat, 2013.

Divlja ili jednostavna cvjetna forma može se naći u prirodnom arealu distribucije, a forma s duplim cvijetom ima ograničen areal distribucije unutar urbanog okruženja gdje se uzgaja kao ukrasna biljka, najčešće u kućnim vrtovima. Dimorfizam utječe i na posjećenost oprašivača, koji su najčešće iz roda *Apis* i *Bombus*. Velik broj upadljivih cvjetnih organa i medonosne laticice čine divlju formu privlačniju oprašivačima, te češće posjećuju ovaj tip cvijeta i dulje se na njenu zadržavaju, dok dupli tip gotovo da i ne posjećuju. Učinkovitost oprašivanja ne igra značajnu ulogu u formiranju tobolaca, njihov broj je određen brojem cvjetova. Iako oprašivači posjećuju cvjetove, kod crnjike je samooprašivanje prisutno u najvećem postotku. U najranijem stadiju cvatnje prašničke niti su uspravne i stoje usko uz tučak, nakon čega se okreću prema van, a vratići tučka se longitudinalno zakreću dok ne dođu u kontakt što rezultira samooplođnjom (Goncalves, 2013).

Plod je tobolac, spojene strukture sa pet oplodnih listića (Zohary, 1983). Tobolac je u početku zelene boje, zrenjem boja prelazi u zeleno - smeđu sa istaknutim ljubičasto crvenim prugama. Zrenjem tobolci pucaju, dolazi do rasipanja sjemena i širenja biljke (slika 10).



Slika 10. Tobolac crnjojike

*Foto: D. Horvat, 2012.*

Sjeme je trokutasto do trokutasto - jajoliko ili oblika kriške naranče (Heiss i sur., 2011) s jedne strane vrlo malo zakrivljeno (Margout i sur., 2013) sa nekoliko uzdužnih brazda (Heiss i sur., 2011). Boja sjemena je antracit crna, duljina sjemena 3,0 mm, širina 2,3 mm (Margout i sur., 2013), dok je prema Heiss i sur. (2011) duljina 2,27 mm, širina 1,4 mm, a boja sjemena tamnosmeđa do crna (slika 11., povećanje 10 x stereomikroskop Zeiss Stemi 2000 C).



Slika 11. Sjeme crnjojike

*Foto: D. Horvat, 2013.*

U poprečnom presjeku sjeme ima zaobljen oblik, a u uzdužnom duguljast. Miris sjemena je vrlo intenzivan, a okus metalan. Tkivo se teško gnječi, nakon drobljenja okus je opori nalik



na suhu jabuku, dok kasnije poprima jaku aromu koja dugo ostaje na nepcu. Sjemena opna sastoji se od stanica koje variraju od zaobljenih, poligonalni do reljefnih, neke su duge i tvore mrežu, a sadrže i greben. Sjeme je u presjeku bijelo - sive boje, unutrašnje stanice imaju tanke stjenke i kapljice ulja. Tkivo oko bijele unutrašnjosti je narančasto smeđe i sastoji se od jednog sloja poligonalnih stanica debljih stjenki (Margout i sur., 2013).

Mnogi agroekološki čindbenici mogu utjecati na veličinu sjemena i masu 1000 sjemenki (uvjeti uzgoja, gnojidba), a od morfoloških svojstava velik utjecaj ima cvjetni dimorfizam. Biljke divljeg tipa cvijeta daju manje sjemena s većom masom 1000 sjemenki i većih dimenzija, dok biljke s duplim tipom cvijeta daju više sjemena manjih dimenzija i manje mase 1000 sjemenki (Goncalves, 2013).

### 2.2.3. Uporabna vrijednost

Crnjika je česta autohtona vrsta mediteranskog područja koja nakon unošenja u Europu dobiva važan hortikulturni značaj (Goncalves, 2013). Zbog lakog načina uzgoja, samo zasijavanja i bogate cvatnje neizostavan je stanovnik tradicionalnih vrtova u ruralnim sredinama. Istraživanje Thomas i Schrock (2004) pokazuje da posljednjih desetak godina u svrhu oblikovanja ruralnih krajobraza raste interes za ne zahtjevnim zeljastim biljkama koje se svojim izgledom uklapaju u prirodne pejzaže. Sadnjom takvih vrsta možemo smanjiti eroziju rubova tla na ivičnjacima i poljskim putevima (Bretzel, 2009). Promjene u klimatskim prilikama nametnule su hortikulturnim stručnjacima potrebu za uređenjem javnih površina ukrasnim vrstama koje su otpore na sušu, bolesti i štetnike i nisu zahtjevne u pogledu tla, te se crnjika čini kao jedna od potencijalnijih vrsta za ovu namjenu. Obilježja oblikovanja „oponašajući prirodu“ na javnim prostorima su održivost, ekološki pristup (zaštita staništa i atraktivnost za životinje) i ograničeno održavanje (Židovec i Karlović, 2005).

Osim kao ukras na cvjetnoj gredici njezini naoko nježni cvjetovi se mogu koristiti za rez, jer dugo zadržavaju svježinu (slika 12.). To svojstvo, kao i intenzivne boje cvijeta čine ju sve popularnijom za izradu svadbenih buketa. Nakon cvatnje formiraju se tobolci sa ljubičastom prugom koji daje suhim aranžmanima prozračan učinak (Sharma i sur., 2009), a u nekim krajevima su i cilj uzgoja ove vrste (Brickell, 2008). Vrijeme berbe tobolaca od izuzetne je važnosti jer tobolci zrenjem postaju smeđi i gube ukrasnu vrijednost. Najbolji trenutak berbe je kad su tobolci na vrhu malo otvoreni, boja tamnije zelena, a sjeme unutar tobolca šušti. U ovom stadiju sjeme je zrelo te ga možemo koristiti za daljnju reprodukciju, u tom slučaju se neće sušenjem smežurati, a boja će ostati postojana. Odrezane stabljike vješaju se na tamno i suho mjesto okrenute naopačke, a ispod njih se stavlja posuda u koju pada sjeme. Ovakvim načinom sušenja dobivamo čisto sjeme, te nije potrebno dodatno pročišćavanje sustavom sita.



Slika 12. Crnjika u fazi cvatnje i formiranja tobolaca

*Foto: D. Horvat, 2012.*

Tradicionalno se koristi kao začinska i ljekovita vrsta u Istočnom Mediteranu i Sjevernoj Africi. Zbog aromatičnog okusa, koji podsjeća na jagodu, koristi se za aromatiziranje torti i kolača (D'Antuono i sur., 2002) i kao začin u kruhu i siru, a prema Ballero i Fresu (1993) kao sredstvo za plodnost i diuretik u narodnoj medicini Sirije (Heiss i Oeggel, 2005). U azijskoj gastronomiji se koristi kao sredstvo za aromatiziranje hrane, likera i vina, dok se u Srednjoj Europi koristi samo u ukrasna svrhe (Wajs i sur., 2009).

Sjeme sadrži određenu količinu ulja, koje je po sastavu slično ulju crnog kima (Telci, 2014), no glavne komponente eteričnog ulja su potpuno različite (Moretti i D'Antuono, 2004), zbog čega je crnjika manje istraživana. Ulje sadrži visok postotak nezasićenih masnih kiselina kao što su linolna i oleinska, što je nutricionistički poželjno. Osim nezasićenih masnih kiselina prisutne su i zasićene masne kiseline kao što su palmitinska, stearlinska i arahidonska. Najveći postotak u sjemenu čini linolna kiselina (do 50 %), zatim oleinska i palmitinska. Intenzivan miris sjemenu i ulju daje otrovni alkaloid damascenin koji je nađen u prahu sjemena (Margout, 2013), a sastavni je dio eteričnog ulja. Gotovo 100% eteričnog ulja čine seskviterpeni, od čega je otrovni  $\beta$ -element zastupljen u najvećem postotku (73,2 %). Iako ulje sadrži otrovne supstance istraživanje provedeno na Sveučilištu u Kaliforniji svrstava vrstu crnjika u skupinu manje otrovnih biljaka (Filmer, 2012). Opravdanost njezine upotrebe u zemljama Istočnog mediterana i Sjevernoj Africi potvrđuju Nikolić i Topić (2005)

klasificirajući je u skupinu korisnih biljnih vrsta čije sjeme se koristi kao dodatak hrani, te naglašavaju ljekovitost kod bolesti mokraćnog, probavnog sustava i krvožilnog sustava.

## 2.3. Crni kim (*Nigella sativa* L.)

### 2.3.1. Rasprostranjenost i podrijetlo vrste

Crni kim je drevna vrsta koja potječe iz Istočnog Mediterana, Južne Europe i Zapadne Azije odakle se dalje širila (Tulucku, 2015). Zapadna Iransko Turska regija vodi se kao centar podrijetla (Heiss i sur., 2013). Rasprostranjena je diljem južne Europe, Sjeverne Afrike i Azije, u semiaridnim područjima na narušenoj strukturi tla, gdje dominiraju prirodne zajednice terofita (D'Antuono i sur., 2002), koje koloniziraju otvorene sunčane površine. U Jordanu se uzgaja na mnogim poljoprivrednim gospodarstvima (Abu Hammour, 2008), dok je jedna od najvažnijih kultiviranih začinskih biljaka u Turskim pokrajinama Afyon, Burdur, Ispart i Denizli (Dömnez i Multu, 2004) citirano prema Baytop (1999). Osim u Turskoj velik komercijalni značaj ima u Indiji gdje se uzgaja u državama Punjab, Himachal Pradesh, Madhya Pradesh, Jharkhand, Assam, Zapadni Bengal, Andhra Pradesh (Rana, 2012).

U drevnim civilizacijama koje su postojale prije razvoja kemijske i farmaceutske industrije biljke su bile najvažniji izvor ljekovitih pripravaka, pa otuda i stara izreka „Svaka bolest ima svoju biljku“. Najstariji arheološki nalazi o upotrebi crnog kima potječu iz antičkog Egipta. Prema Padhye i sur. (2008) u grobnici faraona Tutankhamouna nađeno je sjeme ove vrste, citirano prema Zohary i Hopf (2001). Iako njegova uloga u egipatskoj kulturi nije poznata, poznato je da su predmeti pokopani s faraonom pažljivo izabrani kako bi mu pomogli u zagrobnom životu (Sharma i sur., 2009). Osim arheoloških nalaza, dokazi o povijesnoj upotrebi ove vrste temelje se na pisanim izvorima. Prvi pisani izvori mogu se naći u najstarijim vjerskim knjigama (Gali-Muhtasib, 2006). U Biblijskoj knjizi Izaije spominje se biljka „*gesah*“, a u Evanđeliju po Matthewu „*kiminon*“ (Heiss i sur., 2013), te postoje tumačenja da su to nazivi za crni kim. Spominje se u Kuranu, prema propovijedima proroka Muhameda „*Liječi sve bolesti osim smrti.*“ (Momin, 2013). U pisanim dokazima drevnog Bliskog Istoka vrsta *Nigella sativa* identificirana je na osnovu imena koja su najbliže današnjem nazivu crni kim. U vrijeme grčke i rimske antike postoje mnogi nejasni dokazi, vrste roda *Nigella* često su miješane sa kukoljem (*Agrostemna ghitago*). U Hipokratovim tekstovima spominje se biljka „*melanthion*“ što je prema mnogim literaturnim navodima najstariji pisani dokaz o upotrebi crnog kima. Prema Heiss i sur. (2013) točna identifikacija prema Hipokratovim tekstovima nije moguća, iako su temelj mnogih medicinskih istraživanja. Heiss i sur. (2013) navode da je tek kasnije u Natural History of Pliny korišten naziv koji mnogo bolje odgovara opisu biljke, a navodi se i izvanredan miris sjemena te njegovo korištenje kao začina za kruh (Bostock/Riley 1855, lib. 20, 71). U djelu „Capitulare de Villis“ iz 9. stoljeća opisana je biljka „*gith*“ koju je poželjno imati u svakom vrtu, te postoje argumentirana tumačenja da je riječ o crnom kimu. Rani moderni period i renesansa bili su

vrhunac istraživanja bilja, a tome je pridonio i izum tiskarskog stroja te mogućnost tiskanja knjiga. Prema Heiss i sur. (2013) Dodonez 1557, jasno identificira *Melanthium sativum* – *Nigella sativa*, te ističe zamjenu vrste kukolj (*Agrostemma githago*) sa vrstom crni kim (*Nigella sativa*) na štetu bolesnika.

Od ranih 70 godina do danas crni kim je u fokusu interesa znanstvenih istraživanja, koja se udvostručuju svakih 20 godina. Najveći broj provedenih istraživanja je iz područja medicine, biologije, agrikulture i veterine. Indija, Egipat i USA imaju najveći broj institucija gdje su provedena istraživanja, a prema opsegu istraživanja najaktivnije su Saudijska Arabija, Egipat i Pakistan. Najviše znanstvenih radova objavljeno je u Indiji, Egiptu, USA, dok su u Europi vodeće Velika Britanija i Irska. U Hrvatskoj je objavljeno jedno znanstvo istraživanje, u susjednoj Mađarskoj trinaest, u Poljskoj sedam (Mumtaz, 2005).

### 2.3.2. Morfologija vrste

Vrsta *Nigella sativa* za razliku od vrste *Nigella damascena* nema kod nas narodni naziv, već je ime vrste preuzeto iz engleskog „black cumin“ – crni kim. U susjednoj Bosni i Hercegovini poznata je kao „ćurekot“, što je inačica od turskog naziva cörek, koji potječe od primjene ove biljke za aromatiziranje peciva i kolača (Gaur i sur., 2015), u Indiji je poznata kao Kalonji, a u Kini kao Hak Jung Chou (Padhye i sur., 2008).

Jednogodišnja je vrsta uspravne, žilave i razgranate stabljike (Randhawa, 2008). Visina ovisi o agroekološkim uvjetima uzgoja što dokazuju istraživanja provedena u Iranu gdje je visina bila 20 – 30 cm (Abadi i sur., 2015), u Velikoj Britaniji 35 – 80 cm (Hussain i sur., 2014), u Turskoj 30 – 80 cm (Tulucku, 2015). Stabljika je zeleno sive boje sa izmjeničnim, neparnoperastim listovima (Naz, 2011). Cvjetovi su nježni, bijeli ili bijelo - plavi (Valadabadi i Farahani, 2011), sa 15 -20 mm dugačkim lapovima u vanjskom dijelu cvijeta i 7 – 8 mm dugim medonosnim laticama koje su smještene u unutarnjem dijelu cvijeta poput spirale (slika 13.). Prisutan je velik broj prašnika čije prašničke niti tvore oblik krivulje tijekom oprašivanja i rasipaju pelud prema van. Tučak se sastoji od pet sraslih oplodnih listića. Muška faza cvatnje počinje nekoliko dana prije nego je njuška tučka receptivna, no zreli vratovi tučka se okreću prema van i love posljednje zrele prašnice, a rezultat je samooplodnja (Anderson, 2005.).



Slika 13. Cvijet crnog kima

(A – lapovi, B – medonosne latice, C – prašnici, D – tučak)

*Foto : D. Horvat, 2013.*

Cvatnja počinje na terminalnim i bočnim granama, a završava na donjim granama (Abu Hammour, 2008). Oplođeni cvijet razvija se u plod tobolac (kapsula) koji se sastoji od nekoliko pregrada u kojima tijekom zrenja nastaju crne sjemenke (Hussain i sur., 2014). Crni kim je determinantna biljka, cvjetovi se formiraju na kraju svake grane pa je broj tobolaca po biljci određen brojem cvjetnih grana (Mollafilabi i sur., 2010).

Tobolac je u početku zelene boje i potpuno zatvoren. Zrenjem boja prelazi u svijetlo smeđu i dolazi do pucanja tobolca na samom vrhu, ali nedovoljno da bi došlo do rasipanja sjemena (slika 14). Tek potpuno zreli tobolci pucaju duž gornjeg šava i dolazi do rasipanja sjemena koje se nalazi u samom vrhu tobolca. Kod crnjike okretanjem zrelih tobolaca naopačke ili trešnjom svo sjeme ispada van, dok su kod crnog kima tobolci puno čvršći i sjemenke možemo izvaditi samo gnječenjem ili lomljenjem tobolaca.



Slika 14. Tobolac crnog kima

Foto: D. Horvat, 2013.

Sjeme je u podnici spojeno ili odvojeno (Abadi i sur., 2015), trouglaste trigonometrijske građe, sa dvije strane ravne i jednom konveksnom, nalik na krišku naranče. Krajevi sjemena su blago suženi, a površina je hrapava i reljefna (slika 15., povećanje 10 x steromikroskop Zeiss Stemi 2000 C). Veličina sjemena varira ovisno o uvjetima uzgoja, pa prema je Heiss i Oegg (2005) duljina 2,92 mm, širina 1,64 mm, dok je prema Margout i sur. (2013) duljina 4,1 mm, a širina 2,0 mm. Boja sjemena je crna sa naznakom svijetlo sive. Poprečni presjek je šesterokutan, a uzdužni u obliku kruške.



Slika 15. Sjeme crnog kima

Foto: D. Horvat, 2013.

Sjeme je mirisa nalik na muškati oraščić – *Myristica fragrans* Houtt. (Hussain i sur., 2014), kod pravilnog skladištenja miris se zadržava i do nekoliko godina. Okus je metalan, a kod

žvakanja postaje oštar i papren, ostavlja gorčinu na nepcu i nadražujući okus na dnu grla. Sjemena opna je crvenkasto smeđe boje, sastoji se od poligonalnih stanica koje su blago reljefne, a endosperm se sastoji od uljnih stanica tankih stjenki. Tkivo oko endosperma je narančasto smeđe boje (Margout i sur., 2013).

Sjeme je bojom i oblikom slično sjemenu crnjike, gledajući pod stereomikroskopom razlike su jasno vidljive, no prostim okom razlika je jedino u veličini i obliku. Crni kim ima veće sjeme i trigonometrijskog oblika, dok crnjika ima sitnije sjeme više okruglog oblika.

### 2.3.3. Uporabna vrijednost

#### 2.3.3.1. Kemijski sastav sjemena i ulja

Sjeme crnog kima ima visoku nutritivnu vrijednost. Sadrži različite skupine spojeva među kojima su proteini 20 - 30 %, ugljikohidrati sa više od 30 %, te ulje 30 - 35 % udjela (Papić, 2011; Abu Jdavi, 2002). Hladnim prešanjem sjemena dobiva se ulje. U ulju je najzastupljenija linolna kiselina (> 50 %), oleinska (> 20 %), palmitinska, stearinska (0,5 - 3 %), eikozadeinska (2,5 %), linolenska (1%) i miristimska (1 %). Sadržaj masnih kiselina je pod značajnim utjecajem genetskih faktora, godine, raznih fizioloških, geografskih i ekoloških čimbenika (Tulucku, 2011). Ispitivanje sadržaja masnih kiselina provedeno na ulju iz SAD-a, Indije, Egipta i Turske pokazalo je velika odstupanja u postotku zastupljenosti masnih kiselina. Po sastavu je najrazličitije bilo ulje iz Egipta u kojem je linolna kiselina bila zastupljena svega 37,56 %, dok je postotak miristimske i stearinske kiseline bio preko 11 %. U uljima iz ostalih istraživanih zemalja postotak miristimske kiseline bio je manje od 1 %, a stearinske između 1 – 3 %. Udio oleinske kiseline u uljima iz Indije i Egipta bio je duplo veći od udjela u uljima iz SADa i Turske (Üstüm i sur., 1990). Značajno podudaranje u sastavu i zastupljenosti masnih kiselina pokazala su ulja iz Tunisa, Turske, Sirije i Irana (Toma i sur., 2013; Tulucku, 2011). Osim navedenih masnih kiselina u sjemenu je prisutna dihomolinolna kiselina koje nema u jestivim uljima, a karakteristična je za vrste roda *Nigella*. Ugljikohidrati su u formi monosaharida, glukoze, ramnoze, ksiloze i arabinoze. Sjeme sadrži polisaharide koji su koristan izvor dijetalnih vlakana, aminokiselinu arginin koja je neophodna za rast djece i karotene koji se u jetri pretvaraju u vitamin A. Bogato je mineralima (Fe, Ca, Cu, Mg, Mn, Na, P i K) koji igraju važnu ulogu u svim životnim funkcijama organizma (Sajjad Iqbal i sur., 2009; Sultan i sur., 2009).

Najznačajnija ljekovita komponenta je eterično ulje koje je zastupljeno u masnom ulju 0,4 - 2,5 %. Eterično ulje sadrži neterpenske ugljikovodike, monoterpenske ugljikovodike, monoterpenske ketone, monoterpenske alkohole, seskviterpenske i fenilpropanske spojeve. Najznačajnija skupina spojeva su kinonski derivati: timokinon, ditimokinon,



timohidrokinon i nigellon (Papić, 2011). Timokinon je najvažnija aktivna tvar u eteričnom ulju crnog kima, i prema njegovoj zastupljenosti se procjenjuje autentičnost i kvaliteta ulja. U eteričnom ulju može ga biti od 20 – 57 %. Akumulacija timokinona u sjemenu počinje već peti dan nakon cvatnje, najveća je 60 dana nakon cvatnje kad je sjeme crno i počinje se stvrdnjavati, ali sazrijevanjem sjemena sadržaj opada (Botnick i sur., 2012).

#### 2.3.3.2. Tradicionalna uporaba sjemena i ulja

Liječenje biljem staro je koliko i ljudski rod. Biljke su nekad bile jedini izvor ljekovitih tvari i uporabom raznih biljnih pripravaka liječile su se mnoge bolesti. Vrsta crni kim je jedna od biljaka čija ljekovita svojstva su poznavali drevni narodi, a u Islamskoj literaturi poznata je kao najveći oblik narodne medicine.

U narodnoj medicini koristi se kao lijek za vrtoglavicu, amneziju, zubobolju, alergije, akne, kožne bolesti, protuotrov za ugrize, lijek za sterilitet, tretman za bubrežne kamence, bol u želucu, migrenu i proljev (Hanafy i Hatem, 1991). Prema istraživanjima Baytopa (1984) u Turskoj se sjeme koristi kao prirodni stimulans za imunitet, lijek za astmu, kašalj, neurološke bolesti, dijabetes, kao diuretik, sredstvo protiv nadimanja, poboljšivač apetita te repelent za parazite (Tonçer i Kizil, 2004; Tunçturk i sur., 2005). Od Maroka do Irana, u Južnoj Europi i Tuniziji ulje i sjeme je sredstvo za liječenje respiratornih poremećaja (D'Antuono i sur., 2002; Bourgou i sur., 2010). Poboljšava srčanu funkciju, a u nekim zemljama se lišće miješa sa duhanom i puši u slučaju glavobolje, alergija i rinitisa (Melnyk i sur., 2015). Ulje se tradicionalno koristi za povećanje mišićne mase i tjelesnog tonusa, stimulaciju menstruacije, povećanje plodnosti kod muškaraca i mliječnosti kod doilja, te za smirenje živčanog sustava (Akgul 1989, Aqel 1993).

Osim u narodnoj medicini sjeme se koristi i u tradicionalnoj kuhinji kao začim. U Egiptu, Siriji i Turskoj koristi se za aromatiziranje sira, pekarskih proizvoda, povrća (Atta 2003; Tonçer i Kizil, 2004; Mollafilabi i sur., 2010). U Indiji se sjeme osim kao začim koristi i kao konzervans u pripremi svih vrsta zimnice (Rana i sur., 2012). Žene u arapskim i indijskim zemljama često su među nabore vunjenih haljina stavljale sjeme kao repelent i zaštitu od insekata (Sharma i sur., 2009).

Ulje se koristi kao sredstvo protiv ispadanja kose i ublažavanje bora (Akgul 1989, Aqel 1993), te se zbog specifičnog mirisa po bobičastom voću upotrebljavalo i kao parfem.

### 2.3.3.3. Uporaba sjemena i ulja u suvremenoj medicini, veterini i farmaciji

Razvojem kemijske industrije, te njenim procvatom u 19. stoljeću otvorila se mogućnost analize aktivnih biljnih sastojaka, što je imalo za posljedicu stvaranje kemijskih verzija biljnih spojeva i zanemarivanje ljekovitog bilja. Sintetskim putem proizvedene su razne aktivne tvari koje su u liječenju zamijenile biljne spojeve. Lijekovi pripremljeni na taj način imaju i neželjene posljedice koje se očituju kod duljeg vremena uzimanja. Farmaceutska industrija je dugo vremena zanemarivala biljne lijekove, pa neke čak i zabranjivala. Istraživanja znanstvenika dokazala su ljekovito djelovanje mnogih biljaka, među kojima je crni kim na prvom mjestu. Bogata povijest korištenja u narodnoj medicini predstavljala je temelj znanstvenim istraživanjima, iako je bilo malo vjerojatno da ova biljka djeluje na sve bolesti za koje se koristila.

Ulje, sjeme i dijelovi biljke pokazuju različite aktivnosti koje su primjenjive u medicini:

- a) Imunološka aktivnost - stres, loša prehrana i moderne životne navike uništavaju naš imunološki sustav koji je ključan za obranu tjelesnih stanica od bolesti. Godine 1986. El Kadi i Kandil proveli su istraživanje kojim su testirali efikasnost ulja crnog kima kao prirodnog stimulatora imuniteta. Kod skupine dragovoljaca koja je uzimala ulje zabilježeno je povećanje od 72 % stanica pomagačkih T - limfocita i povećanje broja stanica citotoksičnih limfocita T koje zovemo stanicama ubojicama (Gaur i sur., 2015). Na taj način dolazi do stabilizacije imunološkog sustava i smanjenja pretjeranih imunoloških reakcija koje izazivaju psorijazu i neurodermitis. Pozitivno djelovanje ulja na imunološki sustav dokazala su i potvrdila mnoga istraživanja (Al-Ghamdi, 2001; Salem, 2005).
- b) Antihistaminska aktivnost - histamin je poznat kao pokretač alergijskih reakcija kod ljudi, a kao posljedica nastaju alergije, alergijski rinitis i kronični bronhitis. Nigellon koji je zastupljen u eteričnom ulju crnog kima pozitivno djeluje kod bolesnika sa alergijskim reakcijama (Dahri i sur., 2005; Ansari i sur., 2006).
- c) Antidermatofitna aktivnost - ekstrakt sjemena crnog kima i timokinon proizvode inhibitornu koncentraciju protiv osam vrsta gljivičnih bolesti kože (Aboul-Ela, 2002).
- d) Antioksidativna aktivnost - antioksidansi su tvari koje štite tijelo od slobodnih radikala, koji narušavaju zdravlje i uzrokuju generativne promjene. Ulje crnog kima pokazuje snažnu antioksidativnu aktivnost (Kanter i sur., 2006; El Shenawy i sur., 2008; Bourgoi i sur., 2012).
- e) Protuupalna aktivnost - timokinon djeluje na smanjenje upalnih procesa dišnog sustava, i vrlo je učinkovit u liječenju upale pluća, bronhitisa i astme. Opušta mišiće

dišnog sustava i olakšava disanje te djeluje na sve bolesti dišnog sustava (Isik i sur., 2005).

- f) Antitumorska aktivnost – pripravci timokinona su pokazali značajno djelovanje na tumorske stanice (Gali-Muhtasib i sur., 2006; Sharma, 2009; Naz, 2011; Gaur, 2015). Prema provedenim istraživanjima sjeme i ulje crnog kima pozitivno djeluje u borbi protiv karcinoma krvi, dojke, crijeva, jetre, pluća, kože, bubrega, prostate i grlića maternice (Edris, 2009; Khan i sur., 2012; Dilshad i sur., 2012). Zbog snažnog djelovanja na imunitet ulje je učinkovito i kod bolesnika koji primaju kemoterapiju, ubrzava oporavak nakon kemoterapije i povećava učinkovitost same terapije.
- g) Analgetička aktivnost – u narodnoj medicini sjeme i ulje se koristilo protiv različitih bolova, što je znanstveno dokazano, no mehanizam djelovanja nije do kraja razjašnjen (Al-Ghamdi, 2001).
- h) Antidijabetička aktivnost – cijele sjemenke ili njihovi ekstrakti imaju antidijabetičko djelovanje. Timokinon djeluje na smanjenje jetrene glukoneogeneze (Fararh i sur., 2005), na inzulinsku reakciju i smanjene količine glukoze i kolesterola u krvi (Najmi i sur., 2008).
- i) Antibakterijska aktivnost – bakterije predstavljaju sve veću opasnost u medicini. Jedna od najrezistentnijih bakterija je *Staphylococcus aureus* koja se još naziva i zlatni stafilocok ili MRSA (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*). Uzrokuje upale kože, čireve, upalu pluća, probleme s krvi i crijevima, a zaraza ovom bakterijom može uzrokovati i smrt. Sojevi ove bakterije postali su endemi u mnogim geografskim područjima, a neki je još nazivaju i bolnička bakterija. Istraživanje provedeno korištenjem ekstrakta sjemena crnog kima pokazalo je djelovanje na MRSA koja je rezistentna i na najmoćnije antibiotike (Hannan i sur., 2008). Dokazano je djelovanje i na *Helicobacter pylori* (Randhawa, 2008), koja je poznata kao uzročnik infekcije želučane sluznice koja izaziva kronični gastritis i čest je uzročnik dermatitisa, želučanog limfoma i karcinoma (Grozdovska-Naumoska i sur., 2007), te na *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* (Landa, 2006.). Ekstrakt proklizalog sjemena crnog kima pokazao je visoku inhibiciju na *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes* i *Salmonella typhimurium* (Kamal i sur., 2010).

Ulje djeluje i na metabolizam, te uz pravilnu prehranu i umjereno kretanje može utjecati na smanjene tjelesne težine i snižavanje povišenog krvnog tlaka (Najmi, 2008). Smanjuje i blokira osjećaj boli, opušta mišiće što se pokazalo pozitivno u liječenju teških ovisnosti. Kod ovisnika liječi infekcije i slabost (Sibghatullah i sur., 2008).

Farmakološke aktivnosti ulja i sjemenki mogle bi crnom kimu osigurati veliki potencijal korištenja u veterini, stočarstvu i zaštiti bilja. U prevenciji oboljenja peradi tijekom tova korišteni su antibiotici koji su ostavljali rezidue u mesu. Masovna primjena antibiotika dovela je do pojave rezistentnih mikroorganizama, te je od 2006. godine u zemljama Europske unije zabranjeno korištenje antibiotika u nutritivne i profilaktičke svrhe (Nasir i Grashorn, 2006). Rešidbegović i sur. (2008) dokazali su da dodavanje ulja crnog kima u obrok peradi ima antibakterijski učinak, reducira broj gram pozitivnih i gram negativnih bakterija, i efikasno je u prevenciji aflatoksina. Osim na zdravstveno stanje ulje djeluje i na biokemijske parametre, povećavajući postotak ukupnih lipida kod pilića u tovu (Hođić i sur., 2012). Dodavanje biljnih pripravaka, među kojima je bilo i sjeme crnog kima u hranu bivola rezultiralo je smanjenom metiljavosti (Maqbool i sur., 2004). Eterična ulja i biljni pripravci korišteni kao fitogeni aditivi u hrani domaćih životinja utječu na fiziološke funkcije, unapređuju njihovo zdravlje, djeluju kao poticaj apetita i probave (Gregaćević i sur., 2014). Tijekom tova pilića koriste se različite smjese pune aditiva koje utječu na kvalitetu mesa, a upotreba ulja crnog kima pokazala se ekonomičnom i učinkovitom u tovu pilića (Mahnood i sur., 2009). Iako znamo da su jaja zdrava namirnica, njihovu upotrebu u današnjoj prehrani ograničava visoka razina kolesterola koji je štetan za organizam. Prehrana kod nesilica utječe na količinu kolesterola u jajetu. Akhtar i sur. (2003) su dokazali da dodavanje sjemena crnog kima u hranu nesilica značajno smanjuje količinu kolesterola, razinu serumskih triglicerida te djeluje na povećanje nesivosti, težine jajeta i debljinu ljuske jajeta. Kod prepelica smjesa sjemena crnog kima i lana (*Linum usitatisimum* L.) povećava stopu polaganja i leženja jaja (Szczěrbińska i sur., 2012).

Razvoj biljne proizvodnje, uvoz novih biljnih vrsta i sjemena rezultirao je povećanjem bolesti i štetnika, te pojavom novih dosad nepoznatih patogena. Kako bi se stanovništvo moglo prehraniti, stvorene su hibridne sorte visoke rodnosti i otpornosti na bolesti i štetnike. Takve sorte izgubile su ono osnovno što očekujemo od plodova biljaka, a to je kvaliteta. Kao rješenje ovakvog stanja razvila se nova grana poljoprivrede – ekološka poljoprivreda, čiji osnovni principi su suzbijanje bolesti i štetnika prirodnim neprijateljima, mehaničkim putem i korištenjem biljnih pripravaka. Antigljivična aktivnost sjemena i ulja crnog kima mogla bi naći primjenu u suzbijanju mnogih gljivičnih bolesti u ovoj grani poljoprivrede. Gljive iz roda *Aspergillus* mogu zaraziti velik broj usjeva u koje izlučuju mikotoksine poznate pod nazivom aflatoksini koji su opasni za zdravlje čovjeka i domaćih životinja. Najopasniji su aflatoksini B1, B2, G1 i G2. Sirovi ekstrakt sjemena crnog kima inhibira razvoj B1, B2 i G1 aflatoksina, a ulje u koncentraciji 3 % inhibira razvoj sva četiri štetna aflatoksina (Maraqa i sur., 2007). Osim na gljive roda *Aspergillus* dokazano je djelovanje na gljive *Fusarium solani* (Randhawa, 2005), *Fusarium oxysporum*, *Fusarium nivale*, *Fusarium smitectum*, *Alternaria*

*alternata* i *Dreceshera* sp. (Sitara i sur., 2008). Velik broj gljivičnih patogena prenosi se sjemenom, te je tretiranje sjemena jedna od preventivnih metoda zaštite biljaka od bolesti. Mnoga istraživanja su dokazala djelovanje različitih biljnih pripravaka na gljivične bolesti koje se prenose sjemenom, ali je osnovni problem u tehnologiji nanošenja na sjeme. Istražena metoda nanošenje praha od mljevenog sjemena crnog kima na sjeme čili paprike pokazala se vrlo učinkovita. Mljeveno sjeme crnog kima inhibiralo je rast 38 vrsta gljiva koje su se razvile na sjemenu tijekom inkubacije metodom dubokog zamrzavanja (Sitara i Hasan, 2011). Ova znanstvena otkrića otvaraju put novoj metodici tretiranja sjemena i biljaka u vegetaciji, a posebno su značajna za ekološku poljoprivredu.

Ulje crnog kima koristi se i u kozmetičkoj industriji kao sastavni dio krema, šampona i losiona za tijelo. Iz sjemena je ekstrahirana krema za sunčanje koja dokazano ima dobru zaštitu od štetnih UV zraka, a ujedno djeluje ljekovito na kožu (Kale i sur., 2010).

Sjeme je sastavni dio mješavina sjemena za pčelinju pašu (D'Antuono i sur., 2002), a ako se vrsta crni kim sije samostalno med doseže visoku cijenu zbog ljekovitosti.

Živimo u moderno doba u kojem znanost i tehnologija iz dana u dan sve više napreduju, i često ignoriramo stare narodne običaje i iskustva iz prošlosti, no ako malo stanemo i razmislimo uvidjet ćemo da sve što otkrivamo i stvaramo ima duboke korijene u prošlosti posebno u biljnim znanostima.

## 2.4. Agrotehničke mjere uzgoja istraživanih vrsta roda *Nigella*

U prošlosti je čovjek bio dio zajednice slobodne prirode, hranio se plodovima koje je ubrao i životinjama koje je lovio. Rast ljudskih zajednica i eksploatacija prirodnih dobara, doveli su opstanak ljudskog roda u pitanje. Da bi mogao prehraniti sebe i svoju zajednicu, čovjek je počeo uzgajati biljke i životinje i baviti se organiziranom djelatnošću koju danas zovemo agronomija. Isprava je to bila primitivna djelatnost, no danas, na temelju znanstvenih dokaza o metodama uzgoja bilja, primjenjujemo agrotehničke mjere u skladu sa zahtjevima određene kulture.

Uvjeti uzgoja vrsta roda *Nigella* u umjerenom klimatskom pojasu Europe malo su istraživani. Agrotehničke mjere uzgoja istraživane su u zemljama tradicionalnog uzgoja gdje prevladava aridna i semiaridna klima i uglavnom su usmjerene samo na crni kim, dok je uzgoj crnjike gotovo neistražen. Klima je jedan od najvažnijih faktora poljoprivrednog staništa na koji nemamo nikakav utjecaj, te se javlja kao dominantan faktor u uzgoju (Mihalić, 1988). Zbog toga je važno ispitati mogućnost uzgoja biljne vrste u dosad neistraženim klimatskim uvjetima, vodeći se već poznatim agrotehničkim mjerama u uzgoju.

### 2.4.1. Vrijeme sjetve

Sjetva se obavlja u vrijeme kad su najpovoljniji uvjeti za klijanje i nicanje određene biljne vrste. Ratarske i povrtlarske kulture imaju točno određene rokove sjetve, no prema podacima iz literature vrijeme sjetve vrsta roda *Nigella* nije točno definirano i ovisi o arealu uzgoja.

U mediteranskom području Jordana u uvjetima hladne zime i toplog vrućeg ljeta sjetva crnog kima početkom prosinca dala je bolje rezultate u visini uroda sjemena od sjetve krajem prosinca i početkom siječnja (Talafih i sur., 2007). Tradicionalno se uzgaja u većem dijelu Pakistana, a sije se u listopadu i studenom (Rabbani i sur., 2011). Osim u Pakistanu uzgoj crnog kima ima dugu povijest u iranskoj poljoprivredi, ali je prinos neprofitabilan ako se ne uzgaja u vrijeme dostupnih oborina (Ghouzhd i sur., 2010), a u većini istraživanja na tom području sjetva je obavljena u travnju (Hadi i sur., 2012) i svibnju (Bardideh i sur., 2013). Najbolji urod u Egiptu je ostvaren sjetvom krajem listopada, dok je kasnija sjetva utjecala na smanjenje uroda sjemena (El-Mekawy, 2012). U Turskoj se sije sredinom i krajem travnja (Tunçturk i sur., 2011; Tunçturk i sur., 2012; Tulukcu, 2015), a prema Husain i sur. (2014) najoptimalniji rok sjetve je od veljače do travnja ako dozvole vremenske prilike. D'Antuono i sur. (2002) su dokazali da u klimatskim uvjetima sjeverne Italije sjetva početkom ožujka kod obje istraživane vrste daje veći urod i kvalitetnije sjeme, nego sjetva u travnju.

Klijanje sjemena počinje na temperaturi 3 - 5 °C, te je sjeme posijano u ranom proljetnom roku sklonije ranijem nicanju, a biljke su otpornije na temperaturna kolebanja (Melnyk i sur., 2015).

#### 2.4.2. Način sjetve i sjetvena norma

Crni kim može se uzgajati direktnom sjetvom ili iz presadnica (Melnyk i sur., 2015). Uobičajena je direktna sjetva jer vrste roda *Nigella* ne podnose dobro presađivanje pa dolazi do propadanja velikog broja biljaka (Ghouzhd, 2010). Sjetva se može obavljati širom, u gredice, u brazde i u redove. Sjetvena norma ovisi o načinu sjetve i klijavosti sjemena. Crni kim je fiziološke točke gledišta jedna od rijetkih biljka koja sama formira sklop, nadoknađujući rijetku sjetvu povećanjem broja cvjetnih grana (Mollafilabi i sur., 2010). Norma sjetve utječe na visinu biljaka, broj grana po biljci, broj tobolaca i urod sjemena. Kod sjetve u redove pokazalo se da povećanjem norme sjetve raste visina biljaka, ali pada broj tobolaca po biljci, a samim time i urod sjemena (Tonçer i Kizil, 2004). U aridnim uvjetima najveći broj cvjetnih grana i tobolaca postignut je sa normom sjetve 5 kg·ha<sup>-1</sup>, ali je gustoća biljaka po jedinici površine imala veći utjecaj na urod, te je najveći urod postignut sa 15 kg·ha<sup>-1</sup>. Povećanje norme sjetve iznad te granice utjecalo je na smanjene uroda (Tunçturk i sur., 2005). Sjetva u redove olakšava obradu tla, borbu protiv korova, te pruža mogućnost prihrane tijekom vegetacije. Razmak između redova ne utječe bitno na urod sjemena, najbolji urod je postignut sa razmakom između redova 20 cm i razmakom u redu 2 cm (Abdolrahimi i sur., 2012). Ghouzhd (2010) preporučuje razmak između redova 25 – 40 cm, a razmak u redu 15 cm. Sjetva u gredice dala je viši urod i veći broj grana po biljci od sjetve širom, u brazde i u redove, s tim da je preporučeni razmak između biljaka 10 cm kod svih načina osim kod sjetve širom (Mahmood i sur., 2012). Kod određivanja sjetvene norme vrlo važan podatak je klijavost sjemena, što u većini istraživanja nije ispitivano. U istraživanju D'Antuono i sur. (2002) sjetvena norma je određena na osnovu laboratorijske klijavosti koja je bila 50 %, sa slabom energijom klijanja. Sijano je 200 biljaka na m<sup>2</sup> sa razmakom u redu 20 cm, sjetva je obavljena mehaničkom sijačicom dok je ostalim navedenim istraživanjima sjetva obavljena ručno.

#### 2.4.3. Gnojidba

Biljka iz okoline (tlo, atmosfera) prima elemente koji su joj prijeko potrebni za rast i razvoj. Hranjiva koje biljka prima iz tla ima u različitim količinama, no nedovoljno za trajno iskorištavanje bez nadoknađivanja. Stoga za uspješnu proizvodnju treba biljkama dodati potrebnu količinu gnojiva. Gnojiva su sve tvari organskog ili mineralnog sastava koje obogaćuju tlo aktivnim sastojcima i djeluju na povećanje plodnosti, biološkog priroda i

prinosa (Mihalić, 1988). Među najvažnije elemente potrebne za rast i razvoj biljaka ubrajamo dušik i fosfor.

Dušik je jedan od najvažnijih elemenata koji potječe iz atmosfere, a biljka ga usvaja u mineralnoj formi. U tlu se nalazi u obliku organskih i anorganskih spojeva. Organski dio uglavnom se nalazi u humusu tla i nerazgrađenim biljnim i životinjskim ostacima. Mineralni dio koji biljka usvaja samo je mali dio mineralnog dušika, i uglavnom je nedovoljan za ishranu bilja. Više od 90 % dušika usvaja se u nitratnom obliku ( $\text{NO}_3^-$ ), dok je preostali oblik amonijski ( $\text{NH}_4^+$ ). Dušik se u obliku  $\text{NO}_3^-$  može akumulirati u pojedinim dijelovima biljke kao što su listovi i peteljke (Vukadinović, 2011).

Opskrbljenost biljaka potrebnim količinama dušika ima velik značaj u uzgoju kultiviranog bilja. U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji gnojidba dušikom je obavezna agrotehnička mjera, jer su pristupačne količine dušika u tlu nedovoljne za ishranu bilja. Nedostatak dušika djeluje na rast, javlja se kržljivost biljke, dolazi do smanjenja lisne površine što utječe na vegetativni rast i ubrzava generativni razvoj, te tako smanjuje urod. Kloroza ili žućenje listova javlja se kao posljedica razgradnje kloroplasta i gubitka klorofila uslijed nedovoljne ishrane dušikom (Madhava i sur., 2006). Prevelike količine dušika u ishrani imaju također negativne posljedice. Dolazi do intenzivnog rasta, izduživanja biljke, stvaranja prevelike lisne mase, te pojave slabije otpornosti na bolesti i štetnike. Određivanje pravilne količine dušičnih gnojiva jedan je od preduvjeta za postizanje visokog uroda (Vukadinović, 1993).

Dušična gnojiva su najčešće korištena gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji, jer njihova primjena samostalno ili u kombinaciji sa drugim gnojivima povećava urod kod svih poljoprivrednih kultura.

Mnoga su istraživanja pokazala da u uzgoju crnog kima gnojidba dušikom pozitivno utječe na visinu biljke, broj cvjetnih grana, broj tobolaca po biljci i urod sjemena (Shah, 2006; Özgüven i Şekeroglu, 2007; Mollafilabi i sur., 2010; Tunçturk i sur., 2012; Rana i sur., 2012), ali količinu gnojiva treba prilagoditi tipu tla, klimatskim uvjetima i načinu uzgoja. Urod sjemena određuju visina biljke, broj grana, broj tobolaca i masa 1000 sjemenki (Özgüven i Şekeroglu, 2007). Većina autora dokazala je da gnojidba dušikom utječe na visinu biljke (Talafih i sur., 2007; Tunçturk i sur., 2012), a razlika u visini biljka u provedenim istraživanjima dokazuje i značajan utjecaj norme sjetve i klimatskih uvjeta na visinu biljke (Talafih i sur., 2007; Özgüven i Şekeroglu, 2007; Tunçturk i sur., 2012). Broj grana ovisi o normi sjetve, ali se i gnojidbom dušikom povećava broj grana po biljci, a samim time i broj tobolaca (Talafih i sur., 2007; Tunçturk i sur., 2012). Smanjenom normom sjetve dolazi do povećanja broja grana, pa u istraživanjima gdje je niža norma sjetve, a provedena je gnojidba dušikom ostvaren je najveći broj grana je po biljci (Özgüven i Şekeroglu 2007).



Gnojdbom dušikom ostvaruje se povećanje vrijednosti svih sastavnica uroda sjemena, osim mase 1000 sjemenki (Özgülven i Şekeroglu, 2007; Tunçturk i sur. 2012). Kod gnojdbu dušikom važno je odrediti optimalnu količinu, jer povećanje količine gnojiva ne utječe značajno na visinu uroda sjemena (Mollafilabi i sur. 2010; Seyyedani i sur. 2014), ali utječe na ekonomsku isplativost uzgoja.

Osim gnojdbu dušikom gnojdba fosforom pokazala se kao neizostavna agrotehnička mjera u uzgoju crnog kima. Fosfor je u tlu prisutan u organskom i anorganskom obliku. Anorganski fosfor prisutan je uglavnom u obliku  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  i  $\text{HPO}_4^{2-}$  kojeg biljka može usvajati. Pristupačnost ovih ionskih oblika ovisi o pH tla, pri nižem pH pristupačniji je  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , a pri višem  $\text{HPO}_4^{2-}$  ion (Madhava Rao i sur., 2006).

Nedostatak fosfora je vrlo česta pojava u uzgoju biljaka, a prvi simptomi su slab rast biljka. Listovi poprimaju tamnozelenu boju uz prisutnost crvene nijanse, lišće kasni u razvoju, dolazi do pojave kloroze i propadanja lišća. Slabo razvijen korjenov sustav ne može obavljati svoju funkciju te dolazi do poremećaja u cvatnji i oplodnji. Fosfor potiče rast korijena, povećava prinos, učinkovitost vode i hranjiva, te utječe na usvajanje dušika i njegov metabolizam kroz bolji razvoj korijena (Wang i sur., 2008). Dostupan fosfor u tlu rezultira većom količinom suhe tvari u sjemenu i većom masom 1000 sjemenki (Tunçturk i sur., 2011). Višak fosfora u tlu vrlo je rijetka pojava, kod koje dolazi do usporenog rasta, pojave pjegavosti na lišću i opadanja lišća (Vukadinović, 2011). Ubrzavaju se metabolički procesi i cvatnja, a skraćuje se vegetacija, te biljke brže stare.

Pristupačnost fosfora iz gnojiva ovisi o obliku i topivosti fosfata u vodenoj fazi tla te o izlučevinama korijena. Zbog kemijskog vezivanja i vrlo slabe pokretljivosti u tlu, fosforna gnojiva se najčešće dodaju u osnovnoj i startnoj gnojdbi. Primjenjuju se inkorporacijom u tlo jer kod razbacivanja po površini bez unošenja u tlo dolazi do slabog iskorištenja od strane biljke odnosno korijenovog sustava. Najčešće korištena fosforna gnojiva su superfosfat s 16 - 19 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  i trostruki superfosfat ili triplex sa 22 – 34 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Vukadinović, 1993). Suvremene tendencije u poljoprivredi teže uporabi fosfornih gnojiva sa većom koncentracijom fosfora kao što su trostruki superfosfat i kompleksna gnojiva s fosforom (Vukadinović, 2011).

Uporaba fosfornih gnojiva za poboljšanje kvalitete i uroda aromatskih i ljekovitih biljaka općenito je prihvaćena u zemljama tradicionalnog uzgoja. Biljka ima najveće potreba za fosforom u početnoj fazi rasta, nakon nicanja i klijanja, u vrijeme intenzivnog razvoja korijenovog sustava i na prijelazu iz vegetacijske u reprodukciju fazu razvoja.

Zbog potrebe povećanja uroda sjemena u zemljama tradicionalnog uzgoja crnog kima provedena su istraživanja utjecaja različitih količina fosfornih gnojiva na urod i sastavnice uroda sjemena. U dvogodišnjem istraživanju provedenom u Turskoj najveći urod sjemena postignut je korištenjem  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  fosfora u formi trostrukog superfosfata. Došlo je do povećanja broja cvjetnih grana i broja tobolaca, dok na visinu biljke gnojidba fosforom nije utjecala. Razlika u visini uroda između dvije godine dokazuje da bolji kišni režim u drugoj godini (Tunçturk i sur., 2011) omogućuje bolju iskoristivost gnojiva i veći urod sjemena. Gnojidba fosforom utjecala je na broj grana i tobolaca u istraživanjima Özgüven i Şekeroglu (2007), povećanje količine fosfora do  $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  imale su negativan utjecaj na urod, što dokazuje točnost tvrdnja iz prethodnih istraživanja da povećanje količine gnojiva negativno utječu na prinos i sastavnice prinosa crnog kima. Gnojidba fosforom djeluje na povećanje mase 1000 sjemenki koja je jedan od najvažnijih sastavnica uroda sjemena (Tunçturk i sur., 2011).

Djelovanje gnojidbe vezano je uz kvalitetu tla i klimatske prilike pa se u početnim istraživanjima uzgoja biljka ispituje pojedinačno djelovanje određenih elemenata na rast i razvoj biljke. Na osnovu dobivenih rezultata istraživanja se proširuju na kombinacije gnojiva. Od ljekovitih biljaka koje se uzgajaju u Turskoj crni kim se ubraja u vodeće prema površini uzgoja, pa se nastoji naći najbolja kombinacija gnojidbe za postizanje visokih uroda. Na osnovu znanstvenih spoznaja o djelovanju dušika i fosfora na povećanje uroda sjemena, provedeno je istraživanje sa kombinacijom gnojidbe. Gnojidba sa  $60 \text{ kg}$  dušika i  $60 \text{ kg}$  fosfora po hektaru dala je gotovo dvostruko veći urod od negnojenog u optimalnim uvjetima uzgoja, dok je u sušnim uvjetima urod bio nešto manji. Kombinacijom gnojiva postignuta je najveća visina biljke, broj cvjetnih grana, broj tobolaca po biljci, dok na masu 1000 sjemenki nije bilo velikog utjecaja (Özgüven i Şekeroglu, 2007). U istraživanju provedenom u Indiji, istom količinom dušika, ali dvostrukom količinom fosfora ( $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) postignuti su najbolji rezultati u visini uroda i vrijednosti sastavnica uroda, s tim da je fosfor djelovao i na povećanje mase 1000 sjemenki (Rana i sur., 2012). Kombinacija mineralnih gnojiva i folijarne prihrane na bazi dušika, fosfora i mikroelemenata rezultirala je visokim urodom sjemena vrste crni kim (Khalid i Shedeed, 2015).

U uzgoju hortikulturnog, ljekovitog i začinskog bilja osim mineralnih gnojiva upotrebljavaju se i organska gnojiva, posebno u ekološkom načinu proizvodnje. Hranjiva dodana mineralnim gnojivima su jednako vrijedna kao i hranjiva koja potječu iz tla ili koja su nastala razgradnjom organskih gnojiva (Lešić i sur., 2004). Prednost uporabe mineralnih gnojiva je mogućnost utvrđivanja točne količine prema deklaraciji na ambalaži koja sadrži podatak o količini aktivne tvari. U zemljama u kojima je poljoprivredna na niskom stupnju razvoja i proizvodnja se temelji na malim poljoprivrednim gospodarstvima, primjena

organskog gnojiva s vlastitih farmi predstavlja temeljni princip gnojidbe. Hranjiva iz organskih gnojiva se sporo oslobađaju i nemaju trenutno djelovanje poput mineralnih (Vukobratović, 2010). Gnojidba organskim gnojivima pozitivno utječe na fizikalna i kemijska svojstva tla, smanjuje ispiranje, povećava mikrobiološku populaciju, a uz to je i izvor biljnih hranjiva (Butorac, 1999). Gnojidba komorača (*Feoniculum vulgare* Mill.) sa 20 m<sup>3</sup>, 30 m<sup>3</sup> i 40 m<sup>3</sup> stajskog gnoja djelovala je na povećanje uroda sjemena, sa povećanjem doze gnoja rastao je i urod. Povećanje uroda sjemena i suhe tvari na parcelama gnojenim stajskim gnojem rezultat je povećanja visine biljke, broja cvjetnih grana i štitastih cvatova u odnosu na kontrolu, iako je ukupna vrijednost navedenih sastavnica uroda i samog uroda bila veća na parcelama gnojenim mineralnim gnojivima. Kombinacija bioloških gnojiva i najveće doze stajskog gnoja dala je gotovo iste rezultate u visini prinosa kao i kombinacija mineralnih i bioloških gnojiva (Azzaz i sur., 2009).

#### 2.4.4. Navodnjavanje

Opskrba vodom jedan je od najznačajnijih čimbenika koji direktno ili indirektno utječe na ishranu biljaka, dostupnost hranjiva iz tla i fiziološke procese u biljkama, što se očituje u povećanju prinosa. Uzgoj hortikulturnog, ljekovitog i aromatičnog bilja u uvjetima sa dovoljnom količinom vode rezultira boljim rastom i urodom od uzgoja u sušnim uvjetima. Vrste roda *Nigella*, naročito crni kim izvorno se uzgajaju u sušnim i polusušnim uvjetima (D'Antuono i sur., 2002). Iako ove biljke dobro podnose sušne uvjete, navodnjavanje je jedna od mjera kojom se nastoji povećati urod sjemena. Dodavanjem vode u fazi sadnje i nicanja (Ghamarnia i sur., 2010), kontinuirano navodnjavanje, navodnjavanje u cvatnji (Bardideh i sur., 2013), te navodnjavanje svaka dva dana tijekom vegetacije (El-Mekawy, 2012) djelovalo je na povećanje uroda sjemena u semiaridnim uvjetima.

#### 2.4.5. Njega usjeva

U većini istraživanja o uzgoju crnog kima korovi su odstranjivani ručno ili kopanjem u početku vegetacije (D'Antuono i sur., 2002; Özgüven i Şekeroglu, 2007; Tunçturk i sur., 2011), dok u kasnijim fazama nije bilo problema s korovima. Pojava bolesti i štetnika nije zabilježena ni u jednom istraživanju.

## 2.5. Kakvoća sjemena

Pojam kakvoća sjemena podrazumijeva skup svojstava sjemena koja izravno utječu na rast i razvoj usjeva (Kolak, 1994).

### 2.5.1 Svojstva kakvoće sjemena

Svojstva kakvoće sjemena su vlaga, čistoća, energija i klijavost, masa 1000 sjemenki i zdravstvena ispravnost sjemena. Sjeme mora imati dobru skladišnu kakvoću da bi održalo ta svojstva do sjetve (Kolak, 1994). Na skladišnu kakvoću utječe vlaga i zdravstvena ispravnost sjemena.

Vlaga, masa 1000 sjemenki, energija klijanja i klijavost sjemena ispituju se odmah nakon žetve ili berbe, te ako svojstva kakvoće sjemena zadovoljavaju minimalne propisane uvjete sjeme ide na doradu. Nakon dorade sjemena ispituju se sva svojstva kakvoće sjemena i izdaje se izvješće o kakvoći sjemena (obrazac br. 2, NN 99/08).

Čistoća sjemena jest u postocima izražen odnos količine čistog sjemena vrste koja se ispituje i količine sjemena drugih vrsta poljoprivrednog bilja, korova i inertnih tvari. Čisto sjeme jest sjeme koje pripada certificiranoj vrsti ili koje je kao takvo identificirano u laboratoriju za ispitivanje sjemena. U čisto sjeme ubraja se zrelo, neoštećeno sjeme, plodovi normalne veličine, nedozrelo, šturo sjeme i sjeme iznad polovice normalne veličine. Sjeme drugih vrsta i sjeme korova čine sve vrste sjemena koje se nalaze u uzorku, a ne pripadaju vrsti koju ispituujemo. Inertne tvari obuhvaćaju dijelove sjemena koje ispituujemo, a manje je od polovice normalne veličine, te strane primjese koje ne potječu od sjemena, otpadni materijal, lake frakcije dobivene primjenom metode ispuhivanja. Čistoća sjemena izražava se kao postotak čistog sjemena (NN 99/08), drugih vrsta i inertnih tvari. Kod rezultata čistoće sjemena obavezno se navode latinska imena drugih vrsta i korova, a u slučaju da se u uzorku nalaze sjemenke drugih vrsta i korova čiji broj je ograničen, navodi se i broj sjemenki.

Energija klijanja utvrđuje se kao informativni podatak o broju normalnih klijanaca ispitan i utvrđen u laboratorijskim uvjetima prema ukupnom broju sjemenki stavljenih na klijanje, a utvrđuje se nakon proteka vremena predviđenog za ovo ocjenjivanje. Niska energija klijanja može biti posljedica loših klimatskih uvjeta tijekom proizvodnje sjemena, znak prisutnosti patogena na sjemenu ili starog sjemena. Klijavost sjemena jest u laboratorijskim uvjetima ispitan i utvrđen broj normalnih klijanaca prema ukupnom broju sjemenki stavljenih na klijanje, koji se utvrđuje nakon proteka vremena predviđenog za završno ocjenjivanje. Klijavost sjemena izražava se kao postotak normalnih klijanaca, nenormanih klijanaca (anomalnih), mrtvog i svježeg sjemena, osim kod leguminoza kod kojih se u rezultatu

klijavosti navodi i postotak tvrdog sjemena (NN 99/08). Sjeme većine vrsta kultiviranog bilja normalno klije nakon žetve, no postoje kulture kod kojih je prisutna dormantnost sjemena. Dormantnost sjemena je biološko prilagođavanje biljke kojim se sprječava nicanje u nepovoljno doba godine a ovo svojstvo nazivamo još i naknadno dozrijevanje ili poslije žetveno mirovanje sjemena (Guberac, 2000). Prisutno je kod većine žitarica (*Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L., *Secale cereale* L., *Triticum aestivum* L., *Triticosecale* Wittm. ex A. camus), kupusnjača (*Brassica spp.*), špinata (*Spinaca oleracea* L.), matovilca (*Valerianella locusta* (L.) Laterr.), salata (*Lactuca sativa* L.), te kod većine ljekovitih i hortikulturnih biljaka. Sjeme vrsta *Nigella* je dormantno, te se kod ispitivanja energije i klijavosti sjemena koriste metode za suzbijanje dormantnosti koje su propisane važećim pravilnikom.

Vlaga sjemena jest količina vode u sjemenu iskazana u postotku. Propisane metode za ispitivanje vlage onemogućavaju redukciju, razgradnju ili gubitak hlapljivih supstancija, a rezultat je vlaga sjemena iskazana u postotku (NN 99/08).

Masa 1000 sjemenki je težina 1000 sjemenki ispitivanog uzorka uzeta iz frakcije »čisto sjeme«, a izražava se u gramima (NN 99/08).

Zdravstvena ispravnost sjemena odnosi se na prisustvo ili odsustvo bolesti, štetnika (gljivice, bakterije, virusi), nematoda i kukaca. Ispitivanjem zdravstvenog stanja sjemena dijagnosticira se zaraza koja može dovesti do razvoja bolesti u polju i propadanja usjeva. Na ovaj način mogu se otkriti i karantenske bolesti i štetnici na sjemenu. Determinacija štetnika omogućuje i preporuku tretiranja sjemena pesticidima u svrhu iskorjenjivanja patogena. Bolesti na sjemenu pišu se latinskim nazivom i izražavaju postotkom zaraze na sjemenu.

Cilj uzgoja sjemena je postići visoke urode sjemena i visoku kakvoću. U sjemenarstvu se sjemenom naziva samo sjeme čija svojstva kakvoće zadovoljavaju minimalne uvjete propisane važećim pravilnicima.

### 2.5.2. Čimbenici koji utječu na svojstva kakvoće sjemena

Na svojstva kakvoće sjemena velik utjecaj imaju klimatski uvjeti u godini proizvodnje, izbor područja i lokacije uzgoja. Raspored, količina oborina i temperaturna kolebanja utječu na vegetativni razvoj biljke koji je presudan za cvatnju, razvoj ploda i sjemena. Područje kontinentalne klime s proljetnim oborinama i vrućim i suhim ljetom pogodni su za uzgoj jednogodišnjih povrtnih vrsta. Dovoljno vlage u proljetnom periodu omogućuje povoljan vegetativni razvoj, a suho i vruće ljeto osigurava zriobu sjemena (Lešić i sur., 1993). U godinama sa puno kiše u vrijeme zriobe sjemena smanjena je klijavost sjemena, a povećan

postotak bolesti i štetnika na sjemenu. Kombinacija tipa tla i klime predstavljaju osnovne čimbenike za proizvodnju sjemena, koji imaju izravan utjecaj na vlagu, energiju, klijavost i zdravstvenu ispravnost sjemena, a na neke od njih ne možemo utjecati.

Kod većine kultura način uzgoja sjemenskog usjeva ne razlikuje se bitno od merkantilnog. Pravodobno provođenje agrotehničkih mjera od izuzetne je važnosti za uspješnu proizvodnju kvalitetnog sjemena. U sjemenskoj proizvodnji biljke se sade na veće razmake jer se nastoje svakoj biljci pružiti uvjeti što bliže optimalnim, iako se gušćim sklopom postiže bolji urod po jedinici površine (Lešić i sur., 1993). Opskrbljenosti hranjivima i reakcija tla imaju također važnu ulogu u dobivanju sjemena visoke kakvoće. Pravilnom gnojidbom osiguravamo biljci optimalnu količinu hranjiva koja su joj potrebna za rast i razvoj. Suzbijanje korova u ranoj fazi jedna je od mjera kojom izravno utječemo na čistoću sjemena. Sjeme nekih vrsta korova ne može se izdvojiti u procesu dorade ili čišćenja sjemena, iz sjemena kulture koju uzgajamo. Osim suzbijanja korova bitno je i suzbijanje bolesti i štetnika u vegetaciji. Većina bolesti prenosi se sjemenom, čime je umanjena kakvoća sjemena i urod, a velik postotak bolesti na sjemenu može rezultirati smanjenom energijom klijanja i klijavosti sjemena. Ovisno o patogenosti, postotak nekih bolesti na određenim kulturama ograničen je važećim pravilnicima.

Svojstvo kakvoće sjemena koje se ispituje odmah nakon žetve je vlaga sjemena. Određivanje postotka vlažnosti u sjemenu ključni je čimbenik za daljnji tijek skladištenja. Većina poljoprivrednih kultura žanje se kad je vlaga sjemena iznad optimalne, zbog opasnosti od osipanja sjemena u polju. Kod krmnih kultura (*Lolium spp.*, *Festuca spp.*) vlaga sjemena nakon žetve je između 20 - 30 %, kod soje (*Glycine max* (L.) Merr.) 15 -17 %, dok je kod ozimih žitarica (*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum* i *Triticosecale*) u povoljnim klimatskim uvjetima između 12 – 14 %. Optimalni postotak vlage varira ovisno o kulturi i vremenu skladištenja. Smatra se da je 14 % ili manje vlažnosti u suhoj tvari (bez ulja) zadovoljavajuće za skladištenje na kraće vrijeme (Kolpak, 1994.) Za duže skladištenje sjemena vlaga mora biti između 5 – 7 %, posebno kod sjemena koje je bogato uljem, jer povišena vlaga i ulje u sjemenu tijekom skladištenja potiču kemijske procese koji dovode do gubitka klijavosti (Balešević-Tubić i sur., 2010). Bitan trenutak koji može dovesti do gubitka energije i klijavosti sjemena je vrijeme koje protekne od žetve do početka sušenja. Dulje stajanje vlažnog sjemena u hrpi dovodi do potpunog gubitka klijavosti sjemena. Sušenje sjemena odvija se u specijaliziranim sušarama, na određenoj temperaturi, koja je različita, a ovisi o vrsti sjemena i o postotku vlage u sjemenu. Sušenje na previsokoj temperaturi dovodi do gubitka klijavosti sjemena. U toku sušenja uzimaju se uzorci sjemena na kojima se kontrolira vlaga, te se na taj način određuje vrijeme sušenja.

Kod sušenja malih količina sjemena, sušenje se obavlja u tankom sloju na prozračnom i toplom mjestu bez direktnog sunca, uz povremeno miješanje.

Osušeno sjeme ide na čišćenje. Namjena čišćenja sjemena je odstraniti sjeme drugih vrsta i inertnih tvari, te izdvojiti sjeme koje će biti finalni proizvod (Kolak, 1994). Danas postoje različiti strojevi za doradu sjemena, a većina ih radi na principu sita i vjetra. Koriste se gornja i donja sita. Na gornjim sitima se zadržavaju krupne inertne tvari, te krupno sjeme drugih vrsta i korova, dok kroz donja sita propadaju sitne inertne tvari, te sitno sjeme drugih vrsta i korova. Uloga vjetra u procesu čišćenja je otpuhivanje vrlo laganih inertnih tvari, laganog sjemena drugih vrsta i korova, te šturog sjemena. Tijekom procesa čišćenja ispituje se čistoća, energija, klijavost i zdravstvena ispravnost očišćenog sjemena. Čišćenje je važan čimbenik u procesu proizvodnje sjemena kojim direktno utječe na čistoću, energiju klijanja i klijavost. U slučaju da je klijavost sjemena prije čišćenja smanjena, odstranjivanjem šturog sjemena u procesu čišćenja povećavamo klijavost. Smanjenom klijavošću smatra se klijavost koja je 5 -10 % manja od propisane, a ako je razlika veća gubitak klijavosti ne može se nadoknaditi odstranjivanjem šturog sjemena.

Postupak koji se provodi nakon čišćenja, a prije pakiranja sjemena je tretiranje sjemena sredstvima za zaštitu bilja. Ovaj postupak se na sjemenu krmnih kultura, industrijskog bilja, povrća, repa, začinskog, ljekovitog i hortikulturnog bilja provodi samo u slučaju determinacije zaraze na sjemenu, dok je za žitarice ovo obavezna mjera prema Pravilniku o vrstama poljoprivrednog bilja čije sjeme mora biti tretirano prije stavljanja u promet (NN 74/01).

Sjeme čija svojstva kakvoće zadovoljavaju uvjete propisane pravilnicima pakira se, plombira, označava i stavlja na tržište. Čitav proces od žetve do izlaska sjemena na tržište naziva se dorada sjemena, a obuhvaća sušenje, čišćenje, kalibriranje, piliranje, tretiranje sredstvima za zaštitu bilja, pakiranje, plombiranje i označavanje.

### 2.5.3. Kontrola svojstava kakvoće sjemena

Svojstva kakvoće sjemena kontroliraju se u laboratorijima za kontrolu kakvoće sjemena (poljoprivrednog reprodukcijuskog materijala). U Hrvatskoj je prema Popisu upisanih laboratorija za kontrolu kakvoće poljoprivrednog sjemena (NN 55/00, 74/02, 6/05) šesnaest laboratorija ovlašteno za kontrolu kakvoće, a aktivno je njih petnaest. U sklopu dorada sjemena djeluje trinaest laboratorija u kojima se uglavnom kontrolira sjeme iz vlastite proizvodnje.

Cilj ispitivanja svojstava kakvoće sjemena je ustanoviti kakvoću sjemena odnosno partije sjemena. Utemeljitelj znanstvenog pristupa ispitivanju kakvoće sjemena bio je prof. Fredrich Nobe, koji je osnovao prvi laboratorij za ispitivanje kakvoće sjemena u Tharandu u Njemačkoj 1869. godine (Gradečki-Poštenjak i sur., 2010). Nakon toga u mnogim zemljama osnovani su laboratoriji ili stanice za ispitivanje sjemena. U Hrvatskoj je prva znanstvena ustanova za ispitivanje sjemena osnovana pri Kraljevskom gospodarskom i šumarskom učilištu u Križevcima 19. rujna 1893., a to je ujedno i najstarija ustanova takve vrste na Balkanu (Ujević i Kovačević, 1972). Od tada započinje intenzivan razvoj sjemenarstva utemeljen na znanstvenim spoznajama primijenjenim u metodici kontrole kakvoće sjemena. Zbog sve većeg prometovanja sjemenom pojavila se potreba usklađivanja ispitnih metoda na međunarodnoj razini, što je rezultiralo osnivanjem Međunarodne udruge za ispitivanje sjemena (International Seed Testing Association – ISTA) 1924. godine. Udruga je usvojila kompletna postojeća pravila za kontrolu kakvoće sjemena, a 1931. izlazi prvo izdanje pravila za ispitivanje kakvoće sjemena – *ISTA Rules for Seed Testing* (Gradečki-Poštenjak i sur., 2010). Na osnovu znanstvenih spoznaja tijekom godina mnoga pravila su izmijenjena, a mijenjaju se iz godine u godinu. ISTA – a redovito obavještava svoje članove, među kojima je i Hrvatska, o promjeni pravila u metodama kontrole kakvoće sjemena, kako bi se zadržalo osnovno načelo, a to je uniformnost u ispitivanju sjemena. Uniformnost osigurava pouzdanost dobivenih rezultata i ubrzava trgovinu sjemenom (Gradečki-Poštenjak i sur., 2010).

U Hrvatskoj se u kontroli kakvoće sjemena primjenjuje niz pravilnika i zakona (Shema 1.). Osnovni zakon u sjemenarstvu je Zakon o sjemenu, sadnom materijalu i priznavanju sorti poljoprivrednog bilja (NN 140/05, 35/08, 25/09, 124/10, 55/11, 14/14), koji je ulaskom Hrvatske u Europsku uniju (EU) mijenjan, te su neki dijelovi nevažeći. Metode kontrole kakvoće sjemena propisane su pravilnikom, a da bi sjeme moglo biti plasirano na tržište kakvoća sjemena mora odgovarati pravilnicima koji su podijeljeni prema skupinama poljoprivrednih kultura.

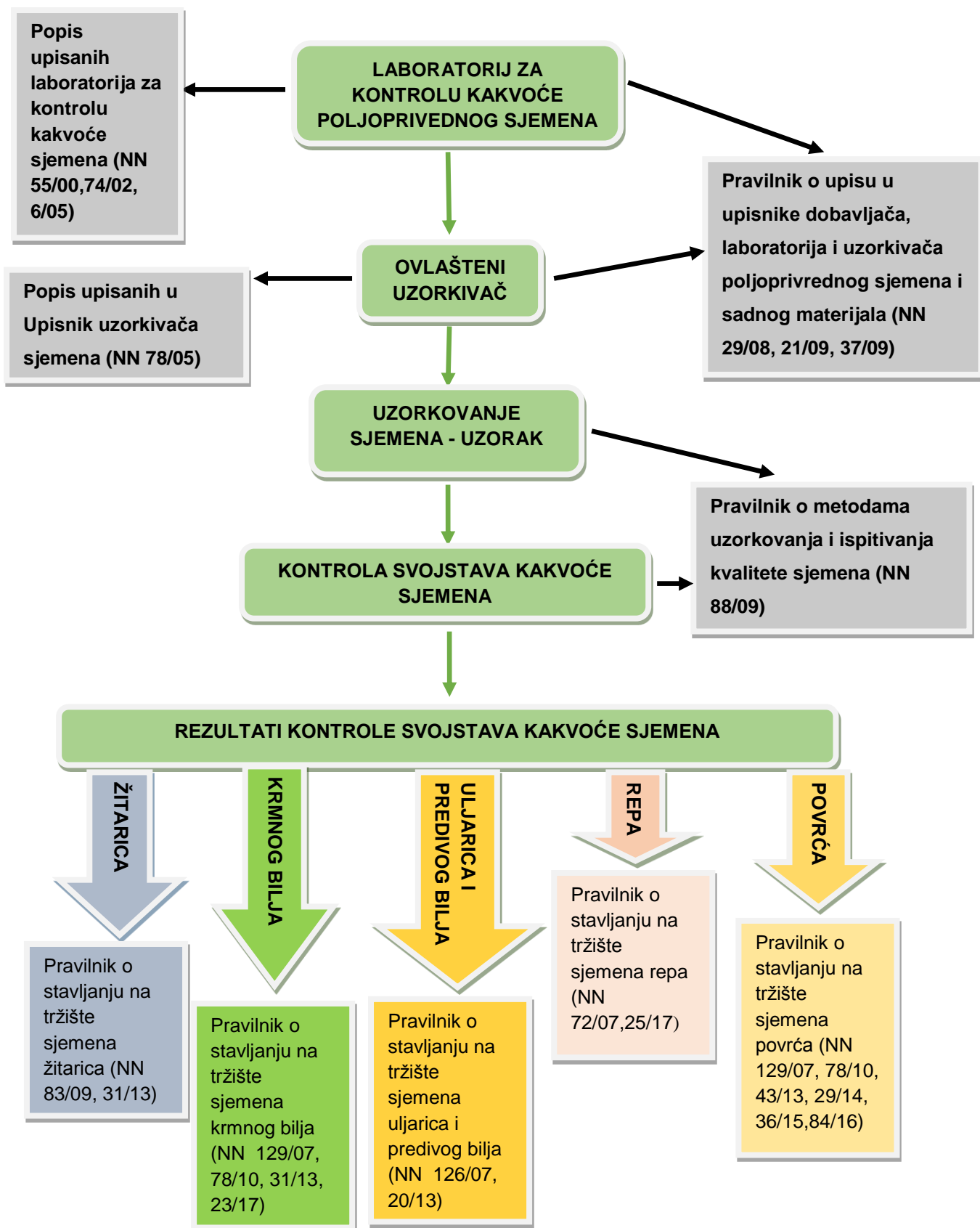
Uvođenje novih pravilnika pokazalo je neke nedostatke, pa tako ni jedan pravilnik ne propisuje minimalne vrijednosti svojstava kakvoće sjemena hortikulturnog, ljekovitog i začinskog bilja. Osim toga umanjena je važnost bolesti koje se prenose sjemenom, te je kod većine kultura pravilnici ne propisuju minimalni postotak zaraze patogenima koji se prenose sjemenom.

Zakonski sustav prikazan shemom 1. odnosi se na sjeme proizvedeno u Hrvatskoj, i sjeme koje se uvozi i prepakirava u Hrvatskoj. Sjeme koje se uvozi upakirano u mala pakiranja



(sjeme za vrtlare hobiste) ne podliježe nikakvoj kontroli kakvoće prilikom uvoza i stavljana na tržište.

Laboratoriji za kontrolu kakvoće svojstava sjemena provode ispitivanja sukladno pravilniku koji je usklađen sa metodama ISTA – e. Kontrolu rada laboratorija i usklađenost metoda provodi Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo (HCPHS), Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo (ZSR) Osijek, međulaboratorijskim ispitivanjima ili Ring testovima četiri puta godišnje. Osim nad metodikom ispitivanja, kontrola se provodi i nad rezultatima svojstava kakvoće sjemena koje se stavlja na tržište. Uzorci sjemena koji ulaze u sustav certificiranja šalju se u laboratorij Zavoda, koji provodi naknadnu kontrolu nad svojstvima kvalitete sjemena na 20 % certificiranih uzoraka svakog proizvođača sjemena. Kontrolu sjemena na tržištu provode ovlašteni inspektori Ministarstva poljoprivrede, kontrolom kakvoće uzorkovanog sjemena u ovlaštenim laboratorijima.



Shema 1. Zakonodavstvo u kontroli kakvoće sjemena u Republici Hrvatskoj

## 2.6. Proizvodnja sjemena u Hrvatskoj – trenutno stanje i nove mogućnosti

### 2.6.1. Proizvodnja sjemena u Hrvatskoj

Hrvatska zbog svog geografskog položaja i klimatskih uvjeta ima idealne uvjete za proizvodnju sjemena gotovo svih kultiviranih biljaka. Kontinentalni dio Hrvatske pogodan je za proizvodnju sjemena svih vrsta žitarica, trava, uljarica, repa, jednogodišnjih vrsta povrća, začinskog, ljekovitog i hortikulturnog bilja. Područje Mediterana sa blagom zimom omogućuje proizvodnju dvogodišnjih vrsta povrća, te leguminoza osjetljivih na hladna zimska razdoblja.

I dok je nakon drugog svjetskog rata hrvatsko sjemenarstvo imalo zavidan položaj u Europskim okvirima, danas je orijentirano na uvoz sjemena loše kakvoće u gotovo svim segmentima sjemenske proizvodnje (Čorić i Krešić, 2011). Proizvodnja sjemena ozimih i jarih žitarica, soje i suncokreta još uvijek zadovoljava hrvatske potrebe, ali i u tom segmentu se bilježi značajan pad proizvodnje.

Tablica 1. Certificirane količine sjemena (t) osnovnih ratarskih kultura po razdobljima

BILJNA VRSTA	CERTIFICIRANE KOLIČINE SJEMENA U 2012/13	CERTIFICIRANE KOLIČINE SJEMENA U 2013/14	CERTIFICIRANE KOLIČINE SJEMENA U 2014/15
OZIMA PŠENICA	45795	41018	30059
OZIMI JEČAM	6515	6374	5518
JARI JEČAM	1225	1175	1141
OZIMA ZOB	406	251	125
JARA ZOB	582	540	514
TRITICALE	629	1184	1108
OZIMA RAŽ	38	42	85
KUKURUZ	5069	7224	4263
ULJANA REPICA	37	15	11
SOJA	4216	5246	6634
SUNCOKRET	59	1135	48

Izvor: <http://www.hcphs.hr>.

Prema podacima koji uključuju posljednja tri vegetacijska razdoblja razvidno je da značajno pada proizvodnja sjemena pšenice, ozime zobi, kukuruza i suncokreta. Pad proizvodnje sjemenske pšenice u jednog vegetacijskoj sezoni za 10 tona može biti rezultat proizvodnje „farmerovog sjemena“ na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Nakon ulaska Hrvatske u EU mijenja se i sortiment sjemenske pšenice u korist stranih sorata. Slična situacija događa se i u Češkoj, gdje je sortiment domaćih sorata žitarica sa 80 % pao na 38 % u posljednjih trinaest godina. Udio domaćih sorti kontinuirano se smanjuje uslijed jake konkurencije na tržištu koja je uzrokovana uvođenjem Zajedničkog kataloga te slobodnim korištenjem i registriranjem stranih visoko produktivnih sorti čija prodaja se temelji na dugogodišnjim iskustvima jakih multinacionalnih kompanija (Rosenberg, 2011).

U tablici 1. nije navedena šećerna repa iako je značajna ratarska kultura, a proizvodnja je 1981. godine iznosila 460 tona (Ćorić i Krešić, 2011), dok je danas potpuno ugašena.

Pad proizvodnje sjemena prisutan je i kod trava i djetelina. Davne 1885. profesor Kraljevskog gospodarskog i šumarskom učilišta u Križevcima Aleksa Rusi izdaje djela o livadarstvu, a 1939. godine osniva se prva zadružna čistionica sjemena trava na našim prostorima. Profesor Kvakar 1947. godine izdaje knjigu „Trave“ u kojoj opisuje sjemenarstvo trava i predlaže različite djetelinsko travne smjese za livade i pašnjake prema podnebljima i tipu tla (Ćorić i Krešić, 2011). Iako sjemenarstvo trava vuče duboke korijene iz prošlosti, i ima sve predispozicije za uspješnu proizvodnju na našim prostorima, iz godine u godinu pada proizvodnja sjemena. U 2012/13 certificirano je 60 tona, a u 2014/15 četiri tone, a posljedica je povećanje uvoza sjemena trava kao čiste kulture ili u smjesi. Uvoz je baziran na zemlje Sjeverne Europe (Danska i Nizozemska), a takvo sjeme ne daje zadovoljavajuću sjenažu i postojanost na našim livadama i pašnjacima jer je sortiment prilagođen hladnijem klimatu. Povećan je i uvoz travnih smjesa za parkove, rekreativne centre, sportske terene, vinograde i voćnjake, te iako su ulaganja velika izostaju očekivani rezultati. Slična je situacija i sa sjemenom djetelina čija proizvodnja je sa 130 tona u 2012/13 pala na 40 tona u 2014/15.

Dugogodišnja proizvodnja sjemena povrća u Hrvatskoj, znanstvenim spoznajama i trudom oplemenjivača stvorila je vrijedne domaće kultivare kao što su Varaždinski kupus, rajčica Zagrebačka rana, paprika Botinečka žuta i Rotund žuti, salate Majska kraljica, Zagrebački kristal, Posavka i Vegorka, grah Slavonski zeleni i Varaždinska repa. No, usprkos znanju, trudu i tradiciji proizvodnja sjemena povrća potpuno je nestala. Ulaskom u EU neke od navedenih sorata nisu stavljene na Zajednički katalog sorata poljoprivrednih biljnih vrsta zemlja EU, te ne mogu ući u sustav certifikacije sjemena i biti plasirane na tržište. Teško je i gotovo nemoguće opravdati uvoz nekih od navedenih sorata iz zemalja koje nikada nisu

proizvodile te kultivare. Kako nestaje proizvodnja sjemena povrća, raste broj uvoznika i distributera u Hrvatskoj. Iako je proizvodnja sjemena povrća isplativa, trgovci ni ne pokušavaju sjeme proizvoditi na našim prostorima. Cijena sjemena u zemljama izvoznicama Italiji i Nizozemskoj za iste vrste povrća je znatno viša od cijene proizvodnje kod nas. Nabava sjemena iz uvoza je uglavnom tržišni višak zemalja izvoznica ili ima ograničena svojstva kvalitete (Ćorić, 2007). Proizvodnja rapidno pada iz godine u godinu, pa je 2012/13 certificirano 78 tona, a 2014/15 svega 24 tone, od čega 12 tona otpada na sjeme blitve, a 6 tona na grašak. Niska proizvodnja sjemena nije ogledalo situacije na tržištu jer raste potreba za uzgojem vlastitog povrća, sve je više urbanih vrtova čiji korisnici traže sjeme standardnih sorata, te se uvoz sjemena povrća iz godine u godinu povećava.

Sjeme hortikulturnog, ljekovitog i aromatičnog bilja potpuno je svedeno na uvoz, a kvaliteta je na najnižoj razini zbog ne postojanja propisa kojima se određuju normativi kvalitete za stavljanje sjemena na tržište. Nedostupni su i podaci o uvezenim količinama jer sitna pakiranja ne podliježu sustavu certificiranja, a veliki proizvođači najčešće nabavljaju sjeme direktno u zemljama proizvodnje.

#### 2.6.2. Mogućnosti razvoja sjemenarstva u Hrvatskoj

Razvoj proizvodnje sjemena treba biti usklađen sa potrebama tržišta u zemlji proizvodnje i mogućnosti izvoza. Prema količini uvezenog sjemena najveće mogućnosti pružaju se u proizvodnji sjemena povrća, hortikulturnog i ljekovitog bilja.

Nakon ulaska Hrvatske u EU i spoznaje da neki domaći kultivari povrća nisu na Zajedničkom katalogu EU, znanstvenici i stručnjaci iz područja sjemenarstva uspjeli su u nastojanju spašavanja domaćih kultivara formiranjem Liste čuvanih sorti. Na toj listi nalaze se domaći kultivari povrća koji se proizvode u Hrvatskoj, te je time ponovo oživljena i proizvodnja Ogulinskog kupusa, Varaždinskog kupusa, Ludbeškog hrena, te još desetak hrvatskih kultivara povrća. Iako se zasad radi o malim količinama sjemena, mogućnosti proizvodnje su velike, a uvođenjem ostalih kultivara koji zasad nisu na toj listi (salata Vegorka, Posavka ...), zadovoljit će se potrebe tržišta i otvoriti nove mogućnosti proizvodnje. Raste i proizvodnja graha zrnaša i mahunara, ali uglavnom se proizvodi za slovensko tržište. Najveći problem predstavlja dorada sjemena povrća jer se većina poslova svodi na ručni rad. Tvrtke koje su se bavile tom djelatnošću više ne posluju, a vrijedni strojevi i oprema rasprodani su. Udruživanjem proizvođača određene vrste sjemena povrća, savjetovanjem sa stručnjacima sa tog područja i nabavom strojeva potrebnih za doradu, proizvodnja sjemena povrća bi mogla ponovo oživjeti u Hrvatskoj.

Najveće razlike u potrebama tržišta i proizvodnji sjemena stvorene su kod hortikulturnog i ljekovitog bilja. Bogata cvjetna ponuda zasićena je novim vrstama od kojih se većina ne uklapa u naš krajobraz i ne cvatu dugotrajno i obilno kao tradicijske cvjetne vrste. Razvojem ruralnog turizma u sklopu kojeg je sve veća pažnja usmjerena na tradicijske vrtove povećala se potražnja za određenim cvjetnim vrstama. Uređenje interijera u ruralnom turizmu nezamislivo je bez cvjetnih vrsta za izradu suhih aranžmana i dekoriranje prostora, a sjeme tih vrsta rijetko možemo naći na tržištu. Osim nedostatka ponude sjemena pojedinih cvjetnih vrsta problem predstavlja i kvaliteta sjemena čija klijavost je vrlo niska, pa i proizvođači sadnica cvijeća imaju velike gubitke. Sjeme cvijeća uspješno se proizvodilo u Hrvatskoj i zadovoljavalo je potrebe tržišta. Još se ne tako daleke 2003. godine na području Čakovca proizvodilo se sjeme 15 cvjetnih vrsta. Visoka klijavost i ispravno zdravstveno stanje proizvedenog sjemena dokaz su je proizvodnja sjemena cvijeća u Hrvatskoj bila unosan posao s vrhunskim rezultatima. Ovakvo stanje u sjemenarstvu hortikulturnog bilja moglo bi dovesti do trajnog nestajanja određenih cvjetnih vrsta jer uvozno sjeme loše kvalitete nije samo odraz tržišnih viškova zemalja izvoznica, već i nemogućnost proizvodnje kvalitetnog sjemena.

U Hrvatskoj rastu površine pod ljekovitim biljem, a prema podacima iz 2014. bilo je zasijano 4 122 ha (<http://www.dzs.hr>) što je više od pojedinih ratarskih i krmnih kultura, a značajan je podatak da površine iz godine u godinu bilježe sve veći rast. Prirodno geografski uvjeti, posebno klimatski, pedološki i hidrografski iznimno su povoljni za ekološki uzgoj ljekovitog bilja u svim dijelovima Republike Hrvatske (Šiljković i Rimanić, 2005). Problem u uzgoju je nedostatak sjemena. Sjeme ljekovitog bilja može se naći u maloprodajama uglavnom u malim pakiranjima, a uvoz veće količine sjemena zahjeva ispunjavanje određenih zakonskih obveza od strane kupca. Svaki uvoznik mora zadovoljavati uvjete propisane Pravilnikom o upisu u upisnike dobavljača, laboratorija i uzorkovana poljoprivrednog sjemena i sadnog materijala (NN 29/08, 21/09, 37/09), te uzgajivači ljekovitog bilja često sjeme naručuju preko velikih uvoznika sjemena. Kvaliteta se ispituje tek nakon uvoza ako to uvoznik zahtjeva, jer to nije zakonska obveza kod uvoza sjemena koje se ne prepakirava za tržište. Ispitivanje kvalitete sjemena još dodatno stvara troškove, te većina proizvođača ide direktno u sjetvu. Kod sjemena ljekovitog bilja iz uvoza, problem uz sniženu klijavost predstavlja i čistoća sjemena. Vrlo je česta prisutnost korova u uvezenim partijama sjemena, te dolazi do zakorovljenosti usjeva i problema u vegetaciji. Proizvodnja ljekovitog bilja u Hrvatskoj zahtjeva i proizvodnju sjemena, čime bi se uvelike smanjili troškovi proizvodnje, a uzgajivači bi bili sigurni u kvalitetu sjemena koje siju. Određeni broj vrsta ljekovitog bilja se uvozi u Hrvatsku kao gotov proizvod bilo u obliku osušenih dijelova biljke, plodova ili sjemena.

Potrebno je provesti istraživanja uvjeta uzgoja tih biljaka na našim prostorima, a tijekom proizvodnje posebnu pažnju usmjeriti na mogućnost proizvodnje kvalitetnog sjemena.

Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja u kojoj je moguće uspješno proizvoditi kvalitetno sjeme većine poljoprivrednih kultura, ali uglavnom smo orjetnirani samo na proizvodnju sjemena strnih žitarica. Poticanjem poljoprivrednih proizvođača na proizvodnju sjemena, edukacijom od strane znanstvenika i stručnjaka mogli bi oživjeti sjemenarstvo hortikulturnog i ljekovitog bilja, te od uzvoznika postati izvoznici sjemena.

## 3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

### 3.1. Postavljanje pokusa

#### 3.1.1. Ispitivanje svojstava kakvoće sjemena za sjetvu

Sjeme crnjike nabavljeno je u maloprodaji, u pakiranjima od pet grama. Dobavljač sjemena je Sjemenarna d.o.o., na pakiranjima osim broja certifikata, datuma plombiranja i gramature nije bilo drugih podataka o kakvoći sjemena.

Sjemena crnog kima nema u ponudi na hrvatskom tržištu, te su nabavljena dva uzorka sjemena različitog porijekla. Prvi uzorak nabavljen je od domaće tvrtke koja se bavi hladnim prešanjem sjemena, te među ostalim proizvodima proizvodi i ulje crnog kima. Drugi uzorak sjemena uvezen je iz Egipta. Sjeme oba uzorka uspoređeno je sa uzorkom sjemena crnog kima iz kolekcije sjemena HCPHS Zavoda za sjemenarstvo i rasadničarstvo (ISTA – kolekcija), pomoću steromikroskopa Zeiss Stemi 2000 C pod povećanjem od 20 X, te su primijećene određene razlike u obliku sjemena, veličini i ornamentiranosti sjemene ljuske između dva uzorka.

Svojstva kakvoće sjemena ispitana su u laboratoriju za kontrolu kakvoće poljoprivrednog repordukcijskog materijala Visokog gospodarsko učilišta u Križevcima na uzorcima sjemena. Metode uzimanja uzoraka, ispitivanja svojstava kvalitete sjemena provedene su prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena NN 99/08. Ovim pravilnikom nisu propisani određeni parametri kod sjemena hortikulturnog, aromatičnog i ljekovitog bilja (težina radnih i prosječnih uzoraka, podloga, predtretman i broj dana kod ispitivanja klijavosti), jer sjeme tih kultura ne podliježe obaveznom ispitivanju kvalitete prije izlaska na tržište. Prosječnih i radni uzorci formirani su prema Pravilniku o temeljnim zahtjevima kakvoće, načinu ispitivanja, pakiranju i deklariranju sjemena (NN 4/05) u propisanoj gramaturi, te je korištena metodika ispitivanja energije i klijanja sjemena propisana navedenin pravilnikom koja je jednaka metodici propisanoj u International Rules for Seed Testing, Chapter 5, Germination 5 -70 (ISTA, 2011).

Za ispitivanje kakvoće sjemena formirani su primarni uzorci koji su uzeti na nekoliko mjesta iz partije sjemena Nobbeovim šupljim šilom. Nabavljena količina sjemena predstavljala je partiju sjemena čija veličina je kod crnog kima 1000 g, a kod crnjike 500 g. Iz primarnog uzoraka metodom miješanja žlicom uzet je uzorak za ispitivanje vlage težine 50 grama kod obje vrste. Spajanjem primarnih uzoraka formiran je zbirni uzorak, od kojeg je miješanjem formiran prosječni uzorak. Veličina prosječnog uzorka je kod crnjike 20 g, a kod crnog kima



40 g. Za formiranje radnog uzorka korištena je metoda prepolavljanja žlicom. Prosječni uzorak sjemena nasipan je u pliticu iz koje je na pet slučajno odabranih mjesta žlicom uzimat uzorak do količine radnog uzorka, koja je kod crnjike 6 g, a kod crnog kima 10 g. Uzorci sjemena pohranjeni su u skladište na temperaturu 5° C, u vrećice od aluminijske folije sa zip zatvaračem da ne bi došlo do narušavanja kvalitete sjemena.

Vlaga sjemena ispitana je isti dan kad je sjeme nabavljeno, jer stajanjem sjemena dolazi do promjene u sadržaju vlage. Korištene su staklene posudice debljine 0,5 mm sa poklopcem koji sprečava gubitak vlage. Prije ispitivanja posude su sušene na 130 °C u sušioniku i hlađene u eksikatoru 1 sat. Nakon toga su prazne posude sa poklopcem vagane na analitičkoj vagi Ohaus, sa preciznošću na četiri decimale. Posude su napunjene sa sjemenom, te je ponovo vršeno vaganje. Izvagane posude sa sjemenom premještene su u sušionik. Vlaga sjemena ispitana je metodom s niskom konstantnom temperaturom od 105° C  $17 \pm 1$  sat. Nakon proteka vremena predviđenog za ispitivanje posudice sa sjemenom stavljene su u eksikator na hlađenje, te ponovo vagane nakon 1 sat.

Izračun vlage izvršen je prema formuli:

$$\frac{\text{gubitak težine}}{\text{početna težina}} \times 100 = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

gdje je:

M1 – masa posude i poklopca u gramima

M2 – masa posude, poklopca i sjemena prije sušenja

M3 – masa posude, poklopca i sjemena nakon sušenja

Ispitivanje vlage provedeno je u dva ponavljanja, a vlaga je izračunata kao aritmetička sredina oba ponavljanja. Vlaga sjemena izražava se u postotku s točnošću na jednu decimalu.

Čistoća sjemena ispitana je na čitavom radnom uzorku, metodom odjeljivanja čistog sjemena, sjemena drugih vrsta i korova, te vaganjem komponenata na analitičkoj vagi, iskazana je u postotku čistog sjemena.

Energija i klijavost sjemena ispitane su metodom na filter papiru. Petrijeve posudice prebrisane su 96% -tnim alkoholom, nakon čega je na dno posudice stavljen tanki sloj vate i na njega filter papir. Podloga je navlažena 2 % -tnom otopinom KNO<sub>3</sub>. Sjeme je pincetom stavljano na podlogu u pravilnom rasporedu, tako da klica ima dovoljno mjesta za razvoj.

Ispitivanje je provedeno u četiri ponavljanja po 50 sjemenki. U ispitivanju je korišten predtretman za prekidanje dormancije sjemena koji je različit kod ispitivanih vrsta.

Predtretman kod crnjike: sjeme na podlozi stavljeno je u hladnjak na 5 °C u trajanju od 5 dana. Nakon toga je premješteno u tamu, na istu temperaturu isto slijedećih 14 dana. Predtretman kod crnog kima: sjeme na podlozi stavljeno je u hladionik na 5 °C u trajanju od 5 dana. Nakon predtretmana posudice su premještene u komoru za naklijavanje, sa konstantom temperaturom 25 °C, te izmjenu svjetla i tame svakih 12 sati. Nakon 7 dana utvrđena je energija klijanja, a nakon 21 dan klijavost sjemena. Prosjek normalnih klijanaca, nemormalnih klijanaca (slika 16.) i mrtvog sjemena izračunat je kao aritmetička sredina četiri ponavljanja.



Slika 16. Nenormalni klijaneci crnog kima

*Foto: D. Horvat, 2012.*

Za određivanje mase 1000 sjemenki odbrojeno je 4 x 100 sjemenki radnog uzorka, izvagano na analitičkoj vagi, a rezultat je aritmetička sredina četiri ponavljanja pomnožena sa 100. Masa 1000 sjemenki kod ispitivanih vrsta ne prelazi 10 g, pa se rezultat prikazuje kao cijeli broj s preciznošću na četiri decimale.

Zdravstvena ispravnost sjemena ispitana je metodom ocjenjivanja zdravstvenog stanja sa inkubacijom, na filter papiru. Petrijeve posudice prebrisane su 96 % - tnim alkoholom, te je na dno postavljen dvostruki sloj filter papira navlažen destiliranom vodom. Na podlogu su poslagane sjemenke u pravilnom rasporedu, na udaljenost 1 - 2 cm jedna od druge, 50 sjemenki u četiri ponavljanja. Sjeme na podlozi stavljeno je u komoru za ispitivanje zdravstvenog stanja na temperaturu 20 °C, uz izmjenično osvjetljenje (12 sati tama, 12 sati svjetlo u spektru 320 – 420 nm). Nakon inkubacije od 10 dana provedena je determinacija patogena. Pregledom sjemena pod stromikroskopom (Zeiss Stemi 2000 C), koristeći povećanja od 20 – 100 x, vršena je determinacija prisutnih gljivica na osnovu konidija i

konidiofora, ili samog tijela gljive (micelija). Ostali patogeni determinirani su na osnovi izgleda spora prema Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi (Mathur i Kongsdal., 2003), pregledom preparata pod mikroskopom Axiostar (Zeiss), uz povećanje 40, 80, i 100 x. Zdravstveno stanje izračunato je kao aritmetička sredina postotka bolesti sve četiri probe. Zaraza sjemena izražena je abecednim redom latinskih naziva patogena i postotkom zaraze.

Nakon provedenih ispitivanja kakvoće sjemena (tablica 2.), ustanovljeno je da je ona kod sjemena prvog uzorka crnog kima loša, što je bilo i očekivano jer je nabavljeno sjeme imalo miris po pljesni, a izvor sjemena nije upućivao da je riječ o pravom sjemenu već o sjemenu za preradu. Utvrđena je niska klijavost sjemena, te se takvo sjeme ne može koristiti za sjetvu.

Budući da u Hrvatskoj nema sjemena crnog kima, osim sjemena koje je prvobitno nabavljeno, sjeme je uvezeno iz Egipta, te je uspoređeno je sa uzorkom sjemena crnog kima iz kolekcije sjemena ZSR, pomoću steromikroskopa Zeiss Stemi 2000 C pod povećanjem od 20 X. Pregledom je ustanovljeno da nema odstupanja u izgledu sjemena. Proveden je postupak ispitivanja svojstava kakvoće sjemena prema opisanim metodama, a ispitivanje energije i klijavosti uz metodu na filter papiru provedeno je i test metodom ispitivanja u pijesku (slika 17). Ova metoda koristi se kako bi se potvrdio rezultat klijavosti dobiven metodom na filter papiru. Predtretman, broj dana predviđen za naklijavanje i temperatura su jednaki kao i kod metode na filter papiru, samo je podloga pijesak. U posudu se stavi sloj navlaženog pijeska, na koji se pravilno poredaju sjemenke, te se pokriju tanjim slojem pijeska. Posuda se stavlja u najlonsku vrećicu u hladionik i nakon pet dana u komoru za naklijavanje. Pijesak korišten u ovoj metodi sterilizira se na temperaturi 100 °C 12 sati.



Slika 17. Klijanje sjemena crnog kima u pijesku

*Foto: D. Horvat, 2012.*

Tablica 2. Rezultati analize kakvoće sjemena za sjetvu pokusa

	<b>NIGELLA DAMASCENA-CRNJIKA</b>		<b>NIGELLA SATIVA-CRNI KIM</b>		<b>NIGELLA SATIVA-CRNI KIM</b>	
PODRIJETLO	Semenarna d.o.o.		Egipat – distributer iz Hrvatske		Egipat- direktan uvoz	
Masa 1000 sjemenki	2,3453		2,0783		2,9362	
Vlaga sjemena (%)	6,42		6,52		6,75	
Čistoća sjemena (%)	97,8		97,6		98,9	
Energija klijanja (%)	58,5		0		85	
Klijavost sjemena (%)	96		24		85	
Zdravstveno stanje sjemena	Naziv gljive	%	Naziv gljive	%	Naziv gljive	%
	<i>Alternaria alternata</i>	11	<i>Alternaria alternata</i>	19	<i>Alternaria alternata</i>	1
	<i>Cladosporium sp.</i>	9	<i>Aspergillus sp.</i>	0,5		
	<i>Gonatotryps sp.</i>	2	<i>Cladosporium sp.</i>	3		
	<i>Penicillium sp.</i>	1	<i>Rhizophus sp.</i>	2		
	<i>Trichoderma harzianum</i>	2,5				

Energija klijanja sjemena crnjike je 58,5 % što upućuje na činjenicu da se radi o starom sjemenu, te je potrebno provesti gušću sjetvu, iako je klijavost sjemena 96%. Ako sjeme ne dođe u idealne uvjete neravnomjerno će nicati. Postotak zaraze bolestima potvrđuje činjenicu da se radi o starom sjemenu (tablica 2.).

Sjeme crnog kima porijeklom iz Egipta, nabavljeno od domaćeg proizvođača ulja, osim loše energije klijanja i klijavosti, ima izrazito nisku masu 1000 sjemenki za ovu vrstu. Sjeme uvezeno iz Egipta ima zadovoljavajuća svojstva kakvoće sjemena za sjetvu. Sjeme korišteno u sjetvi 2012. godine pohranjeno je na temperaturu 5°C, te je prije sjetve u 2013. godini ponovo ispitana energija i klijavost sjemena. Kod crnjike ispitana energija klijanja bila je 55%, klijavost sjemena 90%. Kod crnog kima ispitana energija klijanja bila je 79%, klijavost sjemena 81%.

### 3.1.2. Postavljanje pokusa, praćenje vegetativnih faza razvoja i njega usjeva

Prije postavljanja pokusa uzeti su pojedinačni uzorci tla sa svake parcele, a od njih su standardnom metodom formirani prosječni uzorci. U agrokemijskom laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima ispitana slijedeća svojstva tla:

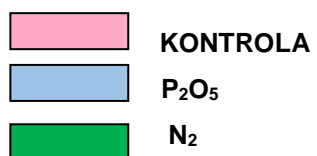
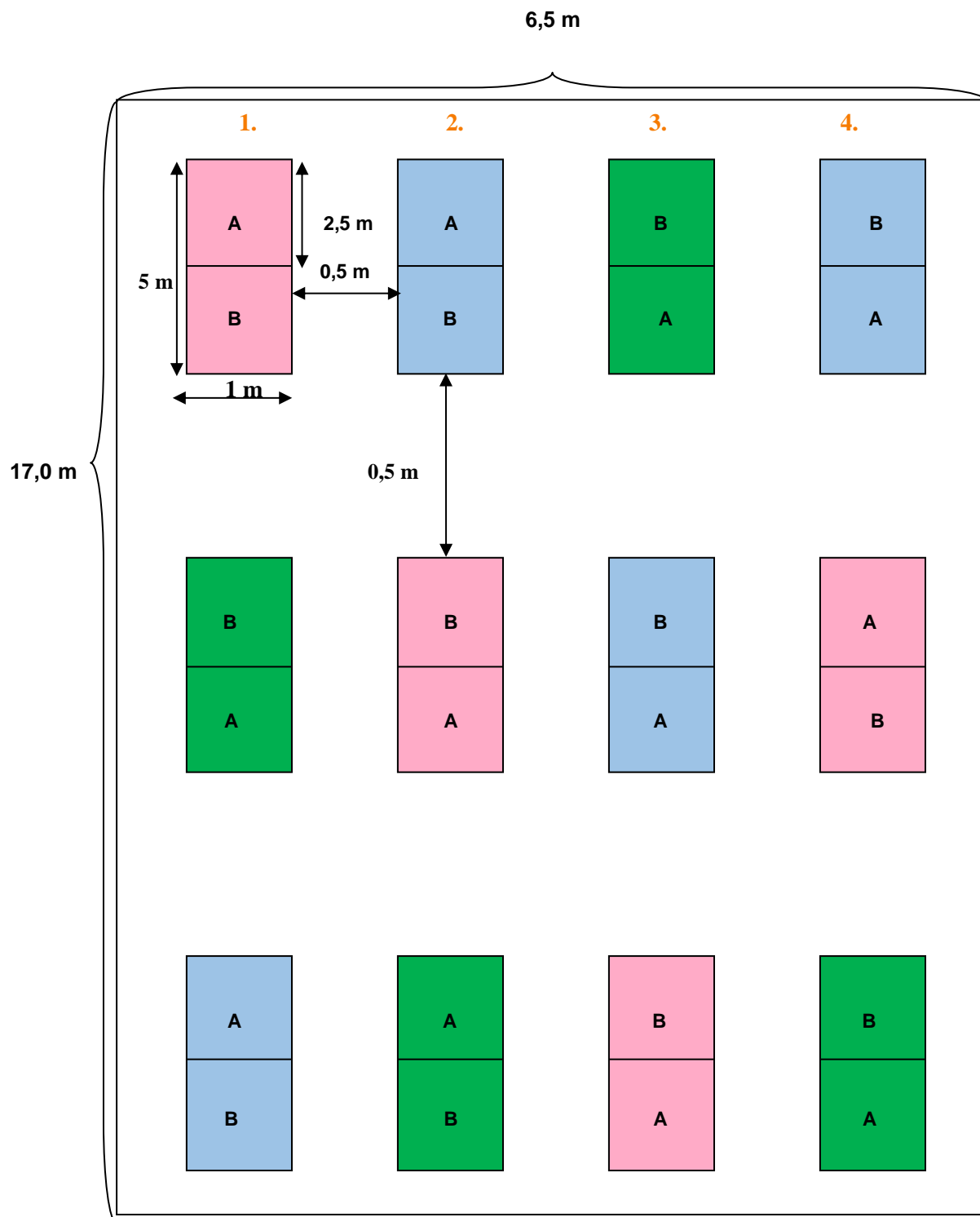
- a) pH – reakcija tla -
  - reakcija tla u 1 M KCl-u i vodi prema ISO 10390:2005
  
- b) humus
  - metoda po Turinu (ISO 10694:1995)
  
- c) ukupni dušik
  - metoda po Kjeldahlu (ISO 11261:2004)
  
- d) fosfor i kalij
  - Egner-Riehm-Domingo (Enger i sur., 1960)

Pokus je postavljen na površinama Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima. Istovjetni višefaktorijski pokus postavljen je s dvije biljne vrste crnjika (*N. damascena*) i crni kim (*N. sativa*).

Faktori u istraživanju su:

1. A - uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor i otvoreno)
2. B - godina uzgoja (2012 i 2013)
3. C - gnojidba (negnojeno, gnojeno dušikom u količini 30 kg·ha<sup>-1</sup> ili fosforom u količini 30 kg·ha<sup>-1</sup>)

Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja (shema 2.)



A - *Nigella sativa* (crni kim)  
 B - *Nigella damascena* (crnjika)

Shema 2. Nacrt pokusa

Pokusna površina na otvorenom postavljena je na kolekcijskom polju, čija namjena je uzgoj sjemena starih sorti povrća. Veličina kolekcijskog polja je 2 750 m<sup>2</sup>, tlo je redovito obrađivano bez upotrebe herbicida. Pokusna površina je u 2012. godini postavljena na sredini kolekcijskog polja, a u 2013. godini na donjem dijelu kolekcijskog polja. Rezultati analize tla pokazuju da je tlo na sredini kolekcijskog polja neutralne reakcije, umjereno humusno, umjereno opskrbljeno dušikom, dobro opskrbljeno fosforom i umjereno opskrbljeno kalijem (tablica 3).

Tablica 3. Rezultati kemijske analize tla kolekcijskog polja u 2012.

Lokacija	Depth (cm)	pH		% humusa	N (%)	AL – method Mg/100 g tla	
		H <sub>2</sub> O	1M KCL			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Kolekcijsko polje 2012	0-30	7,25	6,70	2,47	0,18	25,57	12,22

Tlo na kojem je provedena sjetva u 2013. je slabo kisele reakcije, umjereno humusno, umjereno opskrbljeno dušikom, dobro opskrbljeno fosforom i dobro opskrbljeno kalijem (tablica 4).

Tablica 4. Rezultati kemijske analize tla kolekcijskog polja u 2013.

Lokacija	Depth (cm)	pH		% humusa	N (%)	AL – method Mg/100 g tla	
		H <sub>2</sub> O	1M KCL			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Kolekcijsko polje 2013	0-30	6,46	5,67	2,18	0,16	24,29	16,25

Za uzgoj u zaštićenom prostoru korišten je negrijani plastenik kosog tipa, veličine 260 m<sup>2</sup> s bočnim i krovim prozračivanjem. Temperatura u plasteniku može se podesiti na željenu temperaturu, u slučaju da je temperatura na otvorenom prostoru niža od zadane plastenik se zatvara, kad je viša plastenik se otvara prvo bočno, a zatim i krovno. U plasteniku je vršena redovita obrada tla bez primjene herbicida. Pokusna površina je u 2012. godini postavljena na lijevoj strani plastenika, a u 2013. na desnoj strani. Temeljem rezultata analize tla u 2012. utvrđeno je da se radi o tlu jako dobrih prirodnih karakteristika plodnosti,

veoma povoljne (slabo kisele) reakcije sa dobrim i zadovoljavajućim sadržajem humusa i ukupnog dušika, bogato opskrbljeno fosforom i kalijem (tablica 5).

Tablica 5. Rezultati kemijske analize tla u plasteniku 2012.

Lokacija	Depth (cm)	pH		% humusa	N (%)	AL – method Mg/100 g tla	
		H <sub>2</sub> O	1M KCL			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Plastenik 2012	0-30	6,58	6,04	3,03	0,24	27,14	17,10

Tlo na kojem je postavljen pokus u 2013. je slabo kisele reakcije, umjereno humusno, umjereno opskrbljeno dušikom i dobro opskrbljeno fosforom i kalijem (tablica 6).

Tablica 6. Rezultati kemijske analize tla u plasteniku 2013.

Lokacija	Depth (cm)	pH		% humusa	N (%)	AL – method Mg/100 g tla	
		H <sub>2</sub> O	1M KCL			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Plastenik 2013	0-30	7,31	6,67	2,82	0,20	25,11	15,22

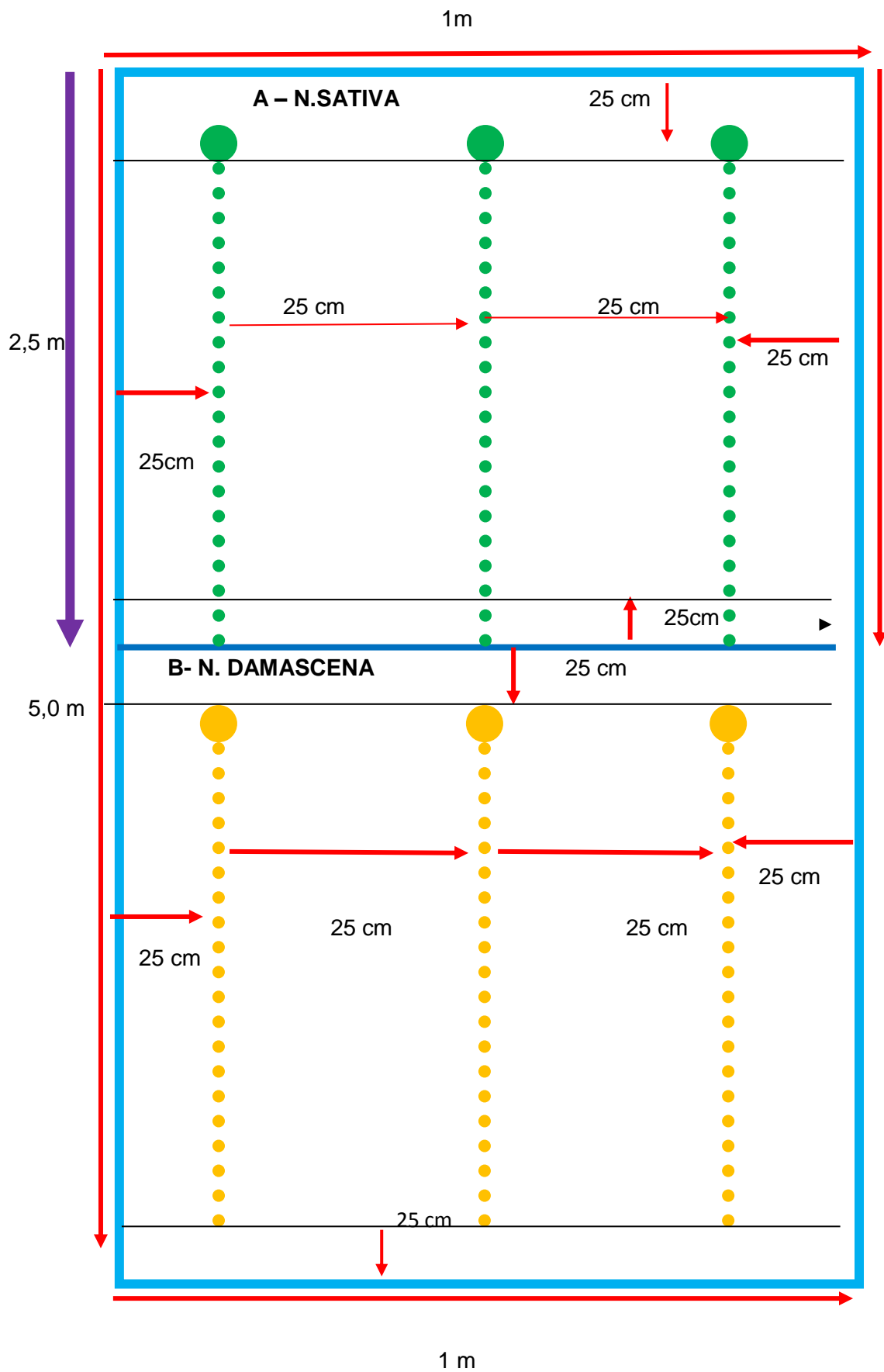
Tip tla je u oba načina uzgoja i obje godine istraživanja, pseudoglej sa sljedećim karakteristikama: po dubini teksturo lagana glina, srednjeg kapaciteta za vodu u svim horizontima.

Prije sjetve na kolekcijском polju izvršeno je plitko oranje, nakon toga fina obrada tla motorkultivatorom. U plasteniku je tlo ručno preštihano, te je usitnjeno motorkultivatorom. Formirano je 12 pokusnih parcela na otvorenom prostoru i 12 u plasteniku, što tvori 24 kombinacije od kojih je svaka zastupljena sa 60 biljaka. Veličina pokusne površine je 110, 5 m<sup>2</sup>, a pokusne parcele 5 m<sup>2</sup>. Gnojivo je uneseno predsetveno i grabljama inkorporirano u tlo. Provedene su tri razine gnojidbe: negnojeno, gnojeno dušikom i gnojeno fosforom u u količini od 30 kg·ha<sup>-1</sup> pojedinog gnojiva. Za gnojidbu dušikom korištena je urea, a za gnojidbu fosforom triplex.

Pokusne parcele podijeljene su na dvije podparcele od 2,5 m<sup>2</sup>, na koje su sijane istraživane vrste prema shemi 2., s razmakom između vrsta 0,5 m. Sjeme je sijano ručno, u tri reda s



međurednim razmakom 25 cm (shema 3.), na dubinu 3 - 5 cm. Kod sitno sjemenih vrsta česta je razlika između poljske i laboratorijske klijavosti koja nastaje uslijed nepovoljnih uvjeta nicanja (kolebanje temperature, nedostatak ili suvišak vode), te je sjetva u redove vršena na razmak 2 cm, pri čemu je norma sjetve je kod crnog kima  $3,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a kod crnjike  $2,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nakon sjetve sjeme je prekriveno tankim slojem supstrata Potgrond P tvrtke Klasmann, kako ne bi došlo do stvaranja pokorice koja otežava ravnomjerno nicanje. Sve pokusne parcele su nakon sjetve povaljane valjkom.



Shema 3. Nacrt pokusne parcele

Sjetva u zaštićenom prostoru provedena je 12. svibnja 2012. godine. Nakon sjetve, a prije nicanja pokusne parcele zalijane su zaljevačama, utrošeno je 10 l vode na jednu pokusnu parcelu (5 m<sup>2</sup>). Biljke su ravnomjerno nikle 22. svibnja na svim pokusnim parcelama (slika 18).



Slika 18. Nicanje biljaka u zaštićenom prostoru u 2012.

*Foto: D. Horvat, 2012.*

Prorjeđivanje biljaka na razmak 10 cm u redu vršeno je u fazi tri lista (05. lipnja 2012.). Nakon proređivanja obje istraživane vrste bile su zastupljene sa 720 biljaka u zaštićenom prostoru i na otvorenom. Zbog intenzivnog rasta i grananja kod crnog kima izvršeno je ogrtanje biljaka da ne bi došlo do poljeganja. Korovi su odstranjivani mehaničkim putem – kopanjem. Prvi cvjetovi javili su se kod crnog kima 22. lipnja 2012., a puna cvatnja uslijedila je kroz 10 dana, 02. srpnja 2012. (tablica 7). Cvatnja se odvijala ravnomjerno na svim pokusnim parcelama.

Cvatnja crnjike započela je 12. srpnja 2012., a najintenzivnija je bila nakon 10 dana, u periodu između 22. – 30. srpnja (tablica 8).

Kod obje istraživanje vrste tobolci su sa završetkom cvatnje već formirani, a pod pojmom zrioba tobolaca smatran je period u kojem sjeme u tobolcima poprima crnu boju i kod trešnje tobolaca čujemo zvuk šuštanja. Biljke su zalijevane tijekom svibnja svaka tri dana, pa je na pokusnu parcelu (5 m<sup>2</sup>) utrošeno je 20 l vode, nakon upijanja postupak je ponovljen sa istom količinom vode. Tijekom lipnja biljke su zalijevane svaka 3 dana, a tijekom srpnja i kolovoza svakih 4 dana na isti način uz utrošak iste količine vode po m<sup>2</sup>. Zrioba tobolaca crnog kima

započela je 15. kolovoza 2012., a zreli tobolci rezani su od 22. - 28. kolovoza. (tablica 7). Zrioba tobolaca crnjike počela je 27. kolovoza, tobolci su rezani u periodu od 02. – 03. rujna (tablica 8).

Sjetva na otvorenom provedena je 18. svibnja 2012. Nakon sjetve, pala je obilna kiša, biljke su počele nicati 29. svibnja, a nicanje se nastavilo do 03. lipnja (tablica 7., 8). Između nicanja i cvatnje korovi su odstranjivani mehanički dva puta. Cvatnja je prvo započela kod crnog kima, 22. lipnja, a puna cvatnja je bila između 01 – 07. srpnja (tablica 7., slika 19). Crnjika je najintenzivnije cvala u periodu između 10. – 20. srpnja (slika 21). Cvatnja je kod obje vrste bila ravnomjerna. Zrenje tobolaca crnog kima započelo je 28. srpnja, a rezidba je povedena od 05. - 10. kolovoza u fazi kad je bilo zrelo 70 % tobolaca (slika 20.). Zrenje tobolaca crnjike počelo je 10. kolovoza (slika 22.), a tobolci rezani su od 18.08 - 22. kolovoza.

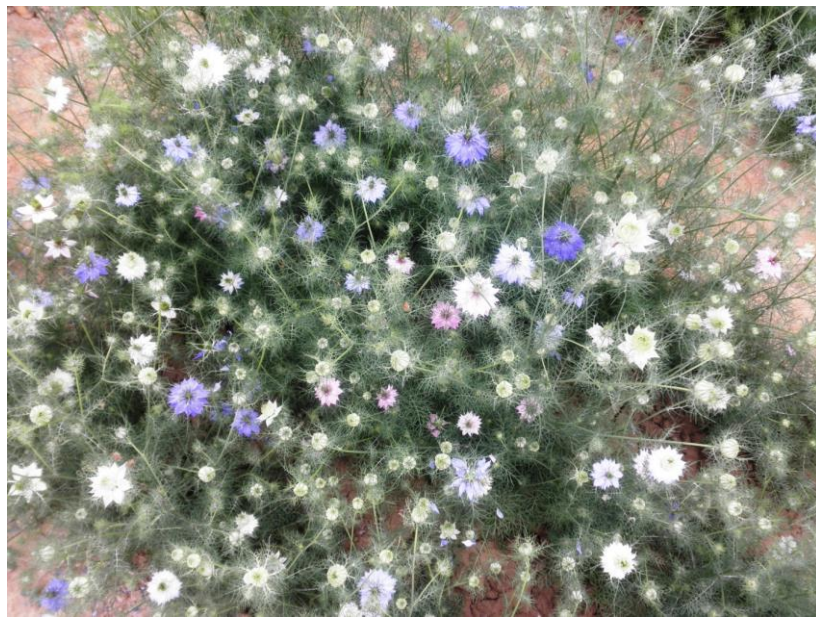


Slika 19. Puna cvatnja crnog kima

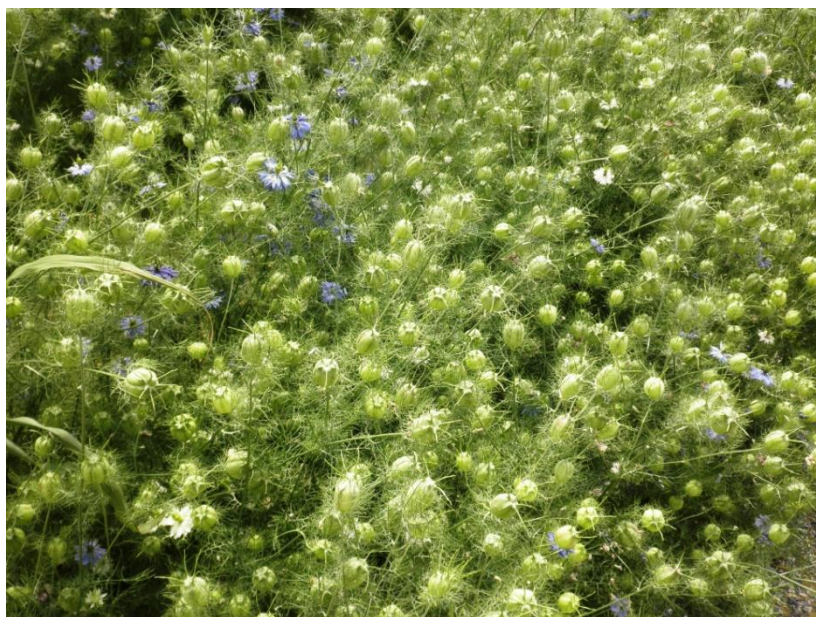
*Foto: D. Horvat, 2012.*



Slika 20. Zreli tobolci crnog kima  
*Foto: D. Horvat, 2012.*



Slika 21. Puna cvatnja crnjike  
*Foto: D. Horvat, 2012.*



Slika 22. Crnjika u fazi formiranja tobolaca

*Foto: D. Horvat, 2012.*

U 2013. godini tlo je na otvorenom i u zaštićenom prostoru pripremljeno na isti način kao i u prvoj godini istraživanja. Pokusne parcele postavljene su prema shemi 2., broj redova i razmak između redova prema shemi 3. Sjetva je u zaštićenom prostoru provedena 02. svibnja 2013. Biljke su ravnomjerno nikle nakon 11 dana, 12. svibnja (tablica 7.,8). Nakon nicanja, u fazi tri lista biljke su prorijeđene na razmak 10 cm u redu. Prije cvatnje pokusne parcele su okopane, a biljke su ogrnute. Cvatnja crnog kima započela je 30. svibnja 2013., a najintenzivnija je bila u periodu od 05. - 15. lipnja (tablica 7.). Cvatnja crnjike započela je 01. srpnja, a u periodu od 07. – 15. srpnja, intenzitet cvatnje bio je najjači, gotovo sve biljke bile su u cvatu (tablica 8.). Zrenje tobolaca crnog kima započelo je 03. kolovoza 2013., a tobolci su rezani od 06. - 10. kolovoza. Tobolci crnjike počeli su mijenjati boju 13. kolovoza, a rezani su kroz četiri dana od 18.- 22. kolovoza.

Na kolekcijskom polju je sjetva obavljena 10. svibnja 2013., po istoj shemi kao i u zatvorenom prostoru. Nakon sjetve, a prije nicanja pokusne parcele zalijane su zaljevačama jednom uz utrošak vode od 5 l po pokusnoj parceli. Biljke su ravnomjerno nikle 23. svibnja. Nakon nicanja stvorila se pokorica koja je razbijena ručnim kultivatorom sa zvjezdastom osovinom. Uslijedilo je ubrzano nicanje korova koji su okopavani dva puta do cvatnje. Cvatnja crnog kima započela je 12. lipnja 2013., a najintenzivniji period cvatnje bio je između 20. – 26. lipnja. Crnjika je počela s cvatnjom 24. lipnja, a intenzivna cvatnja bila je u periodu od 30. lipnja i 10. srpnja. Zrioba tobolaca crnog kima počela je 20. kolovoza, a

rezani su 29. kolovoza do 01. rujna. Početak zriobe tobolaca kod crnjike zamijećen je 26. kolovoza, a tobolci su rezani u periodu od 02. - 05. rujna.

Pojave bolesti i štetnika nije bilo ni u zatvorenom prostoru, ni na otvorenom, ni u jednoj istraživanoj godini.

Rokovi sjetve u zaštićenom prostoru i na otvorenom prostoru prilagođeni su u obje istraživane godine mogućnostima obrade tla s obzirom na klimatske prilike, količinu oborina i temperaturu zraka.

### 3.2. Morfometrijska mjerenja

U vegetacijskom razdoblju 2012. i 2013. na biljkama (na 20 biljaka srednjeg reda sa svake pokusne parcele) izmjerena su slijedeća morfološka svojstva:

- a) visina biljke (cm)
- b) broj cvjetnih grana
- c) broj tobolaca po biljci

a) Visina biljke – visina biljke mjerena je u razdoblju cvatnje kad su biljke postigle maksimalnu visinu. Mjerenje je izvršeno drvenim građevinskim metrom od baze biljke do najviše cvjetne grane.

b) Broj cvjetnih grana – utvrđen je brojanjem primarnih i sekundarnih cvjetnih grana. Grananje biljaka počinjalo je od baze (primarne cvjetne grane), a u donjoj trećini biljke iz primarnih grana tjerale su sekundarne cvjetne grane (slika 23). Grane su brojane u cvatnji biljaka (tablica 7. i tablica 8).



Slika 23. Grananje crnjike

*Foto: D. Horvat, 2012.*

(p – primarne grane, s – sekundarne grane)

- c) Broj tobolaca po biljci – tobolci su brojeni kod obje vrste prilikom berbe (rezanja). Nisu brojeni tobolci koji su bili nerazvijeni i u njima nije bilo sjemena (deformirani tobolci).

### 3.3. Određivanje boje cvijeta

U cvatnji je određivana boja cvijeta kod obje istraživane vrste. Boje cvijeta određivane su prema RHS Color card. Kod crnog kima određivane su promjene boje cvijeta od početka do završetka cvatnje. Crnjika cvala je u više boja, ali nije određivana zastupljenost pojedinih boja, već samo boje cvijeta koje su se javile u cvatnji.

### 3.4. Određivanje duljine trajanja vegetacijskog ciklusa i broja dana za formiranje tobolaca

Tijekom uzgoja praćeno je trajanje vegetacijskog ciklusa kroz fenofaze razvoja biljaka: nicanje, cvatnja i zrioba tobolaca. Fenofaze su praćene u zaštićenom prostoru i na otvorenom u obje godine istraživanja na svim pokusnim parcelama.



Tablica 7. Kronološki prikaz vegetativnih faza razvoja crnog kima prema načinu uzgoja i godini

NAČIN UZGOJA	GODINA	SJETVA	NICANJE	CVATNJA	BERBA
U ZAŠTIĆENOM	2012	12.05.	22.05.	02.07.	22.08.
	2013	02.05.	12.05.	05.06.	06.08.
NA OTVORENOM	2012	18.05.	29.05.	01.07.	05.08.
	2013	10.05.	23.05.	20.06.	29.08.

Tablica 8. Kronološki prikaz vegetativnih faza razvoja crnjike prema načinu uzgoja i godini

NAČIN UZGOJA	GODINA	SJETVA	NICANJE	CVATNJA	BERBA
U ZAŠTIĆENOM	2012	12.05.	22.05.	22.07.	02.09.
	2013	02.05.	12.05.	07.07.	22.08.
NA OTVORENOM	2012	18.05.	29.05.	10.07.	18.08.
	2013	10.05.	23.05.	30.06.	02.09.

U punoj cvatnji određivan je i broj dana potrebnih za formiranje tobolaca kod obje vrste. Trakicama je označeno 20 cvjetova na biljkama srednjeg reda na svim pokusnim parcelama, te je praćen broj dana do formiranja tobolca. Broj dana izračunat je kao prosjek broja dana kod svih cvjetova, za svaku pokusnu parcelu.

### 3.5. Određivanje sastavnica uroda sjemena

U periodu zriobe sjemena u obje istraživanje godine određivane su slijedeće sastavnice uroda sjemena u zatvorenom prostoru i na otvorenom na 20 biljaka srednjeg reda sa svake pokusne parcele:

- a) broj sjemenki u tobolcu
- b) urod sjemena po biljci (g)
- c) urod sjemena po pokusnoj parceli (g)

a) Broj sjemenki u tobolcu - za određivanje broja sjemenki u tobolcu rezano je 20 tobolaca sa biljaka u srednjem redu na svakoj pokusnoj parceli. Svaki tobolac je stavljan u posebnu papirnatu vrećicu sa oznakom biljke sa koje je rezan da bi se odvaga sjemena pribrojila urodu sjemena po biljci. Određivanje točnog trenutka berbe od presudnog je značaja za dobivanje točnih rezultata, jer se tobolci vrste crnjika brzo otvaraju, te dolazi do gubitka sjemena. Rezidba je obavljana u dopodnevnim satima, kad nije bilo rose ni jakog sunca. Tobolci su stavljeni u papirnate vrećice sa oznakom biljke sa koje su skinuti. U laboratoriju Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima (VGUK) skalpelom su rezani vrhovi tobolaca (slika 24.), a sjeme je sipano na bijeli laboratorijski stol, nakon čega su izbrojene sjemenke iz svakog tobolca.



Slika 24. Rezani tobolci crnjike

*Foto: Dijana Horvat, 2013.*

b) Urod sjemena po biljci - zreli tobolci sa 20 biljaka srednjeg reda rezani su u papirnate vrećice, na kojoj se nalazila oznaka pokusne parcele i broj biljke. U laboratoriju VGUK provedeno je čišćenje sjemena korištenjem laboratorijskih sita i ispuhivanjem. Tobolci crnjike gnječeni su rukama u plastičnoj posudi, a tobolci crnog kima trgani su po šavu.

Ostaci tobolaca sa sjemenom ručno su prosijavani na duguljastim sitima sa otvorima veličine 1,8 x 2,0 mm. Ispod sita ostajalo je sjeme i primjese, a na situ ostaci tobolaca sa malom količinom sjemena. Ostaci tobolaca prosijavani su na okruglom situ promjera 3 mm, da se iz njih istrese sve sjeme. Nakon toga su obje dobivene frakcije prosijavane na duguljastim sitima veličine 1,0 mm x 1,2 mm, kako bi se sjeme očistilo od sitnih čestica tobolaca. Na situ je ostalo čisto sjeme, sa sitnim primjesama. Sjeme je stavljano u posudice od bambusa i puhanjem su otklonjene sve inertne tvari. Urod sjemena po biljci (g) određen je vaganjem očišćenog sjemena sa svake biljke kojoj je dodano sjeme iz tobolaca koji su korišteni za određivanje broja sjemenki u tobolcu.

- c) Urod sjemena po pokusnoj parceli - urod sjemena po pokusnoj parceli izračunat je na osnovu uroda svih biljaka sa pokusne parcele. Rezani su tobolci sa prvog i trećeg reda i stavljani u papirnate kutije obložene papirom (slika 25.).



Slika 25. Berba tobolaca crnjojke

*Foto: Dijana Horvat, 2013.*

Tbolci u kutijama su pohranjeni na hladno, tamno i prozračno mjesto. Čišćenje sjemena svih pokusnih parcela provedeno je u toku 5 dana, na isti način kako je i čišćeno sjeme za određivanje uroda po biljci. Na osnovu uroda sjemena po pokusnoj parceli izračunat je urod po hektaru i izražen u kg.

### 3.6. Ispitivanje svojstava kakvoće sjemena

U svrhu određivanja vlage sjemena i mase 1000 sjemenki odmah nakon berbe sa svake pokusne parcele očišćeni su radni uzorci sjemena, te su navedena svojstva kakvoće sjemena ispitana u roku 24 sata od berbe sjemena.

Nakon čišćenja cijele količine sjemena ispitana su slijedeća svojstva kakvoće sjemena za svaku pokusnu parcelu :

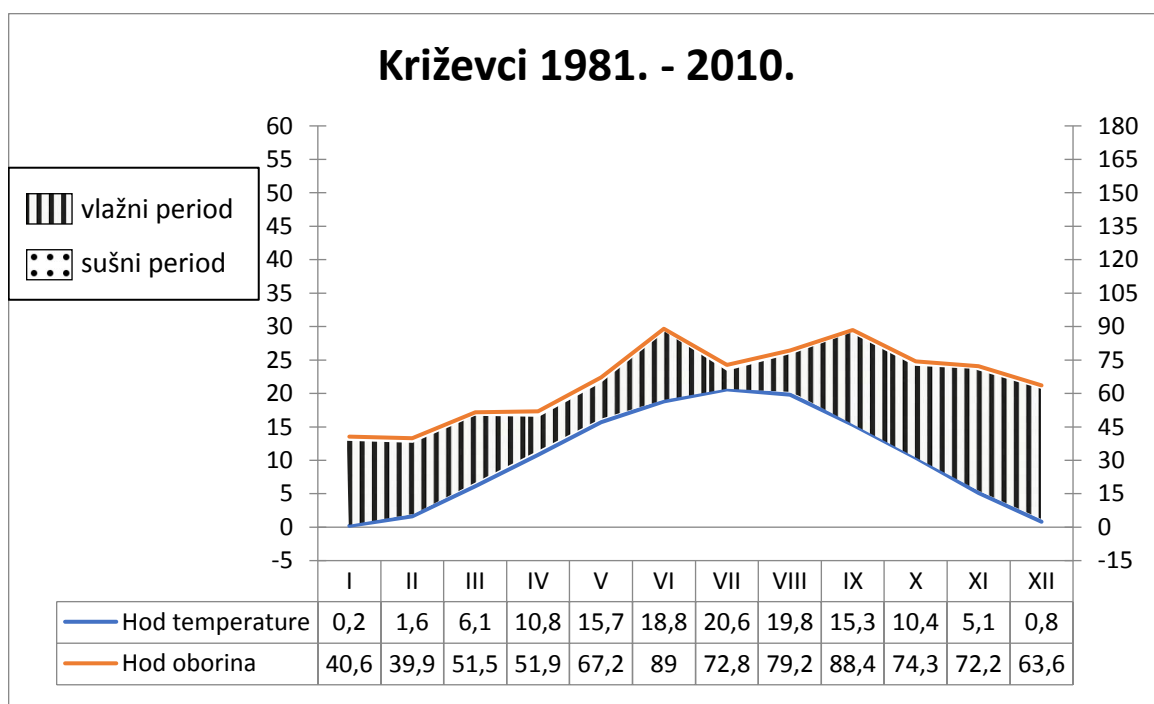
- a) energija klijanja
- b) klijavost sjemena
- c) zdravstveno stanje sjemena

Metodika ispitivanja kakvoće sjemena opisana je u poglavlju (3.1.1.)

### 3.7. Klimatski uvjeti

Klimatski uvjeti praćeni su tijekom cijele godine u obje godine istraživanja. Bilježene su srednje dnevne temperature zraka i količine oborina, iz čega su izračunate srednje mjesečne temperature zraka i ukupne mjesečne količine oborina. Klimatski podaci bilježeni su na meteorološkoj stanici u Križevcima udaljenoj 105 m od pokusne površine. Klimatske prilike u obje istraživane godine uspoređene su sa višegodišnjim prosjekom u razdoblju od 1981. – 2010. godine.

Tijekom višegodišnjeg razdoblja (1981 – 2010) srednja godišnja temperatura za Križevce 10,4 °C, a srednja godišnja količina oborina 65,88 mm. Najniža mjesečna temperatura izmjerena je u siječnju 0,2 °C (temperaturni minimum), dok je najtopliji mjesec bio srpanj 20,6°C (temperaturni maksimum) (grafikon 1.). Najveća prosječna količina oborina zabilježena je u lipnju 89 mm, a najsušniji mjesec bila je veljača sa 39,9 mm (grafikon 1).



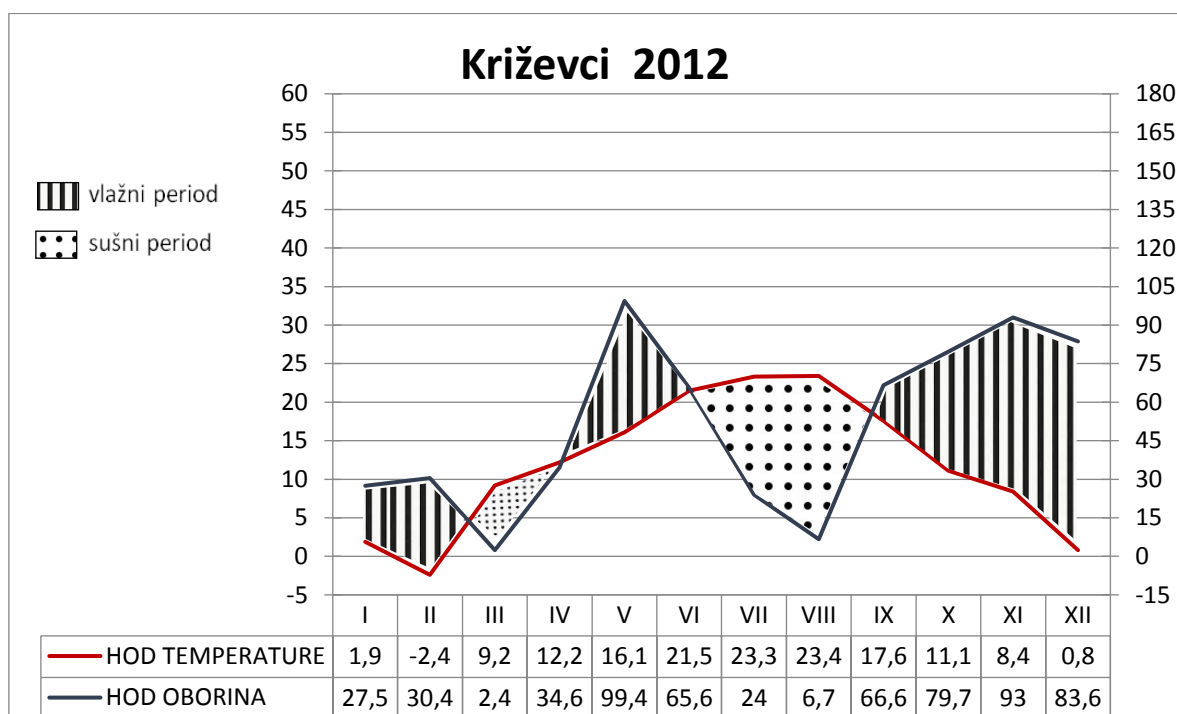
Grafikon 1. Prosječne mjesečne temperature zraka (C°) i količine oborina za Križevce u periodu 1981 – 2010. godine

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

Temperatura zraka i količina oborina su meteorološki elementi koji sudjeluju u formiranju klime, i elementi pomoću kojih se ocjenjuje klima za poljoprivredne svrhe. Jedna od najčešćih podjela klime, je podjela klimatskih oblasti i humidnosti na osnovu Langovog

kišnog faktora (Kf), koji je definiran kao omjer između godišnje sume oborina u mm i srednje godišnje temperature zraka u °C (Dadaček i Peremin Volf, 2008). Na osnovi Langovog kišnog faktora (Kf = 76,5) klima u Križevcima prema višegodišnjem prosjeku temperature zraka i količine oborina je humidna (h). Srednja vrijednost godišnje sume oborina je 790,6 mm, najviše oborina palo je u lipnju (proljetni maksimum) i u rujnu (jesenski maksimum), dok je najmanje oborina palo u siječnju i veljači.

Klimatske prilike u 2012. godini prikazane u grafikonu 2. razlikovale su se od višegodišnjeg prosjeka, a najveće odstupanje je u količini oborina .



Grafikon 2. Prosječne mjesečne temperature zraka (C°) i količine oborina za Križevce u 2012. godini

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

Srednja godišnja temperatura zraka u 2012. godini na području Križevaca bila je 11,9 °C što je za 1,5 °C više od višegodišnjeg prosjeka. Srednja godišnja količina oborina bila je 51,2 mm, što je manje od višegodišnjeg prosjeka za 14,68 mm (grafikon 2).

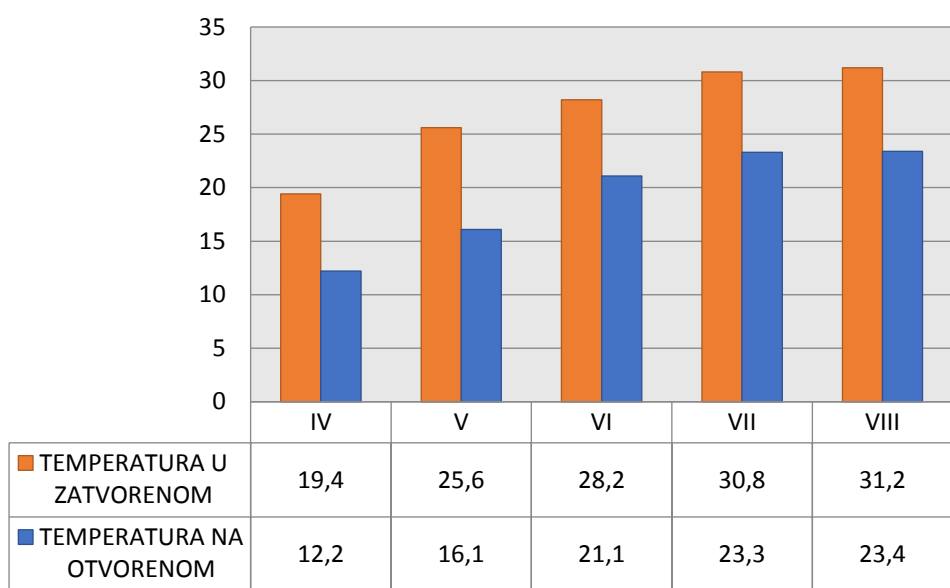
Najniža temperatura bila je u veljači -2,4 °C (temperaturni minimum), najtopliji mjeseci bili srpanj sa 23,3 °C i kolovoz 23,4 °C (temperaturni maximum), sa temperaturama višim od višegodišnjeg prosjeka za 2,6 – 2,7 °C. Najveća prosječna količina oborina pala je u svibnju 99,4 mm, a najsušniji mjesec je bio ožujak sa 2,4 mm te kolovoz sa 6,7 mm (grafikon 2).

Prema Langovom kišnom faktoru ( $K_f = 51,5$ ) oznaka klime u 2012. godini je semiaridna (sa), a iz grafikona 2. je vidljiv sušni period u ožujku i travnju, te od sredine lipnja do kraja kolovoza. Vlažni period koji je prema višegodišnjem prosjeku prisutan tijekom cijele godine, u 2012. godini zabilježen je u siječnju i veljači, od sredine travnja do sredine lipnja, te od sredine rujna do kraja godine.

U 2012. zabilježeni su klimatski ekstremi, u pogledu srednjih mjesečnih temperatura i količine oborina. Mjeseci lipanj, srpanj i kolovoz su prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda proglašeni ekstremno toplim za cijelu Hrvatsku, dok je ukupna ocjena srednjih mjesečnih temperatura za područje Koprivničko – Križevačke županije rezultirala ocjenom ekstremno toplo u usporedbi sa višegodišnjim prosjekom. Mjesec ožujak bio je ekstremno sušan na nivou cijele Hrvatske, a ljetni mjeseci (lipanj, srpanj i kolovoz) proglašeni su vrlo sušnim za područje kontinentalne Hrvatske. Prosječna količina oborina u lipnju bila je  $65,6 \text{ mm/m}^2$ , što je manje od višegodišnjeg prosjeka, dok je količina oborina u srpnju  $24 \text{ mm/m}^2$  i kolovozu  $6,7 \text{ mm/m}^2$  bila daleko ispod višegodišnjeg prosjeka (<http://klima.hr/>).

Osim srednjih mjesečnih temperatura na otvorenom, mjerene su i srednje mjesečne temperature u zaštićenom prostoru u mjesecima u kojima je provedeno istraživanje. Mjerenje je vršeno u  $7^{00}$ ,  $14^{00}$  i  $21^{00}$ , kao prosjek sva tri mjerenja izračunate su srednje dnevne, a nakon toga srednje mjesečne temperature u zaštićenom prostoru. Zaštićeni prostor (plastenik) ima ugrađen sustav samootvaranja kod temperature  $25^{\circ}\text{C}$ . Prvo se otvaraju bočne stranice, a nakon toga krovno prozračivanje. Iako je plastenik opremljen sustavom za prozračivanje, srednje dnevne temperature u istraživanom razdoblju bile su veće od temperature na otvorenom za  $7 - 10^{\circ}\text{C}$  (grafikon 3).

### Srednje dnevne temperature u zatvorenom i na otvorenom u 2012.

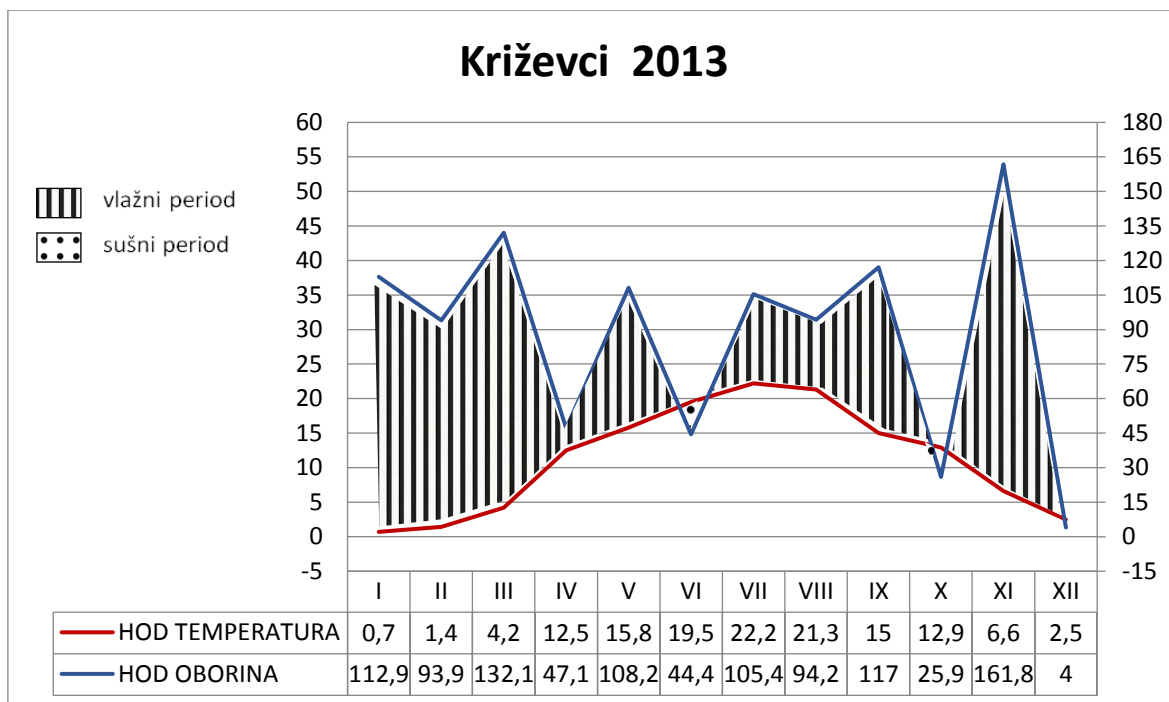


Grafikon 3. Srednje dnevne temperature zraka u zatvorenom prostoru i na otvorenom u istraživanom razdoblju 2012. godine.

Izvor: vlastito istraživanje

Klimatske prilike u 2013. godini prikazane u grafikonu 4. odstupale su od višegodišnjeg prosjeka, ali i od 2012. godine u količini oborina.





Grafikon 4. Prosječne mjesečne temperature zraka (C°) i količine oborina za Križevce u 2013. godini

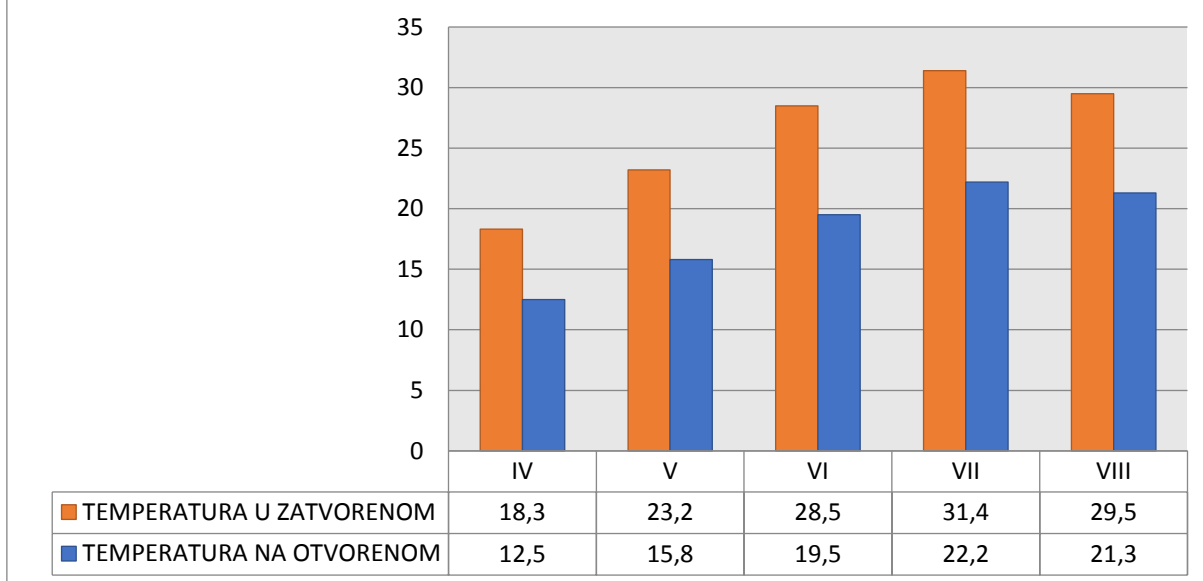
*Izvor: Državni hidrometeorološki zavod*

Srednja godišnja temperatura zraka u 2013. godini na području Križevaca bila je 11,2 °C što je za 0,8 °C više od višegodišnjeg prosjeka. Srednja godišnja količina oborina bila je 87,2 mm, što je više od višegodišnjeg prosjeka za 21,3 mm (grafikon 4.).

Najniža temperatura bila je u siječnju 0,7°C (temperaturni minimum). Najtopliji mjesec bio je srpanj 22,2°C (temperaturni maximum) što je u skladu s višegodišnjim prosjekom, iako su temperature više od višegodišnjeg prosjeka, ali manje od temperatura u 2012. godini. Najveća prosječna količina oborina bila je u studenom 161,8 mm što je za 89,6 mm više od višegodišnjeg prosjeka, a za 71,7 mm više od količine oborina u studenom 2012. Zabilježena je i ekstremna količina oborina u ožujku 132,1 mm, što je za 80,8 mm više od višegodišnjeg prosjeka, a za 129,7 mm više nego u ožujku 2012. koji je bio ekstremno sušan.

Klima u 2013. je prema Langovom kišnom faktoru ( $K_f = 84,0$ ) bila humidna. Sjeverozapadni dio Hrvatske je u 2013. godini prema srednjim dnevnim temperaturama svrstan u kategoriju vrlo toplo, a prema prosječnoj količini oborina u kategoriju vrlo kišno (<http://klima.hr.>). Količina oborina u mjesecima u kojima je provedeno istraživanje odskaka od višegodišnjeg prosjeka, i od količine oborina u 2012.

## Srednje dnevne temperature u zatvorenom i na otvorenom u 2013.



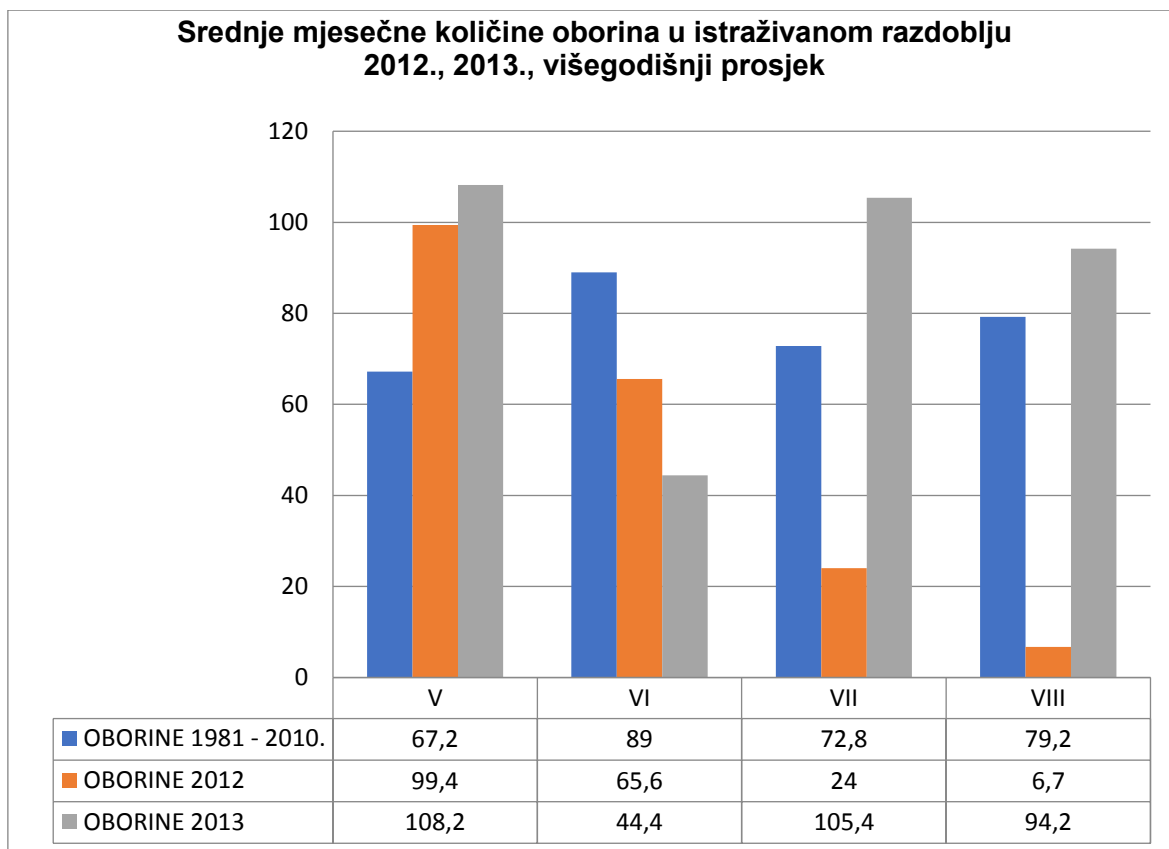
Grafikon 5. Srednje dnevne temperature zraka u zatvorenom prostoru i na otvorenom u istraživanom razdoblju 2013. godine

*Izvor: vlastito istraživanje*

Kao i u istraživanom razdoblju u 2012. godini, temperature u zaštićenom prostoru (u plasteniku) u 2013. bile su više od temperatura na otvorenom za 5 - 9 °C (grafikon 5.).

Najveća odstupanja u usporedbi sa višegodišnjim prosjekom, i između dvije istraživane godine bila su u količini oborina (grafikon 6.). Oborine u svibnju su u obje istraživane godine bile značajno više od višegodišnjeg prosjeka. U lipnju je u količina oborina bila niža od višegodišnjeg prosjeka. Srpanj i kolovoz u 2012. godini imali su ekstremno nisku količinu oborina u usporedbi sa višegodišnjim prosjekom, dok su u 2013. godini imali ekstremno visoku količinu oborina u usporedbi sa višegodišnjim prosjekom.

Klimatski ekstremi u obje istraživane godine uzrokovani su prosječnom količinom oborina u istraživanim mjesecima, dok su temperature u istraživanim mjesecima bile u skladu sa višegodišnjim prosjekom.



Grafikon 6. Usporedba srednjih mjesečnih količina oborina u istraživanom razdoblju 2012., 2013. i višegodišnjeg prosjeka

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

### 3.8. Statistička obrada podataka

Podaci prikupljeni istraživanjima uneseni su u računalni program Microsoft Excel u kojem su pripremljeni za statističku obradu. Statistički su podaci obrađeni u programu SAS 9.4 (SAS, 2012).

Za sve mjerene parametre (visina biljke, broj grana, broj tobolaca, broj sjemenki u tobolcu, prinos sjemena po biljci, prinos sjemena po ha, vlaga, masa 1000 sjemenki, energija klijanja, klijavost sjemena, zdravstveno stanje sjemena) procedurom MEANS izračunata je: srednja, minimalna i maksimalna vrijednost te standardna devijacija. Normalnost raspodjele istraživanih svojstava testirana je primjenom Shapiro-Wilk testa procedurom UNIVARIATE. Normalno distribuirane zavisne varijable analizirane su procedurom ANOVA prema slijedećem modelu (Kapš i Lamberson, 2004):

$$y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

gdje je :

$y_{ijk}$  = analizirano svojstvo,

$\mu$  = srednja vrijednost,

$A_i$  = utjecaj načina uzgoja ( $i= 1, 2$ ),

$B_j$  = utjecaj godine ( $j=1, 2$ ),

$C_k$  = utjecaj gnojidbe ( $k=1,2,3$ ),

$AB_{ij}$  = interakcija godina x način uzgoja,

$AC_{ik}$  = interakcija godina x gnojidba,

$\varepsilon_{ijkl}$  = ostatak, neprotumačeni dio

Usporedbe između srednjih vrijednosti ispitivanih skupina dobivene su primjenom Tukey-ovog testa.

Stupanj povezanosti (korelacija) ispitivanih svojstava analiziran je procedurom CORR.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Crnjika (*Nigella damascena* L.)

#### 4.1.1. Morfološka svojstva

##### 4.1.1.1. Visina biljke

Prema rezultatima istraživanja najveći utjecaj na visinu biljaka imao je uzgoj u zaštićenom prostoru i gnojidba dušikom i fosforom, dok godina nije statistički značajno utjecala na ovo svojstvo (tablica 9).

Tablica 9. Prosječne visine biljaka crnjike (cm) s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina			Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013	Ø	N	P	
Zaštićeno	52,791	48,783	43,250	57,338	51,775	50,788 <sup>a</sup>
Otvoreno	45,316	45,208	37,700	50,163	47,925	45,263 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	49,054 <sup>n.s.</sup>	46,996 <sup>n.s.</sup>	40,475 <sup>B</sup>	53,750 <sup>A</sup>	49,850 <sup>A</sup>	48,025

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 10. Prikaz rezultata analize varijance za visinu biljaka prema izvorima varijabilnosti

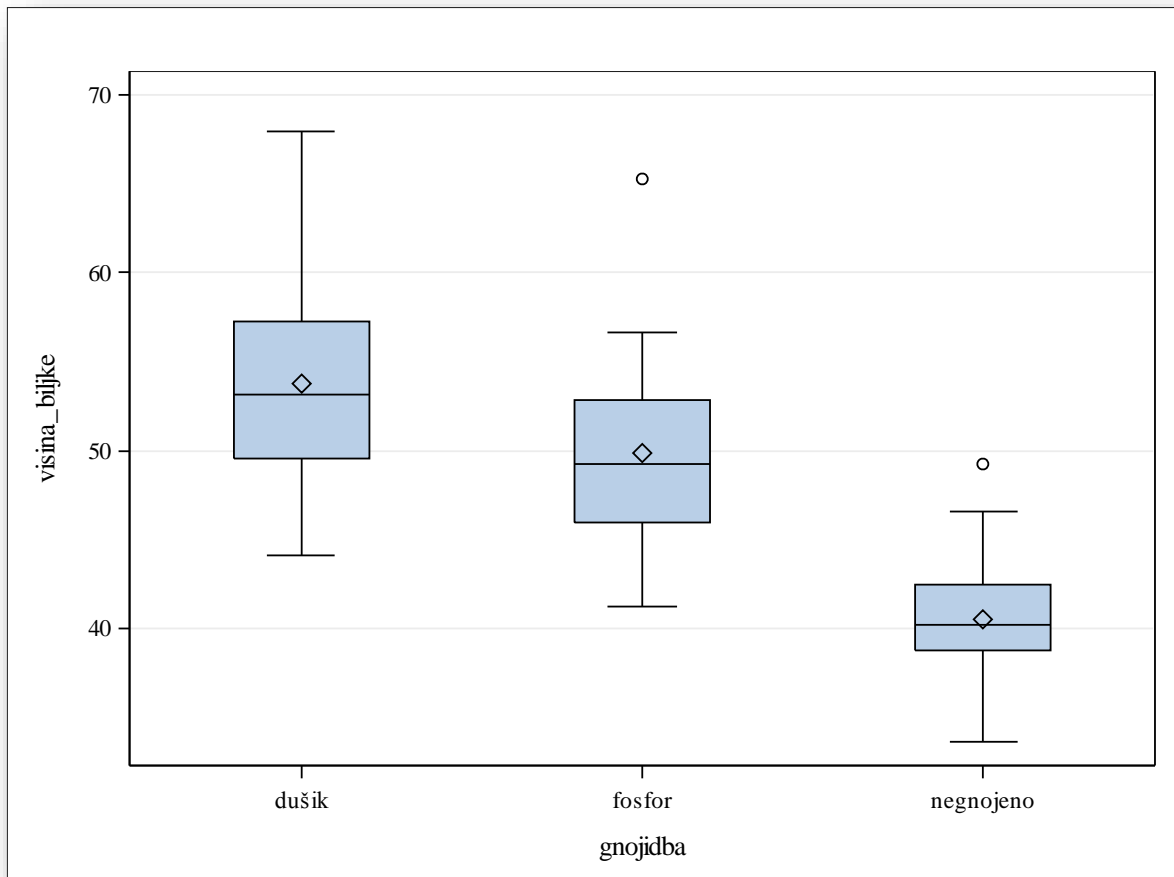
Izvor varijabilnosti	Visina biljke		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	6,64	0,0133
Godina	1	0,82	0,3701
Gnojidba	2	23,68	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,82	0,3695
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,45	0,6392
Godina x gnojidba	2	0,49	0,6137

Uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno su utjecali na visinu biljke (tablica 9.) pa su biljke uzgajane u zaštićenom prostoru statistički značajno ( $p < 0,05$ ) više od biljaka uzgajanih na otvorenom. Prosječna visina biljaka uzgajanih u zaštićenom prostoru iznosi 50,788 cm, dok je prosječna visina biljaka uzgajanih na otvorenom 45,263 cm. Biljke uzgajane u zaštićenom prostoru postigle su visinu od 39,20 - 67,90 cm, a biljke uzgajane na otvorenom od 33,60 cm - 57,20 cm, tako da su i kod maksimalnih i kod minimalnih visina biljaka zabilježene značajne razlike. Utjecaj različitih uvjeta uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) na visinu biljke statistički je opravdan ( $p < 0,05$ ).

Godina uzgoja nije značajno utjecala na visinu biljke. U 2012. godini biljke su postigle visinu od 33,60 - 67,90 cm, dok je u 2013. godini taj raspon nešto uži od 36,10 cm - 59,70 cm. Iako je maksimalna visina biljaka u 2012. godini veća za 8,2 cm od maksimalne visine u 2013. godini, razlika između prosječne visine biljaka u 2012. godini (49,054 cm) i prosječne visine biljaka (46,996 cm) u 2013. godini nije statistički značajna ( $p > 0,05$ ) (tablica 9). Utjecaj godine na visinu biljake nije statistički opravdan ( $p > 0,05$ ).

Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na visinu biljke (tablica 9). Biljke gnojene dušikom postigle su visinu od 44,10 - 67,90 cm, biljke gnojene fosforom od 41,20 - 65,30 cm, dok su negnojene biljke bile najniže, od 33,60 - 49,20 cm. Prosječno najveća visina postignuta je na varijanti gnojenoj dušikom (53,750 cm), a statistički je jednaka prosječnoj visini biljaka na varijanti gnojenoj fosforom (49,850 cm). Biljke gnojene dušikom i fosforom statistički su značajno ( $p < 0,0001$ ) više u usporedbi sa negnojenim biljkama (tablica 9). Različitim vrstama gnojidbe (dušik, fosfor i negnojeno) postignute su statistički značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u visini biljaka, utjecaj gnojidbe na visinu biljaka statistički je opravdan.

Grafikonom 7. prikazan je raspon visine biljaka gnojenih dušikom, fosforom i negnojenih biljaka poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Kod gnojidbe dušikom 25 % najnižih biljaka postiglo je visinu od 44,1 - 48,8 cm, 50 % biljaka od 50,2 - 57,2 , a 25 % najviših biljaka od 57,4 - 67,9 cm. Kod gnojidbe fosforom 25 % najnižih biljaka postiglo je visinu od 41,2 - 45,7 cm, 50 % biljaka od 46,1 - 52,5 cm, a 25 % najviših biljaka od 53,2 - 56,6 cm. Izvan okvira visine biljke kod gnojidbe fosforom odskače visina od 65,3 cm koju nazivamo netipična vrijednost (outlier), što predstavlja rijetku pojavu u populaciji. Podaci pokazuju da su negnojene biljke značajno niže, 25 % biljaka postiglo je visinu od 33,6 - 38,4 cm, 50 % biljaka od 39,1 - 41,5 cm, dok je 25 % najviših biljaka postiglo visinu od 43,5 - 46,3 cm. Kod negnojenih biljaka najveća postignuta visina od 49,2 cm prikazana je kao netipična vrijednost jer odskače od srednje vrijednosti.



Grafikon 7. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) i maksimalna vrijednost visine biljaka (cm) prema načinu gnojidbe

Ako usporedimo visinu biljaka gnojnih dušikom sa visinom negnojnih biljaka (Grafikon 7.), 75% negnojnih biljaka niže je od najniže biljke gnojene dušikom (44,1 cm). Najveća vrijednost najnižih biljaka gnojnih dušikom (48,8 cm) veća je od najveće vrijednosti visine negnojnih biljaka (46,3), ako u usporedbu ne uključimo netipičnu vrijednost (49,2 cm). Usporedbom visine biljaka gnojnih fosforom sa negnojnim biljkama, iz grafikona 7. dobivamo slične podatke, 25 % biljaka minimalnih visina (41,2 - 45,7 cm) je gotovo u istom rasponu visina kao i 25 % negnojnih biljaka maksimalnih visina (43,5 - 46,3 cm).

Prema srednjim vrijednostima prikazanim u grafikonu 7. najveću visinu (53,10 cm) postigle su biljke gnojene dušikom (53,10 cm) i fosforom (49,2 cm), dok su negnojene biljke značajno niže (40,2 cm). Vrijednosti medijana gnojnih i negnojnih biljaka prikazane u Grafikonu 7. približno su istih vrijednosti kao i prosječna vrijednost gnojnih i negnojnih biljaka.

Godina uzgoja (2012., 2013.) nije imala statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na visinu biljaka (tablica 10). Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor u usporedbi s otvorenim) statistički značajno ( $p < 0,05$ ) utječe na visinu biljke. Interakcija godine i načina uzgoja nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na razlike u visini biljaka (tablica 10). Utjecaj vrste gnojidbe na visinu biljke je statistički vrlo značajan ( $p < 0,0001$ ). Interakcija uvjeta uzgoja i vrste gnojidbe nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na razlike u visini biljaka (tablica 10). U analizi interakcije godine i vrste gnojidbe nije utvrđen statistički opravdan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na visinu biljke (tablica 10).

#### 4.1.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci

Rezultati istraživanja ovog svojstva prikazani u tablici 11. pokazuju su značajan utjecaj na broj cvjetnih grana po biljci imali uvjeti uzgoja, godina uzgoja i gnojidba dušikom i fosfom.

Tablica 11. Prosječan broj cvjetnih grana crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina			Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	29,541	25,275	23,913	29,963	28,350	27,408 <sup>A</sup>
Otvoreno	23,658	22,275	18,525	26,838	23,538	22,967 <sup>B</sup>
$\bar{x}$	26,600 <sup>a</sup>	23,775 <sup>b</sup>	21,219 <sup>B</sup>	28,400 <sup>A</sup>	25,944 <sup>A</sup>	25,187

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 12. Prikaz rezultata analiza varijance za broj cvjetnih grana po biljci prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Broj cvjetnih grana		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	12,99	0,0008
Godina	1	4,50	0,0393
Gnojidba	2	14,79	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	1,53	0,2227
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,58	0,5645
Godina x gnojidba	2	0,09	0,9174

Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor; otvoreno) značajno su utjecali na broj cvjetnih grana po biljci (tablica 11). U zaštićenom prostoru biljke su razvile od 18,30 do 35,40 cvjetnih grana po biljci. Biljke na otvorenom prostoru su razvile manji broj cvjetnih grana, od 14,60 do 30,50 grana po biljci. Prosječan broj cvjetnih grana po biljci u zaštićenom prostoru



(27,408) statistički se vrlo značajno razlikuje ( $p < 0,01$ ) od prosječnog broja cvjetnih grana na otvorenom (22,967) (tablica 11.) Biljke uzgajane u zaštićenom prostoru razvile su statistički značajno ( $p < 0,01$ ) veći broj cvjetnih grana od biljaka uzgajanih na otvorenom. Utjecaj različitih uvjeta uzgoja (zaštićeni prostor; otvoreno) na broj cvjetnih grana po biljci statistički je značajan.

Godina uzgoja značajno je utjecala na broj cvjetnih grana po biljci. U 2012. godini biljke su razvile od 16,20 do 35,40 cvjetnih grana po biljci, a u 2013. godini znatno manje, od 14,60 do 31,10 cvjetnih grana po biljci. Prosječne vrijednosti broja grana po biljci ovisno o godini uzgoja, statistički se također značajno razlikuju ( $p < 0,05$ ) (tablica 11). U 2012. godini biljke su razvile prosječno 26,60 cvjetnih grana po biljci, a u 2013. godini 23,78. U 2012. godini biljke su razvile statistički značajno ( $p < 0,05$ ) veći broj cvjetnih grana u usporedbi sa brojem grana koji su razvile u 2013. godini.

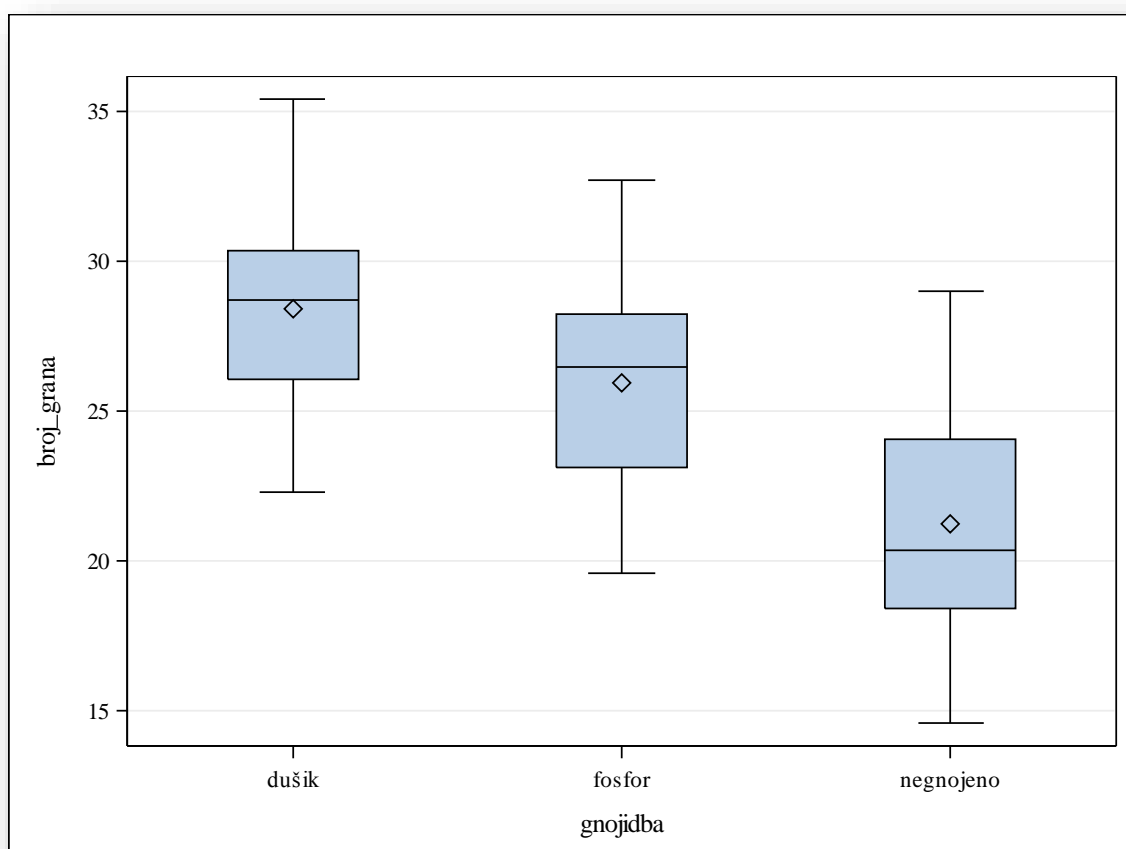
Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na broj cvjetnih grana po biljci (tablica 11). Biljke gnojene dušikom i fosforom razvile su znatno veći broj cvjetnih grana po biljci u usporedbi sa negnojenom varijantom. Biljke gnojene dušikom razvile su 22,30 - 35,40 cvjetnih grana po biljci, raspon broja cvjetnih grana po biljci kod biljaka gnojnih fosforom bio je nešto niži 19,60 - 32,70 grane po biljci. A najmanji broj cvjetnih grana razvile su negnojene biljke 14,60 - 29,00 grana po biljci. Na varijanti gnojenog dušikom biljke su razvile 28,40 cvjetnih grana, na varijanti gnojenoj fosforom 25,94, a statistički značajna ( $p < 0,0001$ ) razlika ostvarena je u odnosu na negnojenu varijantu (21,21 cvjetnih grana) (tablica 11). Biljke gnojene dušikom i fosforom razvile su statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) veći broj cvjetnih grana od negnojnih biljaka.

Grafikonom 8. prikazan je raspon vrijednosti broja cvjetnih grana kod biljaka gnojnih dušikom, fosforom i negnojnih biljaka poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Prema prikazanim podacima 25 % biljaka gnojnih dušikom razvilo je 22,3 - 25,3 cvjetne grane po biljci, 50 % biljaka od 26,8 - 30,2 cvjetne grane po biljci, a 25 % biljaka je sa najvećim brojem cvjetnih grana razvilo je 30,5 - 35,4 grane po biljci. Kod gnojidbe fosforom 25 % biljaka sa najmanjim brojem cvjetnih grana razvilo je od 19,6 - 22,6 grane po biljci, 50% biljaka od 23,6 - 27,5, a biljke sa najvećim brojem grana od 29,0 - 32,7. Podaci pokazuju da su negnojene biljke razvile značajno manji broj cvjetnih grana po biljci, od 14,6 – 18,3 grane po biljci razvilo je 25 % biljaka, od 18,5 - 24,2 50 % biljaka, dok je 25% biljaka sa najvećim brojem grana razvilo 24,2 - 29,0 grane po biljci.

Usporedbom raspona vrijednosti najmanjeg broja cvjetnih grana kod gnojidbe dušikom i fosforom iz grafikona 8. vidljivo je da su rasponi 25 % biljaka sa najmanjim brojem cvjetnih

grana kod obje varijante gnojidbe približnih vrijednosti kao i raspon broja cvjetnih grana u kojem nalazi 50 % negnojnih biljaka.

Srednja vrijednost broja cvjetnih grana (grafikon 8.) najveća je kod gnojidbe dušikom (28,40 grana), nešto niža kod gnojidbe fosforom (26,250 grana), a najniža kod negnojnih biljaka (20,350). Prosječna vrijednost je kod gnojidbe dušikom jednaka medijanu, kod gnojidbe fosforom je nešto niža, dok je kod negnojnih viša od medijana (grafikon 8).



Grafikon 8. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja cvjetnih grana prema načinu gnojidbe

Godina uzgoja (2012., 2013.) imala je statistički značajan utjecaj ( $p < 0,05$ ) na broj cvjetnih grana po biljci. Uzgoj biljaka u zaštićenom prostoru u usporedbi s otvorenim prostorom uvjetovao je statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) u broju cvjetnih grana. U analizi interakcije godine i uvjeta uzgoja nije utvrđen statistički opravdan utjecaj na broj cvjetnih grana po biljci (tablica 12). Vrsta gnojidbe imala je značajan utjecaj ( $p < 0,0001$ ) na broj cvjetnih grana, međutim u interakciji s godinom uzgoja nije utvrđena statistički opravdana razlika u broju

cvjetnih grana po biljci (tablica 12). Jednako tako, nije utvrđen statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) interakcije uvjeta uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) i vrste gnojidbe na broj cvjetnih grana po biljci.

#### 4.1.1.3. Boja cvijeta

Boja cvijeta je morfološko svojstvo koje utječe na ukrasnu vrijednost. Tijekom cvatnje bilježene su boje i tip cvijeta.

U obje godine uzgoja cvjetovi crnjike javili su se u četiri boje (bijela, plava, ljubičasta i roza) i u zatvorenom i na otvorenom prostoru.

Boje cvijeta (prema RHS Color Card):

1. Green white group – 157 B (slika 26.)



Slika 26. Boja cvijeta crnjike Green white group – 157 B

*Foto: D. Horvat, 2012.*

Kod ove boje cvijeta osim duplog cvijeta, pojavile su se i biljke sa jednostrukim cvijetom u obje godine uzgoja (slika 27.), u zatvorenom i na otvorenom prostoru, ali su bile puno manje zastupljene.



Slika 27. Jednostruki cvijet crnjike White group  
*Foto: D. Horvat, 2013.*

2. Blue group 100 C (slika 28.)



Slika 28. Cvijet crnjike Blue group – 100 C  
*Foto: D. Horvat, 2013.*

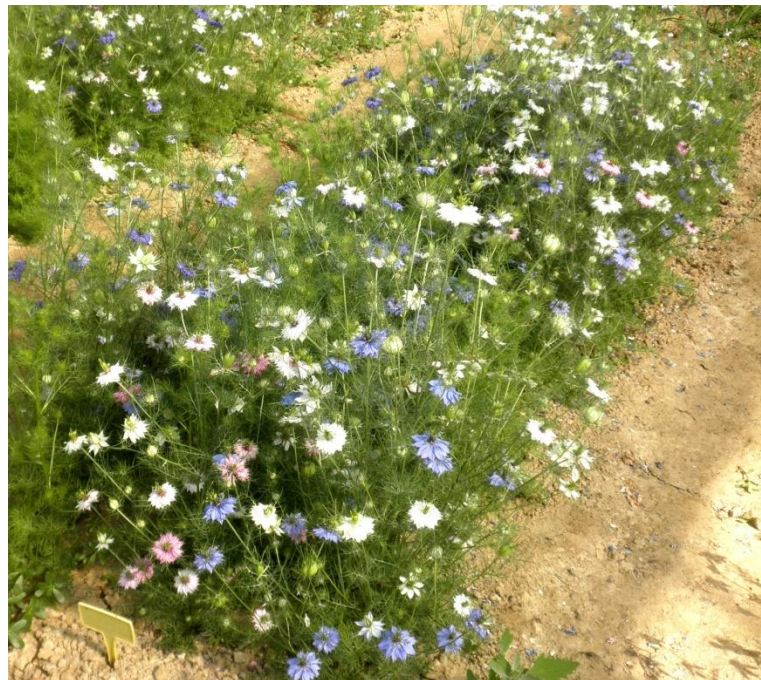
Osim biljaka sa duplim plavim cvjetovima, pojavile su se biljke i sa jednostrukim plavim cvjetovima (slika 29.), u obje godine u zatvorenom i na otvorenom prostoru.



Slika 29. Jednostruki cvijet crnjike Blue group

*Foto: D. Horvat, 2012.*

Cvjetovi iz grupe Green white group 157 B i Blue group 100 C u duploj formi bili su najzastupljeniji na svim pokusnim parcelama u svim istraživanim uvjetima uzgoja (slika 30.)



Slika 30. Boje cvjetova crnjike na pokusnoj parceli

*Foto: D. Horvat, 2013.*

Cvjetovi iz Violet group i Red purple group pojavili su se samo u duploj formi i bili su manje zastupljeni od ostalih boja cvjetova (slika 31. i 32.).

3. Violet group – N88A (slika 31.)



Slika 31. Cvijet crnjike Violet group – N88A

*Foto: D. Horvat, 2013.*

4. Red purple group – 70 B (slika 32.)



Slika 32. Cvijet crnjike Red purple group 70 B

*Foto: D. Horvat, 2012.*

#### 4.1.1.4. Broj tobolaca po biljci

Rezultati navedeni u tablici 13. pokazuju da su značajan utjecaj na broj tobolaca po biljci imali uvjeti uzgoja, godina uzgoja i gnojidba dušikom i fosforom.

Tablica 13. Prosječan broj tobolaca po biljci crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	Ø	N	P	
Zaštićeno	28,758	24,933	23,437	29,350	27,750	26,846 <sup>A</sup>
Otvoreno	23,300	21,725	18,125	26,375	23,037	22,513 <sup>B</sup>
$\bar{x}$	26,029 <sup>a</sup>	23,329 <sup>b</sup>	20,781 <sup>B</sup>	27,863 <sup>A</sup>	25,393 <sup>A</sup>	24,679

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 14. Prikaz rezultata analiza varijance za broj tobolaca po biljci prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Broj tobolaca		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	12,85	0,0008
Godina	1	4,26	0,0447
Gnojidba	2	15,04	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,95	0,3353
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,45	0,6392
Godina x gnojidba	2	0,08	0,9273

Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno su utjecali na broj tobolaca po biljci. Biljke u zaštićenom prostoru razvile su od 17,90 do 34,80 tobolca po biljci. Na otvorenom prostoru biljke su razvile znatno manji broj tobolaca od 14,20 - 30,70. U zaštićenom prostoru biljke su razvile prosječno 26,846 tobolca po biljci što se statistički značajno ( $p < 0,01$ ) razlikuje od 22,513 tobolaca koliko su razvile biljke uzgajane na otvorenom (tablica 13). Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) statistički vrlo značajno utječu na broj tobolaca po biljci. Biljke uzgajane u zaštićenom prostoru razvile su statistički značajno ( $p < 0,01$ ) veći broj tobolaca od biljaka uzgajanih na otvorenom.

Usporedbom uzgoja u dvije godine (2012., 2013.) biljke su razvile značajno različit broj tobolaca po biljci (tablica 13). U 2012. godini biljke su razvile veći broj tobolaca u usporedbi sa 2013. godinom. Raspon između minimalnog i maksimalnog broja tobolaca po biljci u 2012. godini kretao se 15,90 - 34,80 tobolaca, a u 2013. 14,20 - 30,50. Prema podacima iz Tablice 13. prosječna vrijednost broja tobolca po biljci u 2012. godini (26,029) statistički je

značajno različita ( $p < 0,05$ ) od prosječne vrijednosti broja tobolca po biljci u 2013. godini (23,329) (tablica 13). Biljke su u 2012. godini razvile statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) broj tobolaca po biljci od biljaka uzgajanih u 2013. godini.

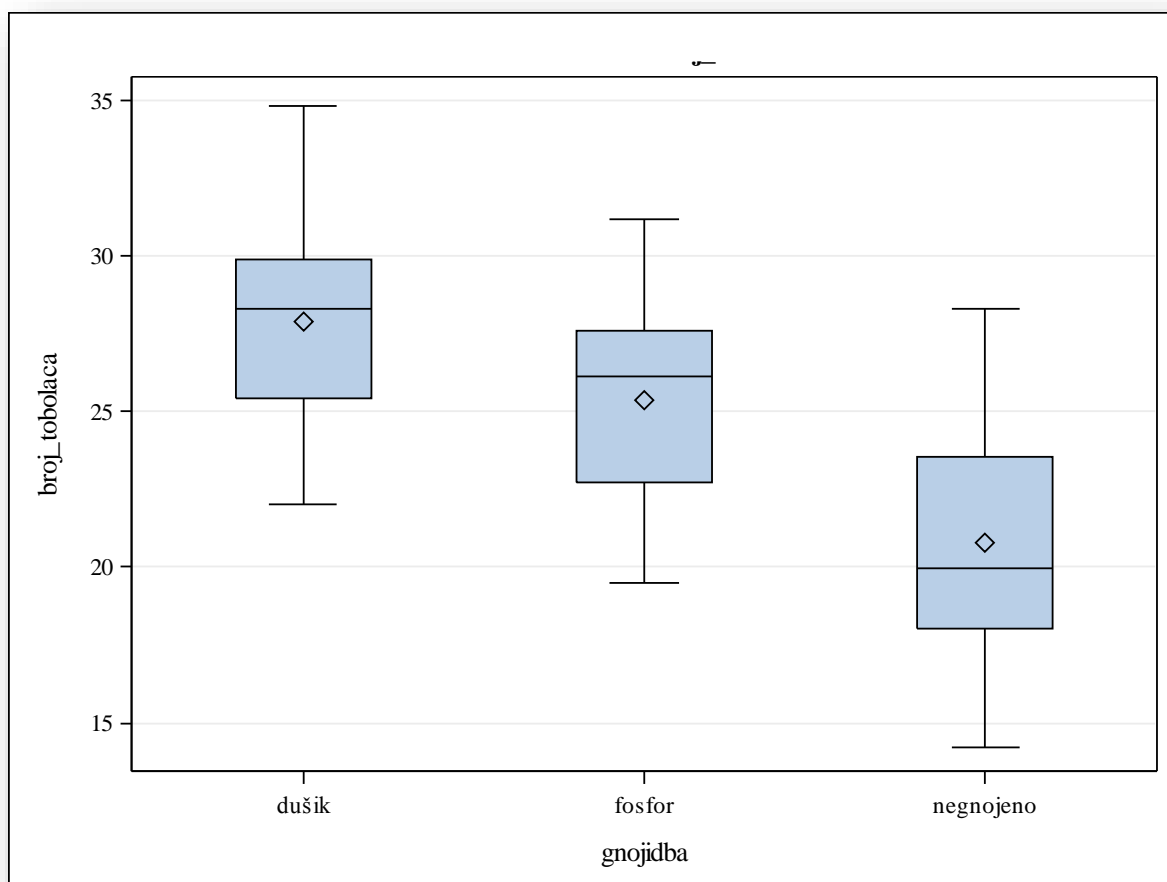
Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na broj tobolaca po biljci (tablica 13). Najveći broj tobolaca razvile su biljke gnojene dušikom, od 22,00 - 34,80 tobolca po biljci. Između biljaka gnojanih dušikom i fosforom nije bilo značajne razlike u broju tobolaca. Biljke gnojene fosforom razvile su 19,50 - 31,20 tobolaca po biljci. Značajno najmanji broj tobolaca po biljci razvile su negnojene biljke 14,20 - 28,30 tobolaca. Biljke gnojene dušikom razvile su prosječno 27,863 tobolca po biljci, što se statistički značajno ne razlikuje od 25,393 tobolca po biljci koliko su prosječno razvile biljke gnojene fosforom. Prosječan broj tobolaca po biljci kod gnojidbe dušikom i fosforom statistički se vrlo značajno razlikuje ( $p < 0,0001$ ) od prosječnog broja tobolaca po biljci kod negnojanih biljaka (20,781) (tablica 13). Biljke gnojanim dušikom i fosforom razvile su statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) veći broj tobolaca po biljci u usporedbi sa negnojanim biljkama.

Grafikonom 9. prikazan je raspon vrijednosti broja tobolaca po biljci kod biljaka gnojanih dušikom, fosforom i negnojanih biljaka poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Kod gnojidbe dušikom 25 % biljaka razvilo je 22,00 - 24,7 tobolca po biljci, 50 % biljaka 24,7 - 29,3 tobolca po biljci, 25 % biljaka sa najvećim brojem tobolaca 29,3 - 34,8 tobolca po biljci. Biljke gnojene fosforom (25 % biljaka) razvile su 19,5 - 22,2 tobolca po biljci, od 23,3 do 27,1 tobolca po biljci razvilo je 50 % biljaka, a najveći broj tobolaca od 28,1 - 31,2 tobolca razvilo je 25 % biljaka. Negnojene biljke razvile su značajno manji broj tobolaca po biljci, 25 % biljaka razvilo je 14,2 - 17,9 tobolca, 50 % biljaka od 18,1 - 23,3 tobolca, dok je 25 % biljaka sa najvećim brojem tobolaca razvilo 23,3 - 28,3 tobolca.

Raspon minimalnih i maksimalnih vrijednosti broja tobolaca po biljci 25 % biljaka sa najmanjim brojem tobolaca (grafikon 9.) kod obje varijante gnojidbe približnih je vrijednosti kao i raspon broja tobolaca u kojem nalazi 50 % negnojanih biljaka, iz čega je vidljiv značajn utjecaj gnojidbe na istraživano svojstvo.

Prema vrijednostima prikazanim u grafikonu 9. biljke gnojene dušikom razvile su najveći broj tobolaca po biljci (28,300), biljke gnojene fosforom nešto manji (26,100), a negnojene biljke najmanji (19,950) broj tobolaca po biljci. Prosječna vrijednost broja tobolaca po biljci prema grafikonu 9., kod biljaka gnojanih dušikom i fosforom manja je od medijana, a kod negojanih biljaka veća.





Grafikon 9. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja tobolaca po biljci prema načinu gnojidbe

Godina uzgoja (2012., 2013.) imala je statistički značajan utjecaj ( $p < 0,05$ ) na broj tobolaca po biljci (tablica 14). Uvjeti uzgoja statistički značajno ( $p < 0,01$ ) utječu na broj tobolaca po biljci. Interakcija godine i načina uzgoja nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na razlike u broju tobolaca po biljci (tablica 14). Utjecaj vrste gnojidbe na broj tobolaca po biljci je statistički vrlo značajan ( $p < 0,0001$ ). U analizi interakcije između uvjeta uzgoja i godine nije utvrđen statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na broj tobolaca po biljci. Statistički značajne razlike u broju tobolaca po biljci nisu utvrđene interakcijom godine i vrste gnojidbe.

## 4.1.2. Sastavnice uroda sjemena

### 4.1.2.1. Broj sjemenki u tobolcu

Nakon provedenog istraživanja prema rezultatima u tablici 15. najveći utjecaj na broj sjemenki u tobolcu imao je uzgoj u zaštićenom prostoru i godina uzgoja, dok utjecaj gnojidbe dušikom i fosforom na ovo svojstvo nije bio značajan (tablica 15).

Tablica 15. Prosječan broj sjemenki u tobolcu crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	85,767	92,175	88,300	91,250	87,362	88,971 <sup>A</sup>
Otvoreno	81,775	84,467	78,762	86,712	83,887	83,121 <sup>B</sup>
$\bar{x}$	83,771 <sup>b</sup>	88,321 <sup>a</sup>	83,531 <sup>n.s.</sup>	88,981 <sup>n.s.</sup>	85,625 <sup>n.s.</sup>	86,046

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 16. Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Broj sjemenki u tobolcu		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	10,62	0,0021
Godina	1	5,89	0,0192
Gnojidba	2	2,80	0,0717
Uvjeti uzgoja x godina	1	1,23	0,2743
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	1,21	0,3077
Godina x gnojidba	2	3,04	0,0584

Usporedbom broja sjemenki u tobolcu kod uzgoja u zaštićenom prostoru i na otvorenom, ostvarene su značajne razlike u broju sjemenki. U zaštićenom prostoru ostvareno je 80,00 - 116,00 sjemenki u tobolcu, dok je raspon te vrijednosti kod uzgoja na otvorenom puno uži, 70,6 - 89,3 sjemenke. Prosječan broj sjemenki u tobolcu ostvaren kod uzgoja u zaštićenom prostoru (88,971) statistički se značajno razlikuje ( $p < 0,01$ ), od prosječnog broja sjemenki u tobolcu (83,121) ostvarenog kod uzgoja na otvorenom (83,121) (tablica 15). U različitim uvjetima uzgoja ostvaren je statistički značajno ( $p < 0,01$ ) različit broj sjemenki u tobolcu. Uzgojem u zaštićenom prostoru ostvaren je statistički značajno ( $p < 0,01$ ) veći broj sjemenki u tobolcu u usporedbi sa brojem sjemenki u tobolcu kod uzgoja na otvorenom.

U dvije godine uzgoja (2012., 2013.) ostvaren je značajno različit broj sjemenki u tobolcu (tablica 15). Dok je u 2012. ostvareno od 70,6 do 92,1 sjemenke u tobolcu, minimalne i maksimalne vrijednosti tog svojstva u 2013. kretale su se od 79,3 do 116,0., što je znatno više nego u 2012. Prema prosječnim vrijednostima prikazanim u dvije istraživane godine uzgoja postignute su statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) u broju sjemenki u tobolcu. Uzgojem u 2013. godini ostvareno je prosječno 88,32 sjemenke u tobolcu, što je statistički je značajno više nego u 2012. (83,77).

Različitim vrstama gnojidbe nije postignut značajno različit broj sjemenki u tobolcu. Na varijanti gnojenoj dušikom ostvareno je od 83,00 do 103,00 sjemenke u tobolcu, na varijanti gnojenoj fosforom 81,00 - 93,20 sjemenke u tobolcu, dok se taj broj kod negnojene varijante kretao u puno širem rasponu (70,6 - 116,0). Prema rasponu minimalnih i maksimalnih vrijednosti, ovisno o gnojidbi najveći broj sjemenki u tobolcu ostvaren je na negnojenoj varijanti. Prosječna vrijednost broja sjemenki u tobolcu na varijanti gnojenoj dušikom iznosila je 88,98 i statistički se ne razlikuje ( $p > 0,05$ ) od prosječne vrijednosti na varijanti gnojenoj fosforom (85,63). Na negnojenoj varijanti ostvareno je prosječno 83,531 sjemenke u tobolcu što je, prema tablici 15., najmanji broj sjemenki u tobolcu.

Godina uzgoja (2012., 2013.) imala je značajan utjecaj ( $p < 0,05$ ) na broj sjemenki u tobolcu. Uvjeti uzgoja uvjetovali su statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) u broju sjemenki u tobolcu. Interakcije godine i uvjeta uzgoja nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na broj sjemenki u tobolcu (tablica 16). Vrsta gnojidbe nije imala značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na broj sjemenki u tobolcu. U analizi interakcije uvjeta uzgoja i vrste gnojidbe nije utvrđen statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na broj sjemenki u tobolcu. Jednako tako nije utvrđen statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj interakcije godine i vrste gnojidbe na broj sjemenki u tobolcu.

#### 4.1.2.2. Urod sjemena po biljci

Provedenim istraživanjem utvrđen je značajan utjecaj uzgoja u zaštićenom prostoru i gnojidbe dušikom i fosforom na urod sjemena po biljci, dok utjecaj godine nije bio značajan (tablica 17).

Tablica 17. Prosječan urod sjemena po biljci (g) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina			Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013	$\bar{\emptyset}$	N	P	
Zaštićeno	4,967	4,825	4,087	5,437	5,162	4,896 <sup>A</sup>
Otvoreno	4,075	4,008	3,237	4,700	4,187	4,041 <sup>B</sup>
$\bar{x}$	4,520 <sup>n.s.</sup>	4,416 <sup>n.s.</sup>	3,662 <sup>B</sup>	5,068 <sup>A</sup>	4,675 <sup>A</sup>	4,468

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 18. Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Urod sjemena po biljci		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	16,03	0,0002
Godina	1	0,18	0,6755
Gnojidba	2	22,24	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,03	0,8639
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,13	0,8824
Godina x gnojidba	2	0,29	0,7497

Uzgojem u zaštićenom prostoru i na otvorenom ostvaren je značajno različit urod sjemena po biljci. Kod uzgoja u zaštićenom prostoru ostvaren je urod sjemena 3,8 - 6,2 g po biljci, dok je uzgojem na otvorenom ostvaren znatno niži urod sjemena po biljci (2,6 - 5,2 g). Prosječan urod od 4,896 g sjemena po biljci ostvaren kod uzgoja u zaštićenom prostoru statistički je značajno viši ( $p < 0,01$ ) od uroda sjemena po biljci ostvarenog kod uzgoja na otvorenom (4,014 g) (tablica 17).

Usporedbom dvije godine (2012., 2013.) uzgoja nisu ostvarene značajne razlike u urodu sjemena po biljci. U 2012. ostvaren je urod sjemena 3,0 g - 6,2 g po biljci, raspon minimalnih i maksimalnih vrijednosti uroda sjemena po biljci u 2013. godini sličnih je vrijednosti 2,6 – 5,9 g. Prosječan urod sjemena po biljci (4,520 g) u 2012. godini statistički se značajno ne razlikuje ( $p > 0,05$ ) u usporedbi sa prosječnim urodom sjemena po biljci u 2013. godini (4,416 g) (tablica 17).

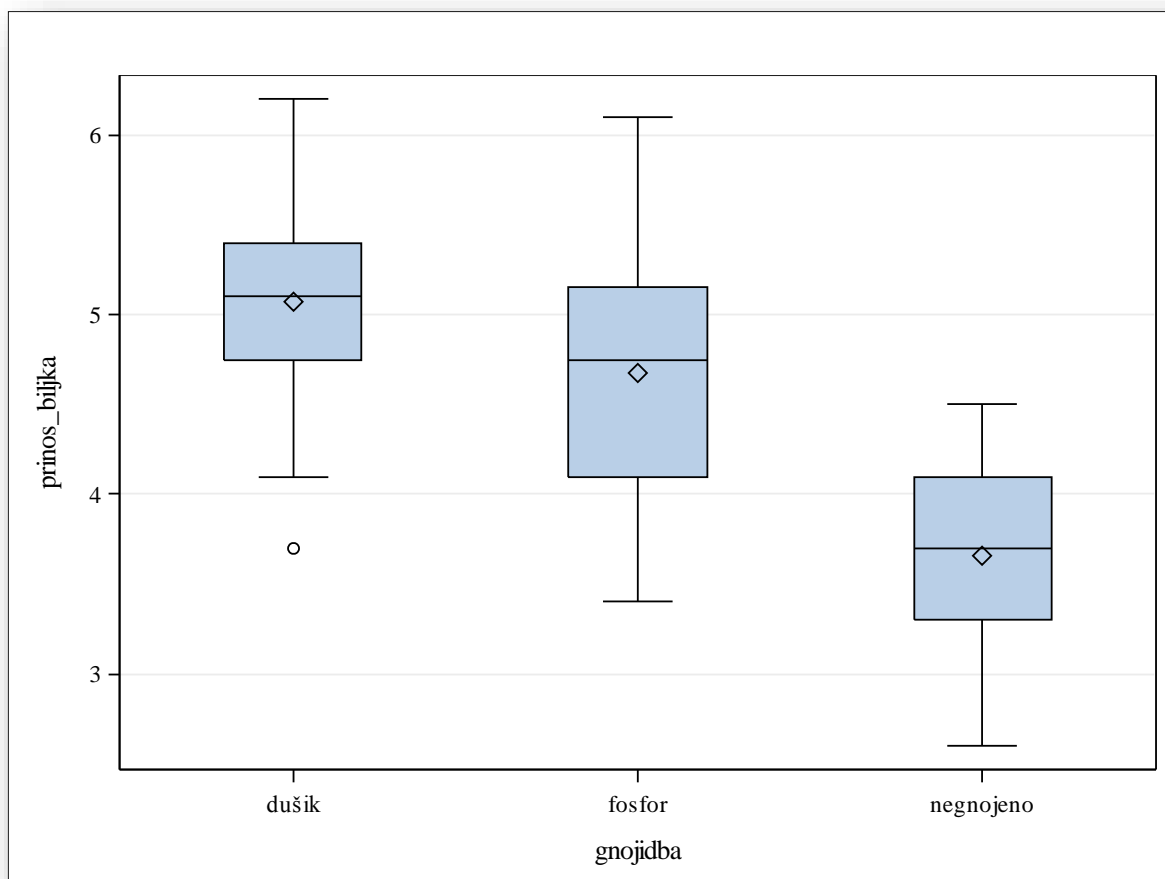
Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na urod sjemena po biljci. Najviši urod sjemena po biljci ostvaren na varijanti gnojenoj dušikom 3,7 g do 6,2 g, dok je kod varijante gnojene fosforom ostvaren neznatno niži urod (3,4 – 6,1 g). Najniži urod sjemena po biljci zabilježen je kod negnojene varijante od 2,6 – 4,5 g. Na dvije varijante gnojidbe nema statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u prosječnom urodu sjemena po biljci (tablica 17). Prosječna vrijednost

ostvarenog uroda sjemena po biljci kod negnojene varijante (3,662 g) statistički se značajno ( $p < 0,0001$ ) razlikuje od prosječne vrijednosti uroda sjemena po biljci kod varijante gnojene dušikom (5,068 g) i fosforom (4,675 g) (tablica 17.). Na dvije varijante gnojidbe (dušik, fosfor) ostvaren je statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) viši urod sjemena po biljci od negnojene varijante.

Grafikon 10. prikazuje raspon vrijednosti uroda sjemena po biljci kod gnojnih i negnojene varijante poredanih po rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Na varijanti gnojnoj dušikom ispod prvog kvartila (25 % biljaka) sa minimalnim urodom sjemena po biljci odskaču vrijednosti od 3,6 g i 3,7 g (netipična vrijednosti), te je raspon ostvarenog minimalnog uroda sjemena 4,1 - 4,7 g. Najviše biljaka (50 %) ostvarilo je urod sjemena 4,8 - 5,3 g po biljci, 25 % biljaka s najvišim urodom sjemena ostvarilo je urod 5,5 - 6,2 g. Kod varijante gnojene fosforom rasponi vrijednosti su širi, 25 % biljaka ostvarilo je urod 3,4 - 4 g sjemena po biljci, urod 4,2 - 5,1 g ostvarilo je 50 % biljaka, a najviši urod 5,2 - 6,1 g ostvarilo je 25 % biljaka. Na negnojenoj varijanti ostvaren je značajno niži urod sjemena po biljci. Urod 2,6 - 3,3 g sjemena po biljci ostvarilo je 25 % biljaka, 50% biljaka ostvarilo je urod 3,5 - 4,1 g, 25 % biljaka ostvarilo je najviši urod od 4,1 - 4,5 g.

Ostvareni urod sjemena po biljci kod 75 % biljaka na negnojenoj varijanti manji je od minimalno ostvarenog uroda sjemena po biljci na varijanti gnojnoj dušikom (grafikon 10.), ako isključimo netipične vrijednosti. Usporedbom ostvarene visine uroda sjemena po biljci negnojene varijante s varijantom gnojenom fosforom, 75 % biljaka s negnojene varijante ostvarilo je niži urod sjemena po biljci od minimalne vrijednosti (4,2 g) srednjeg raspona (50 % biljaka) uroda sjemena po biljci kod biljaka na varijanti gnojnoj fosforom (grafikon 10).

Usporedbom srednjih vrijednosti prikazanih u grafikonu 10. vidljivo je da je najveći ostvareni urod sjemena po biljci na varijanti gnojnoj dušikom (5,05 g), nešto niži (4,75 g) na varijanti gnojnoj fosforom, dok je najniži urod sjemena po biljci zabilježen na negnojenoj varijanti (3,70 g). Prosječne vrijednosti uroda sjemena po biljci ne razlikuju se značajno od srednjih vrijednosti kod gnojnih i negnojene varijante (grafikon 10).



Grafikon 10. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po biljci (g) prema načinu gnojidbe

Godina uzgoja (2012., 2013.) nije imala statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na urod sjemena po biljci. Uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor u usporedbi sa uzgojem na otvorenom) statistički su značajno ( $p < 0,01$ ) utjecali na prinos sjemena po biljci, međutim u interakciji sa godinom nije utvrđena statistički opravdana razlika u urodu sjemena po biljci (tablica 18.). Vrsta gnojidbe statistički je vrlo značajno ( $p < 0,0001$ ) utjecala na urod sjemena po biljci. U analizi interakcije uvjeta uzgoja i gnojidbe nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u urodu sjemena po biljci. Jednako tako interakcija godine i vrste gnojidbe nije statistički opravdana (tablica 18).

#### 4.1.3. Duljina vegetacijskog ciklusa

Tijekom uzgoja praćeno je trajanje vegetacijskog ciklusa kroz fenofaze razvoja biljaka: nicanje, cvatnja i zrioba tobolaca. Fenofaze su praćene u zaštićenom prostoru i na otvorenom u obje godine istraživanja na svim pokusnim parcelama.

Tablica 19. Prikaz trajanja vegetacijskog ciklusa crnjike (u danima)

<b>GODINA</b>	<b>NAČIN UZGOJA</b>	<b>NICANJE</b>	<b>CVATNJA</b>	<b>BERBA</b>
<b>2012.</b>	ZAŠTIĆENO	10	70	113
	OTVORENO	11	53	92
<b>2013.</b>	ZAŠTIĆENO	10	60	111
	OTVORENO	13	51	115

Gnojdba nije imala utjecaj na trajanje vegetacijskog ciklusa. Nicanje, cvatnja i zrenje tobolaca odvijalo se ravnomjerno na svim pokusnim parcelama.

U dvije godine uzgoja nije bilo razlike između trajanja pojedinih fenofaza u zaštićenom prostoru (tablica 19). U 2013. godini period od nicanja do cvatnje kraći je za 10 dana. Na otvorenom prostoru značajna je razlika između trajanja vegetacijskog ciklusa u dvije godine uzgoja. Trajanje vegetacijskog ciklusa u 2013. godini duže je za 23 dana u odnosu na 2012. (tablica 19).

U prvoj godini istraživanja period od sjetve do cvatnje bio je kraći na otvorenom prostoru za 17 dana, a period do zrenja tobolaca za 21 dana, dok je u drugoj godini istraživanja period od sjetve do cvatnje bio kraći na otvorenom za 9 dana, a period od sjetve do zrenja tobolaca bio duži za 4 dana (tablica 19).

Crnjika ima najkraći vegetacijski ciklus na otvorenom prostoru u sušnim uvjetima sa visokom temperaturom zraka.

Na svim parcelama period od otvaranja cvijeta od formiranja tobolaca trajao je šest dana, u zaštićenom prostoru i na otvorenom u obje godine uzgoja.

#### 4.1.4. Urod sjemena po hektaru

Rezultati istraživanja prikazani u tablici 20. pokazuju da su uvjeti uzgoja (zaštićeno, otvoreno) i gnojidba dušikom i fosforom imali značajan utjecaj na visinu uroda sjemena, dok uzgojem u različitim godinama nisu ostvarene značajne razlike u visini uroda sjemena po hektaru (tablica 20.).

Tablica 20. Prosječan urod sjemena po hektaru (kg) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	1215,7	1182,3	994,6	1344,1	1258,2	1199,0 <sup>A</sup>
Otvoreno	1012,2	986,7	823,5	1155,9	1018,9	999,5 <sup>B</sup>
$\bar{x}$	1114,0 <sup>n.s.</sup>	1084,5 <sup>n.s.</sup>	909,1 <sup>B</sup>	1250,0 <sup>A</sup>	1138,6 <sup>A</sup>	1099,2

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto (P < 0,05); A, B C, (P < 0,01)

Tablica 21. Prikaz rezultata analiza varijance za urod sjemena po hektaru prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Urod sjemena po ha		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	14,95	0,0003
Godina	1	0,25	0,6206
Gnojidba	2	22,18	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,01	0,9398
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,43	0,6545
Godina x gnojidba	2	0,02	0,9848

Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno su utjecali na urod sjemena po hektaru. U zaštićenom prostoru ostvaren je urod sjemena 907,4 – 1526,4 kg·ha<sup>-1</sup>. Ostvaren urod sjemena na otvorenom značajno je niži (693,1 – 1293,6 kg·ha<sup>-1</sup>). Ostvareni prosječni urod sjemena od 1199,0 kg·ha<sup>-1</sup> u zaštićenom prostoru statistički je značajno viši (p<0,01) od 999,5 kg·ha<sup>-1</sup> koliko je ostvareno na otvorenom (tablica 20).

Uzgojem u različitim godinama (2012., 2013.) nisu postignute značajne razlike u visini ostvarenog uroda sjemena po hektaru. Visina ostvarenog uroda sjemena približnih je vrijednosti u obje godine, u 2012. godini ostvaren je urod sjemena 720 – 1526 kg·ha<sup>-1</sup>, dok je u 2013. godini 693,1 – 1488,5 kg·ha<sup>-1</sup>. Prosječna vrijednost ostvarenog uroda sjemena u

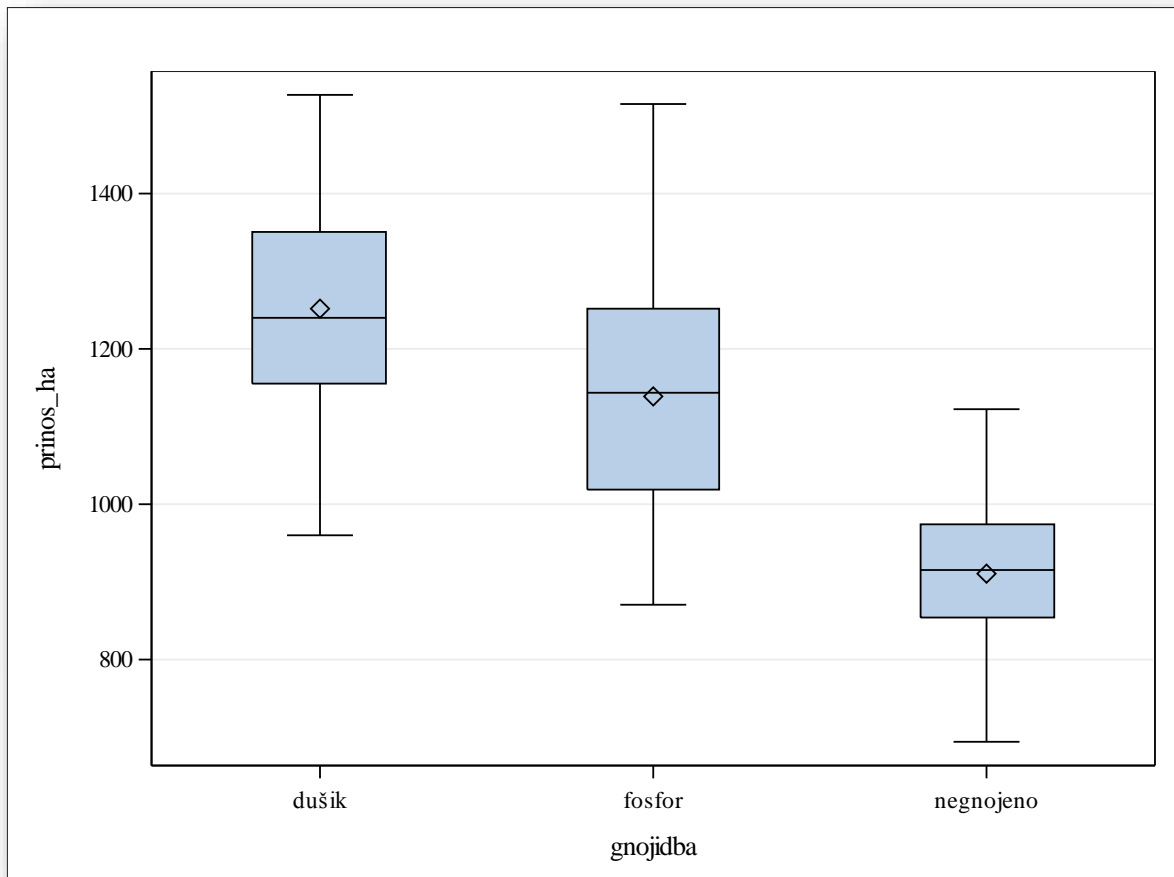


2012. godini ( $1114,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), statistički se značajno ne razlikuje ( $p>0,05$ ) od prosječne vrijednosti uroda sjemena u 2013. godini ( $1084,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (tablica 20).

Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na visinu uroda sjemena po hektaru. Na varijanti gnojenoj dušikom ostvaren je urod sjemena  $959,4 - 1526 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , dok je na varijanti gnojenoj fosforom ostvaren nešto niži urod  $869,6 - 1138,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Najniži urod sjemena po hektaru postignut je na negnojenoj varijanti ( $693,1 - 1121,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Prema podacima prikazanim u tablici 20. prosječna vrijednost visine uroda sjemena po hektaru na varijanti gnojenoj dušikom ( $1250,0 \text{ kg}$ ) ne razlikuje se statistički značajno ( $p>0,05$ ) od prosječne vrijednosti visine uroda sjemena po hektaru na varijanti gnojenoj fosforom ( $1138,6 \text{ kg}$ ). Prosječna vrijednost visine uroda sjemena po hektaru na negnojenoj varijanti ( $909,1 \text{ kg}$ ) statistički se značajno ( $p<0,0001$ ) razlikuje od visine uroda sjemena kod gnojjenih varijanti. Gnojidbom dušikom i fosforom ostvaren je statistički značajno ( $p<0,0001$ ) viši urod sjemena po hektaru u usporedbi sa negnojenom varijantom.

Grafikon 11. prikazuje raspon vrijednosti visine uroda sjemena po hektaru kod varijante gnojene dušikom, fosforom i negnojene varijante poredane rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Kod gnojidbe dušikom na 25 % pokusnih parcela ostvaren je urod sjemena  $869,6 - 1149,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , na 50 % parcela  $1158,9 - 1296,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , dok je na 25 % parcela ostvaren najveći urod sjemena  $1404,8 - 1526,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Urodi sjemena na parcelama gnojnim fosforom značajno se ne razlikuju od visine uroda sjemena na parcelama gnojnim dušikom. Najniži urod sjemena  $869,6 - 1007,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ostvaren je na 25 % parcela, na 50 % parcela ostvaren je urod sjemena od  $1026,9 - 1229,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , dok je 25 % parcela imalo najveći urod sjemena od  $1272,8 - 1513,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Ostvarene visine uroda sjemena na negnojnim parcelama značajno su različite od uroda sjemena sa gnojnim parcelama. Najniži urod sjemena od  $693,1 - 829,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ostvaren je na 25 % parcela, na najvećem broju parcela (50 %) ostvaren je urod sjemena od  $876,9 - 955,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a na 25 % parcela ostvaren je najviši urod sjemena od  $993,7 - 1121,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Visina ostvarenog uroda sjemena po hektaru na više od 75 % parcela gnojnih dušikom viša je od najvišeg uroda sjemena sa negnojnim parcelama (grafikon 11). Na više od 50 % parcela gnojnim fosforom ostvaren je viši urod sjemena od najvišeg uroda sjemena sa negnojnim parcelama (grafikon 11).



Grafikon 11. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po hektaru (kg) prema načinu gnojidbe

Značajan utjecaj gnojidbe na urod sjemena po hektaru, vidljiv je i usporedbom srednjih vrijednosti gnojjenih i negnojene varijante (grafikon 11). Najveći ostvaren urod sjemena od  $1\,240,00\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  na varijanti gnojenoj dušikom, značajno se ne razlikuje od  $1\,141,65\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  koliko je ostvareno na varijanti gnojenoj fosforom. Na negnojenoj varijanti ostvaren je urod sjemena od  $913,00\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , što je značajno manje od uroda sjemena sa gnojjenih varijanti. Prosječne i srednje vrijednosti uroda sjemena po ha prikazane u grafikonu 11. nisu značajno različite kod gnojidbenih i negojene varijante (grafikon 11.).

Godina nije imala statistički značajan utjecaj na urod sjemena po hektaru. Uzgoj zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim uvjetovao je statistički značajne ( $p < 0,01$ ) razlike u urodu sjemena po hektaru. U analizi interakcije godine i uvjeta uzgoja nisu utvrđene statistički značajne ( $p < 0,05$ ) razlike u urodu sjemena po hektaru (tablica 21). Vrsta gnojidbe imala je statistički značajan ( $p < 0,01$ ) utjecaj na urod sjemena. Međutim nije utvrđena interakcija između vrste gnojidbe i uvjeta uzgoja. Interakcija godine i načina gnojidbe nije statistički značajno utjecala na razlike u visini uroda po hektaru (tablica 21).

#### 4.1.5. Kakvoća sjemena

##### 4.1.5.1. Vlaga sjemena

Rezultati istraživanja prikazani u tablici 22. pokazuju da su najveći utjecaj na vlagu sjemena imali uvjeti uzgoja (zaštićeno, otvoreno) i godina proizvodnje (2012., 2013.) sjemena.

Tablica 22. Prosječna vlaga sjemena (%) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	7,092	6,758	6,912	6,900	6,962	6,925 <sup>A</sup>
Otvoreno	6,650	6,533	6,675	6,600	6,500	6,592 <sup>B</sup>
$\bar{x}$	6,870 <sup>A</sup>	6,646 <sup>B</sup>	6,793 <sup>n.s.</sup>	6,750 <sup>n.s.</sup>	6,731 <sup>n.s.</sup>	6,758

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

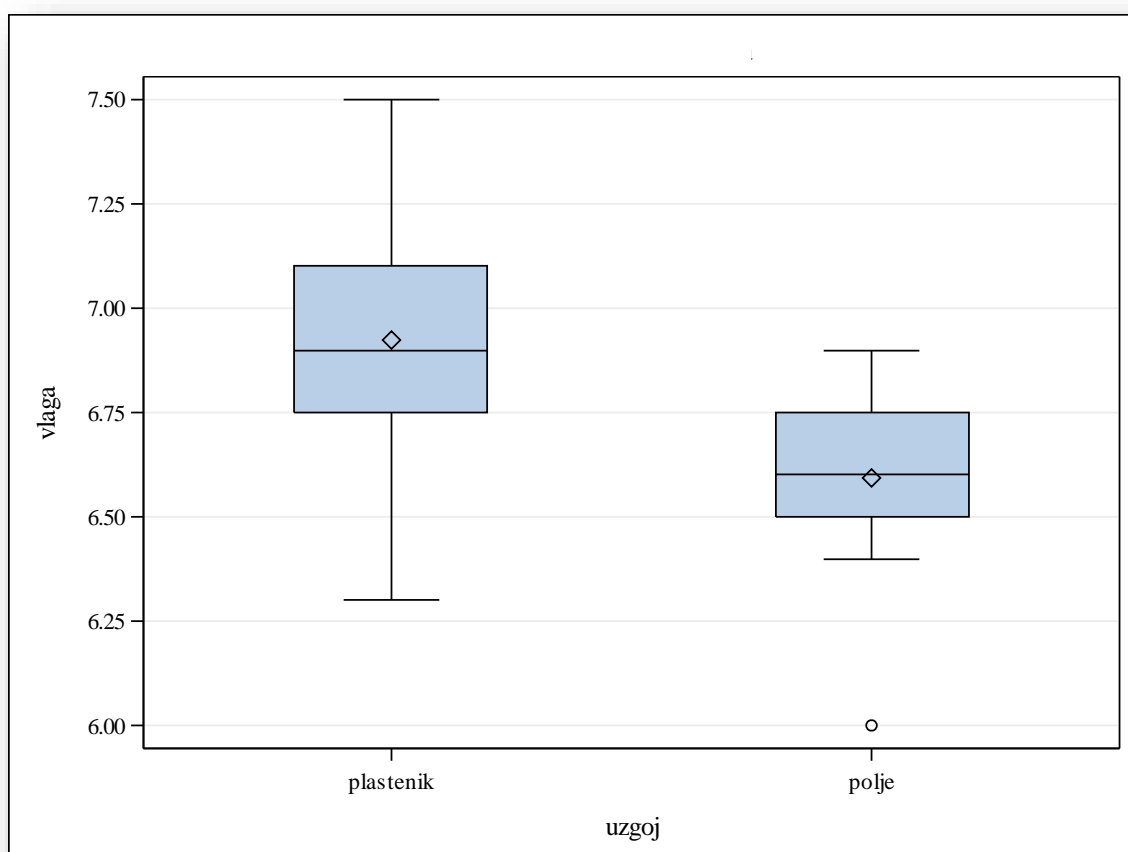
Tablica 23. Prikaz rezultata analiza varijance za vlagu sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Vlaga sjemena		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	23,93	<,0001
Godina	1	8,50	0,0055
Gnojidba	2	0,19	0,8262
Uvjeti uzgoja x godina	1	3,41	0,0714
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,94	0,4004
Godina x gnojidba	2	0,17	0,8437

Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno su utjecali na vlagu sjemena. Vlaga sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru kretala se 6,30 - 7,50 %, dok je vlaga sjemena proizvedenog na otvorenom bila niža (6,00 - 6,90 %). Prema podacima prikazanim u tablici 22. prosječna vlaga sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru (6,925 %), statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) različita od prosječne vlage sjemena proizvedenog na otvorenom (6,592 %) (tablica 22). Vlaga sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru u usporedbi sa vlagom sjemena proizvedenog na otvorenom statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) viša .

Grafikonom 12. prikazan je raspon vrijednosti vlage sjemena proizvednog u zaštićenom prostoru i na otvorenom rastućim redoslijedom sa srednjom vrijednosti (medijan). Na 25 % sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru izmjerena je najniža vlaga 6,30 - 6,75 %, 50

% proizvedenog sjemena postiglo je vlagu 6,80 - 7,10 %, dok najvišu vlagu 7,10 - 7,50 % postiglo je 25 % proizvedenog sjemena (grafikon 12.). Vлага sjemena kod proizvodnje na otvorenom značajno je niža, na 25 % proizvedenog sjemena izmjerena je vлага 6,40 – 6,50 %, na 50 % proizvedenog sjemena od 6,50 – 6,75 %, a najviša vлага od 6,75 – 6,90 % izmjerena je na 25 % proizvedenog sjemena. Najniža vлага sjemena od 6,00 % prema grafikonu 12. je netipična vrijednost, rijetka pojava u populaciji, jer odskaka od drugih vrijednosti.



Grafikon 12. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) vlage sjemena prema načinu uzgoja

Prema podacima prikazanim u grafikonu 12. 50% sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru imalo je višu vlagu od maksimalne vlage izmjerene na sjemenu proizvedenom na otvorenom. Usporedbom srednjih vrijednosti iz grafikona 12. vidljiva je značajna razlika između postignute vlage sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru i na otvorenom. Izmjerena vлага sjemena od 6,90 % kod proizvodnje u zaštićenom prostoru značajno je viša od vlage 6,60 % koliko je izmjereno na sjemenu proizvedenom na otvorenom.

Prosječne vrijednosti vlage sjemena (grafikon 12.) značajno se ne razlikuju od srednjih vrijednosti.

Godina uzgoja (2012., 2013.) značajno je utjecala na vlagu sjemena. Na sjemenu proizvedenom u 2012. godini postignuti raspon vlage kretao se 6,40 – 7,30 %, a na sjemenu proizvedenom u 2013. godini 6,00 – 7,10 %. Prema podacima u tablici 22. prosječna vrijednost vlage sjemena proizvedenog u 2012. godini (6,870 %) statistički se značajno razlikuje ( $p < 0,01$ ) od prosječne vrijednosti vlage sjemena proizvedenog u 2013. godini (6,646 %). Vлага sjemena proizvedenog u 2012. godini statistički je značajno ( $p < 0,01$ ) viša od vlage sjemena u proizvedenog u 2013. godini.

Vrsta gnojidbe nije značajno utjecala na vlagu sjemena. Vлага sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom kretala se 6,30 - 7,30%. Raspon minimalne i maksimalne vlage sjemena proizvednog na varijanti gnojenoj fosforom kretao se 6,00 - 7,50 %, dok je sjeme proizvedeno na negnojenoj varijanti postiglo vlagu 6,50 - 7,20 %. Prema prosječnim vrijednostima prikazanim u tablici 22. nema statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike između postignute vlage sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom (6,750 %), fosforom (6,731 %) i negnojenoj varijanti (6,793 %).

Godina je imala statistički značajan ( $p < 0,01$ ) utjecaj na vlagu sjemena. Različiti uvjeti proizvodnje sjemena (zaštićeni prostor u usporedbi sa otvorenim) imao je statistički vrlo značajan ( $p < 0,0001$ ) utjecaj na vlagu sjemena. Interakcija uvjeta uzgoja i godine proizvodnje nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na vlagu sjemena (tablica 23). Vrsta gnojidbe (dušik, fosfor, negnojeno) nisu postignute statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u vlazi proizvedenog sjemena. Interakcijom uvjeta uzgoja i vrsta gnojidbe nije utvrđen statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na vlagu sjemena (tablica 22). Jednako tako, interakcijom godine i uvjeta uzgoja nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u vlazi sjemena (tablica 23).

#### 4.1.5.2. Masa 1000 sjemenki

Nakon provedenog istraživanja rezultati prikazani u tablici 24. pokazuju da su najveći utjecaj su na masu 1000 sjemenki imali uvjeti proizvodnje i gnojidba fosforom. Uzgojem u različitim godinama i gnojdbom dušikom nisu postignute značajne razlike u masi 1000 sjemenki.

Tablica 24. Prosječna masa 1000 sjemenki (g) crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	2,2104	2,2123	2,0859	2,1865	2,3614	2,2113 <sup>B</sup>
Otvoreno	2,3521	2,2944	2,3014	2,2461	2,4223	2,3233 <sup>A</sup>
$\bar{x}$	2,2813 <sup>n.s.</sup>	2,2533 <sup>n.s.</sup>	2,1937 <sup>B</sup>	2,2163 <sup>B</sup>	2,3919 <sup>A</sup>	2,2673

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 25. Prikaz rezultata analiza varijance za masu 1000 sjemenki prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Masa 1000 sjemenki		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	8,14	0,0065
Godina	1	0,43	0,5133
Gnojidba	2	13,59	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,56	0,4569
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	3,30	0,0466
Godina x gnojidba	2	1,24	0,2989

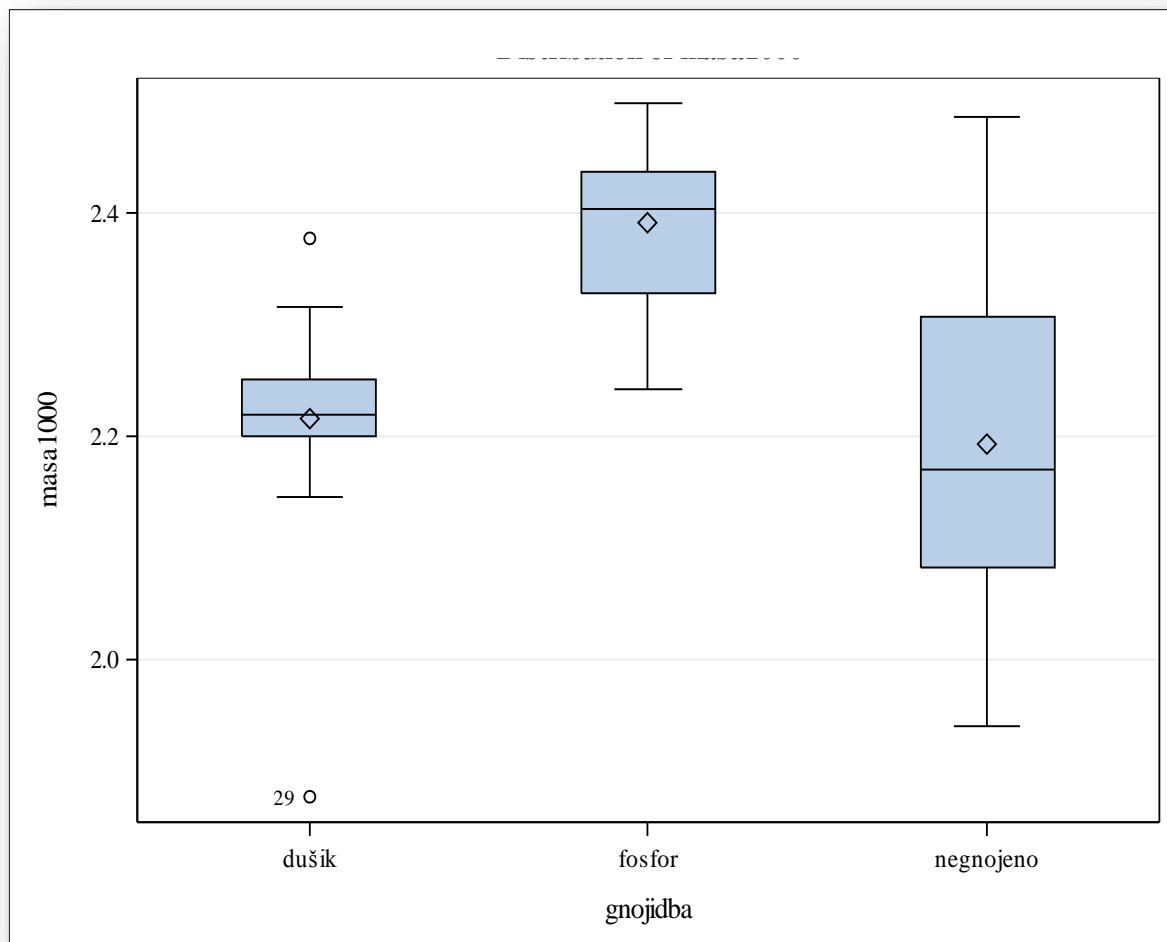
Proizvodnjom sjemena u različitim uvjetima (zaštićeni prostor, otvoreno) postignute su značajne razlike u masi 1000 sjemenki. Sjeme proizvedeno u zaštićenom prostoru postiglo je masu 1000 sjemenki 1,8762 - 2,4783 g, dok se kod proizvodnje sjemena na otvorenom raspon vrijednosti mase 1000 sjemenki kretao 2,0563 - 2,3233 g. Usporedbom prosječnih vrijednosti mase 1000 sjemenki prikazanih u tablici 24. postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ) između mase 1000 sjemenki postignute kod proizvodnje sjemena u zaštićenom prostoru (2,2113 g) i na otvorenom (2,3233 g). Prosječna masa 1000 sjemenki kod proizvodnje sjemena na otvorenom statistički je značajno veća ( $p < 0,01$ ) od postignute prosječne mase 1000 sjemenki kod proizvodnje u zaštićenom prostoru.

Postignute mase 1000 sjemenki u dvije godine proizvodnje sjemena (2012., 2013.), nisu se značajno razlikovale. Masa 1000 sjemenki u obje godine proizvodnje sjemena bila je podjednake vrijednosti. U 2012. godini masa 1000 sjemenki kretala se 2,0437 – 2,4993 g, a u 2013. godini 1,8762 – 2,4944 g. Prosječna masa 1000 sjemenki u 2012. godini (2,2813 g) nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) različita od prosječne mase 1000 sjemenki u 2013. godini (2,2533 g) (tablica 24).

Vrsta gnojidbe imala je značajan utjecaj na masu 1000 sjemenki. Sjeme proizvedeno na varijanti gnojenoj fosforom postiglo je masu 1000 sjemenki 2,2421 - 2,3786 g, što je više u odnosu na masu 1000 sjemenki 1,8762 - 2,3786 g, koliko je postiglo sjeme proizvedeno na varijanti gnojenoj dušikom, i masu 1000 sjemenki 1,8762 - 2,4862 g sjemena proizvedenog na negnojenoj varijanti. Posječna vrijednost mase 1000 sjemenki na varijanti gnojenoj fosforom (2,3919 g) statistički je značajno veća ( $p < 0,0001$ ) u odnosu na prosječnu vrijednosti mase 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom (2,2163 g) i negnojenoj varijanti (2,1937 g) (tablica 24). Između prosječnih vrijednosti mase 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom i negnojenoj varijanti nema statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike.

Utjecaj gnojidbe na masu 1000 sjemenki prikazan je grafikonom 13. Vrijednosti mase 1000 sjemenki u grafikonu 13. prikazane su rastućim redoslijedom, a srednja vrijednost medijanom. Najuži raspon vrijednosti mase 1000 sjemenki prema grafikonu 13. postignut je na sjemenu proizvedenom na varijanti gnojenoj dušikom, gdje su najmanja vrijednost mase 1000 sjemenki (1,8762 g) i najveća vrijednost (2,3786 g) u rasponu prikazane kao netipične vrijednosti. Na varijanti gnojenoj dušikom 25 % proizvedenog sjemena postiglo je masu 1000 sjemenki 2,1453 - 2,1992 g, 50 % proizvedenog sjemena 2,2016 - 2,2541 g, a 25 % proizvedenog sjemena 2,3067 - 2,3154 g. Najniža masa 1000 sjemenki od 2,1071 - 2,3174 g sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom postignuta je na 25 % sjemena, na 50 % sjemena postignuta je masa 1000 sjemenki 2,3178 - 2,4183 g, a najveća masa 1000 sjemenki 2,4532 - 2,4993 g postignuta je na 25 % sjemena. Kod sjemena proizvedenog na negnojenoj varijanti raspon vrijednosti postignutih masa 1000 sjemenki je najširi, 25 % sjemena postiglo je masu 1000 sjemenki 1,9394 - 2,0563 g, 50 % sjemena 2,1071 - 2,2867 g, 25 % sjemena 2,3067 - 2,4862 g.

Prema podacima u grafikonu 13. 75 % sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom ima veću masu 1000 sjemenki od 100 % sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom i 75 % sjemena proizvedenog na negnojenoj varijeti. Ako usporedimo masu 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom i negnojenoj varijanti prikazanu u grafikonu 13., 25 % sjemena proizvedenog na negnojenoj varijanti postiglo je veću masu 1000 sjemenki od najveće vrijednosti sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom (bez netipičnih vrijednosti).



Grafikon 13. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) mase 1000 sjemenki prema načinu uzgoja

Prema srednjim vrijednostima (medijan) mase 1000 sjemenki prikazane u grafikonu 13., masa 1000 sjemenki od 2,3942 g postignuta na sjemenu proizvedenom na varijanti gnojenoj fosforom značajno je veća od mase 2,2293 g postignute na sjemenu proizvedenom na varijanti gnojenoj dušikom i mase od 2,1239 g postignute na sjemenu proizvedenom na negnojenoj varijanti. Prosječne vrijednosti prikazane u grafikonu 13. ne razlikuju se od srednje vrijednosti osim kod sjemena proizvedenog na negnojenoj varijanti gdje je prosječna vrijednost nešto viša od srednje vrijednosti.

Godina proizvodnje sjemena (2012.,2013.) nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na masu 1000 sjemenki. Uzgojem u zaštićenom prostoru i na otvorenom postignute su statistički značajne ( $p < 0,01$ ) razlike u masi 1000 sjemenki. Interakcijom godine i uvjeta uzgoja nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u masi 1000 sjemenki (tablica 25.). Vrsta gnojidbe statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) utjecala na masu 1000 sjemenki.



Interakcijom uvjeta uzgoja i gnojidbe utvrđene su statistički značajne ( $p < 0,05$ ) razlike u masi 1000 sjemenki (tablica 25). U interakciji gnojidbe i godine nije utvrđen statistički opravdan utjecaj na masu 1000 sjemenki (tablica 25.).

#### 4.1.5.3. Energija klijanja sjemena

Rezultati provedenog istraživanja prikazani u tablici 26. pokazuju da su uvjeti uzgoja (zaštićeno, otvoreno) i godina uzgoja (2012., 2013.) imali najveći utjecaj na energiju klijanja sjemena.

Tablica 26. Prosječna energija klijanja sjemena crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina			Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	93,333	97,500	96,000	95,120	95,125	95,417 <sup>a</sup>
Otvoreno	91,250	93,500	92,625	92,875	91,620	92,375 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	92,292 <sup>b</sup>	95,500 <sup>a</sup>	94,313 <sup>n.s.</sup>	94,000 <sup>n.s.</sup>	93,375 <sup>n.s.</sup>	93,896

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 27. Prikaz rezultata analiza varijance za energiju klijanja sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Energija klijanja		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	6,07	0,0176
Godina	1	6,85	0,0119
Gnojidba	2	0,17	0,8412
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,69	0,4120
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,10	0,9088
Godina x gnojidba	2	0,08	0,9251

Uzgoj u različitim uvjetima (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno je utjecao na energiju klijanja sjemena. Uzgojem u zaštićenom prostoru i na otvorenom minimalna postignuta energija kivanja je 88 %, dok je maksimalna enegija klijanja postignuta u oba uvjeta uzgoja 100 %. Sjeme proizvedeno u zaštićenom prostoru postiglo je statistički veću ( $p < 0,05$ ) prosječnu energija klijanja (95,417 %), od sjemena proizvedenog na otvorenom (92,375 %) (tablica 26).

Proizvodnjom sjemena u dvije godine (2012., 2013.) postignute su značajne razlike u energiji klijanja sjemena. Raspon minimalne i maksimalne energije klijanja sjemena

proizvedenog u 2012. godini kretao se 80,00 - 100,00 %, dok je kod sjemena proizvedenog u 2013. godini minimalna energija klijanja značajno viša, a energija klijanja sjemena kretala se 90,00 - 100,00 %. Prosječna vrijednost postignute energije klijanja sjemena proizvedenog u 2012. godini (92,292 %) statistički je značajno ( $p < 0,05$ ) niža od prosječne vrijednosti energije klijanja (95,500 %) sjemena proizvedenog u 2013 godini (tablica 26).

Vrsta gnojidbe nije značajno utjecala na energiju klijanja sjemena. Sjeme proizvedeno na varijanti gnojenoj dušikom postiglo je energiju klijanja 80,00 - 100,00 %, sjeme proizvedeno na varijanti gnojenoj fosforom 86,00 - 100,00 %, a sjeme proizvedeno na negnojenoj varijanti 85,00 - 100,00%. Prema prosječnim vrijednostima energije klijanja prikazanim u tablici 26. nema statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u postignutoj energiji klijanja sjemena proizvednog na gnojnim i negnojenoj varijanti. Različitim vrstama gnojidbe (dušik, fosfor, negnojeno) nije postignut statistički značajan utjecaj na energiju klijanja sjemena.

Između dvije godine proizvodnje sjemena (2012., 2013.) utvrđena je statistički značajna ( $p < 0,05$ ) razlika u energiji klijanja sjemena. Različiti uvjeti uzgoja statistički značajno utječu na energiju klijanja sjemena, no u interakciji s godinom nije utvrđena statistički značajna ( $p > 0,05$ ) razlika u energiji klijanja sjemena (tablica 27.). Načinom gnojidbe nisu postignute statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u energiji klijanja sjemena. Analizom interakcije uvjeta uzgoja i gnojidbe nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u energiji klijanja sjemena. Jednako tako nije utvrđen statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) interakcije godine i vrste gnojidbe (tablica 27).

#### 4.1.5.4. Kljavost sjemena

Određivanjem kljavosti sjemena utvrđeno je da su uvjeti uzgoja (zaštićeno, otvoreno) imali najveći utjecaj na kljavost sjemena (tablica 28.).

Tablica 28. Prosječna kljavost sjemena crnjike s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	94,416	98,083	96,500	96,500	95,750	96,250 <sup>a</sup>
Otvoreno	93,750	93,917	93,500	94,625	93,375	93,833 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	94,083 <sup>n.s.</sup>	96,000 <sup>n.s.</sup>	95,000 <sup>n.s.</sup>	95,563 <sup>n.s.</sup>	94,562 <sup>n.s.</sup>	95,042

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 29. Prikaz rezultata analiza varijance za klijavost sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Klijavost sjemena		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	5,72	0,0209
Godina	1	3,44	0,0701
Gnojdba	2	0,29	0,7503
Uvjeti uzgoja x godina	1	3,35	0,0741
Uvjeti uzgoja x gnojdba	2	0,10	0,9082
Godina x gnojdba	2	0,38	0,6874

Uzgojem u različitim uvjetima (zaštićeni prostor, otvoreno) postignute su značajne razlike u klijavosti sjemena. Postignuta minimalna i maksimalna klijavost sjemena ovisno o uvjetima uzgoja kreće se u sličnom rasponu. Kod sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru postignuta je klijavost od 89 - 100 %, a kod sjemena proizvedenog na otvorenom od 88 – 100 %. Prosječna vrijednost klijavosti sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru statistički je značajno ( $p < 0,05$ ) različita od prosječne vrijednosti klijavosti sjemena proizvedenog na otvorenom (tablica 28). Postignuta klijavost sjemena (96,250%) u zaštićenom prostoru (96,250%) statistički je značajno ( $p < 0,05$ ) viša od postignute klijavosti sjemena proizvedenog na otvorenom (93,833%) (tablica 28).

Godina proizvodnje sjemena (2012., 2013.) nije značajno utjecala na klijavost sjemena. Klijavost sjemena proizvedenog u 2012. godini kretala se od minimalnih 88% do maksimalnih 100 %. Kod sjemena proizvedenog u 2013. godini postignuta je klijavost od 92 - 100%. Iako postoje razlike između minimalnih i maksimalnih vrijednosti postignute klijavosti sjemena, ovisno o godini uzgoja, prema prosječnim vrijednostima prikazanim u tablici 28. nisu postignute statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u klijavosti sjemena.

Različitim vrstama gnojidbe (dušik, fosfor i negnojeno) nije postignuta značajna razlika u klijavosti sjemena. Vrijednosti minimalne i maksimalne klijavosti sjemena približno su iste kod gnojenih i negnojene varijante. Kod gnojidbe dušikom klijavost sjemena kretala se 88 - 100 %, kod gnojidbe fosforom 89 - 100 %, a kod negnojene varijante 88 - 100 %. Prema prosječnim vrijednostima prikazanim u tablici 28. nema statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u klijavosti sjemena između gnojenih i negnojene varijante, kao ni između dvije varijante gnojidbe.

Uzgojem istraživanih vrsta u dvije godine nije postignut statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na klijavost proizvedenog sjemena (tablica 29). Proizvodnja u zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim uvjetovala je statistički značajne ( $p < 0,05$ ) razlike u klijavosti sjemena (tablica 29). Analizom interakcije između godine i uvjeta uzgoja nije utvrđen

statistički opravdan utjecaj na klijavost sjemena. Različite vrste gnojidbe nisu statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecale na klijavost sjemena, u interakciji s uvjetima uzgoja nisu utvrđene statistički ( $p > 0,05$ ) značajne razlike. Statistički opravdan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na klijavost sjemena nije utvrđen ni interakcijom godine i načina gnojidbe (tablica 29).

#### 4.1.5.5. Zdravstveno stanje sjemena

Nakon provedene determinacije patogena na sjemenu utvrđen je najveći utjecaj uvjeta uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) na zdravstveno stanje sjemena, dok godina i vrsta gnojidba nije utjecala na pojavu gljive *Alternaria alternata* (tablica 30).

Tablica 30. Prosječna zaraza sjemena crnjike gljivom *Alternaria alternata* s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Ø	Gnojidba		x̄
	2012	2013		N	P	
Zaštićeno	0,250	1,666	0,875	0,625	1,375	0,958 <sup>b</sup>
Otvoreno	9,167	9,750	9,375	9,625	9,375	9,458 <sup>a</sup>
x̄	4,708 <sup>n.s.</sup>	5,708 <sup>n.s.</sup>	5,125 <sup>n.s.</sup>	5,125 <sup>n.s.</sup>	5,375 <sup>n.s.</sup>	5,208

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

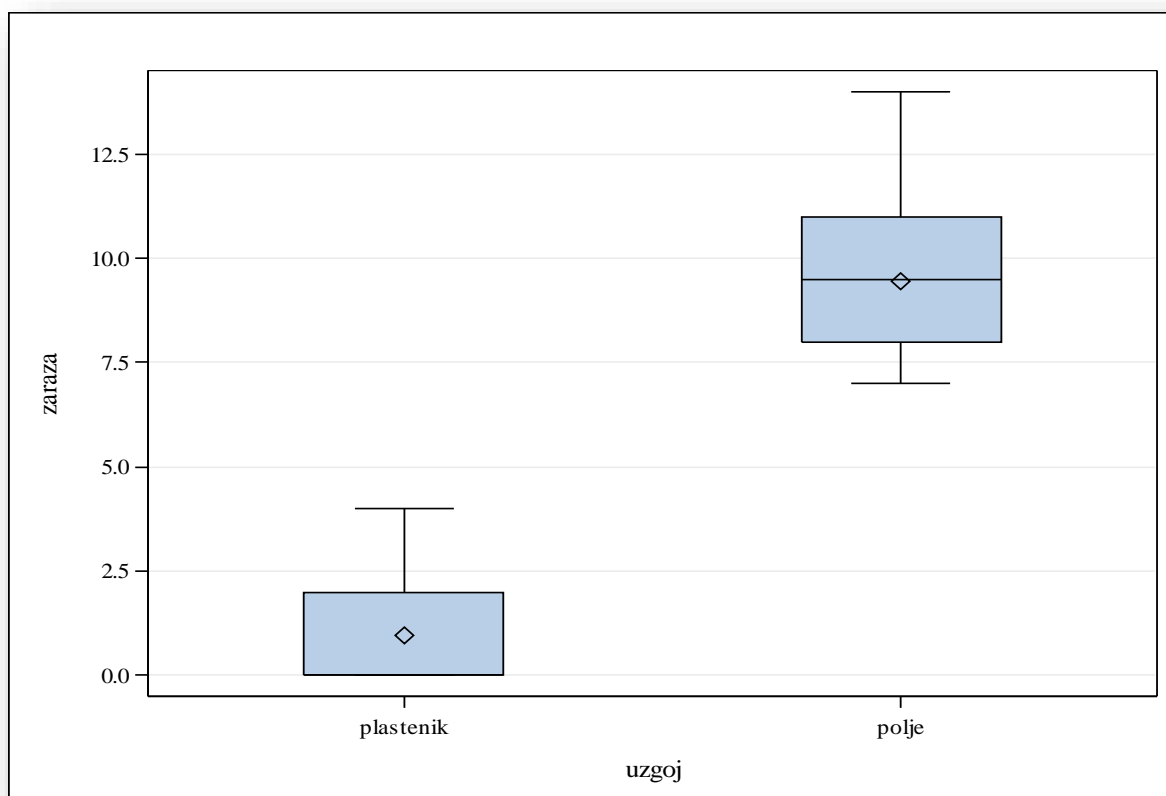
Tablica 31. Prikaz rezultata analiza varijance za zarazu sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Zaraza sjemena		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	304,64	<,0001
Godina	1	0,56	0,4581
Gnojidba	2	0,02	0,9851
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,9851	0,3806
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,33	0,7226
Godina x gnojidba	2	0,03	0,9685

Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno su utjecali na zarazu sjemena gljivom *Alternaria alternata*. Na sjemenu proizvedenom u zaštićenom prostoru zaraza se kretala 0,0 - 4,0 %, dok je na sjemenu proizvedenom na otvorenom bila puno veća 7,0 – 14 %. Prema podacima u tablici 30 na 9,458 % sjemena proizvedenom na otvorenom mikroskopskim pregledom utvrđena je prisutnost gljive *Alternaria alternata* što je statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) veće od 0,958% koliko je utvrđeno na sjemenu proizvedenom u zaštićenom prostoru (tablica 30).

Utjecaj uvjeta uzgoja na postotak zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata* prikazan je Grafikonom 14., u kojem su varijante prikazane rastućim redoslijedom, a srednja vrijednost medijanom. Na 25 % sjemena proizvednog u zaštićenom prostoru nije determinirana zaraza, na 50 % sjemena zaraza se kretala 0 - 2 %, a na 25 % sjemena 2 - 4%. Kod sjemena proizvedenog na otvorenom postotak zaraze je puno veći, na 25 % sjemena zaraza se kretala 7 - 8%, na 50 % sjemena 8 -11 %, dok je 25 % sjemena imalo visoku zarazu 11 - 14 % .

Prema podacima u grafikonu 14. 100 % sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru imalo je minimalno 3 % manju zarazu od najmanje zaraženog sjemena proizvedenog na otvorenom. Velika razlika u zarazi sjemena vidljiva je i iz vrijednosti medijana, koji je kod biljaka uzgajanih u zaštićenom prostoru 0 %, a na otvorenom 9,5 % *Alternaria alternata* na sjemenu. Na sjemenu proizvedenom u zaštićenom prostoru postoji razlika između prosječne vrijednosti i srednje vrijednosti zaraze sjemena. Prosječna vrijednost 0,950 % veća je od srednje vrijednosti 0 % (grafikon 14.). Na sjemenu proizvedenom na otvorenom prostoru nema razlike između prosječne i srednje vrijednosti zaraze sjemena.



Grafikon 14. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata*

Godina proizvodnje sjemena nije značajno utjecala na zdravstvenu ispravnost sjemena. U 2012. godini zaraza sjemena kretala se 0 - 12 %, a u 2013. od 0 - 14 %. Prosječna zaraza sjemena gljivom *Alternaria alternata* u 2012. godini (4,708 %) statistički se značajno ne razlikuje ( $p>0,05$ ) od prosječne zaraze sjemena u 2013 godini (5,708 %) (tablica 30). Godina proizvodnje nije statistički značajno utjecala na zarazu sjemena gljivom *Alternaria alternata*, postotak zaraze sjemena u obje istraživane godine bilo je podjednakih prosječnih vrijednosti.

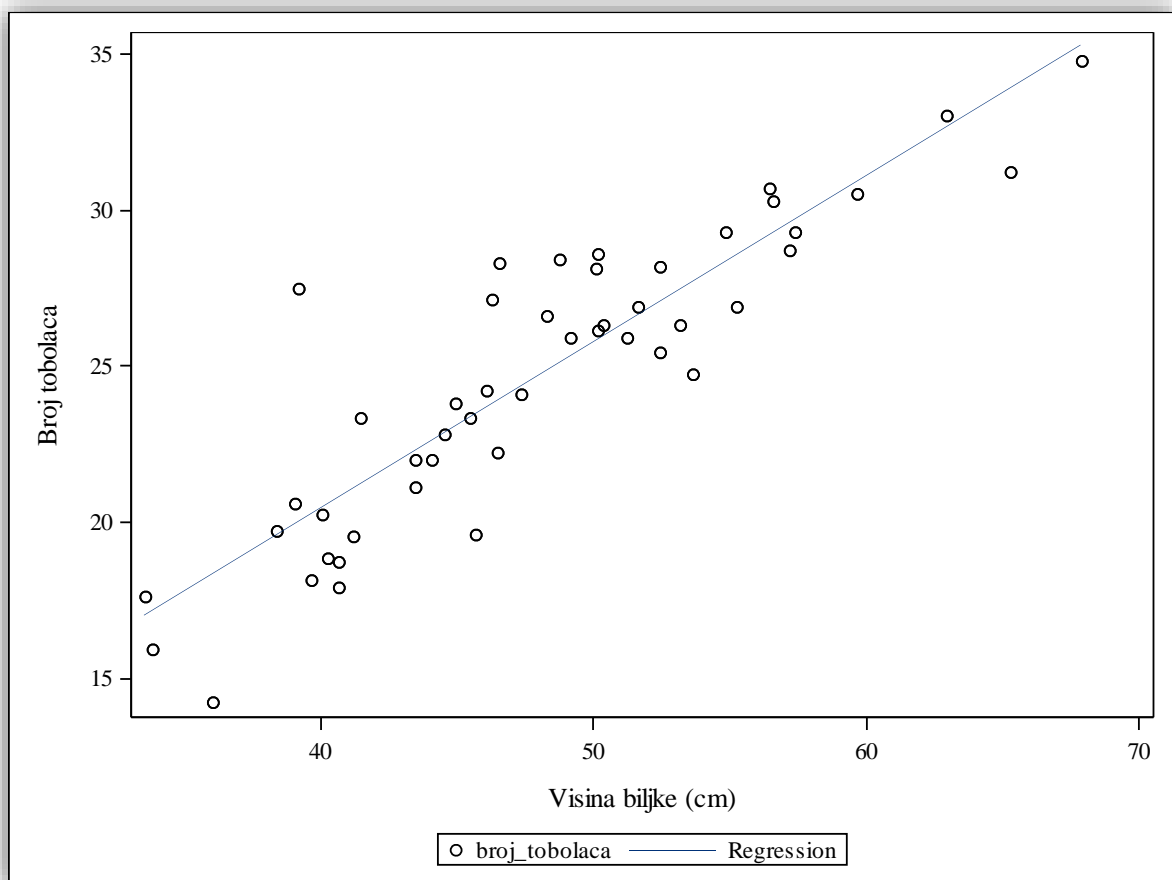
Zaraza sjemena gljivom *Alternaria alternata* nije se značajno razlikovala kod gnojnih i negnojene varijante. Kod sjemena proizvednog na varijanti gnojnoj dušikom i negnojnoj varijanti zaraza sjemena kretala se 0 - 12 %, na varijanti gnojene fosforom bila je nešto viša 0 - 14 %. Prosječna vrijednosti zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata* prikazana u tablici 30. jednaka je kod sjemena proizvednog na varijanti gnojnoj dušikom i negnojnoj varijanti, dok je kod sjemena proizvednog na varijanti gnojnoj fosforom nešto viša, no nema statistički značajne ( $p>0,05$ ) razlike u zarazi sjemena proizvednog na tri varijante gnojidbe. Vrsta gnojidbe (dušik, fosfor i negnojeno) nije statistički značajno ( $p>0,05$ ) utjecala na zdravstveno stanje sjemena.

Godina proizvodnje nije imala statistički značajan ( $p>0,05$ ) utjecaj na zarazu sjemena (tablica 31). Proizvodnjom u zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim postignute su statistički značajne ( $p<0,0001$ ) razlike u postotku zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata* (tablica 31). Interakcija godine i uvjeta uzgoja nije statistički značajno ( $p>0,05$ ) utjecala na zarazu sjemena. Različitim vrstama gnojidbe nisu postignute statistički značajne ( $p>0,05$ ) razlike u zarazi sjemena. Nije utvrđena interakcija uvjeta uzgoja i načina gnojidbe na zarazu sjemena (tablica 31). U analizi interakcije godine i vrsta gnojidbe nije postignut statistički opravdan ( $p>0,05$ ) utjecaj na zarazu sjemena (tablica 31).

#### 4.1.6. Korelacije određenih svojstava crnjike

##### 4.1.6.1. Visina biljke i broj tobolaca po biljci

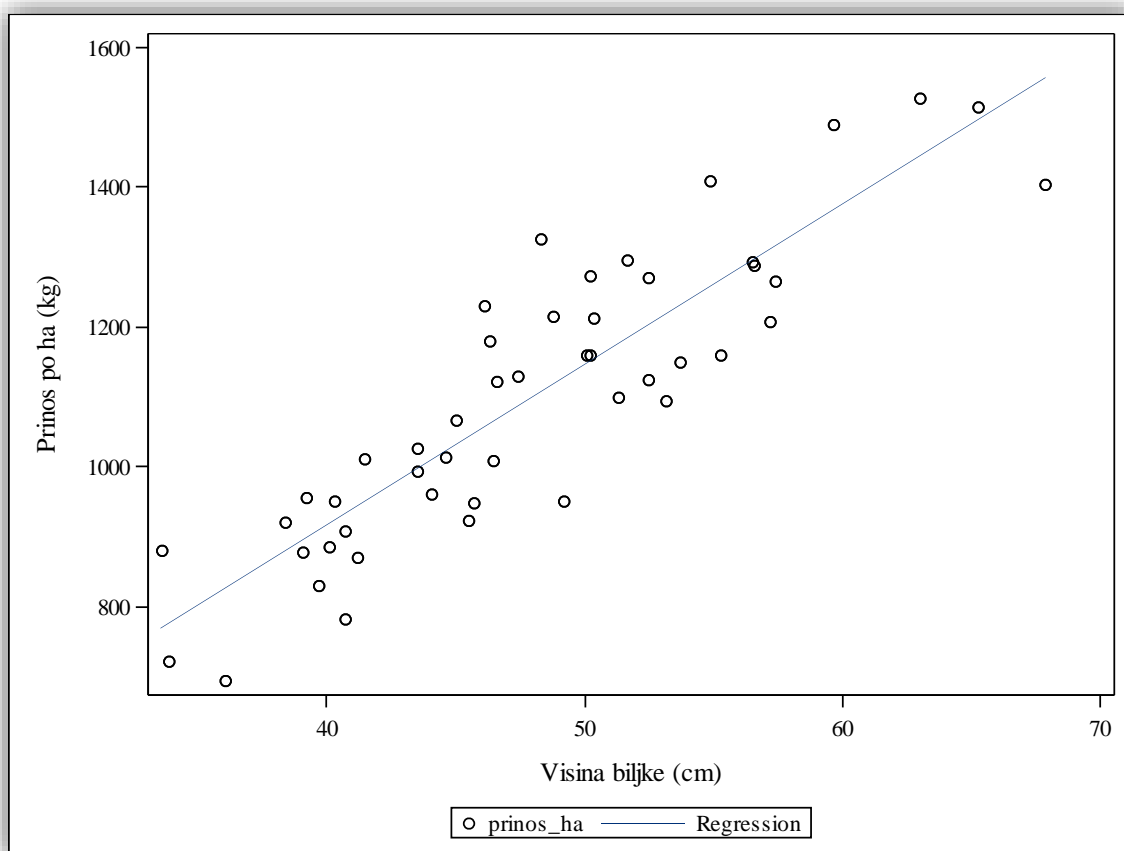
Između visine biljke i broja tobolaca po biljci postoji biljci statistički značajna vrlo jaka pozitivna korelacija  $r = 0,89157^{**}$  (grafikon 15). Povećanjem visine biljke povećava se broj tobolaca po biljci, više biljke imaju veći broj tobolaca.



Grafikon 15. Korelacija visine biljke i broja tobolaca po biljci crnjike

#### 4.1.6.2. Visina biljke i urod sjemena po hektaru

Korelacija između visine biljke i uroda sjemena po hektaru statistički je visoko značajna ( $p < 0,0001$ ) i vrlo jako pozitivna korelacija  $r = 0,88860^{**}$  (grafikon 16). Povećanjem visine biljke povećava se urod sjemena po hektaru.

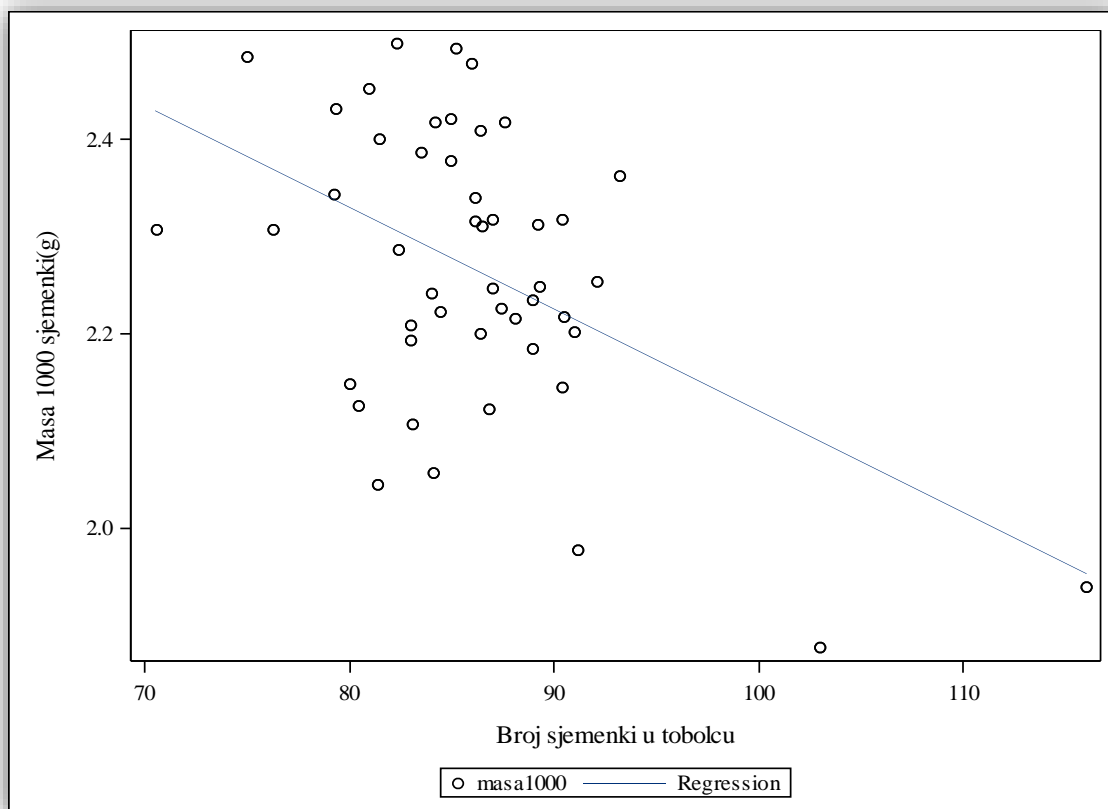


Grafikon 16. Korelacija visine biljke i uroda sjemena po hektaru crnjike



#### 4.1.6.3. Broj sjemenki u tobolcu i masa 1000 sjemenki

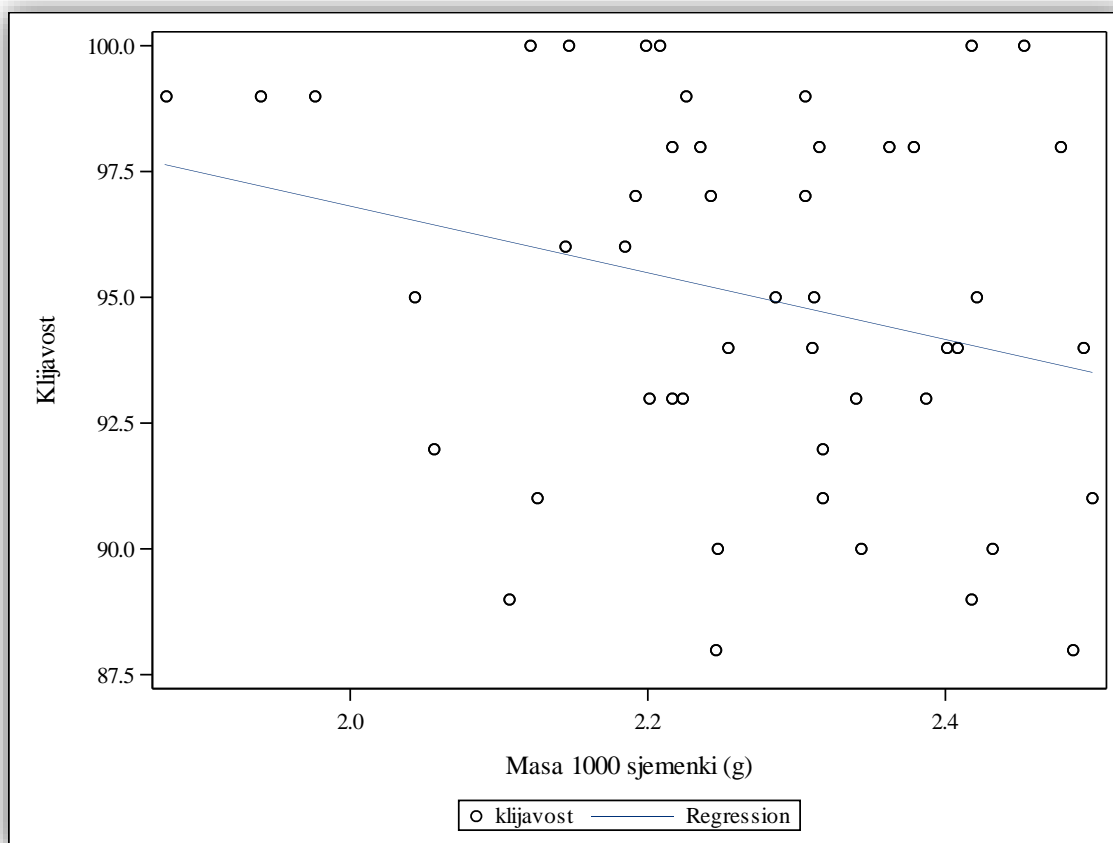
Korelacija između broja sjemenki u tobolcu i mase 1000 sjemenki (grafikon 17.) je statistički značajna ( $p < 0,0004$ ) srednje negativna ( $r = - 0,49229 *$ ). Linearnim povećanjem broja sjemenki u tobolcu smanjuje se masa 1000 sjemenki (srednje negativna korelacija) (grafikon 17.).



Grafikon 17. Korelacija broja sjemenki u tobolcu i mase 1000 sjemenki crnjike

#### 4.1.6.4. Masa 1000 sjemenki i klijavost sjemena

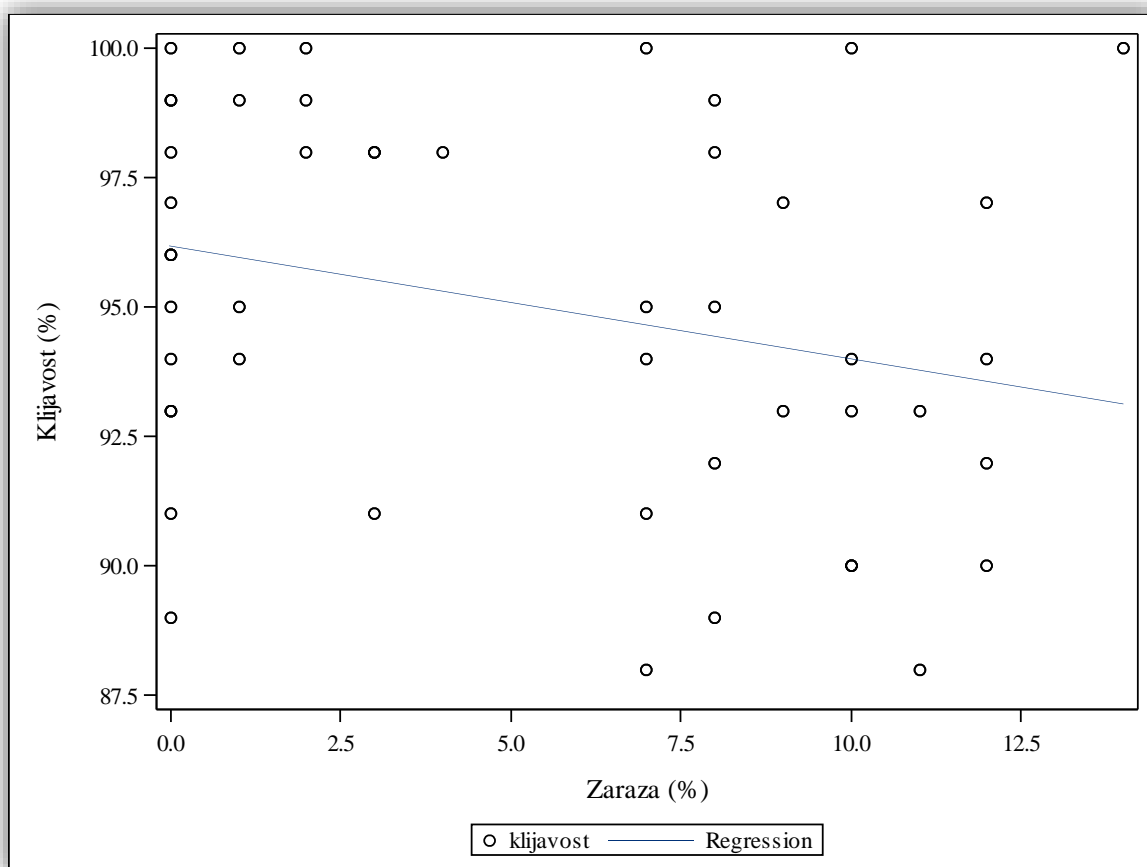
Između mase 1000 sjemenki i klijavosti sjemena postoji vrlo slaba korelacija  $r = -0,26295$  negativnog smjera. Povećanjem mase 1000 sjemenki smanjuje se klijavost sjemena. Razlika u klijavosti sjemena nastala povećanjem mase 1000 sjemenki nije statistički značajna ( $p < 0,0710$ ) (grafikon 18.).



Grafikon 18. Korelacija mase 1000 sjemenki i klijavosti sjemena crnjike

#### 4.1.6.5. Klijavost i zaraza sjemena

Između klijavosti sjemena i zaraze korelacija je slaba  $r = -0,27461$  i negativnog smjera. Povećanjem zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata*, smanjuje se klijavost sjemena. Razlika u klijavosti sjemena nastala povećanjem zaraze gljivicom *Alternaria alternata* nije statistički značajna ( $p < 0,0589$ ) (grafikon 19.).



Grafikon 19. Korelacija klijavosti i zaraze sjemena crnjike

## 4.2. Crni kim (*Nigella sativa* L.)

### 4.2.1. Morfološka svojstva

#### 4.2.1.1. Visina biljke

Prema rezultatima istraživanja najveći utjecaj na visinu biljaka imala je gnojidba dušikom i fosforom, dok uvjeti uzgoj i godina, nisu značajno utjecali na ovo svojstvo (tablica 32).

Tablica 32. Prosječne visine biljaka crnog kima (cm) s obzirom na uvjete uzgoja, godinui gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Ø	Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013		N	P	
Zaštićeno	35,558	34,550	32,750	38,335	34,075	35,054 <sup>n.s.</sup>
Otvoreno	32,358	33,116	27,900	37,638	32,675	32,737 <sup>n.s.</sup>
$\bar{x}$	33,958 <sup>n.s.</sup>	33,833 <sup>n.s.</sup>	30,325 <sup>C</sup>	37,987 <sup>A</sup>	33,375 <sup>B</sup>	33,895

n.s. nije signifikantno; a, b, c signifikantno ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 33. Prikaz rezultata analize varijance za visinu biljaka prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Visina biljke		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	3,57	0,0652
Godina	1	0,01	0,9222
Gnojidba	2	25,60	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,50	0,4824
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	2,63	0,0836
Godina x gnojidba	2	2,13	0,1319

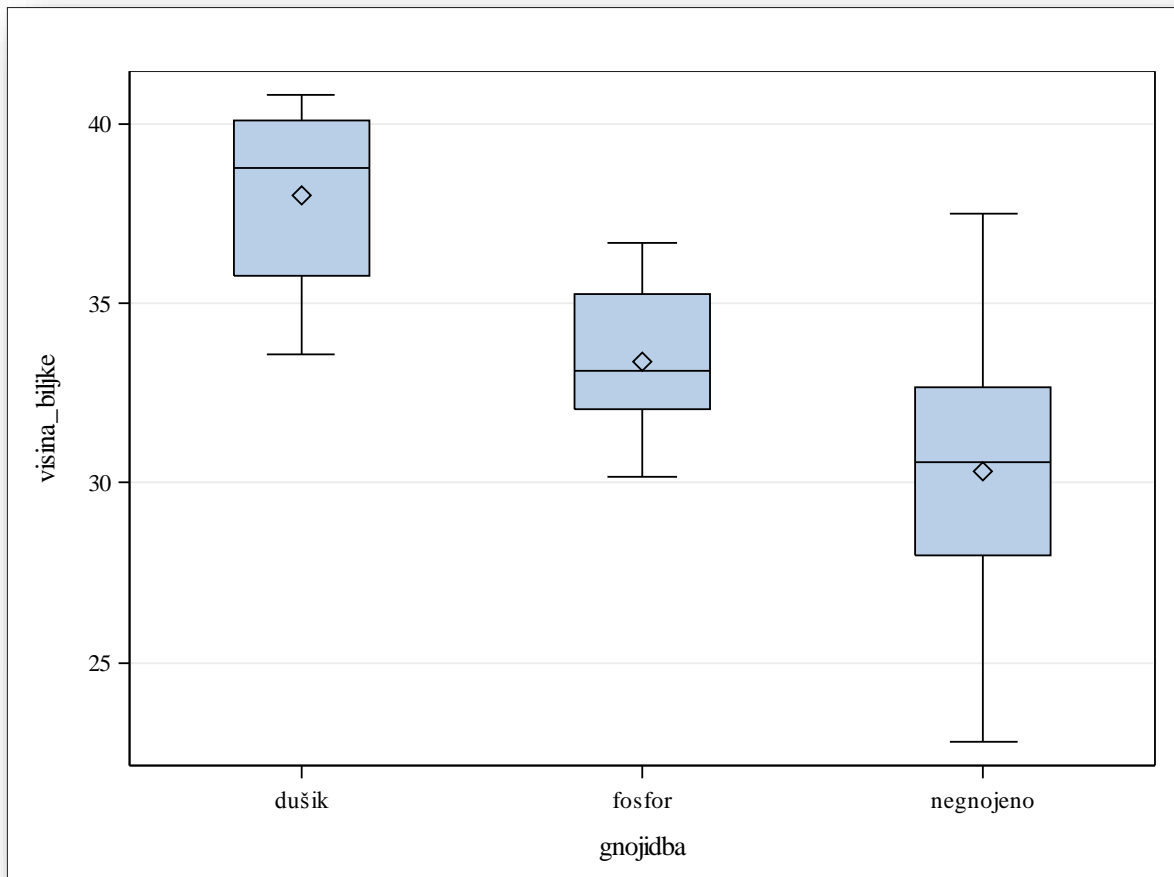
Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) nisu značajno utjecali na visinu biljke (tablica 32). Prosječna visina biljaka uzgajanih u zaštićenom prostoru (35,054 cm) i prosječna visina (32,737 cm) biljaka uzgajanih na otvorenom statistički nisu značajno različite ( $p > 0,05$ ) (tablica 32). Biljke uzgajane u zaštićenom prostoru postigle su visinu 28,3 - 40,2 cm, dok je kod biljaka uzgajanih na otvorenom zabilježena visina 22,8 - 40,8 cm. Uzgojem u različitim uvjetima nije postignuta statistički značajna razlika u visini biljaka.

Godina uzgoja (2012., 2013.) nije značajno utjecala na visinu biljaka. U 2012. godini biljke su postigle visinu 22,8 - 40,1 cm, a u 2013. godini raspon minimalnih i maksimalnih visina bio je sličnih vrijednosti 23,6 - 40,5 cm. Prosječna visina biljaka u 2012. godini (33,958 cm)

statistički se značajno ( $p > 0,05$ ) ne razlikuje od prosječne visine biljaka u 2013. godini (33,833 cm) (tablica 32). U dvije godine uzgoja (2012., 2013.) nije postignuta statistički značajna razlika u visini biljaka.

Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na visinu biljke (tablica 32). Biljke gnojene dušikom postigle su visinu 33,6 - 40,8 cm, biljke gnojene fosforom bile su značajno niže 30,2 - 36,7 cm, a najniže su bile negnojene biljke 22,8 - 37,5 cm. Ovisno o gnojidbi postignute su statistički značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u visini biljaka. Između tri varijante gnojidbe (dušik, fosfor i negnojeno) postoje statistički značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u visini biljaka. Prosječno najveća visina postignuta je kod gnojidbe dušikom (37,987 cm), značajno niža kod varijante gnojene fosforom (33,375 cm), a najniža kod negnojene varijante (30,325 cm) (tablica 32). Biljke uzgojene na varijanti gnojenoj dušikom značajno ( $p < 0,0001$ ) su više od biljaka gnojenim fosforom, dok su biljke gnojene fosforom značajno ( $p < 0,0001$ ) više od negnojenih biljaka.

Grafikonom 20. prikazan je raspon visine biljaka gnojenih dušikom, fosforom i negnojenih biljaka poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Kod gnojidbe dušikom 25 % najnižih biljaka postiglo je visinu 33,6 - 35,5 cm, 50 % biljaka 36,0 - 40,1 cm, a 25 % najviših biljaka bilo je visine 40,1 - 40,8 cm. Kod gnojidbe fosforom 25 % biljaka najnižih biljaka postiglo je visinu 30,2 - 31,9 cm, 50 % biljaka 32,2 - 34,80 cm, a 25 % najviših biljaka 34,8 - 36,7 cm. Podaci pokazuju da su biljke gnojene fosforom značajno niže od biljaka gnojenih dušikom. Najniže su biljke na negnojenoj varijanti, 25 % biljaka postiglo je visinu od 22,8 - 27,7 cm, 50 % biljaka od 28,3 - 31,8 cm, dok je 25 % najviših biljaka postiglo visinu od 33,5 - 37,5 cm.



Grafikon 20. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) i maksimalna vrijednost visine biljaka (cm) prema načinu gnojidbe

Ako usporedimo visinu biljaka gnojjenih dušikom sa visinom biljaka gnojjenim fosforom (grafikon 20.), gotovo 75 % biljaka gnojjenih dušikom više je od najviše biljke (35,7 cm) gnojene fosforom. Raspon visine negnojjenih biljaka puno je širi od gnojidbe dušikom i fosforom, gotovo 75 % negnojjenih biljaka niže je od najniže biljke gnojene dušikom. Maksimalna visina biljaka gnojjenih fosforom prema grafikonu 20. niža je od negnojjenih biljaka, no usporedbom ostalih vrijednosti prikazanih grafikonom 20. vidljiv je utjecaj gnojidbe fosforom na visinu biljaka, 75% biljaka gnojjenim fosforom više je od 75% negnojjenih biljaka.

Prema vrijednostima prikazanim u grafikonu 20. najveću visinu (38,75 cm) postigle su biljke gnojene dušikom, značajno niže bile su biljke gnojene fosforom (33,1 cm), dok su negnojene biljke bile najniže (30,6 cm). Vrijednosti medijana biljaka gnojjenih fosforom i negnojjenih biljaka prikazane u grafikonu 20. približno su istih vrijednosti kao i prosječna vrijednost, dok je kod gnojidbe dušikom vrijednost medijana veća od prosječne vrijednosti.

Godina uzgoja nije imala statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na visinu biljaka (tablica 33). Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor u usporedbi s otvorenim) nisu statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecali na visinu biljke. Interakcija godine i načina uzgoja nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na razlike u visini biljaka (tablica 33). Utjecaj vrste gnojidbe na visinu biljke statistički je značajan ( $p < 0,0001$ ). Interakcija uvjeta uzgoja i vrste gnojidbe nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na razlike u visini biljaka (tablica 33). U analizi interakcije godine i vrste gnojidbe nije utvrđen statistički opravdan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na visinu biljke (tablica 33).

#### 4.2.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci

Rezultati istraživanja broja cvjetnih grana po biljci pokazuju da je na ovo svojstvo značajno utjecala gnojidba dušikom i fosforom, dok ostali istraživani faktori (uvjeti uzgoja i godina) nisu imali značajan utjecaj (tablica 34).

Tablica 34. Prosječan broj cvjetnih grana po biljci crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Ø	Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013		N	P	
Zaštićeno	13,066	13,558	10,637	15,712	13,587	13,312 <sup>n.s.</sup>
Otvoreno	12,716	12,825	8,500	16,062	13,750	12,770 <sup>n.s.</sup>
$\bar{x}$	12,892 <sup>n.s.</sup>	13,192 <sup>n.s.</sup>	9,569 <sup>C</sup>	15,888 <sup>A</sup>	13,668 <sup>B</sup>	13,041

n.s. nije signifikantno; a, b, c signifikantno ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 35. Prikaz rezultata analiza varijance za broj cvjetnih grana po biljci prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Broj cvjetnih grana		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	0,31	0,5775
Godina	1	0,10	0,7580
Gnojidba	2	39,09	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,04	0,8467
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	1,89	0,1635
Godina x gnojidba	2	0,26	0,7711

Uzgoj u zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim nije značajno utjecao na broj cvjetnih grana po biljci (tablica 34). U zaštićenom prostoru biljke su razvile 8,6 - 19,2 cvjetnih grana po biljci, dok su biljke na otvorenom prostoru su razvile 5,6 - 19,1 cvjetnih grana po biljci. Prosječan broj cvjetnih grana po biljci u zaštićenom prostoru (13,312) statistički se značajno

ne razlikuje ( $p > 0,05$ ) od prosječnog broja cvjetnih grana po biljci na otvorenom (12,770) (tablica 34). Uzgojem u različitim uvjetima (zaštićeni prostor, otvoreno) nisu postignute statistički značajne razlike u broju cvjetnih grana po biljci.

Godina uzgoja nije značajno utjecala na broj cvjetnih grana po biljci. U 2012. godini biljke su razvile prosječno 12,892 cvjetnih grana po biljci, što se statistički značajno ( $p > 0,05$ ) ne razlikuje od prosječnog broja cvjetnih grana u 2013. godini (13,192) (tablica 34). Broj cvjetnih grana u 2012. kretao se 6,5 – 19,2 cvjetnih grana po biljci, a u 2013. godini 7,4 – 19,1. U dvije godine uzgoja biljke su razvile podjednak broj grana, razlika u broj grana po biljci u dvije godine uzgoja (2012., 2013.) nije statistički opravdana.

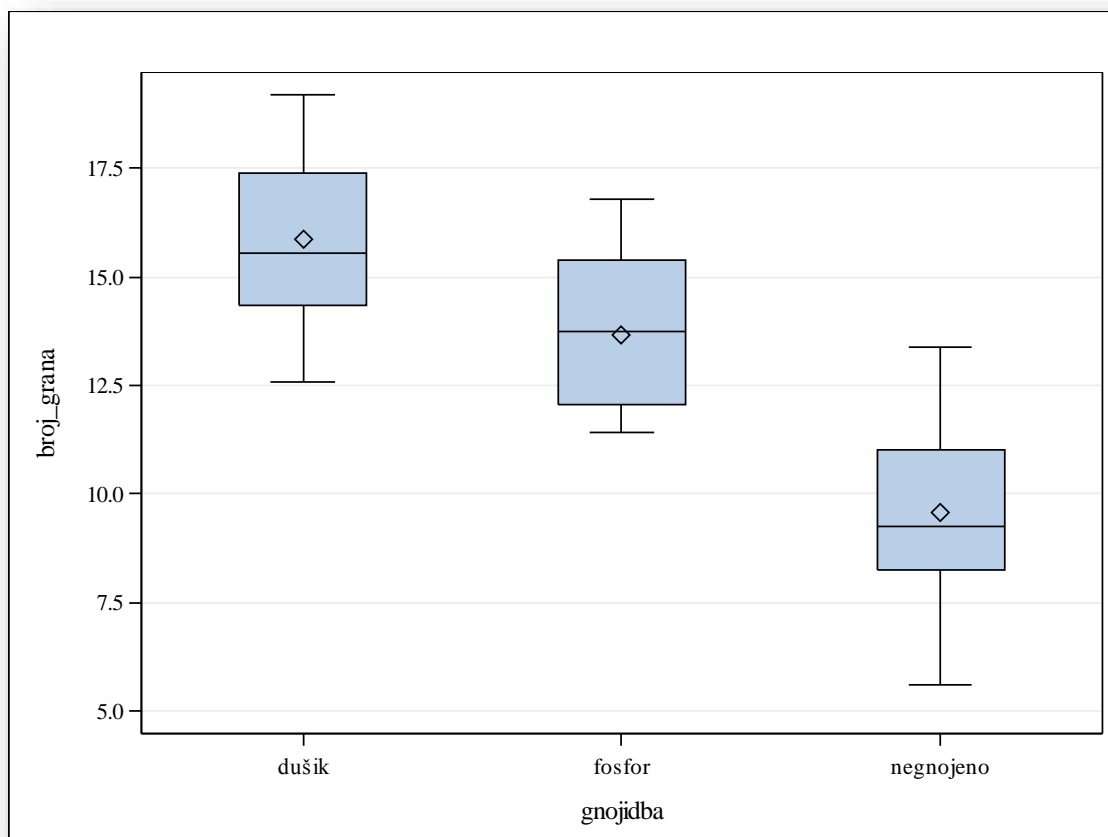
Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na broj cvjetnih grana po biljci (tablica 34). Biljke gnojene dušikom razvile su znatno veći broj cvjetnih grana po biljci u usporedbi sa biljkama gnojenim fosforom i negnojenim biljkama. Značajne razlike u broju grana po biljci postignute su gnojidbom fosforom u usporedbi sa negnojenom varijantom. Biljke gnojene dušikom su razvile 12,6 - 19,1 cvjetnih grana po biljci. Raspon broja cvjetnih grana po biljci kod biljaka gnojenih fosforom bio je nešto niži 11,4 - 16,8, a najmanji broj cvjetnih grana razvile su negnojene biljke 5,6 – 13,4 grane po biljci. Između tri varijante gnojidbe prosječno najveći broj cvjetnih grana po biljci razvile su biljke gnojene dušikom (15,888), nešto manje biljke gnojene fosforom (13,668) i najmanje negnojene biljke (9,569) (tablica 34). Gnojidba dušikom i fosforom značajno utječe na broj cvjetnih grana, ali između dvije varijante gnojidbe postoje statistički ( $p < 0,0001$ ) značajne razlike. Biljke gnojene dušikom razvile su značajno veći broj cvjetnih grana u usporedbi sa biljkama gnojenim fosforom i negnojenim biljkama. Broj cvjetnih grana kod biljaka gnojenim fosforom značajno veći od broja cvjetnih grana kod od negnojenih biljaka.

Grafikonom 21. prikazan je raspon vrijednosti broja cvjetnih grana kod biljaka gnojenih dušikom, fosforom i negnojenih biljaka poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Prema podacima u grafikonu 21. 25 % biljaka gnojenih dušikom razvilo je 12,6 - 14,2 cvjetne grane po biljci, 50 % biljaka 14,5 - 17,1, a 25 % biljaka je sa najvećim brojem cvjetnih grana razvilo je 17,7 – 19,2 cvjetne grane po biljci. Kod gnojidbe fosforom 25 % biljaka sa najmanjim brojem cvjetnih grana razvilo je 11,4 - 11,9 grana po biljci, 50 % biljaka 12,2 - 15,4, a biljke sa najvećim brojem grana od 15,4 - 16,8 grana po biljci. Negnojene biljke razvile značajno manji broj cvjetnih grana po biljci 5,6 - 7,9 grana po biljci razvilo je 25 % biljaka, 8,6 - 10,5 grana po biljci 50 % biljaka, dok je 25 % biljaka sa najvećim brojem grana razvilo 11,5 – 13,4 grane po biljci.

Prema podacima prikazanim grafikonom 21. gotovo 75 % biljaka gnojenih dušikom razvilo je veći broj grana od 100 % negnojenih biljaka, dok 75 % biljaka gnojenih fosforom ima



manji broj grana od srednje vrijednosti broja grana (15,55) biljaka gnojnih dušikom. Između broja grana kod biljaka gnojnih fosforom i negnojnih biljaka postoje značajne razlike, gotovo 100 % negnojnih biljaka razvilo je manji broj grana od srednje vrijednosti (13,75) broja grana kod biljaka gnojnih fosforom, 50 % biljaka gnojnih fosforom razvilo je veći broj grana od 100 % negnojnih biljaka.



Grafikon 21. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja cvjetnih grana prema načinu gnojidbe

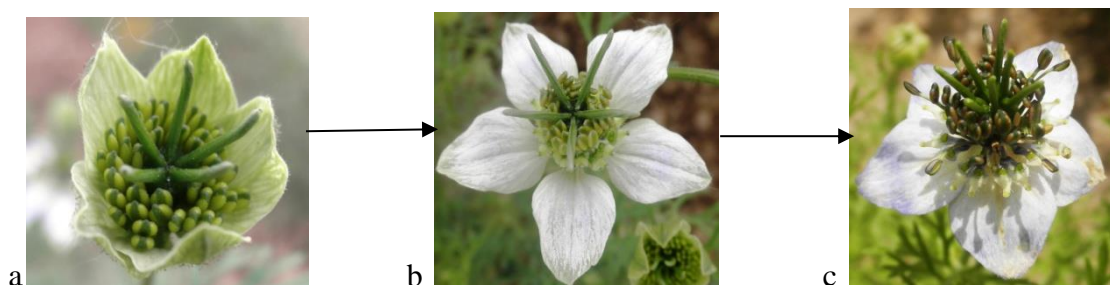
Srednja vrijednost broja cvjetnih grana (grafikon 21.) najveća je kod gnojidbe dušikom (15,55 grana), značajno niža kod gnojidbe fosforom (13,75 grana), a najniža kod negnojnih biljaka (9,25). Prosječna vrijednost je kod gnojidbe dušikom nešto viša od medijana, kod gnojidbe fosforom je gotovo jednaka medijanu, dok je kod negnojnih biljaka viša od medijana (grafikon 21.).

Godina uzgoja (2012., 2013.) nije imala značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na broj cvjetnih grana po biljci. Uzgojem biljaka u zaštićenom prostoru u usporedbi s otvorenim prostorom nisu

postignute statistički značajne razlike u broju cvjetnih grana. U analizi interakcije godine i uvjeta uzgoja nije utvrđen statistički opravdan utjecaj na broj cvjetnih grana po biljci (tablica 35). Vrsta gnojidbe imala je značajan utjecaj ( $p < 0,0001$ ) na broj cvjetnih grana, međutim u interakciji s godinom uzgoja nije utvrđena statistički opravdana razlika u broju cvjetnih grana po biljci (tablica 35). Jednako tako, nije utvrđen statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) interakcije uvjeta uzgoja (zatvoreno, otvoreno) i vrste gnojidbe na broj cvjetnih grana po biljci.

#### 4.2.1.3. Boja cvijeta

Cvijet crnog kima je u punoj cvatnji bijelo plave boje, ali tijekom cvatnje lapovi mijenjaju boju. U početku cvatnje boja je bijelo zelena, u punoj cvatnji bijelo plava, a pred kraj cvatnje jače dolazi do izražaja plava boja od sredine do ruba lapova (slika 33.)



Slika 33. Promjena boje cvijeta crnog kima – a - yellow green group – 144C-b- blue group 100C - blue group – 108 D

*Foto: D. Horvat, 2013.*

Na boju cvijeta nisu utjecali ni uvjeti uzgoja, ni godina, ni gnojidba dušikom i fosforom, boja je bila jednaka na svim parcelama, mijenjala se ovisno o fenološkim fazama.

#### 4.2.1.4. Broj tobolaca po biljci

Rezultati istraživanja navedeni u tablici 36. pokazuju da je najveći utjecaj na broj tobolaca po biljci imala gnojidba dušikom i fosforom, dok utjecaj uvjeta uzgoja i godine na ovo svojstvo nije značajan.

Tablica 36. Prosječan broj tobolaca po biljci crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	12,700	13,141	10,300	15,287	13,175	12,921 <sup>n.s.</sup>
Otvoreno	12,341	12,450	8,237	15,675	13,275	12,395 <sup>n.s.</sup>
$\bar{x}$	12,520 <sup>n.s.</sup>	12,796 <sup>n.s.</sup>	9,268 <sup>C</sup>	15,481 <sup>A</sup>	13,225 <sup>B</sup>	12,658

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 37. Prikaz rezultata analiza varijance za broj tobolaca po biljci prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Broj tobolaca po biljci		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	0,31	0,5824
Godina	1	0,08	0,7736
Gnojidba	2	38,93	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,03	0,8641
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	1,82	0,1740
Godina x gnojidba	2	0,26	0,7711

Prema podacima iz tablice 36. različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) nisu značajno utjecali na broj tobolaca po biljci. Prosječan broj tobolaca u zaštićenom prostoru (12,921) nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) različit od prosječnog broja tobolaca na otvorenom (12,395). Minimalne i maksimalne vrijednosti broja tobolaca po biljci kod uzgoja u zaštićenom i na otvorenom nisu se značajno razlikovale. U zaštićenom prostoru biljke su razvile 8,2 - 18,7 tobolca po biljci, a na otvorenom 5,3 - 18,6 tobolaca. Uzgojem u različitim uvjetima nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u broju tobolaca po biljci.

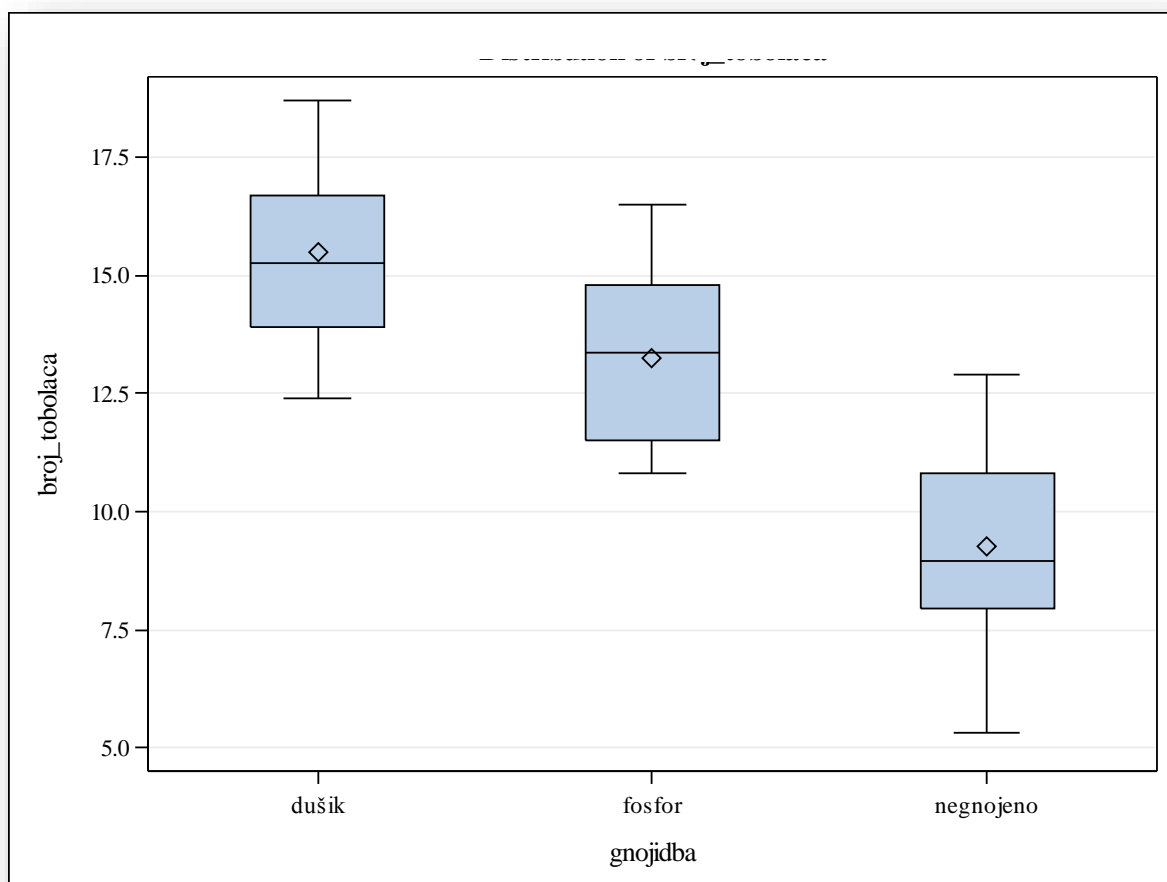
Godina uzgoja (2012., 2013.) nije značajno utjecala na broj tobolaca po biljci (tablica 36). Raspon između minimalnog i maksimalnog broja tobolaca po biljci u 2012. godini kretao se 6,3 - 18,7 tobolca, a u 2013. od 5,3 - 18,6. Iz navedenih podataka vidljivo je da su biljke u 2012. i 2013. godini razvile podjednak broj tobolaca po biljci. Prema podacima iz tablice 35. prosječna vrijednost broja tobolca po biljci u 2012. godini (12,520) nije statistički značajno različita ( $p > 0,05$ ) od prosječne vrijednosti broja tobolca po biljci u 2013. godini (12,796). Između dvije godine uzgoja (2012., 2013) nije bilo statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u broju tobolaca po biljci.

Vrsta gnojidbe imala je značajan utjecaj na broj tobolaca po biljci (tablica 36). Najveći broj tobolaca razvile su biljke gnojene dušikom 12,40 - 18,70 tobolca po biljci, značajno manje biljke gnojene fosforom 10,80 - 16,50 tobolaca po biljci, a najmanje negnojene biljke od 5,3 - 12,8 tobolaca. Biljke gnojene dušikom razvile su prosječno 15,481 tobolca po biljci, što se statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) razlikuje od broja tobolaca koji su razvile biljke gnojene fosforom i negnojene biljke (tablica 36). Biljke gnojene fosforom razvile su prosječno 13,225 tobolca po biljci, što se statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) razlikuje od prosječnog broja tobolaca (9,268) kod negnojenih biljaka (tablica 36). Vrsta gnojidbe statistički je značajno utjecala na broj tobolaca po biljci. Biljke gnojene dušikom razvile su značajno najveći broj tobolaca po biljci u usporedbi sa biljkama gnojenim fosforom i negnojenim biljkama. Broj tobolaca po biljci kod biljaka gnojenih fosforom značajno veći od broja tobolaca po biljci kod negnojenih biljaka.

Grafikonom 22. prikazan je raspon vrijednosti broja tobolaca po biljci kod biljaka gnojenih dušikom, fosforom i negnojenih biljaka poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Kod gnojidbe dušikom 25 % biljaka razvilo je 12,4 - 18,7 tobolca po biljci, 50 % biljaka 14,0 - 16,3 tobolca po biljci, 25 % biljaka sa najvećim brojem tobolaca 17,1 - 18,7 tobolca po biljci. Biljke gnojene fosforom (25 % biljaka) razvile su 11,1 - 11,6 tobolca po biljci, 12,1 - 14,9 tobolca po biljci razvilo je 50 % biljaka, a najveći broj tobolaca 14,9 - 18,7 tobolca razvilo je 25 % biljaka. Negnojene biljke razvile su najmanji broj tobolaca po biljci, 25 % biljaka razvilo je 5,3 - 8,6 tobolaca, 50 % biljaka 8,6 - 10,3 tobolca, dok je 25 % biljaka sa najvećim brojem tobolaca razvilo 11,3 - 12,9 tobolca.

Prema podacima prikazanim grafikonom 22. više od 75 % biljaka gnojenih dušikom razvilo je veći broj tobolaca po biljci od 100 % negnojenih biljaka. Usporedbom broja tobolaca po biljci 75 % biljaka gnojenih fosforom razvilo je manji broj tobolca od srednje vrijednosti broja tobolaca (15,25) po biljci kod biljaka gnojenih dušikom. Između broja tobolaca kod biljaka gnojenih fosforom i negnojenih biljaka postoje značajne razlike, gotovo 100 % negnojenih biljaka razvilo je manji broj tobolaca od srednje vrijednosti (13,80) broja tobolaca biljaka gnojenih fosforom, 50 % biljaka gnojenih fosforom razvilo je veći broj tobolaca od 100 % negnojenih biljaka.

Prema vrijednostima prikazanim u grafikonu 22. biljke gnojene dušikom razvile su najveći broj tobolaca po biljci (15,25), biljke gnojene fosforom značajno manje (13,80), a negnojene biljke najmanji (9,30) broj tobolaca po biljci. Prosječna vrijednost broja tobolaca po biljci prema grafikonu 22., kod biljaka gnojenih dušikom veća je od medijana, kod biljaka gnojenih fosforom neznatno manja od medijana, a kod negojenih biljaka veća od medijana.



Grafikon 22. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja tobolaca po biljci prema načinu gnojidbe

Godina uzgoja nije imala statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na broj tobolaca po biljci (tablica 37). Uzgojem u različitim uvjetima (zaštićeni prostor u usporedbi sa uzgojem na otvorenom) nije postignuta statistički značajna ( $p > 0,05$ ) razlika u broju tobolaca po biljci. Interakcija godine i načina uzgoja nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na razlike u broju tobolaca po biljci (tablica 37). Utjecaj vrste gnojidbe na broj tobolaca po biljci je statistički značajan ( $p < 0,0001$ ). U analizi interakcije uvjeta uzgoja i godine nije utvrđen statistički značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na broj tobolaca po biljci. Statistički značajne razlike u broju tobolaca po biljci nisu utvrđene interakcijom godine i vrste gnojidbe.

## 4.2.2. Sastavnice uroda sjemena

### 4.2.2.1. Broj sjemenki u tobolcu

Rezultati istraživanja prikazani u tablici 38. pokazuju da su najveći utjecaj na broj sjemenki u tobolcu imali uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) i gnojidba dušikom, dok utjecaj ostalih istraživanih faktora (godina, gnojidba fosforom) nije značajan.

Tablica 38. Prosječan broj sjemenki u tobolcu crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

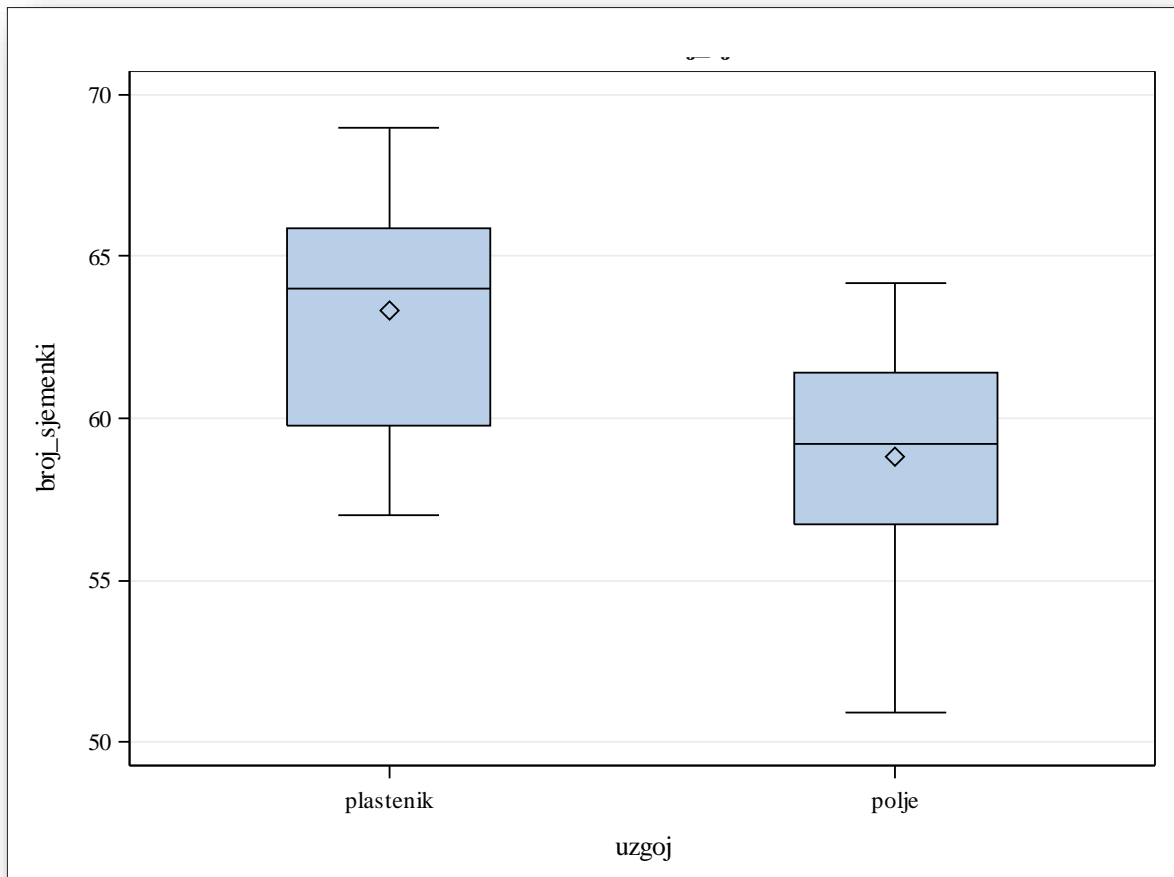
Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\bar{\emptyset}$	N	P	
Zaštićeno	63,483	63,208	59,837	66,525	63,675	63,346 <sup>A</sup>
Otvoreno	59,125	58,533	56,637	61,862	57,987	58,829 <sup>B</sup>
$\bar{x}$	61,304 <sup>n.s.</sup>	60,871 <sup>n.s.</sup>	58,238 <sup>B</sup>	64,194 <sup>A</sup>	60,831 <sup>B</sup>	61,087

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 39. Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Broj sjemenki u tobolcu		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	20,22	<,0001
Godina	1	0,13	0,7205
Gnojidba	2	12,43	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,02	0,8779
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,72	0,4924
Godina x gnojidba	2	1,36	0,2681

Broj sjemenki u tobolcu kod uzgoja u zaštićenom prostoru značajno se razlikovao od broja sjemenki u tobolcu kod uzgoja na otvorenom. U zaštićenom prostoru ostvareno je 57,0 - 69,0 sjemenki u tobolcu, dok se kod uzgoja na otvorenom broj sjemenki u tobolcu kretao 50,9 - 64,2. Prosječan broj sjemenki u tobolcu ostvaren kod uzgoja zaštićenom prostoru (63,346) statistički se vrlo značajno razlikuje ( $p < ,0001$ ) od prosječnog broja sjemenki u tobolcu ostvarenog kod uzgoja na otvorenom (58,829) (tablica 38). Uzgojem zaštićenom prostoru ostvaren je značajno veći broj sjemenki u tobolcu u usporedbi sa brojem sjemenki u tobolcu ostvarenom kod uzgoja na otvorenom. Razlika u broju sjemenki u tobolcu kod uzgoja u zaštićenom prostoru i na otvorenom statistički je značajna.



Grafikon 23. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja sjemenki u tobolcu prema načinu uzgoja

Grafikonom 23. prikazan je raspon vrijednosti broja sjemenki u tobolcu kod biljaka uzgajanih u zaštićenom prostoru i na otvorenom poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Kod uzgoja u zaštićenom prostoru kod 25 % tobolaca ostvareno je 59,6 - 61,7 sjemenke u tobolcu, kod 50 % tobolaca 62,0 - 64,8 sjemenke, kod 25 % tobolaca s najvećim brojem sjemenki ostvareno je 65,4 - 66,7 sjemenke u tobolcu. Biljke uzgajane na otvorenom ostvarile su u 25 % tobolaca 50,9 - 56,4 sjemenke u tobolcu, u 50 % tobolaca ostvareno je 57,0 - 61,2 sjemenke, a najveći broj sjemenki 61,6 - 64,2 u 25 % tobolaca.

Prema podacima prikazanim grafikonom 23. nešto manje od 100 % tobolaca kod biljaka uzgajanih na otvorenom imalo je manji broj sjemenki u tobolcu od srednje vrijednosti broja sjemenki u tobolcu ostvarenog kod biljaka uzgajanih u zaštićenom prostoru, jednako tako u gotovo 50 % tobolaca kod biljaka uzgajanih u zaštićenom prostoru razvijen je veći broj sjemenki u tobolcu od najveće ostvarene vrijednosti broja sjemenki u tobolcu kod biljaka uzgajanih na otvorenom.

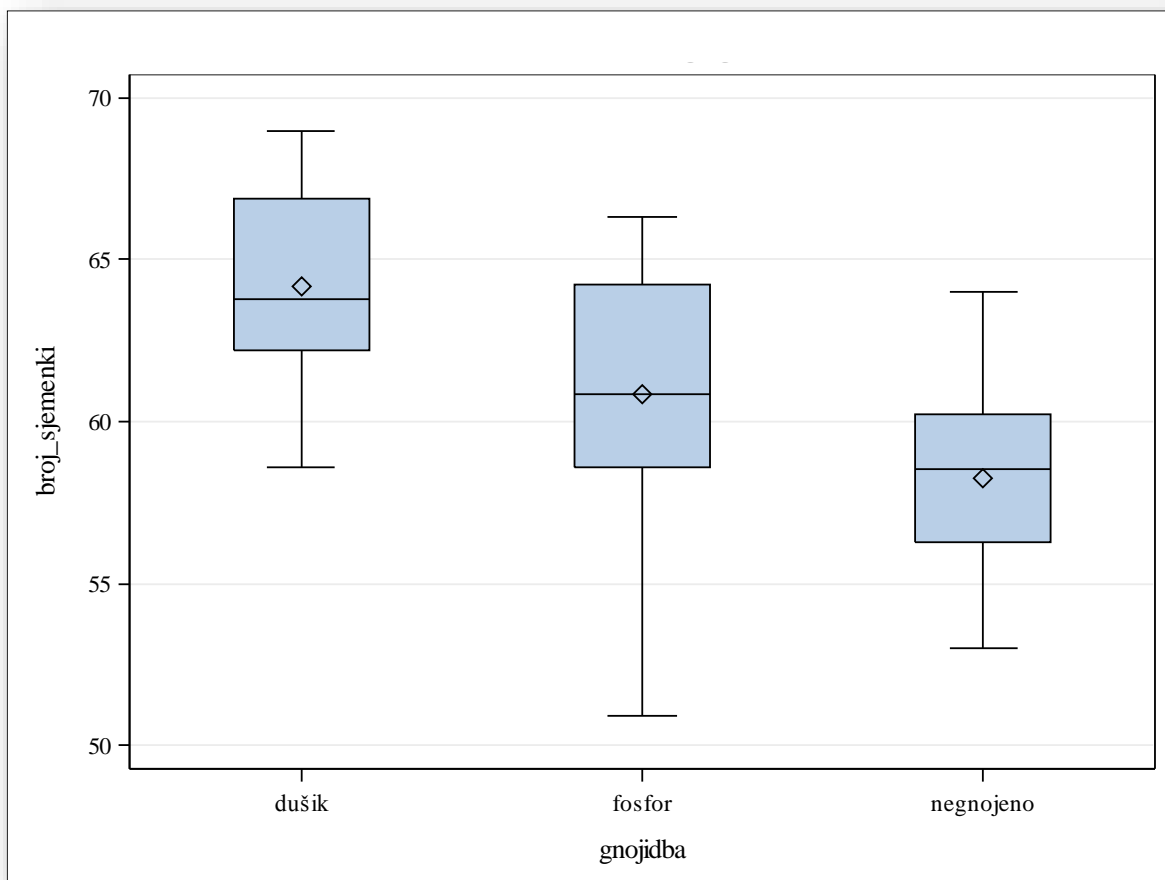
Prema vrijednostima prikazanim u grafikonu 23. biljke uzgajane u zaštićenom prostoru ostvarile su značajno veći broj sjemenki u tobolcu (63,5) od biljaka uzgajanih na otvorenom (59,2). Prosječna vrijednost broja sjemenki u tobolcu prema grafikonu 23., kod biljaka uzgajanih u zaštićenom prostoru i na otvorenom manja je od srednje vrijednosti.

Uzgoj u različitim godinama (2012., 2013) nije značajno utjecao na broj sjemenki u tobolcu. Usporedbom prosječnog broja sjemenki u tobolcu u 2012. godini (61,304) s prosječnim brojem sjemenki u 2013. godini (60,871) iz podataka u tablici 38. vidljivo je da nije ostvarena statistički značajna ( $p > 0,05$ ) razlika u broju sjemenki u tobolcu. U 2012. godini ostvareno je 50,9 - 69,0 sjemenki u tobolcu, a u 2013. 55,1 - 66,7 sjemenki u tobolcu. Utjecaj godine na broj sjemenki u tobolcu nije statistički opravdan.

Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na broj sjemenki u tobolcu. Na varijanti gnojenoj dušikom ostvareno je 58,6 – 69,0 sjemenki u tobolcu. Broj sjemenki u tobolcu na varijanti gnojenoj fosforom bio je značajno niži 50,9 - 66,3 sjemenke u tobolcu, dok je na negnojenoj varijanti bio najniži od 53,0 - 62,0 sjemenke u tobolcu. Prema rasponu minimalnih i maksimalnih vrijednosti, ovisno o gnojidbi najveći broj sjemenki u tobolcu ostvaren je na varijanti gnojenoj dušikom. Prosječna vrijednost broja sjemenki u tobolcu na varijanti gnojenoj dušikom (64,194) statistički se značajno razlikuje od prosječne vrijednosti broja sjemenki u tobolcu na varijanti gnojenoj fosforom (60,831) i negnojenoj varijanti (58,238) (tablica 38). Ovisno o vrsti gnojidbe najveći broj sjemenki ostvaren je na varijanti gnojenoj dušikom, dok je na varijanti gnojenoj fosforom i negnojenoj varijanti ostvaren statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) niži broj sjemenki u tobolcu, između varijante gnojene fosforom i negnojene varijante nije bilo statistički značajne razlike u broju sjemenki u tobolcu.

Grafikonom 24. prikazan je raspon vrijednosti broja sjemenki u tobolcu kod biljaka gnojenih dušikom, fosforom i negnojenih biljaka poredanih rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Na varijanti gnojenoj dušikom kod 25 % tobolaca ostvareno je 58,6 - 61,1 sjemenka, kod 50 % tobolaca 61,6 - 65,4 sjemenki, a kod 25 % tobolaca sa najvećim brojem sjemenki ostvareno je 66,7 - 69,0 sjemenki u tobolcu. Biljke na varijanti gnojenoj fosforom ostvarile su značajno niži broj sjemenki u tobolcu u 25 % tobolaca ostvareno je od 59,4 - 64 sjemenke, 59,4 - 64,0 sjemenke ostvareno je u 50% tobolaca, a najveći broj sjemenki od 64,5 - 66,3 sjemenke ostvareno je u 25 % tobolaca. Negnojene biljke razvile su najmanji broj sjemenki u tobolcu, u 25 % tobolaca ostvareno je 53,0 - 56,2 sjemenke, u 50 % tobolaca od 56,4 - 59,6 sjemenki, u 25% tobolaca ostvareno je 60,8 - 64,0 sjemenke što predstavlja najveći broj sjemenki u tobolcu na negnojenoj varijanti.





Grafikon 24. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) broja sjemenki u tobolcu prema vrsti gnojidbe

Prema podacima prikazanim grafikonom 24. kod 25 % tobolaca na varijanti gnojenoj dušikom ostvaren je veći broj sjemenki od maksimalnog broja sjemenki u tobolcu na varijanti gnojenoj fosforom. Usporedbom broja sjemenki u tobolcu na varijanti gnojenoj dušikom sa negnojenom varijantom iz vrijednosti prikazanih grafikonom 24. vidljivo je da nešto manje od 100 % negnojelih biljaka ima manji broj sjemenki u tobolcu od srednje vrijednosti tog svojstva na varijanti gnojenoj dušikom. Između broja sjemenki u tobolcu kod varijante gnojene fosforom i negnojene varijante postoje razlike, u 75 % tobolaca sa negnojene varijante ostvaren je manji broj sjemenki od srednje vrijednosti broja sjemenki u tobolcu kod varijante gnojene fosforom, ali te razlike nisu statistički značajne.

Na varijanti gnojenoj dušikom ostvaren je najveći broj sjemenki u tobolcu (63,20), na varijanti gnojenoj fosforom značajno manji (63,2), dok je na negnojenoj varijanti najmanji (58,5) broj sjemenki u tobolcu. Prosječna vrijednost broja sjemenki u tobolcu prema

grafikonu 24., na varijanti gnojenoj dušikom neznatno je veća je od medijana, kod na varijanti gnojenoj fosforom jednaka je medijanu, a na negnojenoj varijanti nešto manja od medijana.

Godina uzgoja (2012., 2013.) nije imala značajan utjecaj ( $p > 0,05$ ) na broj sjemenki u tobolcu. Način uzgoja (zaštićeni prostor u usporedbi sa otvorenim) uvjetovao je statistički značajne razlike ( $p < 0,0001$ ) u broju sjemenki u tobolcu. Interakcija godine i uvjeta uzgoja nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na broj sjemenki u tobolcu (tablica 39). Način gnojidbe imao je značajan utjecaj ( $p < 0,0001$ ) na broj sjemenki u tobolcu. U analizi interakcije uvjeta uzgoja i vrste gnojidbe nije utvrđen statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na broj sjemenki u tobolcu (tablica 39). Jednako tako nije utvrđen statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj interakcije godine i vrste gnojidbe na broj sjemenki u tobolcu (tablica 39).

#### 4.2.2.2. Urod sjemena po biljci

Provedenim istraživanjem utvrđen je značajan utjecaj uvjeta uzgoja i gnojidbe dušikom i fosforom na urod sjemena po biljci, dok godina nije značajno utjecala na istraživanu sastavnicu uroda sjemena navedenih (tablica 40).

Tablica 40. Prosječan urod sjemena po biljci (g) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Ø	Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013		N	P	
Zaštićeno	2,625	2,575	2,050	3,075	2,675	2,600 <sup>a</sup>
Otvoreno	2,158	2,350	1,550	2,775	2,437	2,254 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	2,392 <sup>n.s.</sup>	2,463 <sup>n.s.</sup>	1,800 <sup>C</sup>	2,925 <sup>A</sup>	2,556 <sup>B</sup>	2,427

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 41. Prikaz rezultata analiza varijance za broj sjemenki u tobolcu prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Urod sjemena po biljci		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	5,35	0,0253
Godina	1	0,01	0,9266
Gnojidba	2	34,53	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,75	0,3897
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,06	0,9441
Godina x gnojidba	2	0,32	0,7311

Uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno su utjecali na urod sjemena po biljci. Kod uzgoja u zaštićenom prostoru ostvaren je urod sjemena 1,8 - 3,4 g po biljci, a na otvorenom 1,1, – 3,2 g te je vidljiv znatno niži raspon minimalnog i maksimalnog uroda sjemena po biljci. Prosječan urod sjemena po biljci ostvaren kod uzgoja u zaštićenom prostoru (2,600 g) statistički je značajno viši ( $p < 0,05$ ) od prosječnog uroda sjemena po biljci ostvarenog kod uzgoja na otvorenom (2,254 g) (tablica 40). Utjecaj uvjeta uzgoja na urod sjemena po biljci statistički je opravdan.

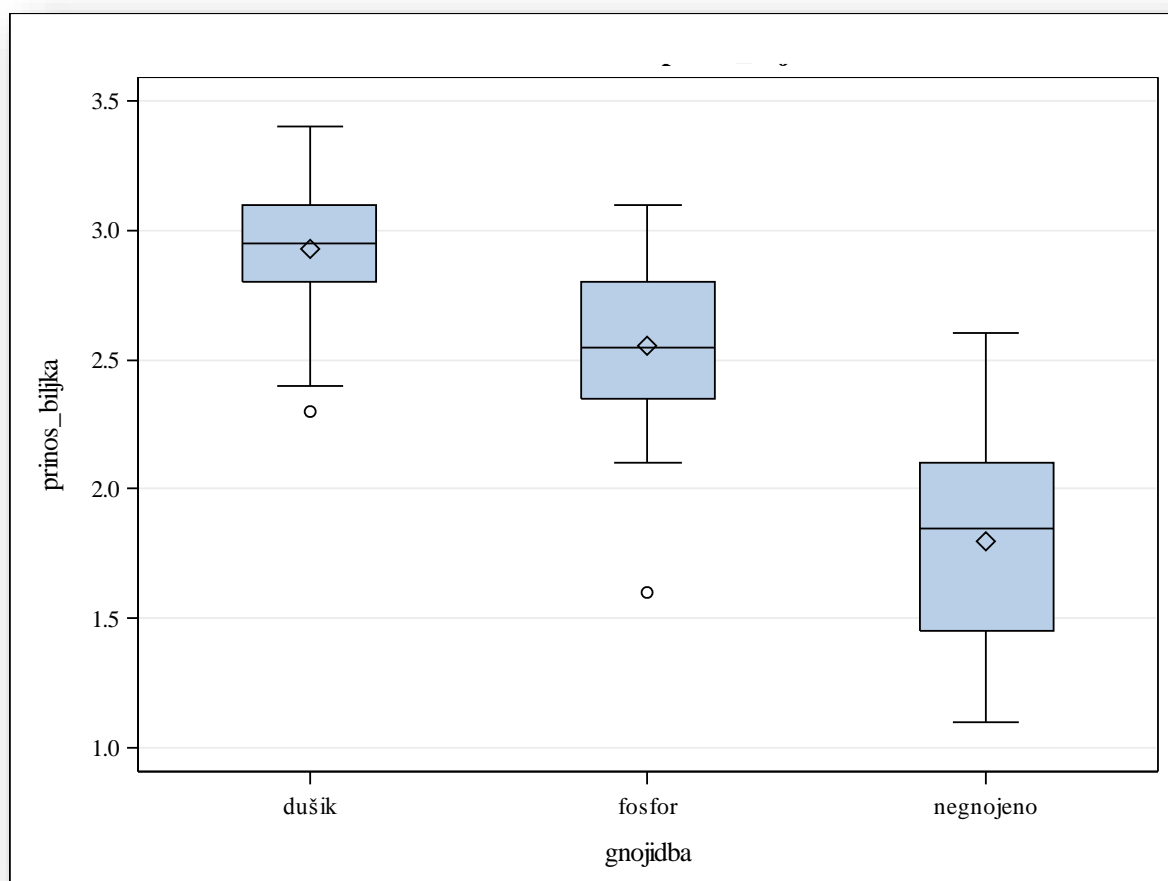
Godina uzgoja (2012., 2013.) nije značajno utjecala na urod sjemena po biljci. U 2012. ostvaren je urod sjemena 1,3 g - 3,4 g po biljci, što se značajno ne razlikuje od minimalnih i maksimalnih vrijednosti uroda sjemena po biljci u 2013. godini (1,1 - 3,3 g). Prosječan urod sjemena po biljci u 2012. godini (2,392 g) statistički se značajno ( $p > 0,05$ ) ne razlikuje od prosječnog uroda sjemena po biljci ostvarenog u 2013. godini (2,463 g) (tablica 40). Prema prosječnim vrijednostima prikazanim u tablici 39. godina kao faktor nije imala značajan utjecaj na urod sjemena po biljci, usporedbom prosječne visine uroda sjemena po biljci ostvarenog u 2012. godini sa 2013. godinom nisu utvrđene statistički opravdane razlike.

Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na urod sjemena po biljci. Najviši urod sjemena po biljci ostvaren na varijanti gnojenoj dušikom kretao se 2,3 - 3,4 g sjemena po biljci. Urodi sjemena na varijanti gnojenoj fosforom značajno su niži 1,6 - 3,1 g po biljci, dok su najniži urodi sjemena po biljci zabilježeni je kod negnojene varijante 1,1 - 2,6 g. Ostvaren prosječan urod sjemena po biljci na varijanti gnojenoj dušikom (2,925 g) statistički je značajno viši ( $p < 0,0001$ ) u usporedbi sa prosječnim urodom sjemena po biljci na varijanti gnojenoj fosforom (2,556 g) i negnojenoj varijanti (1,800 g) (tablica 40). Prosječna vrijednost ostvarenog uroda sjemena po biljci kod varijante gnojene fosforom statistički je značajno viša ( $p < 0,0001$ ) od prosječne vrijednosti uroda sjemena po biljci kod negnojene varijante (tablica 40). Utjecaj gnojidbe dušikom i fosforom na urod sjemena po biljci statistički je opravdan.

Grafikon 25. prikazuje raspon vrijednosti uroda sjemena po biljci kod gnojjenih i negnojene varijante poredanih po rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Na varijanti gnojenoj dušikom ispod prvog kvartila (25 % biljaka) sa minimalnim urodom sjemena po biljci odskače vrijednosti od 2,3 g (netipična vrijednosti), te je raspon ostvarenog minimalnog uroda sjemena 2,4 - 2,8 g po biljci. Najveći broj biljaka (50 %) ostvarilo je urod sjemena 2,8 - 3,1 g po biljci, 25 % biljaka sa najvišim urodom sjemena ostvarilo je urod 3,1 - 3,4 g sjemena po biljci. Kod varijante gnojene fosforom ispod prvog kvartila (25 % biljaka) sa minimalnim urodom sjemena po biljci odskače vrijednosti od 1,6 g (netipična vrijednosti). Raspon 25 % biljaka sa najmanjim urodom je 2,1 - 2,3 g sjemena po biljci, od 2,4 - 2,8 g

sjemena po biljci ostvarilo je 50 % biljaka, a u najviši urod 2,8 - 3,1 g sjemena po biljci ostvarilo je 25 % biljaka. Na negnojenoj varijanti ostvaren je niži urod sjemena po biljci u usporedbi sa gnojnim varijantama. Urod 1,1 - 1,4 g sjemena po biljci ostvarilo je 25 % biljaka, 50 % biljaka ostvarilo je urod od 1,5 - 2,1 g sjemena po biljci, 25 % biljaka ostvarilo je najveći urod 2,1 - 2,6 g sjemena po biljci.

Ostvareni urod sjemena po biljci kod 25 % biljaka gnojnih dušikom veći je od najvećeg uroda sjemena po biljci kod biljaka gnojnih fosforom (grafikon 25.). Više od 75 % biljaka gnojnih dušikom ostvarilo je veći urod sjemena po biljci od najveće vrijednosti uroda sjemena kod negnojnih biljaka. Usporedbom ostvarene visine uroda sjemena po biljci negnojnih biljaka sa biljkama gnojnih fosforom, 75 % negnojnih biljaka ostvarilo je niži urod sjemena po biljci od minimalne vrijednosti (2,1 g) uroda sjemena po biljci kod biljaka gnojnih fosforom, ako u usporedbu ne uključimo netipičnu vrijednost (grafikon 25.).



Grafikon 25. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po biljci prema vrsti gnojidbe

Usporedbom srednjih vrijednosti prikazanih u grafikonu 25. vidljivo je da je najveći ostvareni urod sjemena po biljci na varijanti gnojenoj dušikom (2,95 g), značajno niži (2,55 g) na varijanti gnojenoj fosforom, dok je najniži urod sjemena po biljci zabilježen na negnojenoj varijanti (1,85 g). Prosječne vrijednosti uroda sjemena po biljci ne razlikuju se značajno od medijana kod gnojnih i negnojene varijante (grafikon 25.).

Godina nije imala statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na urod sjemena po biljci. Uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor u usporedbi sa uzgojem na otvorenom) statistički su značajno ( $p < 0,05$ ) utjecali na urod sjemena po biljci, međutim u interakciji sa godinom nije utvrđena statistički opravdana razlika u urodu sjemena po biljci (tablica 41). Vrsta gnojidbe statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) utjecala na urod sjemena po biljci. U analizi interakcije uvjeta uzgoja i gnojidbe nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u urodu sjemena po biljci. Jednako tako interakcija godine i vrste gnojidbe nije statistički opravdana (tablica 41).

#### 4.2.3. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa

Tijekom uzgoja praćeno je trajanje vegetacijskog ciklusa kroz fenofaze: nicanje, cvatnja i zrioba tobolaca. Praćenje fenofaza provedeno je na otvorenom i u zatvorenom prostoru u obje godine istraživanja na svim pokusnim parcelama.

Tablica 42. Prikaz trajanja vegetacijskog ciklusa crnog kima (u danima)

<b>GODINA</b>	<b>NAČIN UZGOJA</b>	<b>NICANJE</b>	<b>CVATNJA</b>	<b>BERBA</b>
<b>2012.</b>	ZAŠTIĆENO	10	51	102
	OTVORENO	11	43	79
<b>2013.</b>	ZAŠTIĆENO	10	33	96
	OTVORENO	13	42	112

Gnojdba nije imala utjecaja na trajanje vegetacijskog ciklusa. Sve praćene faze razvoja biljaka (nicanje, cvatnja i zrioba) odvijale su se ravnomjerno na svim pokusnim parcelama. U 2012. godini broj dana od sjetve do cvatnje razlikuje se u zaštićenom prostoru i na otvorenom u osam dana, dok je period od sjetve do zriobe tobolaca kraći na otvorenom za 23 dana. Tijekom 2013. godine period od nicanja do cvatnje bio je kraći u zaštićenom prostoru za 9 dana, a period od sjetve do zrenja tobolaca za 16 dana (tablica 42).

Na vrijeme potrebno za formiranje tobolaca, prateći broj dana od otvaranja cvijeta, utjecaj nema ni godina, ni uvjeti uzgoja, ni gnojdba. Na svim biljkama tobolci su formirani za točno četiri dana od otvaranja cvijeta.

#### 4.2.4. Urod sjemena po hektaru

Prema rezultatima istraživanja prikazanim u tablici 43. uvjeti uzgoja i gnojidba dušikom i fosforom značajno je utjecala na urod sjemena, dok uzgojem u različitim godinama nije postignut značajno različit urod sjemena po hektaru.

Tablica 43. Prosječan urod sjemena po hektaru (kg) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	693,3	655,4	529,8	780,2	713,0	674,3 <sup>a</sup>
Otvoreno	569,5	599,8	436,5	701,4	616,2	584,6 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	631,4 <sup>n.s.</sup>	627,6 <sup>n.s.</sup>	483,2 <sup>B</sup>	740,8 <sup>A</sup>	664,6 <sup>A</sup>	629,4

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 44. Prikaz rezultata analiza varijance za urod sjemena po hektaru prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Urod sjemena po ha		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	5,35	0,0253
Godina	1	0,01	0,9266
Gnojidba	2	34,53	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,75	0,3897
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,06	0,06
Godina x gnojidba	2	0,32	0,7311

Različiti uvjeti uzgoja značajno su utjecali na urod sjemena po hektaru. U zaštićenom prostoru ostvaren je urod sjemena od 445,3 - 885,5 kg·ha<sup>-1</sup>, dok je na otvorenom ostvaren značajno niži urod 303,2 - 798,8 kg·ha<sup>-1</sup>. Prema podacima prikazanim u tablici 43. prosječna vrijednost ostvarenog uroda sjemena po hektaru u zaštićenom prostoru (674,3 kg·ha<sup>-1</sup>) statistički je značajno ( $p < 0,05$ ) viša od prosječne vrijednosti ostvarenog uroda sjemena na otvorenom (584,6 kg/ha). Utjecaj uvjeta uzgoja na visinu uroda sjemena po hektaru statistički je opravdan.

U dvije godine uzgoja nije bilo značajne razlike u visini uroda sjemena po hektaru. Visina ostvarenog uroda sjemena približnih je vrijednosti u obje godine, u 2012. godini ostvaren je urod sjemena 356,0 - 885,5 kg·ha<sup>-1</sup>, a u 2013. godini 303,2 - 813,9 kg·ha<sup>-1</sup>. Prosječna vrijednost ostvarenog uroda sjemena u 2012. godini (631,4 kg·ha<sup>-1</sup>) statistički nije značajno

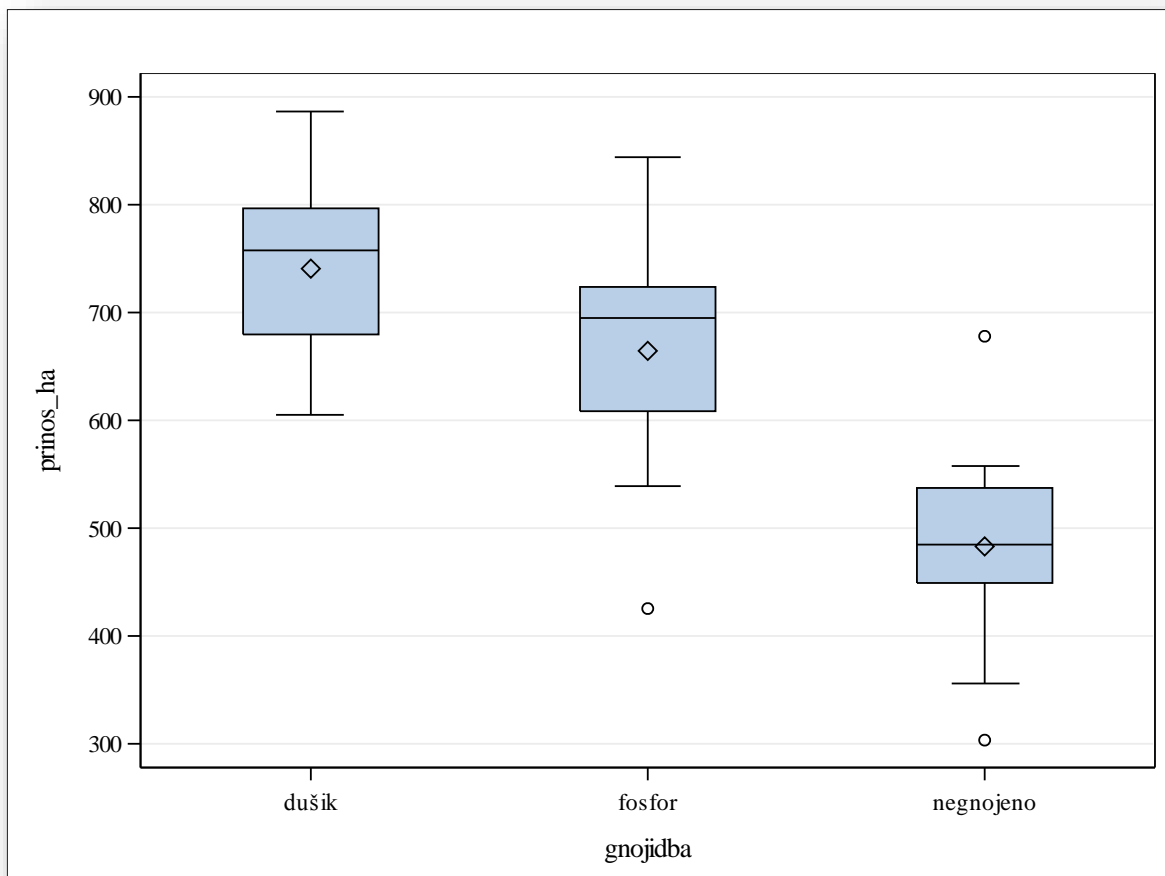
( $p > 0,05$ ) različita od prosječne vrijednosti ostvarenog uroda sjemena u 2013. godini ( $627,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) (tablica 43).

Vrsta gnojidbe značajno je utjecala na visinu uroda sjemena po hektaru. Na varijanti gnojenoj dušikom postignut je urod sjemena  $604,7 - 885,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , na varijanti gnojenoj fosforom postignut nešto niži urod  $425,1 - 843,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a najniži urod  $303,2 - 677,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  postignut je na negnojenoj varijanti. Prema podacima prikazanim u tablici 43. prosječna vrijednost visine uroda sjemena po hektaru na varijanti gnojenoj dušikom ( $740,8 \text{ kg}$ ) nije statistički značajno različita od prosječne vrijednosti visine uroda sjemena na varijanti gnojenoj fosforom ( $664,6 \text{ kg}$ ). Prosječna vrijednost visine uroda sjemena po ha na negnojenoj varijanti ( $483,2 \text{ kg}$ ) statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) niža od visine uroda sjemena po hektaru kod gnojenih varijanti. Utjecaj gnojidbe dušikom i fosforom na visinu uroda sjemena po hektaru statički je opravdan.

Grafikon 26. prikazuje raspon vrijednosti visine uroda sjemena po hektaru kod varijante gnojene dušikom, fosforom i negnojene varijante poredane rastućim redom, sa srednjom vrijednošću medijanom. Kod gnojidbe dušikom na 25 % parcela ostvaren je urod sjemena  $604,7 - 655,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , na 50 % parcela  $705,4 - 793,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , dok je na 25 % parcela ostvaren najveći urod  $798,8 - 885,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Urodi sjemena po hektaru na parcelama gnojenim fosforom značajno se ne razlikuju od visine uroda na parcelama gnojenim dušikom. Najniži urod sjemena  $425,1 - 608,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ostvaren je na 25 % parcela, na 50 % parcela ostvaren je urod  $608,9 - 712,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , 25 % parcela imalo je najveći urod sjemena  $733,5 - 843,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Ostvarene visine uroda sjemena na negnojnim parcelama značajno su različite od uroda sjemena sa gnojenih parcela. Najniži urod sjemena  $303,2 - 445,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ostvaren je na 25 % parcela, na najvećem broju parcela (50 %) ostvaren je urod  $453,9 - 530,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a na 25 % parcela ostvaren je najviši urod  $543,1 - 667,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Visina ostvarenog uroda sjemena po hektaru na 100 % parcela gnojenih dušikom viša je od najvišeg uroda sjemena sa negnojnih parcela, bez netipične vrijednosti od  $667,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (grafikon 26.). Na više od 75 % parcela gnojenih fosforom ostvaren je viši urod sjemena od najvišeg uroda sjemena sa negnojnih parcela (grafikon 26.). Prema podacima u grafikonu 26. netipične vrijednosti predstavljaju, osim najvišeg uroda sjemena ( $667,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) kod negnojene varijante, najniži urod sjemena na negnojnoj varijanti ( $303,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i najniži urod sjemena na varijanti gnojenoj fosforom ( $425,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).





Grafikon 26. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) uroda sjemena po hektaru (kg) prema načinu gnojidbe

Značajan utjecaj gnojidbe na urod sjemena po hektaru, vidljiv je i usporedbom srednjih vrijednosti gnojnih i negnojene varijante (grafikon 26). Najveći ostvaren urod sjemena  $757,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  na varijanti gnojnoj dušikom, značajno se ne razlikuje od  $695,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  koliko je ostvareno na varijanti gnojnoj fosforom. Na negnojenoj varijanti ostvaren urod sjemena od  $484,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , značajno je niži uroda sjemena sa gnojnih varijanti. Srednje vrijednosti uroda sjemena po hektaru prikazane u grafikonu 26. na varijanti gnojnoj dušikom i fosforom veće su od prosječnih vrijednosti, dok je na negnojenoj varijanti srednja vrijednost jednaka prosječnoj vrijednosti.

Godina uzgoja (2012., 2013.) nije imala statistički značajan utjecaj na urod sjemena po hektaru. Uzgoj u zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim uvjetovao je statistički značajne ( $p < 0,05$ ) razlike u urodu sjemena po ha. U analizi interakcije godine i uvjeta uzgoja nisu utvrđene statistički značajne ( $p < 0,05$ ) razlike u urodu sjemena po hektaru (tablica 44). Vrsta gnojidbe imao je statistički značajan ( $p < 0,01$ ) utjecaj na urod sjemena po hektaru.

Nije utvrđena interakcija između načina gnojidbe i uvjeta uzgoja. Interakcija godine i načina gnojidbe nije statistički značajno utjecala na razlike u visini uroda po hektaru (tablica 44).

## 4.2.5. Kakvoća sjemena

### 4.2.5.1. Vlaga sjemena

Prema provedenom istraživanju najveći utjecaj na vlagu sjemena imala je godina uzgoja, dok ostali istraživani faktori (uvjeti uzgoja, gnojidba dušikom i fosforom) nisu imali značajan utjecaj na istraživano svojstvo sjemena (tablica 45).

Tablica 45. Prosječna vlaga sjemena (%) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Ø	Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013		N	P	
Zaštićeno	7,400	6,783	7,075	7,112	7,087	7,091 <sup>n.s.</sup>
Otvoreno	6,958	6,992	7,087	6,912	6,925	6,974 <sup>n.s.</sup>
$\bar{x}$	7,179 <sup>A</sup>	6,887 <sup>B</sup>	7,081 <sup>n.s.</sup>	7,012 <sup>n.s.</sup>	7,006 <sup>n.s.</sup>	7,032

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto (P < 0,05); A, B C, (P < 0,01)

Tablica 46. Prikaz rezultata analiza varijance za vlagu sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Vlaga sjemena		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	1,70	0,1990
Godina	1	13,17	0,0007
Gnojidba	2	0,28	0,7607
Uvjeti uzgoja x godina	1	26,12	<,0001
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,51	0,6061
Godina x gnojidba	2	0,17	0,8456

Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) nisu značajno utjecali na vlagu sjemena. Vlaga sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru kretala se 6,60 - 7,60 %. Vlaga sjemena proizvedenog na otvorenom bila je sličnih vrijednosti 6,50 - 7,40 %. Prema podacima prikazanim u tablici 45. prosječna vrijednost vlage sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru (7,091 %) statistički nije značajno ( $p > 0,05$ ) različita od prosječne vrijednosti vlage sjemena proizvedenog na otvorenom (6,974 %). Usporedbom vlage sjemena u zaštićenom prostoru i na otvorenom nisu postignute statistički značajne razlike, različiti uvjeti uzgoja ne utječu na vlagu proizvedenog sjemena.

Proizvodnja sjemena u različitim godinama (2012., 2013.) značajno je utjecala na vlagu sjemena. U 2012. godini postignut je raspon vlage sjemena 6,50 - 7,60 %, u 2013. godini

6,50 - 7,30 %. Prosječna vrijednost vlage sjemena proizvedenog u 2012. godini (7,179 %) statistički je značajno ( $p < 0,01$ ) viša od prosječne vrijednosti vlage sjemena proizvedenog u 2013. godini (6,887 %) (tablica 45). Utjecaj godine na vlagu sjemena statistički je opravdan.

Vrsta gnojidbe nije značajno utjecala na vlagu sjemena. Na varijanti gnojenoj dušikom postignuta je vlaga sjemena 6,70 - 7,60 %. Raspon minimalne i maksimalne vlage sjemena na varijanti gnojenoj fosforom kretao se 6,50 - 7,50 %. Na negnojenoj varijanti postignuta je vlaga sjemena 6,60 – 7,60%. Prema prosječnim vrijednostima prikazanim u tablici 45. nema statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike između postignute vlage sjemena na varijanti gnojenoj dušikom (7,012 %), fosforom (7,006 %) i negnojenoj varijanti (7,081 %). Vrsta gnojidbe nema značajan utjecaj na vlagu sjemena, između prosječnih vrijednosti vlage sjemena na dvije varijante gnojidbe i negnojenoj varijanti nema statistički opravdane razlike.

Godina proizvodnje sjemena (2012., 2013.) statistički je značajno ( $p < 0,01$ ) utjecala na vlagu sjemena. Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor u usporedbi sa otvorenim) nemaju statistički značajan ( $p < 0,05$ ) utjecaj na vlagu sjemena. Interakcija uvjeta i godine proizvodnje statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) utječe na vlagu sjemena (tablica 46.), ovisno o godini i načinu proizvodnje postignute su statistički značajne razlike u vlazi sjemena. Vrstama gnojidbe nisu postignute statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u vlazi sjemena. Interakcijom uvjeta proizvodnje i vrstama gnojidbe nije utvrđen statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na vlagu sjemena (tablica 46). Jednako tako, interakcijom godine i gnojidbe nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u vlazi sjemena (tablica 46).

#### 4.2.5.2. Masa 1000 sjemenki

Rezultati provedenog istraživanja pokazuju da uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) i gnojidba fosforom imaju najveći utjecaj na masu 1000 sjemenki, dok uzgojem u različitim godinama i gnojidom dušikom nisu postignute značajne razlike u istraživanom svojstvu sjemena (tablica 47).

Tablica 47. Prosječna masa 1000 sjemenki (g) crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Ø	Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013		N	P	
Zaštićeno	3,6836	3,6771	3,6259	3,6710	3,7440	3,6803 <sup>a</sup>
Otvoreno	3,5493	3,5709	3,3763	3,5240	3,7800	3,5601 <sup>b</sup>
$\bar{x}$	3,6164 <sup>n.s.</sup>	3,6240 <sup>n.s.</sup>	3,5011 <sup>B</sup>	3,5976 <sup>B</sup>	3,7620 <sup>A</sup>	3,6202

n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 48. Prikaz rezultata analiza varijance za masu 1000 sjemenki prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Masa 1000 sjemenki		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	6,98	0,0113
Godina	1	0,02	0,8773
Gnojidba	2	16,50	<,0001
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,09	0,7633
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	8,39	0,0009
Godina x gnojidba	2	1,13	0,3338

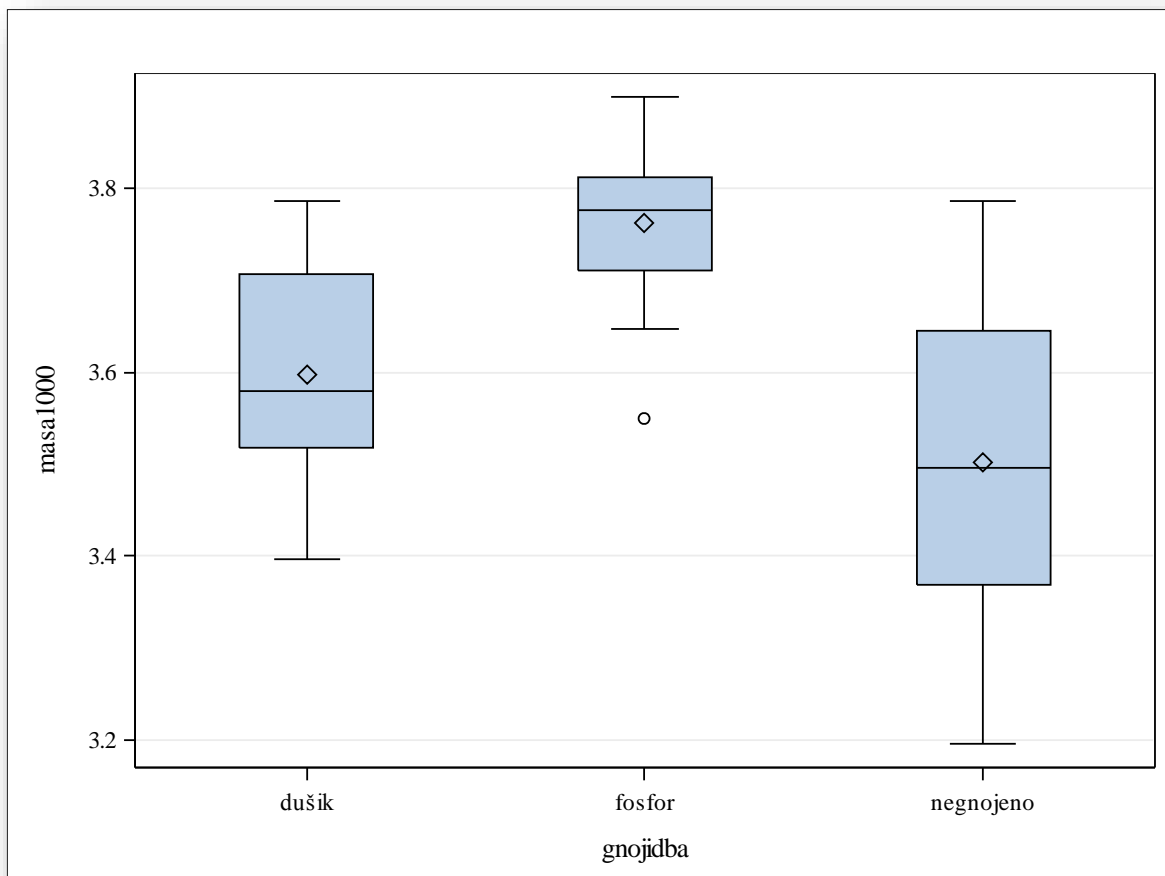
Uzgoj u različitim uvjetima (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno je utjecao na masu 1000 sjemenki. U zaštićenom prostoru postignut je raspon vrijednosti mase 1000 sjemenki 3,4060 - 3,8991 g, dok se kod uzgoja na otvorenom raspon vrijednosti mase 1000 sjemenki kretao 3,1957 - 3,8741 g. Usporedbom prosječnih vrijednosti mase 1000 sjemenki prikazanih u tablici 47., postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između mase 1000 sjemenki u zaštićenom prostoru (3,6803 g) i na otvorenom (3,5601 g). Uzgoj u različitim uvjetima (zaštićeni prostor, otvoreno) ima statistički značajan utjecaj na masu 1000 sjemenki. Proizvodnjom sjemena u zaštićenom prostoru postignuta je statistički značajno ( $p < 0,05$ ) veća masa 1000 sjemenki od sjemena proizvedenog na otvorenom.

Masa 1000 sjemenki u obje godine proizvodnje sjemena (2012., 2013.) bila je podjednake vrijednosti. Sjeme proizvedeno u 2012. godini postiglo je masu 1000 sjemenki 3,3217 - 3,8991 g, a sjeme proizvedeno u 2013. godini 3,1957 - 3,8236 g. Prosječna masa 1000 sjemenki u 2012. godini (3,6164 g) nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) različita od prosječne mase 1000 sjemenki u 2013. godini (3,6240 g) (tablica 47). Usporedbom postignutih masa 1000 sjemenki u dvije godine uzgoja nisu ostvarene statistički značajne razlike.

Gnojdba fosforom imala je značajan utjecaj na masu 1000 sjemenki. Sjeme proizvedeno na varijanti gnojenoj fosforom postiglo je masu 1000 sjemenki 3,5491 - 3,8991 g, što je više u odnosu na masu 1000 sjemenki 3,3972 - 3,7862 g koliko je imalo sjeme proizvedeno na varijanti gnojenoj dušikom. Najnižu masu 1000 sjemenki 3,1957 – 3,7865 g postiglo je sjeme proizvedeno na negnojenoj varijanti. Prosječna vrijednosti mase 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom (3,7620 g) značajno je različita ( $p < 0,0001$ ) od prosječne vrijednosti mase 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom (3,5976 g) i negnojenoj varijanti (3,5011 g) (tablica 47). Masa 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom statistički je značajno viša ( $p < 0,0001$ ) od mase 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom i negnojenoj varijanti. Između prosječnih vrijednosti mase 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj dušikom i negnojenoj varijanti nije bilo statistički značajne razlike. Vrsta gnojdbje statistički ( $p < 0,0001$ ) značajno utječe na masu 1000 sjemenki, sjeme proizvedeno na varijanti gnojenoj fosforom imalo je najveću masu 1000 sjemenki u usporedbi sa sjemenom proizvedenim na varijanti gnojenoj dušikom i negnojenoj varijanti.

Utjecaj gnojdbje na masu 1000 sjemenki prikazaj je grafikonom 27. Vrijednosti mase 1000 sjemenki u grafikonu 27. prikazane su rastućim redoslijedom, a srednja vrijednost medijanom. Najniža masa 1000 sjemenki od 3,5491 g kod sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom prikazana je kao netipična vrijednost, te je raspon 25 % najmanjih vrijednosti mase 1000 sjemenki 3,6473 - 3,6931 g, na 50 % proizvedeng sjemena postignuta je masa 1000 sjemenki 3,7281 - 3,7992 g, a najveća masa 1000 sjemenki 3,8236 - 3,8991 g postignuta je na 25 % sjemena. Na varijanti gnojenoj dušikom 25 % proizvedenog sjemena postiglo je masu 1000 sjemenki 3,3972 - 3,4956 g, 50 % sjemena 3,5398 - 3,6782 g, a 25 % sjemena 3,7352 - 3,7862 g. Na negnojenoj varijanti 25 % proizvedenog sjemena postiglo je masu 1000 sjemenki 3,1957 - 3,4060 g, 50 % sjemena od 3,4170 - 3,6421 g, a 25 % sjemena 3,6472 - 3,7865 g.

Prema podacima u grafikonu 27., 75 % sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom ima veću masu 1000 sjemenki od 75 % sjemena na varijanti gnojenoj dušikom i više 75 % sjemena na negnojenoj varijanti. Na varijanti gnojenoj dušikom i negnojenoj varijanti 100 % proizvedenog sjemena ima manju masu 1000 sjemenki od srednje vrijednosti (3,7241 g) sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom (grafikon 27.).



Grafikon 27. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) mase 1000 sjemenki prema načinu gnojidbe

Srednja vrijednost mase 1000 sjemenki sjemena proizvedenog na varijanti gnojenoj fosforom (3,7241 g) značajno je veća od srednje vrijednosti ovog svojstva na varijanti gnojenoj dušikom (3,5049 g) i negnojenoj varijanti (3,5917 g). Prosječne vrijednosti prikazane u grafikonu 27. ne razlikuju se od srednje vrijednosti osim kod varijante gnojene dušikom gdje je prosječna vrijednost nešto viša od srednje vrijednosti.

Godina proizvodnje (2012., 2013.) nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecala na masu 1000 sjemenki. Proizvodnjom sjemena u zaštićenom prostoru i na otvorenom postignute su statistički značajne ( $p < 0,05$ ) razlike u masi 1000 sjemenki. Interakcijom godine i načina proizvodnje sjemena nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u masi 1000 sjemenki (tablica 48). Vrsta gnojidbe je statistički značajno ( $p < 0,0001$ ) utjecala na masu 1000 sjemenki. Ovisno o načinu proizvodnje sjemena i gnojidbi utvrđene su statistički značajne ( $p < 0,01$ ) razlike u masi 1000 sjemenki (tablica 48). Uzajamnim djelovanjem načina proizvodnje sjemena (zaštićeni prostor i otvoreno) i vrste gnojidbe (gnojidba dušikom, fosforom i negnojeno) postignute su statistički značajne razlike u masi 1000

sjemenki. U interakciji gnojidbe i godine nije utvrđen statistički opravdan utjecaj na masu 1000 sjemenki (tablica 48).

#### 4.2.5.3. Energija klijanja sjemena

Istraživanjem je utvrđen utjecaj godine na energiju klijanja, dok uvjeti uzgoja i gnojidba dušikom i fosforom nije utjecala na ovo svojstvo kakvoće sjemena (tablica 49).

Tablica 49. Prosječna energija klijanja sjemena crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina			Gnojidba		$\bar{x}$
	2012	2013	$\bar{\emptyset}$	N	P	
Zaštićeno	90,750	73,833	81,250	79,875	85,750	82,292 <sup>n.s.</sup>
Otvoreno	90,667	84,250	91,125	85,250	86,000	87,458 <sup>n.s.</sup>
$\bar{x}$	90,708 <sup>A</sup>	79,042 <sup>B</sup>	86,188 <sup>n.s.</sup>	82,563 <sup>n.s.</sup>	85,875 <sup>n.s.</sup>	84,875

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 50. Prikaz rezultata analiza varijance za energiju klijanja sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Energija klijanja		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	2,70	0,1071
Godina	1	18,13	0,0001
Gnojidba	2	0,51	0,6013
Uvjeti uzgoja x godina	1	4,17	0,0473
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,76	0,4750
Godina x gnojidba	2	1,98	0,1509

Uzgojem u različitim uvjetima (zaštićeni prostor i otvoreno) nisu postignute značajne razlike u energiji klijanja sjemena. Energija klijanja sjemena u zaštićenom prostoru kretala se u puno širem rasponu, od energije klijanja na otvorenom, od minimalnih 52,00 % do maksimalnih 99,00%. Kod uzgoja na otvorenom energija klijanja kretala se od 68,00 - 96,00%. Uzgojem u zaštićenom prostoru postignuta je prosječna energija klijanja sjemena 82,292 %, što se statistički značajno ( $p > 0,05$ ) ne razlikuje od 87,458 % koliko je postignuto kod uzgoja na otvorenom (tablica 49). Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor i otvoreno) nisu statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecali na energiju klijanja sjemena.

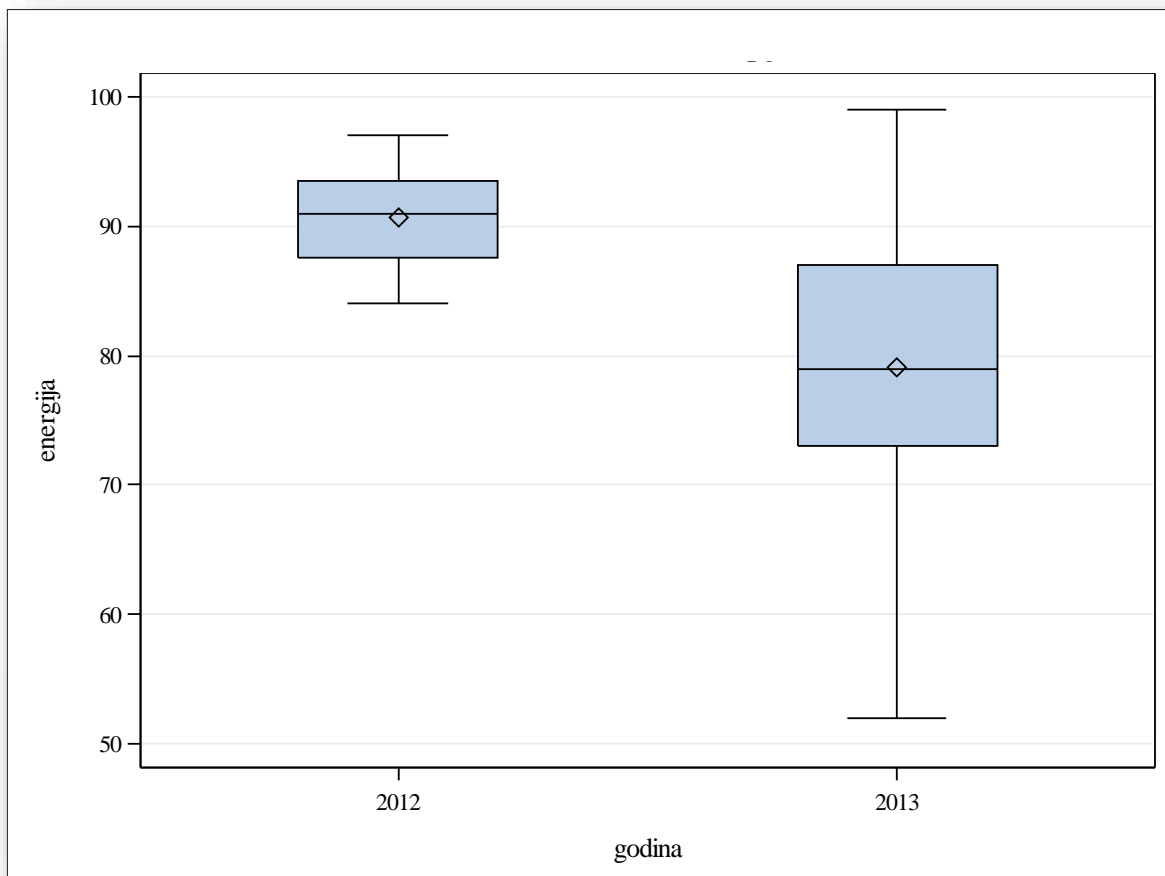
Sjeme proizvedno u dvije različite godine (2012., 2013.) imalo je značajno različitu energiju klijanja. U 2012. godini raspon minimalne i maksimalne energije klijanja sjemena kretao se



84,00 - 97,00 %, dok je u 2013. godini minimalna energija klijanja značajno niža, a vrijednosti energije klijanja sjemena kretala su se 53,00 - 99,00 %. Prosječna vrijednost postignute energije klijanja u 2012. godini (90,708 %) statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) viša od prosječne vrijednosti energije klijanja u 2013 godini (79,042 %) (tablica 49). Utjecaj godine na energiju klijanja sjemena statistički je opravdan.

Grafikonom 28. prikazan je raspon vrijednosti energije klijanja sjemena u dvije godine uzgoja (2012., 2013.) rastućim redoslijedom sa srednjom vrijednosti (medijan). U 2012. godini 25 % proizvedenog sjemena postiglo je energiju klijanja 84,00 - 87,00 %, 50 % proizvedenog sjemena 88,00 – 93 %, a najvišu energiju klijanja 94,00 - 97,00 % postiglo je 25% proizvedenog sjemena (grafikon 27.) Energija klijanja sjemena proizvedenog u 2013. godini kretala se u puno širem rasponu i značajno je niža, 25 % proizvedenog sjemena postiglo je energiju klijanja 52,00 - 73,00 %, 50 % proizvedenog sjemena od 73,00 - 87,00 %, a najvišu energiju klijanja 87,00 - 99,00% postiglo je 25 % proizvedenog sjemena.

Prema podacima prikazanim u grafikonu 28. 75 % sjemena proizvedenog u 2013. godini postiglo je energiju klijanja manju od 87 %, što je najveća vrijednosti donjeg kvartila u 2012. godini, 75 % sjemena proizvedenog u 2013. godini ima nižu energiju klijanja od 75 % sjemena proizvedenog u 2012. godini. Srednje vrijednosti energije klijanja sjemena između dvije godine uzgoja značajno se razlikuju, postignuta energija klijanja od 91,00 % značajno je viša od 79,00 % koliko je postignuto u 2013. godini. Prosječne vrijednosti energije klijanja sjemena (grafikon 28) značajno se ne razlikuju od srednjih vrijednosti.



Grafikon 28. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) energije klijanja sjemena prema godini

Vrsta gnojidbe nije značajno utjecala na energiju klijanja sjemena. Na varijanti gnojenoj dušikom postignuta je energija klijanja 52,00 - 97,00 %, na varijanti gnojenoj fosforom 73,00 - 99,00 %, a na negnojenoj varijanti 53,00 - 96,00 %. Prosječna vrijednost energije klijanja na varijanti gnojenoj dušikom (82,563 %) statistički se značajno ne razlikuje ( $p < 0,05$ ) od prosječne vrijednosti na varijanti gnojenoj fosforom (85,875 %) i negnojenoj varijanti (86,188 %) (tablica 49). Različitim vrstama gnojidbe nije postignuta statistički opravdana ( $p < 0,05$ ) razlika u energiji klijanja sjemena, gnojidba dušikom i fosforom nema utjecaj na energiju klijanja sjemena.

Između dvije godine uzgoja (2012., 2013.) utvrđena je statistički značajna ( $p < 0,0001$ ) razlika u energiji klijanja sjemena. Različitim uvjetima uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) nije postignut statistički značajan utjecaj na energiju klijanja sjemena. Ovisno o uvjetima (zaštićeni prostor, otvoreno) i godini (2012., 2013.) postignuta je statistički značajna ( $p > 0,05$ ) razlika u energiji klijanja sjemena, faktori djeluju zavisno jedan od drugog (tablica 50). Načinom gnojidbe nisu postignute statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u energiji klijanja

sjemena. Analizom interakcije uvjeta uzgoja i gnojidbe nisu utvrđene statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u energiji klijanja sjemena. Jednako tako nije utvrđen utjecaj ( $p > 0,05$ ) interakcije godine i vrste gnojidbe (tablica 50).

#### 4.2.5.4. Klijavost sjemena

Rezultati provedenog istraživanja prikazani u tablici 51. pokazuju da je godina imala značajan utjecaj na klijavost sjemena, dok uvjeti uzgoja i gnojidba dušikom i fosforom nisu značajno utjecali na ovo svojstvo kakvoće sjemena.

Tablica 51. Prosječna klijavost sjemena crnog kima s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Ø	Gnojidba		x̄
	2012	2013		N	P	
Zaštićeno	91,500	85,500	87,750	88,125	89,625	88,500 n.s.
Otvoreno	91,333	86,750	92,500	86,625	88,000	89,042 n.s.
x̄	91,416 <sup>a</sup>	86,125 <sup>b</sup>	90,125 n.s.	87,375 n.s.	88,813 n.s.	88,771

n.s. nije signifikanto; a, b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 52. Prikaz rezultata analiza varijance za klijavost sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Klijavost sjemena		
	Stupanj slobode	F	P
Uvjeti uzgoja	1	0,06	0,8062
Godina	1	6,64	0,0132
Gnojidba	2	0,52	0,5960
Uvjeti uzgoja x godina	1	0,11	0,7369
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,90	0,4160
Godina x gnojidba	2	1,34	0,2731

Različiti uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) nisu značajno utjecali na klijavost sjemena. U zaštićenom prostoru postignuta je klijavost 52,00 - 99,00 %, a na otvorenom od 68,00 - 96,00%. Prosječna vrijednost klijavosti sjemena u zaštićenom prostoru (88,500 %) statistički nije značajno ( $p > 0,05$ ) različita od prosječne klijavosti sjemena proizvedenog na otvorenom (89,042 %) (tablica 51). Različitim uvjetima uzgoja nije postignuta statistički opravdana razlika u klijavosti sjemena.

Usporedbom dvije godine uzgoja postignuta je značajno različita klijavost sjemena. Klijavost sjemena proizvedenog u 2012. godini kretala se 84 % - 97 %. Sjeme proizvedeno u 2013.

godini postiglo je značajno nižu klijavost, 53 % - 100 %. Postignuta prosječna klijavost sjemena u 2012. godini (91,416%) statistički je značajno ( $p < 0,05$ ) viša od prosječne klijavosti sjemena u 2013. godini (86,125 %) (tablica 51). Utjecaj godine na klijavost sjemena statistički je opravdan.

Vrsta gnojidbe nije značajno utjecala na klijavost sjemena. Vrijednosti minimalne i maksimalne klijavosti sjemena približno su iste kod gnojenih i negnojene varijante. Kod gnojidbe dušikom klijavost sjemena kretala se 52 - 97 %, kod gnojidbe fosforom 73 – 99 %, a kod negnojene varijante 53 - 96 %. Minimalne klijavosti su kod varijante gnojene fosforom puno veće nego kod varijante gnojene dušikom i fosforom, ali između prosječnih vrijednosti klijavosti sjemena nema značajne razlike (tablica 51). Prosječna klijavost sjemena na negnojenoj varijanti (90,125 %) nije statistički značajno ( $p > 0,05$ ) različita od prosječne postignute klijavosti na varijanti gnojenoj fosforom (88,813 %) i varijanti gnojenoj dušikom (87,375 %). Različitim vrstama gnojidbe nisu postignute statistički opravdane ( $p > 0,05$ ) razlike u klijavosti sjemena.

Različite godine uzgoja statistički su značajno ( $p < 0,05$ ) utjecale na klijavost sjemena (tablica 52). Proizvodnja sjemena u zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim nije uvjetovala statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u klijavosti sjemena (tablica 52). Analizom interakcije između godine i uvjeta proizvodnje nije utvrđen statistički opravdan utjecaj na klijavost sjemena. Različite vrste gnojidbe nisu statistički značajno ( $p > 0,05$ ) utjecale na klijavost sjemena, u interakciji s uvjetima uzgoja nisu utvrđene statistički ( $p > 0,05$ ) značajne razlike. Statistički opravdan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na klijavost sjemena nije utvrđen ni interakcijom godine i načina gnojidbe (tablica 52).

#### 4.2.5.5. Zdravstveno stanje sjemena

Rezultati provedene determinacije patogena na sjemenu prikazani u tablici 53. pokazuju da su najveći utjecaj na postotak pojave gljive *Alternaria alternata* imali uvjeti uzgoja, dok godina uzgoja i vrsta gnojidbe nije značajno utjecala na zdravstveno stanje sjemena.

Tablica 53. Prosječna zaraza sjemena crnog kima gljivom *Alternaria alternata* s obzirom na uvjete uzgoja, godinu i gnojidbu

Uvjeti uzgoja	Godina		Gnojidba			$\bar{x}$
	2012	2013	$\emptyset$	N	P	
Zaštićeno	1,583	1,083	1,875	1,125	1,000	1,333 <sup>B</sup>
Otvoreno	8,416	10,333	9,625	9,625	8,875	9,375 <sup>A</sup>
$\bar{x}$	5,000 <sup>n.s.</sup>	5,708 <sup>n.s.</sup>	5,750 <sup>n.s.</sup>	5,375 <sup>n.s.</sup>	4,938 <sup>n.s.</sup>	5,354

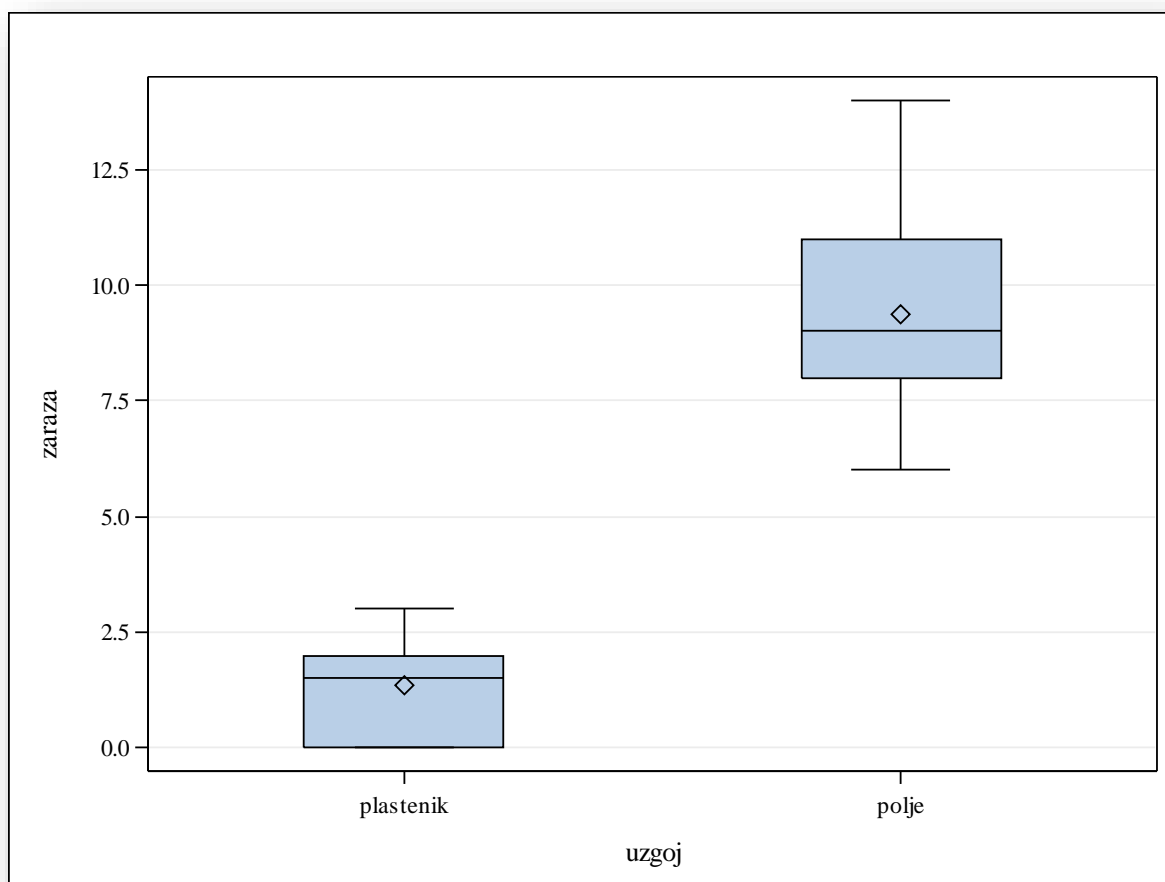
n.s. nije signifikanto; a ,b, c signifikanto ( $P < 0,05$ ); A, B C, ( $P < 0,01$ )

Tablica 54. Prikaz rezultata analiza varijance za zarazu sjemena prema izvorima varijabilnosti

Izvor varijabilnosti	Zaraza sjemena		
	Stupanj slobode	F	P
Godina	1	0,30	0,5840
Uvjeti uzgoja	1	253,24	<,0001
Gnojidba	2	0,13	0,8779
Uvjeti uzgoja x godina	1	6,57	0,0139
Uvjeti uzgoja x gnojidba	2	0,20	0,8180
Godina x gnojidba	2	0,24	0,7866

Uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor, otvoreno) značajno su utjecali na zarazu sjemena gljivom *Alternaria alternata*. U zaštićenom prostoru zaraza se kretala 0,0 – 3,0 %, dok je na otvorenom bila puno veća 6,0 – 14 %. Različitim uvjetima uzgoja postignuta je statistički značajna razlika ( $p < 0,0001$ ) u postotku zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata*. Prema podacima u tablici 53. na 9,3750 % sjemena uzgojenog na otvorenom utvrđena je prisutnost gljivice *Alternaria alternata* što je statistički je značajno ( $p < 0,0001$ ) više od 1,333 % koliko je utvrđeno na sjemenu u zaštićenom prostoru (tablica 53).

Utjecaj uvjeta uzgoja na postotak zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata* prikazan je grafikonom 29., u kojem su varijante prikazane rastućim redoslijedom, a srednja vrijednost medijanom. Na 25 % sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru nije determinirana zaraza, na 50 % proizvedenog sjemena zaraza se kretala 0 – 2 %, a na 25 % proizvedenog sjemena 2 – 3%. Na otvorenom je postotak zaraze bio je puno viši, na 25 % proizvedenog sjemena zaraza se kretala od 6 – 8 %, na 50 % proizvedenog sjemena 8 -11 %, a 25 % proizvedenog sjemena imalo je visok postotak zaraze 11- 14 % .



Grafikon 29. Minimalna vrijednost, donji kvartil (Q1), medijan (Q2), srednja vrijednost, gornji kvartil (Q3) zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata*

Prema grafikonu 29. 100 % sjemena proizvedenog u zaštićenom prostoru imalo je minimalno 3 % manju zarazu od najmanje zaraženog sjemena proizvedenog na otvorenom. Velika razlika u zarazi sjemena vidljiva je i iz vrijednosti medijana, koji je kod biljaka proizvedenih u zaštićenom prostoru 1,5 %, a na otvorenom 9,0 %. Srednja vrijednost zaraze sjemena u zaštićenom prostoru (1,5 %) veća je od prosječne vrijednosti (grafikon 29). Na otvorenom prostoru prosječnavrijednost veća je od srednje vrijednosti zaraze sjemena (9,00 %) (grafikon 29.).

Godina uzgoja nije značajno utjecala na zdravstvenu ispravnost sjemena. U 2012. godini zaraza sjemena kretala se 0 - 12 %, a u 2013. 0 - 14 %. Prosječna zaraza sjemena gljivom *Alternaria alternata* u 2012. godini (5,0 %) statistički se značajno ne razlikuje od prosječne zaraze sjemena u 2013 godini (5,708%) (tablica 53). Godina nije statistički značajno utjecala na zarazu sjemena gljivicom *Alternaria alternata*, postotak zaraze sjemena u obje istraživane godine bilo je podjednakih prosječnih vrijednosti.

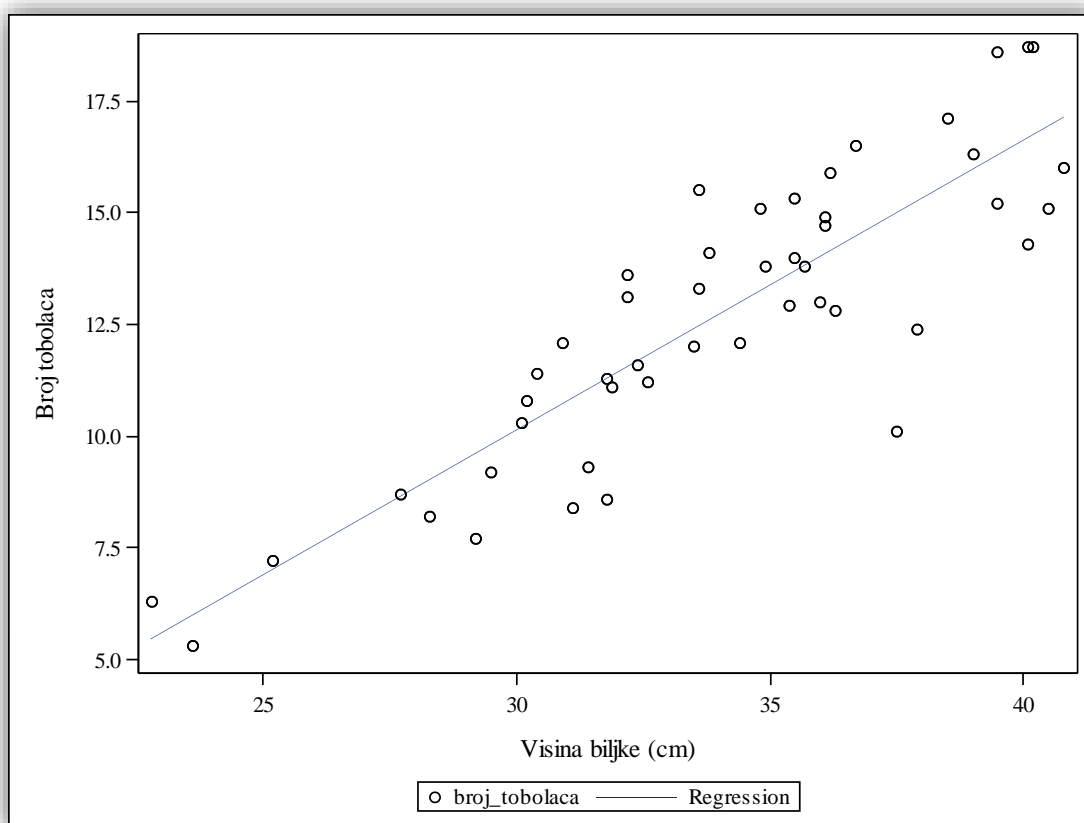
Zaraza sjemena gljivicom *Alternaria alternata* nije se značajno razlikovala, na sjemenu proizvedenom na gnojenim i negnojenim varijantama. Na sjemenu proizvedenom na varijanti gnojenoj dušikom i negnojenoj varijanti zaraza se kretala 0 - 12 %, kod varijante gnojene fosforom 0 - 14 %. Prosječna vrijednost zaraze sjemena gljivicom *Alternaria alternata* prikazana u tablici 53. je kod varijante gnojene dušikom (5,375 %) i negnojene varijante (5,750 %) sličnih vrijednosti, dok je kod varijante gnojene fosforom nešto niža (4,938 %), no nema statistički značajne razlike u zarazi sjemena između varijanti. Vrsta gnojidbe nije statistički značajno utjecala na zdravstveno stanje sjemena.

Godina proizvodnje nije imala statistički značajan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na zarazu sjemena (tablica 54). Proizvodnjom sjemena u zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim postignute su statistički značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u postotku zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata* (tablica 54). Interakcija godine i uvjeta proizvodnje sjemena statistički značajno ( $p < 0,05$ ) utječe na zarazu sjemena. U odnosu na godinu i uvjete proizvodnje sjemena postignute su statistički značajne razlike u zarazi sjemena. Različitim vrstama gnojidbe nisu postignute statistički značajne ( $p > 0,05$ ) razlike u zarazi sjemena. Nije utvrđena interakcija uvjeta proizvodnje i načina gnojidbe na zarazu sjemena (tablica 54). U analizi interakcije godine i vrste gnojidbe nije postignut statistički opravdan ( $p > 0,05$ ) utjecaj na zarazu sjemena (tablica 54).

#### 4.2.6. Korelacije određenih svojstava crnog kima

##### 4.2.6.1. Visina biljke i broj tobolaca po biljci

Korelacija između visine biljke i broja tobolaca po biljci statistički je visoko ( $p < 0,0001$ ) značajna i između ova dva svojstva postoji vrlo jaka pozitivna korelacija  $r = 0,86841^{**}$  (grafikon 30). Povećanjem visine biljke povećava se broj tobolaca po biljci, više biljke imaju veći broj tobolaca po biljci.

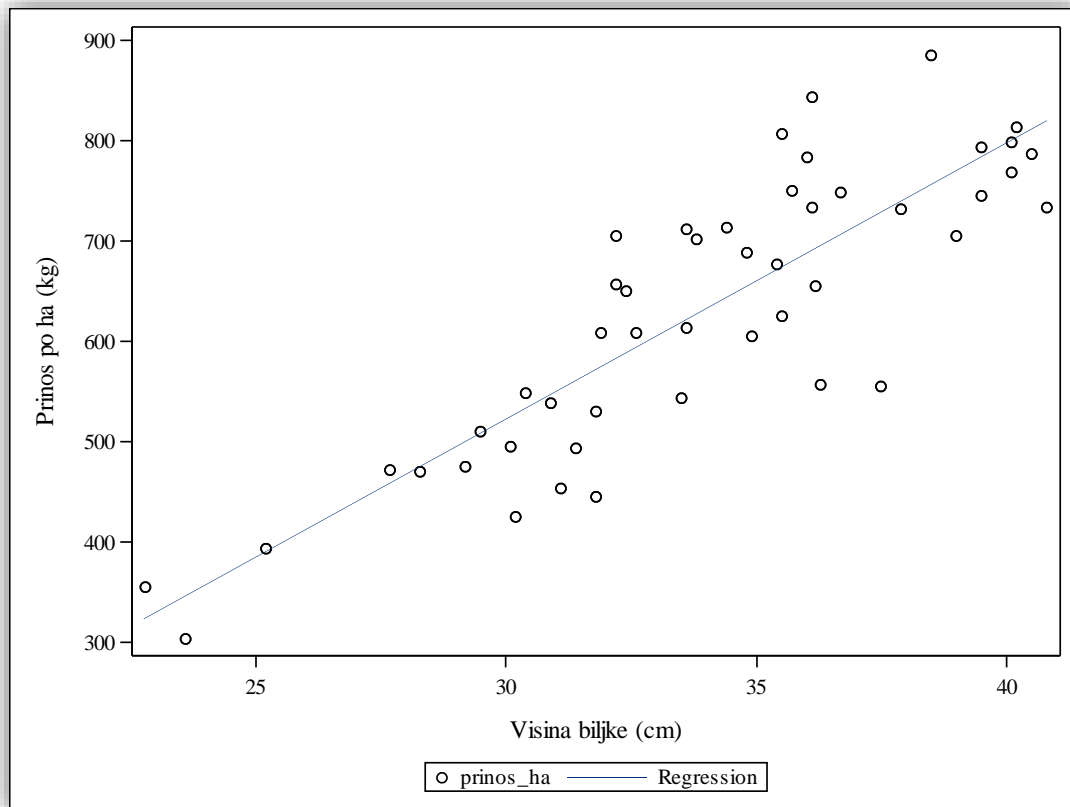


Grafikon 30. Korelacija visine biljke i broja tobolaca po biljci crnog kima



#### 4.2.6.2. Visina biljke i urod sjemena po hektaru

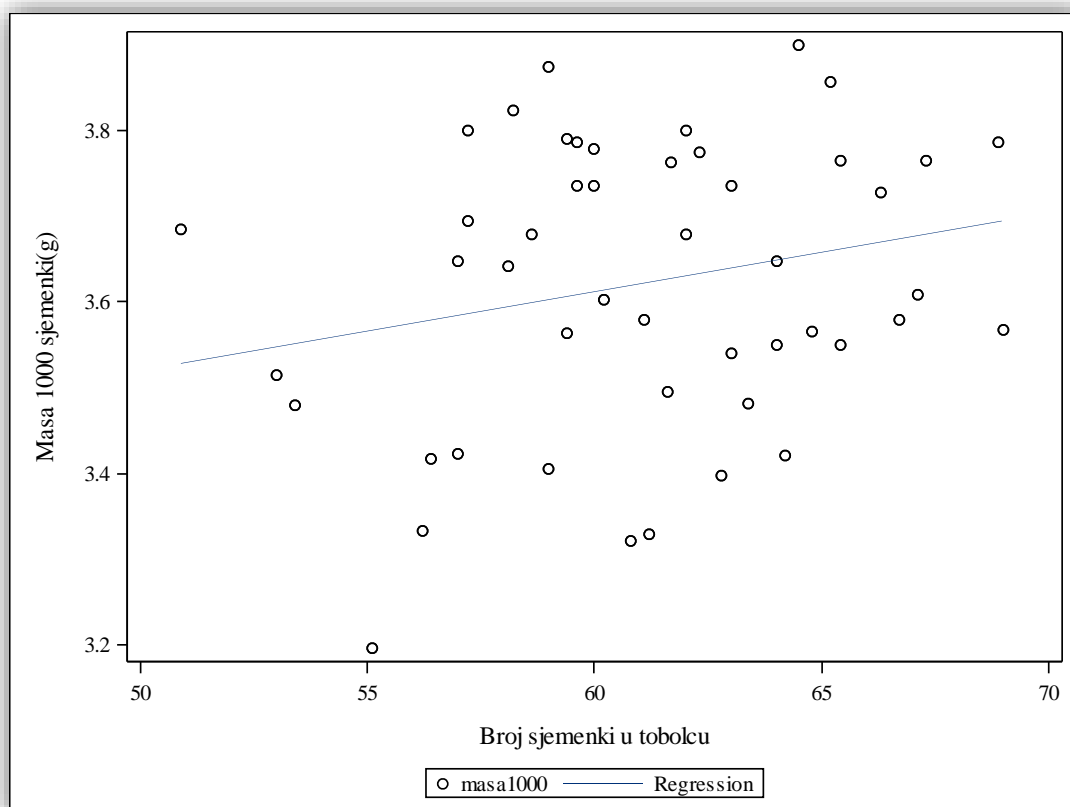
Između visine biljke i uroda sjemena po hektaru postoji statistički značajna ( $p < 0,0001$ ) vrlo jaka pozitivna korelacija  $r = 0,85725^{**}$  (grafikon 31). Povećanjem visine biljke povećava se urod sjemena po hektaru.



Grafikon 31. Korelacija visine biljke i uroda sjemena po hektaru crnog kima

#### 4.2.6.3. Broj sjemenki u tobolcu i masa 1000 sjemenki

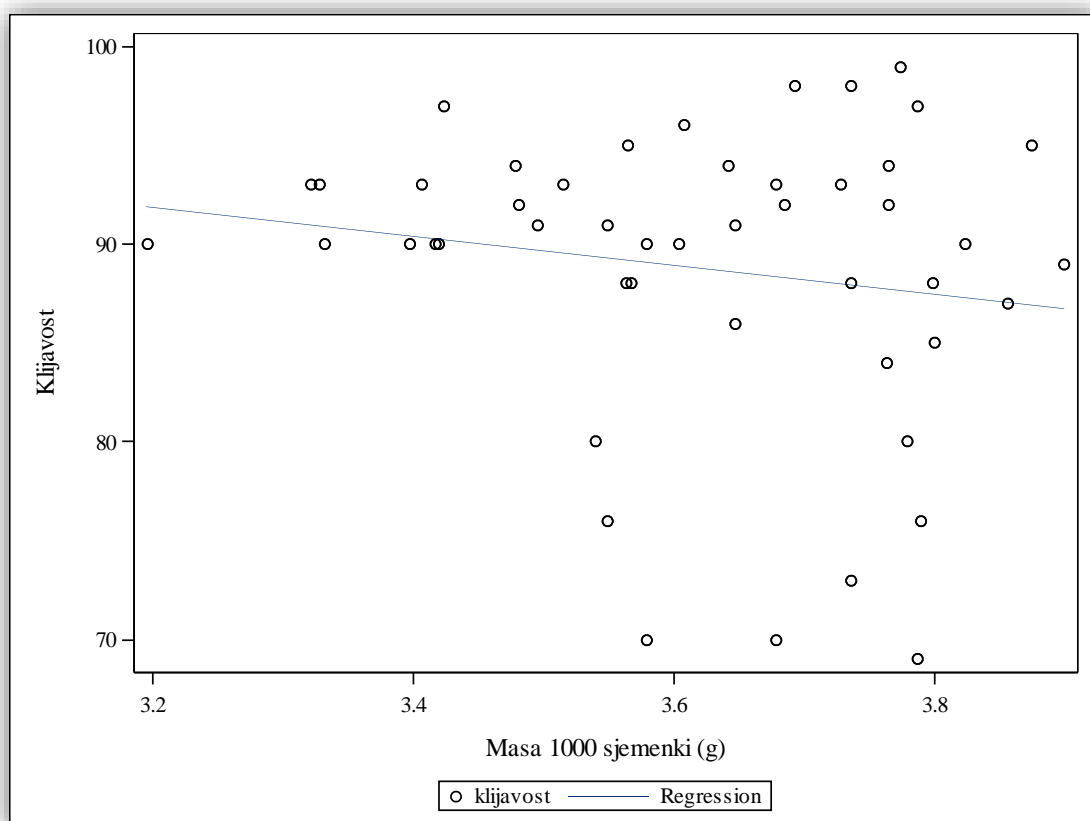
Korelacija između broja sjemenki u tobolcu i mase 1000 sjemenki (grafikon 32.) je vrlo slaba pozitivna  $r = 0,22448$ , ali nije statistički značajna ( $p > 0,05$ ). Navedeno znači da se linearnim povećanjem broja sjemenki u tobolcu povećava vrijednosti mase 1000 sjemenki, ali to povećanje nije statistički značajno.



Grafikon 32. Korelacija broja sjemenki u tobolcu i mase 1000 sjemenki crnog kima

#### 4.2.6.4. Masa 1000 sjemenki i klijavost sjemena

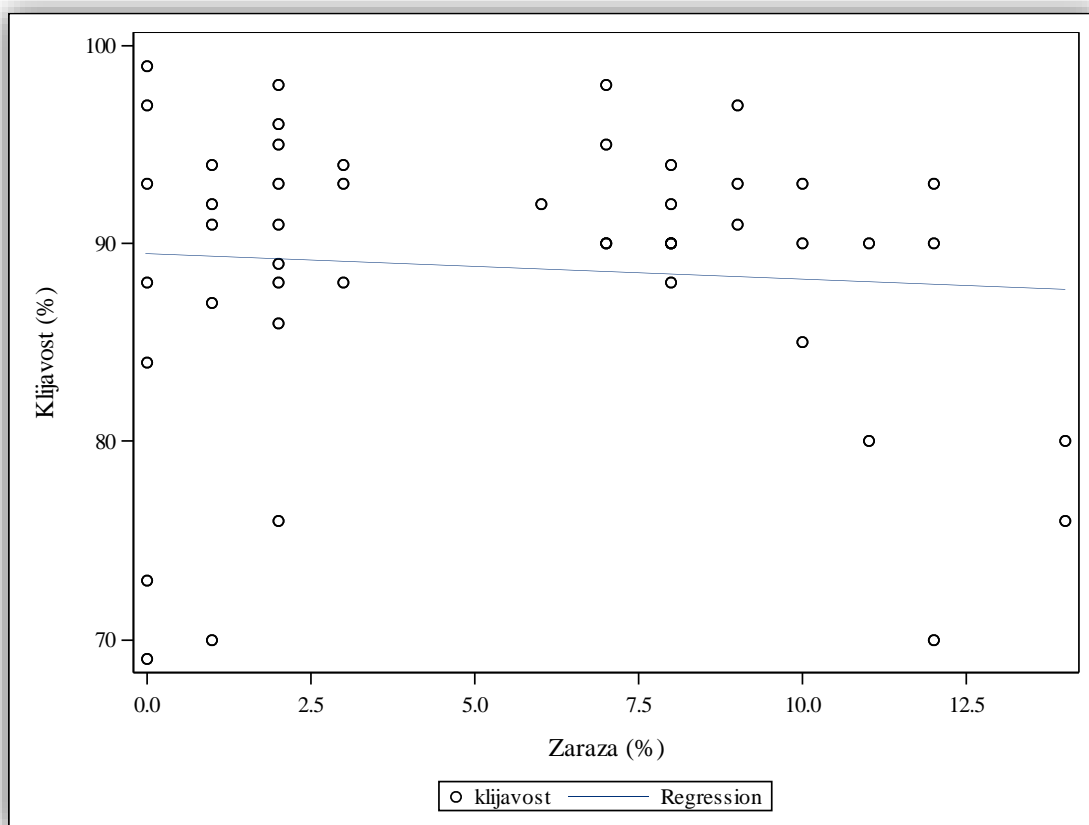
Između mase 1000 sjemenki i klijavosti sjemena postoji vrlo slaba korelacija  $r = -0,16415$  negativnog smjera. Povećanjem mase 1000 sjemenki smanjuje se klijavost sjemena, ali razlika u klijavosti sjemena nastala povećanjem mase 1000 sjemenki nije statistički značajna ( $p < 0,05$ ).



Grafikon 33. Korelacija mase 1000 sjemenki i klijavosti sjemena crnog kima

#### 4.2.6.5. Kljavost i zaraza sjemena

Korelacije između kljavosti i zaraze sjemena nema  $r = -0,07495$  (grafikon 34.)



Grafikon 34. Korelacija kljavosti i zaraze sjemena crnog kima

## 5. RASPRAVA

### 5.1. Crnjika (*Nigella damascena* L.)

Crnjika je oduvijek nezaobilazni stanovnik tradicijskih seoskih vrtova, privlači pažnju svojim zanimljivim cvjetovima, a još više suhim tobolcima. Višestruka primjena ove ukrasne cvjetne vrste čini ju idealnom za uzgoj na gradskim površinama, kao cvijet za rez, te za izradu suhih aranžmana. Zanimljivo je da tradicionalnih cvjetnih vrsta, te nedovoljno istraženi uvjeti uzgoja doveli su do nestanka sjemena na tržištu, što je limitirajući faktor u uzgoju ove vrste koja ima visok potencijal uzgoja posebno u klimatskom području sjeverozapadne Hrvatske.

#### 5.1.1. Morfološka svojstva

##### 5.1.1.1. Visina biljke

Visina biljke morfološko svojstvo koje utječe na ukrasnu vrijednost i urod sjemena.

Crnjika je prosječne visine 20 - 50 cm (Kokdil i sur. 2006; Hessayon, 2008; Šilić i Mrdović, 2013). Prema navedenim podacima iz literature visina istraživane cvjetne vrste kreće se u širokom rasponu što je potvrđeno i ovim istraživanjem u kojem se visina biljke kretala 33,60 - 67,90 cm.

Uzgoj u zaštićenom prostoru (plastenik) imao je značajan utjecaj na visinu biljke u usporedbi sa uzgojem na otvorenom. Biljke uzgajane u zaštićenom prostoru bile su prosječne visine 50,79 cm, dok su biljke uzgajane na otvorenom bile značajno niže, dosegle su visinu od 45,26 cm. Tijekom vegetacijskog ciklusa kontrolirana je temperatura zraka otvaranjem i zatvaranjem negrijanog plastenika. U fazi nicanja, intenzivnog porasta i cvatnje temperature u zaštićenom prostoru bile su više za 8 – 9 °C od vanjskih temperatura, te nije bilo velikih odstupanja između noćnih i dnevnih temperatura što je povoljno utjecalo na visinu biljke. Biljke su redovito zalijevane, te su imale dostupne umjerene količine vode u skladu sa višegodišnjim prosjekom oborina u fazi intenzivnog rasta, za razliku od biljaka uzgajanih na otvorenom koje su u fazi intenzivnog porasta imale dostupnu količinu vlage u tlu ovisno o klimatskim prilikama. Kontrolirani uvjeti uzgoja (zaštićeni prostor) povoljno su utjecali na visinu crnjike.

U dvije godine uzgoja nije bilo značajne razlike u visini biljaka. U 2012. biljke su postigle prosječnu visinu 49,05 cm, dok su u 2013. godini bile su nešto niže sa prosječnom visinom od 47,0 cm. U dvije godine uzgoja nije bilo velikih razlika između srednjih mjesečnih temperatura, dok je količina oborina u pojedinim mjesecima bila ekstremno različita (grafikon 2., grafikon 4). U 2012. godini sušni period počeo je krajem lipnja i trajao sve do

sredine rujna (grafikon 2.), dok je u 2013. vlažan period trajao od kraja lipnja do sredine listopada (grafikon 4). Crnjika maksimalnu visinu doseže u periodu pred cvatnju, u mjesecima oborinskih ekstrema (suša u 2012. godini, vlažan period u 2013.) biljke su dosegle svoju maksimalnu visinu te klimatske prilike nisu utjecale na ovo svojstvo.

Najveći utjecaj na visinu biljke imala je gnojidba dušikom i fosforom dodana pred sjetveno u količini  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U uzgoju ukrasnog bilja bilo za dekorativne svrhe ili za uzgoj sjemena upotreba mineralnih gnojiva općenito je prihvaćena kao jedna od osnovnih agrotehničkih mjera uzgoja. Biljke gnojene dušikom postigle su prosječnu visinu od 53,75 cm, biljke gnojene fosforom 49,85 cm, dok su negnojene biljke bile puno niže 40,47 cm. Maksimalna visina biljaka gnojenih dušikom (67,90 cm) i fosforom (65,30 cm) daleko je iznad visine 50 cm koja se navodi u literaturi kao maksimalna visina kod ove vrste. Rezultati ovog istraživanja u skladu su sa istraživanjima Özgüven i Şekeroglu (2007); Mollafilabi i sur. (2010); Tunçturk i sur. (2012); Tulukcu (2015), prema kojima su različite količine dušika pozitivno utjecale na visinu crnog kima. Gnojidba fosforom također je značajno je utjecala na visinu biljke, te nije bilo statistički značajne razlike između visine biljaka gnojenih dušikom i fosforom. Ovi rezultati istraživanja ne slažu se sa istraživanjima Özgüven i Şekeroglu, (2007), Tunçturk i sur. (2011) prema kojima količine fosfora od 20, 30, 40 i 60  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  nisu utjecale na visinu crnog kima, dok takvih istraživanja na crnjici nije bilo ili nisu pronađena.

Visina biljne crnjike u pozitivnoj je korelaciji sa brojem tobolaca po biljci, a samim time i brojem cvjetnih grana. Povećanjem visine biljke raste broj cvjetnih grana i tobolaca po biljci što izravno utječe na ukrasnu vrijednost i prinos sjemena po biljci. Postoji i pozitivna korelacija između visine biljke i uroda sjemena po hektaru, više biljke postižu viši urod sjemena po jedinici površine.

#### 5.1.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci

Broj cvjetnih grana kod većine predstavnika roda *Nigella* prvenstveno ovisi o normi sjetve, koja je opet ovisno o vrsti istraživanja različita. U istraživanju provedenom u Italiji biljke su sijane na međuredni razmak 20 cm, sa normom sjetve 200 biljaka / $\text{m}^2$  (D'Antuono i sur., 2002), dok se u ukrasne svrhe preporučuje razmak u redu i između redova 20 cm (Hessayon, 2008) ili 4 -5 biljaka/ $\text{m}^2$  (Šilić i Mrdović, 2013). Zbog varijacija u normi sjetve malo je podataka o broju cvjetnih grana kod crnjike, jer biljke ovog roda rjeđi sklop nadoknađuju povećanjem broja cvjetnih grana (Mollafilabi i sur., 2010). Broj cvjetnih grana ovisi i o visini biljke, kod optimalne norme sjetve biljke visine 50 cm razvijaju do 20 cvjetnih grana (Zaitoun i sur., 2008.). Ovisno o djelovanju istraživanih faktora biljke su razvile 14,6 – 35,4 cvjetnih grana.

U zaštićenom prostoru biljke su razvile prosječno 27,41 cvjetnih grana što je značajno više od 22,97 cvjetnih grana koliko su razvile biljke na otvorenom. Uzgoj u kontroliranim uvjetima sa minimalnim temperaturnim kolebanjima, višom temperaturom u mjesecima intenzivnog porasta te umjerenom opskrbom vodom utjecao je na povećanje broja cvjetnih grana crnjike.

Grananje biljaka najintenzivnije je bilo tijekom mjeseca lipnja u obje istraživane godine. U 2012. godini količina oborina u lipnju bila je manja od prosječne količine oborina za 23,4 mm, dok je u 2013. godini količina oborina bila duplo manja od višegodišnjeg prosjeka (Grafikon 1.,2.,3.). Nedovoljna količina oborina u 2013. godini u lipnju utjecala je na broj cvjetnih grana, te su biljke razvile prosječno 23,78 cvjetnih grana što je značajno manje od 26,60 koliko su razvile 2012. godini. Iako su biljke roda *Nigella* porijeklom iz sušnih krajeva, nedostatak vode u određenim fazama razvoja biljke može rezultirati smanjenjem broja cvjetnih grana, a samim time i prinosa sjemena kako navodi istraživač Tunçturk i sur. (2005), a do istih zaključaka dovode i ova istraživanja.

Najveći utjecaj na broj cvjetnih grana imala je gnojidba dušikom i fosforom. Biljke gnojene dušikom razvile su prosječno 28,40 cvjetnih grana, a biljke gnojene fosforom 25,95 grane što je značajno veće od 21,22 grana koliko su razvile negnojene biljke. U različitim istraživanjima potvrđen je utjecaj gnojidbe dušikom na povećanje cvjetnih grana crnog kima (Özgüven i Şekeroglu, 2007; Mollafilabi i sur., 2010), dok Tunçturk i sur. (2011) zaključuju kako je značajno povećanje broja cvjetnih grana crnog kima postignuto primjenom fosfora u količini 20 i 40 kg·ha<sup>-1</sup>. Ovi rezultati su u skladu s ovim istraživanjem u kojem su količine od 30 kg·ha<sup>-1</sup> fosfora djelovale na povećanje cvjetnih grana crnjike.

#### 5.1.1.3. Boja cvijeta

Crnjika je cvala u četiri boje: bijeloj, plavoj, ružičastoj i rozoj. Neovisno o načinu uzgoja, godini i gnojidbi, najzastupljeniji su bili bijeli i plavi cvjetovi u duploj formi. Osim duplog cvjeta u vegetaciji su se pojavili i jednostruki cvjetovi u bijelog i plavoj boji. Porodica žabnjaka (Ranunculaceae) u koju se ubraja i crnjika obiluje bogatstvom cvjetne morfologije, koja predstavlja rijedak slučaj bipartitivnog perijanta što rezultira cvjetnim dimorfizmom. Boje cvjeta i oblik cvijeta u skladu su sa istraživanjima (D'Antuono i sur., 2002.; Goncalves, 2013.; Deroin i sur., 2015).

#### 5.1.1.4. Broj tobolaca po biljci

Crnjika je determinantna biljka, na kraju svake cvjetne grane formira se cvijet iz kojeg nastaje tobolac, te je broj tobolaca određen brojem cvjetnih grana. Prema Zaitoun i sur. (2008), biljke posijane na razmak u redu 15 cm, prosječne visine 50 cm razvile su 18 tobolaca po biljci. Ovisno o djelovanju pojedinih faktora broj tobolaca po biljci u ovom istraživanju kretao se 14,20 - 34,80.

U kontroliranim uvjetima (zaštićeni prostor) biljke su razvile prosječno 26,85 tobolaca po biljci što je značajno više od 22,51 tobolaca koliko su razvile biljke uzgajane na otvorenom. Budući da je visina biljaka i broj cvjetnih grana značajno veći kod uzgoja u zaštićenom prostoru, veći je i broj tobolaca, što znači da kontrolirana temperatura i umjerena, ali kontinuirana opskrba vodom pozitivno utječu na morfološke karakteristike koje su ujedno i sastavnice prinosa sjemena.

Prosječan broj tobolaca po biljci u 2012. (26,03) značajno je veći od broja tobolaca u 2013. (23,33). U 2012. godini veći je broj cvjetnih grana, te je sukladno tome i veći broj tobolaca po biljci. Povoljniji raspored oborina u 2012. godini tijekom svibnja i lipnja (grafikon 2.), utjecao je na formiranje većeg broja grana u usporedbi sa 2013. godinom u kojoj je svibanj bio izuzetno vlažan, a lipanj sušan što predstavlja određeni stres kod biljaka.

Gnojidba dušikom i fosforom imala je najveći utjecaj na broj tobolaca po biljci. Biljke gnojene dušikom razvile su prosječno 27,86 tobolaca, biljke gnojene fosforom 25,39, dok su biljke s kontrolne (negnojene) varijante razvile značajno manji broj tobolaca 20,78. Djelovanje dušika na povećanje broja tobolaca dokazano je mnogim istraživanjima (Özgüven i Şekeroglu, 2007; Mollafilabi i sur., 2010; Tunçturk i sur., 2012), isto tako i djelovanje fosfora (Özgüven i Şekeroglu, 2007) kod crnog kima, što je u skladu sa ovim istraživanjem, iako takvih istraživanja na vrsti crnjiki nije bilo ili nisu pronađena. Gnojidba dušikom i fosforom utjecala na visinu biljaka, broj cvjetnih grana i broj tobolaca po biljci. Između visine biljaka i broja tobolaca po biljci postoji jaka pozitivna korelacija, pri čemu više biljke razvijaju veći broj cvjetnih grana, a samim time i veći broj tobolaca po biljci.



## 5.1.2. Sastavnice uroda sjemena

### 5.1.2.1. Broj sjemenki u tobolcu

Tobolci crnjike imaju najčešće pet pregrada u kojima je smješteno sjeme. Sjeme se drži za šav smješten duž svake pregrade, a zriobom se tobolci otvaraju na vrhu što omogućuje ispadanje sjemenja i samozasijavanje. Broj sjemenki u tobolcu u ovom istraživanju iznosio je 70,6 - 116 sjemenki. Prema istraživanju provedenom u semiaridnim područjima Jordana broj sjemenki u tobolcu crnjike varirao je od 69 – 135, a prosječno je bilo 97 sjemenki (Zaitoun i sur., 2008).

Kod uzgoja u zaštićenom prostoru postignuto je prosječno 88,97 sjemenki u tobolcu, što je značajno više od 83,12 sjemenki koliko je postignuto kod uzgoja na otvorenom. Kontrolirani uvjeti uzgoja povoljno su utjecali na formiranje broja sjemenki u tobolcu.

Osim uvjeta uzgoja na broj sjemenki u tobolcu značajno je utjecala godina uzgoja. U 2013. godini postignuto je prosječno 88,32 sjemenke u tobolcu, što je značajno više od 83,77 sjemenke u 2012. godini. Formiranje sjemena i zrioba u 2012. godini odvijala se tijekom srpnja i kolovoza kad je zabilježeno sušno razdoblje koje nije specifično za kontinentalni dio sjeverozapadne Hrvatske. Srednje mjesečne oborine u srpnju bile su tri puta manje od višegodišnjeg prosjeka, a kolovozu su bile svega 6,7 mm što je daleko ispod višegodišnjeg prosjeka od 79,2 mm (grafikon 2.) U 2013. godini formiranje i zrioba sjemena odvijala se tijekom srpnja i kolovoza kad je prevladavao kišni period (grafikon 4.), te je povećana količina oborina povoljno utjecala na formiranje broja sjemenki u tobolcu.

Gnojidba dušikom i fosforom ( $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) nije značajno utjecala na broj sjemenki u tobolcu, na varijanti gnojenoj dušikom ostvareno je 88,98 sjemenki, na varijanti gnojenoj fosforom 85,62, a na negojenoj varijanti 83,53. Slična istraživanja provedena na crnom kimu dokazuju da gnojidba dušikom (Talafih i sur., 2007; Tunçturk i sur. 2012) i fosforom (Tunçturk i sur., 2011) ne utječe značajno na broj sjemenki u tobolcu što potvrđuje i ovo istraživanje.

### 5.1.2.2. Urod sjemena po biljci

Urod sjemena po biljci ovisi o gustoći sjetve, broju grana, broju tobolaca, broju sjemenki u tobolcu i masi 1000 sjemenki. U ovom istraživanju urod sjemena po biljci kretao se od 2,6 - 6,2 g, ovisno o uvjetima uzgoja, godini i gnojidbi, dok je u istraživanju Zaitoun i sur., (2008) postignut prosječan urod sjemena po biljci 5,6 g.

Uzgoj u zaštićenom prostoru rezultirao je većim urodom sjemena po biljci. U zaštićenom prostoru ostvareno je 4,90 g sjemena po biljci dok je na otvorenom ostvareno 4,04 g. Uzgojem u zaštićenom prostoru postignut je i najveći broj sjemenki u tobolcu, što je rezultiralo i većim urodom sjemena po biljci. Urod sjemena po biljci važna je sastavnica uroda sjemena po hektaru, a za dobivanje visokog uroda potrebno je biljci osigurati optimalne uvjete rasta (bez temperaturnih kolebanja i sa optimalnom vlagom u tlu) koji se postižu uzgojem u zaštićenom prostoru.

Godina nije značajno utjecala na urod sjemena po biljci, u obje istraživane godine prosječni urodi sjemena po biljci nisu značajno različiti. U 2012. godini ostvareno je 4,52 g sjemena po biljci, a u 2013. 4,42 g. Ako usporedimo utjecaj godine na morfološke karakteristike iz prethodnih navoda, u 2012. godini postignut je veći broj grana i tobolaca po biljci, ali je u 2013. godini postignut veći broj sjemenki u tobolcu, te nema statistički opravdane razlike u urodu sjemena po biljci u dvije godine istraživanja. Obje godine bile su ekstreme u pogledu količine oborina u fazi formiranja i dozrijevanja sjemena, te je sušni period u srpnju i kolovozu u 2012. godini djelovao nepovoljno kao i vlažan period u 2013. (grafikon 1.,2.,4.).

Gnojdbom dušikom postignut je prosječno najviši urod sjemena po biljci (5,068 g), dok je kod gnojdbje fosforom nešto niži (4,675 g), ali značajno viši od uroda na negnojnim varijantama (3,662 g). Između dvije varijante gnojdbje nema statistički značajne razlike u urodu sjemena po biljci. Gnojdba je utjecala na visinu biljke, broj cvjetnih grana i broj tobolaca po biljci što je rezultiralo i višim urodom sjemena po biljci.

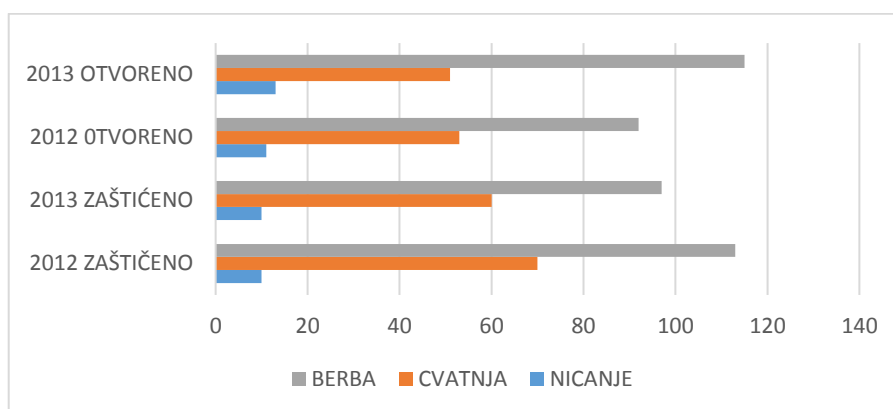
### 5.1.3. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa

U 2012. godini duljina trajanja vegetacijskog ciklusa u zaštićenom prostoru iznosila je 113 dana, a na otvorenom 92. Cvatnja biljaka na otvorenom također je započela 17 dana ranije od cvatnje u zaštićenom prostoru (grafikon 35). Period zrenja tobolaca od cvatnje do berbe podjednak je u zaštićenom (43 dana) i na otvorenom (39 dana) prostoru.

U 2013. godini vegetacijski ciklus u zaštićenom prostoru trajao je 111 dana, a na otvorenom 115 (grafikon 35). U uvjetima humidne klime koja je prevladavala u 2013. godini (grafikon 4.), sa izrazito velikom količinom oborina u vrijeme dozrijevanja tobolaca, vegetacijski ciklus na otvorenom je za 4 dana duži, nego u zaštićenom prostoru. Period od sjetve do cvatnje duži je u zaštićenom prostoru za 9 dana. Period zrenja tobolaca od cvatnje do berbe duži je na otvorenom za 13 dana.

U istraživanju provedenom u Jordanu na otvorenom u uvjetima semiaridne klime (Zaitoun i sur., 2008) sa ranijom sjetvom, vremenski period od sjetve do cvatnje traje 68 dana, što se slaže sa uzgojem u zaštićenom prostoru u 2012. i 2013. godini. Prema dobivenim rezultatima taj period je kod uzgoja na otvorenom puno kraći u obje istraživane godine. Period od sjetve do berbe traje 105 dana, što je najbliže uzgoju u zaštićenom u 2013. godini.

Najveća razlika u trajanju vegetacijskog ciklusa u ovom istraživanju je kod uzgoja na otvorenom u dvije godine. Nedostatak oborina u 2012. godini utjecao je na skraćivanje vegetacijskog ciklusa na otvorenom i doveo do bržeg prelaska iz vegetativne u generativnu fazu, dok je velika količina oborina u 2013. utjecala na produženje vegetacijskog ciklusa.



Grafikon 35. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa crnjike u dvije godine (2012., 2013.) prema uvjetima uzgoja (dani)

#### 5.1.4. Urod sjemena po hektaru

Urod sjemena po hektaru ovisi o morfološkim karakteristikama biljke (visina, broj cvjetnih grana, broj tobolaca po biljci), o sastavnicama uroda (broju sjemenki u tobolcu), te o masi 1000 sjemenki kao jedinog svojstva kakvoće sjemena koje utječe na urod. Ovisno o uvjetima uzgoja, godini i gnojidbi urod sjemena po hektaru varirao je 693,1 - 1526 kg·ha<sup>-1</sup>. Prema istraživanju provednom u Italiji (D'Antuono i sur., 2002) prosječan urod sjemena crnjike varirao je od 527 do 1496 kg·ha<sup>-1</sup> ovisno o datumu sjetve.

Uzgojem u zaštićenom prostoru postignut je značajno viši urod sjemena od uzgoja na otvorenom. U kontroliranim uvjetima prosječan urod sjemena iznosio je 1199,0 kg·ha<sup>-1</sup>, a na otvorenom 995,5 kg·ha<sup>-1</sup>. Crnjika je skromnih zahtjeva u pogledu uzgoja, ali ipak uzgoj u uvjetima minimalnih temperaturnih kolebanja i optimalnom opskrbom vodom rezultira višim biljkama koje postižu veći broj cvjetnih grana i tobolaca po biljci, većim brojem sjemenki u tobolcu, većim urodom sjemena po biljci, a samim time i većim urodom sjemena po ha.

Godina uzgoja nije značajno utjecala na urod sjemena po hektaru. U 2012. godini postignut je prosječan urod sjemena 1114,0 kg·ha<sup>-1</sup>, a u 2013. godini 1084,5 kg·ha<sup>-1</sup>. Biljke uzgajane u 2012. godini imale su veći broj cvjetnih grana i tobolaca, a u 2013. veći broj sjemenki u tobolcu, te nije bilo statistički opravdane razlike u urodu sjemena po biljci i urodu sjemena po hektaru u dvije godine istraživanja iako su se klimatske prilike jako razlikovale.

Najveći urodi sjemena po hektaru postignuti su na varijantama gnojenim dušikom i fosforom. Na varijanti gnojenoj dušikom ostvaren je prosječan urod sjemena 1250 kg·ha<sup>-1</sup>, na varijanti gnojenoj fosforom 1138,6 kg·ha<sup>-1</sup>, dok je na negnojenoj varijanti 909,1 kg·ha<sup>-1</sup>. Utjecaj gnojidbe na urod sjemena crnjike, nedovoljno je istražen, ali usporedbom sa rezultatima dobivenim gnojidbom crnog kima dušikom (Özgüven i Şekeroglu, 2007; Talafih i sur., 2007; Mollafilabi i sur., 2010; Tunçturk i sur., 2012) i fosforom (Tunçturk i sur., 2011), možemo zaključiti da je gnojidba ključan faktor za dobivanje visokih uroda sjemena. U svim navedenim istraživanjima dokazano je da između različitih količina gnojiva nema značajne razlike u urodu sjemena, što znači da ova vrsta dobro reagira već i na najmanju (30 kg·ha<sup>-1</sup>) količinu gnojiva. Kako je crni kim vrsta koja se uglavnom uzgaja u aridnim i semiaridnim područjima, moguće je da veće količine dodanih gnojiva nisu bile iskorištene zbog nedostatka vlage. Na crnjici nisu vršena značajna istraživanja i nema podataka o njezinoj reakciji na gnojidbu, stoga bi bilo zanimljivo istražiti kako bi reagirala na pojačanu gnojidbu u humidnijim predjelima. Gnojidbom sjemenskog usjeva crnjike u ovom istraživanju postignut je značajno veći urod sjemena, te je gnojidba neizostavna agrotehnička mjera za postizanje visokog uroda sjemena.

### 5.1.5. Kakvoća sjemena

#### 5.1.5.1. Vлага sjemena

Vlaga sjemena svojstvo je kvalitete sjemena koje može utjecati na energiju i klijavost sjemena. Sjeme sa povišenom vlagom čuvano u nepropisnim uvjetima gubi klijavost kroz nekoliko mjeseci, te dolazi do razvoja saprofiskih i parazitskih gljivica koje utječu na kakvoću sjemena, a neke od njih proizvode i mikotoksine. Optimalna vlaga sjemena ovisni o vrsti poljoprivrednog bilja, kod uljnih kultura najoptimalnija je 6 - 8 %.

Ovisno o utjecaju pojedinih faktora vlaga sjemena crnjike u ovom istraživanju kretala se od 6,00 - 7,50 %.

Uvjeti uzgoja značajno su utjecali na vlagu sjemena, u zaštićenom prostoru postignuta je prosječna vlaga sjemena 6,93 %, a kod uzgoja na otvorenom 6,59 %. Tobolci su na otvorenom dozrijevali direktno na suncu i na nižoj vlazi zraka od uzgoja u zaštićenom prostoru, što je utjecalo na vlagu sjemena. Iako su temperature u zaštićenom prostoru tijekom dozrijevanja sjemena bile više nego na otvorenom, povišena vlaga zraka i nedostatak sunčeve topline utjecao je na vlagu sjemena. Vlaga sjemena postignuta na otvorenom prostoru i u zaštićenom optimalna je za ovu kulturu, te nije bilo potrebno dosušivanje sjemena.

Godina uzgoja značajno je utjecala na vlagu sjemena. U 2012. godini postignuta je prosječna vlaga sjemena 6,87 %, a u 2013. 6,65 %. Ako usporedimo klimatske prilike u dvije godine uzgoja (grafikon 2., grafikon 4.), 2012. godina bila je ekstremno sušna u vrijeme dozrijevanja sjemena, te su se tobolci ranije otvarali zbog sunčanog i toplog vremena, a vegetacijski ciklus kraći (92 dana), u usporedbi sa 2013. kad je sjeme dulje dozrijevalo u zatvorenim tobolcima, što je rezultiralo nižom vlagom.

Gnojdba dušikom i fosforom nije utjecala na vlagu sjemena, te nije bilo razlike u vlazi sjemena između gnojnih i negnojene varijante. Na varijanti gnojnoj dušikom postignuta je vlaga sjemena 6,75 %, na varijanti gnojnoj fosforom 6,73 %, dok je na negnojnoj varijanti 6,79 %.

#### 5.1.5.2. Masa 1000 sjemenki

Masa 1000 sjemenki svojstvo je kvalitete sjemena na koje utječu vrsta, uvjeti uzgoja, klimatske prilike, hranjiva u tlu i datumi sjetve (Özgüven i Şekeroglu, 2007; D'Antuono i sur., 2002; Tunçturk i sur., 2011). Masa 1000 sjemenki u ovom istraživanju kretala se od 1,876

– 2,499 g, što se djelomično slaže sa istraživanjima D'Antuono i sur. (2002), prema kojem je neovisno o faktorima uzgoja postignuta masa 1000 sjemenki kod sjetve u svibnju 2,00 g.

Sjeme uzgojeno na otvorenom postiglo je prosječnu masu 1000 sjemenki 2,323 g, što je značajno veće od 2,211 g koliko je postignuto u zaštićenom. Masa 1000 sjemenki u negativnog je korelaciji sa brojem sjemenki u tobolcu, a budući da je na otvorenom značajno manji broj sjemenki u tobolcu, veća je masa 1000 sjemenki. Više temperature u zaštićenom prostoru u usporedbi sa otvorenim negativno utječu na masu 1000 sjemenki. U uvjetima vrućih ljeta kod sjemenskih usjeva strnih žitarica često je snižena masa 1000 sjemenki jer visoke temperature u fazi nalijevanja zrna rezultiraju smanjenom masom 1000 sjemenki, te je i u ovom istraživanju jedna od posljedica niže mase 1000 sjemenki u zaštićenom prostoru viša temperatura u odnosu na otvoreno.

Godina nije značajno utjecala na masu 1000 sjemenki, iako su prema klimatskim prilikama godine bile različite. U 2012. godini postignuta prosječna masa 1000 sjemenki (2,281 g) nije se značajno razlikovala od mase 1000 sjemenki u 2013. godini (2,253 g). Različiti klimatski uvjeti (suša u 2012. godini, visoka količina oborina u 2013.) u fazi formiranja i nalijevanja sjemena kod crnjike ne utječu na masu 1000 sjemenki.

Na varijanti gnojenoj fosforom postignuta je prosječna masa 1000 sjemenki (2,392 g), što je značajno veće od prosječne mase 1000 sjemenki na varijanti gnojenoj dušikom (2,216 g) i negnojenoj varijanti (2,1937 g), što se slaže sa istraživanjima Özgüven i Şekeroglu, (2007) i Tunçturk i sur.(2011) prema kojima dostupan fosfor u tlu rezultira visokom masom 1000 sjemenki kod crnog kima. Dobiveni rezultati u ovom istraživanju ne slažu se sa istraživanjem Butorac i sur. (2010) prema kojem dušik utječe na povećanje mase 1000 sjemenki predivog lana, dok se slažu sa istraživanjem Tunçturk i sur. (2012), prema kojem različite doze dušičnog gnojiva nisu utjecale na masu 1000 sjemenki crnog kima. Prema rezultatima dobivenim u ovom istraživanju samo gnojidba fosforom djeluje na povećanje mase 1000 sjemenki vrste crnjike.

#### 5.1.5.3. Energija klijanja sjemena

Energija klijanja sjemena određuje se prije same klijavosti sjemena, a sjeme visoke energije klijanja ujednačeno će nicati u polju. Niska energija klijanja svojstvo je starog sjemena, ali može upućivati na lošu klijavost sjemena ili zarazu sjemena parazitskim patogenim gljivicama koje smanjuju klijavost. U literaturi ima vrlo malo podataka o energiji klijanja i klijavosti crnjike, ova svojstva sjemena bolje su istraživana kod vrsta čije sjeme se proizvodi u komercijalne svrhe.

Do pred nekoliko godina na hrvatskom tržištu sjemena, vrsta crnjika bila je obavezna u ponudi jednogodišnjih cvjetnih vrsta. Prema istraživanju Horvat i sur. (2012) energija klijanja dva uzorka sjemena crnjike različitih distributera bila je 60 % i 72 % , dok je u ovom istraživanju sjeme postiglo energiju klijanja od 80 - 100 %, što je izuzetno visoko za ovu cvjetnu vrstu.

Uzgojem u različitim uvjetima, u zaštićenom prostoru i na otvorenom postignuta je značajna razlika u energiji klijanja sjemena. U zaštićenom prostoru sjeme je postiglo prosječnu energiju klijanja 95,42 %, dok je na otvorenom postignuta energija klijanja 92,37 %. Uzgojem u kontroliranim uvjetima postignuta je viša energija klijanja kod crnjike, jer sjeme u fazi dozrijevanja nije izloženo utjecaju klimatskih promjena (velika količina oborina, sušni uvjeti), te je manja mogućnost zaraze sjemena bolestima koje mogu utjecati na energiju klijanja sjemena.

Godina je značajno utjecala na energiju klijanja sjemena. U 2012. godini prosječna energija klijanja sjemena bila je 92,29 %, što je značajno niže od 95,50 % koliko je bila u 2013. Kišni period i oblačna razdoblja u 2013. godini tijekom dozrijevanja sjemena povoljnije su utjecali na energiju klijanja sjemena od sušnog perioda u 2012. godini u kojem je došlo do prijevremenog sazrijevanja sjemena što je rezultiralo nižom energijom klijanja sjemena.

Gnojidba dušikom i fosforom ( $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) nije značajno utjecala na energiju klijanja sjemena. Najniža prosječna energija klijanja sjemena zabilježena je na varijanti gnojenoj fosforom 93,38 %, nešto viša na varijanti gnojenoj dušikom 94,00 %, a najviša na negojeno varijanti 94,31 %. Podaci o utjecaju gnojidbe na energiju klijanja sjemena vrlo su šturi, a prema Kovačević i sur. (2012), gnojidba dušikom utjecala je na energiju klijanja sjemena talijanskog ljulja (*Lolium multiflorum* Lam.), dok u ovom istraživanju to nije potvrđeno.

#### 5.1.5.4. Klijavost sjemena

Klijavost sjemena najvažnije je svojstvo kvalitete sjemena. Za sve vrste poljoprivrednog bilja propisane su minimalne klijavosti, osim za ukrasno bilje, što je to jedan od razloga da na tržište dolazi sjeme niske klijavosti ili čak neklijavo. Prema Horvat i sur. (2012) klijavost sjemena crnjike različitih distributera bila je 67 % i 86 %. Postignuta klijavost sjemena u ovom istraživanju kretala se od 88 - 100 %.

Prosječna klijavost sjemena postignuta u zaštićenom prostoru (96,25 %), značajno je viša od klijavosti postignute na otvorenom (93,83 %). Prema rezultatima energije klijanja i same klijavosti vidljivo je da kod crnjike kontrolirani uvjeti uzgoja značajno utječu na klijavost sjemena, što znači da je za dobivanje visoke klijavosti sjemena kod ove vrste od presudnog

značaja uzgoj u uvjetima minimalnih temperaturnih kolebanja sa dostupnom vodom u optimalnim količinama.

Iako je godina uzgoja značajno utjecala na energiju klijanja sjemena, na samu klijavost nije imala utjecaja. U 2013. godini postignuta je prosječna klijavost 96,00 %, što je veće od 94,08 % koliko je postignuto u 2012. godini, ali nema statistički značajne razlike u dvije godine uzgoja. Različiti klimatski uvjeti tijekom dozrijevanja sjemena, sušni period u 2012. godini i vlažan period u 2013. godini ne utječu na klijavost sjemena crnjike.

Vrsta gnojidbe nije imala značajan utjecaj na klijavost sjemena pa prosječna postignuta klijavost na varijanti gnojenoj dušikom (95,56 %), nije značajno različita od klijavosti na varijanti gnojenoj fosforom (94,56 %) i negnojenoj varijanti (95,00 %). Rezultati dobiveni u ovom istraživanju pokazuju da gnojidba dušikom i fosforom ne utječe na klijavost sjemena, što se slaže sa istraživanjem Kovačević i sur. (2012) u kojem gnojidba dušikom nije utjecala na klijavost sjemena talijanskog ljulja (*Lolium multiflorum* Lam.) iako je imala utjecaj na energiju klijanja.

Neovisno o istraživanim faktorima postignute klijavosti sjemena dobivene u ovom istraživanju vrlo su visoke. U istraživanju provedenom u Italiji (D'Antuono i sur., 2002) sjetvom u istom roku postignuta je prosječna klijavost sjemena crnjika 89,4 %, dok su u ovom istraživanju prosječne klijavosti puno više.

Između klijavosti sjemena i mase 1000 sjemenki postoji slaba negativna korelacija, što znači da povećanjem mase 1000 sjemenki pada klijavost sjemena, ali razlike u klijavosti nisu statistički značajne.

#### 5.1.5.5. Zdravstveno stanje sjemena

Zdravstveno stanje sjemena označava prisustvo bolesti i štetnika na sjemenu i od izuzetne je važnosti u sjemenskog proizvodnji. Velik broj patogenih gljivica prenosi se sjemenom, te izazivanju velike štete u vegetaciji. Kod većine poljoprivrednih kultura propisan je dozvoljen postotak zaraze određenim patogenom, a ako je zaraza veća od dozvoljene sjeme se ne može staviti u promet.

Na sjemenu uljnih kultura prisutan je gotovo uvijek velik broj saprofitskih i parazitskih patogena. U ovom istraživanju na sjemenu crnjike zabilježena je pojava gljive *Alternaria alternata*. *Alternaria* je rod gljiva koji uzrokuje koncentričnu mrku pjegavost. Gljiva ne spada u značajnu grupu po patogenosti, ali je jako raširena zbog visoke adaptabilnosti (Aćimović, 1988.). Ubraja se u grupu fakultativnih parazita (polifagne), a sve gljive iz roda *Alternaria* zarazu obavljaju konidijama (slika 34). Klijanje konidija odvija se u kapljicama vode 1 - 5



sati, na temperaturi od 5 do 35 °C. Glavne mjere suzbijanja ove gljive su pravilan plodored, uništavanje zaraženih biljnih ostataka, duboko zaoravanje, sjetva otpornih sorata, te sjetva zdravog sjemena. Bolesti uzrokovane *Alternaria* vrstama raširene su u svim dijelovima svijeta, posebno u uzgoju soje (Vratarić i Sudarić, 2008).

Postotak zaraze sjemena gljivom *Alternaria alternata* u ovom istraživanju kretao se od 0 - 14 %.



Slika 34. Konidije gljive *Alternaria alternata* na sjemenu crnjike (steromikroskop Zeiss Stemi 2000 povećanje 40x)

Foto: D. Horvat, 2013.

Uvjeti uzgoja značajno su utjecali na zarazu sjemena pa je u zaštićenom prostoru na sjemenu je utvrđeno prosječno 0,95 % zaraze gljivom *Alternaria alternata*, dok je kod uzgoja na otvorenom zaraza sjemena bila puna viša 9,46 %. Sjeme uzgajano u zaštićenom prostoru zaštićeno je od zaraze sa drugih domaćina, a budući da se radi o polifagnoj gljivi čiji krug domaćina je velik, do zaraze je moglo doći prenošenjem sa bilo koje povrtne vrste uzgajane na kolekcijskom polju. U zaštićenom prostoru biljke su zaštićene od vanjskih utjecaja (kiša, rosa), te je mogućnost zaraze manja.

Godina uzgoja nije značajno utjecala na zarazu sjemena gljivom *Alternaria alternata*. Uzgojem u 2012. godini utvrđeno je prosječno 4,70 % zaraženog sjemena, u 2013. 5,70 %. Iako su klimatske prilike u dvije godine uzgoja bile značajno različite, postotak zaraze nije se značajno razlikovao što znači da klimatske prilike nemaju značajan utjecaj na postotak zaraze ovom gljivom.

Na gnojenim i negnojenoj varijanti nije bilo značajne razlike u zarazi sjemena, na negnojenoj varijanti i varijanti gnojenoj dušikom zaraženo je bilo prosječno 5,12 % sjemena, dok je na varijanti gnojenoj fosforom prosječna zaraza bila 5,37 %. Gnojidba nema utjecaj na postotak zaraze proizvedenog sjemena.

Zaraza sjemena crnjike ovisno o faktorima kretala se u različitom postotku, ali valja napomenuti da ti postoci zaraze i nisu tako visoki kao kod ostalih poljoprivrednih kultura. Zaraza sjemena ovom gljivicom kod netretiranog sjemena žitarica može biti preko 30%, a slično je i sa sjemenom krmnih trava gdje su zabilježene zaraze preko 50%. Ipak ova gljiva kod crnjike narušava ukrasnu vrijednost tobolaca (slika 35.), a redovito se javlja kod uzgoja u ovom klimatskom području, što potvrđuje istraživanje Horvat i sur. (2012).



Slika 35. Tobolac crnjike zaražen gljivom *Alternaria alternata*

Foto: D. Horvat, 2013.

*Alternaria alternata* prenosi se sjemenom. Kako je ispitivanjem zdravstvenog stanja sjemena prije postavljanja pokusa utvrđeno 11% *Alternaria alternata*, pojava ove bolesti bila je očekivana u vegetaciji, međutim javila se u znatno manjem postotku posebno u zaštićenom prostoru. Stoga možemo zaključiti, da je uzgojem u zaštićenom prostoru značajno smanjen postotak bolesti.

Osim što narušava ukrasnu vrijednost, ova gljiva ne uzrokuje značajne štete u vegetaciji, niti smanjenje kvalitete sjemena. U ovom istraživanju dokazana je negativna korelacija između zaraze sjemena *Alternaria alternata* i klijavosti sjemena, ali smanjene klijavosti koje izaziva zaraza ovom gljivicom nije statistički značajno.

## 5.2. Crni kim (*Nigella sativa* L.)

Crni kim drevna je ljekovita vrsta koja osim u ljekovite svrhe može služiti kao ukras na cvjetnim površinama te za izradu suhих aranžmana u fazi formiranja tobolaca. U zadnjih nekoliko godina objavljeni rezultati velikog broja medicinskih istraživanja o ljekovitom djelovanju ulja crnog kima, povećali su potražnju za ovom biljkom. Uvoz sjemena kao sirovine za preradu u Hrvatskoj se povećava iz godine u godinu, ali zbog neistraženih uvjeta uzgoja i nedostatka kvalitetnog sjemena, nema uzgoja usprkos velikom interesu.

### 5.2.1. Morfološka svojstva

#### 5.2.1.1. Visina biljke

Visina biljke je svojstvo koje ovisi o genotipu, utjecaju ekoloških čindbenika u uzgajanim uvjetima, te agrotehnici (Tunçturk i sur., 2012). Prema istraživanjima Das i sur. (1992); Geren i sur. (1997); Özgüven i sur. (2001), Özgüven i Şekeroglu (2007) visina crnog kima kretala se u širokom rasponu od 27,9 – 95,1 cm. U ovom istraživanju biljke su postigle visinu od 22,8 - 40,8 cm.

Uzgojem u različitim uvjetima nisu postignute značajne razlike u visini biljke. U zaštićenom prostoru biljke su postigle prosječnu visinu od 35,05 cm, a na otvorenom 32,74 cm. Crni kim je skromnih zahtjeva u pogledu uzgoja, te kontrolirani uvjeti uzgoja (minimalna temperaturna kolebanja i dostupnost vode) nisu rezultirali razlikama u visini biljke što znači da je ova vrsta tolerantna na stresne uvjete.

Godina uzgoja nije značajno utjecala na visinu crng kima. U 2012. godini biljke su postigle prosječnu visinu od 33,96 cm, a u 2013. 33,83 cm. Kišni režim u ovom istraživanju bilo je značajno različit u dvije godine uzgoja što Tonçer i Kizil (2004) navode kao važan faktor koji utječe na visinu ove vrste. Prema navedenom istraživanju u godini sa više oborina nakon sjetve biljke su postigle veće visine. Ovaj zaključak se slaže sa istraživanjima Tunçturk i sur. (2012) i Tulucku (2015) koji navode da je razlika u kišnom režimu u svibnju značajno utjecala na visinu biljke (sjetva je obavljena u travnju). U ovom istraživanju u obje godine uzgoja količina oborina u svibnju (nakon sjetve) je viša od višegodišnjeg prosjeka (grafikon 1.,2.,4.), ali podjednaka obje godine, te su biljke već postigle svoju maksimalnu visinu kad su nastupile klimatske razlike (suša u 2012., kišni period u 2013.)

Najveću prosječnu visinu 37,99 cm postigle su biljke na varijanti gnojenoj dušikom što se slaže sa istraživanjem Tunçturk i sur. (2012), prema kojem je najveća visina 32,9 cm postignuta sa 80 kg·ha<sup>-1</sup> dušika, dok je sa minimalnom količinom gnoja od 20 kg·ha<sup>-1</sup> postignuta visina od 31,3 cm. Visine biljaka dobivene u ovom istraživanju najbliže su visini

koja je postignuta u istraživanju Tunçturk i sur. (2012) sa najvećom dozom gnoja. Pozitivno djelovanje dušične gnojidbe na visinu biljke dokazali su Mollafilabi i sur. (2010), korištenjem maksimalne količine dušika od  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  postignuta je visina od 43,1 cm. Navedena istraživanja provedena su na tlima različite strukture i kemijskog sastava, ali upućuju na pozitivno djelovanje dušika na visinu biljke. Suprotno navedenim rezultatima u ovom istraživanju, Khalid i Shedeed (2015) navode da gnojidba dušikom u količini 20 i  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  nije utjecala na visinu biljke. Za razliku od istraživanja Tunçturk i sur. (2011) u kojem gnojidba fosforom nije utjecala na visinu biljke, u ovom istraživanju na varijanti gnojenoj fosforom biljke su postigle visinu od 33,38 cm što je značajno više od visine 30,33 cm koliko je postignuto na negnojenoj varijanti 30,33. Nastale razlike mogu se tumačiti sadržajem fosfora u tlu, dostupnosti i mogućnosti biljke da ga iskoristi.

#### 5.2.1.2. Broj cvjetnih grana po biljci

Crni kim je vrsta sa determinantnim načinom cvatnje koja počinje na najvišim terminalnim granama, nastavlja se na bočnim granama, a završava na najnižim granama (Abu-Hammour, 2008.). Na broj cvjetnih grana crnog kima velik utjecaj ima norma sjetve pa smanjenjem sjetvene norme raste broj cvjetnih grana (Tunçturk i sur., 2005). Kod gušće sjetve biljke imaju manji broj grana i granaju se samo pri vrhu, dok kod rijetke sjetve grananje biljaka počinje od baze. Crni kim jedina je vrsta koja može nisku gustoću sjetve nadoknaditi povećanjem broja cvjetnih grana (Mollafilabi i sur., 2010). Brojem cvjetnih grana određen je broj cvjetova i tobolaca pa se u ukrasne svrhe preporučuje rjeđa sjetva. Ovisno o faktorima istraživanja broj cvjetnih grana postignut u ovom istraživanju kretao se od 6,5 – 19,2 grane po biljci.

U zaštićenom prostoru biljke su razvile prosječno 13,31 cvjetnu granu po biljci što nije značajno različito od 12,77 grana koliko je postignuto kod uzgoja na otvorenom. Uzgoj u optimalnim uvjetima uz minimalna temperaturna kolebanja i umjerenu količinu vode nije rezultirao većim brojem grana kod crnog kima. Budući da uzgoj ove vrste u zaštićenom prostoru nije istraživan ili podaci nisu pronađeni u literaturi, uzgoj u kontroliranim uvjetima ne utječe značajno ni na visinu biljke ni na broj cvjetnih grana.

Uzgojem u dvije godine nije postignut značajno različit broj grana po biljci. U 2012. godini biljke su razvile prosječno 12,89 cvjetnih grana po biljci, u 2013. 13,19, iako su godine prema klimatskim uvjetima bile značajno različite. Tijekom formiranja cvjetnih grana (svibanj i prva dekada lipnja) nije bilo velikih odstupanja u količini oborina između dvije godine uzgoja (grafikon 2.,4.), ali je količina oborina u svibnju bila viša od višegodišnjeg prosjeka (grafikon 1). Različiti klimatski uvjeti nakon nicanja biljaka i u fazi intenzivnog grananja mogu značajno utjecati na broj grana što je dokazao Tulucku (2015) u čijem istraživanju je sjetva

obavljena krajem travnja, a sušan period u svibnju (12,4 mm oborina) rezultirao je duplo manjim brojem cvjetnih grana od druge godine uzgoja u kojoj je u svibnju palo 52,5 mm kiše.

Najveći prosječni broj cvjetnih grana 15,89 po biljci postignut je na varijanti gnojenoj dušikom, što se djelomično slaže sa istraživanjima Mollafilabi i sur. (2010), u kojem je dodavanjem količine dušika od 50 - 100 kg·ha<sup>-1</sup> postignuto 10 - 14 cvjetnih grana po biljci, dok je u ovom istraživanju korištenjem manjih količina dušika postignut sličan broj grana po biljci, pri čemu valja napomenuti da su biljke u ovom istraživanju sijane na veći razmak. Özgüven i Şekeroglu, (2007) postigli su povećanje broja cvjetnih grana korištenjem količine dušika od 30 - 90 kg·ha<sup>-1</sup>, a postignut broj grana se ovisno o godini kretao od 5,32 - 9,72 što je niže nego u ovom istraživanju. Povećanje broja grana korištenjem dušičnih gnojiva dokazali su Tulucku (2015) i Tunçturk i sur. (2012). U većini navedenih istraživanja korištene su puno veće količine dušičnog gnojiva, a postignut je manji broj grana, što se može tumačiti time što je većina istraživanja provedena u različitim klimatskim područjima (Turska i Iran), sa višom normom sjetve. Na varijanti gnojenoj fosforom biljke su razvile prosječno 13,67 grana što je niže od varijante gnojene dušikom, ali značajno više od negnojene varijante (9,56 grana po biljci). Özgüven i Şekeroglu (2007) navode da povećane količine fosfora utječu pozitivno na broj cvjetnih grana, što se slaže sa ovim istraživanjem, i sa istraživanjem Tunçturk i sur. (2011) prema kojem je dodavanjem fosfora u količini 20 i 40 kg·ha<sup>-1</sup> došlo do povećanja cvjetnih grana, ali povećanje nije bilo statistički značajno.

#### 5.2.1.3. Boja cvijeta

Boja cvijeta crnog kima mijenja se ovisno o fenološkim fazama te ni jedan od istraživanih faktora nije utjecao na boju cvijeta. U punoj cvatnji cvijet crnog kima je bijelo plave boje (slika 36.).



Slika 36. Boja cvijeta crnog kima u punoj cvatnji

*Foto: D. Horvat, 2013.*

Boja cvijeta slaže se sa podacima navedenim u istraživanjima (D'Antuono i sur., 2002 ; Abu-Hammour, 2008; Hussain i sur., 2014) prema kojima je boja cvijeta bijelo plava, dok u stručnim časopisima, dnevnim novinama i na internetskim stranicama na kojima se prodaje ulje ove biljke možemo naći slike cvijeta i tobolca crnog kima koje se ne slažu sa navedenim istraživanjima, kao ni sa ovim istraživanjem (slika 37., slika 38).



Slika 37. Cvijet i tobolci crnog kima

Izvor: Gospodarski list br.8/14



Slika 38. Cvijet i tobolci crnog kima

Izvor: <http://alternativa-webshop.com/ulja/hladno-presana-ulja/ulje-crnog-kima.html>

Ovakvi navodi su zabrinjavajući, jer bi mogli dovesti do korištenja sjemena crnjike u ljekovite svrhe u kućnoj upotrebi, a ljekovita svojstva kod ove vrste nisu znanstveno dokazana. Za

razliku od crnog kima, koji se kod nas ne uzgaja komercijalno, ne pojavljuje se ni na ruralnim staništima, ni u vrtovima, crnjika je omiljena vrsta u kućnim vrtovima.

#### 5.2.1.4. Broj tobolaca po biljci

Broj tobolaca određen je brojem cvjetnih grana, na kraju svake grane formira se tobolac. U ovom istraživanju ovisno o faktorima istraživanja formirano je 5,3 – 18,7 tobolaca po biljci.

U zaštićenom prostoru biljke su formirale prosječno 12,92 tobolca, a na otvorenom 12,39. Kontrolirani uvjeti uzgoja nisu značajno utjecali na broj tobolaca. Kako kontrolirani uvjeti uzgoja nisu utjecali na broj grana, tako nema značajne razlike ni u broju tobolaca, što možemo tumačiti time da ova vrsta ne razvija veći broj grana i tobolaca u povoljnijim uvjetima uzgoja.

Godina nije značajno utjecala na broj tobolca po biljci, pa su u 2012. godini biljke razvile prosječno 12,52, a u 2013. godini 12,80 tobolaca. Özgüven i Şekeroglu (2007) navode da je kišni režim nakon sjetve u vrijeme intenzivnog porasta i grananja značajno utjecao na broj tobolaca po biljci što slaže sa istraživanjem Tulucku (2015). U navedenim istraživanjima je kišni režim je u fazi grananja i formiranja tobolaca bio značajno različit u dvije godine. U ovom istraživanju tijekom 2012. i 2013. godine u svibnju je pala količina oborina koja je viša od višegodišnjeg prosjeka što je povoljno utjecalo na razvoj broja cvjetnih grana u obje godine uzgoja, dok su u lipnju količine oborina bile manje od višegodišnjeg prosjeka, ali dovoljne za pravilno formiranje tobolaca. Crni kim je tolerantan na deficit vode, te podnosi srednju razinu vodenog tlaka (Ghamarnia i sur., 2010).

Prosječno najveći broj tobolaca po biljci 15,48 postignut je na varijanti gnojenoj dušikom, što se slaže sa istraživanjima Özgüven i Şekeroglu (2007), Mollafilabi i sur. (2010), Tunçturk i sur. (2012), Tulucku (2015) u kojima su različite količine dušika djelovale na povećanje broja tobolaca po biljci. Mnogi autori navode da povećanje količine gnoja pozitivno utječe na razvoj tobolaca, ali nema velike razlike u broju tobolaca dodavanjem veće količine dušičnog gnojiva. U istraživanju Mollafilabi i sur. (2010) korištenjem dušika u količini od 150 kg·ha<sup>-1</sup> postignuto je 13 tobolaca po biljci, a sa 50 kg·ha<sup>-1</sup> dušika 11. Özgüven i Şekeroglu (2007) postigli su 14,6 tobolca po biljci korištenjem 30 kg·ha<sup>-1</sup> dušika, a povećanjem doze na 90 kg·ha<sup>-1</sup> 17,2 tobolca u godini sa povoljnim rasporedom oborina. Dušičnim gnojivom dodanim u količini 60 kg·ha<sup>-1</sup> postignuto je 7,5 tobolaca po biljci, dok se primjenom doze od 80 kg·ha<sup>-1</sup> broj tobolaca smanjio na 6,8 (Tunçturk i sur., 2012). Navedeno se slaže sa istraživanjima Tulucku (2015) gdje je najveće povećanje tobolaca po biljci zabilježeno korištenjem 80 kg·ha<sup>-1</sup>, ali povećanje na 120 kg·ha<sup>-1</sup> dušika izazvalo je smanjene tobolaca po biljci. Gnojdbom fosforom (30 kg·ha<sup>-1</sup>) postignuto je prosječno 13,23 tobolca što je

značajno veće od 9,29 tobolaca koliko je postignuto na negnojenoj varijanti. Tunçturk i sur. (2011) navode da je primjenom fosfora u količini od  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  postignut značajno različit broj tobolaca u usporedbi sa kontrolnom varijantom dok je u istraživanju Özgüven i Şekeroglu (2007) korištenjem  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  fosfora postignuto 12,23 tobolca po biljci. Međutim povećanjem fosfornog gnojiva na  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  dobiveno je 14,5 tobolaca, što se slaže sa rezultatima ovog istraživanja. Umjerena gnojidba dušikom i fosforom značajno utječe na povećanje broja tobolaca po biljci, ali značajno povećanje količine gnoja nepovoljno utječe na ovo svojstvo.

Korelacija između broja tobolaca i visine biljke je pozitivna ( $r = 0,86841$ ) i statistički značajna što znači da više biljke razvijaju veći broj tobolaca. Gnojidba dušikom i fosforom značajno je utjecala na visinu biljke, a samim time i na broj tobolaca po biljci, koji je određen brojem cvjetnih grana.



## 5.2.2. Sastavnice uroda sjemena

### 5.2.2.1. Broj sjemenki u tobolcu

Broj sjemenki u tobolcu bitno utječe na prinos sjemena po biljci i prinos sjemena po hektaru. Prema rezultatima postignutim u ovom istraživanju broj sjemenki u tobolcu kretao se od 50,9 - 69,0.

Uzgojem u zaštićenom prostoru postignuto je prosječno 63,35 sjemenki u tobolcu, što je značajno više 58,83 koliko je postignuto na otvorenom prostoru. Uzgoj u kontroliranim uvjetima, sa minimalnim temperaturnim kolebanjima i umjerenom količinom vode utjecao je na povećanje broja sjemenki u tobolcu. Crni kim je samooplodna vrsta, a prisustvo pčela pospješuje oprašivanje i produkciju sjemena. Neujednačen prinos sjemena u semiaridnim uvjetima često je vezan za sušu, ali i za neuspjeh oprašivanja (Zaitoun i sur., 2008). Tijekom vegetacije primijećen je velik broj pčela u zaštićenom prostoru što je pospješilo oprašivanje, i djelovalo na povećanje broja sjemenki u tobolcu (slika 39.).



Slika 39. Prisustvo pčela u završnoj fazi cvatnje crnog kima

*Foto: D. Horvat, 2013.*

Godina uzgoja nije značajno utjecala na broj sjemenki u tobolcu pa je u 2012. godini postignuto je prosječno 61,30 sjemenki u tobolcu, a u 2013. 60,87. U obje godine uzgoja klimatske prilike u fazi formiranja i nalijevanja sjemena bile su različite od višegodišnjeg prosjeka. Prosječna količina oborina u srpnju i kolovozu u 2012. bila je niža od višegodišnjeg prosjeka (sušni period), dok je u 2013. godini bila viša (vlažni period) (grafikon 1.,2.,4.). Većina biljnih vrsta u fazi formiranja i sazrijevanja sjemena zahtjeva optimalne klimatske uvjete uz dovoljno sunčanog i toplog vremena. Suša sa minimalnom količinom oborina nepovoljno djeluje na formiranje sjemena, isto tako velika količina oborina

nije poželjna u fazi zriobe sjemena. Iako su godine prema klimatskim prilikama bile potpuno različite, broj sjemenki u tobolcu nije se značajno razlikovao jer uvjeti ni u jednoj godini nisu bili optimalni.

Na varijanti gnojenoj dušikom postignut je najveći broj sjemenki u tobolcu (64,19) u usporedbi sa varijatnom gnojenom fosforom i negnojenoj varijantom. Prema istraživanjima Tunçturk i sur. (2012) korištenjem dušika u količini  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ostvareno je 55,0 sjemenki u tobolcu, sa  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  55,1 sjemenke u tobolcu, a korištenjem najveće količine dušika  $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  broj sjemenki u tobolcu se smanjio na 53,9, ali razlike u broju sjemenki nisu bile statistički značajne. Broj sjemenki postignut na varijanti gnojenoj dušikom u ovom istraživanju slaže se sa istraživanjem Tulucku (2015) gdje je postignuto 65,40 sjemenki u tobolcu, ali korištenjem veće količine gnojiva ( $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Negativan utjecaj većih količina gnojiva na broj sjemenki u tobolcu dokazao je Tunçturk i sur. (2012) gdje je primjenom gnojiva u količini  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  došlo do smanjenje broja sjemenki u tobolcu. Istraživanja provedena na lanu (Butorac i sur., 2010) potvrđuju povećanje broja sjemenki u tobolcu primjenom dušičnog gnojiva. Na varijanti gnojenoj fosforom postignuto je prosječno 60,83 sjemenki u tobolcu, što nije statistički značajno različito od 58,238 sjemenki postignuto na kontroli, što se slaže sa istraživanjem Tunçturk i sur. (2011) prema kojem doze fosfora od 20 i  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ne djeluju značajno na povećanje broja sjemenki u tobolcu.

#### 5.2.2.2. Urod sjemena po biljci

Urod sjemena po biljci značajna je sastavnica uroda sjemena, koja određuje urod sjemena po hektaru. Postignuta visina uroda sjemena po biljci kretala se od 1,1 – 3,4 g.

U zaštićenom prostoru postignuto je prosječno 2,60 g sjemena po biljci, što je značajno više od 2,25 g koliko je postignuto na otvorenom. Kontrolirani uvjeti uzgoja značajno su utjecali na broj sjemenki u tobolcu, a samim time i na povećanje uroda sjemena po biljci.

U dvije godine uzgoja nije bilo razlike u urodu sjemena po biljci, u 2012 godini postignuto je 2,39 g sjemena po biljci, a u 2013. 2,63 g. Uzgoj proveden u dvije ekstreme godine u pogledu kišnog režima u vrijeme formiranja i zriobe sjemena (sušna i vlažna) (grafikon 1.,2.,4.), nije imao utjecaj na broj sjemenki u tobolcu, što je rezultiralo i podjednakim urodom sjemena. Ni ekstremno sušni uvjeti, ni ekstremna vlaga ne utječe povoljno na urod sjemena po biljci, jer za formiranje i sazrijevanje sjemena svih poljoprivrednih kultura najpovoljniji su optimalni uvjeti sa umjerenim oborinama i temperaturama

Najveći prosječni urod sjemena po biljci (2,93 g) postignut je na varijanti gnojenoj dušikom. Shah (2007) navodi značajan utjecaj gnojidbe dušikom na urod sjemena po biljci. U

navedenom istraživanju najveći urod od 2,31 g postignut je korištenjem 100 kg·ha<sup>-1</sup> dušika, dok je sa 40 kg·ha<sup>-1</sup> postignuto 1,44 g što je značajno manje od rezultata dobivenog u ovom istraživanju u kojem je korišteno 30 kg·ha<sup>-1</sup> dušika. Gnojdbom fosforom postignuto je prosječno 2,56 g sjemena po biljci što je značajno više od 1,80 g koliko je postignuto na negnojenoj varijanti. Dobiveni podaci u količini sjemena slažu se sa istraživanjem Zaitoun i sur. (2008) prema kojem je dobiveno prosječno 2,5 g sjemena po biljci, ali korištenjem dušika i fosfora u količini 100 kg·ha<sup>-1</sup>, no istraživanje je provedeno u Jordanu u uvjetima semiaridne klime sa sušnim i vrućim ljetima, gdje je iskoristivost gnojiva daleko smanjena zbog suše tijekom vegetacije.

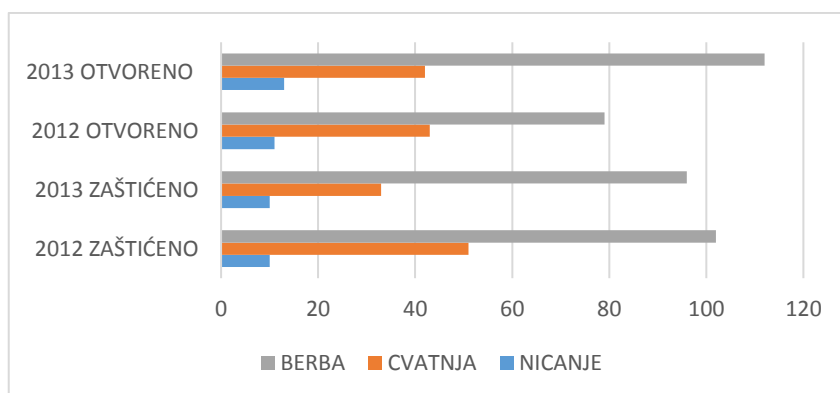
### 5.2.3. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa

U 2012. godini duljina trajanja vegetacijskog ciklusa u zaštićenom prostoru iznosila je 102 dana, a na otvorenom 79. Cvatnja biljaka na otvorenom također je započela 8 dana ranije od cvatnje u zaštićenom prostoru (grafikon 36.). Period zrenja tobolaca od cvatnje do berbe u zaštićenom prostoru (51 dan) je za 15 dana duži nego na otvorenom (36 dana).

U 2013. godini vegetacijski ciklus u zaštićenom prostoru trajao je 96 dana, a na otvorenom 112 (grafikon 36). U uvjetima humidne klime koja je prevladavala u 2013. godini (grafikon 4.), sa izrazito velikom količinom oborina u vrijeme dozrijevanja tobolaca, vegetacijski ciklus na otvorenom je za 16 dana duži, nego u zaštićenom prostoru. Period od sjetve do cvatnje duži je na otvorenom za 9 dana. Period zrenja tobolaca od cvatnje do berbe duži je na otvorenom za 7 dana.

U sušnim klimatskim uvjetima u 2012. godini crni kim uzgajan na otvorenom ima najkraći vegetacijski ciklus. U 2013. godini cvatnja biljaka u zaštićenom prostoru i na otvorenom bila je puno ranije od cvatnje u 2012. godini. Ekstremno kišni period u vrijeme dozrijevanja tobolaca u 2013. godini produljio je vegetaciju i vrijeme dozrijevanja tobolaca na otvorenom za 33 dana. U zatvorenim prostoru duljina vegetacije nije se bitno razlikovala u dvije istraživane godine.

Crni kim ima najkraći vegetacijski period na otvorenom prostoru u sušnim uvjetima sa visokom temperaturom (2012. godina otvoreno). Kišni period u vrijeme dozrijevanja tobolaca produljuje vegetaciju. Vegetacijski ciklus u 2012. godini na otvorenom kraći je u usporedbi sa duljinom trajanja vegetacijskog ciklusa (88 dana) u sušnim uvjetima Jordana (Zaitoun i sur., 2015), dok je u 2013. godini duži, kao i u zaštićenom prostoru u obje godine istraživanja.



Grafikon 36. Duljina trajanja vegetacijskog ciklusa crnog kima u dvije godine (2012., 2013.) prema uvjetima uzgoja (dani)

#### 5.2.4. Urod sjemena po hektaru

Ostvariti što viši urod sjemena po hektaru uz optimalna ulaganja, cilj je proizvodnje svakog sjemenskog usjeva. Ovisno o istraživanim faktorima postignut je urod sjemena od 303,20 - 885,5 kg·ha<sup>-1</sup>.

Uzgojem u zaštićenom prostoru ostvaren prosječni urod sjemena od 674,3 kg·ha<sup>-1</sup> značajno je viši od uroda sjemena 584,6 kg·ha<sup>-1</sup> ostvarenog na otvorenom. U kontroliranim uvjetima uzgoja postignut je veći broj sjemenki u tobolcu i urod sjemena po biljci, što je rezultiralo većim urodom sjemena po hektaru.

Uzgojem u dvije godine (2012.,2013.) nisu postignute statistički značajne razlike u urodu sjemena po hektaru. Vrijednosti morfoloških karakteristika (visina biljke, broj cvjetnih grana, broj tobolaca po biljci) nisu se značajno razlikovale u dvije godine uzgoja kao ni vrijednosti sastavnica prinosa (broj sjemenki u tobolcu, urod sjemena po biljci). U 2012. godini ostvaren je prosječan urod sjemena 631,4 kg·ha<sup>-1</sup> nije različit od 627, 6 kg·ha<sup>-1</sup> ostvareno u 2013. godini.

Najveći prosječni urod sjemena 740,8 kg·ha<sup>-1</sup> postignut je na varijanti gnojenoj dušikom. Utjecaj gnojidbe dušikom na urod sjemena crnog kima dokazan je mnogim istraživanjima, ali su korištene različite količine gnojiva, te je varirala i visina uroda. U sušnim uvjetima Irana najveći urod sjemena od 896 kg·ha<sup>-1</sup> postignut je sa 150 kg·ha<sup>-1</sup> dušika dodanog u formi uree (Mollafilabi i sur., 2010) predsetveno i u fazi 4 -6 lista. Dušik je djelovao na povećanje visine biljke, broja cvjetnih grana, broja tobolaca i uroda sjemena, ali nije bilo značajne razlike u visini uroda kod različitih količina dušika, pa je aplikacijom 50 kg·ha<sup>-1</sup> dušika ostvaren je urod od 815 kg·ha<sup>-1</sup>. Istraživanje u semiaridnim uvjetima Jordana na dvije lokacije dokazuje da visina uroda kod gnojidbe duškom ovisi o tipu tla i klimatskim prilikama u godini uzgoja (Talafih i sur., 2007). Najveći urod sjemena 848, 9 kg·ha<sup>-1</sup> ostvaren je sa 20 kg·ha<sup>-1</sup> dušika dodanog u formi uree, a povećanje gnojiva na 40 kg·ha<sup>-1</sup> dušika rezultiralo je manjim urodom 845,3 kg/ha, iako ne statistički značajno različitim. U Cukurvoj regiji na jugu Turske koja je poznata kao najplodnija regija u tom dijelu svijeta, gnojidbom sa 60 kg·ha<sup>-1</sup> dušika postignute su najveće visine biljaka, broj grana, broj tobolaca i urod sjemena 718 kg/ha (Özgüven i Şekeroglu, 2007), što se slaže sa visinom uroda ostvarenim u ovom istraživanju, ali korištenjem duplo manje količine dušičnog gnojiva. Utjecaj dušika na urod potvrđuje istraživanje Tunçturk i sur. (2012) provedeno u Ankari, gdje je korištenjem dušika u formi amonij sulfata (21% N) u količini 60 kg·ha<sup>-1</sup> postignut najveći urod sjemena od 575 kg·ha<sup>-1</sup>, koji se smanjivao povećavanjem doze dušika na 80 kg·ha<sup>-1</sup>. Korištenjem dušika u količini od 40 - 120 kg·ha<sup>-1</sup> u istraživanju provedenom u Turskoj postignut je urod sjemena

od  $715 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , što se slaže sa rezultatima ovog istraživanja, ali korištena je doza gnoja od  $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Tulucku, 2015). Gnojdbom fosforom ostvaren je prosječni urod sjemena  $664,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  što je značajno više od  $483,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  na negnojenoj varijanti. Ostvaren urod sjemena na varijanti gnojenoj fosforom u ovom istraživanju viši je od uroda sjemena u istraživanju Tunçturk i sur. (2011) u kojem je primjenom  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  fosfora postignut urod sjemena  $597 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Gnojdba dušikom i fosforom utjecala je na povećanje visine biljke, broja cvjetnih grana, broja tobolaca po biljci, uroda sjemena po biljci. Postoji pozitivna korelacija između visine biljke i uroda sjemena po hektaru, povećanjem visine biljke povećava se urod sjemena po hektaru. Gnojdbom dušikom postignute su veće vrijednosti navedenih morfoloških karakteristika i sastavnica uroda, te je za razliku od gnojidbe fosforom dušik utjecao i na broj sjemenki u tobolcu što je i rezultiralo većim urodom sjemena kod gnojidbe dušikom, za razliku od varijante gnojene fosforom. Aplikacijom dušičnih i fosfornih gnojiva postiže se značajno veći urod u odnosu na negnojenu varijantu.

### 5.2.5. Kakvoća sjemena

Posljednjih nekoliko godina crni kim je u fokusu znanstvenih istraživanja, međutim većina agronomskih istraživanja bazirana je na morfološke karakteristike i urod sjemena, dok je utjecaj različitih uvjeta uzgoja na kakvoću sjemena crnog kima nedovoljno je istražen.

#### 5.2.5.1. Vlaga sjemena

Vlaga sjemena važan je pokazatelj kakvoće sjemena, jer čuvanje sjemena sa previsokom vlagom uzrokuje gubitak klijavosti. Kod uljnih kultura vlaga sjemena za čuvanje mora biti niža nego kod ostalih poljoprivrednih kultura, te je vlaga od 6,5 - 7,6 % postignuta u ovom istraživanju optimalna za ovu vrstu.

U zaštićenom prostoru postignuta je prosječna vlaga sjemena 7,09 %, što se značajno ne razlikuje od vlage postignute na otvorenom (6,97 %). Uvjeti uzgoja nisu značajno utjecali na vlagu sjemena.

Prosječna vlaga sjemena postignuta u 2012. godini (7,18 %) značajno je viša od vlage u 2013. godini (6,88%), što je posljedica različitih klimatskih prilika u dvije godine uzgoja. Izrazito sušan period sa puno sunčanog vremena u 2012. godini uzrokovao je raniju zriobu i otvaranje tobolaca, te prisilno dozrijevanje sjemena. U 2013. sjeme je zbog oblačnog vremena duže dozrijevalo u tobolcima te je nakon berbe imalo nižu vlagu.

Iako je bilo za očekivati da će gnojidba dušikom utjecati na povećanje vlage sjemena, ona nije značajno utjecala na ovo svojstvo. Na varijanti gnojenoj dušikom postignuta je prosječna vlaga sjemena 7,01 %, na varijanti gnojenoj fosforom 7,00%, a na negnojenoj varijanti 7,08%.

#### 5.2.5.2. Masa 1000 sjemenki

Masa 1000 sjemenki pokazatelj je kvalitete sjemena, ali uz visinu biljke i najvažnija sastavnica uroda sjemena. Neovisno o uvjetima proizvodnje sjemena postignuta masa 1000 sjemenki u ovom istraživanju kretala se od 3,196 - 3,899 g.

Kod proizvodnje sjemena u zaštićenom prostoru postignuta je prosječna masa 1000 sjemenki 3,680 g što je značajno veće u usporedbi sa masom 1000 sjemenki postignutom na otvorenom (3,560 g). Korelacija između mase 1000 sjemenki i broja sjemenki u tobolcu nije statistički značajna, pa je za pretpostaviti da he razlika nastala zbog uvjeta uzgoja. Više temperature u zaštićenom prostoru povoljno djeluju na ovo svojstvo, što je vezano uz porijeklo vrste i toleranciju na visoke temperature u fazi formiranja sjemena.

Između dvije godine proizvodnje sjemena nije bilo značajne razlike u masi 1000 sjemenki, pa je u 2012. godini postignut rezultat 3,616 g, a u 2013. 3,624 g. Različite klimatske prilike u dvije godine uzgoja nisu značajno utjecale na ovo svojstvo.

Najveći utjecaj na masu 1000 sjemenki imala je gnojidba fosforom (3,762 g). Kod gnojidbe dušikom postignuta je prosječna masa 1000 sjemenki 3,597 g, što nije značajno različito od negnojene varijante (3,501 g). Dobiveni rezultati slažu sa istraživanjem Tunçturk i sur. (2011) u kojem je dodavanje fosfora u količini  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  utjecalo na povećanje mase 1000 sjemenki. Masa 1000 sjemenki (2,46 g) u navedenom istraživanju značajno je manja od rezultata postignutih u ovom istraživanju. Rezultati dobiveni na varijanti gnojenoj dušikom slažu se sa istraživanjem Tunçturk i sur. (2012) u kojem količine dušika od  $20 - 80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  nisu utjecale na povećanje mase 1000 sjemenki. Suprotno tome, Tulucku (2015) navodi da količina dušika od  $80$  i  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  značajno utječu na povećanje mase 1000 sjemenki kod crnog kima.

Između uvjeta uzgoja i vrste gnojidbe postoji statistički značajna interakcija. Najveća prosječna masa 1000 sjemenki u zaštićenom prostoru iznosila je 3,744 g, a na otvorenom 3,780 g.

Rezultati postignute mase 1000 sjemenki u ovom istraživanju značajno su veći nego u drugim istraživanjima, ali i od mase 1000 sjemenki sjemena korištenog za sjetvu. U istraživanju provedenom u Italiji D'Antuono i sur. (2002.) postignuta je masa 1000 sjemenki 3,1 g što je najbliže masi 1000 sjemenki postignutoj u ovom istraživanju.

Između mase 1000 sjemenki i klijavosti sjemena postoji vrlo slaba negativna korelacija, pa se povećanjem mase 1000 sjemenki smanjuje se klijavost sjemena, ali razlike nisu statistički značajne.

#### 5.2.5.3. Energija klijanja sjemena

Energija klijanja sjemena je važno svojstvo kvalitete sjemena, koje utječe na brzinu nicanja usjeva i smanjene mogućnosti neujednačenog ponika. Niska energija klijanja ne utječe uvijek na samu klijavost, ali takvo sjeme brže gubi klijavost. Ovisno o utjecaju istraživanih faktora energija klijanja u ovom istraživanju kretala se od 53 – 99 %.

Različiti uvjeti proizvodnje sjemena nisu značajno utjecali na energiju klijanja sjemena, pa je ona postignuta na otvorenom (87,46 %) veća nego u zaštićenom prostoru (82,29%), ali razlika nije statistički značajna. Iako u različitim uvjetima proizvodnje sjemena nije postignuta statistički značajna razlika u energiji klijanja sjemena, interakcija između godine i uvjeta proizvodnje je statistički opravdana, što znači da su zavisnim djelovanjem ovih



faktora postignute statistički značajne razlike. Najviša prosječna energija klijanja u zaštićenom prostoru iznosila je 90,75 %, a na otvorenom 91,13 %.

U 2012. godini postignuta je prosječna energija klijanja 90,71 %, što je značajno više od 79,04 % u 2013. godini. Kod proizvodnje sjemena bitno je poznavati utjecaj klimatskih uvjeta na energiju klijanja sjemena vrste koju uzgajamo. Kod nekih vrsta kišni period u vrijeme sazrijevanja sjemena može uzrokovati smanjenu energiju i klijavost sjemena, što je najčešće vezano uz porijeklo vrste. Klimatske prilike u 2013. godini u fazi dozrijevanja sjemena bile su izuzetno nepovoljne sa velikom količinom oborina u usporedbi sa višegodišnjim prosjekom (grafikon 1.,4.) što je rezultiralo niskom energijom klijanja sjemena.

Gnojdba nije značajno utjecala na energiju klijanja sjemena. Najviša prosječna energija klijanja ostvarena je na negnojenoj varijanti 86,19 %, nešto niža na varijanti gnojenoj fosforom 85,88% a najniža na varijanti gnojenoj dušikom 82,56%, ali nije bilo statistički značajne razlike u energiji klijanja između varijanti.

#### 5.2.5.4. Klijavost sjemena

U sjemenskoj proizvodnji najvažniji je cilj postići visoku klijavost. U prodaji sjemena ukrasnih i ljekovitih vrsta klijavost je potpuno zanemarena jer prema važećim pravilnicima ne postoji minimalna propisna klijavost koju mora zadovoljavati sjeme koje se plasira na tržište. Posljedica toga je prodaja nekvalitetnog sjemena, te odustajanje proizvođača od uzgoja ukrasnih i ljekovitih vrsta. Sjeme crnog kima korišteno u većini istraživanja nabavljeno je na lokanim tržnicama u zemljama tradicionalnog uzgoja, sa izrazito niskom klijavosti. U istraživanju D'Antuono i sur. (2002) sjeme korišteno u istraživanju imalo je klijavost 50 %. Ovisno o utjecaj istraživanih faktora ovom istraživanju postignute su klijavosti od 69 – 99 %.

Uvjeti proizvodnje sjemena (zaštićeni prostor, otvoreno) nisu značajno utjecali na klijavost sjemena, u zaštićenom prostoru postignuta je prosječna klijavost sjemena 88,50 %, a na otvorenom 89,04 %.

Najviša prosječna klijavost 91,42 % postignuta je u 2012. godini, koju karakterizira izuzetno sušan srpanj i kolovoz (grafikon 2.) što je povoljno utjecalo na klijavost sjemena. U 2013. godini postignuta je značajno niža klijavost sjemena 86,13%, što je posljedica vlažnog perioda u srpnju i kolovozu sa količinom oborina daleko iznad višegodišnjeg prosjeka (grafikon 4).

Na negnojenoj varijanti postignuta je prosječna klijavost sjemena 90,13%, na varijanti gnojenoj fosforom 88,81%, a na varijanti gnojenoj dušikom 87,38%, ali nije bilo statistički značajne razlike među varijantama.

#### 5.2.5.5. Zdravstveno stanje sjemena

Crni kim jedna je od rijetkih ukrasnih i ljekovitih vrsta koja nije podložna bolestima i napadu štetnika. Tijekom vegetacije na biljakama nije bilo simptoma bolesti, ni oštećenja od štetnika.

Ispitivanjem zdravstvene ispravnosti sjemena utvrđena je prisutnost gljive *Alternaria alternata*, a zaraza sjemena ovisno o faktorima istraživanja kretala se od 0 -14 %.

Najveći prosječni postotak zaraze 9,38 % utvrđen je na sjemenu proizvedenom na otvorenom, dok je u zaštićenom prostoru zaraza sjemena bila značajno niža 1,33 %. Sjeme proizvedeno u kontroliranim uvjetima zaštićeno je od zaraze sa okolnih biljaka, dok je na otvorenom mogućnost zaraze veća. Između uvjeta uzgoja i godine postoji statistički opravdana interakcija, izmjenjivanje kišnog razdoblja i visokih temperatura pogoduje razvoju ove gljivice, te je najveća zaraza 10,33 % zabilježena u 2013. godini na otvorenom.

Godina proizvodnje sjemena nije značajno utjecala na razvoj *Alternaria alternata* na sjemenu, u 2012. godini prosječno je bilo zaraženo 5,00 % sjemena, a u 2013. 5,71 %.

Na negnojenoj varijanti prosječna zaraza bila je 5,75 %, na varijanti gnojenoj dušikom 5,38%, a na varijanti gnojenoj fosforom 4,94 %, ali nije bilo statistički značajne razlike u zarazi između varijanti.

Pojava *Alternaria alternata* nije zabilježena na tobolcima, te kod ove vrste nije narušena ukrasna vrijednost.

Sitara i sur. (2008) dokazali su djelovanje hladno prešanog ulja crnog kima na rast gljive *Alternaria alternata* dodavanjem ulja u dekstrozni agar na koji su bile naseljene spore. Iako se prema navedenom istraživanju ulje crnog kima može koristiti u suzbijanju ove saprofitske gljive, prema rezultatima ovog istraživanja ona se prenosi sjemenom ove vrste posebno kod uzgoja na otvorenom u vlažnim i toplim godinama.

## 6. ZAKLJUČCI

1. Uzgojem u zaštićenom prostoru postignute su veće vrijednosti morfoloških svojstava (visina biljke, broj cvjetnih grana, broj tobolaca po biljci) koja određuju ukrasnu vrijednost, ali samo crnjike, dok kod crnog kima uzgoj u zaštićenom prostoru nije utjecao na ukrasnu vrijednost čime je pretpostavka ovog istraživanja samo djelomično potvrđena.
2. Uvjeti uzgoja imali su značajan utjecaj na urod sjemena po hektaru. U zaštićenom prostoru postignut je veći broj sjemenki u tobolcu i urod sjemena po biljci kod obje istraživane vrste. Navedena svojstva važne su sastavnice uroda sjemena, te je očekivano postignut i veći urod sjemena po hektaru.
3. Laboratorijskim istraživanjem utvrđen je manji postotak bolesti na sjemenu proizvedenom u zaštićenom prostoru što potvrđuje pretpostavku ovog istraživanja.
4. Suprotno očekivanjima utjecaj uzgoja u zaštićenom prostoru na ostala svojstva kakvoće sjemena razlikovao se ovisno o istraživanoj vrsti. Sjeme crnjike proizvedeno u zaštićenom prostoru imalo je višu vlagu, energiju i klijavost sjemena, ali manju masu 1000 sjemenki od sjemena proizvedenog na otvorenom. Kod sjemena crnog kima uzgojenog u zaštićenom prostoru postignuta je viša masa 1000 sjemenki, dok na ostale pokazatelje kakvoće sjemena uvjeti uzgoja nisu utjecali.
5. Godina uzgoja utjecala je na ukrasnu vrijednost crnjike, ali samo na neka od morfoloških svojstava (broj cvjetnih grana i tobolaca po biljci), dok na visinu biljke nije značajno utjecala. Uzgojem u različitim godinama nisu postignute značajne razlike u ukrasnoj vrijednosti crnog kima.
6. Uzgojem u dvije godine postignut je značajno različit broj sjemenki u tobolcu kod crnjike, ali nije bilo razlike u urodu sjemena po biljci i urodu sjemena po hektaru. Godina uzgoja nije imala utjecaj na sastavnice uroda sjemena, ni na urod sjemena po hektaru kod crnog kima.
7. Značajan utjecaj godine na neka od svojstava kakvoće sjemena potvrđen je laboratorijskim istraživanjima. Vлага sjemena značajno je različita u dvije godine uzgoja kod obje vrste. Energija i klijavost sjemena crnog kima značajno je različita ovisno o godini, dok je kod crnjike godina utjecala samo na energiju klijanja, a na samu klijavost nije imala značajan utjecaj.
8. Gnojidba dušikom imala je najveći utjecaj na ukrasnu vrijednost. Kod obje istraživane vrste postignute su veće visine biljaka, broj cvjetnih grana i tobolaca po biljci što potvrđuje pretpostavku ovog istraživanja. Osim gnojidbe dušikom, utjecaj na ukrasnu vrijednost imala je i gnojidba fosforom kod obje vrste.

9. Gnojdbom dušikom i fosforom postignut je najviši urod sjemena po biljci i urod sjemena po hektaru kod obje istraživane vrste, dok je kod crnog kima gnojdba dušikom djelovala i na povećanje broja sjemenki u tobolcu. Prema rezultatima dobivenim ovim istraživanjem gnojdbom su postignuti najveći urodi sjemena po hektaru, te je pretpostavka istraživanja u potpunosti potvrđena.
10. Gnojdbom fosforom postignuta je značajno veća masa 1000 sjemenki kod obje vrste, ali utjecaj gnojdbi fosforom na klijavost sjemena nije značajan, te pretpostavka ovog istraživanja samo djelomično prihvaćena.
11. U uzgoju ovih vrsta bilo u ukrasne svrhe ili za proizvodnju sjemena, gnojdba dušikom i fosforom trebala bi biti osnovna agrotehnička mjera. Tijek daljnjih istraživanja trebalo bi usmjeriti na kombinaciju ovih gnojiva, te utjecaj organskih gnojiva i komposta na ukrasnu vrijednost i urod sjemena.
12. Kakvoća sjemena postignuta u ovom istraživanju kod obje vrste daleko je iznad očekivane, posebno energija klijanja i klijavost sjemena, što je dokaz da se u svim istraživanim uvjetima može proizvesti sjeme visoke kakvoće što je temelj u daljnjoj proizvodnji ovih vrsta.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Abadi B. H. M., Ganjali H. M., Mobasser H. R. (2015). Effect of mycorrhiza and phosphorus fertilizer on some characteristics of black cumin. *Biological Forum – An International Journal* 7(1): 1115-1120.
2. Abu-Hammour K. (2008). Pollination of Medicinal Plants (*Nigella sativa* and *Coriandrum sativum*) and *Cucurbita pepo* in Jordan. Doktorska disertacija. Institut fur Nutzpflanzenwissenschaften und Ressoucenschutz.
3. Abu-Jdayil B. (2002). Rheology of milled black cumin (*Nigella sativa* L.). *Rheologica Acta* 41: 441-447.
4. Abdolrahimi B., Mehdikhani P., Hasanzadeh Gort Tappe A. (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 AgriScience* Vol. 2(1), : 93-101.
5. Aboul-Ela El. (2002). Cytogenetic studies on *Nigella sativa* seeds extracts and thymoquinone on mouse cells infected with schistosomiasis using karyotyping. *Mutation Research*, 516: 11-17.
6. Aćimović M. (1998). Bolesti suncokreta. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi sad, Feljton d.o.o.
7. Akgul A. (1989). Antimicrobial activity of black cumin (*Nigella sativa* L.) essential oil. *Gazi Universitesi Eczacilik Fakultesi Dergisi* 6 (1): 63-68.
8. Akhtar M. S., Nasir Z., Adib A. R. (2003). Effect of feeding powdered *Nigella sativa* L. seeds on polutry egg production and their suitability for human consumption. *Veterinarski arhiv* Vol 73. No.3: 181 -190.
9. Al-Ghamdi MS. (2001). The anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella sativa*. *Journal of ethnopharmacology* 76: 45–48.
10. Alternativa web shop mrežna stranica (<http://alternativa-webshop.com/ulja/hladno-presana-ulja/ulje-crnog-kima.html> preuzeto 29.05.2017).
11. Anderson S.(2005). Floral costs in *Nigella sativa* (*Ranunculaceae*): Compensatory responses to perianth removal. *American Journal of Botany* 92(2): 279–283.
12. Ansari M. A., Ahmed S. P., Haider S., Ansari N. A. (2006). *Nigella sativa*: A non – conventional herbal option for management of seasonal allergic rhinitis. *Pakistan Journal of Pharmacology* Vol.23. No.2: 31-35.
13. Arayafar S., Sirousmehr A. R., Najafi S., Zadeh M. M. H., Arayafar S.(2013). Effects of municipal compost on yield and some quantitative and qualitative characteristic

- of *Nigella sativa* under drought stress. International journal of science and engineering investigations Vol 2. issue 23: 76-84.
14. Atta, M. B. (2003). Some characteristics of *Nigella* (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. Food Chemistry 83: 63–68.
  15. Aqel, M. (1993). Effects of *Nigella sativa* seeds on intestinal smooth muscle. International Journal of Pharmacognosy 31(1): 55-60.
  16. Azzaz, N. A., Hassan E. A., Hamad E. H. (2009). The chemical constituent and vegetative and yielding characteristic of fennel plants treated with organic and bio – fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of basic and applide sciences 3(2): 579 – 587.
  17. Bardideh K., Kahrizi D., Ghobadi M. E. (2013). Character Association and Path Analysis of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Genotypes under Different Irrigation Regimes. Notulae Scientia Biologicae Cluj-Napoca 5(1): 104-108.
  18. Balešević-Tubić, S., Tatić, M., Đorđević, V., Nikolić, Z., Đukić, V. (2010). Seed viability of oil crops depending of storage conditions. Helia 33 Nr. 52: 153 -160.
  19. Bourgou S., Kchouk M. E., Bellila A., Marzouk B. (2010). Effect of salinty on phenolic composition and biological actvity of *Nigella sativa*. Acta Horticulturae 853: 57 – 59.
  20. Bourgou S., Pichette A., Marzouk B., Legault J. (2012). Antioxidant, antiinflammatory, anticancer and antibacterial activities of extracts from *Nigella sativa* (Black cumin) plant parts. Journal of Food Biochemistry 36 (5): 539-546.
  21. Botnick I., Xue W., Bar E., Ibdah M., Schwartz A., Joel D. M., Lev E., Lewinsohn E. (2012). Distribution of primary and specialized metabolites in *Nigella sativa* seeds, a spice with vast traditional and historical uses. Molecules 17: 10159 – 10177.
  22. Bretzel F., Pezzarossa B., Benvenuti S., Bravi A., Malorgio F. (2009). Soil influence on the performance of 26 native herbaceous plants suitable for sustainable Mediterranean landscaping. Acta Oecologica 35: 657-663.
  23. Brickell C. (2006). Encyclopedia of plants and flowers. The Royal Horticultural Society, London.
  24. Brickell C. (2008). Encyclopedia of gardening. The Royal Horticultural Society, London.
  25. Butorac J., Pospišil M., Mustapić Z., Marković Z. (2010). Utjecaj prihrane dušikom na neka morfološka i fenološka svojstva sorata predivog lana. Sjemenarstvo 27 (1-2): 19 – 29.
  26. Caneppele A., Heiss A. G., Kohler-Schneider, M. (2010). Weinstock, Dill und Eberesche: Pflanzenreste aus dem Tempelbezirk der latènezeitlichen Siedlung. Sandberg/Roseldorf Archäologie Österreichs 21/1: 13 – 25.
  27. Ćorić D. (2007). Hrvatsko tržište sjemenom. Sjemenarstvo 24 (1): 41 – 50.

28. Ćorić D., Krešić S. (2011). Hrvatski potencijal u sjemenarstvu nekad i danas. *Sjemenarstvo* 28 (3-4): 183 – 190.
29. Das A. K., Sadhu M. K., Som M. G., Bose T. K. (1992). Effect of spacing and growth and yield of black cumin. *Indian cocoa, arecanut and spices* 16:17-18.
30. D'Antuono F. L., Moretti A., Lovato A. (2002). Seed yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. *Industrial crops and products* 15: 59-69.
31. Dahri A. H, Chandiol A. M., Rahoo A. A., Memon R. A. (2005). Effect of *Nigella sativa* (kalonji) on serum cholesterol of albino rats. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad* 17: 72-74.
32. Dadaček N., Peremin Volf T. (2008). *Agroklimatologija*. Zrinski, Čakovec d.d.
33. Dilshad A., Abulkhair O., Nemenqani D., Tamimi W. (2012). Antiproliferative Properties of Methanolic Extract of *Nigella sativa* against MDA-MB-231 Cancer Cell Line. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* Vol 13: 5839-5842.
34. Deroin T., Damerval C., Le Gulloux M., Jabbour F. (2015). Floral vascular patterns of the double-flowered and wild type morphs of *Nigella damascena* L. (*Ranunculaceae*). *Modern Phytomorphology* 7: 13-20.
35. Dönmez A., Mutlu B. (2004). A new species of *Nigella* (*Ranunculaceae*) from Turkey. *Botanical Journal of the Linnean Society* 146: 251-255.
36. Dönmez A. A., Wajhani Y., Alsamman B. (2010). A new record of *Nigella* L. (*Ranunculaceae*) for flora Syria. *Hacettepe Journal of Biology and chemistry* 38(4): 307-309.
37. Dubravec K. D., (1996). *Botanika*. Udžbenici Agronomskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu. ARP d.o.o., Zagreb.
38. Državni hidrometeorološki zavod (<http://klima.hr/razno.php?id=publikacije&param=bilteni> pristupljeno: 22.06.2016, 04.07.2016.).
39. Državni zavod za statistiku ([http://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2015/01-01-14\\_01\\_2015.htm](http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2015/01-01-14_01_2015.htm) pristupljeno. 22.06.2016.).
40. Edris A. E. (2009). Anti-Cancer Properties of *Nigella* spp. Essential Oils and their Major Constituents, Thymoquinone and  $\beta$ -Elemene. *Current Clinical Pharmacology* 4:43-46.
41. El-Mekawy M. A. M. (2012). Growth and Yield of *Nigella sativa* L. Plant Influenced by Sowing Date and Irrigation Treatments. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 12 (4): 499-505.

42. El Shenawy N. S., Soliman M. F. M., Reyad S. I. (2008). The effect of antioxidant properties of aqueous garlic extract and *Nigella sativa* as antischistosomiasis agents in mice. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 50 (1): 29-36.
43. Endress P. K. (1999). Symmetry in Flowers: diversity and evolution. *International Journal of Plant Sciences* 160 (6): 3-23.
44. Fararh K. M., Shimizu Y., Shiina T., Nikami H., Ghanem M. M., Takewaki T. (2005) Thymoquinone reduces hepatic glucose production in diabetic hamsters. *Veterinary science* 79: 219-223.
45. Filmer D. (2012). *Safe and Poisonous Garden Plants*. University of California
46. Gali-Muhtasib H., El-Najjar N., Schneider-Stock R. (2006). The medicinal potential of black seed (*Nigella sativa*) and its components. *Lead molecules from natural products – discovery and new trends – Elsevier* 133- 153.
47. Gaur S., Arya A., Singh G. (2015). Medicinal and terapeutical potential of *Nigella sativa*. *Journal of Biomedical and Pharmaceutical Research*. Vol. 4 (1): 72-78.
48. Geren H., Bayram E., Ceylan A. (1997). Effect of different sowing dates and phosphorus fertilizer application on the yield and quality characteristic of black cumin (*Nigella sativa* L.) . *Proceedings of the second national field crops congress* 376 – 380.
49. Ghamarnia H., Khosravy H., Sepehri S. (2010). Yield and water use efficiency of *Nigella sativa* L. under different irrigation treatments in a semi arid region in the West of Iran. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4(16): 1612-1616.
50. Ghouzhdhi H.G. (2010). Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to black cumin (*Nigella sativa*) production in Iran. *Scientific Research and Essays* Vol. 5(25): 107-4109.
51. Gradečki-Poštenjak M., Poštenjak K. (2009). Kvaliteta šumskog sjemena. *Hrvatski šumarski institut* 44(1): 77-85.
52. Gregačević L., Klarić I., Domaćinović M., Galović D., Ronta M. (2014). Fitogeni aditivi u hranidbi domaćih životinja. *Krmiva* 56(3): 117 – 123.
53. Grozdovska-Naumoska M., Kotevski V., Trojancanec-Piponska S. (2007). *Helicobacter pylori* seroprevalence in coronary artery disease. *Biochemia Medica*, 17(2): 139–270.
54. Goncalves B. (2013). A floral dimorphism in *Nigella damascena* L.: genetic and molecular control, and adaptive significance. *Doktorska disertacija*. Universite Paris – Sud.
55. Guberac, V. (2000). *Sjemenarstvo ratarskih kultura*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku (interna skripta).



56. Hadi M. R. H. S., Darzi M. T., Ghandehari Z. (2012). Effects of irrigation treatment and *Azospirillum* inoculation on yield and yield component of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Medicinal Plants research* Vol. 6 (30) :4553 – 4561.
57. Hammo Y. H. (2008). Effect of very high levels of nitrogen and phosphorus fertilizers, pinching, and seed rate sowing on growth, seed yield and components of *Nigella sativa* L. 2 – seed components. *Mesopotamia Journal of Agriculture*. Vol.(36) No: 2-11.
58. Hanafy M. S. M., Hatem M. E. (1991). Studies on the antimicrobial activity of *Nigella sativa* seed (black cumin). *Journal of Ethnopharmacology* 34: 275 – 278.
59. Hannan A., Sallem S., Chaudhary S., Barkaat M., Arshad M. U. (2008). Antibacterial activity of *Nigella sativa* against clinical isolates of methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, 20 (3) :72 - 74.
60. Hegi G. (1975). *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Vol .III/3 : 2nd edn. Parey. Berlin.
61. Heiss A. G., Oegg K.(2005). The oldest evidence of *Nigella damascena* L. (*Ranunculaceae*) and its possible introduction to central Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* 14: 562-570.
62. Heiss A. G, Kropf M., Sontag S., Weber A. (2011). Seed morphology of *Nigella* s. l. (*Ranunculaceae*): identification, diagnostic traits, and their potential phylogenetic relevance. *International Journal of Plant Sciences* 172 (2): 267-284.
63. Heiss A. G., Stika H. P., Zorzi N., Jursa M. (2013). *Nigella* in the Mirror of Time: A brief attempt to draw a genus' Ethnohistorical Portrait. *Offa* 69/70: 147–169.
64. Hessayon D. G. (2008). *Cvijeće u vrtu*. Mala vrtlarska biblioteka. Mozaik knjiga, Zagreb
65. Hodžić A., Hrković Porobija A., Gagić A., Hamamdžić M., Kavazović A., Pašić-Juhas E., Kustura A., Goletić T. (2012). Efekt čurekotovog (*Nigella sativa*) ulja iz hrane na lipide seruma kod brojlera. *Veterinaria* 61 (1-2): 23-33.
66. Horvat D., Židovec V., Jerčinović S. (2011). Cvjetne vrste za izradu suhih aranžmana – potrebe i dostupnost sjemena. *Sjemenarstvo*, 28(1-2): 53- 66.
67. Horvat D., Erhatic R., Husinec R., Židovec V. (2012). Seed quality evaluation of flower species used in dried floral arrangements. *Proceedings of the International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals QMSCO2012 / Kanlaynarat, Sirichai, Buanong, Mantana, Philosoph-Hadas, Sonia (ur.)*. Leuven Leuven Acta Horticulture (ISHS) 970: 347-353.
68. Hrvatski centar za poljoprivredu hranu i selo – Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo mrežna stranica (<http://www.hcphs.hr/zsr/publikacije/> pristupljeno 20.06.2016.)

69. Hussain N., Majid S., Hussain M. A. (2014). Study of some agronomic characteristics of *Nigella sativa* that validates its yield potential. International Interdisciplinary Research Journal {Bi-Monthly} Vol -IV: 111-124.
70. International Seed Testing Association (2011). Rules Proposals for the International Rules for Seed Testing 2011 Edition, ISTA, Basserdorf, Switzerland.
71. Isik AF, Kati I., Bayram I., Ozbek H. (2005). A new agent for treatment of acute respiratory distress syndrome: thymoquinone. An experimental study in a rat model. European Journal of Cardio-thoracic Surgery 28: 301-305.
72. Kale S., Ghoge P., Ansari A., Waje A., Sonawane A. (2010). Formulation and *in-vitro* determination of Sun Protection Factor of *Nigella sativa* Linn. Seed Oil Sunscreen Cream. International Journal of PharmTech Research Vol.2 No.4: 2194-2197.
73. Kamal A., Arif J. M., Ahmad I. Z. (2010). Potential of *Nigella sativa* L. seed during different phases of germination on inhibition of bacterial growth. Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research. Vol.1(1): 009-013.
74. Kanter M., Coskun O., Uysal H. (2006). The antioxidative and antihistaminic effect of *Nigella sativa* and its major constituent, thymoquinone on ethanol-induced gastric mucosal damage. Archives of Toxicology 80: 217-224.
75. Kantoci D., Kozaruć Z. (2014). Uzgoj začinskog bilja. Gospodarski list br.8:14 Zagreb.
76. Kaps M., Lamberson W. R.. (2004). Biostatistics for animal science, CABI.
77. Khalid K. A., Shedeed M. R. (2015). Effect of NPK and foliar nutrition on growth, yield and chemical constituents in *Nigella sativa* L. Journal of Material and Environmental Sciences 6 (6): 1709-1714.
78. Khan A. MD., Chen H., Tania M., Zhang D. (2011). Anticancer activities of *Nigella sativa* (Black cumin). African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines 8(S): 226-232.
79. Knežević M. (2006). Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. Udžbenici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Grafika d.o.o, Osijek.
80. Kökdil G., Ilcim A., Özbilgin, Uygun C. (2006). Morphology and stam anatomy of some species of genus *Nigella* in Turkey. Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara 35(1):19-41.
81. Kolak I. (1994). Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura. Naklani zavod Globus, Zagreb.
82. Kolak I., Šatović Z., Rukavina H., Rozić I. (1997). Ljekovito bilje na hrvatskim prostorima. Sjemenarstvo 14 (5-6): 341 – 353.

83. Kolak I., Šatović Z., Rukavina H. (1997). Mogućnosti proizvodnje i prerade ljekovitog, aromatičnog i medonosnog bilja na hrvatskim prostorima. *Sjemenarstvo* 14 (3-4): 203-229.
84. Kovačević M., Svećnjak Z., Bošnjak K., Jareš D. (2012). Utjecaj regulatora rasta i gnojidbe dušikom na prinos i klijavost sjemena talijanskog ljuja. *Sjemenarstvo* 29 (3-4): 145-154.
85. Landa P., Marsik P., Vanek T., Rada V., Kokoska L. (2006). In vitro anti-microbial activity of extracts from the callus cultures of some *Nigella* species. *Biologia Bratislava*. 61/3: 285-288.
86. Lešić R., Borošić J., Butorac I., Ćustić M., Poljak M., Romić, D. (2004). *Povrćarstvo*. Zrinski, Čakovec d.d.
87. Lešić R., Pavlek P., Cvjetković B. (1993). *Proizvodnja povrtnog sjemena*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Arp. Zagreb.
88. Mahnood S., Hassan M. M, Alam M., Ahmad F. (2009). Comparative efficacy of *Nigella sativa* and *Allium sativum* as growth promoters in broilers. *International Journal of Agriculture & Biology* 11:775 -778.
89. Mahmood T., Idress M., Muhammad N., Aslam M., Rehman H. S, Akram H. M., Sattar A., Abbas S., Ferdosi M. F. H. (2012). Growth and yield attributes of black cumin (*Nigella sativa* L.) as affected by sowing dates and methods. *Mycopath* 10(2) : 83-86.
90. Mahmood T., Idress M., Muhammad N., Aslam M., Akram H. M., Sattar A., Ghaffar A. (2012). Effect of sowing dates and method of sowing on the yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). National seminar on role of agronomy in national food security. Conference paper. Pakistan society of agronomy str. 76 – 79.
91. Madhava Rao K. V., Raghavendra A. S., K. Janadharn Reddy. (2006). *Physiology and Molecular Biology Stress Tolerance in Plants*. Springer.
92. Maraqa A., Al – Sharoa N. F., Farah H., Elbjeirami W. M., Shakya A. K., Sallal A. J. (2007). Effect of *Nigella sativa* extract and oil on aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. *Turkish Journal of Biology* 31:155-159.
93. Margout D., Kelly M. T., Meunieyr S., Auinger D., Pelissier Y., Larroque (2013). Morphological, microscopic and chemical comparison between *Nigella sativa* L. cv (black cumin) and *Nigella damascena* L. cv. *Journal of food, agriculture & environment* Vol.11(1):65-171.
94. Maqbool A., Hayat C. S., Tanveer A. (2004). Comparative efficacy of various indigenous and allopathic drugs against fasciolosis in buffaloes. *Veterinarski arhiv*. 74 (2): 107-114.

95. Mathur S.B., Kongsdal O. (2003). Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi 1 st Edition, International Seed testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
96. Melnyk H. I., Stalyus L. V., Kozak T. I. (2015). The perspectives of *Nigella sativa* L. growing in the climatic conditions of the Precarpathian Region. The Pharma Innovation Journal 4(3): 24-26.
97. Mihalić V. (1988). Opća proizvodnja bilja. Školska knjiga, Zagreb.
98. Mollafilabi A., Rashed M. H., Moddi H., Kafi M. (2010). Effect of plant density and nitrogen on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). Acta Horticulturae 853: 115 -126.
99. Momin M., Momin S., Kurhade S., Khan M., Butte K. (2013). *Nigella sativa* : Blessed seed. International Journal of Phytoreserach nad Pharmacology 3 (2): 78-84.
100. Moretti A., D'Antuono F.L, Elementi S. (2004). Essential oils of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. seeds. Journal of Essential Oil Research 16:182-183.
101. Mumtaz A. A. (2005). *Nigella sativa*: A bibliometric study of the literature on habbat al – barakah. Malaysian Journal of Library & Information Science Vol. 10, no.(1): 1-18.
102. Nasir Z., Grashorn, M. A. (2006). Use of Black cumin (*Nigela sativa* Linn.) as alternative to antibiotics in poultry diets. 9. Tagung Schweine - und Geflügelernährung, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 28-30 November 2006, Halle, Germany, str. 210-213.
103. Naz H. (2011). *Nigella sativa*: the miraculous herb. Pakistan Journal of Biochemystry & Molecular Biology 44(1): 44-48.
104. Nikolić T., Topić J.(ur.) (2005). Crvena knjiga vaskularne flore Republike Hrvatske. Kategorije EX,CR, EN, VV. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
105. Najmi A., Nasiruddin M., Khan RA., Haque SF. (2008). Effect of *Nigella sativa* oil on various clinical and biochemical parameters of insulin resistance syndrome. International Journal of Diabetes Developing Countries, 28(1), str. 11-14.
106. Özgüven M, Şekeroglu N. (2007). Effects of different nitrogen doses and plant densities on yield and quality of *Oenothera biensis* L. grown in irrigated lowland and un – irrigated dryland conditions. Tourkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 125 – 135.
107. Özgüven M., Şekeroglu N. (2007). Agricultural Practices for High Yield and Quality of Black cumin (*Nigella sativa* L.) Cultivated in Turkey. Acta Horticulturae 756: 329-337.

108. Padhye S., Banerjee S., Ahmad A., Mohammad R., Sarkar FH. (2008). From here to eternity - the secret of Pharaohs: Therapeutic potential of black cumin seeds and beyond. *Cancer Therapy*, Vol 6: 495–510.
109. Papić J. (2011). Panacea drevnih Egipćana – suvremeni čuvar zdravlja. In *Pharma*. Vol. 15/3: 14 -17.
110. Pinterest mrežna stranica (<https://www.pinterest.com/carlacanonica/botanical-basilius-besler-1561-1629-german-botanis/?lp=true> pristupljeno 10.06.2016.)
111. Pravilnik o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena (NN 99/08 29.08.2008).
112. Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena žitarica (NN 83/09 od 15.07.2009., 31/13 od 13.03.2013).
113. Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena krmnog bilja (NN 129/07 od 17.12.2007., 78/10 od 23.06.2010., 31/13 od 13.03.2013., 23/17 od 15.03.2017).
114. Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena uljarica i predivog bilja (NN 126/07 od 10.12.2007., 20/13 od 20.02.2013).
115. Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena repa (NN 72/07 od 11.07.2007., 25/17 od 20.03.2017).
116. Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena povrća (NN 129/07 od 17.12.2007., 78/10 od 23.06.2010., 43/13 od 12.04.2013., 29/14 od 28.02.2014., 36/15 od 30.03.2015., 84/16 od 21.09.2016).
117. Pravilnik o upisu u upisnike dobavljača, laboratorija i uzorkivača poljoprivrednog sjemena i sadnog materijala (NN 29/08 od 10.03.2008., 21/09 od 16.02.2009., 37/09 od 25.03.2009).
118. Pravilnik o vrstama poljoprivrednog bilja čije sjeme mora biti tretirano prije stavljanja u promet (NN 74/01 od 24.08.2001).
119. Pravilnik o temeljnim zahtjevima kakvoće, načinu ispitivanja, pakiranju i deklariranju sjemena (NN 4/05 od 10.01.2005).
120. Popis upisanih laboratorija za kontrolu kakvoće poljoprivrednog sjemena (NN 55/00 od 01.06. 2000., 74/02 od 21.06. 2002., 6/05 od 12.01.2005).
121. Popis upisanih uzorkivača sjemena (NN 78/05 od 29.06.2005).
122. 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. *Pakistan Journal of Botany* 43:191-195.
123. Rana S., Singh P. P., Naruka I. S., Rathore S. S. (2012). Effect of nitrogen and phosphorus on growth, yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.). *International Journal of Seed Spices* 2(2): 5-8.

124. Randhawa M. A., Alakloby O. M., Aljabre S. H. M., Alqurashi A. M., Akhtar N. (2005). *Thymoquinone*, an active principle of *Nigella sativa*, inhibited *Fusarium solani*. Pakistan Journal of Medicinal Research Vol. 44. No.1: 1-3.
125. Randhawa, M. A. (2008). Black seed, *Nigella sativa*, deserves more attention. Journal of Ayub Medicinal College Abbottabad 20(2): 1-2.
126. Rešidbegović E., Gagić A., Kustura A, Goletić T., Kavazović A. (2008). Učinak ulja uzgojene crnjike (*Nigella sativa*) na imunosni odziv pilića u tovu. Krmiva 50 (5): 275-279.
127. Rosenberg L. (2011). Situation in the Czech seed sector in the relevation to the changens after the accession to the European Union. Sjemenarstvo 28 (3 - 4): 161-168.
128. Sajjad Iqbal M., Ghafoor A., Qureshi A. S., Khan M. R., Chaudhary Iqbal M. (2009). Quantification and diversity in the black seeds (*Nigella sativa* L.) gene stock of Pakistan for their composition od mineral nutrients. Journal of Chemical Society Pakistan.Vol. 31. No 5: 793 – 800.
129. Salem, M. L. (2005). Immunomodulatory and the therapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed. International Immunopharmacology 5: 1749-1770.
130. SAS Inst. Inc. (2012). The SAS System for Windows. Version 9.4. Cary. NC. SAS Institute.
131. Seyyedani P., Daneshian P., Mirza M., Maleki A., Valadabadi S. A. (2014). The Effect of nitrogen chemical fertilizer and zinc sulfate application on yield and its components of *Nigella sativa* L. under different humidity conditions. Bulletin of Environmental, Pharmacology and Life Sciences Vol 3 (2): 92-99.
132. Sharma N. K., Ahirwar D., Jhade D., Gupta S. (2009). Medicinal and pharmacological potential of *Nigella sativa* a review. Ethnobotanical Review 13: 946-55.
133. Shah S. H. (2007). Growth, yield and oil properties of *Nigella sativa* L. as affected by nitrogen and plant growth regulators. Nigerian Journal of Natural Product and medicine Vol. 10: 10-16.
134. Sibghatullah S., Shahida P. A., Muhammad A. C., Muhammad A., Shah M. M.(2008). A new and novel treatment of opioid dependence: *Nigella sativa* 500 mg. Journal of Ayub Medical College Abbottabad 20(2): 118-124.
135. Sitara U., Niaz I., Naseem J., Sultana N. (2008). Antifungal effect of essential oils on in vitro growth of pathogenic fungi. Pakistan Journal of Botany 40(1):409-414
136. Sitara U., Hasan N. (2011.). Studies on the efficacy of chemical and non chemical treatments to control mycroflora associated with chilli seed. Pakisatan Jouranl of Botany 43(1): 95-110.

137. Sultan M. T., Butt M. S., Anjum F., M., Jamil A., Akhtar S., Nasir M. (2009). Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil. *Pakistan Journal of Botany*. 41(3): 1321- 1330.
138. Szczerbińska D., Tarasewicz Z., Sulik M., Kopczyńska E., Pyka B. (2012). Effect of the diet with common flax (*Linum usitatissimum*) and black cumin seeds (*Nigella sativa*) on quail performance and reproduction. *Animal Science Papers and Reports* vol. 30. no. 3: 261-269.
139. Šiljković Ž., Rimanić A. (2005). Geographic aspects of medical plants organic growing in Croatia. *Geoadria* Vol.10., No.1: 53-68.
140. Šilić Č., Mrdović A. (2013). Atlas ukrasnih vrtnih biljaka. Čitluk. Fram – ziral d.o.o. Mostar
141. 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* Vol 3. No.4: 385-396.
142. Telci I., Sahin – Yaglioglu A., Eser F., Aksit H., Demirtas I., Tekin S. (2014). Comparison of seed oil composition of *Nigella sativa* L. during seed maturation stages. *Journal of American Oil Chemists. Society*. DOI 10.1007/s1176-014-2513-3.
143. Toma C. C., Simu G. M., Hanganu D., Olah N., Vata F. M.G., Hammami C., Hammami M. (2013). Chemical composition of the Tunisian *Nigella sativa*. Note II. Profile on fatty oil. *Farmacia* Vol 61 (3): 454-458.
144. Tonçer. Ö, Kizil S. (2004). Effect of seed rate and tehnologic characters of *Nigella sativa* L. *International Journal of Agriculture and biology*. Vol. 6. No. 3: 529 – 523.
145. Tulukcu E. (2011). A comparative study on fatty acid composition of black cumin obtained from different regions of Turkey, Iran and Syria. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6 (4): 892-895.
146. Tulukcu E. (2015). The effects of varying nitrogen doses on yield and some yield components of *Nigella sativa* L. *Selcuk Journal of agriculture and food sciences* Vol. 29. No 2: 67-70.
147. Tunçturk M., Ekin Z., Turkozu D. (2005). Response of black cumin (*Nigella sativa* L.) to different seed rates growth, yield components essential oil content. *Journal of Agronomy* 4 (3): 216-219.
148. Tunçturk M., Tunçturk R., Yildirim B. (2011). The effects of varying phosphorus doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Advances in Environmental Biology* 5 (2):371-374.

149. Tunçturk R., Tunçturk M., Ciftci V. (2012). The effects of varying nitrogen doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Advances in Environmental Biology* 6 (2): 855-858.
150. Ujević A., Kovačević J. (1972). Ispitivanje sjemena. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zavod za ispitivanje sjemena. Zagreb
151. Üstun G., Kent N. C., Civelekoglu H. (1990). Investigation of the technological properties of *Nigella sativa* (Black cumin) seed oil. *Jaocs* Vol 67. No. 12: 958 – 960.
152. Valadabadi S. A., Farahani H. A. (2011). Investigation of biofertilizers influence on quantity and quality characteristics in *Nigella sativa* L. *Journal of Horticulture and Forestry* Vol. 3(3): 88-92.
153. Vijayaraghavan M. R., Marwah K. N. (1969). Studies in the family Ranunculaceae-microsporangium, microsporogenesis ubisch granules in *Nigella damasena*. *Phyton* 13 (3 - 4): 203 – 209.
154. Vinceljak-Toplak, M., Kurtela, M., Vršek, I. (1993). Povijesni razvoj i sadašnje stanje u sjemenarstvu i rasadničarstvu ukrasnog bilja u Hrvatskoj. *Sjemenarstvo* 10(6): 457-462.
155. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): Soja. Poljoprivredni institut Osijek.
156. Vršek I., Kurtela, M. (1995). Razvojna istraživanja novih vrsta u cvjećarskoj proizvodnji. *Sjemenarstvo* 12(6): 465-469
157. Vršek I., Turk M., Virag I., Hajoš D., Karlović K., Židovec V., Morić S. (2003). Proizvodnja i asortiman vrsta za cvjetne gredice. Zbornik sažetaka Međunarodnog interdisciplinarnog savjetovanja "Njega gradskog prostora, boje u gradu-vještina uređenja cvjetnjaka" Milas Z. (ur.), Hrvatsko agronomsko društvo 09 -12.04.2003., Zadar, Hrvatska, str. 13-14
158. Vukadinović V. (1993). Ishrana bilja mineralna i organska gnojiva. Sveučilište J.J. Strossmayera. Poljoprivredni fakultet Osijek.
159. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja. Sveučilište J.J. Strossmayera. Poljoprivredni fakultet Osijek.
160. Vukobratović Ž., Vukobratović M., Pintić V., Poljak F., Pintić – Pukec N., Premec M. (2010.) Utjecaj organske gnojidbe na prinos, kemijski sastav i hranidbenu vrijednost zrna kukuruza. *Krmiva* 53(3): 153 – 164.
161. Wang, Z. H., Li S. X., Malhi S. (2008). Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the science of food and agriculture*. 88(1), str. 7-23.
162. Wajs A., Bonikowski R., Kalemba D. (2009). Different isolation methods from determination of composition of volatiles from *Nigella damascena* L. seeds. *Natural Product Communications*. 4(11): 1577–1580.



163. Zaitoun S., Al-Ghzawi A. M., Samarah N., Alqudah A. (2008). Comparative study in seed yield and flowers attractivity to bee visitors between *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. (Ranunculaceae) grown under semiarid conditions. Italian Journal of agronomy 2: 125 -130.
164. Zakon o sjemenu, sadnom materijalu i priznavanju sorti poljoprivrednog bilja (NN 140/05 od 28.11.2005., 35/08 od 23.08.2008, 25/09 od 25.02.2009, 124/10 od 08.11. 2010., 55/11 od 18.05.2011., 14/14 od 05.02.2014.)
165. Zohary M.(1983.) The genus *Nigella* (Ranunculaceae): a taxonomic revision. Plant Systematics Evolution. 142: 71-107.
166. Židovec V., Vršek I., Karlović K., Morić S., Hajoš D. (2003). Tradicija viktorijanskih cvjetnih gredica i njen odraz u sadšnjosti. Zbornik sažetaka Međunarodnog interdisciplinarnog savjetovanja "Njega gradskog prostora, boje u gradu-vještina uređenja cvjetnjaka", Milas Z. (ur.), Hrvatsko agronomsko društvo, 09-12.04.2003, Zadar, Hrvatska, str. 36-37.
167. Židovec V., Karlović K. (2005). Primjena autohtonog bilja u uređenju gradskih prostora. Agronomski glasnik 2-4: 151 – 158.

## ŽIVOTOPIS

Dijana Horvat rođena je 23.08.1972. u Koprivnici, gdje je završila osnovnu i srednju Ekonomsku školu. Diplomirala je na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 04. studenog 1999. na Odsjeku zaštita bilja.

Zapošljava se 2000. godine u Podravskom gospodarstvu d.o.o. Koprivnica kao tehničar u laboratoriju za kontrolu kakvoće poljoprivrednog sjemena. Nakon završenih tečajeva iz patologije sjemena, 2002. na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu – Zavod za fitopatologiju pod vodstvom prof.dr.sc. Bogdana Cvjetkovića i 2003. na Zavodu za zaštitu bilja pod vodstvom mr.sc. Ivanke Čizmić, obavlja kontrolu zdravstvene ispravnosti sjemena. Voditeljica laboratorija za kontrolu kakvoće sjemena postaje 2005. Nakon završene obuke za uzorkivača poljoprivrednog sjemena, 2005. godine se upisuje u Upisnik ovlaštenih uzorkivača poljoprivrednog sjemena na Ministarstvu poljoprivrede.

2007. godine zapošljava se u A.B.M. d.o.o. Graminea, Koprivnica kao voditeljica sektora sjemenarstvo, gdje obavlja poslove voditeljice laboratorija za kontrolu kakvoće poljoprivrednog sjemena i voditeljice dorade sjemena.

Na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima zapošljava se 2008. godine kao asistentica na modulu Proizvodnja i dorada sjemena. U lipnju iste godine postaje voditeljica laboratorija za kontrolu kakvoće poljoprivrednog reprodukcijskog materijala koji je jedini neovisni laboratorij ovakve vrste u Hrvatskoj. U periodu 2008. – 2010. godine polazi edukaciju za nadzornika sjemenskih usjeva strnih žitarica, te po završetku edukacije postaje ovlašten nadzornik i provodi stručni nazor nad sjemenskim usjevima strnih žitarica diljem Hrvatske. Stručna je suradnica na projektu Nacionalne banke biljnih gena i odgovorna osoba za kakvoću sjemena pohranjenog u gen banci. U 2015. godini postaje voditeljica modula „Ukrasno bilje i oblikovanje vrtova“, te suradnica na modulu „Proizvodnja i dorada sjemena“ i „Aromatsko, ljekovito i začinsko bilje“. Bila je mentorica u izradi deset završnih radova. Autorica je jednog znanstvenog rada A1 kategorije i četiri znanstvena rada A2 kategorije, te više znanstvenih radova prezentiranih na međunarodnim kongresima. Koautorica je jednog znanstvenog rada A1 kategorije, tri znanstvena rada A2 kategorije, jednog preglednog znanstvenog rada i jednog stručnog rada A2 kategorije, te više znanstvenih radova prezentiranih na međunarodnim kongresima.

Doktorski studij na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2009. godine. Aktivna je članica Hrvatskog agronomskog društva, a u periodu 2012. – 2016. godine bila je predsjednica Sekcije uposlenih u laboratorijima za kontrolu kvalitete poljoprivrednog sjemena.

Popis objavljenih radova:

Radovi A1 kategorije:

1. Vinković - Vrčec I., Samobor V., Bojić M., Medić - Šarić M., Vukobratović M., Erhatic R. **Horvat D.**, Matotan, Z. (2011). The effect of grafting on the antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Spanish journal of agricultural research 9.3: 844-851.
2. **Horvat D.**, Vukobratović M., Karalić K., Židovec V. (2017). Influence of sowing and fertilization on yield and quality of seeds of *Nigella damascena* L. and *Nigella sativa* L. Acta Scientiarum Polonorum Agricultura 16(1):35 -43.

Radovi A2 kategorije:

1. Samobor V., **Horvat D.**, Kesteli B., Jošt M. (2008). Efekat kamenog brašna u kontroli bolesti pšenice. Agronomski glasnik 70 (6): 563-572.

2. Samobor V., **Horvat D.**, Jošt, M. (2010). Efikasnost predstjetvenog tretiranja sjemena pšenice u ekološkoj poljoprivredi. *Sjemenarstvo* 27 (3-4): 113-123.
3. **Horvat D.**, Jerčinović S., Židovec V. (2011). Cvjetne vrste za izradu suhih aranžmana – potrebe i dostupnost sjemena. *Sjemenarstvo* 28 (1 – 2) :53 – 66.
4. Haramija J., Parađiković, N., Guberac V., Vinković T., Matotan, Z., **Horvat D.** (2011). Udjel frakcija sjemena blitve u ovisnosti o sklopu i vegetacijskoj sezoni. *Sjemenarstvo* 28 (3-4) :125-131.
5. **Horvat D.** (2012). Klijavost sjemena cvjetnih vrsta na tržištu Hrvatske. *Glasnik zaštite bilja* Vol. 34 No.3: 10-17.
6. **Horvat D.**, Erhatic R., Husinec R, Židovec V.(2012). Seed quality evaluation of flower species used in dried floral arrangements. *Proceedings of the International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals QMSCO2012 / Kanlaynarat, Sirichai, Buanong, Mantana, Philosoph-Hadas, Sonia (ur.).Leuven Leuven Acta Horticulture (ISHS) 970 :347-353.*
7. Gajdić D., **Horvat D.**, Zrno M. (2012). Akreditacija kao mehanizam povećanja povjerenja korisnika usluga laboratorija za kontrolu kakvoće poljoprivrednog sjemena. *Sjemenarstvo* 29 (3-4):155 – 156.
8. Palfi M., Tomić-Obrdalj H., **Horvat D.** (2014). Zdravo povrće za zdravo srce : šparoge. *Cardiologia CROATICA*. 9 (3-4): 142-149.
9. **Horvat D.**, Đermić E., Topolovec – Pintarić S. (2015). Kvalitetno i zdravo sjeme siguran je put do visokog prinosa. *Glasnik zaštite bilja* Vol. 38, No.5: 58-68.

#### Radovi i sažeci u zbornicima skupova:

1. **Horvat D.**, Špindrić G., Samobor V. (2009). Utjecaj predtretmana na klijavost sjemena povrća. *Zbornik sažetaka Međunarodnog znanstveno stručnog skupa Hrvatsko oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo 30.09. – 02.10. 2009., Šibenik, Hrvatska str. 40-40 (predavanje, sažetak, znanstveni).*
2. **Horvat D.**, Bužić M., Samobor V. (2010). Utjecaj različitih metoda ispitivanja sjemena na konačne rezultate klijavosti sjemena. *Zbornik sažetaka trećeg međunarodnog znanstveno stručnog skupa, Hrvatsko oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo, 29.09. – 01.10. 2010., Šibenik, Hrvatska, str. 40-40 (predavanje, sažetak, znanstveni).*
3. Samobor V., **Horvat D.**, Jošt M. (2010). Efikasnost predstjetvenog tretiranja sjemena pšenice za ekološku poljoprivredu. *Zbornik sažetaka trećeg međunarodnog znanstveno stručnog skupa, Hrvatsko oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo, 29.09. – 01.10.2010., Šibenik, Hrvatska, str. 43-44 (predavanje, sažetak, znanstveni).*
4. **Horvat D.**, Jerčinović, S., Židovec, V. (2011). Potrebe i dostupnost sjemena cvjetnih vrsta za izradu suhih aranžmana. *Zbornik sažetaka četvrtog međunarodno znanstveno stručnog skupa, Hrvatsko oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo i Europsko udruženje sjemenara, 28.09. – 30.09.2011., Šibenik, Hrvatska, str. 64-65 (predavanje, sažetak, znanstveni).*
5. Samobor V., **Horvat D.**, Drmić D., Seiwert S., Sikirić P., Jošt M. (2011). Učinak tretiranja sjemena žitarica sa želučanim pentadeka peptidom BPC 157. *Zbornik sažetaka četvrtog međunarodno znanstveno stručnog skupa, Hrvatsko oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo i Europsko udruženje sjemenara, 28.09. – 30.09.2011., Šibenik, Hrvatska, str. 55-55 (predavanje, sažetak, znanstveni).*
6. **Horvat D.**, Židovec, V., Erhatic R., Husinec R. (2012). Seed quality evaluation of flower species used in dried floral arrangements. *Book of Abstracts International Conference on Quality management in Supply Chains of Ornamentals, King Mongkut's University of*

- Technology Thonburi, 21.– 24.02.2012.,Bankok, Thailand, str. 33-33 (poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).
7. Haramija J., Parađiković N., Matotan Z., Guberac V., Vinković T., **Horvat D.** (2012). Učinak sklopa. pinciranja i vegetacijske sezone na svojstva sjemenjače blitve. Zbornik radova 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 13. – 14.02.2012. Opatija, Hrvatska, str. 280 – 283 (predavanje, međunarodna recenzija, rad znanstveni).
  8. **Horvat D.**, Špoljarić Marković S., Gajdić, D. (2012). Stanje u laboratorijima za kontrolu kvalitete poljoprivrednog reprodukcijskog materijala u Republici Hrvatskoj. Zbornik sažetaka petog međunarodno znanstveno stručnog skupa, Hrvatsko oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo i Europsko udruženje sjemenara, 26. – 28.09. 2012.,Šibenik, Hrvatska, str. 25 – 26 (predavanje,sažetak, znanstveni).
  9. **Horvat D.**, Židovec V., Marcijuš S. (2012). Kvaliteta sjemena tradicijskih cvjetnih vrsta za amaterski uzgoj. Zbornik sažetaka petog međunarodno znanstveno stručnog skupa, Hrvatsko oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo i Europsko udruženje sjemenara, 26. – 28.09. 2012.,Šibenik, Hrvatska, str. 44 (predavanje, sažetak, znanstveni).
  10. Gajdić, D., **Horvat, D.**, Papić, V. (2012). Kompetentnost i spremnost hrvatskih laboratorija za ispitivanje kvalitete poljoprivrednog sjemena za ulazak na tržište EU. Zbornik radova 12. Hrvatske konferencije o kvaliteti i 3. Znanstvenog skupa Hrvatskog društva za kvalitetu, Hrvatsko društvo za kvalitetu, 10 – 20.05.2012. Brijuni, Hrvatska, str. 126 -134 (predavanje, rad stručni).
  11. **Horvat D.**, Špoljarić – Marković S., Palfi M. (2013). Uloga i značaj laboratorija za kontrolu kvalitete sjemena u kvaliteti sjemena na tržištu Republike. Zbornik sažetaka 6. međunarodnog kongresa, Oplemenjivanje bilja sjemenarstvo i rasadničarstvo i europske integracije, Hrvatsko agronomsko društvo i Europsko udruženje sjemenara, 06. – 08.11.2013., Martin na Muri, Hrvatska, str.45-46 (predavanje,sažetak, stručni).
  12. Haramija J., Parađiković N., Matotan Z., Guberac V., Vinković T., **Horvat D.** (2013). Kvaliteta sjemena blitve u ovisnosti o sklopu, pinciranju i vegetacijskoj sezoni. Zbornik sažetaka 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, Poljoprivredni fakultet Osijek, 17. – 22.02. 2013., Dubrovnik, Hrvatska, str. 152 – 153 (predavanje, sažetak znanstveni).
  13. Gajdić, D. **Horvat D.**, Špoljarić – Marković S. (2014). Situation in Laboratories for seed Quality Control in the Republic of Croatia – Starting Point for Accreditation Book of abstracts, 25<sup>th</sup>International Scientific Expert Congress on Agriculture and Food Industry, Faculty of agriculture and food sciences University of Sarajevo, Faculty of agriculture Ege University Turkey, Faculty of agriculture Uludag University Turkey, 25. – 27. 09.2014. Izmir, Turska, str. 220. (poster, međunarodna recenzija, sažetak).
  14. **Horvat D.**, Židovec V., Vukobratović M. (2014). Utjecaj rokova sjetve na kvalitetu sjemena crnog kima (*Nigella sativa* L.). Zbornika sažetaka 7. međunarodnog kongresa Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo i 2. regionalnog Dani sjemenara, Hrvatsko agronomsko društvo i Europsko udruženje sjemenara, 05. – 07. 11.2014., Martin na Muri, str. 122 -123 (predavanje,sažetak, znanstveni).
  15. Vrbanić M.,Bojkić V., **Horvat D.** (2016). Usporedba paulovnije s nekim kulturama u hranidbi domaćih životinja. Zbornik radova 51. hrvatskog i 11. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, 15- 18.02.2016., Opatija, Hrvatska, str. 376-380 (predavanje, međunarodna recenzija, stručni rad).
  16. Haramija J., Parađiković, N., Vinković T., **Horvat D.**, Haramija F. (2017). Proizvodnja sjemena blitve u Republici Hrvatskoj u zadnjih 15 godina. Zbornik sažetaka 52. hrvatskog i 12. međunarodnog simpozija agronoma, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 12 – 17. 02. 2017. Dubrovnik, Hrvatska, str. 120-121 (predavanje, međunarodna recenzija, sažetak).