

Uticaj malein hidrazida na proključavanje crnog luka tokom i nakon skladištenja

Jelena Gajić Umiljendić¹, Marija Sarić-Krsmanović¹,
Danijela Pavlović², Ljiljana Šantrić¹, Ljiljana Radivojević¹

¹Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Banatska 31b, Beograd Srbija

²Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Teodora Drazera 9, Beograd Srbija
email: pecikos@gmail.com

REZIME

Tokom 2018/19. i 2019/20. godine izvedena su ispitivanja uticaja malein hidrazida (MH) i uslova skladištenja na proključavanje lukovica crnog luka. Oglеди su postavljeni na lokalitetu u Gospođincima. Malein hidrazid je primenjen kao komercijalni preparat Royal MH 30 u količini 12,5 l/ha 21 dan pre vađenja lukovica. Tokom perioda skladištenja svakih mesec dana (I – VIII ocena) je merena masa lukovica i praćen broj isključalih lukovica, masa i dužina klica, a na kraju oglеda je izračunat gubitak mase lukovica u odnosu na masu u trenutku uskladištenja. Za utvrđivanje proključavanja lukovica nakon iznošenja iz skladišta 6 nedelja je na svakih 10 dana praćen broj lukovica sa vidljivim klicama. Kod proključalih lukovica je izmerena dužina klica, dok su lukovice bez vidljivih klica, na kraju oglеda, presečene po dužini na pola kako bi se utvrdio unutrašnji porast klice. Pod uticajem MH, u zavisnosti od godine ispitivanja, masa tretiranih lukovica je bila manja za 9,5-10,6% u odnosu na masu neposredno pre unošenja u skladište. Efikasnost MH u sprečavanju klijanja crnog luka potvrđena je i preko značajno manjeg broja isključalih lukovica, kao i parametara masa klice i dužina klice. Takođe, nakon iznošenja lukovica iz skladišta (temperatura 18-20°C) ukupan procenat isključalih lukovica u kontroli je bio 62-68%, a u tretmanu sa MH 10-16%. Unutrašnji porast klice nije uočen kod 53,3-54,8% tretiranih lukovica, dok je u kontroli odsustvo unutrašnjih klica zabeleženo kod 10,5-18,8% presečenih lukovica.

Ključne reči: crni luk, regulator rasta, malein hidrazid, klijanje, skladištenje.

UVOD

Crni luk (*Allium cepa* L.) je zeljasta, dvogodišnja, monokotiledona, stranooplodna biljna vrsta poreklom sa područja Srednje Azije. Danas je crni luk veoma rasprostranjena poljoprivredna kultura koja se gaji u čitavom svetu, a najviše na području Azije koja sa 27% učestvuje u ukupnoj svetskoj proizvodnji. Visok sadržaj proteina, ugljenih hidrata, etarskih ulja, C- i B- vitamina, mineralnih materija, prvenstveno kalcijuma, fosfora i gvožđa čini da crni luk ima visoku hranljivu vrednost i veoma raznovrsnu i učestalu upotrebu, kako u ljudskoj ishrani, tako i u narodnoj medicini, farmaceutskoj i industriji kozmetičkih proizvoda (Bošnjak i sar, 2007; Obradović i sar., 2012). Prema podacima statističkog godišnjaka u Republici Srbiji ova povrtarska kultura se gaji na oko 20.000 ha, sa prosečnim prinosima od 6-8 t ha⁻¹ (SGS, 2021).

Svrha skladištenja crnog luka je produženje perioda čuvanja i smanjenje gubitaka ostvarenih prinosa. Da bi crni luk mogao dobro da se uskladišti i čuva do plasmana na tržište, vađenje mora da se obavi kada lukovice dostignu punu zrelost, što se, u zavisnosti od sorte i načina proizvodnje, u našim agroekološkim uslovima, odvija od početka avgusta do sredine septembra. Nakon vađenja lukovice se suše, najčešće u polju ili međuskladištu, a ređe se zbog visoke cene primenjuje veštačko sušenje. Sušenje, kao jedna od preporučenih agrotehničkih mera, ima za cilj da omogući zatvaranje „vrata” lukovica i naknadno dozrevanje spoljašnjih ovojnih listova, što je veoma važno za proces skladištenja. Iskustvo je pokazalo da se bolje čuvaju sorte sa višim sadržajem suve materije, lukovice sa dobro zatvorenim „vratom” i potpuno suvim ovojnim listovima proizvedene u optimalnim agroekološkim uslovima, lukovice tretirane inhibitorima klijanja, kao i lukovice koje se čuvaju u skladištima sa optimalnim temperaturama, povoljnim režimom relativne vlažnosti vazduha i dobrim higijenskim uslovima (Benkeblia et al., 2002; Ilić i sar., 2009, 2011; Obradović i sar., 2012; Sharma and Lee, 2016).

Jedan od najvećih problema koji se javlja tokom skladištenja, a koji ograničava period čuvanja i smanjuje kvalitet je proklijanje, odnosno klijanje lukovica (Sharma et al. 2014, Sharma and Lee, 2016). Odmah nakon vađenja, lukovice se nalaze u fazi mirovanja u kojoj nema vidljivih metaboličkih aktivnosti, prvenstveno zbog niskog sadržaja endogenih hormona citokinina, giberelina i auksina (Tucker, 1989; Pak et al., 1995; Khokhar, 2020). Klijanje lukovica započinje posle faze mirovanja. Ovaj proces prate brojne fiziološke promene, koje uključuju smanjenje sadržaja šećera i gubitak vode u lukovicama, kao i promene u nivou endogenih hormona (Miedema, 1994; Benkeblia and Selselet-Attou, 1999). Smatra se da citokinini imaju primarni značaj u „buđenju” lukovica jer pod njihovim uticajem dolazi do stimulisanja ćelijske deobe i povećanja mitotičke aktivnost u meristemu (Matejko and Dablbelm, 1991; Miedema and Kamminga, 1994). Ponovni rast izdanaka može da se kontroliše i veštački odloži primenom raznih fizičkih faktora, kao što su: temperatura, γ -zračenje ili primenom regulatora rasta biljaka i dr. (Anbukkarasi et al., 2013; Khokhar, 2020).

Malein hidrazid (MH; 1,2-dihidro-3,6-piridazindion) pripada grupi piridazinona i od uvođenja u upotrebu 1949. godine intenzivno se koristi kao regulator rasta biljaka i kao herbicid. Nakon primene MH se dominantno usvaja listom, dok se samo jedan manji

deo apsorbuje korenom. U biljkama se kreće ksilemom i floemom do meristemskih tkiva (MacBean, 2012). Mehanizam delovanja još uvek nije potpuno jasan. Na osnovu istraživanja postavljeno je nekoliko hipoteza prema kojima MH može da deluje na različite procese, od inhibicije ćelijske deobe do mitotičkih poremećaja. Neki istraživači smatraju da MH može da deluje i kao inhibitor metabolizma auksina i drugih biljnih hormona rasta (Nawaz et al., 1988; Komossa and Sandermann, 1995; Venezian et al., 2017). U svetu se MH primenjuje za sprečavanje klijanja krompira i luka tokom skladištenja, porasta zaperaka duvana, zatim kao herbicid za suzbijanje korova u ukrasnom bilju, travnjacima, duž aerodromskih pista i autoputeva, u industrijskim zonama i na nepoljoprivrednim površinama (EPA 1994). U Republici Srbiji MH se koristi samo kao regulator rasta u crnom luku, krompiru i duvanu. Za sprečavanje klijanja crnog luka u skladištima MH se primenjuje folijarno pred žetvu, 10-14 dana pre vađenja lukovica, ili kada je 50% biljaka potpuno poleglo, a stablo još uvek zeleno (Tim priređivača, 2020).

Tokom perioda skladištenja neophodno je da se očuva kvalitet crnog luka redovnom kontrolom proklijavanja lukovica. Za praćenje klijanja crnog luka u skladištima nema zvanične metode, te su ogledi u ovom radu izvedeni prema metodi za sprečavanje klijanja krtola uskladištenog krompira (OEPP/EPPO 1/164(3)). Cilj rada je bio da se navedena metoda prilagodi ispitivanjima u crnom luku, kao i da se ispita efikasnost malein-hidrazida u sprečavanju klijanja crnog luka tokom perioda skladištenja.

MATERIJAL I METODE

Ispitivanja efikasnosti regulatora rasta malein hidrazida u sprečavanju klijanja crnog luka tokom perioda skladištenja obavljena su tokom 2018/19. i 2019/20. godine prema metodi OEPP/EPPO 1/164(3) koja je prilagođena za proklijavanje lukovica. Osnovni podaci o ogleđima prikazani su u tabeli 1. Malein hidrazid je primenjen kao komercijalni preparat Royal MH 30 (MH 250 g l⁻¹, Arysta LifeScience, Holandija) u količini 12,5 l ha⁻¹, folijarnom primenom, 21 dan pre vađenja lukovica. Za tretiranje je korišćena ledna prskalica Solo sa nastavkom za njivsko tretiranje sa četiri dizne tipa Tee Jet XR 110/03 uz utrošak vode od 500 l^{ha}. Nakon vađenja lukovice su sušene 7 dana u međuskladištu do zatvaranje „vrata” i dozrevanja spoljašnjih ovojnih listova, a zatim prenete u skladište firme Rit Agro d.o.o. u Kukujevcima. Tokom perioda skladištenja crni luk je čuvan na temperaturi 4-6°C i relativnoj vlažnosti vazduha 60-70%, u drvenim kontejnerima u rasutom stanju, po 150 lukovica iz tretmana i netretirane kontrole. Neposredno pre unošenja u skladište, izmerena je masa 100 lukovica iz obe varijante (0 ocena). Tokom perioda skladištenja svakih mesec dana (I-VIII ocena) je merena masa lukovica i praćen broj iskljalih lukovica, masa i dužina klica, a na kraju ogleđa je izračunat gubitak mase lukovica u odnosu na masu u trenutku uskladištenja. Kod proklijalih lukovica klice su uklonjene pre merenja mase.

Za utvrđivanje proklijavanja nakon iznošenja iz skladišta korišćeno je preostalih 50 lukovica iz svakog tretmana, koje su nakon tri meseca čuvanja iznete iz skladišta na temperaturu

18-20°C i relativnu vlažnost vazduha 55-65%. U ovim uslovima šest nedelja je na svakih 10 dana praćen broj lukovica sa vidljivim klicama. Kod proklijalih lukovica je izmerna dužina klica, dok su lukovice bez vidljivih klica, na kraju oglada, presečene po dužini na pola kako bi se utvrdio unutrašnji porast klice. Porast unutrašnjih klica ocenjen je prema skali:

klasa 0 – nema unutrašnjeg porasta

klasa 1 – unutrašnja klica doseže 25% dužine lukovice

klasa 2 – unutrašnja klica doseže 50% dužine lukovice

klasa 3 – unutrašnja klica doseže 75% dužine lukovice

klasa 4 – unutrašnja klica doseže 100% dužine lukovice.

Rezultati su prikazani kao srednje vrednosti \pm standarde devijacije. Dobijene vrednosti za masu lukovica su analizirane pomoću jednofaktorske analize varijanse (ANOVA) u STATISTICA 8.0. softverskom paketu, a kada su F vrednosti bile statistički značajne ($p < 0,05$) tretmani, odnosno ocene su poređeni pomoću Tukey HSD testa.

Tabela 1. Osnovni podaci o ogledima

Table 1. General data on the conducted trials

Godina ispitivanja/Year of study	2018/19.	2019/20.
Lokalitet/Locality	Gospodinci	Gospodinci
Hibrid crnog luka/Onion hybrid	Sedona	Sedona
Setva crnog luka/Sowing onion	18.04.2018.	23.04.2019.
Primena preparata Application of the preparation	29.07.2018.	09.08.2019.
Vađenje lukovica/Bulbs extraction	19.08.2018.	30.08.2019.
Skladištenje lukovica/Bulbs storage	26.08.2018.	06.09.2019.
Ocene	I: 03.10.2018.	I: 07.10.2019.
	II: 05.11.2018.	II: 07.11.2019.
	III: 03.12.2018.	III: 06.12.2019.
	IV: 03.01.2019.	IV: 09.01.2020.
	V: 04.02.2019.	V: 07.02.2020.
	VI: 04.03.2019.	VI: 06.03.2020.
	VII: 03.04.2019.	VII: 07.04.2020.
	VIII: 06.05.2019.	VIII: 07.05.2020.

REZULTATI I DISKUSIJA

U dvogodišnjim ogledima (2018/2019. i 2019/2020. godina) ispitivana je efikasnost malein hidrazida (preparat Royal MH 30) za sprečavanje klijanja lukovica crnog luka tokom perioda skladištenja. U prvoj godini ispitivanja, tokom 8 meseci skladištenja, u kontroli je utvrđeno smanjenje mase lukovica u proseku za 25,3%, dok su lukovice tretirane MH imale masu manju za 10,6% (Tabela 2). Ovaj trend je zabeležen i u drugoj godini ispitivanja, lukovice u kontroli su imale masu manju za 24,1%, a lukovice iz tretmana sa MH za 9,5% u poređenju sa nultom ocenom. Statistički značajne razlike u masi netretiranih lukovica, u prvoj godini ispitivanja, utvrđene su između gotovo svih ocena, sa tim što je najveće smanjenje zabeleženo u prvim

mесесима чуванја (5-6%), kao i između poslednje dve ocene, kada je utvrđeno smanjenje mase za 5,3% (Tabela 2). Sa druge strane, gubitak u masi lukovica iz tretmana sa MH, između poslednje dve ocene, je bio nešto manji (1,6%), a najveće smanjenje (4%) zabeleženo je između 0 i I ocene. U drugoj godini ispitivanja, u prvim mesecima skladištenja, netretirane lukovice su gubile na masi od 4,5-7%, dok je između poslednja dva merenja taj gubitak iznosio 4,3%. I u ovoj godini ispitivanja, kod lukovica tretiranih MH, zabeležen je manji gubitak u masi, u prvim mesecima 1,2-4%, a između poslednje dve ocene 1,1%.

Tabela 2. Prosečna masa lukovica neposredno pre unošenja u skladište (0 ocena) i tokom perioda skladištenja (I-VIII ocena)

Table 2. The average weight of bulbs before storage (0 assessment) and during the storage period (I-VIII assessment)

Ocena	Prosečna masa lukovica (g) ± SD Average mass of bulbs (g) ± SD			
	2018/19.		2019/20.	
	Kontrola	MH	Kontrola	MH
0	157,04 ± 18,46 a	157,74 ± 14,62 a	135,76 ± 23,24 a	134,49 ± 24,55 a
I	147,77 ± 20,71 b	151,54 ± 10,07 b	126,75 ± 21,22 b	129,29 ± 19,37 b
II	140,65 ± 14,09* c	150,07 ± 19,02* bc	121,04 ± 18,53 c	128,40 ± 15,63 b
III	135,37 ± 18,51* d	148,68 ± 21,07* c	118,98 ± 16,07* cd	127,23 ± 23,37* b
IV	131,71 ± 17,98* e	147,40 ± 15,51* c	116,43 ± 16,49* d	126,77 ± 18,69* bc
V	129,32 ± 15,69* ef	145,56 ± 17,06* cd	111,75 ± 15,86* e	125,09 ± 15,61* c
VI	125,72 ± 16,40* f	144,75 ± 14,07* cde	108,52 ± 13,02* f	123,96 ± 14,25* cd
VII	123,86 ± 15,99* f	143,28 ± 17,98* de	107,60 ± 16,52* f	123,04 ± 18,42* cd
VIII	117,32 ± 21,42* g	141,08 ± 18,02* e	103,03 ± 21,25* g	121,68 ± 14,96* d
gubitak mase (%)	25,3	10,6	24,1	9,5

MH – malein hidrazid; Podaci su prikazani kao srednja vrednost ± standardna devijacija (SD). Statistički značajne razlike između kontrole i tretmana su prikazane *, dok su statistički značajne razlike između ocena u kontroli i tretmanu prikazane različitim slovima (a-g) na osnovu Tukey-egov HSD testa ($\alpha = 0,05$).

U obe godine ispitivanja, u V oceni, vizuelnim pregledom je utvrđeno da je u kontroli 10-15% lukovica imalo omekšali „vrat“, a nakon sedam meseci чуванја (VII ocena) netretirane lukovice su bile dominantno trule. U V oceni, u kontroli je konstatovano i prokljavanje lukovica, dok je u varijanti sa MH prokljavanje lukovica utvrđeno tek u poslednjoj, VIII oceni. Ukupan broj iskljalih lukovica u kontroli je bio 29 u prvoj, odnosno 21 u drugoj godini ispitivanja, a u varijantama sa MH 2 (prva godina ispitivanja), odnosno 3 lukovice (druga godina ispitivanja). Efikasnost MH u sprečavanju klijanja crnog luka potvrđena je i preko parametara masa klice i dužina klice. U tretmanu sa MH, kod poslednje VIII ocene, masa klica je bila manja za 66,1-66,7%, a dužina klica za 51,1-74,3% u poređenju sa kontrolom (Tabela 3). Efikasnost MH potvrđena je i u istražvanjima Adamickog (1998), koji je utvrdio da je nakon 24 nedelje skladištenja na 20°C procenat prokljalih lukovica u tretmanu sa MH (12 l ha⁻¹) bio 33%, dok je u kontroli bio mnogi viši (75%), odnosno 17% i 50% kada je crni luk чуван na temperaturi od 10°C. Takođe, i istraživanja drugih autora (Gregoriou, 1998; Singh et al., 1998; El-Otmani et al., 2003) pokazala su da se nakon primene MH smanjuju gubici ostvarenih prinosa crnog luka tokom perioda skladištenja.

Tabela 3. Broj iskljalih lukovica, masa (g) i dužina (cm) klica tokom skladištenja 2019. i 2020. godine
Table 3. The number of sprouted bulbs, weight (g) and length (cm) of sprouts during storage in 2019 and 2020

Ocena	Broj iskljalih lukovica No of sprouted bulbs		Masa klice (g) ± SD Germ mass (g) ± SD		Dužina klica (cm) ± SD Germ length (cm) ± SD	
	Kontrola	MH	Kontrola	MH	Kontrola	MH
2019. godina						
V	3	-	0,8 ± 0,2	-	2,1 ± 1,5	-
VI	2	-	1,3 ± 0,5	-	3,3 ± 3,2	-
VII	7	-	1,5 ± 1,1	-	4,7 ± 2,5	-
VIII	17	2	6,2 ± 6,1	2,1 ± 0,3	9,2 ± 4,5	4,5 ± 1,3
	Σ 29	Σ 2				
2020. godina						
Ocena	Kontrola	MH	Kontrola	MH	Kontrola	MH
V	1	-	0,7 ± 0,0	-	2,1 ± 0,0	-
VI	1	-	7,4 ± 0,0	-	6,0 ± 0,0	-
VII	3	-	0,8 ± 0,1	-	2,3 ± 0,6	-
VIII	16	3	4,5 ± 2,7	1,5 ± 0,2	10,9 ± 4,1	2,8 ± 1,5
	Σ 21	Σ 3				

MH – malein hidrazid; SD – standardna devijacija

Plasiranje crnog luka na tržište podrazumeva premeštanje lukovica iz optimalnih uslova skladišnog prostora (temperatura 4-6°C), najčešće, u distributivne centre velikih trgovinskih lanaca u kojima su, prvenstveno, temperature dosta nepovoljnije, imajući u vidu da se kreću, najčešće, od 18-20°C. Ovakvi uslovi mogu da ubrzaju klijanje i tako utiču na drastično smanjenje kvaliteta lukovica. U cilju praćenja dinamike proklijavanja lukovica nakon iznošenja iz skladišta postavljeni su ogledi u kojima su lukovice šest nedelja izlagane temperaturi od 18-20°C. Rezultati ovih dvogodišnjih ispitivanja su pokazali da, i u ovim uslovima, netretirane lukovice brže proklijavaju (Tabela 4), tako da je u prvoj godini ispitivanja u kontroli konstatovano proklijavanje lukovica 30. dana nakon iznošenja iz skladišta, dok je u varijanti sa MH proklijavanje lukovica utvrđeno tek poslednjeg dana oglada (42. dana). U drugoj godini ispitivanja, pojava klica kod netretiranih lukovica uočena je 20. dana nakon iznošenja iz skladišta, dok su lukovice tretirane MH počele da kliju 31. dana. U kontroli ukupan procenat iskljalih lukovica je bio 62% (prva godina) i 68% (druga godina), a u tretmanu sa MH samo 10%, odnosno 16% (Tabela 4).

Potencijal pojave klica nakon 42 dana čuvanja lukovica van skladišta određen je tako što su lukovice bez vidljivih klica presečene po dužini na pola kako bi se utvrdio unutrašnji porast klice. Rezultati prikazani u Tabeli 5 su potvrdili efikasnost MH, tako što kod 53,3%, odnosno 54,8% tretiranih lukovica nije uočen unutrašnji porast klice, dok je u kontroli odsustvo unutrašnjih klica zabeleženo samo kod 10,5%, odnosno 18,8% presečenih lukovica.

Tabela 4. Broj iskljalih lukovica i dužina klica nakon iznošenja iz skladišta (temperatura 18-20°C)**Table 4.** The number of sprouted bulbs and the length of sprouts after removal from storage (temperature 18-20°C)

Dani nakon iznošenja iz skladišta	Broj iskljalih lukovica No of sprouted bulbs		Dužina klica (cm) ± SD Germ length (cm) ± SD	
	Kontrola	MH	Kontrola	MH
2018/19. godina				
0 (03.12.2018.)	-	-	-	-
10 (13.12.2018.)	-	-	-	-
21 (24.12.2018.)	-	-	-	-
30 (03.01.2019.)	4	-	2,55 ± 1,53	-
42 (15.01.2019.)	27	5	7,01 ± 4,25	3,92 ± 2,74
	Σ 31	Σ 5		
2019/20. godina				
Dani nakon iznošenja iz skladišta	Kontrola	MH	Kontrola	MH
0 (06.12.2019.)	-	-	-	-
10 (16.12.2019.)	-	-	-	-
20 (26.12.2019.)	2	-	1,15 ± 0,64	-
31 (06.01.2020.)	6	1	3,18 ± 1,70	1,82 ± 0,00
42 (17.01.2020.)	26	7	7,48 ± 4,83	5,17 ± 3,67
	Σ 34	Σ 8		

MH – malein hidrazid; SD – standardna devijacija

Tabela 5. Potencijal pojave klice nakon iznošenja lukovica iz skladišta**Table 5.** The potential for sprouting after the bulbs are removed from storage

	Pojava klice 42. dana nakon iznošenja iz skladišta Germ emergence on day 42 after removal from storage					
	2018/19. godina / 15.01.2019.					
	Broj lukovica	Klasa 0	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 3	Klasa 4
Kontrola	19	2	2	3	5	7
MH	45	24	7	4	7	3
2019/20. godina / 17.01.2020.						
	Broj lukovica	Klasa 0	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 3	Klasa 4
Kontrola	16	3	1	2	6	4
MH	42	23	6	3	8	2

MH – malein hidrazid; klasa 0 – bez klice; klasa 1 – klica 25% dužine lukovice; klasa 2 – klica 50% dužine lukovice; klasa 3 – klica 75% dužine lukovice; klasa 4 – klica 100% dužine lukovice.

Do sličnih rezultata u svojim istraživanjima došli su i Ilić i sar. (2009) koji su utvrdili da se tokom 4 nedelje nakon iznošenja crnog luka iz skladišta na temperaturi od 20°C procenat iskljalih lukovica povećava za 26-40% prvenstveno zbog promene temperature, ali i relativne vlažnosti vazduha. Smatra se da niske temperature (0-4°C) u skladišnom prostoru značajno smanjuju proklijavanje lukovica (Miedema, 1994; Adamicki, 1998, 2005).

ZAKLJUČAK

Klijanje crnog luka dovodi do značajnih gubitaka prinosa tokom višemesečnog perioda skladištenja. Rezultati dvogodišnjih oglada su pokazali da malein hidrazid, kao preparat Royal MH 30, u količini 12,5 l ha⁻¹ značajno smanjuje proklijavanje uskladištenih lukovica. Pod uticajem MH, u zavisnosti od godine ispitivanja, masa tretiranih lukovica je bila manja za 9,5-10,6% u odnosu na masu neposredno pre unošenja u skladište. Efikasnost MH u sprečavanju klijanja crnog luka potvrđena je i preko značajno manjeg broja iskljalih lukovica, kao i parametara masa klice i dužina klice. Takođe, nakon iznošenja lukovica iz skladišta (temperatura 18-20°C) ukupan procenat iskljalih lukovica u kontroli je bio 62-68%, a u tretmanu sa MH 10-16%. Unutrašnji porast klicenije uočen kod 53,3-54,8% tretiranih lukovica, dok je u kontroli odsustvo unutrašnjih klica zabeleženo kod 10,5-18,8% presečenih lukovica.

ZAHVALNICA

Istraživanja u ovom radu realizovana su na osnovu ugovora o realizaciji i finansiranju naučno-istraživačkog rada NIO, evidencioni broj: 451-03-9/2022-14/200214.

LITERATURA

- Adamicki, F.*: Effects of some growth regulators on yield, quality and sprouting of onions during storage and shelf-life. *Bulletin of Vegetable Crops Research Work*, XLVIII, 77-87, 1998.
- Adamicki, F.*: Effects of pre-harvest treatments and storage conditions on quality and shelf-life of onions. *Acta Horticulturae*, 688, 229-238, 2005.
- Anbukkarasi, V., Paramaguru, P., Pugalendhi, L., Ragupathi, N., Jeyakumar, P.*: Studies on pre and post-harvest treatments for extending shelf life in onion-a review. *Agricultural Reviews*, 34, 256-268, 2013.
- Benkeblia, N., Varoquaux, P., Shiomi, N., Sakai, H.*: Storage technology of onion bulbs c.v. Rouge Amposta: effects of irradiation, maleic hydrazide and carbamate isopropyl, N-phenyl (CIP) on respiration rate and carbohydrates. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 169-175, 2002.
- Benkeblia, N., Selselet-Attou, G.*: Role of ethylene on sprouting of onion bulbs (*Allium cepa* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*, 49, 122-124, 1999.
- Bošnjak, D., Gvozdanović-Varga, J., Vasić, M.*: Pedeset godina proizvodnje crnog luka u Vojvodini. *Letopis naučnih radova*, 1, 131-139, 2007.
- El-Otmani, M., Ndiaye, A., Ait-Oubahou, A., Kaanane, A.*: Effects of preharvest foliar application of maleic hydrazide and storage conditions on onion quality post harvest. *Acta Horticulturae*, 628, 615-622, 2003.
- EPA*: United States Environmental Protection Agency, Prevention, Pesticides and Toxic Substances, EPA-738-F-94-009, June 1994.
- Gregoriou, S.*: The effect of storage temperature and preharvest spray of maleic hydrazide on the storage behaviour of six onion varieties. *Cyprus Agricultural Research Institute* 184, pp 8, 1998.
- Ilić, Z., Milenković, L., Đurovka, M., Trajković, R.*: The effect of long-term storage on quality attributes and storage potential of different onion cultivars. *Acta Horticulturae*, 830, 635-642, 2009.

- Ilić, Z., Filipović-Trajković, R., Lazić, S., Bursić, V., Šunjka, D.: Maleic hydrazide residues in the onion bulbs induce dormancy and hamper sprouting for long periods. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9, 113-118, 2011.
- Khokhar, K. M.: A short review on onion bulb dormancy metabolism. *Advances in Biotechnology and Microbiology*, 15, 67-70, 2020.
- Komossa, D., Sandermann, H.: Plant metabolic studies of the growth regulator maleic hydrazide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 2713- 2715, 1995.
- MacBean, C. (Ed.): *The Pesticide Manual*; Sixteenth Ed., British Crop Protection Council, Alton, Hampshire, UK, 2012.
- Matejko, C., Dablbem, H.: Polyamine synthesis and its relation to dormancy in *Allium cepa* L. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* 187, 217-226, 1991.
- Miedema, P.: Bulb dormancy in onion. The effects of temperature and cultivar on different onion cultivars. *Journal of Horticultural Science* 69, 29-39, 1994.
- Miedema, P., Kamminga, G. C.: Bulb dormancy in onion. II. The role of cytokinins in high-temperature imposed sprout inhibition. *Journal of Horticultural Science* 69, 41-45, 1994.
- Nawaz, A., Wahid, M., Inayatullah, H.: Effect of maleic hydrazide spray and irradiation on the storage of onions. *The Nucleus*, 25, 39-42, 1988.
- Obrovčan, A., Moravčević, Đ., Sivčev, I., Vajgand, D., Rekanović, E.: Priručnik za integralnu proizvodnju crnog luka. Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, 1-102, 2012.
- OEPP/EPPO: Efficacy evaluation of plant growth regulators, PP 1/164(3). Sprout suppressants in potato: at storage or in store application, 40, 307-309, 2010.
- Pak, C., van der Plas, L. H. W., de Boer, A. D.: Importance of dormancy and sink strength in sprouting of onions (*Allium cepa*) during storage. *Physiologia Plantarum* 94, 277-283, 1995.
- SGS - Statistički godišnjak Srbije: <http://pod2.stat.gov.rs/ObjavljenePublikacije/G2021/pdf/G20172022.pdf>, 2021.
- Sharma, K., Assefa, A. D., Kima, S., Koa, E., Parka, S. W.: Change in chemical composition of onion (*Allium cepa* L. cv. Sunpower) during post-storage under ambiente conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 42, 87-98, 2014.
- Sharma, K., Lee, Y. R.: Effect of different storage temperature on chemical composition of onion (*Allium cepa* L.) and its enzymes. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 1620-1632, 2016.
- Singh, J., Chetan, S., Singh, C.: Studies on the storage of onion (*Allium cepa* L.) as affected by different concentrations of maleic hydrazide. *Indian Journal of Agricultural Research*, 32, 81-87, 1998.
- Tim priredivača: Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji. Dvanaesto izmenjeno i dopunjeno izdanje. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd, 2020.
- Tucker, W. G.: The sprouting of bulb onions in store. *Acta Horticulturae*, 258, 485-492, 1989.
- Venezian, A., Dor, E., Achdari, G., Plakhine, D., Smirnov, E., Hershenhorn, J.: The influence of the plant growth regulator maleic hydrazide on egyptian broomrape early developmental stages and its control efficacy in tomato under greenhouse and field conditions. *Frontiers in Plant Science*, 8, 691, 2017.
- https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-051501_1-Jun-94.pdf

The effect of maleic hydrazide on onion sprouting during and after the storage period

SUMMARY

Testing of the effects of maleic hydrazide (MH) and storage conditions on onion sprouting was conducted during the seasons of 2018-2019 and 2019-2020. The trials were set up in the locality of Gospođinci. Maleic hydrazide was applied 21 days before the harvest using the commercial

plant protection product Royal MH 30, in the quantity of 12.5 l^{ha}. During the storage period onion bulbs weight and number of sprouted bulbs, as well as the weight and length of sprouts per bulb were recorded each month (assessments I-VIII). Also, the loss of onion bulb weight compared to the beginning of the storage period was assessed at the end of the trial period. In order to determine sprouting level of onion bulbs after leaving the storage facility, the number of visibly sprouted onion bulbs was recorded every 10 days for a period of six weeks. Length of the sprout was measured on sprouted onion bulbs, while onion bulbs with no visible sprouts were cut in half at the end of the experiment, in order to determine the sprout growth inside the bulb. Under the MH treatment, depending on the trial year, weight of the treated onion bulbs was lower by 9.5-10.6%, compared to their pre-storage weight. Efficacy of MH in preventing onion sprouting was also confirmed with a significantly lower number of sprouted bulbs, as well the sprout length and weight parameters. Furthermore, after leaving the storage facilities (constant temperature 18-20°C) the total percentage of sprouted bulbs in the control was 62-68%, while in the MH treatment it was 10-16%. No internal sprouts were recorded in 53.3-54.8% of the treated onion bulbs, while in the control group only 10.5-18.8% of cut bulbs did not have internal sprouts.

Keywords: onion, plant growth regulators, maleic hydrazide, sprouting, storage.