

UTJECAJ KVALITETE SJEMENA GRAHA MAHUNARA NA KLIJAVOST TE RAST I RAZVOJ KLICE

J. Haramija

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva
Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management

SAŽETAK

Kvalitetno i ujednačeno sjeme graha mahunara osnovni je preduvjet uspješnosti proizvodnje. Osnovni cilj ovog istraživanja je da se utvrdi utjecaj krupnoće i ujednačenosti sjemena graha mahunara na klijanje i energiju klijanja, na dužinu i težinu klice, te na dužinu korijena. Od praktičnog je značaja spoznaja koja frakcija sjemena unutar partije graha mahunara ima bolju, a koja lošiju klijavost. Istraživanjima su obuhvaćene tri frakcije sjemena podijeljene prema promjeru sjemena (<6,00mm, 6,00-6,50mm i >6,50mm) i nekalibrirano sjeme. Nakon 4 dana ispitivanja krupna frakcija sjemena je imala značajno najmanju dužinu hipokotila, dok je nakon 7 dana ispitivanja krupna frakcija sjemena imala značajno najduži hipokotil. Sitna frakcija sjemena nakon 4 dana klijanja daje hipokotil značajno najmanje težine, dok nakon 7 dana ispitivanja značajno najtežu klicu daje krupna frakcija sjemena. Razlike u dužini korjenčića graha mahunara nakon 4, kao i nakon 7 dana ispitivanja nisu bile statistički opravdane. Srednja frakcija sjemena imala je značajno najveću energiju klijavosti i klijavost, a krupna frakcija sjemena imala je značajno najmanju energiju klijavosti i klijavost.

Ključne riječi: grah mahunar, sjeme, frakcije sjemena, klijavost, klica

UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA

Grah potječe iz centralne i južne Amerike. Prenijet je u Španjolsku u 16. stoljeću, a u naše krajeve se proširio u 17. stoljeću.

Klijanje sjemena počinje na 8-10 °C, a optimalna temperatura klijanja je 18-22 °C. Iznikle biljčice stradaju već kod 0,5 °C.

Postoje dvije forme graha (*Phaseolus vulgaris*): grah mahunar i grah zrnaš, koji se razlikuju u sadržaju celuloze u mahuni. Kod mahunara je razvoj celuloze usporen i minimaliziran. Grah dijelimo prema građi stabljike na: visoki (*Phaseolus vulgaris* ssp. *volubilis*) i niski (*Phaseolus vulgaris* ssp. *nanus*).

Sjemenska proizvodnja graha se u Hrvatskoj odvija na oko 30-40 ha, s trendom opadanja. U Hrvatskoj se iz domaće proizvodnje godišnje deklarira od 2,5 -10 tona

sjemena graha, a iz uvoza se deklarira od 90 - 140 tona sjemena graha, s trendom rasta uvoza sjemena. Na tržištu sjemena ima samo od 5-10% sjemena graha iz domaće proizvodnje, a 90-95% je iz uvoza i to najviše kategorije standardno sjeme. Za stabilnu i visoku proizvodnju graha mahunara neophodno je kvalitetno sjeme.

Sjeme graha se nalazi u mahuni i pričvršćeno je za mahunu šavom. U mahuni se nalazi 2-9 sjemenki. Sjeme se sastoji od dva kotiledona (klicina listića), u kojima se nalaze rezervna hraniva i klica, smještena između ta dva kotiledona.

Često se u mahuni nađu zakržljala zrna zbog nepovoljnih uvjeta uzgoja. Specifična građa sjemena uvjetuje i osjetljivost na mehanička oštećenja. Samo kvalitetno sjeme je sposobno razviti u polju snažne biljke i dati usjev pune sorte rodosti. Oštećeno sjeme ima smanjeno nicanje u polju što naročito dolazi do izražaja u nepovoljnim uvjetima za nicanje. Oštećeno sjeme mnogo lakše napadaju i patogeni mikroorganizmi *Phytium*, *Aspergillus*, *Penicillium* i drugi, uzrokujući propadanje sjemena i klijanaca, čime reduciraju sklop, a iznikle biljčice slabijeg su vigora, daju neujednačeni usjev, nisko produktivne biljke, a često puta i propadaju.

Kvalitetno i ujednačeno sjeme graha mahunara osnovni je preduvjet uspješnosti ove proizvodnje. Po mišljenju većine autora krupnoća sjemena s jedne strane, te klijavost i energija klijanja s druge strane, u pozitivnoj su korelaciji (s porastom krupnoće sjemena povećava se njegova klijavost i energija klijanja), ali postoje i oprečna mišljenja koja kažu da ta ovisnost ne postoji.

Istraživanjima smo željeli ustanoviti i suodnos krupnoće sjemena s dužinom klice i primarnih klicinih korjenčića. Vrlo mali broj istraživanja sprovedenih na ovoj problematici pokazuje da krupnoća sjemena ima pozitivni utjecaj na dužinu klice i primarnih klicinih korjenčića, ali i na klijavost sjemena u nepovoljnim uvjetima vanjske sredine. U ovakovim nepovoljnim uvjetima klijanja i nicanja od presudnog je značenja vitalnost i snaga mlade klice i klicinih korjenčića, a to je pak u znatnoj mjeri uvjetovano krupnoćom sjemena tj. razvijenošću njegovog endosperma ili kotiledona.

Osnovni cilj ovog istraživanja je da se utvrdi utjecaj krupnoće i ujednačenosti sjemena niskog graha mahunara u laboratorijskim uvjetima na klijanje, na dužinu i težinu klice te na dužinu korijena. Od praktičnog bi značenja bila spoznaja koja frakcija sjemena unutar partije graha mahunara ima bolju, a koja lošiju klijavost, te da se doradom sjemena može poboljšati i energija klijavosti i klijavost.

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanja su obavljena na grahu mahunaru sorte Groffy selekcijske kuće Nunhems Zaden iz Nizozemske, koju je predstavljala "Podravka". To je rana sorta, srednje zelenih okruglih mahuna, namijenjenih za konzerviranje u rezanom obliku. Mahune su dužine 12-13 cm, oblikuju se na višim koljencima biljke, što omogućava mehaniziranu berbu.

Radi istraživanja utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara na rast i razvoj, sjeme graha mahunara je ravnomjerno podijeljeno po frakcijama, a istraživanjima su

obuhvaćene tri frakcije sjemena podijeljene prema promjeru sjemena: sitna frakcija ispod 6 mm, srednja frakcija 6-6,5 mm, krupna frakcija iznad 6,5 mm, te standard (nekalibrirano sjeme).

Laboratorijska istraživanja

Za određivanje kvalitete sjemena graha mahunara, istraživanja su provedena u kontroliranim laboratorijskim uvjetima. Detaljno je ispitana svaka frakcija sjemena zasebno, te su utvrđeni različiti parametri kvalitete: masa 1000 zrna, varijabilnost mase sjemena po frakcijama, energija klijavosti i klijavost, dužina i težina klice, te dužina korijena.

Istraživanja su obavljena u laboratoriju “Podravke” Istraživanja i razvoj Koprivnica.

Masa 1000 zrna mjerena je po frakcijama u 4 ponavljanja po 500 zrna, a rezultat je izražen u gramima, kao prosječna vrijednost 4 pojedinačna mjerenja.

Mjerenje mase sjemena po frakcijama je obavljeno pojedinačnim mjerenjem mase 200 sjemenki graha unutar pojedinih frakcija, a rezultat je izražen u gramima.

Analize energije klijavosti i klijavosti rađene su po standardnoj metodi za laboratorijsko ispitivanje klijavosti sjemena graha, a to je u kvarcnom pijesku, koji se prije upotrebe ispire i dezinficira. Pijesak se vlaži do 80 % od PKV za krupnozrne leguminoze i raspoređuje u kljalishnu posudu ispunjavajući 2/3 njezine visine. Sjeme se stavlja u posudice pravilno raspoređeno na istu dubinu. Posudice se stavljaju u termostat na temperaturu od 20 °C, a vlaga zraka je 90%. Sjeme je bilo tretirano Thiramom. Za ispitivanje energije klijavosti i klijavosti koristi se 100 sjemenki u 4 ponavljanja od pojedine frakcije sjemena. Klijavost i energija klijavosti izražene su u postocima. Za određivanje energije klijavosti potrebno je 4 dana, a za određivanje klijavosti 7 dana. Kod izračunavanja energije klijavosti i klijavosti po svakom ponavljanju posebno, broje se normalno razvijene klice.

Istraživanje utjecaja krupnoće sjemena na dužinu i masu klice, te dužinu korijena, također je rađeno po standardnoj metodi za laboratorijsko ispitivanje graha u dezinficiranom kvarcnom pijesku, na 20 °C. Postavljeno je po pojedinoj frakciji 100 sjemenki u 4 ponavljanja. Mjerilo se 4. i 7. dana nakon stavljanja u termostat. Iz pijeska je izdvojena svaka biljčica zasebno, te mjerena dužina klice, masa klice i dužina najdužeg primarnog klicinog korjenčića. Dužina hipokotila je mjerena od mjesta prelaska korjenčića u hipokotil (posljednje korjenove dlačice), pa do vrha hipokotila (bazalni dio kotiledona). Dužina klice i korjenčića izražena je u centimetrima (cm), a težina klice u gramima (g). Dužina korijena je mjerena od prelaska korjenčića u hipokotil, pa do najdužeg dijela korijena.

Svi podaci iz laboratorijskih istraživanja su statistički obrađeni analizom varijance (uključujući F-test i LSD prema potrebi). Obrađena su svojstva u laboratorijskim istraživanjima: energija klijavosti i klijavost, dužina i masa klice, te dužina korijena

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Masa 1000 zrna

Masa 1000 zrna graha mahunara mjerena je po frakcijama, a rezultati su prikazani na tablici 1.

Iz navedenih podataka je vidljivo da je masa 1000 zrna manja kod manje frakcije sjemena, a veća kod veće frakcije sjemena.

Najveću masu 1000 zrna ima sjeme krupne frakcije, čiji je promjer sjemena preko 6,5 mm (274 g), a najmanju sjeme sitne frakcije, čiji je promjer sjemena ispod 6 mm (200,76 g).

Srednja frakcija sjemena (čija je veličina sjemena od 6 do 6,5 mm) ima približno istu masu 1000 zrna (252,00g) kao i nakalibrirano sjeme (to je sjeme graha mahunara nerazdvojeno po frakcijama) čija je masa 1000 zrna 243,00 grama.

Krupna frakcija sjemena ima 12,7 % veću masu 1000 zrna, a sitna frakcija sjemena ima 17,4 % manju masu 1000 zrna od nekalibriranog sjemena.

Tablica 1. Masa 1000 zrna pojedinih frakcija sjemena graha mahunara

Table 1. 1000 grain mass of bush bean seed fractions

Promjer sjemena <i>Seed diameter</i> (mm)	Masa 1000 zrna <i>1000 seeds mas</i> (g)
<6,0	200,76
6,0-6,5	252,00
>6,5	274,00
Nekalibrirano - <i>Noncalibrated</i>	243,00

Energija klijavosti i klijavost

Utjecaj krupnoće sjemena graha mahunara na energiju klijavosti i klijavost sjemena u laboratorijskim uvjetima prikazan je na tablici 2.

Na osnovi laboratorijskih istraživanja energije klijavosti pojedinih frakcija sjemena graha mahunara pokazalo se da u prosjeku srednja frakcija sjemena graha mahunara ima značajno veću energiju klijanja (87,50%) od sitne frakcije sjemena (84,75%), krupne frakcije sjemena (75,50%) i nekalibriranog sjemena (82,50%), dok krupna frakcija sjemena graha mahunara ima značajno manju energiju klijanja (75,50%) od ostalih frakcija sjemena graha mahunara.

Krupna frakcija sjemena ima 7% manju energiju klijavosti od nekalibriranog sjemena. Srednja frakcija sjemena ima 2,75% veću energiju klijavosti od sitne frakcije

J. Haramija: Utjecaj kvalitete sjemena graha mahunara na klijavost te rast i razvoj klice

Tablica 2. Energija klijavosti i klijavost različitih frakcija sjemena graha mahunara
Table 2. Energy of germination and germination of different fraction of bush bean

Promjer sjemena <i>Seed diameter</i> (mm)	Energija klijavosti <i>Germination energy</i> (%)	Klijavost <i>Germination</i> (%)
< 6,00	84,75	85,50
6,00-6,50	87,50	88,25
>6,50	75,50	78,75
Nekalibrirano <i>Noncalibrated</i>	82,50	85,50
LSD p=5%	2,38	1,59

sjemena, 5% veću od nekalkibriranog sjemena, a 12% veću klijavost od krupne frakcije sjemena.

Klijavost srednje frakcije sjemena graha mahunara je značajno veća (88,25%) od sitne frakcije sjemena (85,50%), krupne frakcije sjemena (78,75%) i nekalkibriranog sjemena (85,50%), dok krupna frakcija sjemena ima značajno manju klijavost (78,85%) od ostalih frakcija sjemena graha mahunara.

Srednja frakcija sjemena ima 2,75% veću klijavost od sitne frakcije sjemena i nekalkibriranog sjemena, a 9,5% veću klijavost od krupne frakcije sjemena. Krupna frakcija sjemena ima 6,75% manju klijavost od nekalkibriranog sjemena.

Tablica 3. Dužina klice (hipokotila) različitih frakcija sjemena graha mahunara u laboratorijskim uvjetima

Table 3. Germ (hypocotyl) length of different bush bean seed fractions in laboratory conditions

Promjer sjemena <i>Seed diameter</i> (mm)	Dužina / <i>Length</i> (cm)	
	Nakon 4 dana <i>After 4 days</i>	Nakon 7 dana <i>After 7 days</i>
< 6,00	14,64	27,87
6,00-6,50	14,56	27,99
>6,50	13,30	29,19
Nekalibrirano <i>Noncalibrated</i>	14,63	27,87
LSD p=5%	0,31	0,33

Dužina klice

Utjecaj krupnoće sjemena graha mahunara na dužinu klice (hipokotila) u laboratorijskim uvjetima nakon 4 dana klijanja, te nakon 7 dana prikazan je na tablici 3.

Nakon 4 dana istraživanja u laboratoriju krupna frakcija sjemena ima značajno manju dužinu hipokotila (13,30 cm) od srednje frakcije sjemena (14,56 cm), nekalibriranog sjemena (14,63 cm) i sitne frakcije sjemena (14,64 cm).

Krupna frakcija sjemena ima 9,5% manju dužinu hipokotila od srednje frakcije sjemena, a 10% manju od nekalibriranog sjemena nakon 4 dana ispitivanja.

Nakon 7 dana istraživanja sjemena graha mahunara u laboratorijskim uvjetima značajno duži hipokotil ima sjeme krupne frakcije (29,19 cm) za razliku od hipokotila sitne frakcije sjemena (27,87 cm), srednje frakcije sjemena (27,99 cm) i nekalibriranog sjemena (27,87 cm).

Dužina klice krupne frakcije sjemena nakon 7 dana istraživanja je za 4,3% veća od srednje frakcije sjemena, a za 4,7% veća od sitne frakcije i nekalibriranog sjemena.

U početku klijanja sjemena graha mahunara u laboratoriju, nakon 4 dana, jači početni rast i razvoj te klijanje i nicanje ima sjeme sitnije frakcije, srednje frakcije sjemena, te nekalibriranog sjemena, da bi nakon 7 dana ispitivanja najveću dužinu klice imalo sjeme graha mahunara krupnije frakcije.

Masa klice

Utjecaj krupnoće sjemena graha mahunara na masu klice u laboratorijskim uvjetima nakon 4 i nakon 7 dana ispitivanja prikazan je na tablici 4.

Tablica 4. Masa klice (hipokotila) različitih frakcija sjemena graha mahunara u laboratorijskim uvjetima

Table 4. Germ (hypocotyl) mass of different bush bean seed fractions in laboratory conditions

Promjer sjemena <i>Seed diameter</i> (mm)	Masa klice / <i>Mass</i> (g)	
	Nakon 4 dana <i>After 4 days</i>	Nakon 7 dana <i>After 7 days</i>
< 6,00	1,46	1,89
6,00-6,50	1,63	1,93
>6,50	1,65	2,09
Nekalibrirano <i>Noncalibrated</i>	1,65	2,01
LSD p=5%	0,05	0,06

Iako su rezultati istraživanja utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara na dužinu klice pokazali nakon 4 dana da je dužina klice (hipokotila) signifikantno manja kod krupne frakcije, u odnosu na ostale frakcije sjemena, značajno najmanju masu klice (hipokotila) nakon 4 dana ispitivanja ima sitna frakcija sjemena (1,46 g), za razliku od

J. Haramija: Utjecaj kvalitete sjemena graha mahunara na klijavost te rast i razvoj klice

srednje frakcije sjemena (1,63 g), krupne frakcije (1,65 g) i nekalibriranog sjemena (1,65 g).

Sitna frakcija sjemena nakon 4 dana ispitivanja ima 11,6% manju masu hipokotila od srednje frakcije sjemena, a 13,0% manju masu od krupne frakcije i nekalibriranog sjemena.

Nakon 7 dana ispitivanja u laboratorijskim uvjetima signifikantno najteži hipokotil je dalo sjeme krupne frakcije (2,31 g), slijedilo je nekalibrirano sjeme (2,21 g), te srednja frakcija (2,13 g) i sitna frakcija (1,97 g).

Krupna frakcija sjemena graha mahunara nakon 7 dana ispitivanja ima za 4,0% veću masu hipokotila od nekalibriranog sjemena, za 8,3% veću masu od srednje frakcije, a za 10,6% veću masu od sitne frakcije sjemena.

Tablica 5. Dužina korjenčića različitih frakcija sjemena graha mahunara u laboratorijskim uvjetima
Table 5. Radicle length of different bush bean seed fractions in laboratory conditions

Promjer sjemena <i>Seed diameter</i> (mm)	Dužina korijena <i>Root lenght</i> (cm)	
	Nakon 4 dana <i>After 4 days</i>	Nakon 7 dana <i>After 7 days</i>
< 6,00	9,46	10,37
6,00-6,50	9,99	10,39
>6,50	10,03	11,38
Nekalibrirano <i>Noncalibrated</i>	9,98	10,47
LSD p=5%	n.s.	n.s.

Dužina korijena

Utjecaj različitih frakcija sjemena graha mahunara na dužinu korjenčića u laboratorijskim uvjetima prikazan je na tablici 5.

Analizirajući dužinu korjenčića graha mahunara u laboratorijskim uvjetima moglo bi se doći do zaključka da razlike u dužini korjenčića nakon 4, kao i nakon 7 dana ispitivanja nisu bile statistički opravdane, iako sjeme krupnije frakcije graha mahunara daje najrazvijeniji korjenčić i nakon 4 dana (10,03 cm), kao i nakon 7 dana (11,38 cm). Slijedi nekalibrirano sjeme dužine korjenčića 9,98 cm nakon 4 dana, te 10,47 cm nakon 7 dana ispitivanja, zatim srednja frakcija sjemena dužine korjenčića 9,99 cm nakon 4 dana, te 10,39 cm nakon 7 dana ispitivanja. Najkraći korjenčić je dalo sjeme sitne frakcije graha mahunara. Nakon 4 dana ispitivanja korjenčić je imao dužinu 9,46 cm, a nakon 7 dana ispitivanja 10,37 cm.

Nakon 4 dana ispitivanja razlike u dužini korjenčića nisu bile tako značajne kao nakon 7 dana ispitivanja.

RASPRAVA

Rezultati istraživanja utjecaja kvalitete sjemena graha mahunara na rast i razvoj te prinosa mahuna i sjemena i njihove analize pokazali su da postoje razlike i u laboratorijskim i u poljskim uvjetima.

Prema podacima o masi 1000 zrna graha mahunara je vidljivo da se masa 1000 zrna smanjuje kako se smanjuje promjer sjemena, tj. njegova krupnoća. Takve rezultate je dobili su i Martinčić i Guberac (1991) istraživanjima na jarom ječmu, Singletary et al. (1994) na kukuruзу, te Guberac (1996) u istraživanjima na sjemenu pšenice, ječma, raži, zobi, kukuruza, soje i suncokreta. Jeftić (1977) je pak zaključio da je obično krupnije sjeme teže (sjeme veće mase), ali ponekad nije tako. Masa 1000 zrna je pokazatelj ispunjenosti zrna i njegova endosperma. Matotan (1992) zaključuje da krivulja mase 1000 zrna kod ozime pšenice ne prati u potpunosti krivulju krupnoće sjemena tj. sitnije sjeme ima nešto veću masu no što bi se očekivalo srazmjerno njegovoj krupnoći.

Za određivanje krivulje utjecaja krupnoće sjemena na masu 1000 zrna graha mahunara potrebne bi bile detaljnije gradacije i analize. Uglavnom, većina autora se slaže da sa smanjenjem krupnoće sjemena dolazi do smanjenja mase 1000 zrna, što pokazuje i ovo istraživanje.

U ovim istraživanjima utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara na *energiju klijavosti i klijavost* u laboratorijskim uvjetima, srednja frakcija sjemena imala je značajno veću energiju klijavosti i klijavost od sitne frakcije sjemena, nekalibriranog sjemena, kao i krupne frakcije sjemena, a krupna frakcija sjemena imala je značajno manju energiju klijavosti i klijavost od ostalih frakcija sjemena i nekalibriranog sjemena.

Postoje mnoga istraživanja utjecaja krupnoće sjemena na energiju klijavosti i klijavost žitarica i uljarica. Nema dostupnih istraživanja na grahu mahunaru, već na ostalim dikotiledonskim biljkama, a posebno na soji. Na soji je Matotan (1988) utvrdio vezu između krupnoće sjemena, mase sjemena i klijavosti sjemena i da su kod žetve i dorade soje najviše oštećena najkrupnija zrna koja imaju najmanju klijavost. Do sličnih rezultata je došao i Horlings (1994) koji je konstatirao da je klijavost sjemena većine genotipova soje u negativnoj korelaciji s masom 1000 zrna (krupnoćom sjemena).

Oprečne rezultate je dobio Guberac (1996), koji u svojim istraživanjima konstatira da je krupnoća sjemena soje imala pozitivan utjecaj i na energiju klijavosti i klijavost soje, tako da je krupno sjeme soje imalo najveće, a sitno sjeme najmanje vrijednosti. Ispoljene razlike, kako u energije klijanja tako i u klijavosti, pokazale su se statistički visoko opravdane.

Kod drugih kultura postoje također različiti rezultati istraživanja. Šumakova (1950), Ovčarov (1976) i Ujević (1988) konstatiraju da su energija klijavosti i klijavost sjemena uglavnom veće kod krupnijeg sjemena s većom masom 1000 zrna.

Martinčić i sur. (1990) na ozimjoj pšenici, Martinčić i Guberac (1991) na jarom ječmu, Martinčić et al (1995) na hibridima suncokreta zaključuju da energija klijavosti i klijavost proporcionalno opadaju sa smanjenjem promjera zrna.

Većina autora navodi i zaključuje da kod većine biljnih vrsta krupnije sjeme ima veću energiju klijanja i klijavost. Kod soje, koja je od ispitivanih vrsta najsličnija grahu mahunaru postoje različiti, pa i oprečni rezultati, od povećanja energije klijavosti i klijavosti s povećanjem krupnoće sjemena, pa do smanjenja energije klijavosti i klijavosti s povećanjem krupnoće sjemena.

Rezultati ispitivanja utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara na energiju klijavosti i klijavost u laboratorijskim uvjetima mogu se pridružiti rezultatima većine autora. Krupnije sjeme graha mahunara ima manju energiju klijavosti i klijavost zbog specifične građe sjemena, dok kod krupnijeg sjemena dolazi u berbi, žetvi, doradi i tretiranju sjemena do mehaničkih oštećenja sjemena. Srednje krupno pak sjeme graha mahunara ima značajno veću energiju klijavosti i klijavost od sitnije frakcije sjemena i nekalibriranog sjemena. Tu možemo zaključiti da je u srednjoj frakciji sjemena graha mahunara najkvalitetnije sjeme, gdje nema ni sitnije ni krupnije frakcije sjemena, jer krupnije sjeme ima manju energiju klijavosti i klijavost zbog mehaničkog oštećenja sjemena, a sitnije sjeme ima manju energiju klijavosti i klijavost zbog manje akumulacije hraniva u sjemenu. Nekalibrirano sjeme, gdje su zastupljene sve frakcije sjemena, dalo je slabije rezultate od srednje frakcije sjemena, jer krupnije sjeme, a i ono najsitnije, koje se nalazi u nekalibriranom sjemenu, negativno utječu na ukupni rezultat energije klijavosti i klijavost nekalibriranog sjemena.

Na osnovi laboratorijskih ispitivanja moglo bi se zaključiti i preporučiti da se doradom sjemena graha mahunara može poboljšati energija klijavosti i klijavost partije sjemena, na način da se eliminiraju krupnije i sitnije frakcije sjemena, koje imaju u principu manju energiju klijavosti i klijavost. Trebalo bi još nastaviti ispitivanje utjecaja dorade graha mahunara na gravitacijskom selektoru na kvalitetu doradenog sjemena.

Utjecaj krupnoće sjemena graha mahunara na dužinu hipokotila (klice) u laboratorijskim uvjetima je bio značajan kod krupne frakcije sjemena, gdje je nakon 4 dana ispitivanja dobivena značajno manja dužina klice krupne frakcije sjemena od ostalih frakcija sjemena. Nakon 7 dana ispitivanja sjemena graha mahunara u laboratorijskim uvjetima značajno duži hipokotil ima sjeme krupne frakcije, za razliku od hipokotila sitne frakcije sjemena, srednje frakcije sjemena i nekalibriranog sjemena. U početku klijanja sjemena graha mahunara u laboratoriju, nakon 4 dana, jači početni rast i razvoj te klijanje i nicanje ima sjeme sitnije frakcije, srednje frakcije sjemena, te nekalibriranog sjemena, da bi nakon 7 dana ispitivanja najveću dužinu klice imalo sjeme krupnije frakcije.

Utjecajem krupnoće sjemena na dužinu klice bavili su se mnogi autori, koji su dobili različite rezultate ispitivanja. K o l a k (1994) navodi da krupnije sjeme soje obično daje slabije klijance u odnosu na sitno i srednje krupno sjeme. G u b e r a c (1996) je pak utvrdio da je krupnoća sjemena pokazala statistički visoko opravdan utjecaj na dužinu hipokotila. Najduži hipokotil postiglo je sitno sjeme soje, slijedi standard, pa srednje krupno sjeme, dok je najkraći hipokotil imalo krupno sjeme soje. H o r l i n g s (1994) i K o l a k (1994) konstatiraju da sitno i srednje krupno sjeme soje daje razvijenije klijance koji u kraćem razdoblju izbijaju na površinu tla, u odnosu na krupnije sjeme.

Dakle, za razliku od strnih žitarica, ovdje se javlja sasvim suprotna zakonitost da sitno sjeme ima najduži, a krupno sjeme najkraći hipokotil.

Mnoga ispitivanja utjecaja krupnoće sjemena na dužinu hipokotila su rađena na žitaricama. Ragasits i LonhardIne-Bory (1992) iznose podatke da se smanjenjem mase pojedinih zrna kod ozime pšenice smanjuje i masa njihovih klijanaca pa se sjemenke manje od njihove normalne veličine ne mogu koristiti kao sjetveni materijal. Do sličnih zaključaka došao je Guberac (1992) pokusima na jarom ječmu. Rezultate koji govore da krupnoća sjemena ozime pšenice nije imala utjecaja na dužinu klice ni u jednoj od 2 godine istraživanja dobili su Chastain i sur. (1995).

Rezultati ovih istraživanja utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara na dužinu hipokotila u dobroj su mjeri u skladu s većinom istraživanja, ali dolazi do izražaja specifična građa sjemena dikotiledonskih biljaka, a posebno graha mahunara.

U početku klijanja sjemena graha mahunara u laboratoriju, nakon 4 dana jači početni rast i razvoj te klijanje i nicanje ima sjeme sitnije frakcije, srednje frakcije sjemena, te nekalibriranog sjemena, da bi nakon 7 dana ispitivanja najveću dužinu klice imalo sjeme krupnije frakcije.

Tijekom istraživanja je uočeno da sitnije sjeme u kraćem razdoblju iznosi kotiledone na površinu, za razliku od krupnog sjemena koje kotiledone iznosi znatno kasnije. To je vjerojatno razlog da sitno sjeme razvija u početku duži hipokotil, jer su kotiledoni ranije izašli na površinu. Tome u prilog ide Kavaljčuk (1977) koji nakon istraživanja navodi da zrna manje mase imaju tanji i za vodu propustljiviji omotač sjemena, pa zato brže proklijaju.

Kasnije, nakon 7 dana ispitivanja, krupna frakcija sjemena graha mahunara zbog većih zaliha hranjivih tvari u zrnu, daje značajno veću dužinu hipokotila, za razliku od ostalih frakcija sjemena.

Usporedba rezultata utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara na masu hipokotila s rezultatima ostalih autora bila je zbog nedostupnosti podataka teška. Postoje istraživanja najviše na žitaricama. Ragasits i Lonhardine-Bory (1992) iznose podatke da se smanjenjem mase pojedinih zrna kod ozime pšenice smanjuje i masa njihovih klijanaca pa se sjemenke manje od njihove normalne veličine ne mogu koristiti kao sjetveni materijal.

Iako su rezultati istraživanja utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara na dužinu klice pokazali nakon 4 dana da je dužina klice (hipokotila) značajno manja kod krupne frakcije sjemena, u odnosu na ostale frakcije sjemena, analiza mase klice (hipokotila) nakon 4 dana ispitivanja pokazuje da sitna frakcija sjemena daje hipokotil značajno manje mase, za razliku od ostalih frakcija sjemena.

Nakon 7 dana ispitivanja u laboratorijskim uvjetima značajno najveću masu hipokotila dalo je sjeme krupne frakcije.

Ovi podaci o dužini i masi hipokotila graha mahunara nam dokazuju da nakon 4 dana ispitivanja krupna frakcija sjemena ima značajno manju dužinu hipokotila, ali krupna frakcija nema i najmanju masu hipokotila, već najmanju masu hipokotila ima sitna frakcija sjemena. Sitna frakcija sjemena graha mahunara nakon 4 dana ispitivanja ima najveću dužinu hipokotila (nije statistički opravdana), ali ima statistički opravdano najmanju masu hipokotila.

U ovim istraživanjima bili bi jako korisni podaci o debljini hipokotila, jer su bile očite razlike u debljini hipokotila, gdje je kod krupne frakcije debljina hipokotila bila puno veća od srednje, a posebno od sitne frakcije sjemena.

Nakon 7 dana ispitivanja značajno duži, a i značajno teži hipokotil od ostalih frakcija sjemena imala je krupna frakcija sjemena graha mahunara.

Istraživanja utjecaja krupnoće sjemena graha mahunara u laboratorijskim uvjetima na dužinu korjenčića pokazala su da krupnije sjeme graha mahunara i nakon 4 dana i nakon 7 dana ispitivanja daje duži korjenčić od ostalih frakcija sjemena, iako razlike nisu statistički opravdane. Razlike u prosječnoj dužini korjenčića su veće nakon 7, nego nakon 4 dana ispitivanja.

Utjecajem krupnoće sjemena na korijenov sistem žitarica i uljarica bavili su se mnogi autori. O grahu mahunaru nisu bili dostupni literaturni podaci. Utjecajem krupnoće sjemena soje na dužinu korjenčića bavio se Guberac (1996). Dužina korjenčića je varirala po frakcijama sjemena tako da je najduži korjenčić postiglo sitno sjeme soje, dok je najkraći korjenčić imalao krupno sjeme i standard. Sarić (1981) utvrđuje da su sjemenke pšenice veće mase razvile veći broj primarnih klicinih korjenčića te ukupno veći korijenov sustav. Krupnoća sjemena, broj i dužina primarnih klicinih korjenčića strnih žitarica u pozitivnoj su korelaciji, zaključuje Kastori (1984). Slične rezultate navode Gotlin (1992), Ragasits i Lonhar dine-Bory (1992), Matotan (1992) i Martinčić i Guberac (1994) na pšenici, Guberac (1992) na ječmu, Martinčić et al (1995) na suncokretu, te Martinčić i sur (1996) na ozimoj raži, pšenici, ječmu i zobi.

Moglo bi se zaključiti da su istraživanja o utjecaju krupnoće sjemena graha mahunara na dužinu korjenčića u skladu s istraživanjima većine drugih autora.

ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata provedenih istraživanja na sjemenu graham mahunara u Koprivnici mogu se donijeti ovi zaključci:

1. Masa 1000 zrna se smanjuje kako se smanjuje promjer sjemena, tj. njegova krupnoća.
2. Srednja frakcija sjemena graha mahunara imala je značajno najveću energiju klijavosti i klijavost, a krupna frakcija sjemena imala je značajno najmanju energiju klijavosti i klijavost, za razliku od ostalih frakcija sjemena.

Nekalibrirano sjeme, gdje su zastupljene sve frakcije sjemena, dalo je slabije rezultate od srednje frakcije sjemena, jer krupnije sjeme, a i ono najsitnije, koje se nalazi u nekalibriranom sjemenu, negativno utječu na ukupni rezultat energije klijavosti i klijavost nekalibriranog sjemena.

Dorodom sjemena graha mahunara može se poboljšati energija klijavosti i klijavost partije sjemena loše klijavosti, na način da se eliminiraju krupnije i sitnije frakcije sjemena, koje imaju u principu manju energiju klijavosti i klijavost.

3. Utjecaj krupnoće sjemena graha mahunara na dužinu hipokotila (klice) u laboratorijskim uvjetima je bio značajan kod krupne frakcije sjemena, gdje je nakon 4 dana ispitivanja dobivena značajno manja dužina klice krupne frakcije sjemena, od ostalih frakcija sjemena.

Nakon 7 dana ispitivanja sjemena graha mahunara u laboratorijskim uvjetima značajno najduži hipokotil ima sjeme krupne frakcije, za razliku od hipokotila sitne frakcije sjemena, srednje frakcije sjemena i nekalibriranog sjemena.

U početku klijanja sjemena graha mahunara u laboratoriju, nakon 4 dana, jači početni rast i razvoj te klijanje i nicanje ima sjeme sitne frakcije, srednje frakcije sjemena, te nekalibriranog sjemena, da bi nakon 7 dana ispitivanja najveću dužinu klice imalo sjeme krupne frakcije.

Sitnije sjeme u kraćem razdoblju iznosi kotiledone na površinu, za razliku od krupnog sjemena koje kotiledone iznosi znatno kasnije. To je vjerojatno razlog da sitno sjeme razvija u početku duži hipokotil, jer su kotiledoni ranije izašli na površinu.

4. Analiza težine klice (hipokotila) nakon 4 dana ispitivanja pokazuje da sitna frakcija sjemena daje hipokotil značajno najmanje težine, za razliku od ostalih frakcija sjemena.

Nakon 7 dana ispitivanja u laboratorijskim uvjetima značajno najteži hipokotil je dalo sjeme krupne frakcije.

Nakon 4 dana ispitivanja krupna frakcija sjemena ima značajno manju dužinu hipokotila, ali krupna frakcija nema i najmanju težinu hipokotila, već najmanju težinu hipokotila ima sitna frakcija sjemena. Sitna frakcija sjemena graha mahunara nakon 4 dana ispitivanja ima najveću dužinu hipokotila (nije statistički opravdana), ali ima statistički opravdano najmanju težinu hipokotila.

INFLUENCE OF BUSH BEANS SEED QUALITY ON GERMINATION, GROWTH AND GERM DEVELOPMENT

SUMMARY

Homogeneous and good quality seeds of bush bean are the most important for successful production. The aim of this research was to determinate the influence of seed size and homogeneity of bush bean on germination, energy of germination, the strength and weight of germ and the root length. In practice it is important to know which seed fraction in the batch of beans germinates better and which one poorer.

The research included three seed fractions divided according to the seed diameter (6,0 mm, 6,0 – 6,5 mm and 6,5 mm) and noncalibrated seeds. After 4 days of testing the large seed fraction had significantly the shortest hypocotyls, while after 7 days testing large seed fraction had significantly the longest hypocotyls. After 4 days of germination the small seed fraction produced the hypocotyls of significantly the smallest weight,

J. Haramija: Utjecaj kvalitete sjemena graha mahunara na klijavost te rast i razvoj klice

while after 7 days testing the large beans had significantly the heaviest germ. Differences in radicle length after 4 and 7 days testing were not statistically significant. The medium seed fraction had significantly the highest germination and energy of germination, while the large seed fraction had significantly the poorest germination and energy of germination.

Key words: bush bean, seed, seed fraction, germination, germination energy.

LITERATURA - REFERENCES

1. Ban, D. (1997): Varijabilnost morfoloških svojstava populacija niskog graha zrnaša (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* Martens). Magistarski rad, Zagreb
2. Becker - Dillingen, J. (1950): Handbuch des gesamten Gemüsebaues. 5. Neubearbeitete Auflage. Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen, Berlin und Hamburg
3. Borojević, S. (1981): Principi i metodi oplemenjivanja bilja. Rađivoj Cirpanov, Novi Sad
4. Borošić, J. (1980): Utjecaj različitog rasporeda biljaka, jednake gustoće sklopa, na prirodu i mogućnost berbe kombajnom nekih sorata niskog graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* Martens). Magistarski rad, Zagreb
5. Chastain, T.G., Ward, K.J., Wysock I, D.J. (1995): Seedbed residue and seed size relationships in winter barley. *Agronomy Journal* 87(3):517-520
6. Čota, J. (1989): Utjecaj sorti i rokova sjetve na rast i razvitak graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* var. *nanus*) na brdsko-planinskom području istočne Bosne. Disertacija, Zagreb
7. Damjanović, M (1981): Proučavanje veličine i oblika vegetacijskog prostora za uzgoj graha u čistoj kulturi. Magistarski rad, Zagreb
8. Gotlin, J. (1992): Osnovni principi suvremene tehnologije proizvodnje pšenice, Skripta, Agronomski fakultet, Zagreb
9. Guberac, V. (1992): Utjecaj veličine zrna na duljinu klice, korjenčića te neke komponente priroda zrna kod jarog ječma. Magistarski rad. Osijek
10. Guberac, V. (1996): Krupnoća sjemena važnijih ratarskih kultura u suodnosu s klijavošću, dužinom klice, korjenčića i urodom zrna. Disertacija, Osijek
11. Haramija, J. (1998): "Utjecaj kvalitete sjemena graha mahunara na rast, razvoj i prinos mahuna i sjemena", Magistarski rad, Zagreb
12. Haramija, J., Medimurec Tanja (1997): Proizvodnja sjemena graha mahunara u Podravskom gospodarstvu Koprivnica. Sažetak radova simpozija Kvalitetnim kultivarom i sjemenom u Europu III. Opatija
13. Horlings, G.P., Gamble, E.E., Shanmugasundar, a m S. (1994): Weathering of soya bean (*Glycine max* (L) Merr.) in the tropics, as affected by seed characteristics and reproductive development. *Tropical Agriculture*. 71(2):110-115
14. Ivanov, A. (1970): Fiziološko-biokemijski pokazatelji i životna sposobnost sjemena. Poljoprivredne aktualnosti 9/70, Zagreb
15. Jeftić, S. (1977): Pšenica. Monografija, Nolit, Beograd
16. Kastori, R. (1984): Fiziologija semena. p.235, Novi Sad
17. Kavaljčuk, P.P. (1977): Biologija i tehnologija semjan. Hashnil, Harkov
18. K o l a k, I. (1994): Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura. Globus, Zagreb
19. Lešić Ružica (1984): Istraživanja i selekcioniranje visokorodnih sorti plantažnog graha koji može uspjevati u ekološkim uvjetima brdsko-planinskog područja. *Agronomski glasnik* 46(5):543-561
20. Lovoković Jasenka (1977): Utjecaj višekratne sjetve na mogućnost kontinuiranog dospijevanja sorti graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* var. *nanus*). Magistarski rad, Zagreb
21. Martinčić, J., Bede, M., Drezner, G. (1990): Utjecaj veličine zrna, sadržaja škroba i bjelančevina na energiju klijanja i klijavost zrna ozime pšenice. *Savremena poljoprivreda*, 5-6:459-701

J. Haramija: Utjecaj kvalitete sjemena graha mahunara na klijavost te rast i razvoj klice

22. Martinčić, J., Guberac, V. (1991): Utjecaj veličine zrna, sadržaja škroba i bjelančevina na energiju klijavosti i klijavost zrna jarog ječma. Bilten Poljodobra, (5-12):61-64
23. Martinčić, J., Guberac, V. (1994): Dužina klice i korijenčića u suodnosu sa kultivarom i krupnoćom zrna ozime pšenice. Agronomski glasnik 56(5-6):461-470
24. Martinčić, J., Guberac, V., Krizmanić M. (1995): Krupnoća sjemena suncokreta (*Helianthus annuus* L.) u suodnosu s energijom klijanja, klijavošću i dužinom korijenčića. Sjemenarstvo 12(6):389-397
25. Matotan, Z., (1988): Utjecaj oštećenja sjemena soje na prirod i njegove komponente, Agronomski glasnik 50(5):41-47
26. Matotan, Z.(1992): Varijabilitet mase pšena i njezin utjecaj na prirod pšenice. Disertacija, Zagreb
27. Ovčarov, K.E. (1976): Fiziologija formiranja i prorastanja semjan. Kolos, Moskva
28. Pavlek, P. (1972): Utjecaj sorte, roka sjetve i sklopa na prirod mahuna i ukupne zelene mase, te krupnoću mahuna (*Phaseolus vulgaris* L.) u jednokratnoj berbi, Poljoprivredna znanstvena smotra 26(15):189-203
29. Ragsits, I., Lonhardne-Bory, E. (1992): Effect of wheat seed size on seed value and on yield quantity and quality. Novenytermeles, 41(2):149-153
30. Sarić, M. (1981): Fiziologija biljaka. Beograd
31. Singleterry, G.W., Banisadr, R. Keeliong P.L. (1994): Heat stres during grain filling in maize - Effect on carbohydrate storage and metabolism. Australian Journal of Plant Physiology 21(6):829-841
32. Šatović, F. (1984): Važnost dorade za povećanje proizvodne vrijednosti sortnog sjemena. Jugoslavenski Simpozij o sjemenarstvu, Plitvička jezera
33. Šumakova, E.M. (1950): Značenje krupnosti semjan i selekciono semenovodčeskoj rabote s pšenicej. Odessa
34. Ujević, A., (1988): Tehnologija dorade i čuvanja sjemena, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
35. Ullery, C.H. (1971): Plant water stress and growth. Colorado State University, Colorado
36. Vidović, O., Todorović, J., (1988): Pasulj. Zadrugar, Sarajevo

Adresa autora – Author's address:

Mr. sc. Josip Haramija
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva
i vodnoga gospodarstva
Florijanski trg 9
48.000 Koprivnica
E-mail: josip.haramija@vip.hr

Primljeno – Received: 12. 08. 2007.