

**SKARIFIKACIJA SJEMENA LUCERNE (*Medicago sativa* L.) KISELINOM**

Marina PALFI

Podravka d.d., Koprivnica

**SAŽETAK**

U sjemenu lucerne se uvijek u većoj ili manjoj mjeri osim normalno razvijenih sjemenki javljaju i one koje zbog tvrde sjemenice obojnice otežavaju prodor vode i zraka u unutrašnjost sjemenke i time sprječavaju njegovo klijanje. Udjel takvih tvrdih sjemenki moguće je smanjiti različitim metodama skarifikacije.

U svrhu utvrđivanja utjecaja skarifikacije kiselinom na smanjenje udjela tvrdih sjemenki i održivost kakvoće sjemena obavljena su u laboratorijska istraživanja na sjemenu sorte lucerne "OS-11".

Skarifikacija je napravljena 96, 86 i 76-postotnom H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> u trajanju od 4, 5, 6 i 10 minuta.

Najbolja kakvoća sjemena lucerne neposredno nakon tretmana dobivena je skarifikacijom 96-postotnom H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> u trajanju od 5 minuta. Skarifikacijom je povećana klijavost bez tvrdih sjemenki s 62,75% na 82,00%, smanjen je postotak tvrdih sjemenki s 19,25% na 3,80%, nekljavog sjemena s 13,75% na 9,0% i neznatno je povećan udio abnormalno razvijenih klica.

Nakon 6 mjeseci čuvanja takvo sjeme lucerne pokazuje trend daljnjeg smanjenja postotka tvrdog sjemena, međutim došlo je do povećanja udjela nekljavog sjemena do 88,00 %.

Ključne riječi: lucerna, skarifikacija, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tvrdo sjeme

**UVOD**

Lucerna (*Medicago sativa* L.) je najraširenija krmna kultura koja se uzgaja diljem cijelog svijeta. U svijetu se uzgaja na oko 33 milijuna hektara od čega u Sjevernoj Americi na oko 13,5 milijuna hektara. U Europi je pod ovom kulturom oko 8 milijuna hektara, najviše u državama bivšeg Sovjetskog Saveza, Italiji i u Francuskoj.

Najveći proizvođač sjemena lucerne u svijetu je SAD s prosječnom godišnjom proizvodnjom od 34.300 t, dok države Europske zajednice godišnje proizvedu oko 18.000 t sjemena lucerne.

B o c s a et al. (1996.) iznose za neke europske države površine za proizvodnju lucerne i prinose. U Francuskoj su 1995. godine površine za proizvodnju sjemena

iznosile 9.931 hektara. U razdoblju od 1991. do 1995. godine prosječni prinos sjemena u toj zemlji varirao je od 210 kg/ha (1993. godine) do 570 kg/ha (1992. godine). U Italiji je u razdoblju od 1993. do 1995. godine pod sjemenskom lucernom bilo 15.188 hektara, a prosječni prinos bio je oko 440 kg/ha. U Rumunjskoj površine pod sjemenskom lucernom iznose 15.000 – 20.000 hektara, a prosječni prinos je od 150 do 180 kg/ha. Češka je u razdoblju od 1993. do 1995. godine imala površine pod sjemenskom lucernom između 1.098 i 2.110 hektara, a prosječni je prinos bio oko 200 kg/ha.

U Hrvatskoj lucerna se sije na oko 57.000 hektara pa su godišnje potrebe za sjemenom oko 300 do 350 tona.

Iako su naše domaće sorte lucerne po prinosu suhe tvari i probavljivih bjelančevina na razini najboljih europskih sorti, zbog slabe organiziranosti domaće sjemenske proizvodnje Hrvatska je orijentirana najvećim dijelom na uvoz, većinom sjemena slabije kakvoće.

Prednost sjetve naših domaćih sorti je u tome što znamo njihovo porijeklo i proizvodne mogućnosti u svim našim proizvodnim područjima, što s uvoznim sortama nije slučaj. Za uspješnu proizvodnju lucerne potrebno je osim poštivanja agrotehničkih mjera proizvodnje također i kvalitetno sjeme.

Sjeme koje se upotrebljava za sjetvu mora biti zdravo, čisto (bez karantenskih korova, osobito *Cuscuta* spp.), visoke klijavosti sa što manjim udjelom tvrdih sjemenki. Kod tvrdog sjemena, zbog nepropusnosti sjemene ovojnice, dolazi do blokade klijavosti jer se sprječava ulazak vode u embrio, a isto tako ona postaje nepropusna i za plinove, zbog čega može doći do nagomilavanja CO<sub>2</sub> u sjemenu.

Smanjenje postotka tvrdog sjemena moguće je postići miješanjem sjemena različitog sadržaja tvrdih sjemenki, dobrim uskladištenjem i skarifikacijom sjemena.

Skarifikacija sjemena različitim kemikalijama u cilju prekidanja mirovanja sjemena primjenjuje se najčešće kad je mirovanje izazvano tvrdom sjemenom ovojnicom ili endogenim činiteljima (K a s t o r i, 1984.).

Jedan od načina da tvrdu sjemenu ovojnicu učinimo propusnom i omogućimo da takvo sjeme može klijati je skarifikacija sjemena kiselinom.

Kod primjene kiseline često dolazi do oštećenja klijanaca pa se provedenim istraživanjima pokušalo ustanoviti pozitivno i negativno djelovanje sumporne kiseline na početni rast i razvoj lucerne u laboratorijskim uvjetima.

Čuvanjem takvog sjemena, prethodno skarificiranog kiselinom (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), u razdoblju od pola godine pokušalo se utvrditi mijenja li se postotak tvrdog sjemena i ostalih parametara kakvoće sjemena.

## MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su provedena u sjemenskom laboratoriju "Podravke" d.d. u Koprivnici na sjemenu lucerne, sorte "OS - 11", proizvedenom u okolici Osijeka.

Skarifikacija sjemena provedena je 96%, 86% i 76%-tnom sumpornom kiselinom. Tijekom istraživanja ispitivane su 4 vremenske ekspozicije sjemena kiselini (4, 5, 6 i 10

min.). Ispitivanje kakvoće sjemena provedeno je odmah nakon ekspozicije sjemena kiselini i nakon čuvanja takvog sjemena šest mjeseci. Pokus je postavljen u laboratoriju po split-split-plot metodi u 4 ponavljanja s po 100 sjemenki.

Sjeme lucerne pripremljeno za ispitivanje obrađeno je prema POSTUPKU 1. (ispitivanje neposredno nakon skarifikacije) i POSTUPKU 2. (ispitivanje nakon šest mjeseci), kao što slijedi:

#### POSTUPAK 1.

1. Natapanje sjemena u kiselini ( $H_2SO_4$ )
2. Ispiranje sjemena 30 sekundi u tekućoj vodi
3. Prethodno hlađenje sjemena sedam dana na  $T + 5^\circ C$ .
4. Nakon završetka prethodnog hlađenja sjeme je stavljeno u termostat na  $T + 20^\circ C$
5. Četvrti dan izvršeno je prvo ocjenjivanje
6. Deseti dan izvršeno je završno ocjenjivanje

Na isti način i pod istim uvjetima izvršeno je paralelno ispitivanje neskarificiranog sjemena lucerne, uzeto kao kontrola.

#### POSTUPAK 2.

Polovica sjemena, prethodno obrađenog kiselinom, ispranog u tekućoj vodi i osušenog čuvana je šest mjeseci.

Nakon pola godine to sjeme stavljeno je na ispitivanje.

1. Prethodno hlađenje sjemena sedam dana na  $T + 5^\circ C$
2. Nakon završetka prethodnog hlađenja sjeme je stavljeno u termostat na  $T + 20^\circ C$
3. Četvrti dan izvršeno je prvo ocjenjivanje
4. Deseti dan izvršeno je završno ocjenjivanje

Na isti način i pod istim uvjetima izvršeno je ispitivanje neskarificiranog sjemena lucerne, korištenog kao kontrola.

Tijekom ispitivanja prema kriterijima Pravilnika o temeljnim zahtjevima kakvoće, načinu ispitivanja, pakiranju i deklariranju sjemena poljoprivrednog bilja pratilo se i bilježilo slijedeće:

1. ENERGIJA KLIJANJA SJEMENA
2. KLIJAVOST SJEMENA
3. TVRDA ZRNA
4. ABNORMALNO RAZVIJENE KLICE
5. NEKLIJAVO SJEME.

Ocjenjivanje razlika između tretmana napravljeno je analizom varijance, a zbog njene nehomogenosti provedena je transformacija ARKUSSINUS (Ivezić, M. i Vukadinović, V., 1985.).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prije skarifikacije sjemena kiselinom u uzorku je utvrđen udjel vode od 10,03%, čistoća neskarificiranog sjemena bila je 72,98%, inertnih primjesa (polomljenih

sjemenki, zemlje i dijelova mahuna) bilo je 26,60%. Primjesa sjemena drugih vrsta bilo je 1,10%, a sjemenki korova 0,36%. U uzorku sjemena determinirano je sjeme korova vrsta *Polygonum lapathyfolium* (1), *Polygonum convolvulus* (1), *Convolvulus sp.* (1), *Ambrosia artemisifolia* (1), *Amaranthus retroflexus* (1).

Udjel tvrdih sjemenki neskarificiranog sjemena kod početnog očitavanja bio je 19,25%, dok je nakon šest mjeseci iznosio 17,00%. Energija klijanja neskarificiranog sjemena kod početnog očitavanja bila je 61,25%, a nakon šest mjeseci 65,75%, dok je klijavost početnog očitavanja bila 62,75%, a nakon šest mjeseci 66,75% (Tablica 1.).

**Tablica 1. Parametri kakvoće sjemena prije skarifikacije kiselinom (kontrola)**

Table: 1. Parameters of seed quality before scarification by acid (control)

Parametri kakvoće Quality parameters (%)	Prije skarifikacije (%) Before scarification (%)	Nakon 6 mjeseci 6 months later (%)
Energija klijanja Germination energy	61.25	65.75
Klijavost sjemena Seed germination	62.75	66.75
Tvrdo sjeme Hard seed	19.25	17.00
Abnormalno razvijene klice Abnormally developed germs	4.25	2.00
Neklijavo sjeme Ungerminated seed	13.75	14.25

### 1. Energija klijanja nakon skarifikacije

Energije klijanja u prosjeku za sve koncentracije kiseline i ekspozicije nakon skarifikacije iznosila je 62% i statistički je visoko značajno bila viša u odnosu na energiju klijanja utvrđenu nakon šest mjesečnog čuvanja sjemena koja je iznosio 21%. Neposredno nakon skarifikacije utvrđena je najviša energija klijanja 71% u tretmanu s najjačom koncentracijom kiseline od 96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dok je nakon šest mjesečnog čuvanja sjemena najviša energija klijanja sjemena od 25% utvrđena u tretmanu s najslabijom koncentracijom kiseline od 76% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, što ukazuje da je neposredno nakon skarifikacije najjača koncentracija imala pozitivan učinak na energiju klijanja, dok je nakon šest mjesečnog čuvanja sjemena jednaka koncentracija imala suprotan učinak.

Statistički visoko opravdane razlike energije klijanja utvrđene su i između trajanja izlaganja sjemena kiselini. Skarifikacijom sjemena od 6 minuta postignut je najbolji postotak energije klijanja kako neposredno nakon tretmana tako i nakon šest mjesečnog čuvanja sjemena. Statistički visoko značajna bila je i interakcija vremena utvrđivanja energije klijanja i koncentracija kiseline kao i koncentracije kiselina i trajanja skarifikacije sjemena sumpornom kiselinom (Tablica 2.).

**Tablica 2. Energija klijanja neposredno nakon skarifikacije te nakon 6 mjeseci**

*Table 2. Germination energy immediately after scarification and after 6 months*

Ekspozicija Exposition	Neposredno nakon skarifikacije Immediately after scarification				6 mjeseci nakon skarifikacije 6 months after scarification			
	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average
4'	68	65	51	61	25	17	28	23
5'	82	61	50	64	26	11	26	21
6'	78	60	64	67	27	24	32	27
10'	58	68	44	57	13	15	15	14
Prosjek Average	71	63	52	62	23	17	25	21
			SD	LSD	LSD			
				0.05	0.01			
Vrijeme očitavanja (A) ** Time of analyzing			0.82	1.61	2.12			
Koncentracija (B) ** Concentration			0.88	1.72	2.27			
Ekspozicija (C) ** Exposition			1.58	3.27	4.43			
AB: **			1.24	2.64	3.64			
AC:			2.24	4.88	6.84			
BC:**			2.74	6.32	9.20			
ABC:*			3.88	10.76	17.85			

## 2. Klijavost sjemena nakon skarifikacije

Slično kao i za energiju klijanja statistički visoko značajne razlike očitavanja neposredno nakon skarifikacije i nakon šest mjeseci utvrđene su i za klijavost sjemena. Neposredno nakon skarifikacije klijavost je u prosjeku za sve koncentracije kiseline i ekspozicije tretiranja iznosila 63%, dok je nakon šest mjeseci pala na svega 22%.

Statistički visoko značajne razlike u klijavosti skarificiranog sjemena utvrđene su i između tretmana različitim koncentracijama kiselina. Neposredno nakon skarifikacije utvrđen je najveći postotak klijavosti, 72% u tretmanu s najjačom koncentracijom kiseline, od 96% , dok je nakon šest mjeseci najviša klijavost, 27%, utvrđena u tretmanu s najslabijom koncentracijom kiseline, od 76%.

Trajanje izlaganja sjemena kiselini statistički je također visoko značajno utjecalo na klijavost. Skarifikacijom od 6 minuta postignut je najveći postotak klijavosti sjemena kako neposredno nakon skarifikacije, tako i nakon šest mjeseci.

Statistički visoko značajne razlike u klijavosti skarificiranog sjemena dobivene su interakcijom vremena analiza i koncentracije kiseline, te koncentracije kiseline i trajanja skarifikacije, dok interakcije vremena analize i ekspozicije tretmana sjemena kiselinom nisu bile statistički opravdane (*Tablica 3.*).

**Tablica 3. Klijavost sjemena neposredno nakon skarifikacije te nakon 6 mjeseci**  
*Table 3. Seed germination immediately after scarification and after 6 months*

Ekspozicija Exposition	Neposredno nakon skarifikacije Immediately after scarification				6 mjeseci nakon skarifikacije 6 months after scarification			
	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average
4'	68	67	52	62	26	17	29	24
5'	82	61	53	65	27	11	27	22
6'	79	61	66	68	27	25	34	29
10'	58	69	46	58	13	15	17	15
Prosjek Average	72	64	54	63	23	17	27	22
			SD	LSD	LSD			
				0.05	0.01			
Vrijeme očitavanja (A) ** Time of analyzing			0.90	1.76	2.32			
Koncentracija (B) ** Concentration			0.90	1.76	2.31			
Ekspozicija (C) ** Exposition			1.61	3.32	4.50			
AB: **			1.27	2.69	3.71			
AC:			2.27	4.96	6.95			
BC:**			2.79	6.42	9.36			
ABC:**			3.94	10.94	18.14			

### 3. Tvrdo sjeme

Skarifikacijom kiselinom značajno je smanjen postotak tvrdog sjemena lucerne i utvrđene su statistički visoko značajne razlike u postotku tvrdog sjemena između očitavanja neposredno nakon skarifikacije u odnosu na očitavanje nakon šest mjeseci. Postotak tvrdih sjemenki neposredno nakon skarifikacije iznosio je 4,9%, dok je nakon šest mjeseci smanjen za 2,4% u prosjeku za sve koncentracije kiseline i vremena ekspozicija.

Najmanji postotak tvrdog sjemena, 2,9% neposredno nakon skarifikacije, te 0,9% nakon šest mjeseci utvrđen je u tretmanu s najjačom koncentracijom kiseline. Statistički visoko opravdane razlike u postotku tvrdog sjemena utvrđene su i između trajanja izlaganja sjemena kiselini. Ekspozicijom od 10 minuta postignut je najmanji postotak tvrdog sjemena koji je neposredno nakon tretiranja bio 2,6%, te nakon šest mjeseci 1,6%. Statistički opravdanih razlika u interakciji vremena ispitivanja i koncentracije, odnosno trajanja ekspozicije sjemena sumpornoj kiselini nije bilo (*Tablica 4.*)

**Tablica 4. Postotak tvrdih zrna neposredno nakon skarifikacije te nakon 6 mjeseci**  
*Table 4. Percentage of hard seeds immediately after scarification and after 6 months*

Ekspozicija Exposition	Neposredno nakon skarifikacije Immediately after scarification				6 mjeseci nakon skarifikacije 6 months after scarification			
	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average
4'	5.3	6.3	7.0	6.2	1.8	3.8	3.0	2.8
5'	3.8	4.0	11.0	6.3	1.3	0.8	5.3	2.4
6'	2.0	3.5	8.5	4.7	0.8	1.5	5.5	2.6
10'	0.8	1.3	5.8	2.6	0.0	0.8	4.0	1.6
Prosjek Average	2.9	3.8	8.1	4.9	0.9	1.7	4.4	2.4
			SD	LSD	LSD			
				0.05	0.01			
Vrijeme očitavanja (A) ** Time of analyzing			0.03	0.05	0.069			
Koncentracija (B) ** Concentration			0.07	0.14	0.19			
Ekspozicija (C) ** Exposition			0.10	0.21	0.28			
AB:			0.10	0.22	0.30			
AC:			0.14	0.31	0.43			
BC:**			0.17	0.40	0.58			
ABC:			0.25	0.68	1.13			

#### 4. Abnormalno razvijene klice

Postotak abnormalno razvijениh klica neposredno nakon skarifikacije u prosjeku za sve primijenjene koncentracije kiselina i trajanja ekspozicija iznosio je 6,7%, dok je nakon šest mjeseci statistički visoko značajno smanjen i iznosio je 2,3%. Statistički visoko značajne razlike u postotku abnormalno razvijениh klica utvrđene su između tretmana različitim koncentracijama kiselina. Najveći postotak abnormalno razvijениh klica, 7,1% neposredno nakon skarifikacije, te 1,8% nakon šest mjeseci utvrđen je pri tretmanu s najjačom koncentracijom kiseline. Statistički značajnih razlika u broju abnormalnih klica između trajanja skarifikacije nije bilo, iako se ekspozicijom od 6 minuta očitavanjem neposredno nakon skarifikacije, odnosno 5 minuta nakon šest mjeseci utvrdio najniži postotak abnormalno razvijениh klica.

Visoko značajne razlike u postotku abnormalnih klica dobivene su interakcijom vremena očitavanja i koncentracija kiseline kao i trajanja skarifikacije kiselinom (Tablica 5.).

## M. Palfi: Skarifikacija sjemenea lucerne (*Medicago sativa L.*) kiselinom

**Tablica 5. Abnormalno razvijene klice neposredno nakon skarifikacije te nakon 6 mjeseci**  
*Table 5. Abnormally developed germs immediately after scarification and after 6 months*

Ekspozicija Exposition	Neposredno nakon skarifikacije Immediately after scarification				6 mjeseci nakon skarifikacije 6 months after scarification			
	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average
4'	4.3	6.5	5.3	5.3	4.0	2.5	2.3	2.9
5'	5.5	9.5	5.8	6.9	3.3	0.0	2.5	1.9
6'	4.8	4.0	5.8	4.8	2.8	1.5	1.8	2.0
10'	13.8	5.5	9.5	9.6	4.3	2.0	0.5	2.3
Prosjek Average	7.1	6.4	6.6	6.7	3.6	1.5	1.8	2.3
			SD	LSD	LSD			
				0.05	0.01			
Vrijeme očitavanja (A) ** Time of analyzing			0.03	0.06	0.08			
Koncentracija (B) ** Concentration			0.05	0.10	0.13			
Ekspozicija (C) Exposition			0.09	0.19	0.25			
AB: **			0.07	0.15	0.21			
AC: **			0.13	0.28	0.39			
BC:			0.16	0.36	0.53			
ABC:**			0.22	0.61	1.02			

### 5. Neklijavo sjeme

Postotak neklijavog sjemena u prosjeku za sve primijenjene koncentracije kiseline i trajanja skarifikacije statistički visoko značajno povećan s 25,1% kod očitavanja neposredno nakon skarifikacije na 73,1% koliko je utvrđeno nakon šest mjeseci. Statistički visoko opravdane razlike u postotku neklijavog sjemena utvrđene su između primijenjenih koncentracija kiselina u skarifikaciji. Najveći postotak neklijavih sjemenki, 31,4% utvrđen je neposredno nakon skarifikacije kod tretmana najslabijom koncentracijom kiseline, dok je nakon šest mjeseci najveći postotak neklijavih sjemenki, 79,6% utvrđen u tretmanu s kiselinom koncentracije 86%.

Također statistički visoko opravdane razlike u postotku neklijavog sjemena utvrđene su i između vremena ekspozicije sjemena kiselini. Ekspozicijom od 10 minuta postignut je najveći postotak neklijavih sjemenki kako neposredno nakon skarifikacije, 22,2%, tako i nakon šest mjeseci kada je iznosio 66,9% (Tablica 6.).



**Tablica 6. Postotak neklijavog sjemena neposredno nakon skarifikacije te nakon 6 mjeseci**  
*Table 6. Percentage of ungerminated seeds immediately after scarification and after 6 months*

Ekspozicija Exposition	Neposredno nakon skarifikacije Immediately after scarification				6 mjeseci nakon skarifikacije 6 months after scarification			
	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average	96% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	86% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prosjek Average
4'	22.8	20.5	36.3	26.5	68.3	76.5	66.3	70.3
5'	9.0	25.5	30.8	21.8	69.0	88.0	65.0	74.0
6'	14.5	32.0	20.0	22.2	69.8	71.8	59.3	66.9
10'	27.3	24.8	38.5	30.2	82.8	82.3	78.8	81.3
Prosjek Average	18.4	25.7	31.4	25.1	72.4	79.6	67.3	73.1
			SD	LSD 0.05	LSD 0.01			
Vrijeme očitavanja (A) ** Time of analyzing			0.92	1.81	2.38			
Koncentracija (B) ** Concentration			0.76	1.50	1.97			
Ekspozicija (C) ** Exposition			1.67	3.44	4.67			
AB: **			1.08	2.29	3.16			
AC:*			2.36	5.14	7.21			
BC:*			2.29	6.66	9.69			
ABC:*			4.09	11.34	18.81			

## RASPRAVA

Visok postotak tvrdog sjemena lucerne nije poželjan na tržištu. Udjel tvrdog sjemena ne bi smio biti veći od 10% (Nelson et al., 1968.), a može se kretati od 5 do 60% (Stout, 1990). Najvažniji nedostatak tvrdog sjemena je nepropusnost sjemena za vodu, a uzrok može biti anatomija sjemenjače (Kastori, 1984., Mišković, 1986. cit. Smetnikova, 1967.).

Smatra se da bi se sjeme leguminoza zbog tvrde sjemene ovojnice moralo skarificirati prije sjetve kako bi se postigla bolja klijavost (Gudmonsson, 1997.).

Provedenim istraživanjima skarifikacije sjemena lucerne različitim koncentracijama sumporne kiseline i dužine ekspozicije sjemena utvrđeno je smanjenje udjela tvrdog sjemena u odnosu na neskarificirano sjeme. Međutim, kakvoću sjemena ne čini samo udio tvrdog sjemena, nego i energija klijanja, ukupna klijavost, udio neklijavog sjemena.

Analizom kakvoće sjemena neposredno nakon skarifikacije utvrđeno je da je najjača koncentracija kiseline, 96% imala najbolje djelovanje na energiju klijanja i klijavost. Energija klijanja je u prosjeku u odnosu na kontrolu povećana za 10%.

Najveća energija klijanja, 82% postignuta je kod navedene koncentracije uz ekspoziciju u skarifikaciji sjemena od 5 minuta. Klijavost sjemena lucerne bez tvrdih sjemena ponašala se kao i energija klijanja i najveća je bila kod koncentracije kiseline od 96% i ekspozicije od 5 minuta, 82% u odnosu na klijavost sjemena prije tretiranja iznosila je 62,75%.

Ostale koncentracije sumporne kiseline i ekspozicije sjemena dale su slabije rezultate. Navedeni rezultat ukazuje na potrebu velike preciznosti i opreznosti kod rada s kiselinom na skarifikaciji sjemena jer cilj skarifikacije nije samo smanjenje udjela tvrdog sjemena, nego poboljšanje ukupne kakvoće sjemena.

Povećanje energije klijavosti i klijavosti bez tvrdih sjemena rezultat je smanjenja udjela tvrdog i nekljavog sjemena.

Najmanji udio tvrdog sjemena dobiven je u prosjeku kod najveće koncentracije sumporne kiseline od 2,9% u odnosu na kontrolu kod koje je udjel tvrdih sjemenki iznosio 19,25%. Povećanjem koncentracije kiseline i dužine trajanja skarifikacije sjemena udio tvrdih sjemenki se smanjio.

Slične rezultate različitim metodama skarifikacije u smanjenju udjela tvrdog sjemena dobili su S i n e p o l (1951.), S t e f a n o v a (1981.) i J o h n s t o n et al. (1997.).

Udio nekljavog sjemena prije skarifikacije bio je relativno visok: 13,75%. Skarifikacijom sumpornom kiselinom udio nekljavog sjemena se povećao, tako da je u prosjeku iznosio 25,1%. Sa smanjenjem koncentracije rastao je udio nekljavog sjemena. Najmanje nekljavog sjemena dobilo se skarifikacijom od 5 minuta s 96-postotnom sumpornom kiselinom, 9,0%, što je manje nego kod netretiranog sjemena, dok je skarifikacija od 6 minuta bila na razini kontrole. Povećanje udjela nekljavog sjemena skarifikacijom sumpornom kiselinom je jedan od uzroka manje energije klijanja i ukupne kakvoće, osim kod tretmana 96 postotne sumporne kiseline u trajanju od 5 minuta.

U odnosu na neskarificirano sjeme, udio abnormalnih klica skarifikacijom se povećao i najveći je bio kod najveće koncentracije sumporne kiseline i kod najdužeg trajanja skarifikacije. Kod skarifikacije od 5 minuta 96-postotnom sumpornom kiselinom, udio abnormalnih klica u odnosu na kontrolu, 4,25% bio je neznatno veći, 5,5%. Dobiveni rezultati su u skladu s istraživanjima koja su proveli R i n c k e r (1980., 1981., 1983.), S t a n w o o d (1980.), S t a n w o o d i B a s s (1981) i W e i s n e r et al. (1994).

Ispitivanje kakvoće neskarificiranog i skarificiranog sjemena lucerne nakon šest mjeseci čuvanja pokazuje smanjenje energije klijanja, klijavosti, tvrdog sjemena, abnormalno razvijenih klica i veliko povećanje nekljavog sjemena.

Sjeme nakon šest mjeseci čuvanja nije imalo trgovačku vrijednost i kao takvo ne bi se moglo staviti u promet. Ovi rezultati pokazuju da se skarificirano sjeme lucerne mora odmah koristiti za sjetvu. Budući da nije očekivan ovakav značajan pad kakvoće sjemena istraživanja bi trebalo nastaviti da se utvrdi koje je to maksimalno moguće vrijeme čuvanja sjemena nakon skarifikacije kiselinom u kojem ono ne počinje gubiti kakvoću.

## ZAKLJUČAK

Na osnovi dobivenih rezultata tijekom laboratorijskih istraživanja skarifikacijom sjemena lucerne sorte "OS-11" 96%, 86% i 76% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> u trajanju od 4, 5, 6 i 10 minuta, neposredno nakon skarifikacije te nakon šest mjeseci čuvanja takvog sjemena, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

Sjeme lucerne je nakon tretiranja imalo poboljšanu kakvoću, ali nakon čuvanja 6 mjeseci izgubilo je tržišnu vrijednost.

Najbolja kakvoća sjemena lucerne neposredno nakon tretmana dobivena je skarifikacijom 96-postotnom sumpornom kiselinom u trajanju od 5 minuta. Skarifikacijom je smanjen postotak tvrdih sjemenki s 19,25% na 3,8%, nekljavog sjemena s 13,75% na 9,0%, povećana je energija klijanja s 61,25% na 82,00%, kljavost bez tvrdih zrna s 62,75% na 82% i neznatno je povećan udio abnormalno razvijenih klica. Ostale varijante ispitivanja dale su slabije rezultate, iako je smanjenje tvrdog sjemena bilo najveće skarifikacijom 96-postotnom sumpornom kiselinom u trajanju od 10 minuta (0,8%).

Nakon šest mjesecnog čuvanja skarificiranog sjemena sjeme lucerne je izgubilo tržišnu vrijednost jer je došlo do povećanja udjela nekljavog sjemena s 59,30% na 88,00%, ovisno o varijantama tretiranja, i time se rapidno smanjila kljavost.

Neskarificirano sjeme lucerne čuvanjem šest mjeseci povećalo je energiju klijanja, kljavost, a smanjio se udio tvrdog sjemena i abnormalno razvijenih klica.

## ALFALFA (*Medicago sativa L.*) SEED SCARIFICATION BY ACID

### SUMMARY

In alfalfa seeds there are always in higher or lower percentage some hard seeds. Seed coat of hard seed does not allow enough water and air uptake causing difficulties in germination. To reduce the percentage of hard seed is possible by various scarification methods.

With the aim to determinate the influence of seed scarification with acid on hard seeds percentage reducing and seed quality sustainability a laboratory research was done.

The research was done on alfalfa "OS-11" seed variety which was treated with 96%, 86% and 76% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in 4, 5, 6 and 10 minute exposition time.

The best quality of alfalfa seed immediately after the treatment was obtained by 96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> scarification in duration of 5 minutes. Scarification improved germination energy from 61.25% to 82.00% and germination without hard seeds from 62.75% to 82.00%. Percentage of hard seeds was reduced from 19.25% to 3.8%, and ungerminated seeds from 13.75% to 9.0%. Share of abnormally developed germs was slightly increased. Six months after scarification stored alfalfa seed showed further lower hard seed percentage, but ungerminated seeds was increased to 88.00% becoming unmarketable.

Key words: alfalfa, scarification, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, hard seed

LITERATURA – REFERENCES

1. Bocsa, I., Pummer, L. (1996.): Seed production and breeding for stability of fertility. Seed Production of Lucerne, Proceedings of the XIIth Eucarpia meeting of the group Medicago, Brno, Czech Republic, 87-93.
2. Gudmundsson – Jon, A. (1997.): Seed production potential of native legumes in Iceland, Buvisindi, vol. 11, no. O, p. 41-48, ISSN : 1012-6910.
3. Guy, P. (1992.): Lucerne in Europe. Statistical elements. EUCARPIA Erba edica, Lodi, 13-18
4. Hageman, R.W., Ehlig, C.F., Huber, M.J., Reynso, r.y., Wilardson, L.S. (1978.): Effect of irrigation frequencies on alfalfa seed yield.
5. Hanson, C.H., AND Moorem R.P. (1959.): Viability of seeds of eight forage crop plants stored under subfreezing conditions. Agron. J. 50:627-628.
6. Ivezić, M., Vukadinović, V. (1985.): Primjena mikroracunara u analizi varijance jednodimenzionalne i dvodimenzionalne klasifikacije. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji. Vol. 15, 1-2: 36-51.
7. Kastori, R. (1984.): Fiziologija semena, Novi Sad, 128-155.
8. Luis de la Loma, J., Arguello, G., Zertuche, F. (1955.): Influencia de la escarification de las semillas de trebol y alfalfa en la velocidad de germinacion. Chapingo 8: 102-106.
9. Mišković, B. (1986.): Krmno bilje. Naučna knjiga, Beograd, 503.
10. Nelson, S.O., and Wolf, W.W. (1964.): Reducing hard seed in alfalfa by radio – frequency electrical seed treatment. Trans. SAE 7:116-119,122.
11. Nelson, S.O., Kehr, W.R., Stetson, L.E., Stone, R.B., Webb, J.C. (1977.): Alfalfa seed germination response to electrical treatments. Crop SCI. 17:863-866.
12. Nelson, S.O., Stetson, L.E., Works, D.W. (1968): Hard seed reduction in alfalfa by infrared and radiofrequency electrical treatments. Trans. ASAE 11 (5): 728-730.
13. Rincker, C.M. (1981.): Long – term subfreezing storage of forage crud seeds. Crop SCI. 21:424-427.
14. Rincker, C.M. (1983.): Germination of forage crop seeds after 20 years of subfreezing storage. Crop Sci. 23:229231.
15. Rincker, C.M.(1980.): Effect of long – term subfreezing stotage of seed on legume forage production. Crop Sci. 20:574-577.
16. Stanwood, P.C. (1980.): Tolerance of crop seeds to cooling and storage in liquid nitrogen (-196°C). J. Seed Tech. 5(1):26-31.
17. Stanwood, P.C., and Bass, L. N.(1981.): Seed germplasm preservation using liquid nitrogen. Seed Sci. and Technol. 9:423-437.
18. Stjepanović, M., Popović, S. (1992.): Gospodarska vrijednost lucerne i crvene djeteline, stanje i perspektiva. Sjemenarstvo 6, 347-352.
19. Stjepanović, M., Popović, S. (1992.): Utjecaj genetske varijabilnosti lucerne na prinos suhe tvari i proteina, Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji 22 (2), Osijek, 299-306.
20. Weisner, L.E., Laufmann, L.E., Stanwood, P.C., Wheeler, L.J. (1994.): The effect of liquid nitrogen on alfalfa seed viability, emergence, and broken cotyledons. Journal of seed technology, 18:1, 1-6.

**Adresa autora – Author's address:**

Mr. sc. Marina Palfi  
Podravka d.d. Koprivnica  
Razvoj sirovinske osnove  
Ante Starčevića 32  
48000 Koprivnica  
e-mail: marina.palfi@podravka.hr

**Primljeno – Received:**

23. 01. 2007.