

# Konstrukcija sijaćeg aparata kao faktor kvalitete sjetve povrća

*Stjepan IVANČAN, Stjepan SITO i  
Nikola BILANDŽIJA*

Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu  
(Faculty of Agriculture, University of Zagreb),  
Svetošimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb,  
**Republic of Croatia**

nbilandzija@agr.hr

## Ključne riječi

*Brzina sjetve  
Mehaničke sijačice  
Sjeme  
Sjetva povrća  
Zračne sijačice*

## Keywords

*Mechanical drills  
Pneumatic drills  
Seed  
Sowing speed  
Sowing vegetables*

**Received (primljeno):** 2010-07-03

**Accepted (prihvaćeno):** 2011-09-30

Pregledni članak

Sjeme povrćarskih kultura vrlo je različito po svojim osobinama od kojih su za izbor i primjenu sijaćih aparata posebno značajni veličina, oblik, težina sjemena i primjese u sjemenu. Različita veličina i oblik sjemena uvjetuju primjenu adekvatnih sijaćih aparata sa posebnim konstrukcijskim rješenjima kojima je cilj postizanje što preciznijeg rasporeda sjemena. Cilj rada je utvrditi kojim tipom sijaćeg aparata se postiže kvalitetnija sjetva pojedinog povrća, te kako pojedini tip sijaćeg aparata utječe na preciznost sjetve obzirom na krupnoću i oblik sjemena te brzinu sjetve. Kao metoda provjere rezultata dobivenih u eksploataciji sijačica obavljena su i laboratorijska istraživanja na sijačicama s mehaničkim i pneumatskim sijaćim aparatima. Istraživanja su obavljena sjemenom mrkve, cikle i salate. Rezultati laboratorijskih istraživanja su potvrdili da s povećanjem brzine sisanja dolazi do lošije kvalitete sjetve kod mehaničkih i pneumatskih sijaćih aparata. Kod mehaničkih sijaćih aparata utvrđeno je da ravnomjernost izbacivanja sjemena ovisi o usklađenosti oblika i veličine otvora koluta i trake s oblikom i veličinom sjemena, a kod pneumatskih sijaćih aparata o jačini i usklađenosti zračne struje.

## Construction of the Drilling Mechanism as a Factor of Vegetable Sowing Quality

Subject review

Seeds of vegetable crops differ greatly in their characteristics, of which size, shape, weight and seed admixtures are of special importance for the selection and application of drilling mechanisms. Different sizes and shapes of seeds demand application of adequate seeding mechanisms with special constructional solutions aimed at as precise as possible seed distribution. The goal of the study is to identify the type of drilling mechanism suitable for better sowing quality of a particular vegetable crop, as well as the influence of a particular type of drilling mechanism on precision sowing with regard to seed size and shape and sowing speed. As a method of checking the results obtained in drill exploitation, laboratory investigations were also performed on drills with mechanical and pneumatic drilling mechanisms. Investigations involved carrot, red beet and lettuce seeds. Results of laboratory investigations confirmed that an increase in sowing speed leads to poorer sowing quality of mechanical and pneumatic drilling mechanisms. It was found that the uniformity of seed ejection from mechanical drilling mechanisms depends on the matching of the shape and size of cell-wheel and belt holes and seed shape and size, and on the intensity and uniformity of air flow in pneumatic drilling mechanisms.

## 1. Uvod

Da bi ostvarili visoke urode povrćarskih kultura osim kvalitetne osnovne obrade, gnojidbe, predsjetvene obrade i njege, potrebno je obaviti i kvalitetnu sjetvu. To znači da moramo odabrati dobru sortu, sjetvu obaviti u agrotehničkom roku, sjeme posijati na optimalnu dubinu i posijati pravilan broj zrna po jedinici površine. Bitni čimbenici koji utječu na kvalitetu sjetve su: konstrukcijsko rješenje sijačice, podešenost sijačice i radna brzina [1,2].

Da bi se ostvarila željena preciznost u izvođenju sjetve povrća, potrebno je poznavati i određena svojstva sjemena, a to su oblik i krupnoća sjemena, masa 1000 sjemenaka ili broj sjemenki u 1 gr, te čistoću i klijavost sjemena

[3]. U sjetvi povrća se uvijek postavlja kao konačni cilj postizanje točnog rasporeda sjemena u redu, tj. ostvareni raspored sjemena treba odgovarati podešenom razmaku na sijačici. Koliko će se ostvariti zadani raspored sjemena u redu, ovisi prije svega od tehničko-tehnološkog rješenja sjetvenog aparata sijačice, radne brzine te veličine i oblika sjemena [4]. Prema konstrukciji i principima rada sijačice za sjetvu povrća možemo podijeliti na mehaničke i pneumatske [5]. Kod mehaničkih sijačica razlikuju se dvije glavne izvedbe i to na osnovi izuzimanja sjemena iz spremnika: sijačice s kolutom i sijačice s trakom [6]. S obzirom na način djelovanja tlaka zraka pri izuzimanju sjemenja, pneumatske sijačice dijele se na sijačice s podtlakom i sijačice s nadtlakom [7]. Osim izbora

sijačice, radna brzina je osnova za kvalitetu sjetve, povećanje proizvodnosti, produktivnosti i ekonomičnosti. Pri razmatranju mogućnosti sjetve s povećanim radnim brzinama treba posebnu pažnju posvetiti određivanju optimalnog dijapazona radnih brzina. Radne brzine treba odabrati za svaku kulturu posebno, kao i za termin sjetve i uvjete rada [8].

## 2. Značaj i cilj rada

Premda se već dulje vrijeme koriste različite sijačice za sjetvu povrća, nastojeći posijati točno onoliko zrna koliko je potrebno za traženi broj biljaka po jedinici površine s određenim rasporedom između redova i unutar reda, do sada nije utvrđivan utjecaj sijaćeg aparata sijačice kao i drugih čimbenika na preciznost sjetve povrća. Iz prakse je poznato da u sjetvi povrća pojava različitih sistema sijaćih aparata i postojanje velikog broja sjemena različite veličine i oblika vrlo često dovodi do poteškoća pri čemu se prave velike pogreške. Većina ovih poteškoća i pogrešaka nije dovoljno analizirana, a shodno tome nedostaci se nisu mogli dovoljno uspješno otkloniti. Zato je cilj ovog istraživanja bio: analiza rada mehaničkog i pneumatskog sijaćeg aparata u sjetvi mrkve, cikle i salate; utvrđivanje optimalnih brzina kretanja sijačica u sjetvi s obzirom na raspored sjemena i sklop biljaka po jedinici površine.

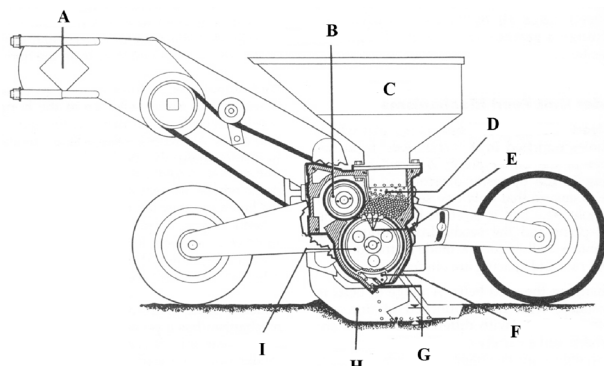
## 3. Stanje spoznaje problema i dosadašnja istraživanja

Rezultati istraživanja i praktične spoznaje pokazuju da u masi sjemena može biti veliki udio ne klijavog sjemena, npr. do 20 % kod sjemena iz porodice Cucurbitaceae, a 40 % kod mrkve [9]. Tome treba dodati 2-6 % primjesa u masi sjemena, a što predstavlja velike teškoće kod sjetve u pogledu određivanja norme sjetve i ostvarivanja optimalnog sklopa biljaka. U praksi se nastoje ovi problemi rješavati nabavom sjemena veće klijavosti i bolje čistoće, ali takvo sjeme znatno je skuplje. Prema [10] osnovni čimbenik procesa precizne sjetve kod sijačica s mehaničkim sijaćim aparatom je pravilan smještaj sjemena u rupu i pravilno popunjavanje svake rupe sijaćeg aparata. Prema istom autoru proces popunjavanja rupa zrnom podijeljen je u tri faze. Prva faza je dolazak zrna do rupe, druga faza je ulazak zrna u rupu i treća smještanje zrna u rupu. Tijek svake faze uvjetovan je različitim čimbenicima kao što su razlika između izmjera rupe i izmjera zrna, obodna brzina sijaće ploče ili trake i težina zrna. Prva faza procesa popunjavanja otvora zrnom traje od trenutka kada zrno svojom relativnom brzinom kretanja odlazi u pravcu otvora, prelazi rub ulaznog otvora i kreće se iznad njega

sve dok ne uđe u otvor. U toj fazi zrno se nalazi pod djelovanjem sile teže, tj. vlastite težine zrna, pritisaka koji nastaju uslijed težine zrna gornjih slojeva i dodira zrna sa strane. Drugu fazu procesa popunjavanja otvora zrnom čini kretanje zrna od mjesta u prvoj fazi, pa sve dok ono ne izgubi ravnotežu i počne padati u otvor. Druga faza se odvija uslijed vlastite težine zrna i vertikalnih sila. Da bi zrno ušlo u otvor neophodno je da je širina otvora veća od širine zrna i da je duljina otvora veća od duljine zrna. Treća faza je smještaj zrna u rupu. Smještaj zrna u rupu može se obaviti na različite načine ovisno o obliku i dimenzijama zrna, te međusobnih odnosa tih dimenzija. [11] navodi da pneumatske sijačice s podtlakom odlikuje nježno i pouzdano pojedinačno uzimanje sjemenki iz mase sjemena na osnovi razlike tlaka s jedne i druge strane sijaće ploče. Zimmer navodi da je sila isisavanja neophodna za držanje sjemenki na otvoru, za savlađivanje trenja sjemenki u sjemenskoj masi i za savlađivanje periferne (centrifugalne) brzine koju ima sijaća ploča. Prema tome usisnoj sili suprotstavljene su težina sjemenki, sila trenja i centrifugalna sila. U nastojanju da se postigne veća preciznost sjetve s nekalibriranim sjemenom uz istovremeno povećanje brzine rada, konstruiran je pneumatski sijaći aparat s nadtlakom. Brzina sjetve ovisi o razmaku zrna u redu, tj. kod manjeg razmaka (3,5 – 7,0 cm) zrna u redu preciznost sjetve je zadovoljavajuća kod brzine 2,5 – 6,5 km/h, a kod većeg razmaka (8,0 – 14,0 cm) kod brzine 6,0 – 10,0 km/h [12].

## 4. Materijal i metode rada

Za izravnu sjetvu povrtlarskih kultura može se upotrebljavati više različitih sustava sjetve. U uporabi je više izvedaba mehaničkih i pneumatskih sijačica. Za koju ćemo se odlučiti ovisi o proizvodnom programu u povrtlarstvu, te obujmu proizvodnje. Za istraživanje su korištene mehaničke i pneumatske sijačice. Od mehaničkih sijačica korištena je sijačica sa vertikalnom sijaćom pločom (kolutom) i sijačica sa perforiranom trakom, a kod pneumatskih, sijačica s podtlakom i sijačica s nadtlakom. Glavni radni organ kod sijačice sa vertikalnom sijaćom pločom je sijaća ploča koja na plaštu ima rupe određenog promjera. Vertikalna sijaća ploča (kolut) smještena je tako da je donji dio ploče smješten u ulagaču sjemena, kako bi bila što manja visina padanja sjemena. Rupe na ploči popunjavaju se sjemenom na onom dijelu koji se nalazi u dnu sanduka. U svaku rupu trebalo bi se smjestiti samo jedno sjeme. Na prednjem dijelu spremnika za sjeme nalazi se valjak za odstranjivanje suvišnog sjemena, a na donjem dijelu sijaće ploče smješten je izbacivač sjemena koji izbacuje sjeme kroz otvor u brazdicu koju je načinio ulagač sjemena (slika 1).

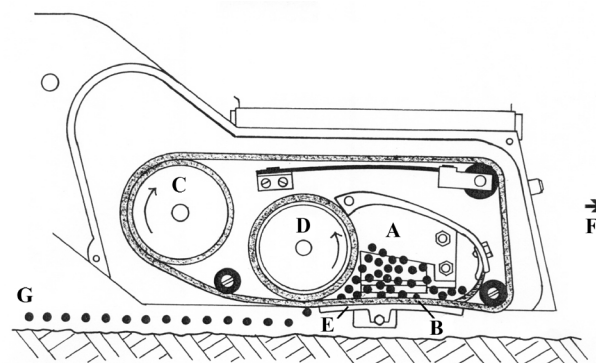


A – Tool bar/Okvir; B – Extra seed remover/Odstranjivač suvišnih zrna; C – Seed hopper/Spremnik za sjeme; D – Seed in hopper/Sjeme u spremniku; E – Holes in cell wheel/Otvor na sijaćoj ploči; F – Ejector plate/Izbacivač sjemena; G – Seed outlet/Izlaz za sjeme; H – Coulter/Ulagač sjemena; I – Chell wheel/Sijaća ploča

**Slika 1.** Mehanički sijaći aparat s vertikalnom pločom

**Figure 1.** Cell wheel feed mechanism

Princip rada mehaničke sijačice sa perforiranom trakom je slijedeći (slika 2); sjeme iz spremnika pada i prolazi kroz zatvarač komore (A), koji regulira količinu sjemena u komori. Perforirana traka (B), okreće se pomoću pogonskog kotača (C) i nosi sjeme prema odbojnom kotaču (D). Zbog toga se sjeme smješta u rupu, a višak sjemena se pomiče od rupe na traci, omogućavajući samo željenom broju sjemenki da padnu u klizač (E) i to u suprotnom smjeru od smjera kretanja sijačice. Pad sjemena u brazdicu načinjenu ulagačem sjemena je sa visine od 25 mm, a time je osigurana pravilnost razmaka.



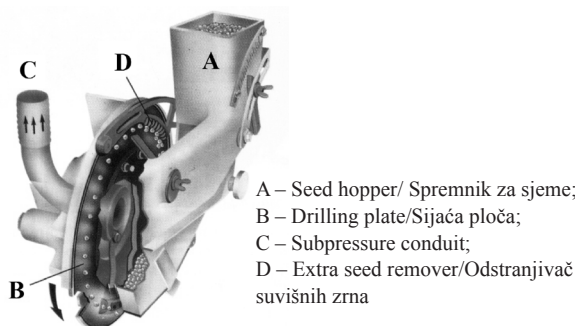
A – Choke/Zatvarač komore; B – Seed belt/Traka za sisanje; C – Drive wheel/Pogonski kotači; D – Repeller wheel/Odbojni kotač; E – Base/Klizač; G – Seed/Sjeme

**Slika 2.** Mehanički sijaći aparat s perforiranom trakom

**Figure 2.** Mechanical precision space drill, belt type seed distribution

Pneumatske sijačice s podtlakom odlikuje nježno i pouzdano pojedinačno uzimanje sjemenki iz mase sjemenja na temelju razlike tlaka s jedne i druge strane sijaće ploče. Sijaća ploča rotira oko vodoravne osi i ima

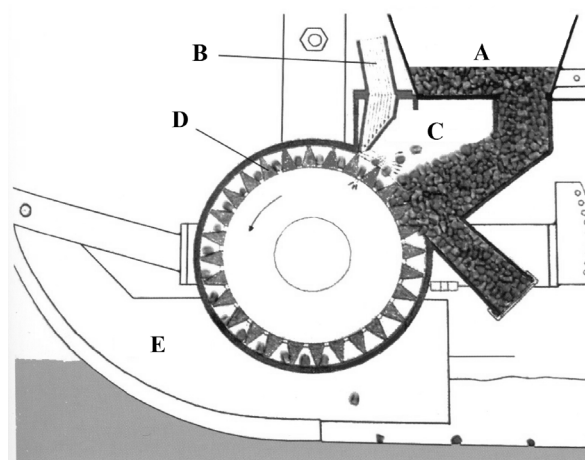
otvore uz obod. Podtlak, odnosno isisavanje zraka iz donjeg dijela kućišta ostvaruje se turbinom. Djelovanjem gravitacije sjeme iz spremnika (1) dopijeva do okomito postavljene sijaće ploče (2). Okretanjem sijaća ploča nailazi na odstranjivač suvišnih sjemenki. S jedne strane sijaće ploče djeluje podtlak (3) koji privlači sjemenke na otvore i drži ih sve dok one dopiju u predio djelovanja normalnog atmosferskog tlaka. Prestankom djelovanja podtlaka sjeme pada u tlo (slika 3).



**Slika 3.** Princip rada sijaćeg aparata s podtlakom

**Figure 3.** Operating principle of subpressure

Kod pneumatske sijačice s nadtlakom vertikalna sijaća ploča ima po obodu radijalno razmještene konusne rupe koje završavaju malim otvorom za zrak. Iz spremnika sjeme dolazi u pretkomoru gdje sjeme dolazi do sijaće ploče i u svaku rupu se smjesti 3-5 sjemenki. Struja ventilatora stvara nadtlak koji podiže sjemenke iz rupe i vraća ih natrag u pretkomoru, osim jedne koja se smjestila na dnu rupe. Sada otvor sa samo jednom sjemenkom nastavlja okretanje prema izlaznom otvoru ulagača sjemena i kada dođe do tog položaja sjemenka se ispušta u tlo (slika4).



A – Seed hopper/ Spremnik za sjeme; B – Air nozzle/Diza za zrak; C – Extra seed ejection/Izbacivanje suvišnih zrna; D – Drilling plate with conical chambers/Sijaća ploča s koničnim komorama; E – Drilling share/Sijaće ralo

**Figure 4.** Operating principle of prepressure drill

**Slika 4.** Princip rada sijačice na predtlak

Kvaliteta rada sijaćih aparata utvrđivana je u mjestu i to na stolu za istraživanje koji se sastoji od postolja, beskonačne ljepljive trake, elektromotora i uređaja za prijenos snage i mijenjanje brzine trake. Utvrđivan je raspored i razmak sjemena za svaki sijaći aparat kod brzine sisanja 2,6 km/h, 3,8 km/h, 5,2 km/h i 6,5 km/h. Nakon utvrđivanja kvalitete rada u mjestu obavljeno je istraživanje istih sijaćih aparata u polju i to u uvjetima eksploatacije sa istim brzinama kretanja. Nakon obavljene sjetve sa pojedinom brzinom, obavljeno je mjerenje razmaka između posijanih sjemenki na duljini od 10 m za svaki red sijačice u tri repeticije. Radi lakše ocjene preciznosti sjetve dobiveni rezultati su razvrstani u nekoliko grupa i to: 0.0-0.5 traženog razmaka, 0.5-1.5 traženog razmaka, 1.5-2.0 traženog razmaka i više od 2.0 traženog razmaka. Sjeme položeno u grupi 0.5-1.5 traženog razmaka smatra se posijanim u dozvoljenim granicama preciznosti, a sve ostalo sjeme koje je posijano izvan ove grupe, nepovoljno utječu na ocjenu kvalitete rada sijačice [13]. U istraživanjima je korišteno sjeme mrkve, cikle i salate zato što se međusobno razlikuje po krupnoći i obliku. Zadani razmak kod sjetve mrkve trebao je iznositi 3,0 cm, kod sjetve cikle 7,0 cm i kod sjetve salate 9,0 cm.

## 5. Rezultati rada

### 5.1. Rezultati dobiveni u laboratoriju

U tablici 1. prikazani su rezultati raspodjele sjemena dobiveni istraživanjem u laboratoriju. Ovi rezultati

razvrstani su u četiri grupe razmaka. Druga grupa (0,5-1,5 traženog razmaka) se smatra mjerodavnom za ocjenjivanje kvalitete rada sijačice. Rezultati u tablici 1. za mehaničku sijačicu s kolutom pokazuju da je kod sjetve mrkve i brzine sjetve 2,6 km/h najviše sjemena (95,5 %) posijano u grupi 0,5-1,5 traženog razmaka, a najmanje (88,3 %) kod brzine sjetve 6,5 km/h. Kod sjetve mrkve mehaničkom sijačicom s perforiranom trakom najviše sjemena (95, 8%) raspoređeno je na traženi razmak 0,5-1,5 kod brzine 2,6 km/h., a najmanje (87,9 %) kod brzine 6,5 km/h. Kod sjetve mrkve sa pneumatskim sijačicama postignuti su nešto povoljniji rezultati, pa je kod pneumatske sijačice s podtlakom 98,2 % sjemena posijano na razmak 0,5-1,5, a kod sijačice s nadtlakom 97,6 %. Bolji rezultati u sjetvi mrkve u odnosu na mehaničke sijačice postignuti su i kod brzine 6,5 km/h, kada je kod sijačice s podtlakom 90,5 % sjemena posijano na razmak 0,5-1,5, a kod sijačice s nadtlakom 89,7 % sjemena je posijano na 0,5-1,5 traženog razmaka.

Kod sjetve cikle u laboratorijskim uvjetima ostvareni su bolji rezultati nego kod sjetve mrkve i salate i to sa svim istraživanim sijačicama. Tako je kod mehaničke sijačice s kolutom pri brzini 2,6 km/h bilo 97,4 % sjemena posijano na razmaku 0,5-1,5, a najmanje (89,5%) pri brzini 6,5 km/h. Mehanička sijačica s perforiranom trakom u sjetvi mrkve ostvarila je malo bolje rezultate u odnosu na mehaničku sijačicu s kolutom. Iz tablice 1. vidi se da je kod sijačice s perforiranom trakom pri brzini 2,6 km/h bilo 98,0 % sjemena bilo posijano u grupi 0,5-1,5 traženog razmaka, a pri brzini 6,5 km/h 90,1 % sjemena. Pneumatske sijačice u sjetvi cikle u laboratoriju postigle

Tablica 1. Raspored sjemena kod istraživanja u laboratoriju

Table 1. Seed distribution in laboratory investigations

Crop / Kultura	Required spacing / Potrebni razmak, cm	Operating speed/ Radna brzina, km/h	Mechanical drills/Mehaničke sijačice								Pneumatic drills/Pneumatske sijačice							
			Drill with cell wheel/ Sijačica s kolutom				Drill with perforated belt/ Sijačica s perforiranom trakom				Subpressure drill/ Sijačica s podtlakom				Overpressure drill/ Sijačica s nadtlakom			
			Seed distribution as per spacing groups/Raspodjela sjemena po grupama razmaka %															
			0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5	0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5	0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5	0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5
Carrot / Mrkva	3,0	2,6	1,3	95,5	3,2	-	1,3	95,8	2,9	-	0,3	98,2	1,5	-	0,7	97,6	1,7	-
		3,8	1,7	92,7	5,6	-	3,0	92,3	4,7	-	0,6	97,4	2,0	-	1,8	96,0	2,2	-
		5,2	2,2	91,6	6,2	-	2,9	90,6	6,5	-	2,6	93,3	4,1	-	0,8	94,8	4,3	0,1
		6,5	2,4	88,3	8,1	1,2	4,3	87,9	7,8	-	3,3	90,5	6,2	-	3,3	89,7	6,8	0,2
Red beet / Cikla	7,0	2,6	0,9	97,4	1,7	-	0,5	98,0	1,5	-	0,3	98,5	1,2	-	1,5	97,5	1,0	-
		3,8	1,0	96,2	2,8	-	0,6	96,3	2,6	0,5	0,4	97,1	2,5	-	-	97,3	2,7	-
		5,2	2,0	93,9	4,1	-	2,6	93,6	3,8	-	2,6	94,0	3,2	0,2	2,6	93,1	4,3	-
		6,5	3,2	89,5	7,3	-	2,8	90,1	6,3	0,8	2,4	91,7	5,7	0,2	2,7	90,8	6,0	0,5
Lettuce /Salata	9,0	2,6	1,3	95,7	3,0	-	3,3	93,7	2,9	0,1	0,7	96,8	2,5	-	0,6	96,3	3,1	-
		3,8	0,9	94,2	4,7	0,2	3,4	93,0	3,6	-	0,5	97,5	1,8	0,2	1,0	97,0	2,0	-
		5,2	3,2	92,6	4,2	-	4,1	91,6	4,3	-	1,6	95,2	3,1	0,1	1,9	94,2	3,4	0,5
		6,5	3,9	88,1	7,5	0,5	3,6	88,3	7,8	0,3	1,8	92,6	5,3	0,3	2,1	92,1	5,6	0,2

su bolje rezultate od mehaničkih sijačica. Pneumatska sijačica s podtlakom posijala je kod brzine 2,6 km/h 98,5% sjemena u grupu 0,5-1,5 razmaka, a kod brzine 6,5 km/h, 91,7 % sjemena. Pneumatska sijačica s nadtlakom ostvarila je slijedeće rezultate: kod brzine 2,6 km/h ne razmak 0,5-1,5 posijala je 97,5 % sjemena, a kod brzine 6,5 km/h 90,8 % sjemena.

U sjetvi salate u laboratorijskim uvjetima, kada je potrebni razmak sjetve trebao iznositi 9,0 cm, sve sijačice su ostvarile lošije rezultate nego kod sjetve cikle ali bolje nego kod sjetve mrkve. Najbolji rezultati ostvareni su sa pneumatskom sijačicom s podtlakom pri brzini 2,6 km/h (96,8%), a najlošiji sa mehaničkom sijačicom s kolutom (88,1%) kod brzine 6,5 km/h.

## 5.2. Rezultati dobiveni u polju

Rezultati istraživanja dobiveni u polju prikazani su u tablici 2. Ovi rezultati razvrstani su u četiri grupe razmaka. Druga grupa (0,5-1,5 traženog razmaka) se smatra mjerodavnom za ocjenjivanje kvalitete rada sijačice. Rezultati u tablici 2. za mehaničku sijačicu s kolutom pokazuju da je kod sjetve mrkve i brzine sjetve 2,6 km/h najviše sjemena (72,5 %) posijano u grupi 0,5-1,5 traženog razmaka, a najmanje (57,2 %) kod brzine sjetve 6,5 km/h. Kod sjetve mrkve mehaničkom sijačicom s perforiranom trakom najviše sjemena (74,2%) raspoređeno je na traženi razmak 0,5-1,5 kod brzine 2,6 km/h, a najmanje (56,2 %) kod brzine 6,5 km/h. Kod sjetve mrkve sa pneumatskim sijačicama bolji rezultati postignuti su sa sijačicom s podtlakom, kada je

kod brzine sjetve 2,6 km/h u grupi razmaka 0,5-1,5 bilo posijano 76,1 % sjemena, a kod sijačice s nadtlakom u istoj grupi bilo je 75,2 % sjemena. Kod brzine rada 6,5 km/h kod sijačice s podtlakom u sjetvi mrkve bilo je 58,3 % sjemena u grupi 0,5-1,5 razmaka, a kod sijačice s nadtlakom u istim uvjetima bilo je 57,1 % sjemena.

U sjetvi cikle u polju najbolji rezultati postignuti su sa mehaničkom sijačicom s perforiranom trakom kod brzine 2,6 km/h, kada je u grupi razmaka 0,5-1,5 traženog razmaka bilo posijano 86,5 % sjemena. Kod brzine rada 6,5 km/h ova sijačica posijala je 73,9 % sjemena na razmak 0,5-1,5. Kod mehaničke sijačice s kolutom pri brzini 2,6 km/h bilo 85,7 % sjemena posijano na razmaku 0,5-1,5, a najmanje (73,1 %) pri brzini 6,5 km/h. Pneumatska sijačica s podtlakom posijala je kod brzine 2,6 km/h 79,4% sjemena u grupu 0,5-1,5 razmaka, a kod brzine 6,5 km/h, 63,8 % sjemena. Pneumatska sijačica s nadtlakom ostvarila je slijedeće rezultate: kod brzine 2,6 km/h ne razmak 0,5-1,5 posijala je 80,3 % sjemena, a kod brzine 6,5 km/h 64,2 % sjemena.

Kod sjetve salate u poljskim uvjetima i brzine rada 2,6 km/h najbolji rezultati ostvareni su sa pneumatskom sijačicom s nadtlakom kada je 78,5 % sjemena posijano u grupu razmaka 0,5-1,5 razmaka. Kod sjetve salate u polju brzinom 2,6 km/h najmanje sjemena 76,3 % bilo je posijano sa mehaničkom sijačicom s perforiranom trakom, a najviše 78,5 % sa pneumatskom sijačicom s nadtlakom. Kod brzine 6,5 km/h najbolji rezultati postignuti su sa pneumatskom sijačicom na podtlak (61,3 %), a najlošiji sa mehaničkom sijačicom s kolutom, kada je na razmaku 0,5-1,5 bilo posijano 60,3 % sjemena.

Tablica 2. Raspored sjemena kod istraživanja u polju

Table 2. Seed distribution in field investigations

Crop / Kultura	Required spacing / Potrebni razmak, cm	Operating speed/ Radna brzina, km/h	Mechanical drills/Mehaničke sijačice								Pneumatic drills/Pneumatske sijačice							
			Drill with cell wheel/ Sijačica s kolutom				Drill with perforated belt/ Sijačica s perforiranom trakom				Subpressure drill/ Sijačica s podtlakom				Overpressure drill/ Sijačica s nadtlakom			
			Seed distribution as per spacing groups/ Raspodjela sjemena po grupama razmaka %															
			0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5	0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5	0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5	0,0 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	više od 2,5
Carrot / Mrkva	3,0	2,6	2,6	72,5	24,2	0,7	1,9	74,2	23,9	-	2,2	76,1	21,4	0,3	2,2	75,2	22,5	0,1
		3,8	3,5	66,8	28,6	1,1	3,3	65,1	30,5	1,1	3,1	68,0	28,1	0,8	3,1	67,4	29,5	-
		5,2	4,7	61,4	33,0	0,9	5,0	60,4	33,2	1,4	4,5	62,5	31,3	1,7	4,8	61,7	31,3	2,2
		6,5	5,2	57,2	35,8	1,8	6,1	56,2	35,2	2,5	5,0	58,3	34,7	2,0	5,3	57,1	35,2	2,4
Red beet / Cikla	7,0	2,6	2,3	85,7	12,0	-	2,1	86,5	11,3	0,1	2,0	79,4	18,6	-	2,2	80,3	17,4	0,1
		3,8	2,8	82,4	14,6	0,2	2,0	83,1	14,5	0,4	2,7	68,7	28,6	-	3,5	74,8	21,2	0,5
		5,2	4,2	79,5	15,5	0,8	2,6	80,2	16,1	1,1	3,3	66,1	30,0	0,6	3,3	65,7	29,7	1,3
		6,5	5,0	73,1	20,6	1,3	4,6	73,9	19,7	1,8	4,6	63,8	30,3	1,3	5,0	64,2	28,7	2,1
Lettuce / Salata	9,0	2,6	2,2	76,8	20,7	0,3	2,0	76,3	21,5	0,2	1,8	77,4	20,8	-	1,7	78,5	19,5	0,3
		3,8	2,5	73,6	23,9	-	3,1	74,8	21,8	0,3	2,9	71,8	25,3	-	3,2	70,3	26,5	-
		5,2	4,8	65,1	28,3	1,8	4,6	66,5	27,9	1,0	3,6	64,6	30,8	1,0	4,0	63,8	30,5	1,7
		6,5	3,9	60,3	33,6	2,2	5,2	61,2	32,9	0,7	3,8	61,3	33,0	1,9	5,1	59,7	33,0	2,2

## 6. Diskusija

Ako sjetvu promatramo samo kao operaciju polaganja sjemena u tlo, a pritom smo odabrali dobru sortu, sjetvu obavili u optimalnom roku, sjeme položili na pravu dubinu i posijali pravilan broj sjemena po jedinici površine. tada kvaliteta sjetve zavisi od konstrukcijskog rješenja sijačeg aparata sijačice, brzine rada i podešenosti sijačice. Analizirajući rezultate istraživanja [14] proizlazi da se utjecaj radne brzine sjetve na kvalitetu iste odražava kroz pravilnost polaganja sjemena u redu i između redova, oštećenja sjemena pri prolazu kroz radne organe sijačice i dubinu polaganja sjemena.

Pravilnost rasporeda sjemena u ovisnosti o brzini kretanja nije jednaka za sve istraživane kulture. Sjeme mrkve bilo je plosnatog oblika i najviše je reagiralo na povećanje brzine sjetve. Ovo je bilo više izraženo kod sijačica s mehaničkim sijačim aparatom. Tome je razlog što se sjeme teže smješta u otvore zbog plosnatog oblika i male krupnoće. Osim toga, kod većih brzina dolazi do bržeg okretanja koluta ili trake, pa sjeme nema dovoljno vremena da se smjesti u otvore sijačeg aparata. Pri istraživanju procesa ulaska sjemena u sijači aparat kod mehaničkih sijačica utvrđeno je da visina sjemena u spremniku za sjeme, odnosno u komori, utječe na pravilno popunjavanje otvora sijačeg aparata. Ovo lošije popunjavanje otvora sijačih aparata u vezi je s promjenom jačine trenja, koje zavisi od koeficijenta trenja klizanja, koeficijenta trenja mirovanja i normalne sile [15].

Kod sjetve sve tri kulture se povećanjem brzine kretanja smanjuje sklop zbog pojave praznih mjesta. To smanjenje sklopa biljaka ne ide linearno, nego ide puno brže kod većih brzina kretanja. U istraživanjima je utvrđeno da se postizanje zadanog sklopa najlakše ostvaruje kod najmanjih brzina sisanja. U kontroliranom režimu rada, na probnom stolu, postignuti su bolji rezultati u kvaliteti sjetve nego na polju, kako kod mehaničkih tako i kod pneumatskih sijačica. Razlog tome je kod mehaničkih sijačica proklizavanje pogonskih kotača sijačice, proklizavanje klinastih remena i trešnja sijačice zbog neravnina sjetvene površine, a kod pneumatskih sijačica neravnomjeran broj okretaja ventilatora.

Rezultati istraživanja u laboratoriju i na polju pokazuju da su bolji rezultati postignuti kod sjetve pneumatskim sijačicama i to u sjetvi sve tri sijane kulture. Razlog tome je taj što pneumatske sijačice precizno izdvajaju po jednu sjemenku, sjeme polažu u brazdicu s male visine, tako da ono ne odskače. Nadalje, iz rezultata istraživanja proizlazi da su sa pneumatskim sijačicama moguće veće radne brzine, bez opasnosti da se sjeme ošteti.

## 7. Zaključci

Rezultati dobiveni istraživanjima u laboratoriju i u eksploataciji sijačica upućuju na slijedeće zaključke:

- Kod laboratorijskih istraživanja postignut je precizniji raspored sjemena u odnosu na istraživanja u polju;
- Mehanički sijači aparati osjetljivi su na oblik i veličinu sjemena, a što je rezultiralo lošijom kvalitetom sjetve;
- S povećanjem brzine sjetve kod svih istraživanih sijačica dolazi do smanjenja preciznosti sjetve, a najmanje na povećanje brzine sjetve reagirale su pneumatske sijačice;
- Najbolji rezultati postignuti su u sjetvi cikle, a kod sjetve mrkve koja ima manje sjeme i sijana je na manji razmak u redu dobiveni su najlošiji rezultati.

## LITERATURA

- [1] HAFRAT, W.: *Faktoren für die Ablagegenauigkeit von Einzelkornsämaschinen*, Praktische Landtechnik No 4, Frankfurt 1998, 157-161.
- [2] IVANČANIN, S.; SITO, S.; FABIJANIĆ: *Analiza rada mehaničkog sijačeg aparata u sjetvi povrća*, Strojarstvo, 43, 4-6, 2001.
- [3] TODORIĆ, I.; BOROŠIĆ, J.: *Sjetva sitnozrnog sjemenja povrća*, Međunarodni simpozij *Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede*, Zbornik radova, Opatija 1990, 185-188.
- [4] WENNER, L.H.: *Angewandte Landtechnik*, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München 1980, 121-127.
- [5] KROMER, K.H.; LABOWSKY, H.J.; LECHNER, H.: *Einzelkornsämaschinen für Kohl- und Kopfsalat im Freiland*, Gemüse No 5, 156-160.
- [6] ZIMMER, R.; KOŠUTIĆ, S.; ZIMMER, D.: *Poljoprivredna tehnika u ratarstvu*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek 2009.
- [7] DLG: *Einzelkornsämaschine*, Gruppe 5a/60, Deutschen Landwirtschafts – Gesellschaft, Frankfurt am Main 1999.
- [8] BASIN, B. C.: *K teoriji zapolnenija semenami jačestih aparata točnoga viseva*, Traktori i seljhozmašini No. 8, Moskva 1966, 18-20.
- [9] ..., Službeni list br.47/97, *Pravilnik o kvaliteti sjemena poljoprivrednog bilja*, Zagreb 1997.
- [10] BASIN, B. C.: *K teoriji zapolnenija semenami jačestih aparata točnoga viseva*, Traktori i seljhozmašini No. 8, Moskva 1966, 18-20.
- [11] ZIMMER, R.; BANAJ, Đ.; BRKIĆ, D.; KOŠUTIĆ, S.: *Mehanizacija u ratarstvu*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek 1997.
- [12] DLG, Prüfberichte, Gruppe 5b, *Einzelkornsämaschine*, Deutschen Landwirtschafts – Gesellschaft, Frankfurt am Main 1999.
- [13] DLG: *Einzelkornsämaschine*, Gruppe 5a/60, Deutschen Landwirtschafts – Gesellschaft, Frankfurt am Main 1999.
- [14] IRLA, E.; HEUSSER, J.: *Einzelkornsämaschinen im Vergleich*, Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, FAT-Berichte, 401
- [15] BAZJANAC, D.: *Tehnička mehanika, 1.dio Statika*, Tehnička knjiga, Zagreb 1963.