



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Департман за пољопривредну технику

Ана Ухларик

дипл. инж. пољопривредне_технике

ТЕХНОЛОГИЈА СЕТВЕ ПИЛИРАНОГ СЕМЕНА СЕМЕНСКЕ
ЛУЦЕРКЕ
МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2017



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Департман за пољопривредну технику

Кандидат

Ана Ухларик

Ментор

Проф. Др Јан Туран

ТЕХНОЛОГИЈА СЕТВЕ ПИЛИРАНОГ СЕМЕНА СЕМЕНСКЕ
ЛУЦЕРКЕ

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2017

Комисија за одбрану и оцену мастер рада

Проф. Др Јан Туран, ванредни професор,
Ужа научна област Пољопривредна техника
Пољопривредни факултет, Нови Сад
Ментор

Проф. Др Бранко Ћупина, редовни професор,
Ужа научна област Ратарство и повртарство
Пољопривредни факултет, Нови Сад
Члан комисије

Проф. Др Ондреј Поњичан, ванредни професор
Ужа научна област Пољопривредна техника
Пољопривредни факултет, Нови Сад
Председник комисије

Садржај

РЕЗИМЕ

ABSTRACT

1. УВОД.....	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	3
2.1 Значај луцерке.....	3
2.2 Квалитет семена луцерке.....	4
2.3 Сетва луцерке.....	5
2.4 Облагање семена луцерке.....	6
2.5 Пилирање семена.....	6
2.5.1 Поступак пилирања.....	8
2.6 Пнеуматске сејалице за прецизну сетву.....	9
2.6.1 Одређивање квалитета рада сејалице.....	11
3. ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА.....	15
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА.....	16
4.1. Лабораторијско испитивање.....	16
4.2 Процена ницања пилираног семена у реалним условима.....	17
4.3 Оглед на Римским Шанчевима.....	17
4.4 Сетва у лабораторијским условима.....	19
4.4.1 Анализа мерења.....	19
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА.....	21
5.1. Маса 1000 семена и дебљина слоја пилир масе.....	21
5.2 Клијавост пилираног семена у лабораторијским условима.....	22
5.3. Процена ницања пилираног семена луцерке.....	22
5.4 Принос зелене масе луцерке.....	23
5.5 Сетва у лабораторијским условима	24
5.5.1 Математички модел сетве пилиране луцерке.....	32
6. ЗАКЉУЧАК.....	36
7. ЛИТЕРАТУРА.....	37

РЕЗИМЕ

Описиваној проблематици недостају литературни извори пошто се пилирање семена луцерке, као такво, ретко примењује у пракси. Такође, прецизна сетва луцерке изведена пнеуматским сејалицама још увек у пракси нема практичну примену, што овај рад ставља на виши ниво по структури и значењу.

Сетва луцерке представља проблем чији је главни фактор величина семена и квалитет запреминске сетве. Током зиме 2016/17 године Завод за крмно биље у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду почео је са производњом пилираног семена луцерке како би се решили проблеми који се јављају током машинске сетве семенске луцерке, као што су неуједначен и непознат распоред запреминске сетве и број биљака по јединици површине у смислу превелике густине. Производња семена луцерке или технологија гајења семенске луцерке профилише се у смеру формирања мањег броја биљака по јединици површине из разлога повећања цветова, приступачне светлости, влаге и хранљивих материја. Стога је од великог значаја луцерку посејати запремински али прецизније што ће се постићи крупнијим семеном, тачније пилираним семеном.

Циљ истраживања је био утврђивање потребног повећања масе семена луцерке и испитивање карактеристика пилираног семена (масе 1000 семена, енергија клијања, уједначеност ницања) као и упознавање са самом технологијом пилирања семена луцерке. Такође, тежи се ка омогућавању сетве луцерке пнеуматским сејалицама са подпритиском ради извођења прецизне сетве.

Кључне речи: Луцерка, пилирање, сетва

ABSTRACT

The described problem is lacking in literary sources since the seed pelleting is, as such, rarely applied in practice. Also, precise alfalfa sowing carried out by pneumatic seed drills is still not used in practice, which puts this work at a higher level in terms of structure and meaning.

Alfalfa sowing represents a problem with the seed size and volume as a main factors. During the winter of 2016/17 Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad, Forage Crops Department started with the production of pelleted alfalfa seed to solve arising problems during precise sowing, like uneven and unknown number of seeds and too big density of seeds per acre. Alfalfa seed production technology profiles itself in reduction of the number of plants, thus forming bigger flowers, giving them better growing conditions such as light, soil moisture and nutrition. The importance of precise alfalfa sowing is great and it can be achieved by using bigger pelleted seed.

The aim of this study was to establish the seed mass enhancement needed and assaying the pelleted seed characteristics (1000 seed weight, germinating energy, uniformity of germinating), and also introduction of the alfalfa seed pelleting technology. Also, this research tends to enable precise alfalfa sowing using pneumatic sowers with subpressure.

Keywords: Alfalfa, pelleting, sowing

1. УВОД

Сетва семенске луцерке најчешће се изводи запремински, помоћу сејалица са сетвеним апаратом са назубљеним ваљцима. Овакве сејалице тј сетвени апарати избацују већу количину семена и након сетве добар део семена остане у сејалици, па се део семена изгуби чишћењем. Главни проблем код сетве ситнозрних култура, поготово механичким сејалицама је управо у томе што се непотребно користи већа количина семена него што је заправо потребно. Оптималан број биљака за производњу семена луцерке у агроеколошким условима Србије износи 250 биљака/м². У производним условима, уколико користимо квалитетно семе и ако је земљиште добро припремљено а сејалице могу правилно да распореде предвиђену количину семена (12,5-25 cm међуредни размак), довољно је 12-15 kg/ha семена (*Карагић и сар. 2011*).

Један од разлога зашто се уводи прецизна сетва луцерке је појава аутоксичности у луцериштим. Код луцерке је изражена појава аутоксичности која спречава ницање нових биљака. Овај феномен се појачава са старењем луцеришта и са прегустом сетвом (*Ундерсандер и сар. 2011*). Превелика норма сетве семена луцерке неће дати већи број биљака него ће чак довести до супротног ефекта, доћи ће до природног проређивања биљака и једини ефекат који ће се тиме постићи је непотребан губитак семена.

Појава пнеуматских сејалица за прецизну сетву представља велики преокрет у пољопривредној производњи. Могућност подешавања размака семена у реду не само да доводи до уштеде семена него и до развитка здравијих, снажнијих биљака а самим тим и до квалитетнијих и већих цветова, плодова и семена. Равномеран распоред биљака по парцели омогућује биљкама и равноправну доступност ресурса која са собом повлачи равномеран развој и принос по целој површини парцеле. Кључан предуслов за остваривање овог циља је улагање семена у тло на подједнаком, прописаном, растојању између семена унутар реда. Велики напредак који би побољшао рад и функционалност постојећих сетвених апарата и самих сејалица односи се на калибрацију семена која мора бити остварена применом законских прописа и одговарајућих стандарда. Овде долази до изражаја опште познато уверење да униформисање објекта и процеса потпомаже њихово механизовање, и посебно њихову аутоматизацију. Калибрација семена би, иначе, значајно допринела већем коришћењу пнеуматских сејалица на бази вакума којима је за сада неуједначеност величине и облика семена велика препрека у експлоатацији (*Марковић и сар. 2009*).

Недостатак овог вида сетве је у потреби за униформним сетвеним материјалом што се тиче облика и величине семена. Проблеми који се јављају при машинској сетви као што су празна и дуплирана места у редовима су мање изражени ако је семе крупније. Отвори на сетвеним плочама су стандардизовани за већину семена које се користи у пољопривредној производњи, али за успешно изведену сетву потребна је, поред добре предсетвене припреме земљишта, и уједначеност семена по облику и величини. Ово представља посебан проблем ако је семе неправилног облика и ситно, јер тада долази до већих губитака током сетве.

Повећањем масе семена луцерке поступком пилирања требало би да се олакша извођење прецизне сетве на жељени размак у реду и смањи непотребан утрошак семена.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1 Значај луцерке

Луцерка (*Medicago Sativa*) припада реду *Fabales*, фамилији *Fabeaceae*, трибусу *Trifolieae*, роду *Medicago* (слика 1). Род *Medicago* обухвата више од 60 врста од којих су две трећине једногодишње. Луцерка је најзначајнија вишегодишња крмна легуминоза како због висине приноса и квалитета крме, тако и са аспекта површина које заузима код нас и у свету (Карагић и сар., 2011). Ако се посматра хранљива вредност, луцерка спада у једну од водећих крмних биљака у производњи кабасте сточне хране. Луцерка спада у најважније вишегодишње легуминозе на нашим просторима. Главни разлог за то јесте висок принос квалитетног сена. У четири до пет откоса годишње, укупна продукција суве материје креће се и преко 18 t/ha. Добијено сено, ако се коси на време и добро сладишти је одличног квалитета и високог садржаја сирових протеина (18-22%), одличне је сварљивости, повољног аминокиселинског састава и садржи велику количину минералних материја (P, K, витамина и каротена).

Уз помоћ бактерија из рода *Rhizobium*, луцерка има способност фиксације азота из ваздуха, што омогућава задовољење потреба биљке за азотом као и остављања велике количине азота у земљишту након разоравања, што у великој мери смањује укупне потребе за коришћењем азотних минералних ђубрива и даје луцерки велики еколошки значај. Велика количина органске материје која остане у земљишту након разоравања луцеришта веома повољно утиче на квалитет и структуру земљишта. Вишегодишњи период искоришћавања, који искључује трошкове заснивања сваке године, чини ову врсту веома рентабилном и радо гајеном. Луцерка има велику употребну вредност. Може се користити у свежем облику, као сено, силажа или сушена/пелетирана. Јако је популарна за исхрану говеда у производњи млека, а једнаку улогу има и у исхрани оваца, коња, коза и зечева, како због високе енергетске вредности, тако и због високог садржаја влакана и протеина.



Слика 1: Луцерка (Фото:Завод за крмно биље 2016)

2.2 Квалитет семена луцерке

Семе луцерке представља врло конкурентну робу на тржишту (слика 2). Физичке и биолошке особине семена луцерке доприносе да се лако транспортује и преноси из региона у регион. Семе задржава клијавост неколико година уколико је правилно ускладиштено. Захваљујући ниском садржају влаге у семену (до 9%), у складишту семе напада релативно мали број штеточина. Ове особине семена луцерке чине га веома погодним за домаћу и међународну трговину (Карагић и сар., 2011).



Слика 2: Упаковано семе луцерке (Фото: Карагић 2009)

Квалитет семена луцерке одређује већи број параметара (клијавост, чистоћа, влага и др.) који зависе од више фактора производње (временски услови зрења, агротехника) као и од манипулације са семеном након жетве (дорада и складиштење). Пожњевено семе углавном има чистоћу око 80%, па се обавезно мора дорађивати – чистити. Семе пролази кроз низ

машина које одвајају примесе, корове и штуро неупотребљиво семе. Дорађено семе луцерке треба да има чистоћу 99,4%, клијавост 82%, масу 1000 семена од 1,9 до 2,3 г и садржај влаге до 9%. Боја семена диктира квалитет а самим тим и цену па је боље ако је семе светлије (слика 3).



Слика 3: Дорађено семе луцерке (Фото: ориг.)

2.3 Сетва луцерке

Семе луцерке је ситно па је веома важно сејати га на одговарајућу дубину да се обезбеди довољна покривеност семена земљом а да се, с друге стране, омогући лако ницање тј избијање клице на површину. Што се сетвене норме тиче, треба сејати од 16 до 20 килограма семена луцерке по хектару. Сетву је најбоље обавити житном ускоредном сејалицом на међуредном растојању од 12,5 см и на дубини од два до три см. Након сетве је неопходно применити ваљање глатким ваљцима, ради омогућавања бољег контакта семена са земљиштем а самим тим и уједначенијег клијања и ницања.

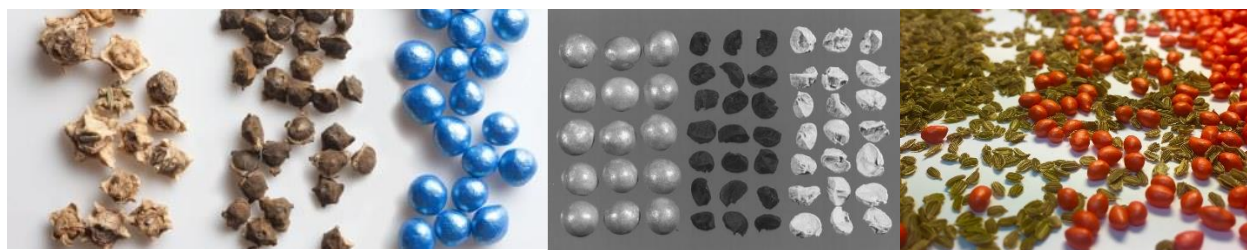
Да би заснивање луцеришта било успешно, неопходна је добро изведена и што прецизнија сетва. Луцерка има ситно семе неправилног облика па се сетва изводи запремински а не појединачно што доводи до неуједначеног распореда семена у редовима а самим тим и до неуједначеног ницања биљака. Како би се омогућила прецизна сетва семена луцерке, семе се дорађује процесом пилирања или инкрустрације како би постало крупније, једноставније за манипулацију и заштитило у почетним фазама клијања и ницања.

2.4 Облагање семена луцерке

Један од поступака који је сличан пилирању, а већ се примењује на семену луцерке је облагање. Првобитно, облагање семена је кориштено као бољи начин да се обезбеде квржишне бактерије како би се осигурала биљна нодулација. Ово је и даље циљ, али су многе компоненте са додатном вредношћу означене тако да пружају бољу заштиту биља, повећану апсорпцију воде, повећану клијавост и доступност микро хранљивих материја, као и контролу инсеката и паразита. Још једна област која има проширену употребу јесу природни органски премази (*Advances in Alfalfa Seed Coatings*). Облагање семена луцерке представља поступак прекривања семена танким слојем премаза, који у себи садржи одређене микро и макроелементе који поспешују клијање, служе као заштита од инсеката и болести у почетним фазама развоја клице и помажу нодулацији корена луцерке. Смеше које се користе при облагању семена се састоје из носача и активних материја. Носач је најчешће кречњак. Облагање семена кречњаком је доказана техника за побољшање раста махунарки као што је луцерка у киселим земљиштима (*Coated seeds and methods*). Рецепт за ове смеше има више, и најчешће су патентиране од стране произвођача, али суштина им је иста или слична. Састоје се најчешће од кречњака, микро и макроелемената (N, P, K, Ca, Zn) и полимера који апсорбује воду тј везује влагу за семе а има могућност растварања у води. Након облагања семена, слично поступку пилирања, додаје се боја. Овај поступак не промени облик семена и не утиче значајно на апсолутну масу.

2.5 Пилирање семена

Пилирање је процес увећавања семена наношењем пилир-масе у слојевима, тако да семе добије облику форму и тежину. Процес пилирања одавно је познат и практиковао се у Кини пре око 1000 година на семену пиринча, где је семе потапано у блато а затим сушено, да би било крупније и лакше за манипулацију. Са појавом пнеуматских сејалица за прецизну сетву, пилирање све више добија на значају, а посебно у последњих 30 година. Семе које се најчешће пилира је семе црног лука, парадајза, мркве и семена трава, а можда највише од свега пилира се семе шећерне репе како би му се побољшао облик (слика 4).



Слика 4: Пилирано семе репе, лука и мркве

Предност пилирања семена огледа се у следећем:

- Повећањем димензије се повећава апсолутна маса семена
- Убрзава се клијање а самим тим и ницање семена због везивања влаге за семе
- Боље механичке особине семена што омогућава прецизнију сетву
- Заштита семена од болести и штеточина

Семе које се користи за пилирање мора бити високог квалитета и мора проћи комплетан процес дораде. Удео корова и примеса мора бити у дозвољеним границама.

Маса за пилирање се састоји од мешавине везива: бентонит, поливинил ацетат (PVA), поливинилпиролидон (PVP) и метил-целулоза, (микрокомпоненте у одређеном односу) и прашава: целулоза, глина, вермикулит, магнезијум термофосфат и фитинска киселина (Пескел и сар. 2011). Према неким ауторима (Котлински и сар. 1989) пилир-маса је раствор микромолекуларних компоненти као што су органске (карбоксилне) киселине и деривати амонијака у односу 1:0,001, затим акрилни полимери и органска карбонска једињења (полиакрилонитрил или акрилонитрил кополимер) или други полимери као што је целулоза, памук, албумин, полиамид или полиестер (10% у односу на укупну количину). У зависности од састава маса може бити глинена (бентонит) па у том случају није потребно користити лепак у процесу пилирања или може бити неглинена (кречњак, целулоза), где је неопходно додавање лепка у процес пилирања. Након наношења пилир-маса на семе се додаје боја, која има улогу да заштити масу од отпадања са семена као и да заштити семе од напада птица након сетве, што је чест случај.

На тржишту постоји више произвођача боја које се користе за пилирање семена. Хемијски састав и однос микроелемената у бојама је патентиран и заштићен од стране произвођача. Сваки произвођач нуди различите нијансе које се могу међусобно мешати

како би се добила жељена нијанса. Боје за пилирање могу бити у течном облику или у облику прашка. Боје у течном облику су концентровани раствори који се додатно мешају са водом. Боје у праху се наносе на влажно семе или се растварају у води пре наношења. У зависности од нијансе, боје се праве мешањем органских и неорганских једињења чија својства имају одређени пигмент. Неки од неорганских једињења су оксиди гвожђа или хрома а органски су минералне соли, калцијум сулфат, баријум сулфат, алуминијум оксид. Веома је важно да састав боје која се користи за пилирање добро реагује са пилер-масом и да нема штетних ефеката по семе, тј да не утиче на рН вредност семена и енергију клијања.

2.5.1 Поступак пилирања

Поступак пилирања семена луцерке се изводи у неколико фаза и траје око 1 сат. Наношење пилер-маса се врши у специјалним ротирајућим бубњевима (слика 5) са распрскивачима а боја у течном или у прашкастом облику се додаје на крају.



Слика 5: Бубањ за пилирање (Фото: оригинал)

Након наношења пилер-маса влага семена је повећана и семе је лепљиво па се одмах приступа сушењу. Семе се суши у контролисаним условима у специјалним коморама помоћу топле ваздушне струје. Металне коморе за сушење имају поклопце у облику сита на које се семе сипа у танком слоју. Током сушења обавезно је мешање ради уједначеног сушења. Сушење се врши помоћу ваздуха загрејаног на 40°C и траје максимално 25 минута, након чега треба извршити калибрацију семена помоћу сита, како би се издвојила евентуално слепљена семена. Након овог поступка семе је спремно за паковање и за сетву. Сетву пилираног семена луцерке је могуће побољшати употребом пнеуматских сејалица за прецизну сетву, при чему се тежи ка смањењу употребљеног семена.

2.6 Пнеуматске сејалице за прецизну сетву

Кључни агрономски фактори који утичу на клијање семена и на адекватан развој биљака су правилан одабир културе у односу на поднебље и тип земљишта на коме се врши сетва, начин припреме земљишта пре сетве, правилан одабир семена у смислу физичких, механичких и биолошких карактеристика, дубина сетве као одабир термина и услова сетве. Процес рада сејалица може се посматрати кроз следеће фазе:

1. припрема/равнање површина,
2. консолидација површине предсабијањем,
3. отварање браздице, спуштање семена у браздицу и њено затварање,
4. сабијање земљишта око семена.

Код већине решења сејалица ове фазе се делимично преклапају или обављају истовремено. Међу свим механичким склоповима сејалице који обезбеђују извршење одређене фазе сетве, највећи степен динамичности поседује сетвени апарат помоћу кога се регулише распоред семена у реду и испуштање семена у земљиште. Како је ово и најодговорнији машински склоп сејалице, постоји велики број решења који у комбинацији са ваздушном струјом обезбеђују одговарајући квалитет сетве. Пред сетвени апарат се постављају три кључна захтева у процесу сетве:

- обезбеђивање универзалности сејалице у смислу могућности сетве семена различитих димензија и различитих култура,
- што прецизније растојање и распоред семена по парцели,
- да не оштећује семе.

Равномеран распоред биљака по парцели омогућује биљкама и равноправну доступност ресурса која са собом повлачи равномеран развој и принос по целој површини парцеле. Кључан предуслов за остваривање овог циља је улагање семена у земљиште на подједнаком, прописаном, растојању између семена унутар реда. Такође, пред сетвени апарат се поставља веома тежак захтев уколико је потребна сетва са паралелограмским распоредом семена, јер тада треба ускладити рад сетвених апарата на сејалици независно од секције до секције. Од начина и интензитета контакта семена и земљишта зависи брзина клијања која касније утиче на отпорност и развој биљке. Добро утиснуто семе у земљиште лакше долази до влаге и хранива, те брже клија и развија коренов систем који утиче на каснију стабилност, отпорност и развој биљке. Оштећење семена могуће је током пута које

семе прелази од резервоара на сејалици до саме браздице. Иако нису честа појава, оштећења у виду ломова и нагњечења су ипак могућа, углавном због механичког контакта семена са бројним елементима система сетвеног апарата.

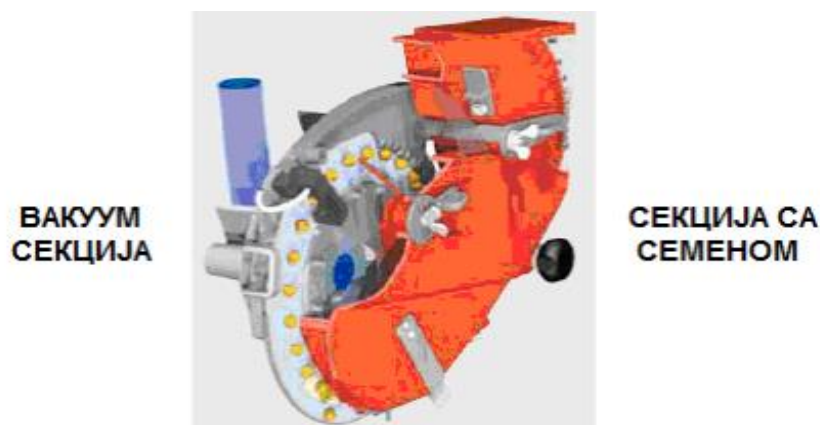
Сетвени апарат преузима семе из резервоара и полаже/улаже га у браздицу формирану у земљишту. Сходно наведеним захтевима које мора да испуни, сетвени апарат се састоји из три функционална склопа, од којих зависи квалитет сетве:

- сетвене плоче која је преносник и дистрибутер семена од момента преузимања из резервоара до његовог избацивања у тло,

- скидача (стругача, издувача) вишка семена са сетвене плоче који уклања вишак семена уколико је сетвена плоча преузела из резервоара неколико зрна у један свој отвор тако да у отвору остане само једно зрно, и

- избацивача семена који је задужен да у одређеном моменту избаци семе из отвора, уколико је семе заглављено. Ваздушна струја подпритисног или надпритисног типа је неопходна у остваривању улога сетвеног апарата за приљубљивање зрна, ношење или одстрањивље вишка зрна (при надпритиску).

Сетвени апарати пнеуматских сејалица вакуумског типа користе ваздушну струју у којој влада подпритисак. Улога ове ваздушне струје је да усисним ефектом „налепи“ семе за отворе на сетвеној плочи дуж целе површине сетвене плоче која је изложена дејству ваздушног подпритиска. Сетвене плоче су облика танког диска код којих се по неком унутрашњем обиму налазе једна или више ниски кружних отвора које морају бити мањег промера него што је минимални пречник семена културе која се сеје. Сетвена плоча попут преграде фиктивно дели сетвени апарат на две секције. У једној секцији је довод ваздуха мањег притиска од атмосферског те се у овом делу ствара вакуум, али не по целој површини сетвене плоче, јер у доњем делу плоче, оном где испада семе, влада атмосферски притисак. У другу секцију доводи се семе из резервоара (слика 6).



Слика 6: Конструкција сетвених апарата вакуумских пнеуматских сејалица (Фото:Д. Марковић и сар.)

Када отвор сетвене плоче наиђе у област са семеном, једна или више семенки се „залепе“ за отвор сетвене плоче под дејством вакуума из суседне секције сетвеног апарата. Семе не може проћи кроз ове отворе јер је већег пречника од самих отвора, али се зато различите сетвене плоче морају мењати за сваку биљну врсту понаособ. Вакуум мора да буде толики да се постигне држање зрна на отвору, да се савлада трење зрна у маси зрна и да се постигне максимално убрзање зрна до обимне брзине коју има сетвена плоча. Потребна вредност ваздушне струје зависи од масе зрна, од распореда отвора на плочи (удаљеност од осе), од угаоне брзине плоче, итд. Уколико се налепе две или више семенки на једном отвору, онда механички скидач скида вишак семенки, док само једна наставља своје кружно кретање са сетвеном плочом док не наиђе на избацивач односно на област у којој влада атмосферски притисак. Тада на семе делује само сила гравитације и семе слободно пада и доспева у отворену браздицу у земљишту. Међусетвено растојање зрна у реду зависи од: броја захтеваних зрна по m^2 (норма сетве), одабране сетвене плоче и од преносног односа од точка сејалице до сетвене плоче. Број посејаних зрна треба да је већи за 10-12% од жељеног броја изниклих биљака. (Марковић и сар 2009).

2.6.1 Одређивање квалитета рада сејалице

Постоји неколико техника за одређивање квалитета рада сејалица (Јаса и Дики, 1982; Брукс и Чурч, 1987; Кацман и Смит, 1995; Карауал и сар, 2005; С. Ебрахиман, Х. Р. Гасемзадех, 2011). Јанке и Ербах (1985) користили су класичну методу за утврђивање квалитета тако што су ручно откопали ред након сетве и на тај начин утврдили квалитет

бројањем зрна и мерењем размака између истих. Синг и сарадници (2005) коришћен метод коментаришу као добру методу са великим недостатком. Недостатак представља време потребно за откопавање сваког реда сетвене јединице, затим број понављања ради добијања веродостојнијих резултата што додатно изискује додатно време. Кепнер и сар. (1987) су мерили растојање између биљака а затим израчунали индексе раста и перформанси. Коцхер, Лан, Чен и Смит (1998) описују проред између семена системом оптичко-електронске евалуације, и то мерењем временских интервала између исејавања семена и редом локације семена у зависности која је сејалица коришћена односно сетвени апарат, што представља брзу методу утврђивања дистрибуције семена у бразду. Оглед је изведен у лабораторијским условима. Рахеман и Синг (2003) развили су сензоре засноване на регистровању проласка семена поред сензора чим их сетвена плоча испусти. Карајел, Висехоф, Озмерзи, Мулер (2005) описују системе камера високе брзине за евалуацију распореда семена у реду и брзину пада семена у бразду. Перформансе система брзих камера упоређиване су са резултатима добијени мерењем размака семена на лепљивој траци пробног стола. Што се трака брже кретала а сетвена плоча спорије, тиме је коефицијент варијације размака у реду, брзина пада и коефицијент варијације брзине пада семена била мања. Веи Ли, Јиацин Лин (2006) отишли су даље, па су развили комплетан софтвер за прерачунавање квалитета сетве. Они су развили технологију испитивања уз помоћ одговарајућег софтверског пакета да се израчуна аутоматски хоризонтална и вертикална дистрибуција семена. Костић и сар. (2011) у испитивању прототипа оптичко-електронске контроле сетве извештава да је грешка у раду поменутог система била повезана са врстом семена а не са брзином сетве. Грешка се кретала и до 4,5 % код соје, код кукуруза 0,92 % а код сунцокрета је била 1,88 %.

Меши и сар. (2008) наглашавају да прецизност механичких сетвених апарата више зависи од уједначености облика и димензија зрна и радних брзина у односу на механичко-пнеуматске. Као посебан утицајни фактор, Меши (2000) дефинише појаву „радног ритма“. Поменути аутор објашњава да је то дисхармонијски режим рада трансмисионих елемената сејалице, који настају због несавршености израде елемената и различитог хабања у току експлоатације саме сејалице. Осврнуо се на системе обраде који имају значајан утицај на проценат изниклих биљака (Меши и сар., 2010).

За описивање уједначености сетве обично се користи аритметичка средина размака (AM), стандардна девијација размака између биљака (SD) и коефицијент варијације (CV).

Ако се претпостави да је семе високе клијавости, онда се са сигурношћу може тврдити да је принос у директној зависности од квалитета сетве и склопа биљака по јединици површине. Главни задатак сетве је дистрибуција семена на оптималну дубину уз адекватан размак између семена. Бројни су фактори који утичу на дистрибуцију семена у земљишту. Резултат оптималне сетве по вертикалном и хоризонталном правцу манифестује се у виду бољег клијања и ницања а поред тога осигурава повећање приноса и смањује утицај међусобних биљака на вегетациони простор у смислу расположиве светлости, хранљивих материја и воде (*Грипентрог, 1998; Караел и Озмерзи, 2002*). На квалитет хоризонталне и вертикалне расподеле семена утиче размак између редова, дубина сетве, земљишни услови, дизајн сејалице, густина семена и оперативне вештине руковаоца (*Грипентрог, 1998*).

Количина исејаног семена у реду и размак између семена су битни фактори у производњи, што има утицај на уједначен раст и развој биљака и стабилан принос. Ови параметри зависе од експлоатационих могућности сетвене јединице сејалице. За одређивање размака између семена, Јнке и Ербах (1985) су означили секцију реда, откопали ред и направили директно мерење тако што су уз помоћ мерне траке записивали на којим се размацима налази семе. Неопходно је дуго времена и тешко је ископати и лоцирати мало семе без откривања њихове локације. Из тих разлога квалитет сетве се мери и израчунава тек након ницања усева јер је склоп биљака главни фактор успешне и профитабилне производње (*Кепнер и сар., 1987; Коџер и сар., 1998; Рахман и Синг, 2003*). Јаса и Дики (1982) су одавно утврдили да на квалитет сетве има утицај припремљеност сетвеног слоја и изглед микрорељефа парцеле. Тврде да је код технологије без обраде униформност сетве најбоља. Озмерзи и сар. (2002) испитивали су утицај различите дубине сетве кукуруза у погледу хоризонталне и вертикалне дистрибуције семена. Хоризонтална расподела (униформност дистрибуције) није била другачија при сетви на дубини 40, 60 и 80 mm. Дистрибуција семена, индекс ницања и време ницања нису зависили од различитих технологија обраде земљишта. (*Караел и Озмерзи, 2002*).

Тако Панинг и сар. (2000) при испитивању сејалице за сетву шећерне репе наводе да су најмањи коефицијент варијације имали при брзини од 3,2 km/h. Са повећањем брзине до 8 km/h коефицијент варијације се повећавао код свих сејалица. У лабораторијским условима, униформност је била боља или једнака резултатима који су добијени на пољу. (*Чаухан и сар.1999*) се задржавају на сетвену јединицу као главни предуслов за

униформнију дистрибуцију семена. У том смислу наводе да није било значајнијих одступања од задатог размака у реду при брзини 2, 3.5 и 5 km/h.

Аритметичка средина размака зависи од семена или густина биљака и уздужне расподеле. За уобичајене сејалице, CV од 20% је прихватљива тачност која се постиже код механичких и пнеуматских машина када се добро подесе (*Грипентрог, 1998*). Вилкинс и сар. (1991) уводи индикатор квалитета сетве који се зове Индекс униформности размака. Овај индекс је квантитативни опис квалитета сетве преко размака семена у реду. Ово је само један од много назива за Коефицијент прецизности који је данас опште прихваћен коефицијент који описује квалитет сетве. Коефицијент прецизности дефинисан је ISO стандардом а садржи *ISO MISS index* и *ISO Multiples index*.

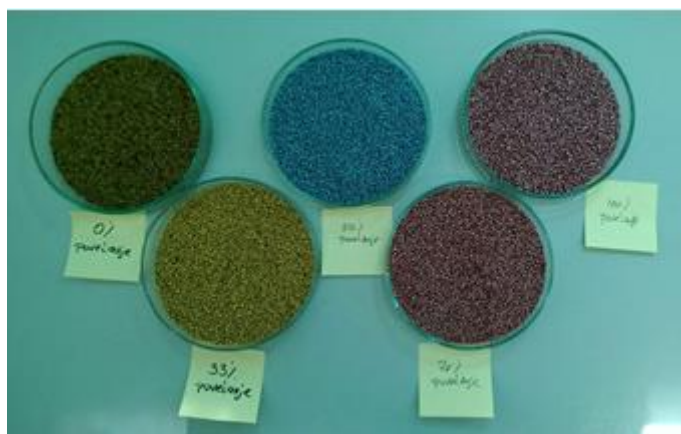
3. ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА

Сетва луцерке се углавном изводи запремински због изазова који представља прецизна сетва ситног семена. Употребом сејалица са назубљеним сетвеним ваљцима "баци" се више семена него што је потребно.

Задатак истраживања био је да се поступком пилирања повећа димензија семена луцерке и побољшају његове механичке особине, као што су апсолутна маса, облик, величина и површинска храпавост, а у циљу да се омогући употреба пнеуматских сејалица са сетвеним плочама. Резултати који се очекују су како пилирање семена луцерке утиче на његово клијање и развој младе биљке у почетним фазама раста и развоја, да ли је сетва пнеуматским сејалицама изводљива на пилираном семену луцерке као и да ли повећање апсолутне масе поступком пилирања има утицаја на извођење прецизне сетве.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Испитивање је извршено огледно и лабораторијски из четири целине: лабораторијским испитивањем у Заводу за крмно биље у Институту за ратарство и повртарство, проценом ницања у реалним условима на Пољопривредном факултету у Новом Саду, постављањем огледа на Римским Шанчевима и експерименталном сетвом у лабораторијским условима, такође на Пољопривредном факултету. Семе луцерке које је прошло процес пилирања је испилирано на четири начина, тако да се добију четири различита повећања апсолутне масе: повећање од 33%, повећање од 50%, повећање од 75% и повећање од 100% у односу на натуралну масу (слика 7).



Слика 7: Пилирано семе луцерке (Фото:оригинал)

4.1 Лабораторијско испитивање

Рађено је лабораторијско испитивање енергије клијања и клијавости пилираног семена луцерке у односу на натурално семе. Вредности које се прате и испитују су енергија клијања семена, клијавост семена и склоност ка труљењу. Испитивање ових особина се ради наклијавањем семена у петри посудама и праћењем њиховог понашања (слика 8).



Слика 8: Наклијавање семена у петри посудама

Наклијавање семена се ради у три понављања по 100 семена. Семе се ређа на филтер папир натопљен водом и држи у комори за наклијавање. Након 4 дана врши се прво читавање резултата тј броје се исклијала семена, чиме се добија енергија клијања. Након 10 дана од дана стављања узорача добија се клијавост семена. Пилирано семе луцерке треба да никне уједначеније од непилираног семена а пилир-маса која га окружује треба да се истопи како би дозволила клици нормалан раст. Такође је измерена и дебљина слоја пилир масе на сва четири типа пилираног семена (33%, 50%, 75% и 100% повећања масе).

4.2 Процена ницања пилираног семена у реалним условима

Процена ницања пилираног семена на Пољопривредном факултету у Новом Саду извршена је ручном сетвом различито испилираног семена луцерке, тј са различитим повећањем апсолутне масе семена (33%, 50%, 75% и 100%) као и са различитим нормама. Семе је ручно посејано у огледне саксије од 1 м² у по једном понављању (слика 9).



Слика 9: Огледне саксије (Фото:оригинал)

4.3. Оглед на Римским Шанчевима

Оглед на Римским Шанчевима заснован је 03.04.2017. године (слике 10 и 11). Посејано је семе чија је маса након пилирања повећана за 33% а семе претходно лабораторијски тестирано. У огледу је ручном сејалицом посејано пилирано и непилирано семе различитих норми како би се пратило ницање, уједначеност раста, број биљака и принос зелене масе након прва два откоса. Оглед је посејан по блок систему у по четири понављања. Третмани означени бројевима 1, 2 и 3 представљају пилирано семе сетвене норме 10, 15 и 20 килограма по хектару а третмани 4, 5 и 6 представљају натурално семе сетвене норме 10, 15 и 20 килограма по хектару.

Заштита 2 реда	1/IV	2/IV	3/IV	4/IV	5/IV	6/IV	Заштита 2 реда
	5/III	6/III	4/III	1/III	2/III	3/III	
	6/II	5/II	4/ II	3/II	2/II	1/II	
	3/I	5/I	6/I	1/I	2/I	4/I	

Слика 10: Шематски приказ огледа



Слика 11: Оглед на Римским Шанчевима (фото:оригинал)

4.4 Сетва у лабораторијским условима

Сетва у лабораторијским условима урађена је у лабораторији на Пољопривредном факултету у Новом Саду. За тестирање су коришћена сва четири типа пилираног семена луцерке (33%, 50%, 75% и 100%) као и натурално семе. У процесу тестирања кориштена је сетвена секција пнеуматске сејалице Маја за широкоредне усеве (слика 12). Сејалица има ниски сетвени апарат, који омогућава сетву ситног семена. У сетвеном апарату се налази сетвена плоча са 60 отвора, промера ϕ 1 милиметар на коју се семе качи због дејства вакуума.



Слика 12: Уређај за тестирање сејалице (Фото: оригинал)

Кориштена је електронска контрола сетве која прати правилан излаз семена, размак у реду, број празних места, број дуплих места и количину семена по хектару. Параметри који су регулисани су брзина обртања сетвене плоче и притисак турбине а за тестирање је коришћено пилирано семе луцерке.

4.4.1 Анализа мерења

Показатељ квалитета сетве, како у лабораторијским, тако и у пољским условима изражава се помоћу коефицијента варијације који представља количник стандардне девијације и аритметичке средине. Стандардна девијација је показатељ просечног одступања размака исејаног семена од аритметичке средине. Аритметичка средина размака семена при сетви, према ISO стандарду, у идеалним условима би требала да је једнака задатом размаку семена у реду, што је стандардно одступање мање (мање од 0,03 метра, то

је сетва прецизнија). Квалитет сетве је добар уколико је стандардизовано одступање између 0,03 до 0,05 метара. Међутим, уколико овај релативни показатељ сетве прелази вредност од 0,05 метара, квалитет сетве се мора прогласити непрецизним односно недовољно квалитетним. Апсолутни показатељ квалитета сетве свакако представља коефицијент варијације који се креће у вредностима од 3% до 18% при мерењу квалитета сетве сетвених апарата у лабораторијским условима. Показује процентуално средње одступање од аритметичке средине. Наведени параметри су основа за оцену квалитета сетве представљеном сетвеном плочом и различитим врстама поменутог семена. Добијени резултати коефицијента варијације су се даље процесуирали уз помоћ програма статистика 12 (statsoft statistica 12) и софтвера математика 10 (wolfram mathematica 10). Пре било каквог моделирања или статистичке обраде, неопходно је добијене резултате мерења поставити по унапред дефинисаном моделу, облику, тачније хијерархији. Тако су добијени следећи нивои или разреди односно категорије поделе, има их 3: Први главни јесте подела семена по количини додате пилир масе (l). Следећи ниво је вредност подпритисака који је означен са (p) и коначни, последњи ниво односно степен поделе или разграничења је број обртаја сетвене плоче (n). Резултат који је представљао коефицијент варијације је добијен комбинацијом наведених фактора а који су приказани следећом шемом:

Шема за хијерархијску статистику:

0%			33%			50%			75%			100%		
0,1 bar	0,2 bar	0,3 bar	0,1 bar	0,2 bar	0,3 bar	0,1 bar	0,2 bar	0,3 bar	0,1 bar	0,2 bar	0,3 bar	0,1 bar	0,2 bar	0,3 bar
24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min	24;21; 18;15 o/min

На овај начин добијена су три нивоа статистичке обраде: први, утицај пилир масе на квалитет сетве, где су фактори потпритиска и број обртаја сетвене плоче груписани у оквиру сваког појединачног фактора пилир масе. Други ниво је утврђивање утицаја потпритиска на коефицијент варијације односно квалитет сетве али узимајући у обзир претходни фактор а то је количина пилир масе (l). Трећи, последњи начин, је утврђивање постојања статистички значајне разлике у оквиру промене броја обртаја сетвене плоче али укључујући претходне категорије потпритиска и пилир масе. Модел изгледа овако: l (количина пилир масе), p (l) – (притисак у функцији количине пилир масе), n (p*l) – (број обртаја у функцији пилир масе и подпритиска).

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

На основу мерења и испитивања особина пилираног семена и сетве семена луцерке, добијени су резултати који су табеларно и графички приказани.

5.1. Маса 1000 семена и дебљина слоја пилир масе

Мерена је маса 1000 семена као и дебљина слоја пилир масе која је обложила семе луцерке. Маса 1000 семена мерена је помоћу аналитичке ваге, а резултати дати у табели 1:

Табела 1: Маса 1000 семена пилираног и непиланог семена луцерке изражена у грамима

Врста семена	0%	33%	50%	75%	100%
Тежина (g)	2,1	2,8	2,99	3,46	4,42

Дебљина слоја пилир масе мерена је помоћу микроскопа и компјутерског програма Tcapture (слика 13). Резултати измерене дебљине слоја пилир масе дати су у табели 2:

Табела 2: Дебљина слоја пилир масе изражена у μm

Врста семена	33%	50%	75%	100%
Средња вредност, μm	64,74	100,33	105,62	175,14
Стандардна девијација, μm	24,26	21,82	36,74	47,23
Коефицијент варијације, %	37,47	21,76	34,78	26,97



Слика 13: Слој пилир масе (Фото: оригинал)

5.2 Клијавост пилираног семена у лабораторијским условима

Наклијавање пилираног и непилираног семена луцерке рађено је у по три понављања. Семе је држано 10 дана у петри посудама, у комори за наклијавање у којој влада константна температура од 20° C при чему су добијени резултати дати у табели 3:

Табела 3: Клијавост пилираног и непилираног семена луцерке

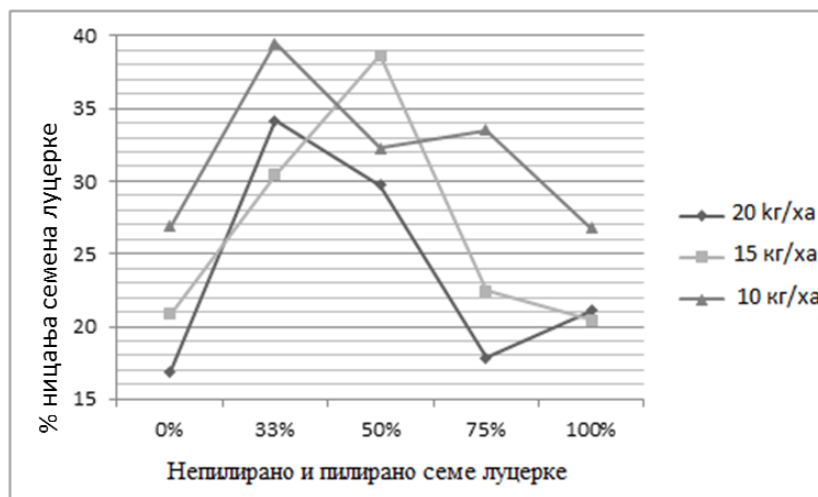
Врста семена	0%	33%	50%	75%	100%
Клијало [%]	80	83	90,3	92	85,3
Труло [%]	3	0	0,3	0,3	2,3
Тврдо [%]	17	17	9,3	7,6	12,3
Укупна клијавост [%]	97	100	99,6	99,6	97,63

Укупна клијавост семена добија се сабирањем клијалог и тврдог семена. Према томе, најбоље резултате, што се тиче енергије клијања, показало је семе чија је апсолутна маса повећана за 75%, као и семе чија је маса повећана за 50% у односу на укупну тежину. Што се тиче клијавости, најбоље резултате је показало семе са повећањем масе од 33% а семе које је испилирано са повећањем масе за 75%, односно 100% развило је слабије и краће клице и било склоније труљењу.

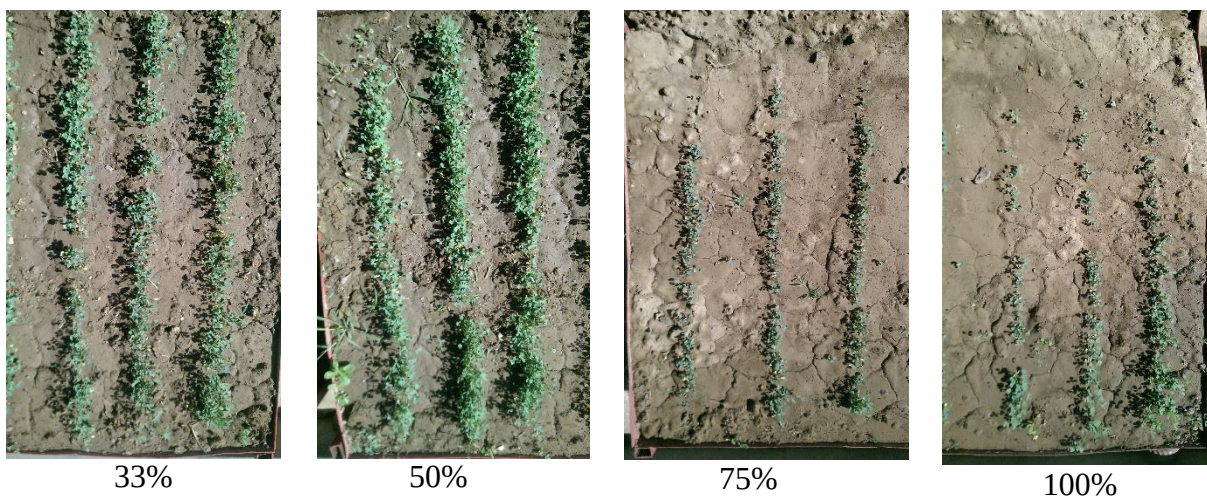
5.3. Процена ницања пилираног семена луцерке

На Пољопривредном факултету у Новом Саду посејано је пилирано семе луцерке у огледне саксије, а затим избројане изникле биљке. Ова величина упоређена је са укупним бројем посејаног семена луцерке, са резултатима датим у графику 1:

График 1: Проценат ницања пилираног семена луцерке



Из графика 1 може се закључити да је семе са процентом повећања масе од 33%, као и семе са процентом повећања масе од 50% никло са најбољим резултатима. Семе луцерке са повећањем масе од 75% односно 100% развило је мањи број биљака слабијег пораста (слика 14).



Слика 14: Семе посејано у огледне саксије (Фото: Оригинал)

5.4 Принос зелене масе луцерке

Оглед посејан на Римским Шанчевима имао је два откоса, где је мерен принос зелене масе на свакој огледној парцели. Парцеле су површине од 10 м² са различитим нормама пилираног, и непилираног семена луцерке. Резултати су приказани у графицима 2 и 3.

График 2: Принос зелене масе луцерке након првог откоса

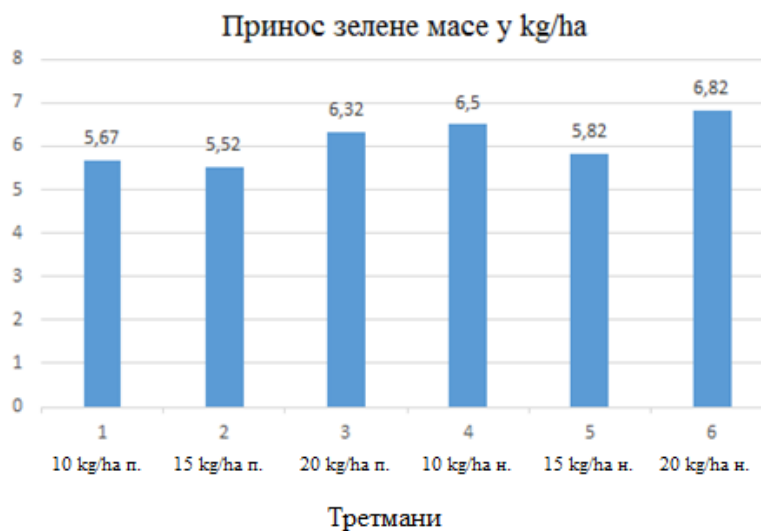
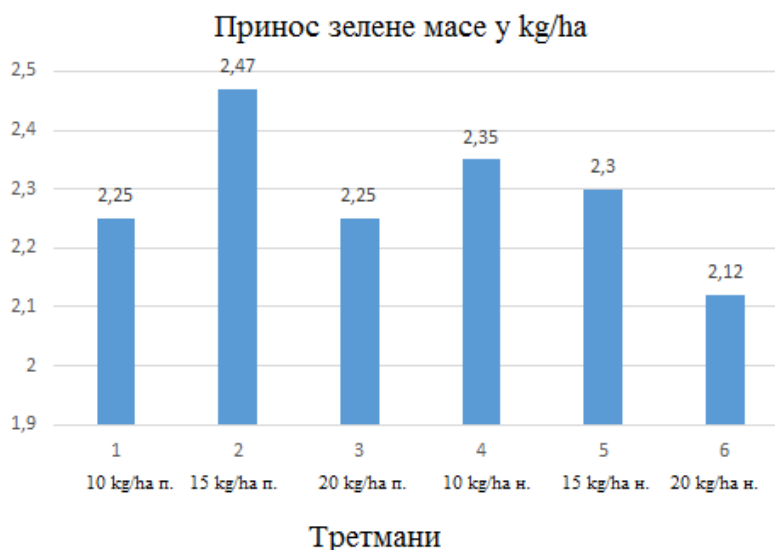


График 3: Принос зелене масе луцерке након другог откоса



Из графика 2 и 3 се може закључити да је принос зелене масе луцерке, након првог откоса, био највећи на парцелама са нормом од 20 килограма по хектару натуралног семена (парцеле бр.6), а након другог откоса, принос је био највећи на парцелама са нормом од 15 килограма по хектару пилираног семена (парцеле бр.2).

5.5 Сетва у лабораторијским условима

Резултати праћени током прецизне сетве статистички су обрађени користећи дескриптивну (хијерархијску) статистику и Данканов тест.

Помоћу **хијерархијске дескриптивне статистике** упоређивано је неколико параметара који су се мењали током лабораторијске сетве пилираног семена луцерке: Брзина обртања сетвене плоче (15 о/мин, 18 о/мин, 21 о/мин и 24 о/мин); радни притисак који ствара турбина сејалице (0,1 bar, 0,2 bar и 0,3 bar) и пилирано семе испилирано са 33%, 50%, 75% и 100% повећања апсолутне масе, као и непилирано семе тј 0%. Параметри су упоређивани тако да се добије коефицијент варијације као резултат утицаја истих један на други. У табели 4 дат је коефицијент варијације рачунањем просека размака израчунатих дужина, посматрањем само семена које је тестирано.

Табела 4: Коефицијент варијације у односу на пилирано семе

Пилир маса	Бр. исејаних семена	Коеф. Варијације (%)	Станд. Девиијација (cm)	Станд. Грешка
0	229	8.855	3.850	0.254
33	201	6.470	3.328	0.235
50	188	4.756	2.947	0.215
75	175	5.225	2.239	0.169
100	197	7.970	3.990	0.284

У табели 5 дата је промена коефицијента варијације упоређивањем промене вредности након промене притиска, где се може видети да је најмања грешка и најбоље изведена сетва пилираног семена са 50% повећања апсолутне масе, при притиску од 0,3 bar (4,75%). Такође, сетва пилираног семена са 50% и 75% повећања се показала као успешнија у односу на сетву непилираног, тј семена са повећањем од 33% и 100%. У том случају се коефицијент варијације кретао преко 7% тачније 7.97 (100% пилирано) односно, 8,85% (непилирано семе). Вредности коефицијента варијације указују на то да је квалитет сетве одличан уз помоћ одабране плоче и семена са пилир масом од 50% и 75%, што потврђује и вредност стандардне девијације(табела 4). Ове вредности су се кретале од 2,23 cm до 2,94 cm за најквалитетније посејано семе са пилир масом 50% и 75%. Потврда лошијег квалитета сетве осталог семена утврђује се на основу стандардне девијације која прелази 3 cm.

Табела 5: Коефицијент варијације у односу на пилирано семе и промену притиска

Пилир маса	Притисци	Број исејаних семена	Коеф. Варијације (%)	Станд. Девиијација (cm)	Станд. Грешка
0	0.1 bar	75	9.870	4.583	0.529
0	0.2 bar	76	7.352	2.802	0.321
0	0.3 bar	78	9.343	3.548	0.402
33	0.1 bar	68	7.548	4.084	0.495
33	0.2 bar	58	4.759	1.713	0.225
33	0.3 bar	75	6.817	3.014	0.348
50	0.1 bar	67	5.485	3.476	0.425
50	0.2 bar	73	5.037	2.635	0.308
50	0.3 bar	48	3.309	1.983	0.286
75	0.1 bar	60	5.138	2.505	0.323
75	0.2 bar	56	5.398	2.374	0.317
75	0.3 bar	59	5.148	1.810	0.236
100	0.1 bar	69	9.760	5.145	0.619
100	0.2 bar	61	7.661	2.862	0.366
100	0.3 bar	67	6.408	2.578	0.315

У табели 6 дата је промена коефицијента варијације упоређивањем промене вредности након промене притиска и брзине окретања сетвене плоче. Промена притиска не утиче значајно на непилирано семе, као ни на семе са 100% повећања апсолутне масе, док има значајнији утицај на семе са повећањем апсолутне масе за 50% и 75%. Променом подпритиска долази се до већег утицаја на коефицијент варијације односно квалитет сетве. Тако се у наредној табели уочава да је квалитет сетве најбољи при подпритиску од 0,3 bar и претходно помињаном семену са 50% пилир масе. У следећој табели се региструју две појаве. Прва је да опет пилирано семе луцерке са 50% и 75% пилир масе показује најбоље резултате при сетви. Друга је да се са повећањем вредности подпритиска, квалитет сетве побољшава. При повећању вредности подпритиска коефицијент варијације опада. Стога, може се регистровати да је коефицијент варијације око 5% код 50% и 75% пилираног семена. Изузетно лош квалитет сетве регистрован је при коришћењу 100% пилираног семена луцерке а то је потврђено вредностима коефицијента варијације од преко 9%. Слични резултати су добијени код непилираног семена. Додатно, у колони стандардне девијације односно стандардизованог одступања при факторима 100% пилираног семена и подпритиску од 0,1 bar забележено је стандардизовано одступање са преко 5 cm. У истој овој колони ниске вредности код поменутих фактора, вредности стандардне девијације су 2,6 или 2,5 односно 1,7 иако је коефицијент варијације у неприхватљивим границама.

Табела 6: Коефицијент варијације у односу на пилирано семе, промену притиска и промену броја обртаја сетвене плоче

Пилир маса	Притисци	Обртаји сетвене плоче	Број исејаних семена	Коеф. Варијације (%)	Станд. Девијација (cm)	Станд. Грешка
0	0.1 bar	15 o/min	18	6.522	1.898	0.447
0	0.1 bar	18 o/min	20	6.951	2.024	0.453
0	0.1 bar	21 o/min	18	10.665	2.874	0.667
0	0.1 bar	24 o/min	19	15.360	4.207	0.965
0	0.2 bar	15 o/min	20	5.002	1.269	0.284
0	0.2 bar	18 o/min	22	7.150	2.223	0.474
0	0.2 bar	21 o/min	15	10.375	2.836	0.732

Табела 6 (наставак 1):

0	0.2 bar	24 o/min	19	7.675	2.255	0.517
0	0.3 bar	15 o/min	13	7.098	2.143	0.594
0	0.3 bar	18 o/min	19	8.094	1.396	0.320
0	0.3 bar	21 o/min	20	8.388	2.726	0.610
0	0.3 bar	24 o/min	26	12.112	4.124	0.809
33	0.1 bar	15 o/min	18	3.509	1.018	0.240
33	0.1 bar	18 o/min	15	5.279	1.721	0.444
33	0.1 bar	21 o/min	22	10.687	3.610	0.770
33	0.1 bar	24 o/min	13	10.446	2.709	0.751
33	0.2 bar	15 o/min	14	5.239	1.461	0.391
33	0.2 bar	18 o/min	14	3.301	0.997	0.267
33	0.2 bar	21 o/min	16	5.582	1.686	0.421
33	0.2 bar	24 o/min	14	4.796	1.756	0.469
33	0.3 bar	15 o/min	18	4.143	1.378	0.325
33	0.3 bar	18 o/min	20	8.742	2.408	0.538
33	0.3 bar	21 o/min	17	5.094	1.682	0.408
33	0.3 bar	24 o/min	20	8.765	2.859	0.639
50	0.1 bar	15 o/min	17	2.889	0.877	0.213
50	0.1 bar	18 o/min	18	3.423	0.861	0.203
50	0.1 bar	21 o/min	15	5.607	1.560	0.403

Табела 6 (наставак 2):

50	0.1 bar	24 o/min	17	10.158	3.315	0.804
50	0.2 bar	15 o/min	20	2.754	0.682	0.153
50	0.2 bar	18 o/min	15	4.231	1.301	0.336
50	0.2 bar	21 o/min	18	4.604	1.206	0.284
50	0.2 bar	24 o/min	20	8.314	2.411	0.539
50	0.3 bar	15 o/min	13	2.275	0.724	0.201
50	0.3 bar	18 o/min	12	1.577	0.313	0.090
50	0.3 bar	21 o/min	13	3.514	0.672	0.186
50	0.3 bar	24 o/min	10	6.467	1.561	0.494
75	0.1 bar	15 o/min	14	4.655	1.150	0.307
75	0.1 bar	18 o/min	21	3.940	1.131	0.247
75	0.1 bar	21 o/min	13	4.368	1.604	0.445
75	0.1 bar	24 o/min	12	8.632	3.147	0.909
75	0.2 bar	15 o/min	15	3.769	0.776	0.200
75	0.2 bar	18 o/min	14	4.096	1.191	0.318
75	0.2 bar	21 o/min	13	5.692	1.754	0.486
75	0.2 bar	24 o/min	14	8.171	2.385	0.637
75	0.3 bar	15 o/min	15	4.438	1.324	0.342
75	0.3 bar	18 o/min	19	4.498	1.526	0.350
75	0.3 bar	21 o/min	13	4.937	1.333	0.370
75	0.3 bar	24 o/min	12	7.294	1.671	0.482
100	0.1 bar	15 o/min	14	5.812	1.383	0.370
100	0.1 bar	18 o/min	17	6.725	2.095	0.508

Табела 6 (наставкак 3):

100	0.1 bar	21 o/min	16	8.726	2.480	0.620
100	0.1 bar	24 o/min	22	15.368	5.018	1.070
100	0.2 bar	15 o/min	12	5.832	1.926	0.556
100	0.2 bar	18 o/min	19	6.333	1.849	0.424
100	0.2 bar	21 o/min	15	7.235	1.759	0.454
100	0.2 bar	24 o/min	15	11.233	2.362	0.610
100	0.3 bar	15 o/min	19	5.626	1.461	0.335
100	0.3 bar	18 o/min	17	5.376	1.615	0.392
100	0.3 bar	21 o/min	17	5.364	1.603	0.389
100	0.3 bar	24 o/min	14	9.991	2.622	0.701

Како се подпритисак кретао од 0,1 до 0,3 bar а број обртаја сетвене плоче од 15 до 24 о/мин, добијени резултати, као и у претходним груписаним табелама, потврђују те наведене коментаре и запажања. Анализом семена увећаног за 50% пилир масом и са нижим бројем обртаја сетвене плоче у функцији подпритиска, региструје се најнижи коефицијент варијације од 1,57% при подпритиску од 0,3 bar и 18 о/мин, односно 2,27% и 15 о/мин при истом подпритиску. Ово су уједно и најниже вредности стандардне девијације према задатим факторима код свих испитиваних семена. Нешто лошији резултати забележени су код истог семена али мало мањег притиска од 0,2 односно 0,1 bar, где се при обртајима диска од 15 о/мин коефицијент варијације креће од 2,75 до 2,88. Слични резултати утицаја притиска су добијени код семена са 33% односно 75% пилир масе при 2,5 односно 18 о/мин. Израчунати су коефицијенти варијације од 3,5 до 5,23 за 33% пилирану луцерку. Код 75% пилиране луцерке коефицијент варијације кретао се од 3,76 до 4,49%. Са повећањем подпритиска коефицијент варијације се смањује, али не и са повећањем броја обртаја плоче, коефицијент варијације достиже вредности од преко 15% код непилираног семена односно 100% пилираног семена. Генерално, са повећањем броја обртаја сетвене плоче, коефицијент варијације расте што указује на неуједначен квалитет сетве код семена са 33%, 50% и 75% пилир масе, ова вредност прелази 10% и 12% што указује на неуједначену и лошу сетву. Оно на шта треба обратити пажњу јесте стандардна девијација која износи само 0,3 код 50%

пилираног семена при највишем испитиваном подпритиску и 18 о/мин сетвене плоче. Стандардна девијација се код 33%, 50% и 75% при бројевима обртаја плоче од 15 до 18 креће у распону од 0,72 до 1, 52. Како је коефицијент варијације бољи и уједначенији код 75% пилираног семена, тако је и стандардна девијација мања код поменутог у односу на 33%. Разлика је у просеку 12 до 23%. Може се слободно рећи да постоји драстичан скок са повећањем броја обртаја сетвене плоче са 21 на 24 о/мин што се може дефинисати као нека критична или гранична тачка промене квалитета сетве. Посебно је изражено код непилираног и 100% пилираног семена, при притиску од 0,1 bar, где је промена са 8, 72% на 15, 37% у коефицијенту варијације, код 100% пилираног семена луцерке. Код непилираног семена, поменути скок се креће од 10,66% до 15, 36%. Стандардна девијација је увећана на регистрованим тачкама за више од 53%.

Како је испитивање спроведено у складу са предвиђеним стандардом за одређивање квалитета сетве, недостаје још део који се односи на мерење и израчунавање броја или удела празних и дуплих места у укупном узорку (ISO miss index i ISO multiple index). Анализом података добијено је да су ови индекси испод границе од 0,5% те их је бесмислено наводити а и статистички процесуирати.

Статистичком обрадом добијених података, као хијерархијски систематизовани подаци, употребом **Данкановог теста** у оквиру генерализованог линеарног модела, добијено је постојање високо статистички значајне разлике код добијених резултата. У табели 7 са 95% вероватноће установљено је да број обртаја сетвене плоче и вредности подпритиска имају утицај на квалитет сетве непилираног и пилираног семена луцерке.

Табела 7: Утицај броја обртаја сетвене плоче и подпритиска на квалитет сетве

Duncan test; variable Y (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = .05000	
Error: Between MSE = 4.8465, df = 930.00	
I	Y
	Mean
50	4.756 ^a
75	5.225 ^b
33	6.470 ^c
100	7.970 ^d
0	8.855 ^e

Тестирањем Данкановим тестом приказаном у табели 8 може се са 95% сигурности потврдити да је квалитет сетве са 50% пилираним семеном најбољи при тестирању са свим испитиваним параметрима од осталих варијанти пилираног семена. Нешто лошији квалитет сетве остварује се са 75% пилираног семена. Квалитет сетве је најлошији код непилираног семена, што се може тврдити са 95% сигурности.

Да је ефекат притиска и пилираног семена утицао на квалитет сетве, потврђено је статистичком обрадом и приказано у табели 8. Када се жели издвојити, као закључак и дати предност неком пилираном семену, онда то свакако треба урадити са 50% и 75% пилираног семена. То је приказано у табели где се јасно уочава да су у истој групи 50% и 75% пилираног семена са испитиваним притисцима. Додатно, у доњем делу табеле, без обзира што нису груписани у једну исту колону, налази се непилирано и 100% пилирано семе. На основу овога, може се са 95% сигурности тврдити да подпритисак игра важну улогу у квалитету сетве са непилираним и 100% пилираним семеном, односно да је квалитет сетве најлошији код непилираног и 100% пилираног семена. Штавише, уједначеност квалитета сетве такође је доказана, јер се са истим прагом значајности учаву уједначеност квалитета сетве код 50% и 75% пилираног семена.

Табела 8: Ефекат притиска на пилирано семе

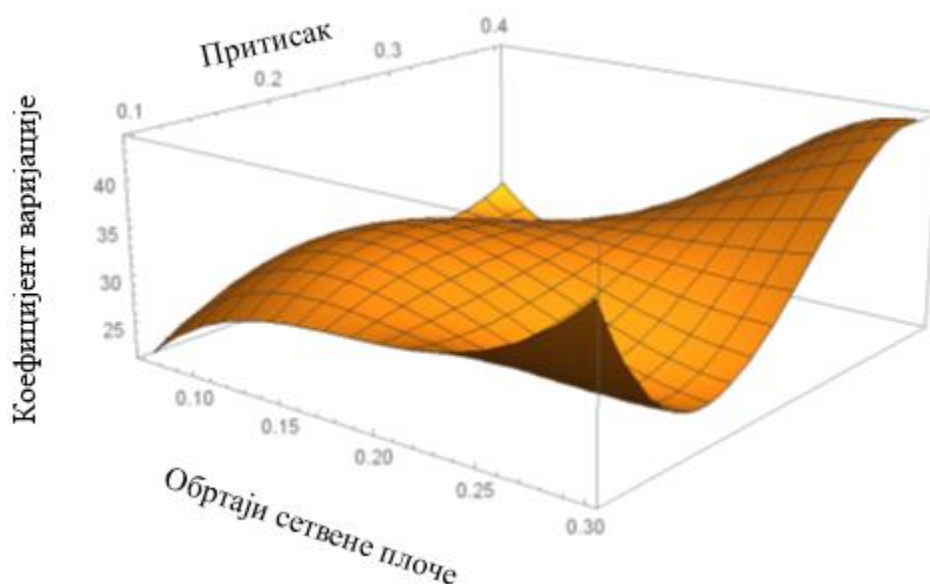
Duncan test; variable Y (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = .05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MSE = 4.8465, df = 930.00		
I	p	Y
		Mean
50	0.3 bar	3.309 ^a
33	0.2 bar	4.759 ^b
50	0.2 bar	5.037 ^b
75	0.1 bar	5.138 ^b
75	0.3 bar	5.148 ^b
75	0.2 bar	5.398 ^b
50	0.1 bar	5.485 ^b
100	0.3 bar	6.408 ^c
33	0.3 bar	6.817 ^{cd}
0	0.2 bar	7.352 ^{de}
33	0.1 bar	7.548 ^{de}
100	0.2 bar	7.661 ^e
0	0.3 bar	9.343 ^f
100	0.1 bar	9.760 ^f
0	0.1 bar	9.870 ^f

5.5.1 Математички модел сетве пилиране луцерке

Математички модел направљен је у програму Wolfram mathematica где је графички представљен коефицијент варијације а рачунањем добијен R^2 , што представља коефицијент детерминације. Подаци су поређани по хијерархијском моделу. Добијени модели описују промену квалитета сетве (коефицијент варијације) са променом броја обртаја сетвене плоче и подпритиска. Уз помоћ ових модела се може предвидети квалитет сетве при другим параметрима у смислу промене пилираног семена, подпритиска и броја обртаја сетвене плоче. Модел је рађен у ограничењима од 0,05 bar до 0,5 bar и 6 и 30 о/мин. Додатно, модели, који су добијени помоћу вишеструке нелинеарне регресије су приказани графички.

Непилирано 0%

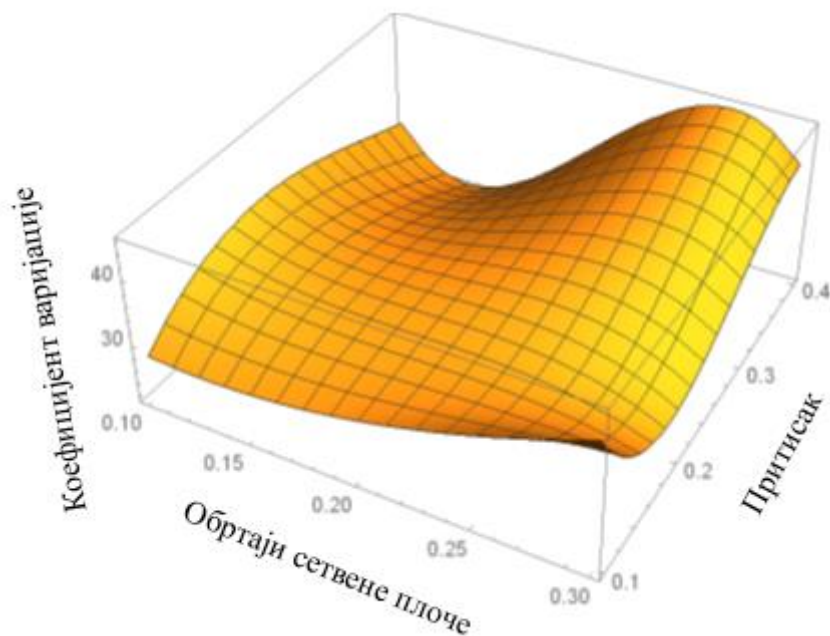
$$Y = -96.086x^2 + 4401.000x^3 + 7206.234xy - 38737.952x^2y + 8681.975x^3y - 362.536y^2 - 21713.047xy^2 + 124415.664x^2y^2 + 1834.598 - 1997.429xy^3 - 231860.009x^3y^3$$



$$R^2=0.998$$

Пилирано 33%

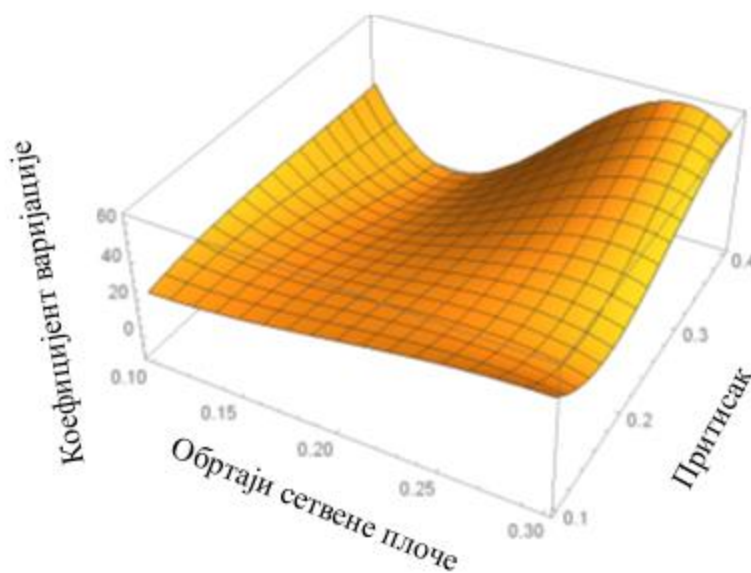
$$Y = 3461.262x^3 + 404.754y - 1818.292x^2y - 38344.569x^3y - 487.241y^2 - 15519.320xy^2 + 90101.235x^2y^2 + 1230.420y^3 - 167150.332x^3y^3$$



$R^2=0.996$

Пилирано 50%

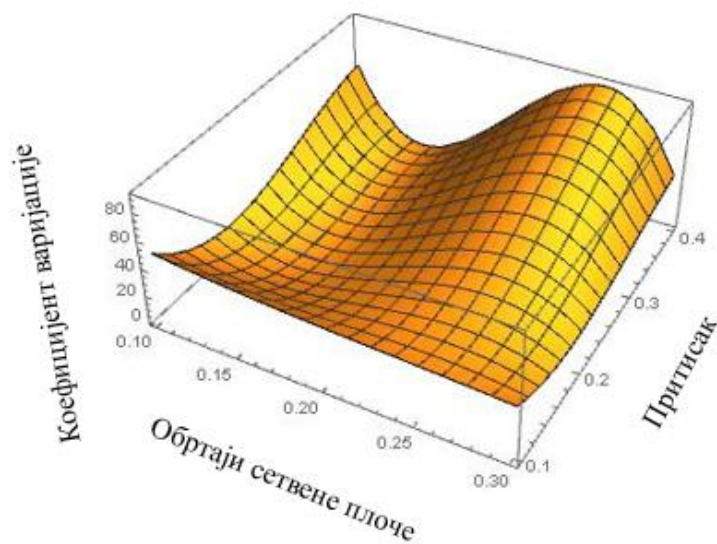
$$Y = 5368.294 + 3432.253xy - 95218.318x^3y + 4257.743y^2 - 79899.681xy^2 + 286646.320x^2y^2 - 2469.574y^3 + 40448.915xy^3 - 617525.702x^3y^3$$



$R^2= 0.991$

Пилирано 75%

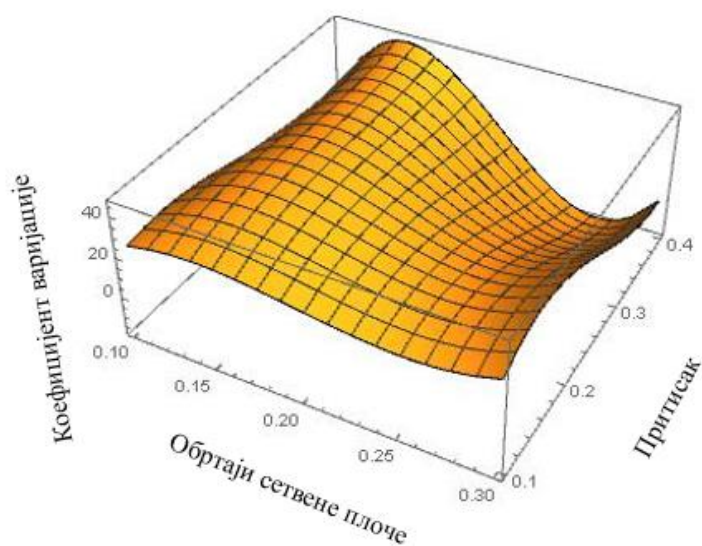
$$Y = 3455.46x - 21761.4x^2 + 37804.7x^3 - 36159.7xy + 229314x^2y - 396512x^3y + 8437.19y^2 - 21552.3xy^2 + 15335.8x^2y^2 - 8760.2y^3 + 17332.8xy^3$$



$$R^2 = 0,996$$

Пилирано 100%

$$Y = -1425.080x^3 + 9262.412xy - 60361.996x^2y + 137548.801x^3y - 5035.596 + 42031.826xy^2 - 135699.275x^2y^2 + 5327.114y^3 - 28416.149xy^3 + 325335.344x^3y^3$$

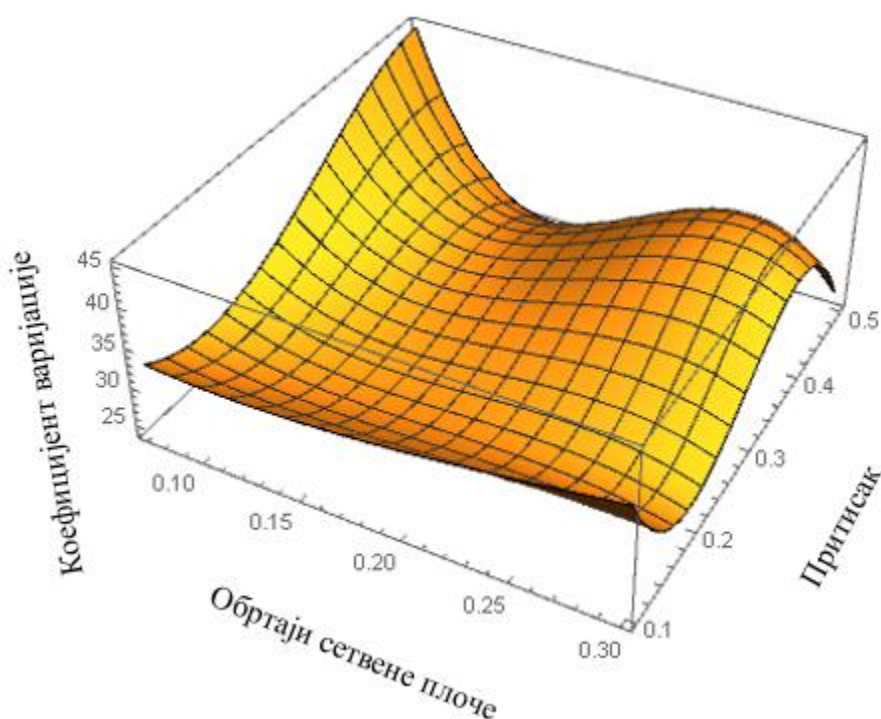


$$R^2 = 0,999$$

Када се групишу сви фактори претходног испитивања, добије се следећи наведени модел са припадајућим графиком. Вредност у овом моделу заменом вредности X са одговарајућим притиском и Y са одговарајућим бројем обртаја сетвене плоче, могуће је добити коефицијент варијације односно квалитет сетве са 98% поузданости било ког непилираног и пилираног семена.

$$Y = 46.72 + 1285.992x^3 - 213.670y - 16257.058x^3y + 1095.248y^2 - 6110.698xy^2 + 34936.830x^2y^2 - 731.661y^3 - 907.272xy^3 - 60895.471x^3y^3$$

$$R^2 = 0.981$$



6. ЗАКЉУЧАК

Утицајем на семе непилиране и пилиране луцерке, у зависности од фактора испитивања (фактора сетве, броја обртаја сетвене плоче и подпритиска), могу се донети следећи закључци:

Квалитет сетве је значајно бољи код пилираног семена у односу на непилирано, што је био и циљ овог рада. Пилирано семе са 50% и 75% повећаном масом даје значајније бољи квалитет сетве у односу на непилирано семе, док семе са 33% повећаном масом није показало задовољавајуће резултате, односно постојала је велика варијабилност квалитета сетве. Са 100% пилираним семеном, квалитет сетве се неће много разликовати од сетве непилираног семена. Појединачни закључци су:

- Са повећањем подпритиска долази до квалитетније сетве
- Са повећањем броја обртаја сетвене плоче долази до неуједначенијег квалитета сетве
- Повећана маса семена неће увек утицати на побољшање квалитета сетве услед фактора подпритиска
- Мањи број обртаја сетвене плоче нема утицаја код тежег тј крупног семена услед својих физичких карактеристика
- Препоручљиво је користити већи подпритисак од око 0,3 bar и мањи број бртаја сетвене плоче, до 21 о/мин у случају сетве пилиране луцерке.
- Имајући у виду све истраживане параметре, најбољи квалитет сетве добијен је са пилираном луцерком са 50% повећања масе и овако пилирано семе се препоручује за коришћење при прецизној сетви.

Провером циља рада кроз математичке моделе потврђује се изнесена тврдња са високим степеном поузданости.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Bracy, R.P., Parish, R.L., McCoy, J.E., 1998. Precision seeder uniformity varies with theoretical spacing. ASAE Paper No. 981095. ASAE, St. Joseph, MI.
2. Findura P, Turan J, Jobbágy J, Angelovic M, 2012. Influence of the physical attributes of seeds on the sowing quality within selected sowing mechanism. *Cont. Agr. Engng.* 38(1):1-8.
3. [Turan J](#)¹, Višacki V¹, Sedlar A¹, Pantelić Sanja², [Findura P](#)³, [Máchal P](#)⁴, [Mareček J](#)⁵ (2015): Seeder with Different Seeding Apparatus in Maize Sowing. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.* 2015, 63: 137-141. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201563010137>
4. Kaerwer H., Porter F. (1974): Coated seeds and methods
5. Karagić Đ., Katić S., Milić D., Malidža G. (2011): *Semenarstvo lucerke, Semearstvo II monografija*, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad
6. Karayel, D., Barut, Z.B., Ozmerzi, A., 2004. Mathematical modeling of vacuum pressure on a precision seeder. *Biosyst. Eng.* 87 (4), 437–444. doi:10.1016/j.biosystemseng.2004.01.011
7. Karayel, D., Ozmerzi, A., 2002. Effect of tillage methods on sowing uniformity of maize. *Can. Biosyst. Eng.* 44, 23–26.
8. Karayel, D., Ozmerzi, A., 2004. Effect of forward speed on hill dropping uniformity of a precision vacuum seeder. *Hort. Tech.* 14 (3), 364–367.
9. Kostić M., Nedeljković M., Meši M. (2011): Optičko-elektronska kontrola setve na sejalicama za širokorednu setvu. *Savremena poljoprivredna tehnika.* 0350-2953 (2011) 37(1): 11-22.
10. Li W, Lin J. “Seeding Precision Test Based on Machine Vision” 2006.
11. Liu W, M Tollenaar, G Stewart and W Deen, (2004): Response of com grain yield to spatial and temporal variability in emergence. *Crop Sci*, 44: 847-854. DOI: 10.2135/cropsci2004.0847
12. Marković D., Veljić M., Simonović V. (2009): Setveni aparati pneumatskih sejatica za preciznu setvu okopavina – stanje i perspektive, *Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu*
13. Meši M, 2000. Uticaj rotacije i translacije setvene ploče na ujednačenost razmaka zrna u redu, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, UDK 631.331.1, str: 1-31.
14. Meši M, Malinović M, Kostić M, Anđelković S. 2010. Proizvodnja šećerne repe u uslovima konzervacijske obrade zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 36(2):129-137.
15. Meši M, Malinović M, Kostić M. 2008. Parametri kvalitetne setve semenskog kukuruza. *Traktori i pogonske mašine*, 13(2):14-19.

16. Moody F H; Hancock J H; Wilkerson J B (2003). Evaluating planter performance-cotton seed placement accuracy. ASAE Paper No. 03 1146, St Joseph, Michigan, USA
17. Ozmerzi, A., Karayel, D., Topakci, M. 2002. Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. Biosyst. Eng. 82 (2), 227–230.[doi:10.1006/bioe.2002.0057](https://doi.org/10.1006/bioe.2002.0057)
18. Panning J W, Kocher M F, Smith J A, Kachman S D. 2000. Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugar beet planters. Applied Engineering in Agriculture, 16(1): 7–13. DOI: [10.13031/2013.4985](https://doi.org/10.13031/2013.4985)
19. Parish, R.L., Bracy, R.P., 1998. Metering non-uniform vegetable seed. Hort. Tech. 8 (1), 69–71.
20. Peskel F.B., Dionisia A., Novembre L.C. (2011): Peletização de sementes de milho, Department of Plant Production, USP/ESALQ.
21. Raheman H, Singh U (2003): A sensor for flow seed metering mechanisms. IE (I) Journal-AG 84: 6–8.
22. S Kotlinski et al., (1989): A product for seed incrustation and a preparation of the product for seed incrustation, Instytut Warzywnictwa, Politechnika Lodzka.
23. Singh RC, Singh G, Saraswat DC. 2005. Optimization of design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseeds. Biosystems Engineering 92(4): 429–438.[doi:10.1016/j.biosystemseng.2005.07.002](https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.07.002)
24. Talley B. Advances in Alfalfa Seed Coatings, Summit Seeds, <http://uknowledge.uky.edu>
25. Turan J, et al. 2014. Qualitative indicators planting seed with overpressure. Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun. 2014, 62: 1487-1492, <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201462061487>
26. Turan J, Findura P, Zemanek P, Bugarin R, Sedlar A, (2011): Parametri setve kukuruza razlicitim setvenim mehanizmima. Savremena poljoprivredna tehnika, 37(3): 277-282. ISSN 0350-2953
27. Turan J, Višacki V, Sedlar A, Pantelić S, Findura P, Máchal P, Mareček J. 2015. Seeder with Different Seeding Apparatus in Maize Sowing. Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun. 2015, 63: 137-141. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201563010137>
28. Undersander D., Hall M. H., Vassalotti P., Cosgrove D. (2011): Alfalfa germination and growth (A3681), National alfalfa&forage alliance

29. Wilkins, D.E., Kraft J.M., Klepper B.L. 1991. Influence of plant spacing on pea yield. Transactions of the ASAE, v.34, p.1957-1961.
30. Yazgi A, Degirmencioglu A. 2007: Optimisation of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology, Biosystems engineering 97 (2007) 347 – 356, [doi:10.1016/j.biosystemseng.2007.03.013](https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.03.013)