

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Милан С. Дражић

**РАЗВОЈ И ОПТИМИЗАЦИЈА НОВОГ
ЕЛЕКТРОНСКОГ УРЕЂАЈА ЗА АУТОМАТСКУ
КОНТРОЛУ УНОШЕЊА ТЕЧНОГ СТАРТНОГ
ЂУБРИВА У СЕТВИ КУКУРУЗА**

докторска дисертација

Београд, 2017

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF AGRICULTURE

Milan S. Dražić

**DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF
NOVEL ELECTRONIC DEVICE FOR AUTOMATIC
CONTROL OF LIQUID STARTER FERTILIZER
INJECTION IN MAIZE SOWING**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017

Комисија за преглед и одбрану докторске дисертације:

Ментор:

др Александра Димитријевић, ванредовни професор,
ужа научна област: Пољопривредна техника.
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Чланови комисије:

др Драган Марковић, редовни професор,
ужа научна област: Пољопривредно машинство.
Универзитет у Београду, Машински факултет.

др Рајко Миодраговић, ванредни професор,
ужа научна област: Пољопривредна техника.
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.

др Жељко Долијановић, ванредни професор,
ужа научна област: Агроекологија.
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.

др Коста Глигоровић, доцент,
ужа научна област: Пољопривредна техника.
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.

РАЗВОЈ И ОПТИМИЗАЦИЈА НОВОГ ЕЛЕКТРОНСКОГ УРЕЂАЈА ЗА АУТОМАТСКУ КОНТРОЛУ УНОШЕЊА ТЕЧНОГ СТАРТНОГ ЋУБРИВА У СЕТВИ КУКУРУЗА

Апстракт

Савремена пољопривредна производња се не може замислити без одговарајуће пољопривредне опреме и средстава механизације, чија употреба обезбеђује оптималне и стабилне приносе и знатно утиче на повећање продуктивности и економичности рада, уз сталну тежњу ка оставрењу максималног квалитета, минималне цене коштања производа и заштити животне средине.

Кукуруз (*Zea mays*) је биљка универзалног значаја и примене, па тако и њен привредни значај највише произилази из разноврсности употребе. Намењен је првенствено за исхрану људи, домаћих животиња и прехранбено-прерађивачку индустрију. Захваљујући високом садржају скроба у зрну, кукуруз представља једну од најбољих обновљивих угљенохидратних сировина за производњу енергије и различитих производа као што је биоетанол, који представља биогориво и користи се највише као замена за фосилна горива.

Технологију гајења сваког ратарског усева, па тако и кукуруза, чине агротехничке мере које се примењују у оквиру технологије гајења. Циљ спровођења ових мера је стварање најповољних услова за раст и развој биљака, чиме се постиже боље искоришћење генетског потенцијала хибрида. Благовремено и квалитетно извођење агротехничких мера ублажава неповољно дејство спољних чинилаца на принос кукуруза.

Сетва кукуруза, технологија избора појединих типова ђубрива, а нарочито начина и технике њиховог уношења, представљају специфичне технолошке фазе у производњи кукуруза, којима се најефикасније може утицати на повећање приноса, под условом да се ђубрива користе правовремено и у довољној количини.

У огледима за ову докторску дисертацију коришћена је четвороредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454 чијом модификацијом, је омогућено истовремено са сетвом извршити уношење течног стартног ђубрива.

За потребе истраживања развијен је и конструисан прототип електронског уређај ЕУКУ-01 који омогућава прецизно и правовремено уношење течног стартног ђубрива у форми траке дуж посејаног реда кукуруза или форми тачке (појединачно) поред сваког посејаног зрна.

Предмет ових истраживања је упоредно испитивање два начина механизоване сетве кукуруза, конвенционалне и модификоване технологије, постављањем додатног прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01. Конвенционална сетва обављена је тракторско машинским агрегатом ТМА1 (трактор ИМТ 558 и стандардна широкоредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454) а за модификовану технологију сетве примењен је тракторско-машински агрегат ТМА2 (трактор ИМТ 558 и стандардна широкоредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454 са додатком прототипа електронског уређаја за аутоматско уношење течног стартног ђубрива ЕУКУ-01).

Циљ истраживања докторске дисертације је био да се на основу добијених резултата упоредне анализе два различита технолошко – техничка начина сетве: конвенционалне и сетве са уношењем течног стартног ђубрива применом уређаја ЕУКУ-01, кроз експлоатационе параметре, остварени принос и параметре приноса зрна кукуруза, дође до сазнања о оправданости примене новог техничког решења.

Током испитивања, тракторско машински агрегат ТМА1 у току сетве остварио је просечну радну брзину 7,17 km/h, потрошњу горива 6,23 l/ha и учинак 1,28 ha/h. Применом тракторско машинског агрегата ТМА2 остварена је просечна радна брзина 6,99 km/h, потрошња горива 6,81 l/ha и учинак 1,21 ha/h. Анализом добијених резултата, испитиваних тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2, може се закључити да модификација стандардне сејалице уређајем ЕУКУ-01 није имала негативан утицај на посматране експлоатационе параметре рада агрегата (радна брзина, потрошња погонског горива, остварени учинак).

На основу добијених резултата трогодишњих истраживања може се закључити да је количина примењених ђубрива примарни фактор који статистички значајно утиче на повећање приноса, чија се просечна вредност кретала од 2,95 t/ha до 5,34 t/ha.

Анализом утицаја начина уноса течног стартног ђубрива на принос и поједине компоненте приноса кукуруза, може се закључити да су оба начина уношења (тачка, трака) остварили позитиван утицај на посматране параметре.

Такође се може извести закључак да се прецизним уношењем течног стартног ђубрива са сетвом може утицати на принос кукуруза, оптимизацију у примени ђубрива и смањење укупних трошкова производње.

Добијени резултати, поред теоретског и научног доприноса, имају и практични значај јер ново техничко решење електронског уређаја ЕУКУ-01 може имати значајну примену на другим типовима пнеуматских сејалица, и сетве других ратарских биљака.

Кључне речи: сетва кукуруза, аутоматско уношење ђубрива, електронски уређај ЕУКУ-01, фотоелектрични сензор, електрична бризгаљка.

Научна област: Биотехничке науке

Ужа научна област: Пољопривредна техника

УДК класификација: 631.33:633.15(043.3)

DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF NOVEL ELECTRONIC DEVICE FOR AUTOMATIC CONTROL OF LIQUID STARTER FERTILIZER INJECTION IN MAIZE SOWING

Abstract

Modern agricultural production cannot be imagined without appropriate application of agricultural equipment and machinery, which provides optimal and stable yields and has significant influence on the increase of productivity and profitability, with a constant tendency towards achieving maximum quality, minimum production costs and environmental protection.

Maize (*Zea mays*) is a plant of universal significance and application. Therefore, its economic significance mostly arises from the variety of its uses, primarily for the human diet, domestic animals feed and the food processing industry. Due to the high starch content of its grain, the corn is one of the best carbon-based renewable energy sources for the production of energy and various products such as bioethanol, which is a biofuel and is used mostly as a substitute for fossil fuels.

The cultivation technology of each fruiting culture, including corn, consists of agro-technical measures applied during the production. The goal of the implementation of these measures is to provide the plants with the most favorable conditions for the growth and development, what consequently leads towards better utilization of the hybrids' genetic potential. On-time and quality implementation of agro-technical measures mitigates the adverse effect of the external factors on the corn yield.

The maize sowing, selection technology of certain types of fertilizers and their application methods and techniques, represent the specific technological phases of corn production that can most effectively influence the increase in yield, considering the fertilizers are used on-time and in sufficient amount.

In the experiments in this doctoral dissertation, a four-row pneumatic seed drill IMT-634.454 was used. This aggregate was modified in order to achieve the introduction of liquid start fertilizer at the same time as the seed. For the needs of the research, the prototype of the EUKU-01 electronic device was developed. It enabled the precise and on-time incorporation of liquid start fertilizer in the form of a strip along the maize line or dot form (individually) next to each grain.

The subject of this research is a comparative examination of two ways of mechanized maize sowing: conventional and modified technology. The process control

was achieved by electronic device EUKU-01. Conventional sowing was done by the tractor machine aggregate TMA1 (tractor IMT 558 and standard wide-area pneumatic seed drill IMT-634,454) and for modified sowing technology the tractor-machine aggregate TMA2 was used (IMT 558 tractor and standard wide-area pneumatic seed drill IMT-634,454 with a prototype of electronic device for automatic incorporation of liquid start fertilizer EUKU-01).

The main goal of the dissertation research was to perform comprehensive study of two different technological and technical methods of sowing: conventional technology and technology that is modified and upgraded with the capability to introduce the liquid start fertilizers with EUKU-01. The experimental research was performed in order to obtain the results that would be comparable by several criteria: exploitation parameters, the yield and parameters of corn grain yields, feasibility and justification of the new technical solution.

The tractor machine aggregate TMA1 achieved an average operating speed of 7.17 km/h, fuel consumption 6.23 l/ha and a yield of 1.28 ha/h, during the sowing. The tractor engine aggregate TMA2 achieved the average operating speed of 6.99 km/h, fuel consumption of 6.81 l/ha and 1.21 ha/h. The results obtained for mentioned tractors TMA1 and TMA2 were analyzed and it can be concluded that the modification of the standard sowing device with EUKU-01 did not have negative effect on the observed exploitation parameters of the aggregate operation (operating speed, fuel consumption, yield).

Based on the results obtained from the research period of three years, it was concluded that the amount of applied fertilizers was the primary factor that statistically significantly influenced the yield. The amount of applied fertilizers was between 2.85 t/ha and 5.94 t/ha. It was concluded that precise introduction of liquid start fertilizer with sowing can influence the yield of corn, optimization in the application of fertilizers and reduction of total production costs.

The study of the used methods for liquid start fertilizer introduction suggested that both methods of fertilizer introduction (continuous and dot introduction) had positive influence on observed parameters. It was concluded that precise introduction of fertilizer during the sowing increased corn yields, led to higher optimization of the production process and reduced production costs.

The obtained results, in addition to the theoretical and scientific contributions, also have practical significance because the new technical solution of the EUKU-01 electronic device can have significant application on other types of pneumatic seeders and sowing of other agricultural crops.

Key words: corn sowing, automatic fertilizer application, electronic device EUKU-01, photoelectric sensor, electrical injector.

Scientific discipline: Biotechnical engineering

Scientific sub discipline: Agricultural engineering

UDC classification: 631.33:633.15(043.3)

САДРЖАЈ

Апстракт /Abstract

1. УВОД	1
2. НАУЧНИ ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	7
3. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	8
4. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	9
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	32
5.1. Пољски оглед	32
5.2. Примењена технологија производње	36
5.3. Методе испитивања пољопривредне технике	40
5.4. Техничке карактеристике испитиваног тракторско машинског агрегата	43
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА	47
6.1. Опис конструкције и принцип рада новог електронског уређај за аутоматску контролу уношења течног стартног ђубрива ЕУКУ – 01	48
6.1.1. Основне компоненте и шема електронског уређаја ЕУКУ – 01	48
6.1.2. Електронска управљачка јединица (ЕУЈ)	50
6.1.3. Фотоелектрични сензор (ФЕС)	56
6.1.4. Електрична бризгаљка (ЕБ)	61
6.1.5. Електрична пумпа (ЕП)	68
6.1.6. Резервоар (Р)	71
6.1.7. Улагач за течном стартно ђубриво (У)	73
6.1.8. Загртач (З)	76
6.1.9. Опис модификованог поступка сетве кукуруза применом прототипа електронског уређаја ЕУКУ – 01	77
6.2. Агроеколошки услови у току извођења огледа	85
6.2.1. Климатски услови	85
6.2.2. Земљиште	93
6.3. Експлоатациони параметри рада примењених тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2	95
6.3.1. Брзина кретања агрегата	95
6.3.2. Потрошња погонског горива	97
6.3.3. Остварени учинак тракторско машинског агрегата	99
6.4. Компоненте приноса и принос кукуруза	102
6.4.1. Компоненте приноса кукуруза	102
6.4.2. Принос зрна кукуруза	139
6.4.3. Жетвени индекс	149
7. ЗАКЉУЧАК	157
8. ЛИТЕРАТУРА	161

1. Увод

Наука о пољопривредним машинама је стара преко 150 година и издвојила се из опште науке о пољопривреди – агрономије. Касније је дошло до развоја и издвајања посебних дисциплина у оквиру науке о пољопривредним машинама: машине у ратарству, машине у мелиорацијама земљишта, машине у заштити биља, машине у воћарству и виноградарству, машине у сточарству, итд.

Прва оруђа и направе, које су олакшавале човеков рад, јавиле су се 3000. година пре н. е. и оне су се временом постепено усавршавале и тако су настајале пољопривредне машине и механизација чијом применом је значајно повећана ефикасност и продуктивност производње у пољопривреди (Ољача и сар., 2016; <http://science.jrank.org/pages/128>)

У СР Југославији, због заостале и неразвијене индустрије, процеси увођења пољопривредне механизације, пре свега трактора и тракторских прикључних машина, одвијали су се знатно спорије и у већој мери остварују се тек после завршетка Другог светског рата. Из године у годину пољопривредна механизација се усавршавала до садашњег степена развоја, а развој и усавршавање се наставља и у будуће (Бугарин и сар., 2014).

У даљем развоју пољопривредне механизације у Србији врло је значајно да се на основу научноистраживачког рада у пољопривредну производњу уведу такве машине које ће обезбедити реализацију савремених напредних метода производње. У овом погледу најважније место припада правилном избору и коришћењу машинских агрегата, при чему се управљање, руковање и одржавање машина могу правилно обавити само ако се познају експлоатационе особине, начини примене и агротехнички захтеви (Мићић и Милинковић, 1986).

Применом пољопривредних машина се вишеструко повећава продуктивност људског рада и на тај начин смањују трошкови производње и повећава њена рентабилност. Оне пружају велике могућности али, којим интензитетом ће се користити, зависиће, превасходно, од умешности оних који машинама рукују (Митровић, 2015).

У развијеним земљама, које су опремљене савременим машинама, сви послови се обављају брже и ефикасније и у оквиру агротехничких рокова, са

вероватноћом да се остваре високи приноси, па је и мотивација младих да остану у пољопривреди знатно већа.

Увођење савремених машина, оруђа и опреме у производњу најзаступљенијих ратарских култура у Србији, као што су кукуруз и пшеница, је од изузетног значаја, јер омогућава значајно повећање продуктивности рада, замену, често пута, напорног физичког рада радника, побољшање радне операције, олакшан рад руковооцима машина, увођење савремене технологије производње, итд. Стога су технолошке операције код ратарских култура у нашој земљи потпуно механизоване.

Као једна од најважнијих ратарских култура из породице трава (*Graminae*), кукуруз (*Zea mays* L.) је једногодишњи усев са најширом применом, како на националном, тако и на светском нивоу, те је и технологија његове производње једна од најнапреднијих. Међу водећим произвођачима кукуруза у свету се убрајају САД (кукурузни појас, где биљке не трпе сушу), Кина и Бразил.

Према подацима Јоцковића и сар. (2005), кукуруз заузима око 1.300.000 ha пољопривредних површина Србије, са просечним приносом од око 5 до 6 t·ha⁻¹. Такође, подаци Републичког завода за статистику Републике Србије (2015) указују на просечно повећање приноса кукуруза за 2.6% у периоду од 2005. до 2014. године, што је последица увођења нових техничких решења и нових технологија у производњи ове ратарске културе.

Велики значај кукуруза произилази, пре свега, из разноликости његовог коришћења, потенцијала родности, могућности за постизање високих приноса зрна и силаже и у условима без наводњавања. Намењен је првенствено за исхрану људи, домаћих животиња и прехранбено-прерађивачку индустрију. По количини органске материје произведене по хектару, заједно са шећерном репом кукуруз заузима прво место у пољопривредној производњи, превазилазећи све друге гајене биљне врсте (Латковић, 2010).

У исхрани људи зрно кукуруза се може користи на неколико начина. Тако, од самлевеног зрна се добијају кукурузно брашно или крупица за справљање хлеба и кукурузне каше. Међутим, индиректни начин коришћења зрна кукуруза има много већи значај, јер се његовом индустријском прерадом добија низ различитих прехранбених производа, као што су кукурузне флекуце, кокице, уље,

декстрини, шећери, органске киселине и друге сировине за израду специјалних хлебова и других прехранбених производа (Гламочлија и сар., 2016).

Кукуруз има велики значај и као високопродуктивна крмна биљка, па се у исхрани стоке може користити кукурузно зрно, у виду силаже, кукурузовине (кукурузна слама), зелене масе, итд. Између осталог, кукуруз се све више гаји и као врло погодна индустријска сировина за примену у различитим гранама индустрије. Готово сви делови биљке могу послужити за индустријску прераду, што биљци и зрну кукуруза даје посебан економски значај (Јевтић, 1977).

Кукуруз се, такође, сврстава у веома важне обновљиве угљенохидратне сировине за производњу енергије и различитих производа као што је биоетанол, који представља биогориво и користи се највише као замена за фосилна горива. Захваљујући високом садржају скроба у зрну, кукуруз представља једну од најбољих обновљивих сировина за производњу биоетанола, па се и производња овог горива повећава. Поред зрна, најзначајнији споредни производ добијања биоетанола из кукуруза је и сува кукурузна цибра (Семенченко и сар., 2015).

Технологију гајења сваке ратарске културе, па тако и кукуруза, чине агротехничке мере које се примењују у току производње. Циљ спровођења ових мера је стварање најповољних услова за раст и развој биљака, чиме се постиже боље искоришћење генетског потенцијала хибрида. Благовремено и квалитетно извођење агротехничких мера ублажава неповољно дејство спољних чинилаца на принос кукуруза.

Основни захтев при производњи кукуруза је добијање високих и стабилних приноса зрна адекватног квалитета. Према подацима Републичког завода за статистику Републике Србије (2012), кукурузом су у периоду 2009-2011. засејане површине: 1.211.000 ha (2009. година), 1.235.000 ha (2010. година), 1.262.000 ha (2011. година), при чему су просечни приноси варирали од $5.3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2009. година), $5.9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2010. година) до $5.1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2011. година).

Током задње две деценије XX века и прве деценије XXI века просечан принос кукуруза у свету повећан је за 70%. Ово повећање је резултат сталног напретка у оплемењивању и стварању све роднијих хибрида, али и развоја пољопривредних машина које се примењују за обављање неопходних технолошких операција у производњи кукуруза. (Старчевић и Латковић, 2006).

Извођење неопходних агротехничких мера, у технологији гајења кукуруза, варира од примене савремених средстава механизације, до примитивног начина обраде земљишта ручним оруђима и дрвеним плуговима. Интезивна производња кукуруза у развијеним земљама, подразумева потпуну примену савремених средстава механизације за обављање технолшких процеса припреме земљишта, сетве, неге и убирања.

Сетва кукуруза, као технолошка фаза производње, представља један од најважнијих елемената технологије производње јер директно утиче на оставарени принос. Недостаци и неправилности учињене приликом сетве се, углавном, не могу исправити осталим агротехничким мерама, што директно води ка смањењу приноса.

Конвенционална технологија сетве кукуруза подразумева примену стандарних широкоредних сејалица са приоритетним задатком правилног распореда семена како по површини парцеле (растојање између суседних редова и распоред семена у реду), тако и по дубини. Развој широкоредних пнеуматских сејалица је у сталном успону јер се ради на налажењу најбољих решења за сетву семена, што подразумева како измену радних делова, у циљу повећања универзалности сејалица (Мицић и Милинковић, 1986), тако и њихову модификацију постављањем додатних електронских уређаја за праћење тока сетве.

Поред сетве, технологија избора појединих типова ђубрива, а нарочито начина и технике њиховог уношења, представља једну од специфичних агротехничких мера, којом се значајно може утицати на повећање приноса, при чему се ђубрива морају користити правовремено и довољној количини (Ђевић и сар., 1997; Станаћев и сар., 2000; Латковић и сар., 2009).

Савремене широкоредне пнеуматске сејалице могу бити опремљене уређајем за дозирање и уношење гранулисаног минералног ђубрива, чиме се омогућава његова примена заједно са сетвом кукуруза. Овај поступак подразумева уношење минералног ђубрива као бесконачне траке, непосредно поред реда у коме је извршена сетва, са могућношћу подешавања количине минералног ђубрива по јединици површине.

Један од праваца у тренду развоја технике и технологије сетве кукуруза подразумева да сетву може пратити технолошка операција аутоматског уношења течног стартног ђубрива.

Penas и Herget (1990) и Rehm и сар. (2007) стартно ђубрење дефинишу као „уношење мале количине хранљивих материја у близини места на које ће бити положено (постављено) семе у току сетве“. Течно стартно ђубриво има основни задатак да обезбеди неопходне и лако доступне хранљиве материје проклијалом семену. У фенофази клијања и ницања кукуруза хранљиве материје, садржане у стартном ђубриву, повољно утичу на укоречавање, раст и развој кореновог система биљке, као и на повећање отпорности према болестима (Најаббаси и Schumacher, 1994; Alley и сар., 2010). Убрзаним почетним растом гајена биљка ефектом појаве сенке конкурише коровским биљкама, смањујући тако негативан утицај корова на сопствени раст и развој.

Пољопривредне машине и оруђа развијају се према захтевима нивоа примењене агротехнике са циљем да се повећа продуктивност и економичност производње. У новије време се са развојем и применом електронике и информативних технологија у пољопривредној механизацији нагло повећао број функција на погонским и прикључним машинама, које је могуће контролисати и, на тај начин, прецизније одговарати агротехничким захтевима. У исто време, развијају се и поступци за контролу и управљање радом пољопривредних машина. Ово је нова и савремена област са великом перспективом, о томе сведочи и то да је највећи број иновација у домену пољопривредне производње заснован на примени информационо-комуникационих технологија.

Истраживања у оквиру ове дисертације су имала за циљ проучавање утицаја аутоматског уноса течног стартног ђубрива, применом електронског уређаја ЕУКУ-01, заједно са сетвом кукуруза на експлоатационе параметре примењеног тракторско машинског агрегата и оставрени принос и параметре приноса добијеног зрна.

У огледима за ову докторску дисертацију коришћена је четвороредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454 чијом модификацијом је омогућено да се истовремено са сетвом изврши уношење течног стартног ђубрива. За потребе истраживања развијен је и конструисан електронски уређај, ЕУКУ-01, који

омогућава прецизно и правовремено уношење течног стартног ђубрива испод површине земљишта у току обављања операције сетве кукуруза. Модификација пнеуматске сејалице ИМТ-634.454 подразумева постављање додатног прототипа аутоматског електронског уређаја ЕУКУ-01 на постојећу конструкцију сејалице.

Предмет истраживања у овој докторској дисертацији је упоредно испитивање два начина механизоване сетве кукуруза: конвенционалне и модификоване технологије, постављањем додатног прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01, који омогућава контролисано подповршинско уношење (на задатом положају у односу на посејано зрно) течног стартног ђубрива са сетвом кукуруза.

Истовремено је проучаван и утицај техничко-технолошког поступка примене новог електронског уређаја ЕУКУ-01 на остварени принос у технологији производње кукуруза. Развој и примена уређаја ЕУКУ-01 на широкоредној пнеуматској сејалици ИМТ-634.454, а самим тим и могућност примене течних стартних ђубрива представља једну од значајних новина у технологији производње кукуруза.

Као једној од најважнијих агротехничких операција, сетви се одувек поклањала и данас поклања значајна пажња, и сваки допринос у правцу нових сазнања из ове области је због тога врло значајан.

Упоредном анализом добијених резултата два различита технолошко-техничка начина сетве: конвенционалне и сетве са уношењем течног стартног ђубрива, кроз експлоатационе и параметре приноса зрна, долази се до сазнања о оправданости примене новог техничког решења уређаја ЕУКУ-01 у технологији производње кукуруза.

2. Научни циљ истраживања

Основни циљ истраживања ове докторске дисертације је да на основу добијених резултата упоредне анализе два различита технолошко – техничка начина сетве: конвенционалне и сетве са уношењем течног стартног ђубрива, кроз експлоатационе параметре примењених агрегата, принос и параметре приноса зрна дође до сазнања о оправданости примене новог техничког решења електронског уређаја ЕУКУ-01 са адаптацијом сејалице ИМТ-634.454.

Истраживање је такође имало за циљ проучавање утицаја количине и начина (форма тачке, форма траке) аутоматског уноса примењеног течног стартног ђубрива FitoFert Starter (FFS) на остварени принос и компоненте приноса добијеног зрна кукуруза.

Добијени резултати, поред теоретског и научног доприноса, имају и практични значај јер ново техничко решење електронског уређаја ЕУКУ-01 може имати значајну примену на различитим типовима широкоредних сејалица, и сетве различитих ратарских култура.

3. Основне хипотезе истраживања

Основне хипотезе од којих се полази у овом истраживању су:

- применом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01 омогућена је прецизна и равномерна дистрибуција течног стартног ђубрива (FFS) испод површине земљишта заједно са сетвом кукуруза,
- поступак уношења течног стартног ђубрива је могуће потпуно аутоматизовати применом прототипа електронског уређаја за уношење течног стартног ђубрива ЕУКУ-01,
- уградња прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01 на сејалицу ИМТ-634.454, неће значајно утицати на промену вредности експлоатационих параметара агрегата у току рада, као и на квалитет извођења процеса сетве (распоред семена по површини и дубини),
- током сетве се могу континуирано пратити параметри рада сејалице и користити за управљање електронским уређајем ЕУКУ-01 у реалном времену,
- применом прототипа електронског уређаја за уношење течног стартног ђубрива ЕУКУ-01 заједно са извођењем сетве, смањиће се број прохода механизације, уколико технологија производње кукуруза захтева употребу (примену) стартног ђубрива.
- применом течног стартног ђубрива у технологији производње може се позитивно утицати на остварени принос и компоненте приноса кукуруза.

4. Преглед литературе

Основни циљ сваке биљне производње, како у нашој земљи, тако и Свету, је постизање високих и стабилних приноса са високим квалитетом зрна, што се односи и на производњу кукуруза. На остварени принос и квалитет добијеног зрна утичу бројни фактори, међу којима су најважнији примењена технологија гајења, агроеколошки услови и избор сорте (Beegle и сар., 2007).

Под технологијом гајења сваке биљне културе, па тако и кукуруза, подразумевају се примењене агротехничке мере, које имају за циљ стварање најповољних услова за раст и развој биљака, чиме се постиже боље искоришћење генетског потенцијала саме сорте (Старчевић и Латковић, 2006; Гламочлија и сар., 2007). Квалитетно и благовремено изведене агротехничке мере могу ублажити неповољно дејство спољних чинилаца на принос кукуруза.

Сетва кукуруза, технологија избора појединих типова ђубрива, а нарочито начина и технике њиховог уношења, представљају специфичне технолошке фазе у производњи кукуруза, којима се најефикасније може утицати на повећање приноса, под условом да се ђубрива користе правовремено и у довољној количини (Латковић и сар., 2009; Станаћев и сар., 2000; Ђевић и сар., 1997).

Кукуруз (*Zea mays* L.) је једна од најзначајнијих једногодишњих ратарских биљака и најважнија зрнаста култура код нас и у свету. Пореклом је из Северне Америке. Након открића овог континента кукуруз се брзо проширио по целом свету, а у наше крајеве је пренесен у другој половини XVI века преко Италије и Турске (Станаћев и сар., 2000).

Његово гајење је широко распрострањено у свету, почев од тропских предела па све до Скандинавских земаља. Главне површине под овом културом смештене су у рејонима са благом климом, на прелазу од приморске према континенталној, шумско-степској клими. У нашој земљи кукуруз се гаји у различитим географским реонима, са врло различитим земљишним и климатским условима. Међутим, кукуруз је, пре свега, биљка топлог поднебља и за своје успевање захтева релативно високе температуре у току целог дана, у току вегетације, и довољну обезбеђеност водом (Јевтић, 1977).

Захтеви кукуруза по питању квалитета и особина земљишта су врло високи обзиром да је биолошки високо продуктивна биљна култура (Бекавац, 2012). Земљиште треба да је довољно дубоко за развој кореновог система и обезбеђено одговарајућим хранивима. Сабијена земљишта тешког механичког састава, лоших водно-физичких особина, са високим нивоом подземне воде и са повећаним садржајем соли су непогодна за гајење кукуруза. Међутим, и овако неповољне особине земљишта се одговарајућим агротехничким мерама могу довести у повољно стање за успешно гајење кукуруза (Спасојевић и сар., 1984).

Кукуруз је биљка универзалног значаја и примене, па тако и њен привредни значај највише произилази из разноврсности употребе и обима производње, захваљујући биолошким и хемијским карактеристикама биљке кукуруза. У исхрани људи од самлевеног зрна се добијају кукурузно брашно или крупица за справљање хлеба и кукурузне каше. Међутим, индиректни начин коришћења зрна кукуруза има много већи значај, јер се његовом индустријском прерадом добија низ различитих прехранбених производа, као што су кукурузне флекце, кокице, уље, декстрини, шећери, органске киселине и друге сировине за израду специјалних хлебова и других прехранбених производа (Станаћев и сар., 2000; Гламочлија и сар., 2016).

Као високо продуктивна крмна биљка кукуруз има велики значај, па се у исхрани стоке може користити кукурузно зрно, у виду силаже, кукурузовине (кукурузна слама), зелене масе, итд. У комплетним крмним смешама кукуруз је заступљен са 50-80%, зависно од врсте и категорије животиња, зато је добар квалитет и висок принос ове културе веома значајан у сточарству (Јевтић, 1977; Вучковић и Ковчин, 1999).

Захваљујући високом садржају скроба у зрну, кукуруз представља једну од најбољих обновљивих угљенохидратних сировина за производњу енергије и различитих производа као што је биоетанол, који представља биогориво и користи се највише као замена за фосилна горива. Поред зрна, најзначајнији споредни производ добијања биоетанола из кукуруза је и сува кукурузна цибра (Семенченко и сар., 2015).

При проучавању карактеристика биљке кукуруза, у првом реду треба истаћи да кукуруз спада међу биљне врсте са највећом производњом корисне органске материје по јединици површине јер има највећи биолошки потенцијал родности (Јевтић, 1977). Такође се одликује и великим бројем хибрида, који су прилагођени различитим агроеколошким условима (Латковић и сар, 2014).

Површине земљишта под кукурузом, производња зрна и просечни приноси стално се повећавају. У последњих тридесет година просечан принос кукуруза у свету је повећан за скоро 70%. То повећање је последица сталног напретка у оплемењивању и стварању све роднијих и отпорнијих хибрида кукуруза, али и усавршавању метода гајења под утицајем развоја индустрије пољопривредних машина, индустрије минералних ђубрива и пестицида. Велики значај имао је и брз трансфер научних достигнућа у праксу (Старчевић и Латковић, 2006; Латковић и сар., 2009, Долијановић, 2008).

Просечан годишњи принос кукуруза у Свету износи око 4,3 t/ha. У нашој земљи се кукурузом сваке године посеје око 1,2 милиона хектара, са укупном производњом зрна између 5,5 и 6 милиона тона, док се у Војводини годишње посеје на око 600-650 хиљада хектара, са просечним приносом од близу 5 t/ha (Старчевић и Латковић, 2006).

Будући да кукуруз представља биљну културу са најширом применом, како на националном, тако и на светском нивоу, технологија његове производње је једна од најнапреднијих. Стога, адекватно, благовремено и квалитетно извођење свих агротехничких мера, које се примењују у току производње кукуруза, могу знатно ублажити неповољно дејство спољних чинилаца на његов принос (Латковић, 2010).

Основне технолошке операције које се изводе у циљу обезбеђивања оптималних услова за правилну сетву су адекватно и прваовремено извођење основне обраде и предсетвене припреме земљишта, након чега се може приступити извођењу сетве (Иван, 2014). Кукуруз је усев широкоредне сетве. Сетва се, углавном, изводи на међуредно растојање од 70 cm, а одстојање у реду зависи од ФАО групе зрења и интезивности производње. Широкоредним начином сетве се, осим кукуруза, сеју сви усеви код којих се врши међуредна обрада земљишта (сунцокрет, соја, шећерна репа, итд.).

Сетва је врло одговорна етапа у технологији производње кукуруза, јер се недостаци и неправилности, учињени приликом сетве, најчешће не могу исправити осталим агротехничким мерама, што директно води ка смањењу приноса (Јевтић, 1977; Ђевић и Миодраговић, 1994; Латковић и сар., 2008). Пре свега, треба изабрати одговарајући хибрид за одређено производно подручје, затим, одредити жељену густину усева и распоред биљака у зависности од примењених агротехничких мера и агроколошких услова гајења, као и одредити време и дубину сетве.

Савремена агротехника у погледу сетве поставља одређене захтеве: да се одређени број семена посеје на одређену површину као би се добио одређени склоп биљака; да се семе просторно распореди што равномерније; да се семе унесе на одређену дубину. Да би се ови захтеви испунили, од сејалице се захтева да што равномерније распоређује семе, да све семена посеје на одређену дубину, да при сетви не оштећује семе, да се добро прилагођава неравнинама земљишта, да се може подешавати у погледу количине посејаног семена, размака редова и дубине сетве, и да се код већине сејалица истовремено са сетвом може уносити ђубриво (Пашић, 1976). Меши (2012) наводи да би коначан исход производње био успешан и економски исплатив, сејалице треба да задовоље следеће услове: да имају једноставно подешавање размака између редова; да имају једноставно подешавање размака семена у реду, односно број посејаних семена по дужном метру или јединици површине (m^2); да полагање семена у земљиште буде на задату дубину; да се оштећење семена сведе на минимум; да обезбеде шему сетве коју захтева технологија гајења појединих биљних врста.

Савремена технологија производње кукуруза подразумева примену високо прецизних сејалица, при чему се остварује уштеда семена и постиже униформни размак у реду и дубини сетве, без потреба за проређивањем усева, чиме се стварају најповољни предуслови за високе приносе (Малиновић и сар., 2002; Yang и сар., 2016).

Сетву кукуруза треба почети када се за то створе повољни временски (климатски) услови. Овде се, пре свега, мисли на температуру земљишта која би требала бити минимум 8 до 10°C. Дубина сетве се одређује на основу загрејаности, механичког састава и водно-ваздушног режима земљишта, и може

варирати од 5 до 9 cm (Пандуровић, 2014). Уколико су затварање бразде и предсетвена припрема обављени на време и квалитетно, сетвени слој неће оскудевати у влази потребној за клијање и ницање, без обзира да ли је и колико падавина било непосредно пре сетве.

Латковић и сар. (2008) наводе да сетву кукуруза треба почети крајем прве декаде априла, користећи при томе семе високе клијавости и енергије клијања, и завршити је крајем истог месеца.

Кукуруз развија моћан коренов систем и надземну масу, те стога захтева мањи број биљака у пољу (Јевтић, 1977; Латковић, 2010). Од распореда семена у земљишту зависе и хранљиви простор, влага и светлост за сваку појединачну биљку. Зато сејалица мора да засеје одређену количину семена по јединици површине, а семе распореди на уједначена растојања, како по ширини, тако и по дужини и дубини сејања (Мићић и Милинковић, 1986). На оптималну густину сетве утиче више чинилаца, као што су морфолошке особине биљака, интезитет агротехнике, циљ производње (зрно или биомаса), количина и распоред падавина, плодност земљишта и друго, а одстојање у реду зависи од ФАО групе зрења кукуруза. Након одређивања густине усева, односно броја посејаних биљака, најважније је подесити скидаче семена, тако да они у сваком моменту морају да пропуштају искључиво само једно семе. Потребно је пратити и број семена по хектару, што се сматра јединим меродавним показатељем остварене густине (Бубало, 2014).

У својим истраживањима Parish и Bracy (2003) су установили да се основни предуслов за уједначен раст и развој биљака крије у униформности дистрибуције семена у реду и дубини сетве. Насупрот овоме, Bauer и сар. (2002) су нагласили важност површинске обраде земљишта и услова сетве, јер сматрају да је то веома важно за дубину сетве и размак у реду између посејаног семена. Исти аутори наводе да висина избацивања семена игра велику улогу на уједначеност сетве, док Bauer (2002) означава фактор конструкције сејалице (улагач) као један од чинилаца ефикасне сетве.

Val (1986) је у истраживањима закључио да принос између биљака у реду варира од 8 до 14%, у зависности од тачности сетве у реду. Исти аутор сматра да

уједначена дубина сетве има 50% утицаја на принос, а униформност размака сетве у реду 50%.

Nielsen (1991) истраживањима утврђује да значајну улогу у току сетве заузима подешеност сетвеног апарата и саме сејалице јер је клијавост кукуруза између 90 и 95%. Осим тога, исти аутор закључује да је експлоатација сејалице пресудан фактор приноса кукуруза.

Liu и сар. (2004) наводе да униформност сетве у реду и између редова није толико битна колико је значајна густина, односно, број биљака по јединици површине. Исти аутори сматрају да мањи број биљака, који је униформан у реду и између редова, никада неће имати већи принос од већег броја ма колико је распоред семена у реду лош, наводећи да је квалитет сетве сејалице главни фактор успешности сетве.

Марковић и сар. (2012), Findura и сар. (2012) и Turan (2011) истичу да на униформност распореда семена у реду, осим сетвеног апарата, утичу и брзина сетве, подешеност и функционалност сејалице, конфигурација терена, предсетвена припрема, облик и величина семенског материјала и друго.

Бубало (2014) је поставио производни оглед у конвенционалним условима обраде и сетве са циљем проширивања сазнања о утицају конструкције сетвеног апарата и брзине кретања сетвеног агрегата на квалитет сетве. Резултати његових истраживања указују да различите изведбе сетвеног апарата при промени брзине кретања сетвеног агрегата имају утицаја на дубину сетве, квалитет изузимања и распоред зрна у реду, као и на уједначеност и интензитет ницања биљака.

Бројни аутори (Kерner и сар., 1987; Kocher и сар., 1998; Raheman and Singh, 2003) сматрају да се квалитет сетве мери и израчунава тек након ницања усева, јер је густина усева главни фактор успешне и профитабилне производње.

Посматрано са техничко-технолошког аспекта, оцена конструкционог решења сејалица у целини, првенствено, као услов, поставља могућност сејалице да оствари прецизно задати размак између зрна у реду и по дубини улагања, што представља врло важан агротехнички захтев при сетви окопавина (Механџић и Малиновић, 1990; Шкрбић и сар., 1997; Малиновић и сар., 2002). Зато се предност сетве кукуруза ширококоредним прецизним сејалицама огледа у уштеди семена, уштеди времена, постизању униформнијег размака у реду и тачно задате дубине

сетве, што омогућава да усев бити уједначен по висини и снази, што је и предуслов за високе приносе.

Сетвени апарати сејалице за окопавине имају погон од точка сејалице преко механичких преносника, што се, између осталог, одражава на масу сејалице и начин регулисања норме сетве. Остваривање међусетвеног растојања се постиже променом плоча са одговарајућим бројем и отвора, као и промером брзине ротације плоча, што се регулише променом преносног односа од погонског точка сејалице до сетвене плоче. Данашње сејалице пнеуматског типа су опремљене механичким преносницима, у оквиру којих доминирају преносници ланчаног типа и карданским преносницима са могућности промене преносног односа (Марковић и сар., 2009а).

Правилним избором сетвеног апарата и његовог режима рада може се утицати на повећавање прецизности сетве а самим тим и остварени принос. У складу са тим, у раду Миленковић и Бараћ (2009) је праћен рад два типа сејалица (механичке и пнеуматске), при различитим брзинама рада. Испитивања су обављена у агроеколошким условима Расинског округа, на земљишту типа псеудоглеј, са циљем да се утврди која ће од испитиваних сејалица дати најбоље резултате при анализи прецизности сетве, односно броја појединачних места са три биљке и празних места. Утврђен је значајан утицај брзине сетвених агрегата на прецизност сетве кукуруза.

Прецизност сетве је ефикасан метод за повећање приноса кукуруза. Како би се задовољили агрономски захтеви, који се односе на прецизну сетву окопавина, до сада су развијене различите врсте прецизних сејалица за кукуруз (Марковић и сар. 2009ц).

Међутим, због разлике у систему гајења, развијености пољопривредних газдинстава, као и у економском статусу између различитих земаља, постоје различите врсте сејалица за кукуруз са различитим степеном технолошке развијености (Yang и сар., 2016).

Настојећи да одговори на све веће глобалне потребе за храном и реши проблем загађења животне средине, пољопривредни сектор све више улази у дигиталну еру. Пољопривредни произвођачи све више користе нове технологије

како би производили већу количину производа бољег квалитета уз мању употребу енергетских инпута и мање загађење животне средине (Ољача и сар. 2014; Гавриловић, 2016).

Развој електронике, рачунара, сензора, уз људско знање, имало је за последицу њихову широку примену у свим областима привреде, па тако и у пољопривреди. Прикупљање информација и комуникације су знатно унапређене, као и њихова обрада и примена, што је обухваћено појмовима информационе технологије - ИТ, и информационо комуникационе технологије - ИСТ. Тако, у данашње време информационо-комуникационе технологије налазе све већу примену на тракторима, пољопривредним машинама и уређајима (Глигоревић и сар. 2007; Ољача и сар. 2005)

Контрола рада трактора и пољопривредних машина је почела применом једноставних аналогних показивача броја обртаја мотора, температуре расхладне течности итд. Касније се почело са применом електронских сензора, који су омогућили праћење параметара рада елемената и склопова трактора и пољопривредних машина, као и примена актуатора - уређаја који претварају електричне улазе у механичке излазе, који се могу употребити за подешавање радних параметара машина и склопова (Ољача и сар. 2008а; Глигоревић и сар. 2009; Ољача и сар. 2008б).

Развој технологије и технике омогућио је пољопривредним произвођачима лакше, брже и квалитетније извођење неопходних агротехничких мера применом савремене механизације која је скоро роботизована, почев од најсавременијих трактора који имају могућност сателитског навођења, комбајна са електронском контролом праћења радних параметара, до контроле поступка сетве употребом сензора (Глигоревић и сар. 2009; Глигоревић и сар. 2010)

У разматрању достигнућа и праваца у развоју сејалица за окопавине, Малиновић и сар. (2002) закључују да, у техничко-технолошком погледу, ниво развијености прецизних сејалица за сетву окопавина задовољава само до одређеног нивоа савремених агротехничких захтева, које имају широкоредне културе. Такође, исти аутори наглашавају да прецизност у дозирању појединачног зрна, по питању задатог броја и распореда по вегетационом простору, још увек зависи од особина семена, земљишних услова и режима рада сетвеног агрегата, па

су техничка поузданост елемената и склопова, лакоћа у одржавању, агрегатирање и маневарске особине у раду и транспорту, још увек предмет развоја и усавршавања.

Бројни аутори (Механџић и Малиновић, 1990; Шкрбић и сар., 1997; Малиновић и сар., 2002) истичу значај начина заграда посејаног семена земљиштем због његовог утицаја на уједначеност ницања биљака, при чему произвођачи нуде различите изведбе нагазних тачкова за различите услове примене, зависно од типа и стања припремљености земљишта за сетву, као и дубине улагања. У том погледу се посебан правац развоја сејалица за прецизну сетву односи на директну или малч сетву, па се на тржишту нуде две варијанте конструкција сејалица за прецизну сетву на површинама са малч биомасом. Једна се односи на уношење семена без икакве претходне обраде, док се код друге варијанте земљиште обрађује испред сетвених секција ротационим радним органима.

Савремене сејалице могу бити опремљене „интелигентном“ рамском конструкцијом, која омогућава континуалне промене размака између секција. Носећи рам погонских тачкова сејалице, који је независно убачен, обезбеђује подешавање размака трагова тачкова, који не сметају померању сетвених секција. Крајње секције сејалица до шест сетвених секција се увлаче телескопски, и при томе се ширина сејалице своди на транспортну (максимум до 2,5 m). Обично је веза сетвених сејалица са рамском конструкцијом паралелограмска, са могућношћу крутог ослоња на задњи точак и пребацивање у пливајући положај. Усавршавања у овом погледу иду ка побољшању расподеле притиска сетвених секција на предњи, односно, задњи копирни точак. За постизање оптималне дубине, пре свега, директне сетве и у лошим условима предсетвене припреме, постоје решења хидрауличног регулисања притиска на сетвене секције (Малиновић и сар., 2002).

Равномерност дозирања и уједначена расподела семена по улагачима зависи од конструктивних особина сетвених апарата, као и физичких особина семена. Развој и усавршавање сетвених апарата условљени су захтевима за шири дијапазон континуалног дозирања, као и за повећање учинка сејалица и прецизности расподеле семена различите величине (Findura, 2012).

Савремена технологија производње кукуруза подразумева употребу пнеуматских сејалица. Основна предност конструкција ових сејалица је правилни распоред семена у реду, без обзира да ли је оно уједначено по облику и крупноћи. Стога је развој ових сејалица у сталном успону и настоји се на изналажењу најбољих решења за сетву различитих усева, као и оних код којих се изменом радних делова настоји на њиховој повећаној универзалности (Мићић и Милинковић, 1986). Тако, Gil и Karnasa (1996) сматрају да пнеуматске сејалице остварују боље резултате у исејавању семена у реду у поређењу са механичким сетвеним јединицама.

Данас су савремене сејалице опремљене уређајима за прецизно дозирање и уношење минералних ђубрива, гранулираних или течних инсектицида и примену хербицида у траке.

Многе сејалице су опремљене пужним транспортерима за брже, лакше и ефикасније пуњење минералним ђубривом, а улагачи су решени да омогућавају дубоко уношење, од 3 до 5 cm дубље од зоне улагања семена (Малиновић и сар., 2002). Овде се нарочита пажња посвећује савременим широкоредним пнеуматским сејалицама, којима се минерално ђубриво уноси као бесконачна трака, непосредно поред реда у коме је извршена сетва, са могућношћу подешавања количине минералног ђубрива по јединици површине.

Још једна од новина у поступку сетве је примена сејалица као комбинованог агрегата, где се у истом проходу може обавити већи број неопходних операција. Када су сејалице у саставу сложеног агрегата, истовремено са сетвом се може обављати примена (апликација) минералног ђубрива, пестицида или припрема земљишта за сетву (Бубало, 2014).

Још један разлог примене стартних ђубрива заједно са сетвом кукуруза јесте што пољопривредни произвођачи, не примењују или ретко примењују, међуредну култивацију. Проблем корова се решава применом хербицида а прихрањивање у време култивирања је замењено стартним ђубрењем или фолијарном применом различитих формулација у фази интензивног раста усева кукуруза.

Техничко-технолошка усавршавања сејалица су непрекидно усмерена на побољшање квалитета сетве, маневарских особина у раду и транспорту,

поузданости конструкције и трансмисије погона, универзалности примене, итд. (Малиновић и сар., 2002), па су и конструкције сејалица врло комплексне.

Првобитна техничка решења су подразумевала погон сетвеног механизма преко тачкова сејалице чиме се обезбеђује равномеран корак сетве независно од брзине кретања агрегата. Код ове конструкције се корак сетве за све сетвене секције може подесити преко централног мењача (Марковић и сар 2009 б; Миодраговић и сар. 2012). Исти аутори наводе да се као ново констукционо решење, савремених ширококорених сејалица, примењује појединачни погон сетвеног механизма сваке од сетвених секција изведен преко електро-мотора, чиме је омогућена промена корака сетве или искључење појединих секција из кабине трактора.

Сетвени апарат представља кључну компоненту широкоредних сејалица која директно утиче на уједначеност дистрибуције семена унутар реда (Yang и сар., 2015). Аутори наводе као недостатак погон сетвеног апарата, који је код већине конвенционалних сејалица изведен путем ланчастог преносника од тачкова сејалице, где услед веће брзине кретања може доћи до клизања тачка сејалице, као и вибрације које се могу јавити на преноснику, чиме је директно нарушена униформна расподела семена у реду. На основу наведених истарживања, где су поређена два начина погона сетвеног апарата, аутори истичу значај примене погона сетвеног апарата изведеног помоћу електро мотора, чиме је обезбеђена задата прецизност исевања семена и при већим брзинама сетве.

Марковић и сар. (2009), у циљу осавремењавања сетвених апарата сејалица за окопавине, испитују и развој решења за софтверско управљање брзином сетвених плоча сејалица у циљу давања општих препорука за монтажу предложених хардверских компоненти потребних за реализовање одређеног алгорита управљања. Аутори су анализирали могућности коришћења контактеног прекидача за индикацију радног режима, индуктивног давача близине (proximity switch) за мерење брзине сејалице и електромотора за погон сетвених плоча, а разматран је и мерни систем и могућност генерисања управљања помоћу програмабилног логичког контролера.

Један од основних захтева приликом извођења технолошке операције сетве је оптималан (правилан) размештај семена, па је и примена различитих типова

електронских система за контролу сетве постала врло значајан чинилац у остварењу максималног приноса гајених усева. Тако се током сетве, без помоћи електронике, никад са сигурношћу не може утврдити да ли је свако семе посејано на задато место, или је из неког разлога дошло до прекида у исевању зрна на некој од сетвених секција сејалице (Марковић и сар 2009ц).

Голубов и сар. (2014), испитују уређај за електронску контролу сетве кукуруза, уз чију помоћ се у жељеном тренутку тачно зна број посејаних зрна по батерији сејалице. Главни циљ овог уређаја је детекција проласка сваког зрна кукуруза испред сензора, који су постављени на батеријама сејалице, при чему се детектована зрна приказују на LCD екрану. Светлосна и звучна сигнализација реагује на непролазак зрна у унапред задатом времену.

Голубов и сар. (2014), поред приказа уређаја за електронску контролу сетве кукуруза, дају опис и хардверске реализације електронске контроле сетве овог уређаја, наводећи да је иста урађена у програмском пакету Proteus ISIS 7 Professional. Они наводе да је микроконтролер централни елемент система контроле, који има улогу да прати рад сензора, приказује тренутно стање на дисплеју и сигнализира одговарајућим лед диодама.

Интелигентни системи надзора и контроле тока сетве примењени код широкоредних сејалица користе сензоре за детекцију (праћење) зрна у току сетве. Yang и сар. (2016) су у свом раду направили преглед различитих типова сензора који су примењени на сејалицама. Ови аутори наводе да се као једно од првих решења за контролу сетве примењивао оптоелектронски сензор, састављен од 24 фототранзистора и 24 светлосних емитера, који је могао да прати зрно у реалном времену. Међутим овај тип сензора је подложен утицају спољашњих фактора (прашина) чиме је смањена његова прецизност. У циљу превазилажења овог проблема, аутори као моћност наводе примену капацитивних сензора и сензора радио таласа који детектују масу семена уместо облика чиме је елиминисан проблем појаве прашине у току рада.

Mowitz (2016) наводи да примена AccuShot система представља један од највећих напредака у апликацији стартних ђубрива заједно са сетвом. Систем користи патентирану технологију која омогућава уношење унапред дефинисане количине течног стартног ђубрива које се наноси директно на семе или чешће, на

одређеном растојању од посејаног семена унутар сетвене бразде. На овај начин ђубриво се примењује само тамо где свако семе може најлакше приступити хранљивим елементима. Течно сатртно ђубриво се уноси у земљиште млазницом постављеном у дискосном отварачу бразде испред спроводне цеви. Проласком семена испред сензора формира се сигнал који долази до рачунара који обрађује добијен сигнал који управља радом млазнице. Систем користи центрифугалну пумпу а ђубриво се може уносити у количини од 9.5-57 литара у минути по једном реду. Вишегодишња истраживања фирме Great Plains показују да се применом AccuShot система у сетви кукуруза и прецизним уношењем стартног ђубрива могу смањити укупни трошкови производње и повећати приноси.

Миодраговић и сар. (2012), такође, наводе могућности контроле широкоредних селјалица помоћу рачунара, што подразумева примену сензора који региструје ниво семена у кутији или количину семена. На овај начин руковаоц машине има информацију када је потребно поново напунити бункер.

Turan и сар. (2014), описују рад пнеуматске сејалице са надпритиском INO Becker Aeromat 2 за широкоредну сетву семенског кукуруза, коришћењем уређаја INOtronic PS200 за електронску контролу сетве. Овде је сензор уређаја за контролу брзине позициониран на левом точку, који није погонски па је клизање минимализовано, а на сваку сетвену секцију је инсталиран сензор, који контролише пролаз семена од сетвене плоче ка раонику. Контролна јединица је постављена тако да је возач може лако видети у кабини и истовремено да прикаже све оперативне режиме сејалице и резултате сетве (радна брзина, број избачених семена за сваки сетвени механизам, итд.).

Velandia и сар. (2013) описују могућност и значај примене ASC (Automatic Section Control) технологије код сејалица за широкоредну сетву. Систем омогућава аутоматско искључивање појединих сетвених секција сејалице на површинама где је обављена сетва или површинама које су означене како површине без биљака (путеви унутар парцеле, крајеви парцеле, итд.). Систем такође може аутоматски активирати поједине сетвене секције када се нађу на површини предвиђеној за сетву. У датим истраживањима, као основна предност примене (ASC) система, наводи се смањена могућност преклапања посејаних површина, што доводи до уштеде на трошковима потрошње семена. Поред ове аутори наводе и постизање

већег приноса услед правилније расподеле семена, већи учинак (нарочито ноћу), смањени замор руковаоца, итд.

Поред сетве, технологија избора појединих типова ђубрива, а нарочито начин и техника њихове примене, представља једну од специфичних агротехничких мера, којом се најефикасније може утицати на повећање приноса, при чему се ђубрива морају користити правовремено и у довољној количини. Савремена пољопривредна производња не може се замислити без употребе ђубрива, што указује на велику потребу за развојем машина и уређаја за њихову примену (Ђевић и сар., 1997; Станаћев и сар., 2000; Латковић и сар., 2009).

Иако је значај минералних ђубрива у остварењу приноса врло велики, њихова улога се мора посматрати само у склопу комплексних агротехничких мера. У циљу остварења правог утицаја ђубрења, треба обезбедити и друге чиниоце, који улазе у склоп технолошког процеса у биљној производњи. Неки од предуслова за ефикасност ђубрења су, претходно испитивање потенцијалне плодности земљишта агрохемијском анализом, одржавање повољних особина земљишта правилном обрадом, потпуним и правилним плодоредом, сејање високородних сорти и хибрида, поштовање рокова сетве, оптималне густине усева, и друго. Вубрива треба рационално користити и то, пре свега, подразумева правилан избор ђубрива, одређивање потребне количине ђубрива за гајени усев, као и примена ђубрива правовремено и на одговарајући начин (Богдановић, 2014).

Гавриловић (2016), наводи да машина за уношење ђубрива у земљиште, треба да испуњава одређене услове: да се лако и сигурно подешава од најмање до највеће количине ђубрива и места расипања; да у простору расипања што равномерније распоређује ђубриво; да је отпорна према нагризању ђубрива; да се може лако одржавати. У складу с тим, конструисани су расипачи минералних ђубрива, којима се минерална ђубрива лакше, брже, сигурније и равномерније растурају.

Разликују се конструкције машине намењене за потпуно и местимично ђубрење. За потпуно површинско ђубрење се примењују различити типови расипача (центрифугални расипачи, расипачи стајњака, расипачи течног стајњака), док се местимично уношење ђубрива врши уређајима који се налазе у

склопу других машина најчешће сејалица, међуредних култиватора итд. (Мићић и Милинковић, 1986).

Минерална ђубрива, која се примењују у пољопривредној производњи, поседују одређена својства (физичко-механичке особине, хемијске особине, итд), као и сваки други материјал у пољопривреди. У складу с тим, Ђевић и сар. (2009) наводе да је познавање, пре свега, физичких и хемијских особина минералних ђубрива од изузетног значаја. Тако се приликом конструисања, машина и уређаја, обавезно полази од особина ђубрива која се њима уносе, чињенице да је подешавање и руковање машином условљено карактеристикама самог ђубрива, па и радни органи машине морају бити тако пројектовани.

Наука и техника, које се односе на истраживања примене ђубрива, су напредовале, па се у праксу уводе и савремене технологије, као што је примена GPS (глобални позициони систем) технологија и система сензора контроле, који су показали изузетне резултате, смањили губитке и оправдали улагања, а све у циљу управљања производњом и смањења коришћења ђубрива. Ови системи постају окосница прецизне пољопривреде, а све у циљу што квалитетнијег и прецизнијег обављања агротехничких операција у биљној производњи (Ђевић и сар., 2009; Марковић и сар., 2013).

Ђевић и Димитријевић (2009) наводе да остварење виших приноса условљава интезивнија примена ђубрива која често са собом носи одређене последице као што су њихово нерационално коришћење, затим високи трошкови набавке и апликације ђубрива, неповољан утицај на животну средину и др. Аутори наглашавају значај избора техничко-технолошког система апликације минералних ђубрива како у агротехничком тако и у еколошком погледу. Аутори такође наводе да успешност складиштења, манипулације и саме апликације у великој мери зависи од физичких својства минералних ђубрива и њихове интеракције са примењеним техничким средствима.

Конвенционалне методе примене ђубрива подразумевају да се сви делови парцеле третирају једнаком количином ђубрива, а самим тим и хемијских елемената, без обзира на њихову доступност у земљишту. С обзиром на актуелне цене на тржишту, нерационална примена ђубрива у великој мери може утицати на укупне трошкове производње и загађење животне средине.

Sinfielda и сар. (2010) истичу да је присуство хранљивих елемената (N, P, K) у земљишту варијабилно чак и у оквиру малих површина парцеле. Исти аутори наводе да су бројни истраживачи, због раста цене ђубрива и притиска еколошких прописа, покушали да развију различите сензорске „on-the-go“ уређаје који су у стању да мапирају параметре као што су присуство макроелемената, механичке особине земљишта, принос усева, рН реакција, електрична проводљивост, итд. Овако формирана мапа, која обухвата податке о локалном стању земљишта, може обезбедити прецизне информације о неопходним (потребним) количинама ђубрива које треба применити на појединим деловима парцеле, чиме се повећава продуктивност и профитабилност производње.

Прецизне технологије у примени минералних ђубрива, засноване на сензорима, се интензивно развијају и истражују. Једна таква технологија користи нормализован вегетациони индекс разлике (енг. NDVI) рефлексije мерења раста биљака пшенице и алгоритам оптимизације примене ђубрива (енг. NFOA) за одређивање неопходне количине азота потребне биљкама како би достигле свој максимални принос. Стога су Viermacher и сар. (2006) у својим истраживањима разматрали велики број електронских система и компонената за прецизну апликацију ђубрива, које користе ову технологију. Аутори истичу „on-the-go“ прецизну технологију примене ђубрива као знатно профитабилнију од конвенционалне.

Марковић и сар. (2013) наводе да са развојем Глобалног Система Позиционирања (GPS) и применом у извођењу агротехничких операција у пракси, расте и популарност примене различити технологија прецизне пољопривреде на великом броју газдинстава.

Fulton (2004) у истраживањима истиче бенефите примене Технологије варијабилних норми (VRT - Variable Rate Technology) код центрифугалних и пнеуматских расипача минералних ђубрива. Уз могућност прилагођавања варијабилним нормама уношења и ширини радног захвата у зависности од гајене биљне врсте и расположивих хранљивих материја за одређени део парцеле, може се у великој мери утицати на продуктивности и профитабилност производње.

У циљу рационалнијег искоришћења хранљивих материја применом течног ђубрива, развијен је систем за уношење варијабилних норми ђубрива са

аутоматским режимом управљања. Chunling и сар. (2011) као основну компоненту система, наводе микропроцесор S3C44B0X серије ARM7. Систем је у стању да повезује брзину кретања машине и тренутну количину уношења течног ђубрива (дигитална контрола протока) у зависности од задатих параметара за одређену локацију.

Расипачи минералних ђубрива, који су прилагођени за варијабилне дозе ђубрива, омогућавају апликацију различитих количина ђубрива у зависности од потреба, што се може утврдити помоћу мапе плодности земљишта. Chattha и сар. (2014) су у својим истраживањима урадили модификацију, стандардног пнеуматског расипача минералних ђубрива варијабилних норми са 12 млазница. Аутоматски сензори, контролни систем (колор камере 6 μ Еуе), електромагнетни вентили, пнеуматских цилиндри, 8-канални регулатор количине ђубрива и праграмибилни логички контролер (PLC) повезани су Bluetooth[®] везом са џепним рачунаром на коме је инсталиран Windows Mobile[®] софтвер. Колор камера је постављена на посебном месту на предњем делу трактора, на висини од 1,2 метара. Овако модификован расипач је у стању да помоћу мапе плодности земљишта и контролног система детектује биљни покривач и површине без вегетације, након чега аутоматски одређује количину и површину на којој ће бити унешена одређена количина ђубрива. Калкулацију и калибрацију контролног система аутори су извршили пре постављања пољског огледа. На основу добијених резултата, аутори су установили да су се испитивани расипачи ђубрива показали ефикасним за потребе прецизног ђубрења, па самим тим могу утицати на повећање профитабилности производње и смањење ризика у заштити животне средине

Будући да су агротехнички циљеви одрживе пољопривреде рационално коришћење минералних ђубрива и очување животне средине, модерна механизација, укључујући примењене машине, опрему и уређаје, треба да буде таква да може да се носи са комплексним пољопривредним процесима, како би се неопходне агротехничке операције реализовале са високом прецизношћу и ефикасношћу без загађења животне средине (Гавриловић, 2016).

Треба нагласити да су проблеми у ђубрењу кукуруза регионалног карактера, а зависе од бројних фактора, као што су особине земљишта, климатски

услови и хибридне специфичности. Стога је и разумљиво што на резултате огледа са ђубрењем кукуруза у многим истраживањима утичу бројни фактори: климатски услови региона и године, плодност земљишта, ђубрење предусева, време и начин уношења хранива и др. (Старчевић и сар., 2002). Тако, у подручјима са мање падавина количине азота из ђубрива могу бити довољне за целу вегетацију и није потребно прихрањивање овим елементом током раста и развоја кукуруза. Примена уреје пре сетве омогућава кукурузу бољу отпорност на сушу и извор је потребног азота у вегетацији. У условима суше, приликом прихране кукуруза KAN-ом, ово ђубриво се не може разложити а ни азот из њега активирати, јер нема довољно влаге.

Захваљујући својим особинама, као и успеху селекционара, створени су бројни хибриди, који се међусобно разликују у погледу приноса, хемијског састава и хранљиве вредности. Тако су испитивањем утицаја различитих варијанти ђубрења на хемијски састав зрна и принос одабраних НС хибрида кукуруза, Станаћев и сар. (2000) установили да примена ђубрива значајно утиче на на принос и садржај сирових протеина.

Резултати двогодишњих истраживања утицаја повећаних количина и типа азотног ђубрива на принос и квалитет зрна кукуруза (Гламочлија и сар., 2007) указују да на земљишту, које је средње обезбеђено азотом (0,17%), овај биогени елемент у повећаним количинама значајно утиче на морфолошке и продуктивне особине биљака, као и на хемијски састав зрна кукуруза. Исти аутори наводе да је утицај облика употребљених азотних хранива на промене морфолошких особина, продуктивност и хемијски састав зрна, зависио од водног режима током вегетационог периода кукуруза, те је у условима повољнијег распореда падавина уреа била погоднија за исхрану биљака, а KAN у години са неповољнијим водним режимом.

Проблематику утицаја фосфора из ђубрива на раст корена и развој два генотипа кукуруза су разматрали Најаббаси и Schumacher (1994). Према овим ауторима, обезбеђеност земљишта фосфором је од кључног значаја за рани раст и развој кукуруза, односно, његове морфолошке и физиолошке карактеристике. Такође су установили да је додавање фосфора убрзало поједине фазе раста и развоја кукуруза, и повећало масу корена.

Један од праваца у тренду развоја технике и технологије сетве кукуруза подразумева да сетву може пратити технолошка операција уношења посебних типова минералних ђубрива, као што су течна стартна ђубрива. Стартно ђубрење се дефинише као „уношење мале количине хранљивих материја у близини места на које ће бити положено (постављено) семе у току сетве“ (Penas и Herget, 1990; Rehm и сар., 2007).

Течно стартно ђубриво има основни задатак да обезбеди неопходне и лако доступне хранљиве материје проклијалом семену. У фенофази клијања и ницања стартно ђубриво, односно, хранљиви елементи које оно садржи, повољно утиче на раст и развој кореновог система (укорењавање) биљке као и на повећање отпорности према болестима (Alley и сар., 2010; Hajabbasi и Schumacher, 1994).

Лако доступна ђубрива у близини корена младих, тек проклијалих биљака обезбеђују интензивнији почетни раст и развој. Убрзаним почетним растом, гајена биљка, ефектом појаве сенке, конкурише коровским биљкама смањујући негативан утицај корова на гајену биљку (Beegle и сар., 2007).

За разлику од других минералних хранива, као што је азот, који су мобилни и имају веће шансе да их корен потпуно усвоји, једињења фосфора су везана и нису лако усвојива, отуда већина течних стартних ђубрива имају повишен садржај фосфора (Beegle и сар., 2007; Alley и сар., 2010).

Уопштено гледајући, само мала количина стартног ђубрива је довољна за позитивну реакцију биљака кукуруза на овакав вид ђубрења и на релативно плодним земљиштима. Одговарајућа доза стартног ђубрива за примену зависи од близине семена, садржај соли и текстуре земљишта. Тако, апликација дозе ђубрива изнад препоручене границе може успорити клијање и рани развој биљака. Проблеми, везани за оштећења семена у условима повећаног садржаја соли, се могу појавити уколико је садржај влаге у земљишту ограничен у првих неколико недеља након сетве, или ако је ђубриво унешено сувише близу семена (Hergert и сар., 2012).

Како ће гајени усев реаговати на примену стартног минералног ђубрива зависиће од нивоа плодности земљишта, система обраде, температуре земљишта и начина примене азотног ђубрива. Уколико је плодност земљишта ниска, већа је реакција биљке на примену како фосфатног, тако и калијумовог стартног ђубрива.

Ово се нарочито односи на примену минералног фосфора у стартном ђубриву. Уопштено гледајући, пољски услови, у којима ће примена стартних ђубрива имати највећи ефекат, су она са нижим температурама, ниским концентрацијама фосфора, песковитом текстуром, ниским садржајем органске материје, вишим рН вредностима, као и она где се примењује наводњавање (Hoef, 2000; Mascagni и сар., 2006; Veegle и сар., 2007; Hergert и сар., 2012).

Бројна истраживања су изведена како би се разјаснила улога стартних ђубрива у производњи кукуруза. Jokela (1992) је утврдио велику вероватноћу добијања оптималних приноса кукуруза при примени стартних ђубрива, која садрже фосфор у форми P_2O_5 и калијум у форми K_2O , и када су њихове концентрације у земљишту биле средње или ниске, при чему је реакција биљке била знатно лошија у условима високе обезбеђености земљишта овим макроелементима.

Kasal и сар. (2015) наводе да се применом течних минералних ђубрива, укупна количина примењених ђубрива смањује за 1/3, обзиром на њихову бољу дистрибуцију и лакше усвајање у односу на чврста минерална ђубрива. Исти аутори сматрају да примена течних минералних ђубрива изазива бржу реакцију гајеног усева на хранива.

Scharf (1999) је установио повећање приноса кукуруза на парцелама које су третиране стартним ђубривом у односу на нетретиране. Међутим, он сматра да је најпрофитабилнија врста стартног ђубрива она која садржи само минерални азот.

Стартна ђубрива, која садрже азот и фосфор, се често користе од стране многих произвођача кукуруза у Делаверу, САД . Међутим, због високог садржаја фосфора у земљиштима са ових простора, намеће се питање потребе за применом фосфора из стартних ђубрива. Стога су Binford и сар. (2002), проучавајући сличну ситуацију у осталим државама, утврдили да нема разлога применити стартна ђубрива, која садрже фосфор, на земљиштима која су у њему богата. Супротно овим налазима, истраживања Hergert-а и сар. (2012) указују на интензивнији рани развој кукуруза у условима примене стартних ђубрива са фосфором на земљиштима која су високо обезбеђена овим елементом. Исти аутори наводе да се ово дешава на песковитим земљиштима, када се фосфор примењује уз одговарајуће дозе азота и сумпора. Међутим, поједини аутори сматрају да

интензиван рани развој кукуруза не мора увек да значи и повећање у његовом приносу (Hoef, 2000; Mascagni и сар., 2006).

У условима када се стартно ђубриво уноси заједно са сетвом кукуруза, постоји ризик од оштећења семена када се примене високе дозе комбинованог азота и калијума директно поред семена. Ово је нарочито изражено када је минерални азот у форми урее или UAN-а, и тада полагање семена и ђубрива у заједничку бразду није препоручљиво, независно од дозе ђубрива (Mengel и Ruiz Diaz, 2012).

Проучавајући дејство неколико начина (система) примене стартног ђубрива у бразду 2" x 2" и 2" x 0" (2"x2" - 5 cm поред и 5 cm испод места где је извршена сетва семена; 2"x0" - 5 cm испод места где је извршена сетва семена) и њихових доза на принос кукуруза у условима Северноцентралног Канзаса (САД), Gordon (2009) је утврдио: уношење стартног ђубрива у заједничку бразду са семеном је смањило број биљака и принос кукуруза; примена 2" x 0" начина апликације стартног ђубрива је имала скоро исти утицај на принос кукуруза као и 2" x 2"; повећање дозе минералног азота је повећало и усвајање фосфора од стране биљака и принос кукуруза; додавање дикарбоксилних кополимера у стартно ђубриво је имало позитиван утицај на усвајање фосфора од стране биљака, као и принос кукуруза. С друге стране, истраживања у периоду од 15 година примене течних стартних ђубрива у Луизијани, САД, на земљиштима са високим садржајем фосфора (Mascagni и сар., 2006) указују, да је 1/3 обухваћених огледа дала значајно интензивнији рани раст и високе приносе кукуруза у условима примене течног амонијум фосфатног стартног ђубрива у бразду.

Veegle и сар. (2007) наводе да је препоручено место уношења стартног ђубрива за кукуруз 2,5 cm поред и 2,5 cm испод семена.

Тако су истраживања примене течних ђубрива истовремено са сетвом, финансирана од стране фирме Fluid Fertilizer Foundation, средином 90-тих година показала да примена релативно високих доза течних ђубрива у односу 10:34:0, 4:10:10 и 7:21:7 заједно са сетвом немају негативан утицај на ницање и принос кукуруза на земљиштима која нису песковита или исушена (Rehm и сар., 2007).

Од недавно, у Свету постоји и тренд додавања секундарних минералних хранива и микроелемената у стартна ђубрива, будући да су ови елементи кључни

фактор у многим процесима битним за раст и развој биљака. Уколико постоји потреба биљака за микрохранивима, додавање микроелементата у стартна ђубрива се сматра одличним начином њиховог снабдевања малим количинама ових хранљивих материја. У складу с тим, количине ових микрохранива се могу одредити на основу агрохемијских анализа земљишта или биљног материјала (Beegle и сар., 2007).

Примену течних ђубрива заједно са сетвом у својим вишегодишњим истраживањима описују Rehm и сар. (2007). Њихова истраживања су подразумевала процену ефекта примене две дозе течних минералних ђубрива, са односом N:P:K од 10:34:0, 4:10:10 и 3:18:18, на ницање и принос кукуруза, гајеног на земљиштима различите текстурне класе. Резултати ових истраживања указују да утицај испитиваних ђубрива на ницање и принос кукуруза варира у зависности од текстуре земљишта, па врста и дозе ђубрива, као и место уношења (уз семе, на врху семена, или испод семена) нису имали значајан утицај на ницање и принос кукуруза на прашкасто глиновитим иловачама. С друге стране, место уношења ђубрива, нарочито у већим дозама, испољило је значајан утицај на проучаване параметре раста кукуруза на песковитим иловачама, при чему је ницање значајно редуковано. Као разлог ове појаве поменути аутори истичу адекватну влажност земљишта прашкасто глиновито иловасте текстуре у моменту сетве и ђубрења кукуруза.

Ma и сар. (2015) су спровели двогодишње испитивање утицаја локализоване примене различитих типова ђубрива, које је примењено истовремено са сетвом, на принос кукуруза гајеног на кречним земљиштима. Неђубрено земљиште је коришћено као контрола. Резултати су показали да локализована примена испитиваних минералних ђубрива као стартера утиче на интензивнији раст младих биљака кукуруза и акумулацију азота и фосфора кроз различите фазе раста у поређењу са контролом. Исти аутори су установили и позитивну корелацију између броја зрна у клипу и интензитета раста биљке. На основу добијених резултата, аутори закључују да локализована примена стартних ђубрива утиче позитивно на повећање приноса и броја зрна у клипу кукуруза, као и на ефикасност у искоришћавању азота.

На основу приказаних резултата истраживања у Свету, може се закључити да са правилном применом течног стартног ђубрива у примењеној технологији производње кукуруза може значајно утицати на повећање оствареног приноса зрна.

5. Материјал и метод истраживања

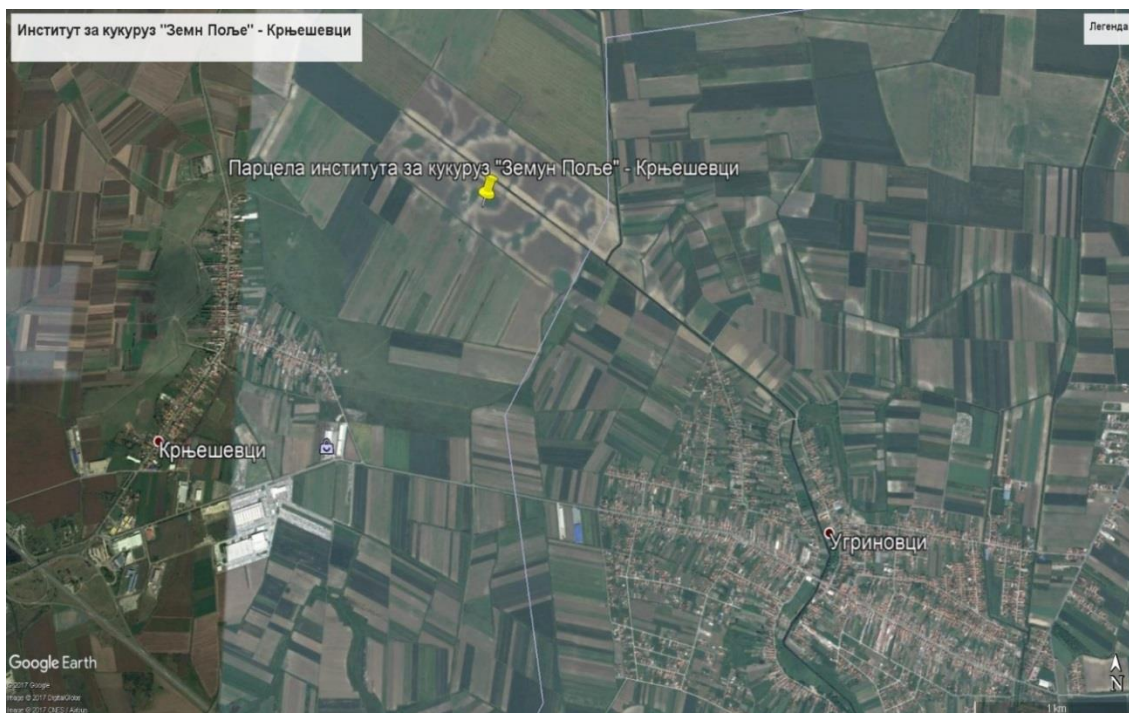
5.1. Пољски оглед

Истраживање утицаја техничког система уноса и количине унетог течног стартног ђубрива са сетвом на остварени принос и компоненте приноса кукуруза обављен је на два локалитета, током три вегетационе сезоне у периоду 2011 – 2013. године.

Први локалитет (слика 1) је подразумевао парцеле газдинства Радојичић, Ратари, Обреновац ($44^{\circ}38'21.3''\text{N}$, $20^{\circ}06'00.6''\text{E}$), (<https://earth.google.com>). Тип земљишта је ритска црница. Други локалитет (слика 2) истраживања се налазио на парцелама Института за кукуруз Земун Поље, Крњешевци ($44^{\circ}53'54.9''\text{N}$, $20^{\circ}09'08.8''\text{E}$), (<https://earth.google.com>). Тип земљишта је ливадски безкарбонатни чернозем. На наведеним локалитетима истраживања су изведена у условима природног водног режима земљишта.



Сл. 1. Локалитет парцеле газдинства Радојичић, Ратари, Обреновац



Сл. 2. Локалитет парцеле Института за кукуруз Земун Поље, Крњешевци

Истраживањем су била обухваћена три фактора:

1. Технички системи аутоматског уноса течног стартног ђубрива FitoFert Starter (N:P:K 10:40:10); (A),

A₁- систем уношења у форми траке, дуж посејаног реда (ширина траке $b=25$ mm),

A₂- систем уношења у форми тачке, појединачно поред сваког посејаног семена (круг полупречника $r=12.5$ mm).

2. Количина унетог течног стартног ђубрива FitoFert Starter (N:P:K 10:40:10); (B),

B₁ - 100 l/ha,

B₂ - 50 l/ha,

B₃ - 0 l/ha.

3. Количина унетог минералног ђубрива (B),

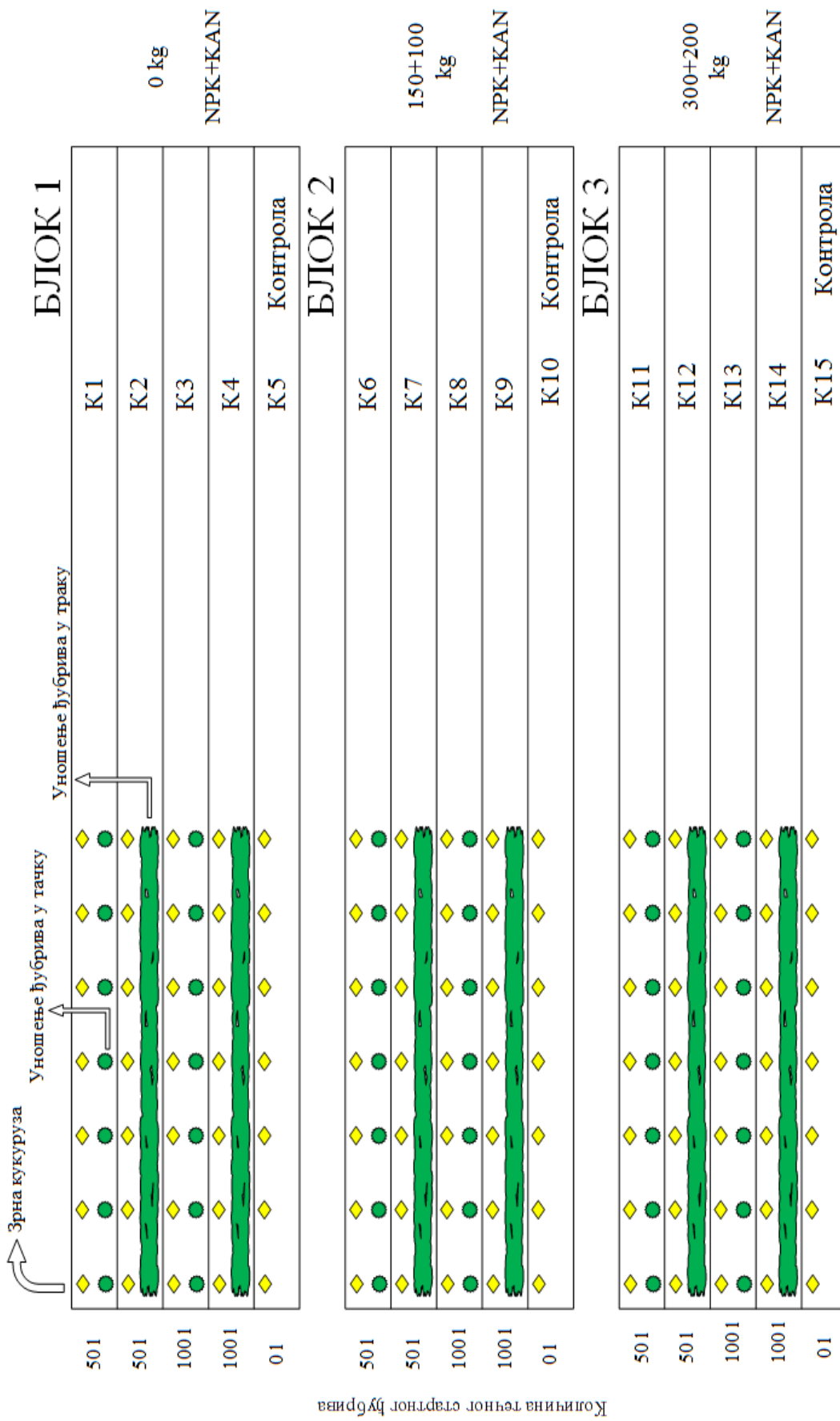
B₁ - NPK(N:P:K 15:15:15) 300kg + KAN(27% N) 200kg,

B₂ - NPK(N:P:K 15:15:15) 150kg + KAN(27% N)100kg,

B₃ - NPK 0kg + KAN 0kg.

Стационарни пољски огледи изведени су методом подељених парцела (split-plot) у четири понављања (слика 3). Оглед је постављен у три блока са 15 огледних варијанти. Величина блока износила је 56 x 90 m, а величина подпарцеле унутар блока 11,2 x 90 m. Између блокова су остављене стазе ширине 4 m на којима није вршена сетва кукуруза. На једној подпарцели (контрола) у сваком од блоква није уношено течно стартно ђубриво (слика 3).

На узорку од 10 биљака из свих варијанти и из свих понављања анализирани су следеће компоненте приноса: маса клипа, маса окласка, дужина клипа, маса 1000 зрна, број редова зрна, број зрна у реду, маса биљке са клиповима, жетвени индекс и принос зрна, као израчуната вредност из претходних мерења.



Сл. 3. Шема постављеног огледа

5.2. Примењена технологија производње

На наведеним локалитетима у све три године истраживања предусев кукурузу била је озима пшеница. После жетве пшенице уклоњени су биљни остаци и обављено је заоравање стрништа на дубину 10 – 15 cm. У јесен, пред орање (дубина око 30 cm) извршено је расипање минералних ђубрива центрифугалним расипачем у различитим количинама. У блоку I 300 kg/ha (NPK), блоку II 150 kg/ha (NPK) док у блоку III није уношено минерално ђубриво. У пролеће непосредно пред припрему земљишта за сетву извршено је расипање минералног ђубрива KAN у количини од 200 kg/ha у блоку I, 100 kg/ha у блоку II и 0 kg/ha у блоку III. Након примене минералних ђубрива извршена је предсетвена припрема у два пролаза сетвоспремачем (универзални тип мотичице са еластичним носачем у облику слова S) и клинастом дрљачом.

Сетва кукуруза средње раног хибрида ZP 427 Института за кукуруз Земун поље обављена машински у другој половини априла за све три године истраживања. Применом стандардне четвороредне пнеуматске широкоредне сејалице ИМТ634.454 извршена је сетва са међуредним размаком 70 cm и густином од 65000 биљака ha⁻¹.

У варијантама где је вршено уношење течног стартног ђубрива FitoFert Starter (FFS) примењена је стандардна сејалица ИМТ-634.454 на којој је извршена модификација. Модификација сејалице је подразумевала уградњу електронског уређаја ЕУКУ-01, чиме је омогућено да се заједно са сетвом кукуруза изврши и контролисано уношење течног стартног ђубрива.

За потребе истраживања у овој докторској дисертацији, развијен је и израђен прототип новог електронског уређаја ЕУКУ-01, намењен за аутоматско уношење течног стартног ђубрива заједно са извођењем сетве кукуруза.

Основне конструкционе компоненте електронског уређаја ЕУКУ-01:

- **Електронска управљачка јединица (ЕУЈ)**, електричним проводницима је повезана са фотоелектричним сензорима и електронским бризгаљкама. У току сетве, ЕУЈ добија сигнал од фотоелектричних сензора и након софтверске обраде формира излазни сигнал који управља радом електронских бризгаљки. Напајање управљачке јединице (12V) је изведено са електричне инсталације трактора.

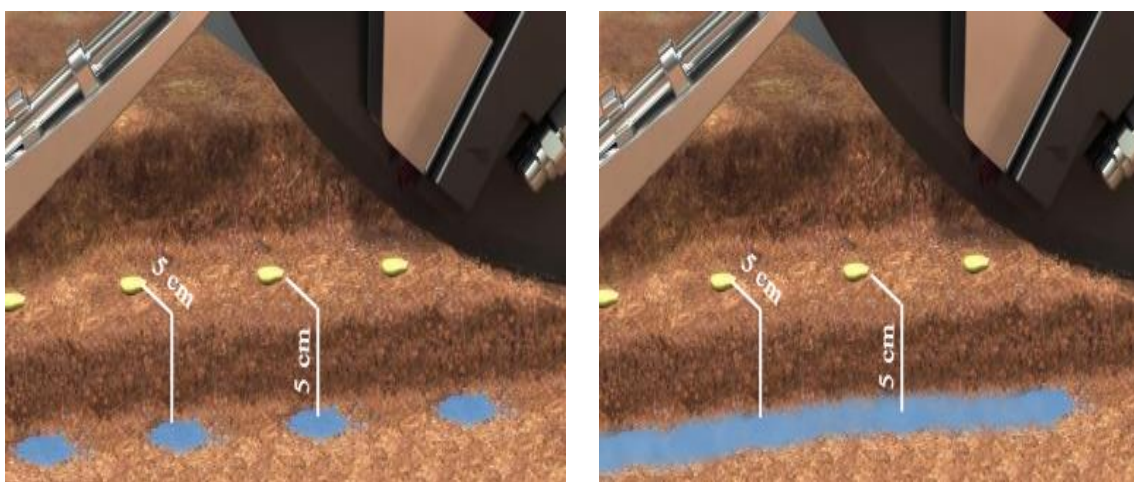
- **Фотоелектрични сензор (ФЕС)**, постављен је испод сетвеног апарата и детектује кретање зрна кукуруза од сетвеног апарата према бразди у коју се полаже. Напајање сензора је изведено са електронске управљачке јединице. На свакој од сетвених секција постављен је фотоелектрични сензор ФЕС.
- **Електронска бризгаљка (ЕБ)**, омогућава прецизно уношење задате количине течног ђубрива у отворену бразду. ЕБ је електричним проводиком спојена са електронском управљачком јединицом која управља радом (отварање-затварање) електромагнетног вентила бризгаљке. На свакој од сетвених секција постављена је електронска бризгаљка ЕБ.
- **Електрична пумпа (ЕП)**, је смештена унутар резервоара, одакле допрема течно стартно ђубриво под притиском (400 kPa) до електронских бризгаљки. ЕП је флексибилном водом високог притиска повезана са електронским бризгаљкама. Напајање електричне пумпе (12V) је изведено са електричне инсталације трактора.
- **Резервоар (Р)**, је цилиндричног облика израђен од пластичне масе, запремине 100 l. Резервоар је постављен на основни рам сејалице, а основни задатак му је складиштење течног стартног ђубрива.
- **Улагач (У)**, (отварач бразде), је раоног типа, отвара бразду како би се омогућило прецизно уношење течног стартног ђубрива испод површине земљишта. У улагачима се налазе лежишта (места) у која су постављене електронске бризгаљке. На свакој од сетвених секција постављен је улагач.
- **Загртач (З)**, наноси слој ситног земљишта на отворену бразду како би се покрило унето течно ђубриво и тиме спречило његово испаравање. На свакој од сетвених секција постављен је загртач.

Правилном уграњом и повезивањем конструкционих компоненти електронског уређаја ЕУКУ-01 омогућено је прецизно дозирање и равномерна дистрибуција течног стартног ђубрива испод површине земљишта.

У истраживањима ове докторске дисертације, употребом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01, примењена су два техничка система аутоматског

подповршинског уноса течног стартног ђубрива FFS у форми тачке и траке (слика 4), у количинама 100 l/ha и 50 l/ha.

Примена течног стартног ђубрива у форми траке подразумевала је уношење ђубрива у виду непрекидне траке ширине 25 mm дуж реда у коме је извршена сетва семена кукуруза. Други начин уноса подразумевао је да се течном стартно ђубриво уноси у форми тачке (круг, полупречника $r=12,5$ mm) појединачно поред сваког посејаног семена. У оба случаја, течном стартно ђубриво FitoFert Starter је унето бочно од реда у коме је извршена сетва зрна, на удаљености од 5 cm, као и на 5 cm испод дубине на којој је извршена сетва семена кукуруза. Поред начина уноса (трака, тачка) у истраживањима је као фактор проучаван и утицај примењене количине (100 l/ha и 50 l/ha) течног стартног ђубрива на принос и компоненте приноса кукуруза.



Сл. 4. Примењени начини уношења течног стартног ђубрива у тачку и траку

За заштиту од корова, све три године истраживања на оба локалитета, примењена је комбинација хербицида Laudis (2 l ha^{-1}) и Callisto (200 gr ha^{-1}). За апликацију је коришћен трактор у агрегату са прскалицом AGS 440. Међуредна култивација обављена је машински, применом међуредног култиватора ИМТ-626.40.

Берба, као завршна операција, обављено је у оптималном року, универзалним житним комбајном CLAAS LEXION 430, а пре израчунавања

приноса за сваку елементрану парцелу, садржај воде у зрну кукуруза, утврђен је сушењем на 105°C.

Принос зрна са 14% воде израчунат је формулом:

$$Q = P \times (100 - U) / 100 - H;$$

где је:

Q – принос сувог зрна кукуруза, са 14% воде,

Pi – принос сировог зрна,

U – садржај воде у зрну у тренутку бербе,

H – дозвољена вода у зрну (14%).

У истраживањима је коришћено течно стартно ђубриво фирме „FERTICO“ која се бави производњом специјализованих ђубрива намењених пољопривредној производњи и шире. За потребе истраживања ове докторске дисертације, произведено је ђубриво FitoFert Starter (N:P:K 10:40:10, неорганско, течно) са повећаним садржајем фосфора. Хемијски састав примењеног ђубрива приказан је у табели 1 (<http://www.fitofert.com/>).

Таб. 1. Хемијски састав ђубрива FitoFert Starter 10:40:10

Хранљиви елементи	Садржај
Азот (N)	10% / - 1,1% (8% као NH ₄ -N, 2% као NO ₃ -N)
Фосфор (као P ₂ O ₅)	40% / - 1,1% (растворљив у води)
Калијум (као K ₂ O)	10% / - 1,1% (растворљив у води)
Бор (B)	0,02% / - 0,004%
Бакар (Cu) EDTA	0,015% / - 0,003%
Гвожђе (Fe) DTPA	0,04% / - 0,008%
Манган (Mn) EDTA	0,04% / - 0,008%
Молибден (Mo)	0,008% / - 0,0016%
Цинк (Zn) EDTA	0,015% / - 0,004%
Тешки метали	Максималан садржај у mg/kg по сувој маси средстава за исхрану биљака
Олово (Pb)	100
Кадмијум (Cd)	75 mg/kg P ₂ O ₅
Хром (Cr)	500
Никл (Ni)	100
Жива (Hg)	1

Примена овог типа ђубрива, заједно са сетвом, представља допунску меру ђубрења и не замењује употребу основног ђубрива.

У циљу добијања реалних и објективних резултата истраживања у лабораторији су урађене агрохемијске особине земљишта на којима су постављени и извођени огледи. Узорци земљишта за анализе узети на дубинама 0-30 cm и 30-60 cm пред основну обраду за сваку годину трајања истраживања.

За потребе истраживања урађена је анализа следећих агрохемијских особина (Предић, 2011) :

- рН реакција земљишта-потенциометријски,
- CaCO₃ волуметријски (*Sheibler*),
- % хумус (*Tjurin*),
- % укупног азота (N) (*Kjeldahl*),
- садржај P₂O₅ i K₂O, Al (метода *Egnera and Riehma*).

Током извођења пољских огледа за ову докторску дисертацију евидентирани су основни временски услови, а добијени подаци су преузети из најближих референтних хидрометеоролошких станица (http://www.hidmet.gov.rs/Latin/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php).

Прикупљени подаци и резултати истраживања у овој докторској дисертацији анализирани су одговарајућим статистичким методама у зависности од њихових карактеристика. Трофакторска ANOVA је коришћена да се испита ефекат технике уноса, количине течног и количине чврстог минералног ђубрива на принос и испитиване компоненте приноса кукуруза. Анализа је спроведена за сваку комбинацију локалитета и године, тако да је урађено шест трофакторских ANOVA. За накнадна поређења (post hoc анализу) коришћен је Duncan-ов тест на нивоу значајности од 5%.

5.3. Методе испитивања пољопривредне технике

Теренска испитивања, спроведена у оквиру истраживања, обухватила су мерења основних експлоатационих параметара испитиваних варијанти тракторско машинских агрегата (ТМА) за механизовану сетву кукуруза: ТМА 1 – трактор ИМТ 558 и стандардна широкоредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454; ТМА 2 - трактор ИМТ 558 и стандардна широкоредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454 са додатком прототипа електронског уређаја за аутоматско уношење

течног стартног ђубрива ЕУКУ-01. Испитивања су обављена одговарајућим методама за испитивање машина и оруђа, које су прилагођене условима рада и циљу испитивања.

У спроведеним истраживањима ове докторске дисертације, утврђени су параметри (Лазих, 1983):

- **Брзина кретања (радна брзина)** агрегата трактор - сејалица (ТМА-1 и ТМА-2), је одрђена рачунском методом из односа пређеног пута S (m) и времена трајања сетве t (s) остварене на путу S , образац (1):

$$V = \frac{S}{t} \quad (\text{m/s}) \quad (1)$$

где је:

- V – радна брзина ТМА, (m/s),
- S – пређени пут, (m), у огледу $S = 70$ (m)
- t – време трајања сетве остварено на путу S , (s).

Приликом испитивања, мерење брзине вршено је постављањем маркера и употребом хронометра. Помоћу маркера, на самој парцели, унапред је одређена и обележена деоница у дужини од 70 m, при чему је хронометром измерено време проласка сетвеног агрегата на обележеној деоници.

- **Потрошња погонског горива** одређена је запреминском методом (мензура). Утрошак горива по хектару посејане површине кукуруза израчунат је формулом (2):

$$Q_{(\text{ha})} = \frac{Q_{\text{дан}}}{W_{\text{дан}}} \quad (\text{l/ha}) \quad (2)$$

где је:

- $Q_{(\text{ha})}$ – утрошак горива по хектару (l/ha),
- $Q_{\text{дан}}$ – дневни утрошак горива $\text{m}^3/\text{дан}$, (l/дан),
- $W_{\text{дан}}$ – дневи учинак, (ha/дан)

• **Остварени учинак (површински)** је експлоатациона карактеристика примењеног тракторско машинског агрегата (ТМА) у одређеним условима, а уједно представља параметар који дефинише вредности ефикасности машина. Код испитиваних варијанти ТМА, учинак (ha/h) и коефицијент искоришћења радног времена израчунати су применом рачунске методе.

Стварни учинак тракторско машинског агрегата (трактор-сејалица) W_s израчунат је применом формуле (3):

$$W_s = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot (\eta_t + \eta_p - 1) \text{ ha/h} \quad (3)$$

где је:

- W_s – стварни учинак агрегата трактор-сејалица (ha/h),
- B – ширина радног захвата сејалице (m),
- V – брзина кретања агрегата трактор-сејалица (km/h),
- η_t – коефицијент искоришћења радног времена,
- η_p – коефицијент утрошка времена.

η_t – коефицијент искоришћења радног времена с обзиром на дужину парцеле, брзину кретања и трајање окретања на увратини, а израчунава се према формули (4):

$$\eta_t = \frac{L}{L + V \cdot t} \quad (4)$$

где је:

- L – дужина парцеле (m),
- t – трајање једног окретаја на увратини (s),
- V – брзина кретања (m/s)

η_t – коефицијент утрошка времена који се односи на утрошак времена за пуњење сандука семеном, ђубривом или хербицидима или инсектицидима у односу на чисто радно време, а у оквиру овог коефицијента урачунато је и време застоја. Коефицијент η_p израчунава се према формули (5):

$$\eta_p = \frac{t_p}{t} \quad (5)$$

где је:

- t_p – време пуњења (s),
- t – укупно време рада и пуњења.

5.4. Техничке карактеристике испитиваног тракторско машинског агрегата (трактор-сејалица)

Главне експлоатационе карактеристике трактора ИМТ-558 (слика 5) огледају се у могућностима економичног обављања средњих и средње тешких пољопривредних и других радова на нормалним растреситим и средње тешким земљиштима која не дозвољавају велике површинске притиске. Поред тога, у битне карактеристике овог трактора спада могућност рада са великим бројем различитих врста и типова прикључних машина и оруђа за пољопривреду и остале гране привреде (шумарство, грађевинарство, комуналије и друго) што га чини универзалним.



Сл. 5. Трактор ИМТ-558

Основни технички подаци испитиваног трактора приказани су у табели 2. (Каталог производа ИМТ, 1983).

Таб. 2. Основне техничке карактеристике испитиваног трактора

Технички подаци	ИМТ-558
Тип мотора	М 34/Т, Дизел, четворотактни
Снага мотора	42,6 KW
Мењач, број степени преноса	6 за ход унапред 2 за ход уназад
Прикључно вратило	Ожљебљено, пречника 34,9 mm
Кочнице	Дискосне
Хидраулички систем, сила дизања	1120 daN
Димензије пнеуматика: -предњи -задњи	- 7,5-16 6(8)pr - 16,9/14-28 6(8)pr
Габаритне димензије: - дужина - ширина - минимално растојање од тла	3751 mm 1808 mm 430 mm
Спојница	Двострука, фриксиона
Маса са уљем, горивом, расхладном течности и кабином	2340 kg

Сејалица ИМТ-634.454 (слика 6) спада у групу сејалица за сетву широкоредних усева са пнеуматским сетвеним апаратом. Основна карактеристика овог типа сетвеног апарата је да се једно по једно зрно, потребно за појединачну сетву, издваја из масе семена (из кутије за семе) уз помоћ дејства усисне ваздушне струје. Вертикално постављена сетвена плоча дели кућиште сетвеног апарата на два дела. По ободу сетвене плоче налазе се правилно распоређени отвори (кружног облика), чији је пречник мањи од пречника семена културе која се сеје, што онемогућава да семе прође кроз отвор плоче. Са једне старне плоче је део кућишта који је повезан са кутијом у којој је смештено семе, где услед силе гравитације семе долази у контакт са сетвеном плочом. Са друге стране плоче је део кућишта који је еластичним водом спојен са вентилатором који ствара усисну ваздушну струју. Вентилатор преко карданског вратила добија погон од прикључног вратила трактора. Отварач сетвене браздице је санкастог типа. Нагазни точкови су постављени по углом (V облик) са могућношћу подешавања притиска на земљиште.



Сл. 6. Четвороредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454.

У току рада сејалице ваздушна струја, створена дејством вентилатора, приљубљује (усисава) семе на отворе сетвене плоче. Услед ротације сетвене плоче, приљубљено зрно ротира заједно са плочом, чиме је омогућено појединачно издвајање зрна. У току рада се може десити да се на отвору плоче нађе (приљуби) два или више зрна (семена) чиме је нарушен површински распоред семена. У горњем делу кућишта постављен је скидач семена, који вишак семена врати назад, а на отворима плоче која ротира остаје само по једно зрно (семе). Ротацијом сетвене плоче зрно (семе) се носи до најнижег дела кућишта сетвеног апарата где престаје деловање усисне ваздушне струје услед чега долази до одвајања зрна од сетвене плоче које тада пада у претходно отворену сетвену браздицу. Основни технички подаци испитиване сејалице приказани су у табели 3. (Каталог производа ИМТ, 1994.).

У основи, сејалица ИМТ-634.454 је намењена за сетву кукуруза, а уградњом додатних елемената и изменом сетвених плоча омогућена је сетва соје, сунцокрета, шећерне репе и неких повртарских култура што омогућава универзалност примене.

Таб. 3. Основне техничке карактеристике испитиване сејалице

Технички подаци	Јед. мере	ИМТ 634.454
Број редова	-	4
Размак редова	cm	40-75
Дубина улагања	cm	2-8
Запремина кутија за семе	lit.	4x25
Размак зрна у реду	cm	8-36
Радна брзина	km/h	До 8
Ширина у транспорту	m	3
Погонски точкови (димензија)	-	5,00-15
Маса сејалице	kg	580
Потребна снага трактора	kW	37
Максимални број обртаја прикључног вратила трактора	o/min	540
Категорија агрегатирања	-	1
Начин агрегатирања	-	Ношена

6. Резултати истраживања и дискусија

За потребе испитивања у овој докторској дисертацији, и утврђивања ефекта примене течног стартног ђубрива, у технологији производње кукуруза, развијен је, конструисан и примењен прототип електронског уређаја за аутоматску контролу уношења течног стартног ђубрива ЕУКУ-01. Уградњом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01 на стандардну широкоредну пнеуматску сејалицу ИМТ-634.454 омогућено је да се заједно са сетвом изврши аутоматско подповршинско уношење течног стартног ђубрива.

У оквиру спроведених истраживања, извршена су неопходна мерења са циљем утврђивања вредности експлоатационих параметра (брзина кретања, потрошња погонског горива и учинак) испитиваних варијанти тракторско машинских агрегата (ТМА). Истраживањем су обухваћена два модела тракторско машинских агрегата за механизовану сетву кукуруза: ТМА1 – трактор ИМТ 558 и стандардна широкоредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454; ТМА2 - трактор ИМТ 558 и стандардна широкоредна пнеуматска сејалица ИМТ-634.454 са додатком прототипа електронског уређаја за аутоматско уношење течног стартног ђубрива ЕУКУ-01.

Истарживања у овој докторској дисертацији, су обухватила и испитивање утицаја примењеног техничког система аутоматског уноса течног стартног ђубрива (FFS), примењене количине течног стартног ђубрива (l/ha), и количине примењених минералних ђубрива (NPK, KAN) (kg/ha) на остварени принос зрна кукуруза и компоненте приноса зрна кукуруза (дужина клипа, број зрна на клипу, маса клипа, маса 1000 зрна, маса окласка, жетвени индекс).

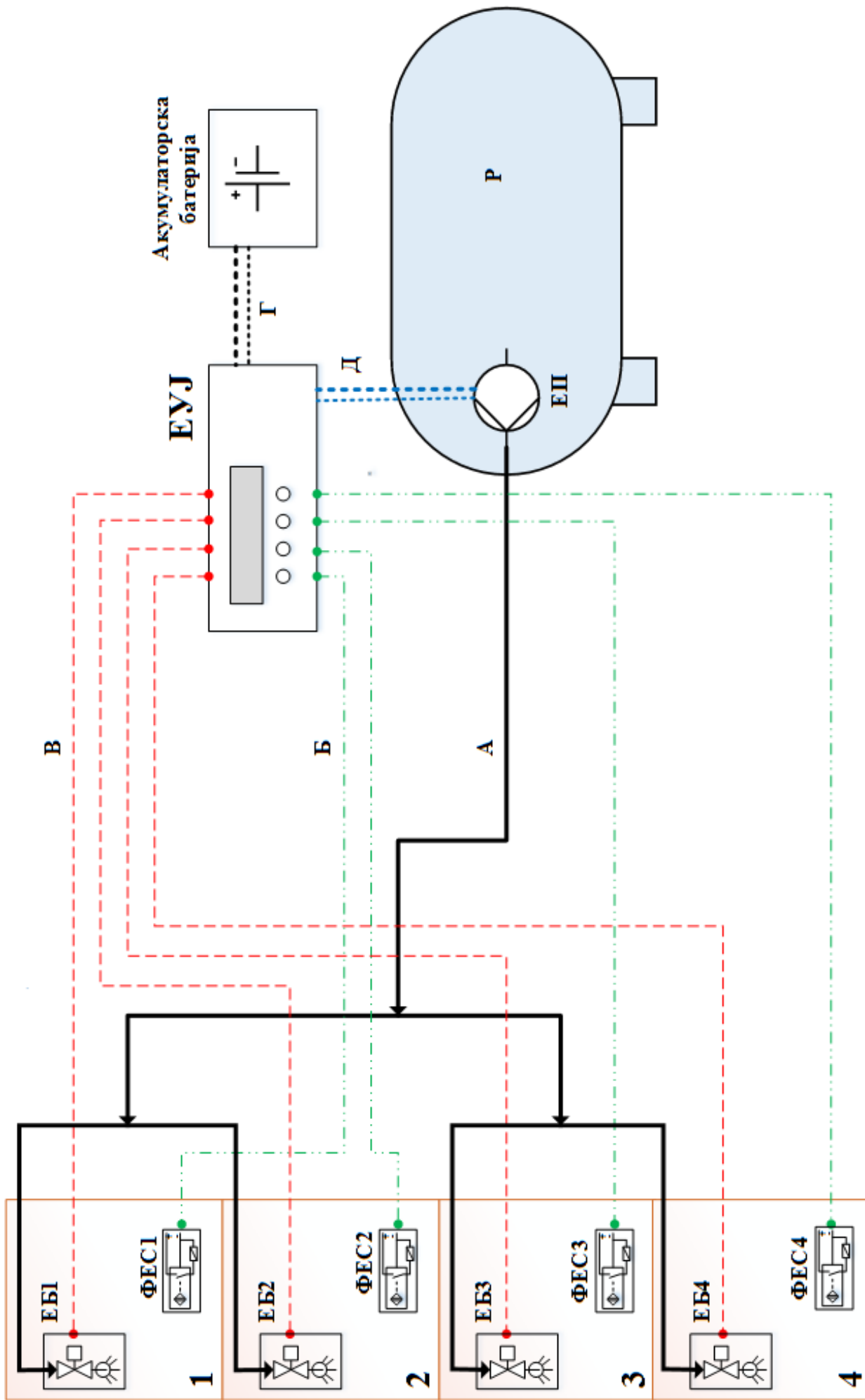
6.1. Опис конструкције и принцип рада новог електронског уређај за аутоматску контролу уношења течног стартног ђубрива ЕУКУ-01

6.1.1. Основне компоненте и шема електронског уређаја ЕУКУ-01

Електронски уређај ЕУКУ-01, чија блок шема је приказана на слици 7., садржи одређени број компоненти које су међусобно повезане и чине једну целину. Основне конструкционе компоненте електронског уређаја ЕУКУ-01 могу се сврстати у три групе:

- Електронске (управљачка јединица, фотоелектрични сензори)
- Електричне (пумпа, бризгаљка, електрични проводник-инсталација)
- Механичке (резервоар, улагач за течну стартно ђубриво, загртач, флексибилна цев)

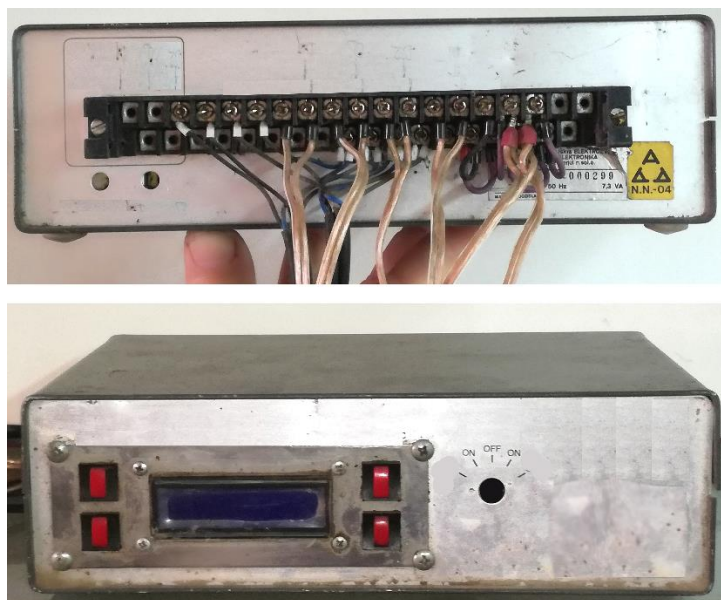
Конструкционе компоненте електронског уређаја ЕУКУ-01, електронска управљачка јединица, електрична бризгаљка и зглобни носач (додатни улагач, загртач) су у потпуности ново идејно решење које је приказано у овој докторској дисертацији. Као такве, ове компоненте се не могу наћи као готова конструкциона решења. Остале компоненте које се налазе у систему електронског уређаја ЕУКУ-01 су стандардне и представљају конструкционе елементе постојећих машина и уређаја.



Сл. 7. Блок дијаграм основне архитектуре електронског уређаја ЕУКУ-01. ЕБ1, ЕБ2, ЕБ3, ЕБ4 – електрична бризгаљка; ФЕС1, ФЕС2, ФЕС3, ФЕС4 – фотоелектрични сензори; А - флексибилне цеви високог притиска; Б – електрични проводници фотоелектричних сензора; В - електрични проводници електронских бризгаљки; ЕУЈ – електронска управљачка јединица; ЕП – електрична пумпа; Д – електрични проводник за напајање електронске управљачке јединице; Р – резервоар.

6.1.2. Електронска управљачка јединица (ЕУЈ)

Електронска управљачка јединица (ЕУЈ) (слика 8), уређаја ЕУКУ-01, представља процесни рачунар који управља радом електронских и електричних компоненти система за уношење течног стартног ђубрива заједно са сетвом кукуруза. ЕУЈ је преко електричног проводника (Г) и одговарајућег конектора повазана са постојећом електричном инсталацијом трактора преко које се врши напајање (12V). Електричним проводницима (В, Б, Д), ЕУЈ је спојена са електронским брызгаљкама (ЕБ1, ЕБ2, ЕБ3, ЕБ4), фотоелектричним сензорима (ФЕС1, ФЕС2, ФЕС3, ФЕС4) и електричном пумпом (ЕП) чиме је омогућен правилан рад система.



Сл. 8. Електронска управљачка јединица уређаја ЕУКУ-01.

Електронска управљачка јединица (ЕУЈ) уређаја ЕУКУ-01, функционално гледано, садржи три основна дела (целине): улазни део, микрорачунар (централни део) и излазни део.

Улазни део служи за пријем и прилагођавање улазних сигнала који долазе са фотоелектричних сензора (детекција присуства зрна кукуруза).

Микрорачунар је микроконтролер интегрисан на једном чипу. Све функционалне јединице рачунара реализоване су на истој силицијумској подлози.

Ове јединице обухватају процесор (ЦПУ), програмску и радну меморију али често и додатне елементе попут комуникационих модула и сл. Имплементација и начин приступа меморији зависи од врсте архитектуре самог процесора и није предмет интереса ове докторске дисертације.

Опис контролног система - Уређај PDM-4 представља идејно решење ове докторске дисертације, а израђен у предузећу „VIVIS индстријски системи д.о.о.“ (<http://www.vivis.rs>). PDM-4 је микроконтролерски систем заснован на процесору са RISC архитектуром намењен дигиталном управљању ad—hoc система у индустријском окружењу са могућношћу програмирања потребних функција.

Спецификација:

- Напон напајања 12V AC или DC +/- 20%,
- Број дигиталних излаза: до 8 транзисторских,
- Број дигиталних улаза: до 8, од чега 4 брза оптички изолована,
- Алфанумерички дисплеј 4x20 карактера,
- Фолијска тастатура за подешавање процеса.

Уређај, коришћен за управљање, је заснован на 8-битном дигиталном микроконтролеру компаније Microchip из серије PIC18Fxx20. Ову напреднију серију 8-битних процесора карактерише могућност хардверског множења, велики број комуникационих интерфејса подржаних у хардверу и напредне прекидне рутине. Детаљнија спецификација приказана је на слици 9. Поменути контролер захтева извор напајања од 5V па је за свако повезивање са системима изван TTL спецификације од 5V потребно користити одговарајуће интерфејсе. То значи да сваки улази или излазни сигнал захтева одговарајуће прилагођавање. Код улаза је то најчешће прилагођавање напонског нивоа (често уз обезбеђивање галванске изолације између кола) док код излаза најчешће је потребно извршити појачавање сигнала (као и прилагођавање актуатору) јер микроконтролери ове серије начелно обезбеђују мање од 20mA по дигиталном излазу.

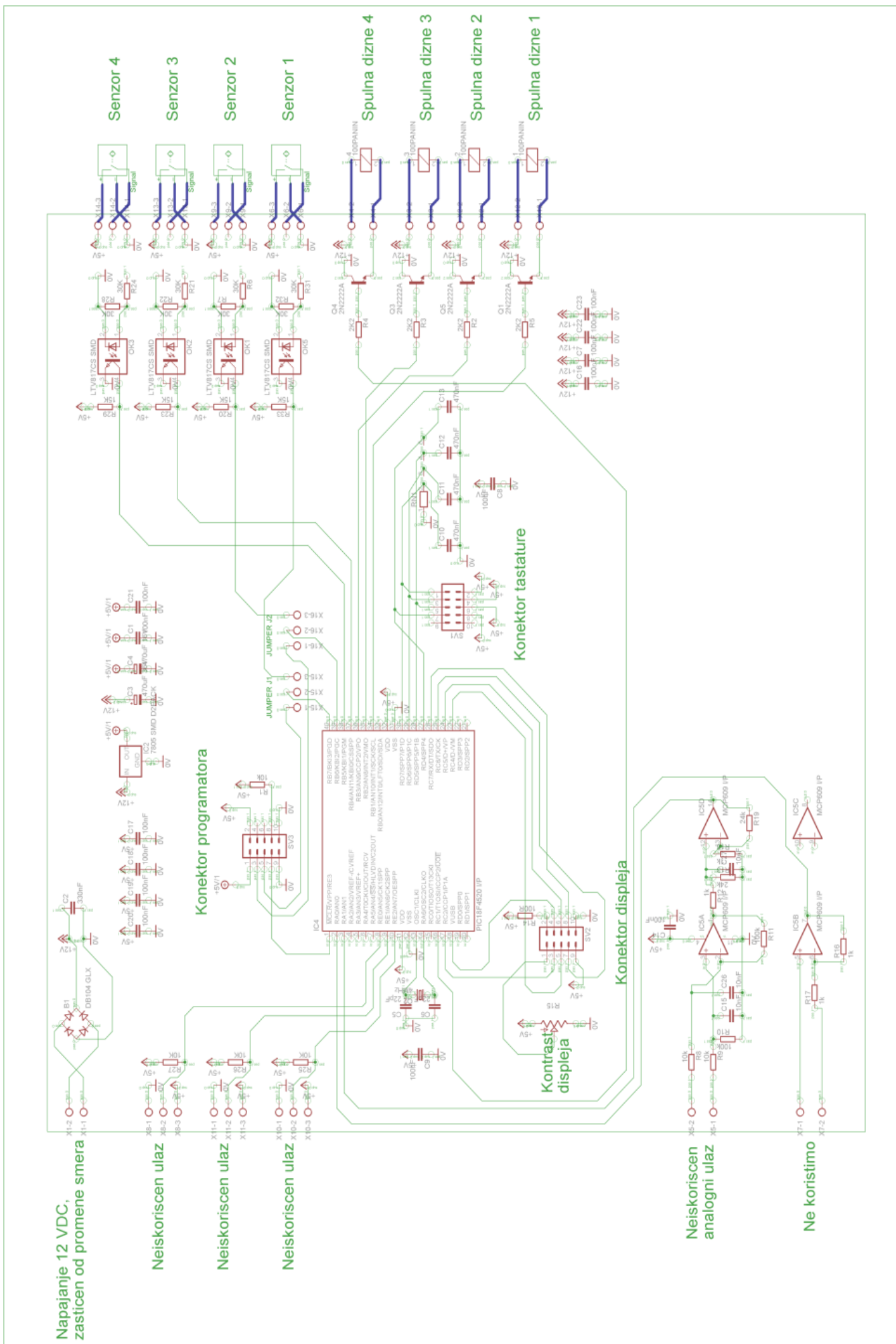
PIC18F2420/2520/4420/4520

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

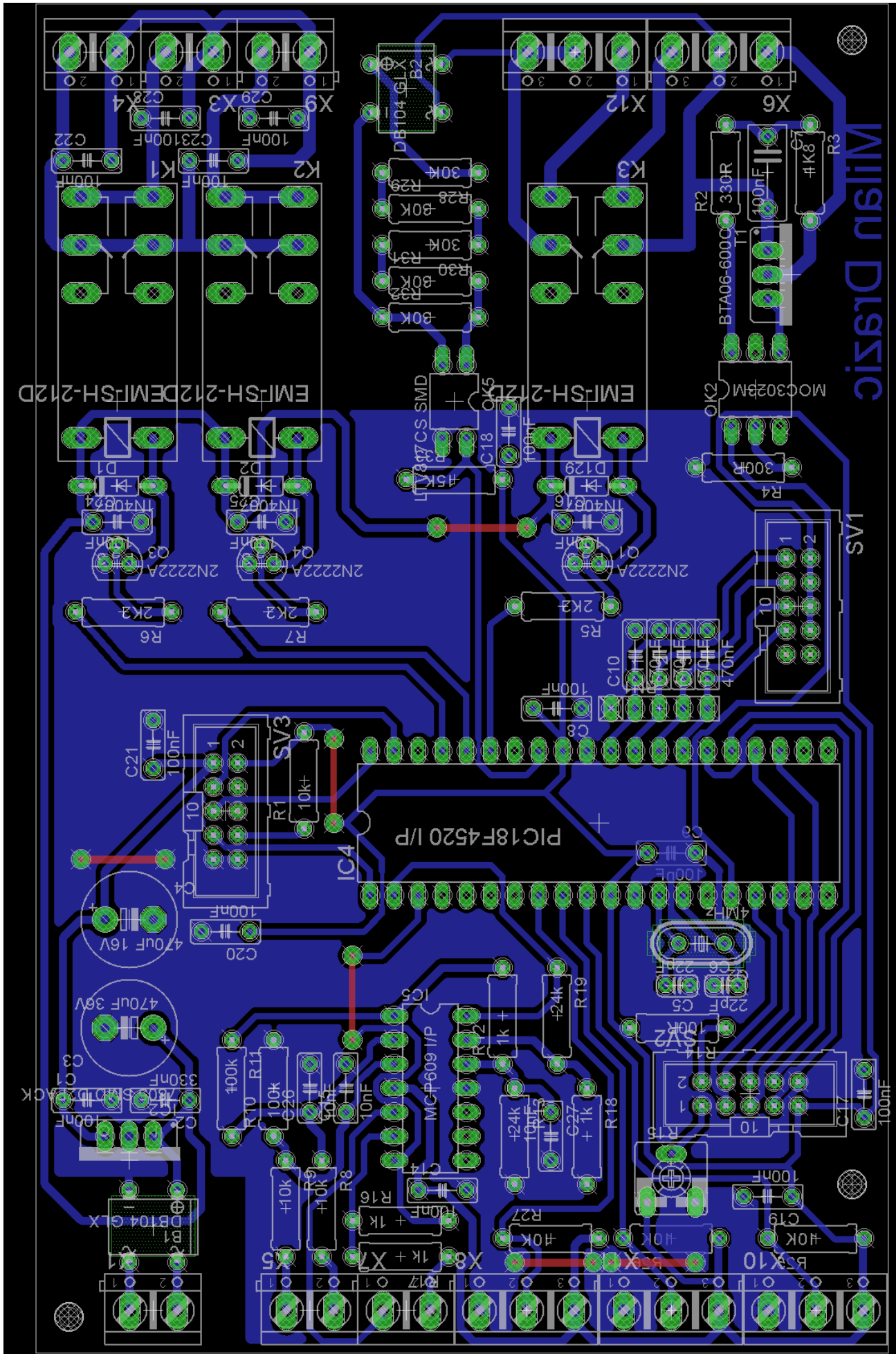
Features	PIC18F2420	PIC18F2520	PIC18F4420	PIC18F4520
Operating Frequency	DC – 40 MHz	DC – 40 MHz	DC – 40 MHz	DC – 40 MHz
Program Memory (Bytes)	16384	32768	16384	32768
Program Memory (Instructions)	8192	16384	8192	16384
Data Memory (Bytes)	768	1536	768	1536
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	19	19	20	20
I/O Ports	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	1	1
Enhanced Capture/Compare/PWM Modules	0	0	1	1
Serial Communications	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART
Parallel Communications (PSP)	No	No	Yes	Yes
10-bit Analog-to-Digital Module	10 Input Channels	10 Input Channels	13 Input Channels	13 Input Channels
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT
Programmable High/Low-Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP

У конкретном случају примене, контролер је програмиран као вишеканални тајмер са подесивим вредностима кашњења и подесивим временом трајањем актуације. За сваки независно активирани улазни канал (сензор), контролер врши прецизно кашњење припадајућег (додељеног) излазног актуационог сигнала. Вредности кашњења задају се на уређају путем тастатуре са резолуцијом од 1 ms.

Електрична интеграција у систем - Уређај се са остатком система повезује терминал блоковима. То подразумева повезивање напајања једносмерне струје (у овом случају 12 V DC), сензора и актуатора. Начин повезивања дат је на слици 10.



Сл. 10. Шема ЕУЈ електронског уређаја ЕУКУ - 01

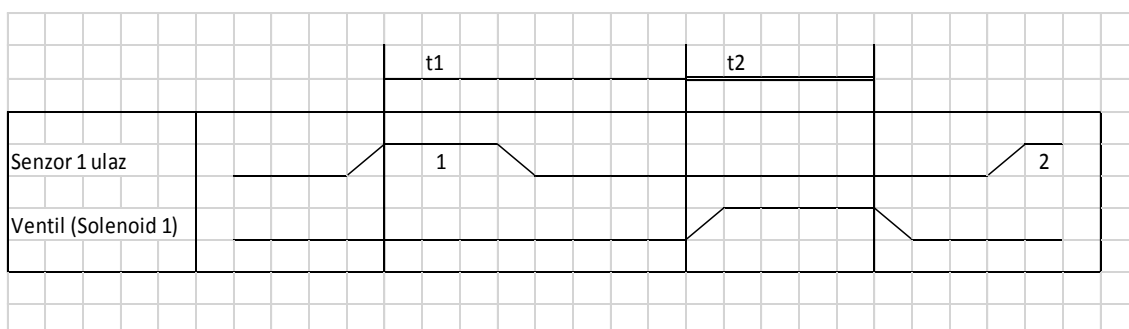


Сл. 11. Изглед штампане плоче ЕУЈ електронског уређаја ЕУКУ - 01

Управљачка јединица дели заједнички референтни потенцијал батерије. Од осталих периферијских јединица, потребно је повезати дисплеј и тастатуру којима се врши подешавање параметара.

Ток извршавања програма - Програм се састоји из главне петље и две прекидне рутине. Програм у главној петљи сервисира кориснички интерфејс (дисплеј, тастатура, параметри) где се подешавају појединачни параметри задршке активирања сваког вентила у односу на сигнал са улазног сензора као и време трајања отвореног вентила.

Подешене улазни параметре користи прекидна рутина коју изазивају два случаја – промена на неком од сензорских улаза и/или позив од стране модул тајмера који мери време. Први део рутине (када је рутину иницирала промена на сензору) детектује узлазну ивицу било ког од четири сензорска сигнала, врши увећање бројача за детектовани канал (за потребе праћења броја активација) и ресетује мерач времена кашњења (t_1) (слика 12). У другом делу прекидне рутине, модул тајмера инкрементира други бројач (који у овом случају представља протекло време од детекције сензора) који за сваки канал појединачно проверава да ли си испуњени услови кашњења или дужине трајања отвореног вентила (t_2). Уколико је време кашњења (t_1) истекло, сигнал вентила се активира, уколико је време трајања (t_2) истекло, сигнал вентила се деактивира. У случају када је време трајања отвореног вентила подешено да се преклапа са почетком наредног сигнала сензора, вентил ће бити трајно отворен.



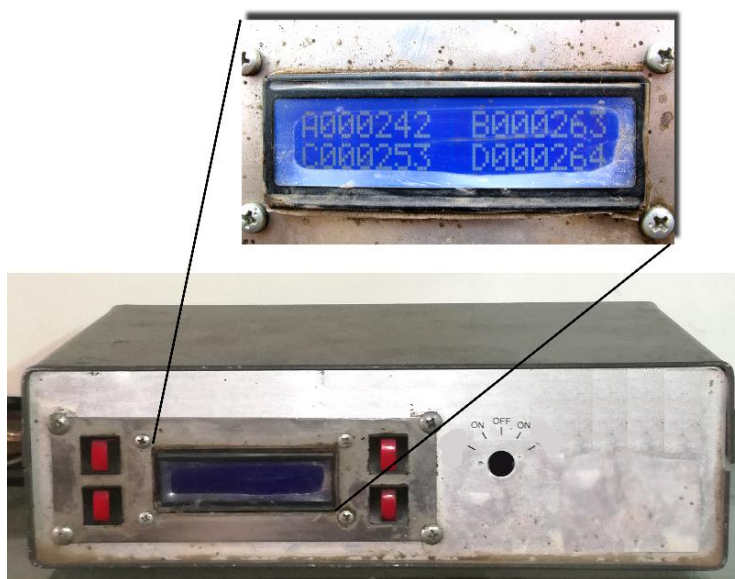
Сл. 12.Ток извршавања програма

Излазни део електронског уређаја ЕУКУ-01, служи за везу са извршним радним органима – актуаторима (електонским бризгаљкама). Излазни део врши и

појачање излазних сигнала до нивоа неопходног за активирање електронских бризгаљки.

Компоненте електронске управљачке јединице су уграђене у заједничко метално кућиште које са чије предње стране је уграђен екран (алфанумерички, 4x20 карактера) и тастатуру (фолијска) путем које се врши подешавање радних параметара управљачке јединице (слика 13). Са задње стране кућишта (слика 8) налазе се одговарајући конектори путем којих је омогућено повезивање електронске управљачке јединице са системом давача и актуатора. Кућиште електронске управљачке јединице смешта се у посебан носач који се уграђује у подручју видног поља возача трактора.

Основни задатак електронске управљачке јединице уређаја ЕУКУ-01, је пријем улазних сигнала од система давача (фотоелектричних сензора), њихова обрада (према задатим радним параметрима) и формирање излазних сигнала који управљају радом извршних органа – актуатора (електронске бризгаљке).



Сл. 13. Изглед екрана електронске управљачке јединице

6.1.3. Фотоелектрични сензор (ФЕС)

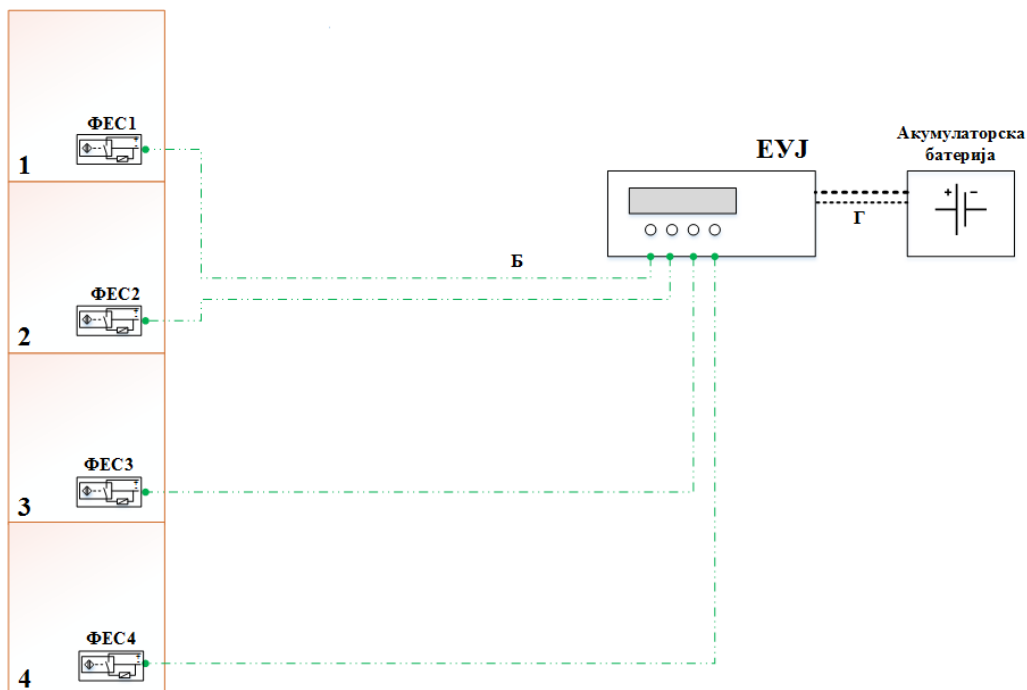
Компонента електронског уређаја ЕУКУ-01, је фотоелектрични сензор (ФЕС) који је уграђен испод кућишта сетвеног апарата на свакој од секција четвороредне пнеуматске сејалице. Сензор је постављен у посебан носач

(слика 14), унутар отварача бразде сејалице. Позициониран је тако да детектује пролазак зрна кукуруза од сетвеног апарата (сетвене плоче) према отварачу сетвене бразде.



Сл. 14. Положај фотоелектричног сензора у отварачу бразде

У току сетве, приликом одвајања семена од сетвене плоче и пада у отворену сетвену бразду, фотоелектрични сензор (ФЕС) генерише сигнал који се даље прослеђује до електронске управљачке јединице (ЕУЈ). Сензор је електричним проводницима повезан са електронском управљачком јединицом (ЕУЈ). Електричним проводницима се, поред напајања фотоелектричног сензора, врши слање генерисаног сигнала од сензора (ФЕС) до електронске управљачке јединице.



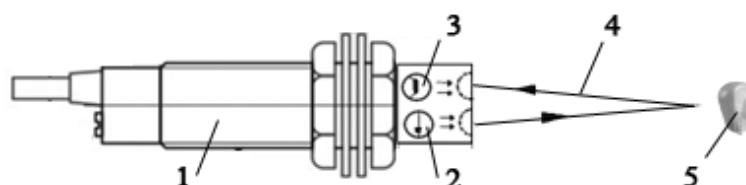
Сл 15. Шема повезивања фотоелектричних сензора у систему електронског уређаја ЕУКУ-01. ФЕС1, ФЕС2, ФЕС3, ФЕС4 – фотоелектрични сензори; Б – електрични проводници фотоелектричних сензора; ЕУЈ – електронска управљачка јединица; Г – електрични проводник за напајање електронске управљачке јединице.

Примењени сензор, (слика 16), припада групи фотоелектричних сензора чија функција се базира на физичкој појави фотоелектричног ефекта. Основни принцип рада фотоелектричних сензора се заснива на промени параметара оптичког сигнала са променом мерене физичке величине (Поповић, 2004).



Сл. 16. Фотоелектрични сензор G18-3A30PA

Основни елементи фотоелектричних сензора (слика 17) су извор светлости, пријемник, конвертор сигнала и појачивач. Светлосни извор емитује светлосни зрак који се рефлектује, уколико се препрека (предмет) нађе на путањи зрака. Светлосни пријемник анализира долазни светлосни зрак и након тога на одговарајући начин генерише излазни сигнал. Практично, фотоелектрични сензор представља уређај који детектује (не детектује) промену интензитета светлости емитовану из извора светлости сензора (Поповић и Лубура, 2013).



Сл. 17. Шематски приказ рада фотоелектричног сензора. 1 - тело сензора, 2 – светлосни извор, 3 - светлосни пријемник, 4 - светлосни зрак, 5 – предмет детекције (зрно кукуруза)

Електронски уређаја ЕУКУ-01 има уграђен фотоелектрични сензор произвођача „Yuqing QIANWEI Electric“, модел G18-3A30PA чије су опште техничке карактеристике приказане у табелама 4. и 5. (<http://www.sah.co.rs/g18-3a30pa.html>). Примењени сензор представља фото ћелију са ИС зрачењем, дифузног рефлексивног типа.

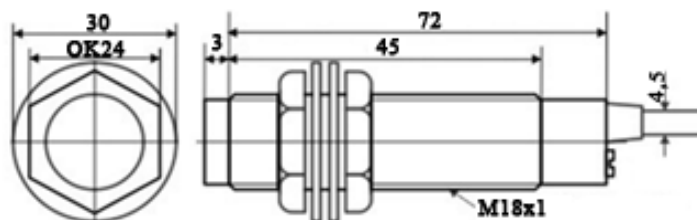
Таб. 4. Опште карактеристике сензора G18-3A30PA

	Редни број ознаке	Значење	Код и дефиниција
2 4 6 ↑ ↑ ↑ G 18 – 3 A 30 PA ↓ ↓ ↓ 1 3 5 7	1.	Категорија прекидача	G: фотоелектрични прекидач са инфрацрвеним зраком (IC)
	2.	Код облика	18
	3.	Радни напон	10-30 VDC
	4.	Начин детекције	дифузна
	5.	Растојање детекције	10cm
	6.	Излазни облик	трожични DC PNP излаз
	7.	Излазно стање	нормално отворен (NO)

Принцип рада сензора G18-3A30PA је приказан је на слици 17. Сензор је цилиндричног облика и у себи има интегрисан извор (2) и пријемник(3) светлости. У току рада сензора, извор емитује светлост (4) која се одбија (рефлектује) од објекта (5) и враћа на пријемник. Присуство или одсуство светлости на пријемнику изазива промену излазног сигнала тако да се сигнализира присуство или одсуство објекта у области детекције.

Таб. 5. Општа техничка спецификација за сензор G18-3A30PA

Излаз	200 mA DC
Потрошња	< 15mA DC
Стандардни детекциони објекат	Непровидно тело
Време реакције	< 2 mS
Угао детекције	3° ~ 10°
Радна температура	-25 ~ 55 °C
Материјал кућишта	ABS пластика
Степен заштите	IP66
Повезивање	Кабл



Сл. 18. Шематски приказ основних димензија примењеног сензора G18-3A30PA

Примарни задатак сензора, у току рада (сетве), је да детектује пролазак зрна кукуруза од сетвеног апарата према отварачу бразде. Формирани сигнал се са сензора прослеђује електронској управљачкој јединици. Након обраде добијеног сигнала, електронска управљачка јединица врши правовремено (задато) отварање електричних бризгаљки чиме се омогућава прецизно уношење течног стартног ђубрива.

Постављањем фотоелектричног сензора G18-3A30PA, испод сетвеног апарата сејалице (слика 18), омогућено је и истовремено праћење тока сетве. Уколико из неког разлога дође до прекида исејавања семена, на некој од сетвених

секција сејалице, на сензору неће доћи до детекције предмета, што се приказује као грешка (светлосни сигнал) на екрану електронске управљачке јединице.



Сл. 18. Положај фотоелектричног сензора уређаја ЕУКУ-01 испод сетвеног апарата сејалице ИМТ-634.454

Применом уређаја ЕУКУ-01, код сејалица за широкоредну сетву, омогућено је и праћење броја посејаних зрна сваке од сетвених секција. На екрану електронске управљачке јединице може се очитати тачан број исејаних зрна (семена) у сваком тренутку, чиме се може вршити контрола задате густине сетве.

6.1.4. Електрична бризгаљка (ЕБ)

Основни задатак електричне бризгаљке (ЕБ) је прецизно и правовремено уношење задате количине течног стартног ђубрива у отворену бразду. Електрична бризгаљка (ЕБ), представља извршни елемент система за уношење течног стартног ђубрива конструкције уређаја ЕУКУ-01. Адаптација сејалице, уређајем ЕУКУ-01, подразумева да се поред постојећих стандардних улагача семена постављају додатни улагачи (отварачи бразде) који отварају бразде, у које се уноси течно стартно ђубриво. Електрична бризгаљка (ЕБ) је постављена у посебном носачу унутар додатног отварача бразде (слика 19), на свакој од сетвених секција четвороредне пнеуматске сејалице ИМТ-634.454.

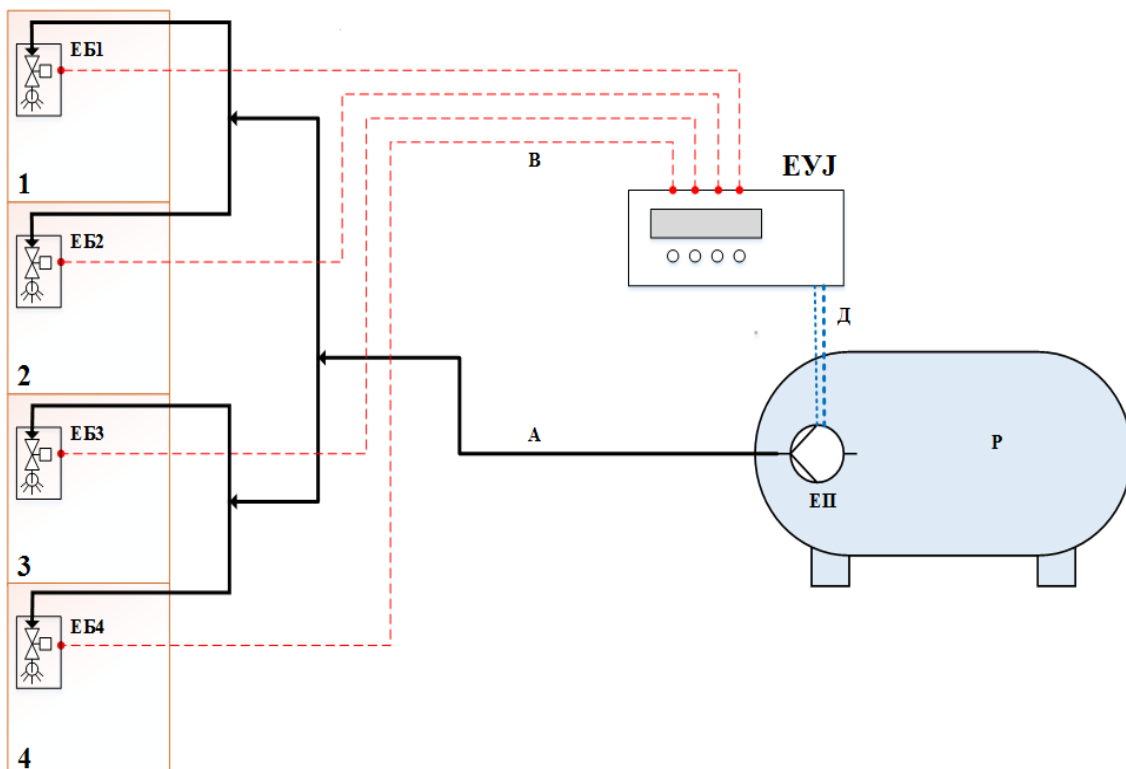


Сл. 19. Положај електричне бризгаљке у додатном улагачу

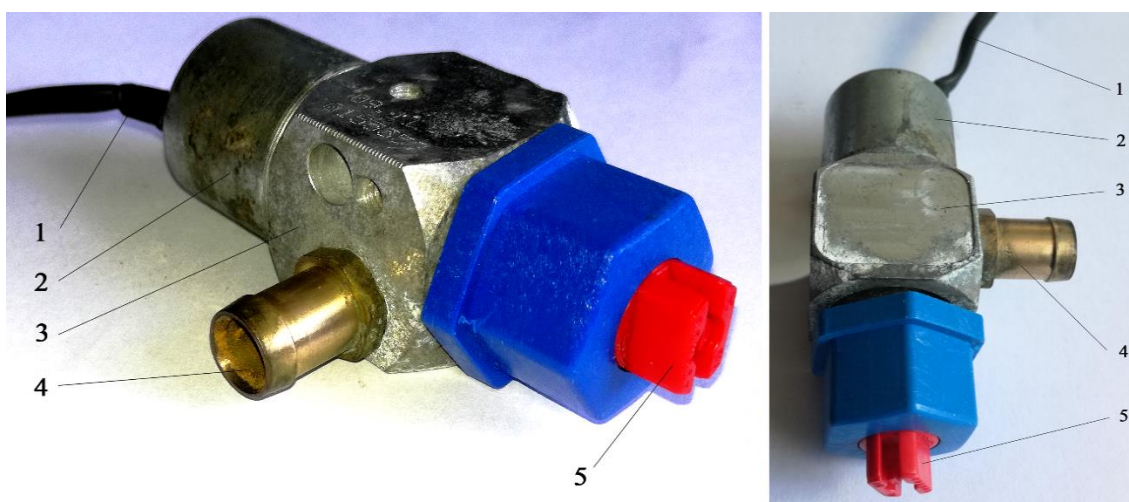


Сл. 20. Електрични проводник и флексибилна цев високог притиска

Електричне бризгаљке су флексибилним цевима високог притиска (А) повезане са електричном пумпом (ЕП). Електричним проводницима (В), електричне бризгаљке (ЕБ1, ЕБ2, ЕБ3, ЕБ4) повезане су са електронском управљачком јединицом (ЕУЈ) (слика 20 и 21).



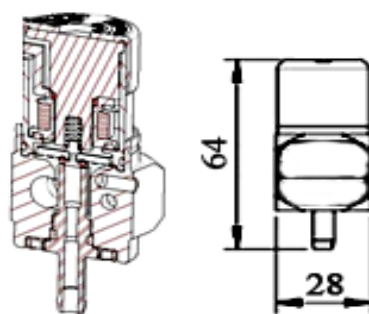
Сл. 21. Шема повезивања електричне бризгаљке у систему електронског уређаја ЕУКУ-01. ЕУКУ-01. ЕБ1, ЕБ2, ЕБ3, ЕБ4 - електрична бризгаљка; А - флексибилне цеви високог притиска; В - електрични проводници електронских бризгаљки; ЕУЈ – електронска управљачка јединица; ЕП – електрична пумпа; Д – електрични проводник за напајање електричне пумпе; Р – резервоар.



Сл. 22. Изглед електричне бризгаљке уређаја ЕУКУ-01.

Примењена електрична бризгаљка представља ново идејно решење и израђена је за потребе истраживања у оквиру ове дисертације. Конструкциони елементи примењене електричне бризгаљке, уређаја ЕУКУ-01, приказани су на слици 22. Електрична бризгаљка је преко флексибилне цеви високог притиска и улазног отвора бризгаљке (4) повезана са електричном пумпом која допрема течно стартно ђубриво под притиском (400 kPa). Електромагнетни вентил бризгаљке (2, 3) има задатак да врши регулацију тока течности од пумпе до распрскивача (5). У току сетве, електронска управљачка јединица у одрђеном тренутку, путем електричног проводника (1), шаље сигнал који управља радом (отварање/затварање) електромагнетног вентила бризгаљке (2, 3). Долазни сигнал отвара електромагнетни вентил чиме је омогућено да се течно стартно ђубриво под притиском у задатом временском периоду допрема до распрскивача (5).

Уздужни пресек и основне димензије електромагнетног вентила бризгаљке приказани су на слици 23.

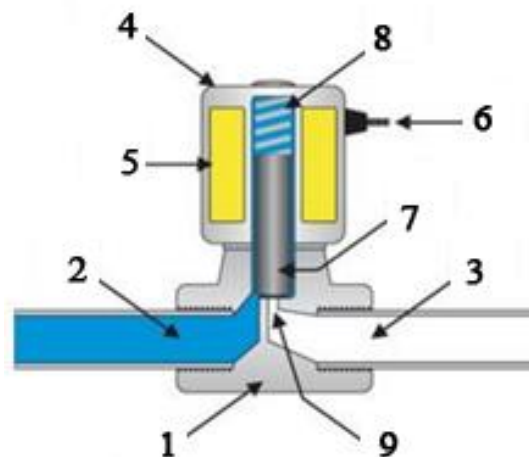


Сл. 23. Електромагнетни вентил електричне бризгаљке

Основни конструкциони елементи електромагнетног вентила, директног дејства, приказани су на слици 24. Унутар тела вентила налази се солениод који се састоји од намотаја електричног проводника (5) са покретним металним језгром (7) у средини. Електрични извод (6) солениоида је повезан са електронском управљачком јединицом уређаја ЕУКУ-01 од које добија електрични сигнал за побуду. Метално језгро (7), цилиндричног облика, је постављено тако да се једном страном наслања на спиралну опругу (8), док друга страна језгра врши регулацију (отварање/затварање) тока течности од улазног вода (2) ка излазном

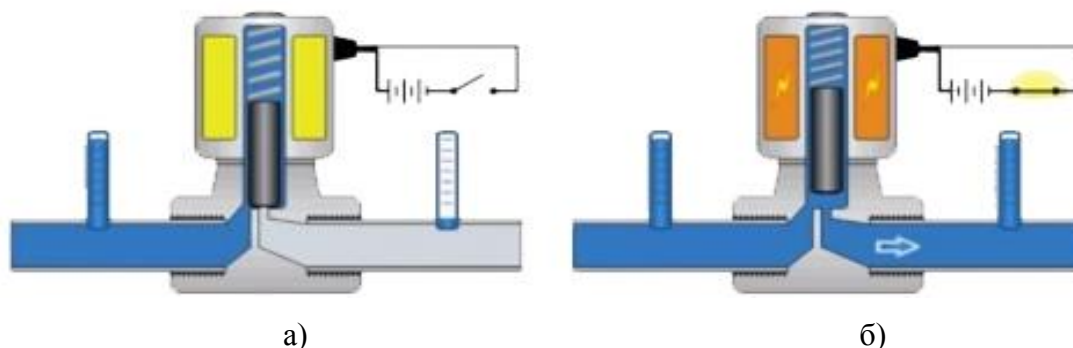
воду (3). Улазни вод електромагнетног вентила (2) је флексибилним цевима високог притиска повезан са електричном пумпом која допрема течно стартно ђубриво под притиском (400 kPa).

- 1) Тело електромагнетног вентила
- 2) Улазни вод (течност под притиском)
- 3) Улазни вод
- 4) Тело соленоида
- 5) Намотаји соленоида
- 6) Електрични изводи
- 7) Метално језгро
- 8) Спирална опруга



Сл. 24. Основни елементи електромагнетног вентила уређаја ЕУКУ-01.

Довођењем електричног сигнала, са електронске управљачке јединице уређаја ЕУКУ-01, на електричне изводе соленоида (проласком струје кроз намотај) ствара се магнетна сила која метално језгро помера ка централном делу соленоида чиме се омогућује пролазак течности ка излазном воду (слика 25б). Након одређеног (подешеног) временског интервала, електронска управљачка јединица прекида довод струје на електричне изводе соленоида, услед чега престаје дејство магнетне силе а спирална опруга електромагнетног вентила потискује метално језгро које прекида ток течног стартног ђубрива од пумпе ка распрскивачу (слика 25а).



Сл. 25. Шематски приказ рада електромагнетног вентила. а) затворен положај;
б) отворен положај

Последњи конструкциони елемент електричне бризгачке је распрскивач. Распрскивач представља елемент који врши уситњавање компактнoг млаза у млаз течности одређених карактеристика а затим просторно и површински дистрибуира капи (Урошевић и Димитријевић, 2016). Основни задатак распрскивача (слика 26) је да течно сатртно ђубриво, пре него што изађе из електричне бризгачке, уситни у капи одређене величине, што омогућава равномерну расподелу течног сатртног ђубрива на циљану површину.



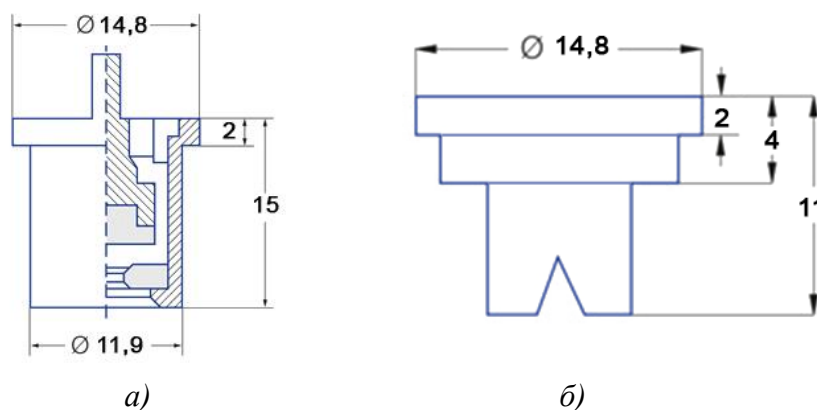
Сл. 26. Изглед распрскивача електричне бризгачке уређаја ЕУКУ-01

У спроведеним истраживањима, применом електронског уређаја ЕУКУ-01, извршено је уношење течног сатртног ђубрива у форми тачке (50 l/ha, 100 l/ha) и траке (50 l/ha 100 l/ha). У зависности од начина уноса течног сатртног ђубрива, примењени су различити типови хидрауличних распрскивача (слика 27). За уношење течног сатртног ђубрива у форми тачке примењен је вртложни распрскивач (Lechler TR 80-04 C) који формира млаз у виду купе. За уношење у форми траке примењени су распрскивачи са прорезом који формирају млаз у виду лезе. У зависности од количине унетог течног сатртног ђубрива примењени су распрскивачи XR 8002VS (50 l/ha) и XR 8004VS (100 l/ha) фирме Teejet.



Сл. 27. Примењени типови хидрауличних распрскивача: а) TR 80-04, б) XR 8002VS, в) XR 8004VS

Примењени распрскивачи, уређаја ЕУКУ-01, спадају у групу хидрауличних распрскивача. Формирање капи, код овог типа распрскивача, остварује се дејством хидрауличног притиска течности (течно стартно ђубриво) која се, дејством пумпе, допрема до распрскивача. Основне димензије примењених распрскивача су приказане на слици 28.



Сл. 28. Шематски приказ димензија примењених распрскивача: а) TR 80-04, б) XR 8002VS и XR 8004VS

Основне техничке карактеристике примењених распрскивача приказане су у табели 6.

Таб. 6. Техничке карактеристике распрскивача TR 80-04, XR 8002VS и XR 8004VS
(www.lechler.com; <https://www.teejet.com>)

Произвођач	Модел	Тип	Угао млаза	Облика малаза	Радни притисак	Проток
Lechler	вртложни	TR 80-04	80°	купа	3-20 bar	1,29 - 4,08 l/min
Teejet	са прорезом	XR 8002VS	80°	лепеза	1-5 bar	0,44 – 0,91 l/min
Teejet	са прорезом	XR 8004VS	80°	лепеза	1-5 bar	0,93 – 1,83 l/min

6.1.5. Електрична пумпа (ЕП)

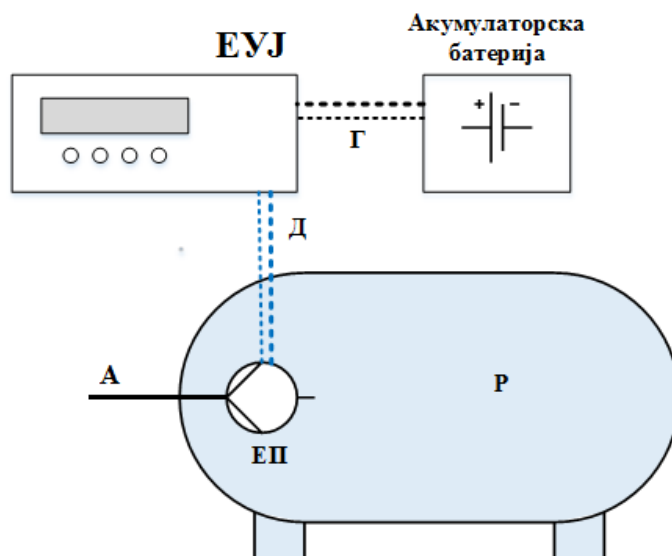
У конструкцију електронског уређаја ЕУКУ-01 уграђена је електрична пумпа, која омогућава да се течно стартно ђубриво у неопходној количини допреми до распрскивача електричне бризгальке. У току рада пумпа (слика 29) усисава течност (течно стартно ђубриво) из резервоара и под притиском (400 kPa) кроз потисни вод допрема течност до распрскивача сваке од сетвених секције сејалице.



Сл. 29. Изглед електричне пумпе уређаја ЕУКУ-01.

Електрична пумпа је смештена на дну резервоара (Р) и флексибилним цевима високог притиска (А), повезана са електричним бризгалькама (слика 30). Електронска управљачка јединица (ЕУЈ) је електричним проводником (Д) повезана са пумпом, чиме је омогућено напајање пумпе електричном енергијом

12V. Уједно, рад електричне пумпе за дистрибуцију течног стартног ђубрива је под контролом електронске управљачке јединице и сигурносни систем прекида рад пумпе уколико дође до наглих промена раданих параметара система (оштећење флексибилних цеви, електричних проводника итд.).



Сл. 30. Шема напајања електричне пумпе у систему електронског уређаја ЕУКУ-01. ЕУЈ – електронска управљачка јединица; ЕП – електрична пумпа; Д – електрични проводник за напајање електричне пумпе; Г – електрични проводник за напајање електронске управљачке јединице; Р – резервоар; А – флексибилна цев високог притиска.

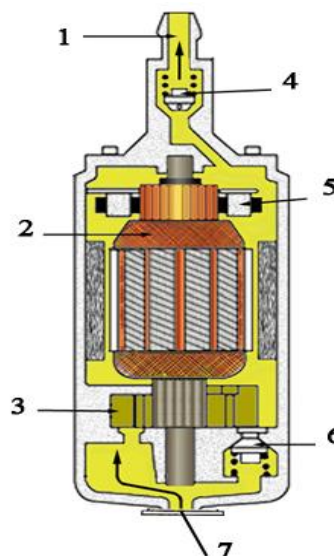
Пумпа која је примењена у конструкцији електронског уређаја ЕУКУ-01 спада у групу зупчастих пумпи (хидрауличка пумпа). Основна функција, овог типа пумпе, је претварање улазне механичке енергије, добијене од спољашњег извора (електромотора), у хидрауличну (притисак, проток). Принцип рада зупчасте пумпе се заснива на променљивој запремини радног простора, при чему усисавање остварује повећањем запремине а компресија смањењем. Основне техничке карактеристике електричне пумпе приказане су у табели 7.

Таб. 7. Основне техничке карактеристике примењене електричне пумпе

Радни притисак	400 kPa
Маса пумпе	0,95 kg
Проток пумпе	115 l/h
Напајање	12 V
Дужина	210 mm
Пречник	65 mm
Радна температура	-45 ~ 65 °C

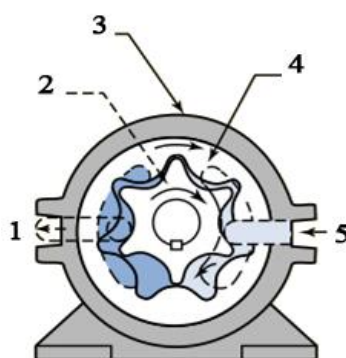
Основни делови електричне пумпе уређаја ЕУКУ-01, приказани су на слици 31. У тренутку доласка једносмерне електричне енергије на намотаје ротора електромотора пумпе (2), долази до појаве кужног (ротационог) кретања ротора који је повезан са радним колом пумпе (3). Као последица ротирања радних елемената кола зупчaste пумпе долази до усисавања течног стартног ђубрива (7) из резервоара и потискивања истог ка потисном воду пумпе (1) који је флексибилним цевима повезан са електричним бризгаљкама. Унутар потисног вода пумпе смештен је неповратни вентил (4), који одржава одређени ниво притиска течног ђубрива у инсталацији уређаја ЕУКУ-01 након престанка рада пумпе како би се спречило могуће формирање парних чепова у систему.

1. – Потисни вод
2. – Електромотор
3. – Радно коло пумпе
4. – Неповратни вентил
5. – Клизни контакт
6. – Вентил притиска
7. – Усисни вод



Сл. 31. Основни делови електричне пумпе уређаја ЕУКУ-01

Радно коло зупчасте пумпе (слика 32) састоји се од зупчаника са унутршњим озубљењем (4) и погонског ексцентрично постављеног зупчаника са спољним озубљењем и једним зубом мање (2). Приликом спрезања тих зупчаника долази до периодичног повећања и смањења запремине радног простора формираног између зуба, чиме се остварује процес усисавања (при повећању) и сабијања то јест потискивања (при смањењу). На бочној страни, у зони где при ротацији долази до повећања запремине, налази се усисни отвор (5), а у зони где се запремина смањује потисни отвор (1). Овакав тип пумпе се примењује за радне притиске од око 400 кРа (Томић, 2005). Пресек радног кола пумпе зупчастог типа приказан је на слици 32.



Сл.32. Шематски приказ радног кола зупчасте пумпе. 1 – потисни вод; 2 – зупчаника са спољним озубљењем; 3 – тело радног кола пумпе; 4 – зупчаника са унутршњим озубљењем; 5 – усисни вод.

6.1.6. Резервоар (Р)

Саставни део конструкције електронског уређаја ЕУКУ-01 је резервоар, који има основну функцију складиштења течног стартног ђубрива у току примене уређаја (сетве кукуруза). Резервоар је цилиндричног облика, израђен од пластичне масе и запремина му је 100 л (слика 33).



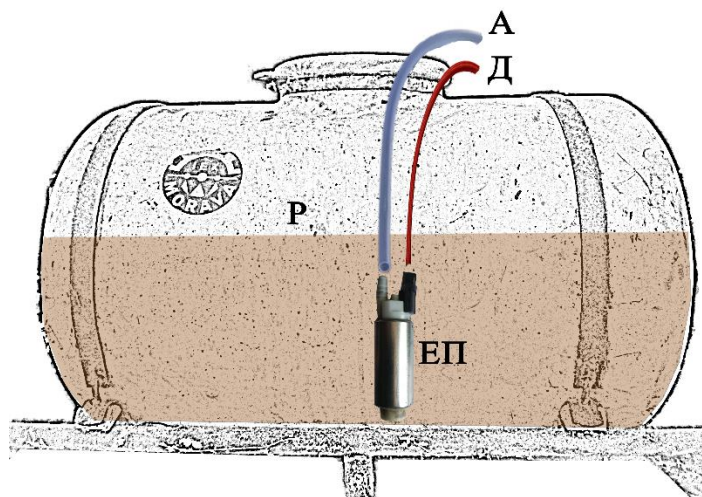
Сл. 33. Изглед резервоара уређаја ЕУКУ-01. а) поглед са бока; б) поглед одозго.

На резервоару (слика 33) са горње стране (б) се налази усипни отвор кроз који се врши пуњење резервоара течним стартним ђубривом. У усипном отвору смештен је пречистач (сито). Пречистач израђен од пластичне масе у облику мрежице има улогу да спречи улазак механичких нечистоћа унутар резервоара, чиме се обезбеђује правилан рад система уређаја ЕУКУ-01.



Сл. 34. Положај резервоара за течно стартно ђубриво на сејалици.

Резервоар је смештен на посебном носачу, који омогућава чврсту везу са рамом сејалице (слика 34). Унутар резервоара (на дну) постављена је електрична пумпа (слика 35) која усусисава течност и потискије ка електричним бризгаљкама.



Сл. 35. Положај електричне пумпе у резервоару. А – флексибилна цев високог притиска; Д – електрични проводник за напајање електричне пумпе; Р – резервоар;

ЕП – електрична пумпа

6.1.7. Улагач за течно стартно ђубриво (У)

Адаптација селајнице постављањем уређаја ЕУКУ-01, подразумевала је да се поред постојећих стандардних улагача семена постављају додатни улагачи (отварачи бразде) раоног типа, који отварају бразде чиме је омогућено уношење течног стартног ђубрива испод површине земљишта на дубину од 5 cm испод дубине на којој је извршена сетва семена кукуруза (слика 36).



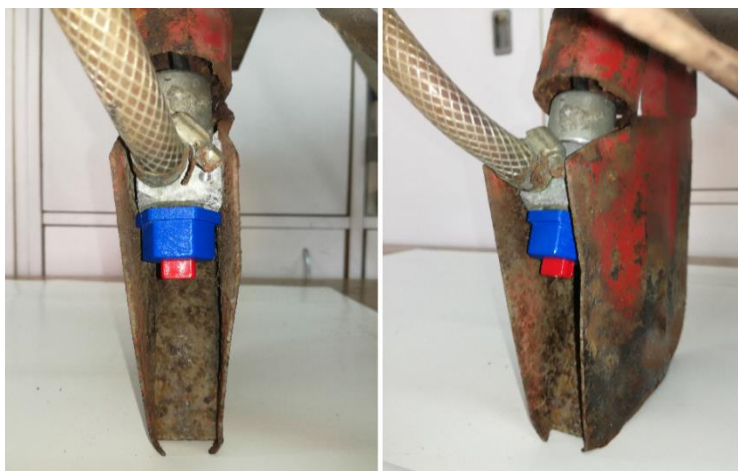
Сл. 36. Изглед улагача (отварача бразде) за уношење течног стартног ђубрива

На рамској конструкцији сваке од сетвених секција четвороредне пнеуматске сејалице ИМТ-634.454. постављен је додатни зглобни носач (слика 37). У посебним лежиштима носача постављени су улагачи. Зглобна веза између носача улагача и рамске конструкције сетвене секције омогућава копирање терерна, односно подизање и спуштање додатног улагача у зависности од стања терена, чиме је омогућено одржавање задате дубине отварања бразде у коју ће се унети течно стартно ђубриво.



Сл. 37. Изглед зглобног носача

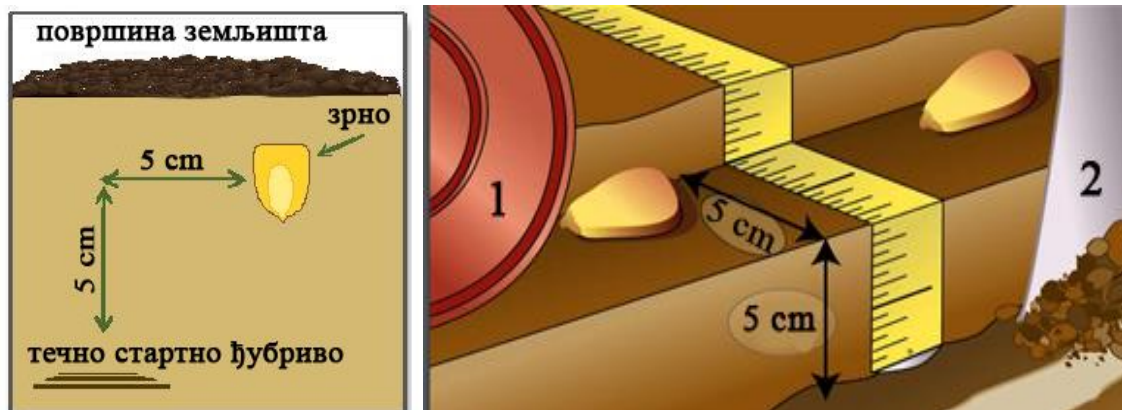
У току сетве предњи део улагача у виду ножа просеца земљиште, а назад се шири, тако да се земљиште одмиче у старну, и врши отварање бразде. Унутар улагача се налазе посебна лежишта (места) у која су постављене електричне бризгаљке, које врше прецизно уношење течног стартног ђубрива у отворену бразду (слика 38).



Сл. 38. Положај електричне бризгаљке у улагачу.

Улагач за уношење течног стартног ђубрива, је постављен тако да врши отварање бразде (просецање земљишта), 5 cm бочно од сетвене бразде и 5 cm

испод дубине на којој је извршена сетва семена кукуруза (слика 39 и 40). На овај начин је омогућено уношење течног стартног ђубрива одвојено од посејаног зрна кукуруза чиме је избегнуто његово могуће оштећење.



Сл. 39. Позиција уношења течног стартног ђубрива. 1 – Улагач (отварач) сетвене бразде; 2 – Улагач (отварач) бразде у коју се уноси ђубриво.



Сл. 40. Положај додатног улагача у односу на улагач семена.

6.1.8. Загртач (З)

Након прохода улагача и просецања површине земљишта (отварање бразде) у коју се уноси течно стартно ђубриво, врши се загртање. Основни задатак загртача (слика 41), елемента електронског уређаја ЕУКУ-01, је наношење слоја ситног земљишта на отворену бразду. На тај начин се унетно течно стартно ђубриво прекрива слојем земљишта чиме се онемогућава испаравање хранљивих елемената из ђубрива.



Сл. 41. Загртач уређаја ЕУКУ-01

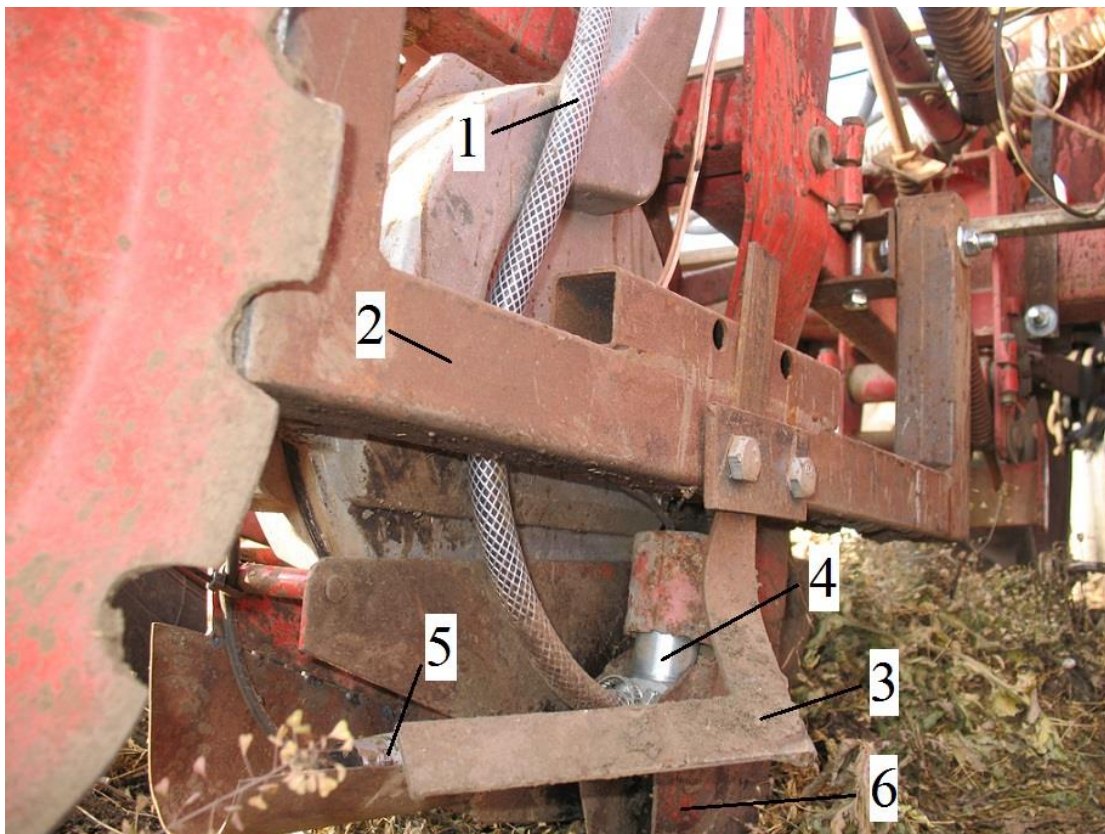
Загртач уређаја ЕУКУ-01 је постављен у посебно лежиште (место) на зглобном носачу додатног улагача (слика 42), са могућношћу подешавања дубине рада а тиме и количине земљишта нанете на отворену бразду. Загртач је израђен од металног профила, пуног попречног пресека страница 40 mm и 3 mm.



Сл. 42. Начин повезивања загртача и зглобног носача

6.1.9. Опис модификованог поступка сетве кукуруза применом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01

Како би се омогућило уношење течног стартног ђубрива истовремено са сетвом неопходно је извршити модификацију сејалице. Модификација обухвата правилно постављање (уградњу) конструкционих компоненти (елемената) електронског уређаја ЕУКУ-01 на постојећу конструкцију четвороредне пнеуматске сејалице ИМТ-634.454. Уградњом електронских, електричних и механичких компоненти уређаја ЕУКУ-01 на сејалицу, могуће је заједно са сетвом извршити прецизно и правовремено уношење течног стартног ђубрива испод површине земљишта.



Сл. 43. Положај компоненти уређаја ЕУКУ-01. 1 – флекибилна цев високог притиска; 2 – Зглобни носач; 3 – загртач; 4 – електрична бризгаљка; 5 – фотоелектрични сензор; 6 – улагач (отварач бразде за уношење течног стартног ђубрива).

Модификација подразумева да се на рам сејалице постави метални носач, чиме је омогућена уградња резервоара који се пуни течним стартним ђубривом. На дну резервоара смештена је електрична пумпа која је електричним проводницима повезана са електронском управљачком јединицом уређаја ЕУКУ-01.

На рамској конструкцији (слика 43), сваке од сетвених секција четвороредне пнеуматске сејалице, поставља се зглобни метални носач (2) за који се везује додатни улагач за отварање бразде за уношење течног стартно ђубриво и загртач. Зглобно израђен носач омогућава да улагач (6) и загртач (3) прате (копирају) терен у току сетве, и раде на задатој дубини заједно са одговарајућом сетвеном секцијом сејалице за коју су везани.

У сваки од додатних улагача поставља се електрична бризгачка (4) која уноси течно стартно ђубриво у отворену бразду. Електричне бризгачке се флексибилним цевима високог притиска (1) повезују са електричном пумпом која течно стартно ђубриво доводи до бризгачки. Унутар постојећих улагача за отварање сетвене бразде постављају се додатни носачи у које се поставља фотоелектрични сензори (5) за праћење тока сетве (исејавања зрна).

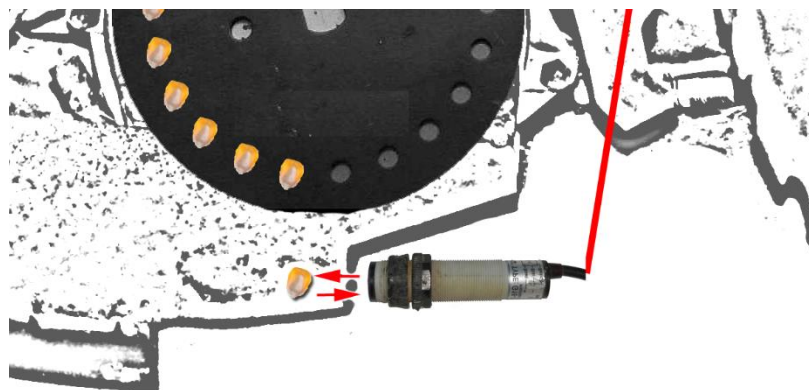


Сл. 43. Изглед модификоване сетвене секције сејалице ИМТ-634.454

У подручју видног поља возача, на дохват руке, поставља се носач у који се уграђује електронска управљачка јединица (ЕУЈ). Засебним електричним проводницима ЕУЈ се повезује са електричним бризгачкама (4) и фотоелектричним сензорима (4) који се налазе на свакој од сетвених секција сејалице. Одговарајућим конектором и електричним проводником ЕУЈ се повезује са постојећом електричном инсталацијом трактора преко које се врши напајање електричном енергијом 12V.

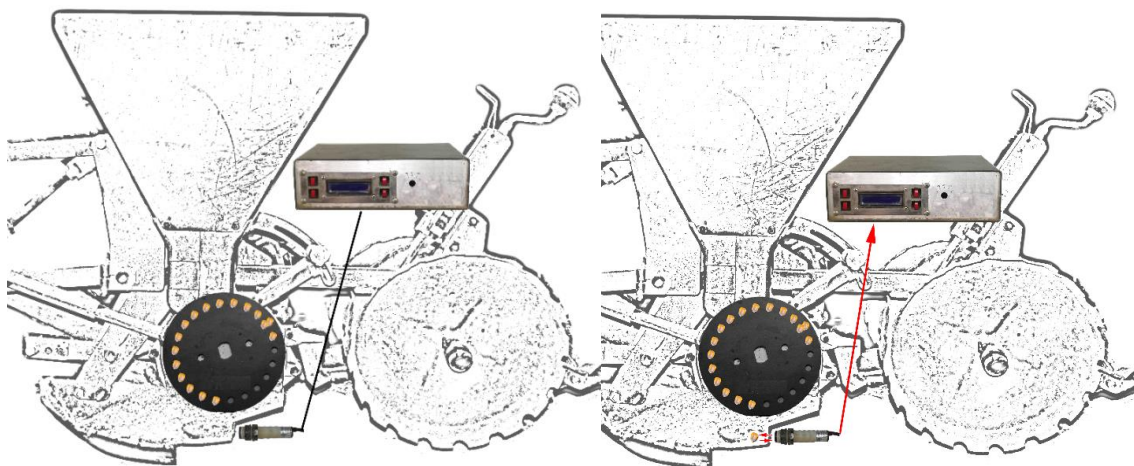
У току сетве сетвени апарат сејалице врши појединачно (континуално) исејавање семена кукуруза које након одвајања од сетвене плоче падају у отворену сетвену бразду. Фотоелектрични сензор (ФЕС), постављен испод сетвеног апарата у току рада емитује светлосни зрак који се рефлектује и враћа на светлосни пријемник уколико се предмет (предмет) нађе на путањи зрака. У

тренутку пада (одвајање од сетвене плоче) и проласка семена испред фотоелектричног сензора (слика 44), светлосни зрак се одбија од зрна и враћа на пријемник. Анализирањем долазног светлосног зрака у фотоелектричном сензору (ФЕС) се генерише излазни сигнал који сигнализира присуство зрна кукуруза у области детекције.



Сл. 44. Детекција зрна кукуруза фотоелектричним сензором G18-3A30PA приликом одвајања од сетвене плоче и пада у сетвену бразду

Формирани сигнал сензора се електричним проводником, путем којих је повезан, шаље електронској управљачкој јединици (ЕУЈ) као што је приказано на слици 45.

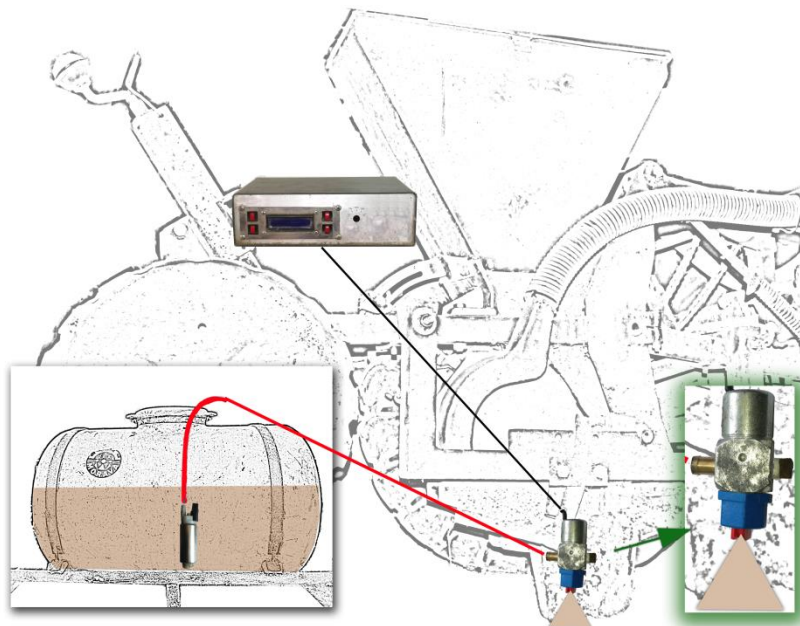


Сл. 45. Формирање и слање сигнала ЕУЈ

Електронска управљачка јединица (ЕУЈ) представља компоненту (процесни рачинар) уређаја ЕУКУ-01 која управља радом система за уношење течног стартног ђубрива. У току сетве електронска управљачка јединица (ЕУЈ)

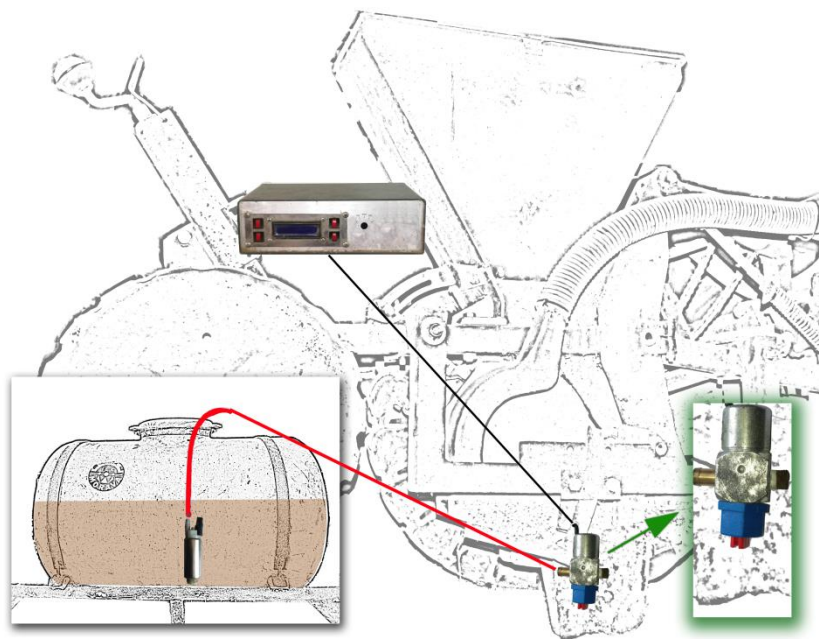
прима улазне сигнале добијене од фотоелектричних сензора (давача) сваке од сетвених секција сејалице, врши њихову обраду (према задатим радним параметрима) и на бази добијених резултата, формира излазне сигнале који се шаљу до извршних органа – електричних бризгаљки (ЕБ).

У трнутку када је неопходно извршити уношење течног стартног ђубрива (слика 46), електронска управљачка јединица (ЕУЈ) шаље електрични сигнал соленоиду електромагнетног вентила електричне бризгаљке (ЕБ). Довођењем електричне енергије у намотаје соленоида долази до стварања магнетног поља што за последицу има померање металног језгра електромагнетног вентила ка центру калема и деформације (сабијање) спиралне опруге. Померањем металног језгра, ка централном делу соленоида, омогућује се протикање течног ђубрива од електричне пумпе ка распрскивачу.



Сл. 46. Актуација електричне бризгаљке

Након одређеног (подешеног) временског интервала, електронска управљачка јединица (ЕУЈ) прекида довод електричне енергије на соленоид електромагнетног вентила бризгаљке. Тада престаје дејство електромагнетне силе на метално језгро које се под дејством опруге помера и прекида ток течног стартног ђубрива од електричне пумпе ка распрскивачу (слика 47).



Сл. 47. Електрична бризгаљка у стању мировања

Подешавањем радних параметара електронске управљачке јединице (ЕУЈ), електронског уређаја ЕУКУ-01, могуће је извршити аутоматско уношење течног стартног ђубрива у различитим (задатим) количинама (l/ha) на два начина: форма тачке, појединачно поред сваког посејаног зрна (семена), и форма траке дуж посејаног реда.

На предњој страни електронске управљачке јединице (ЕУЈ) налази се екран (алфанумерички, 4x20 карактера) и тастатура преко које се врши подешавања радних параметара (слика 48).



Сл. 48. Изглед екрана и тастатуре електронске управљачке јединице уређаја ЕУКУ-01.

Електронска управљачка јединица (ЕУЈ) има могућност подешавања дужине трајања струјног импулса који се шаље свакој од електричних бризгаљки (ЕБ) уређаја ЕУКУ-01. Подешавање дужине трајања струјног импулса утиче на количину унетог течног стартног ђубрива (l/ha) када се оно примењује у форми тачке. Дужина трајања струјног импулса директно утиче на време отворености електромагнетног вентила бризгаљке, а самим тим и количину течног стартног ђубрива која ће се применити поред сваког посејаног зрна кукуза.

Електронска управљачка јединица омогућава подешавање дужине трајања струјног импулса 0 – 1000 ms са кораком ± 1 ms, чиме је могуће остварити жељене норме примењеног течног стартног ђубрива у количини 0 – 350 l/ha, при радном притиску од 400 kPa. Подешавање норме уношења код примене течног стартног ђубрива у форми траке, врши се избором распрскивача различитог протока.

Када се течном стартном ђубривом уноси појединачно поред сваког посејаног семена, свака од електричних бризгаљки (ЕБ) се активира периодично. Након пријема и обраде добијених сигнала фотоелектричних сензора (детекција зрна), електронска управљачка јединица (ЕУЈ) у датом тренутку формира излазни сигнал (струјни импулс у одређеном-задатом временском трајању) који се шаље одговарајућој бризгаљки (бризгаљка сетвене секције са које је примљен сигнал сензора о детекцији зрна). Уношење ђубрива (отворен електромагнетни вентил бризгаљке) траје све до престанка струјног импулса, који долази од електронске управљачке јединице. Периодичним отварањем електромагнетног вентила бризгаљке омогућено је да се течном стартном ђубривом унесе (примени) у виду тачке (круг $r = 12.5\text{mm}$) поред сваког посејаног семена независно за сваку од сетвених секција сејалице.

У истраживањима у оквиру ове докторске дисертације извршено је уношење течног стартног ђубрива у форми тачке у количинама 50 l/ha и 100 l/ha. У случају када кад је течном стартном ђубривом примењено у количини 50 l/ha, на електронској управљачкој јединици (ЕУЈ) је задато (подешено) време трајања струјног импулса од 40 ms, док је у случају примене течног стартног ђубрива у количини од 100 l/ha, време трајања струјног импулса износило 75 ms.

Применом електронског уређаја ЕУКУ-01, могуће је извршити уношење течног стартног ђубрива у форми траке дуж посејаног реда. При брзини сетве од

7 km/h и норми подешене на 65000 биљака по хектару (размак између два суседна зрна у реду 21 cm), из сетвеног апарата сваке од сетвених секција долази до исејавања 9 зрна кукуруза у секунди. Фотоелектрични сезор (ФЕС) детектује пролазак зрна ка сетвеној бразди и генерисани сигнал шаље електронској управљачкој јединици (ЕУЈ) која врши пријем и обраду добијеног сигнала.

Подешавањем времена трајања струјног импулса, електронске управљачке јединице (ЕУЈ), на вредност од 200 ms, долази до преклапања два суседна сигнала које електронска управљачка јединица (ЕУЈ) шаље електричним бризгаљкама (ЕБ). На овај начин је омогућено да се електромагнетни вентил бризгаљке одржава константно отвореним, а тиме и уношење течног стартног ђубрива у непрекидну траку (ширна траке $b = 25\text{mm}$) поред посејаног реда кукуруза.

Електронска управљачка јединица шаље струјни импулс бризгаљки све до тренутка прекида сетве (исејавање зрна) које настаје услед окретање агрегата на крају парцеле или застоја у раду.

Постављањем електронског уређаја ЕУКУ-01 на стандардну широкоредну сејалицу ИМТ-634.454 поред аутоматског уношења течног стартног ђубрива могуће је вршити и контролу сетве. Постављањем фотоелектричних сензора испод сетвених апарата могуће је пратити ток сетве (исејавање) зрна.

Приликом проласка семена (од сетвене плоче ка сетвеној бразди) испред фотоелектричног сензора (ФЕС), долази до детекције и генерисања сигнала који прослеђује електронској управљачкој јединици (ЕУЈ). Након пријема и обраде добијеног сигнала (број детектовани зрна), на екрану електронске управљачке јединице (ЕУЈ) се, у нумеричкој форми, појединачно приказује број посејаних зрна семена за сваку од сетвених секција сејалице (А,В,С,Д) (слика 49). У току рада у сваком тренутку се може вршити визуелна контрола (праћење) тока сетве погледом на екран електронске управљачке јединице (ЕУЈ).

По завршетку сетве сабирањем приказаних нумеричких вредности по сетвеним секцијама сејалице може се добити укупан број посејаних зрна семена. Упоредивањем површине посејане парцеле и броја посејаних зрна, може се извршити контрола подешене норме сетве.



Сл. 49. Приказ броја посејаних зрна за сваку од сетвених секција.

Постављањем фотоелектричног сензора испод сетвеног апарата сејалице омогућена је детекција застоја или отказа у раду сетвених апарата (секција) сејалице. На овај начин могуће је детектовати застоје који се јављају као последица прекида ротације сетвене плоче, неправилно подешавање скидача вишка семена, загушење улагача семена, оштећење вода подпритиска, престанак рада турбине сејалице, оштећење ремена за погон турбине, недостатак семена у сандуку за семе и сл.

6.2. Агроеколошки услови у току извођења огледа

Кукуруз се у нашој земљи гаји у различитим географским рејонима, у којима владају различити климатски и земљишни услови. Ови агроеколошки услови, поред примењене агротехнике и економских услова, имају огроман утицај на принос зрна кукуруза. Зато су растење и развиће, као и принос зрна кукуруза и компоненте приноса овог важног ратарског усева, подложни значајним колебањима из године у годину.

6.2.1. Климатски услови

Клима представља важан фактор, који утиче на остварени принос зрна кукуруза и компоненте приноса. Повољни климатски услови, који се пре свега односе на оптималне температуре ваздуха и повољан распоред падавина током периода вегетације, могу у великој мери позитивно утицати на раст и развиће биљака кукуруза, као и добијање високих и стабилних приноса.

Кукуруз је биљка топлог поднебља и за њено успешно гајење током вегетације потребне су релативно високе температуре у току целог дана, а нарочито добра обезбеђеност водом (Јевтић, 1977).

Подаци о средњим месечним температурама ваздуха и распореду падавина за испитивана подручја (Крњешевци и Ратари), у току периода вегетације кукуруза у годинама испитивања, који су преузети из најближих метеоролошких станица (подаци РХМЗ) приказани су у табелама 8 и 9. Табеларно су приказани и вишегодишњи просек температура за период 1981-2010 и условно оптималне вредности према Тодоровићу и сар. (2003) (табела 8), као и вишегодишњи просек падавина за исти период и условно оптималне вредности према Гламочлији (2012) (табела 9), на локалитетима Крњешевци и Ратари.

Однос влажних и сушних периода и њихово трајање у току периода вегетације кукуруза у годинама испитивања за локалитете Крњешевци и Ратари приказан је клима-дијаграмом по Walter-у (графикони 1-6).

На основу података табела 8 и 9 види се да је на локалитету Крњешевци током периода вегетације кукуруза у 2011. години просечна температура ваздуха била 20,4 °C, што је у опсегу просечних вишегодишњих (1981-2010) и условно оптималних температура, док је укупна сума падавина износила 208,9 mm, што је мање од вишегодишњег просека и двоструко мање од условно оптималних количина падавина. Током 2012. године просечна температура ваздуха, за посматрани период, је износила 21,2 °C, што је око 2 °C више од просечних вишегодишњих и условно оптималних температура, док је укупна сума падавина била 231,9 mm, што је мање од вишегодишњег просека и двоструко мање од условно оптималних количина падавина. Године 2013. просечна температура ваздуха за посматрани период износила је 19,7 °C, што је у опсегу просечних вишегодишњих и условно оптималних температура. Исте године је укупна сума падавина износила 476,9 mm, што је више од вишегодишњег просека, и близу вредностима за условно оптималне количине падавина од 490,0 mm.

Подаци из табела 8 и 9, који се односе на локалитет Ратари, указују да је током периода вегетације у 2011. години просечна температура ваздуха била 20,1 °C, док је укупна сума падавина износила 207,5 mm. Током 2012. године просечна температура ваздуха за посматрани период је износила 21,4 °C, а укупна

сума падавина 210,0 mm. Године 2013. просечна температура ваздуха за посматрани период износила је 19,6 °С, док је укупна сума падавина била 239,1 mm. Просечне температуре ваздуха за посматрани период током 2011. и 2013. године на локалитету Ратари су биле у опсегу просечних вишегодишњих (1981-2010) и условно оптималних температура, док су током 2012. године за око 2 °С биле више. Сума падавина током вегетационог периода кукуруза, у све три године истраживања, била је мања од вишегодишњег просека и двоструко мања од условно оптималних количина падавина.

Таб. 8. Средње месечне температуре ваздуха за период вегетације кукуруза у годинама истраживања, вишегодишњи просек и условно оптималне вредности (°С) на локалитетима Крњешевци и Ратари.

Година	Локалитет	Месеци						Просек
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2011	Крњешевци	13,9	17, 4	21,8	23,1	24,2	21,7	20,4
	Ратари	13,5	16, 8	21,5	23,4	24,1	21,5	20,1
2012	Крњешевци	13,5	17, 8	24,2	26,2	25,3	20,3	21,2
	Ратари	13,5	17, 3	24,0	26,5	25,6	21,2	21,4
2013	Крњешевци	14,3	18, 2	21	23,9	24,5	16,5	19,7
	Ратари	14,1	18, 2	20,7	23,4	24,5	16,9	19,6
Просек (1981-2010)		12,9	18, 1	21,0	23,0	22,7	18,0	19,3
Условно оптимална температура*		15,0	18, 3	20,0	23,3	22,8	18,0	19,6

*Тодоровић и сар. (2003).

Таб. 9. Количине падавина за период вегетације кукуруза у годинама истраживања, вишегодишњи просек и условно оптималне количине падавина (mm) на локалитетима Крњешевци и Ратари

Година	Локалитет	Месеци						Сума
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2011	Крњешевци	11,8	48,3	38,2	73,8	6,7	30,1	208,9
	Ратари	14,1	94,8	23,0	41,4	5,3	28,9	207,5
2012	Крњешевци	61,4	59,9	55,0	29,1	1,4	25,1	231,9
	Ратари	73,3	75,4	15,8	18,5	3,6	23,4	210,0
2013	Крњешевци	20,5	211,4	86,1	31,8	23,5	103,6	476,9
	Ратари	27,7	98,6	39,2	13,7	13,3	46,6	239,1
Просек (1981-2010)		56,1	58,0	101,2	63	58,3	55,3	391,9
Условно оптималне количине падавина*		50,0	75,0	90,0	100,0	95,0	80,0	490,0

*Гламочлија (2012)

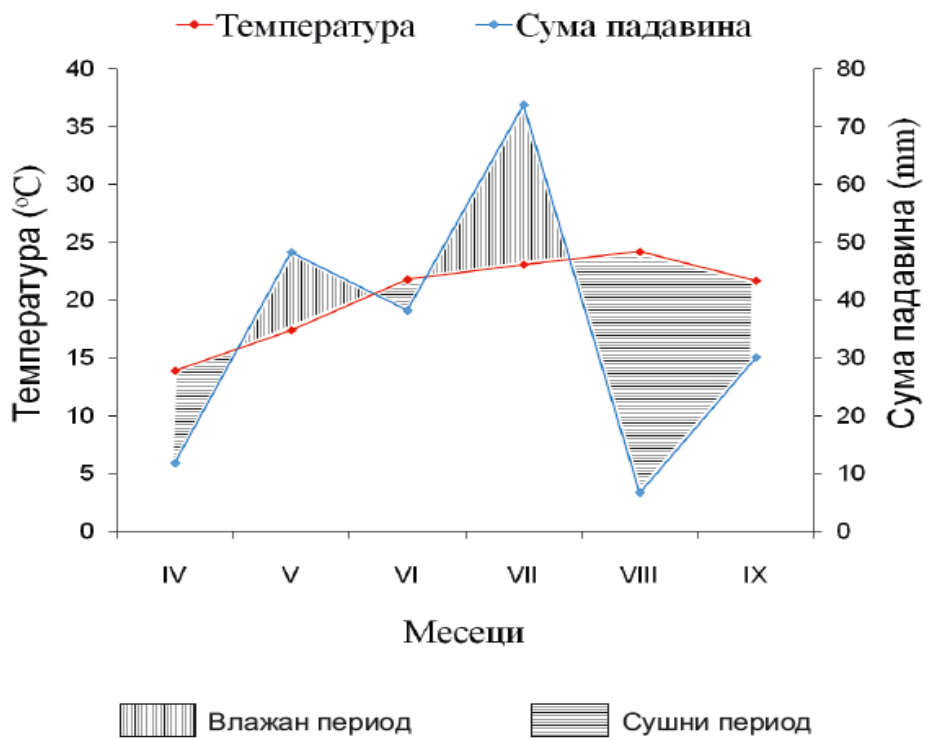
На основу података (табела 8 и 9) може се констатовати да је на оба проучавана локалитета, у току вегетационог периода кукуруза, 2012. година топлија од 2011., а нарочито од 2013. године, чему су допринели за 2-3 °C топлији месеци јун и јул. Укупна сума падавина за посматрани вегетациони период се по годинама и локалитетима знатно не разликује, изузев током 2013. године и локалитета Крњешевци, када је забележена сума падавина од 476,9 mm, чему су допринели кишовитији месеци мај (211,4 mm) и септембар (103,6 mm). Распоред падавина по појединим месецима истраживања током 2011., 2012. и 2013. године био је врло различит на оба проучавана локалитета, што је врло изражено током летњих месеци. Тако је током VII месеца 2011. године, на локалитету Крњешевци, сума падавина износила 73,8 mm, а у VIII месецу – 6,7 mm; у VI месецу 2012. године сума падавина је била 55,0 mm, а у VIII месецу – 1,4 mm; у VI месецу 2013. године сума падавина је била 86,1 mm, а у VIII месецу – 23,5 mm. На локалитету Ратари, током VII месеца 2011. године, сума падавина је износила 41,4 mm, а у VIII месецу – 5,3 mm, док је током летњих месеци 2013. године највећа сума падавина забележена у VI месецу (86,1 mm), а најмања - у VIII месецу (23,5 mm). Летњи месеци током 2012. године, на локалитету Ратари, су се

одликовали изразито малом количином падавина (15,8 mm у VI месецу, 18,5 mm у VII месецу, 3,6 mm у VIII месецу), и много мањим вредностима од вишегодишњег просека и условно оптималних количина падавина.

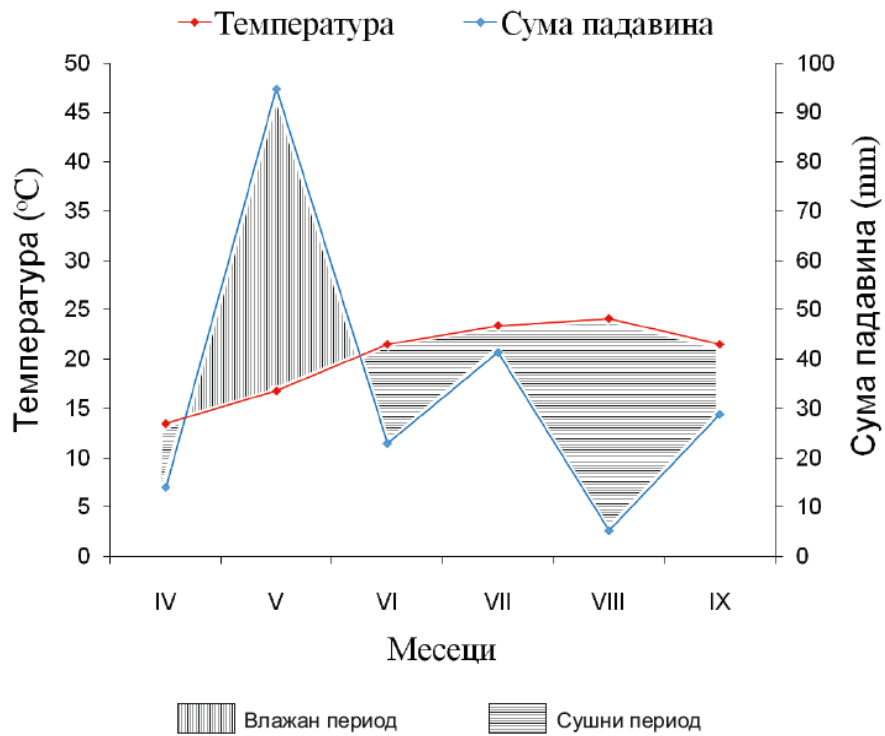
Вегетациони период 2011. године је био сушан, будући да је највећа сума падавина забележена само током јула (локалитет Крњешевци) и маја (локалитет Ратари), а да су сушни били април, јун и, нарочито, август (графикони 1 и 2).

Година 2012. се издвојила по својим екстремима, односно, екстремно топли и екстремно сушни летњи месеци 2012. године су били и најтоплији и једни од најсушнијих од када постоје мерења у Србији (Смајилагић и сар., 2012). Сушни период је на локалитету Крњешевци трајао од треће декаде јуна до краја септембра (графикон 3), а на локалитету Ратари - од треће декаде маја до краја септембра (графикон 4). Према појединим ауторима (Максимовић и сар., 2013), период од 32 екстремно топла дана и 14 врло топлих у летњем периоду 2012. године, је условило појаву изражене и дуготрајне земљишне суше, врло ниске вредности влаге земљишта, нарочито у другој декади јула и у августу месецу, и то на граници трајног већења.

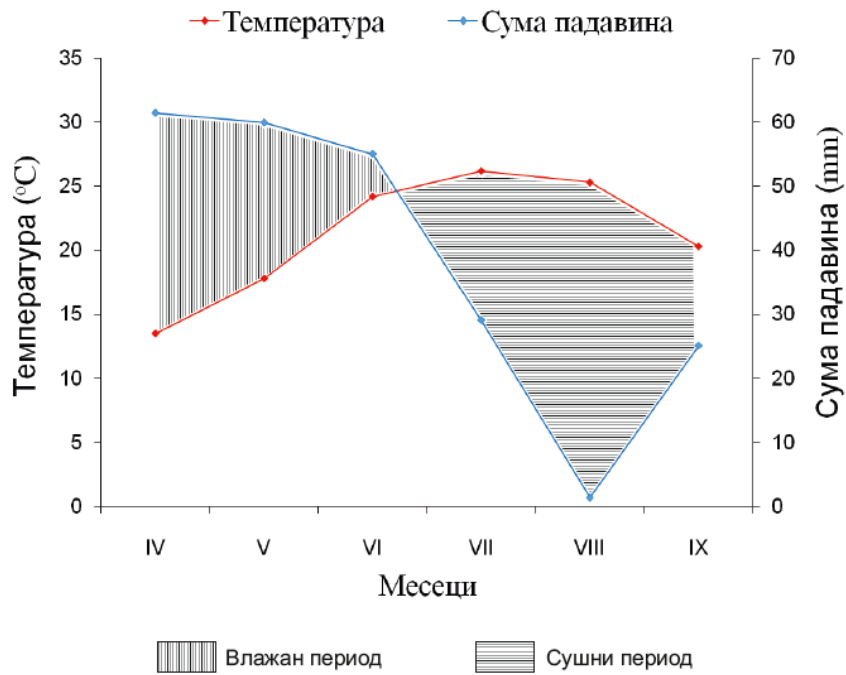
Распоред падавина током вегетационог периода у 2013. години на оба локалитета је био повољнији за гајење кукуруза него у 2011. и 2012. години, јер је периодима суше претходио кишни период, нарочито на локалитету Крњешевци, где је у периоду од друге декаде априла до друге декаде јуна пало преко 100 mm падавина. Ова појава је нарочито била изражена током друге декаде маја, када је пало преко 200 mm падавина (графикони 5 и 6).



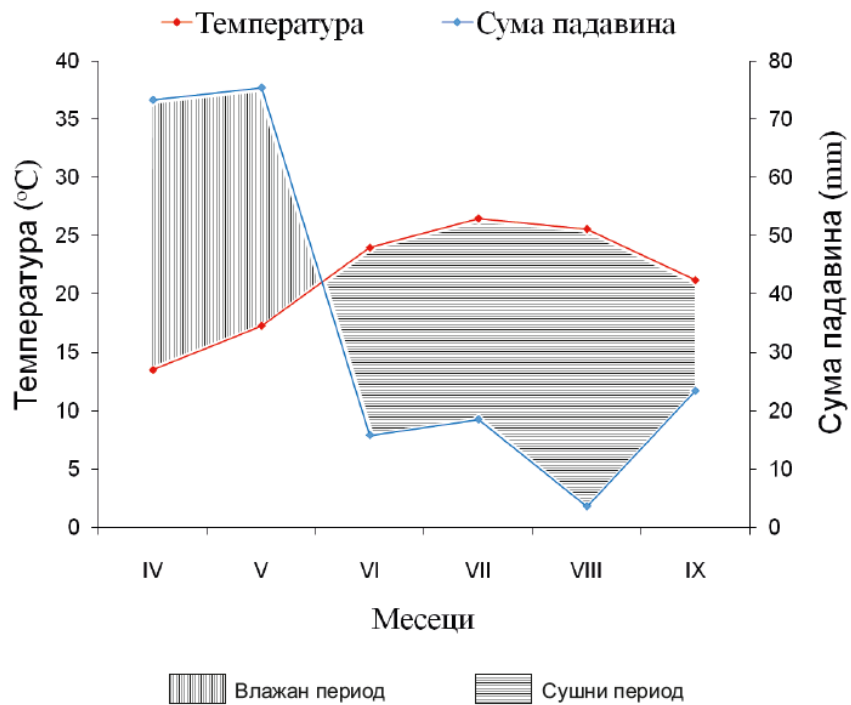
Графикон 1. Распоред падавина и температура ваздуха за период април-септембар 2011. године, локалитет Крњешевци



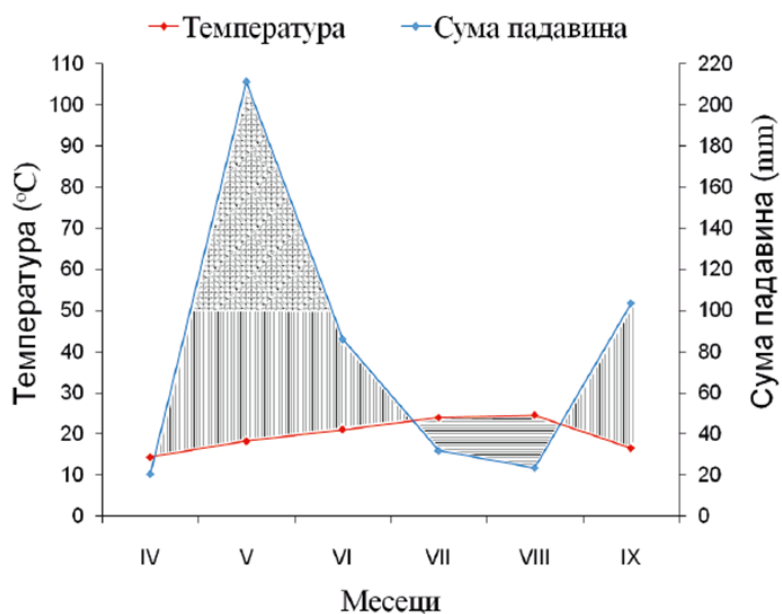
Графикон 2. Распоред падавина и температура ваздуха за период април-септембар 2011. године, локалитет Ратари



Графикон 3. Распоред падавина и температура ваздуха за период април-септембар 2012. године, локалитет Крњешевци

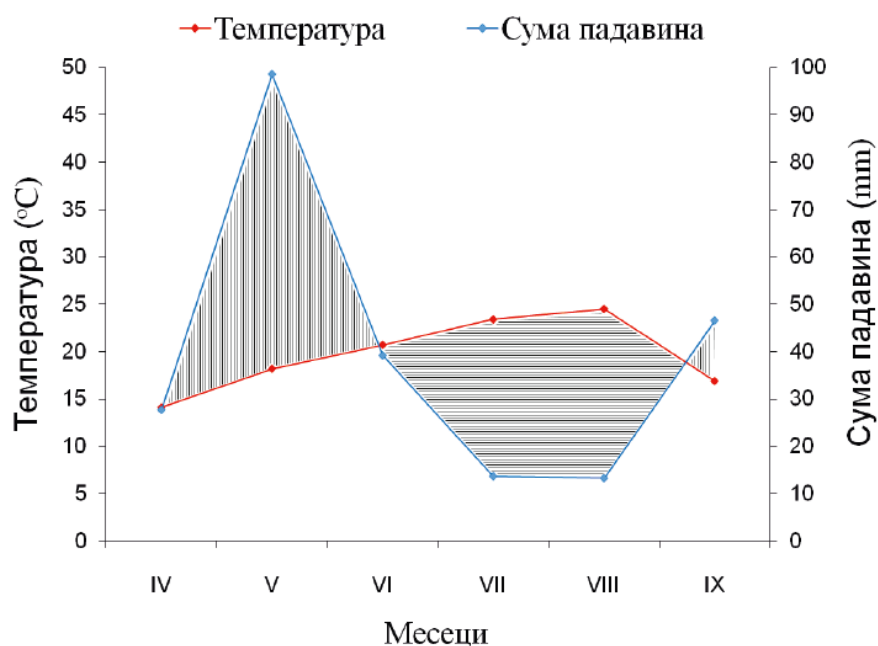


Графикон 4. Распоред падавина и температура ваздуха за период април-септембар 2012. године, локалитет Ратари



Влажан период
 Сушни период
 Падавине преко 100 mm

Графикон 5. Распоред падавина и температура ваздуха за период април-септембар 2013. године, локалитет Крњешевци



Влажан период
 Сушни период

Графикон 6. Распоред падавина и температура ваздуха за период април-септембар 2013. године, локалитет Ратари

6.2.2. Земљиште

Огледи су изведени на два локалитета, на којима су заступљена два типа земљишта са релативно различитим хемијским особинама (табеле 10 и 11).

Први локалитет је дефинисан на производним парцелама Института за кукуруз Земун Поље, Крњешевци (44°53'54.9"N и 20°09'08.8"E), на типу земљишта ливадски бескарбонатни чернозем.

Ливадски бескарбонатни чернозем у Србији поједини аутори третирају као подтип, а други као варијетет чернозема, а мање је распрострањен од типичног чернозема, од којег је настао. Као и типични чернозем, ливадски бескарбонатни чернозем је образован на лесним терасама, али у нешто другачијим климатским, рељефским и вегетацијским условима. Спада у земљишта прве бонитетне класе, односно, земљишта са високим производним способностима. Највеће површине под овим типом земљишта су заступљене у Војводини (Дугалић и Гајић, 2012). Резултати хемијских особина испитиваног земљишта приказани су у табели 10.

Поређењем са референтим вредностима за земљишта Србије (Шестић и сар., 1969), ливадски бескарбонатни чернозем се одликује слабо киселом реакцијом, добром обезбеђеношћу азотом и средњом обезбеђеношћу хумусом и лакоприступачним фосфором. Лакоприступачним калијумом је високо обезбеђено. Садржај карбоната је испод границе детекције методе.

Таб. 10. Основне хемијске особине ливадског бескарбонатног чернозема на локалитету Крњешевци

Година	Дубина (cm)	pH		Хумус	Укупан N (%)	CaCO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
		H ₂ O	1M KCL					
2011	0-30	6,77	5,97	2,80	0,31	0,00	16,80	26,30
	30-60	6,86	6,12	2,65	0,26	0,00	12,20	24,20
2012	0-30	6,54	6,01	2,41	0,22	0,00	17,60	21,70
	30-60	6,02	5,81	2,27	0,26	0,00	13,10	19,40
2013	0-30	7,13	6,23	2,53	0,28	0,00	18,80	20,90
	30-60	6,84	6,35	2,36	1,98	0,00	16,30	22,40

Други локалитет истраживања се налазио на парцелама газдинства Радојичић у Ратарима, Општина Обреновац (44°38'21.3"N и 20°06'00.6"E), на типу земљишта ритска црница.

Овај тип земљишта је формиран у рељефским депресијама, под утицајем високог нивоа подземних вода или услед појачаног влажења површинским поплавним водама. Велики утицај на његово формирање има и земљишна флора, која оставља знатне количине органских остатака. Ритске црнице припадају трећој бонитетној класи и углавном су плодна и врло плодна земљишта, код којих се тешкоће јављају код обраде, обзиром да је неопходна дубока обрада због мале филтрационе способности. Већина ритских црница у нашој земљи припада карбонатној, бескарбонатној или излуженој и вертикалној ритској црници. Земљишта типа ритских црница користе се за гајење ратарских и повртарских култура, али се извесне површине налазе и под природним ливадама и пашњацима (Гламочлија и сар., 2013). Резултати хемијских особина испитиваног земљишта приказани су у табели 11.

Поређењем са референтим вредностима за земљишта Србије (Шестић и сар., 1969), ритска црница се одликује слабо киселом до неутралном реакцијом, добром обезбеђеношћу азотом и средњом обезбеђеношћу хумусом и лакоприступачним фосфором. Лакориступачним калијумом је високо обезбеђено. У обе дубине земљишта у 2011. и 2012. години карбонати нису нађени (0-30 cm) или их има у траговима (30-60 cm), док је 2013. године утврђен садржај карбоната од преко 1%, што одговара слабо карбонатним земљиштима.

Таб. 11. Основне хемијске особине ритске црнице на локалитету Ратари

Година	Дубина (cm)	pH		Хумус	Укупан N (%)	CaCO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
		H ₂ O	1M KCL					
2011	0-30	6,81	6,55	3,10	3,46	0,00	18,30	23,80
	30-60	7,19	6,76	2,77	2,93	0,50	11,70	24,50
2012	0-30	7,15	6,44	3,14	2,71	0,00	19,80	26,80
	30-60	7,63	6,42	2,68	2,80	0,10	15,80	21,10
2013	0-30	6,93	6,81	2,95	3,25	1,20	17,60	23,60
	30-60	7,04	6,93	2,53	2,72	1,60	15,10	19,60

6.3. Експлоатациони параметри рада примењених тракторско машинских агрегата ТМА 1 и ТМА 2.

6.3.1. Брзина кретања агрегата

Један од основних начина за повећање продуктивности тракторско-машинског агрегата, људског рада и укупне продуктивности производње кукуруза је повећање радне брзине мобилних агрегата који су примењени за извођење неопходних технолошких операција. Са друге стране повећање брзине битно утиче на снижење квалитета рада примењених агрегата. У циљу здвољења изнетих критеријума, није довољно само вршити реконструкцију (усавршавање) постојећих машина већ се у праксу морају уводити нова конструкциона решења, као и нове технологије производње.

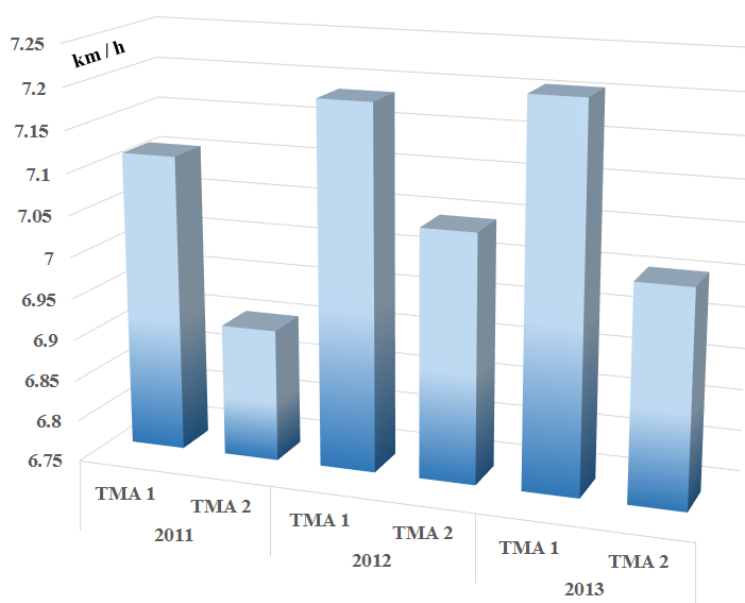
Правилан распоред семена, како по површини тако и по дубини, представља један од најважнијих предуслова за постизање високих приноса зрна кукуруза и остварење профитабилне производње. При обављању технолошке операције сетве постоји много фактора који утичу униформност распореда семена, али радана брзина представља један од најважнијих. Брзина кретања тракторско машинског агрегата (трактор-сејалица) представља експлоатациони параметар који значајно утиче на квалитет извођења сетве (број биљака по хектару, површинска расподела семена, дубина сетве) а уједно и основни критеријум за дефинисање ефикасности сејалице.

Многобројна истраживања показују да се без обзира на конструкционо решење примењене сејалице са повећањем брзине извођења сетве смањује прецизност распореда семена у реду и по дубини. Са друге стране, остварени учинак агрегата (посејана површина) је тим већи што је остварена брзина сетве већа. Приликом сетве, када год је могуће, треба тежити повећању радне брзине, јер се тиме повећава продуктивност машинског рада, али само до мере при којој неће доћи до нарушавања правилног радпореда биљака.

Радна брзина кретања представља брзину коју ТМА агрегат остварује на датој деоници пута. Измерене просечне радне брзине испитиваних тракторско-машинских агрегата ТМА1 и ТМА2 приказане су у табели 12 и графикону 7.

Таб. 12. Остварене радне брзине тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2

Година	Модел агрегата	Степен преноса мењача	Број обртаја мотора трактора (обрт/мин)	Радна брзина (km/h)
2011	ТМА 1	I	1.800	7,11
	ТМА 2	I	1.800	6,91
2012	ТМА 1	I	1.800	7,19
	ТМА 2	I	1.800	7,05
2013	ТМА 1	I	1.800	7,21
	ТМА 2	I	1.800	7,01



Граф. 7. Остварене радне брзине тракторско машинских агрегата ТМА 1 и ТМА2

Максимална радна брзина у току сетве кукуруза коју је остварио ТМА1 је 7,21 km/h, док је ТМА2 остварио 7,05 km/h. Може се закључити да су агрегати ТМА1 и ТМА2 остварили међусобно приближне брзине кретања. Остварене брзине испитиваних агрегата (табела 12, графикон 7) налазе се у оквиру препоручених брзина за извођење технолошке операције сетве кукуруза, које се према већини аутора крећу од 6-10 km/h. (Liu и сар., 2004; Staggenborg и сар., 2004; Nielsen, 2013)

Може се констатовати да је тракторско машински агрегат ТМА1 остварио незнатно веће радне брзине у односу на тракторско машински агрегат ТМА2, кроз

све године истраживања. Разлог постизања мање радне брзине ТМА2 је у чињеници да је код овог тракторско машинског агрегата уградњом додатних улагача за уношење течног стартног ђубрива повећан укупни вучни отпор модификоване сејалице у односу на стандардну сејалицу примењену код ТМА1.

6.3.2. Потрошња погонског горива

Потрошња погонског горива, машина примењених у технологији производње кукуруза, представља један од значајних енергетских параметара који директно утиче на цену добијеног производа.

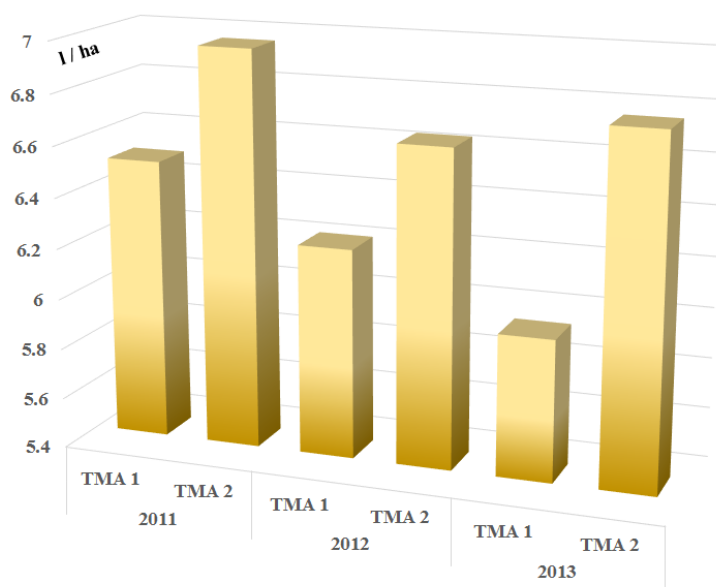
Утрошак горива по хектару, приликом обављања технолошких операција представља показатељ економичности рада примењеног тракторско машинског агрегата. На потрошњу, осим квалитета горива утичу и бројни други фактори као што су избор тракторско машинског агрегата, начин агрегатирања прикључних машина и оруђа, избор режима рада, конфигурација терена, избора пнеуматика итд.

У циљу рационализације биљне производње и очувања животне средине, анализирање потрошње горива приликом извођења одређених технолошких операција је веома значајно због сталне тежње да се она сведе на минимум. Смањење потрошње погонског горива представља један од битних чинилаца за одрживу пољопривредну производњу.

У табели 13 и графикону 8 су приказане измерене просечне вредности потрошње горива испитиваних тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2 по годинама истраживања.

Таб. 13. Потрошња горива тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2 при сетви кукуруза

Година	Модел агрегата	Потрошња горива
		(l/ha)
2011	ТМА 1	6,51
	ТМА 2	6,97
2012	ТМА 1	6,23
	ТМА 2	6,65
2013	ТМА 1	5,96
	ТМА 2	6,77



Граф. 8. Потрошња горива тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2 при сетви кукуруза

Потрошња погонског горива је параметар који говори о економичности рада мотора примењеног уграђеног у погонски део тракторско машинског агрегата. Потрошња горива пре свега зависи од конструкционих карактеристика уграђеног мотора али и од других бројних фактора у току експлоатације. Обзиром да је код испитиваних тракторско машинским агрегатима ТМА1 и ТМА2 коришћен исти трактор, количина утрошеног горива по јединици посејане површине директно је зависна од отпора прикључне машине (сејалице) која улази у састав тракторско машинског агрегата.

Добијени резултати о количини потрошеног горива по јединици посејане површине (l/ha), испитиваних агрегата ТМА1 и ТМА2 (табела 13, графикон 8), показују да је ТМА2 остварио нешто више вредности потрошње горива. Разлог за повећање потрошње горива по јединици површине је у чињеници да је вучни отпор код модификованог поступка сетве (ТМА2) повећан у односу на отпор створен применом стандардне сејалице.

6.3.3. Остварени учинак тракторско машинског агрегата

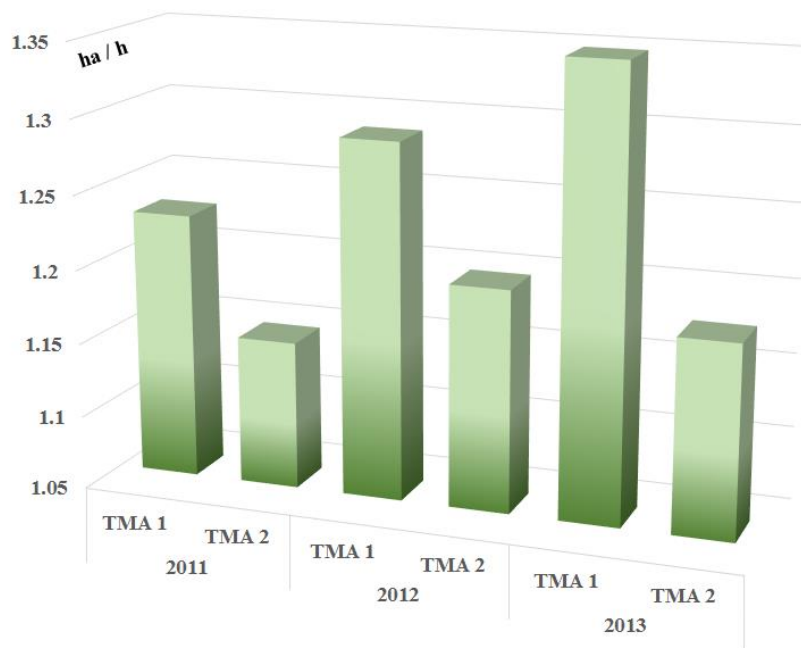
Учинак је експлоатациона карактеристика примењеног тракторско машинског агрегата у одређеним (конкретним) условима примене, а уједно представља параметар који дефинише вредности ефикасности машина. Повећање учинка примењених тракторско машинских агрегата у пољопривредној производњи директно води ка повећању продуктивности и економичности производње.

Оставрени учинак тракторско машинског агрегата директно зависи од три основна фактора: радне брзине (брзина кретања агрегата), искоришћења теоретског захвата (радни захват агрегата) и коефицијента искоришћења радног времена.

Учинак тракторско машинског агрегата, приликом извођења технолошке операције сетве, приказан је као величина засејане површине у јединици времена (ha/h). Површински учинци тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2 остварени током извођења огледа приказани су у табели 14 и графику 12.

Таб. 14. Остварени учинак тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2

Година	Модел агрегата	Учинак агрегата
		(ha/h)
2011	ТМА 1	1,23
	ТМА 2	1,15
2012	ТМА 1	1,29
	ТМА 2	1,20
2013	ТМА 1	1,35
	ТМА 2	1,18



Граф. 9. Остварени учинак тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2.

Учинак агрегата при извођењу технолошке операције сетве, је показатељ ефикасности рада и приказан је кроз површински учинак (ha/h). Анализом приказаних података (табела 14, графикон 9) може се уочити да је ТМА1 оставрио веће учинке, кроз све године истраживања у односу на ТМА2, а разлог је повећан вучни отпор код модификоване сејалице. Обзиром да се применом ТМА2 заједно са сетвом врши и уношење течног стартног ђубрива, време неопходно за пуњење резервоара течним ђубривом утиче на смањење оствареног учинка агрегата. У поређењу са конвекционалним начином сетве кукуруза применом ТМА1, може се закључити да модификација стандардне сејалице уређајем ЕУКУ-01, није битно утицала на остварени учинак агрегата ТМА2.

Из приказаних резултата трогодишњих истраживања, могу се уочити мале осцилације у оствареним вредностима експлоатационих параметра (брзина кретања, потрошња погонског горива, учинак) испитиваних варијанти тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2.

У циљу оптимизације примене електронског уређаја ЕУКУ-01, једна од могућности за смањење потрошње погонског горива и повећање радне брзине, па самим тим и оствареног учинка примењеног агрегата ТМА2, је примена дискосних улагача (за уношење течног стартног ђубрива) уместо постојећих

раоног типа, чиме би се постигло смањење укупних вучних отпора модификоване сејалице.

Повећањем запремине резервоара код конструкције уређаја ЕУКУ-01, директно би се утицало на смањење утроска времена (η_p) које је неопходно за пуњење резервоара течним стартним ђубривом. Смањењем вредности коефицијента утроска времена η_t директно се утиче на повећање учинка примењеног агрегата а самим тим и на вредност ефикасности машине.

Развој електронског уређаја ЕУКУ-01 и његова примена код стандардних широкоредних сејалица представљају значајну новину у техници сетве кукуруза. Резултати у овој докторској дисертацији, добијени применом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01 треба у основи да допринесу проширењу постојећих сазнања о технологији производње и техници сетве кукуруза.

Такође добијени резултати, поред теоретског и научног доприноса, имају и практични значај јер ново техничко решење електронског уређаја ЕУКУ-01 може имати значајну примену на другим типовима пнеуматских сејалица, и сетве других ратарских култура.

Даљим развојем и усавршавањем постојећег конструкционог решења прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01, ствара се могућност његове шире примене. Неке од могућности су:

- примена других врста и типова течних минералних ђубрива која се могу уносити у заједничку бразду где се врши сетва или одвојено у задатој зони,
- примена течних минералних ђубрива између посејаних зрна или непосредно на само зрно у зависности од предвиђене технологије,
- извршавања поступка инокулације семена у току сетве
- третирање семена различитим типовима инсектицида и фунгицида заједно са сетвом широкоредних култура

6.4. Компоненте приноса и принос зрна кукуруза

Велики број фактора, као што су генетски потенцијал родности хибрида, агроеколошки услови (клима и земљиште), примењена технологија производње, итд. утиче на степен продукције биомасе кукуруза. У трогодишњим истраживањима (2011-2013) продукција биомасе је проучавана кроз праћење разлика у величини основних компоненти приноса и самог приноса зрна кукуруза, остварених у различитим агроеколошким условима уз примену различитих врста и норми примењених ђубрива и начина њихове примене.

6.4.1. Компоненте приноса кукуруза

Дужина клипа. Дужина клипа је компонента приноса кукуруза која је у тесној позитивној корелацији са његовим приносом зрна (Ottaviano и Camussi, 1981; Филиповић, 1991; Tang и сар., 2004). Иако се сматра да је генетички условљена (Долијановић, 2002; Живановић, 2005; Мандић, 2011), дужина клипа може значајно да варира у зависности од многих фактора, као што су услови успевања, агротехника и слично. Просечна дужина клипа износи 5-40 cm, дебљина 3-7 cm, а маса 25-600 g (Гламочлија, 2012).

Резултати ових истраживања показују да су највећи утицај на дужину клипа на свим локалитетима у трогодишњем испитивању испољили фактори врста и количина примењених ђубрива, док је технички систем уноса течног стартног ђубрива у форми траке испољио значајан ефекат на локалитету Крњешевци у 2013. години. Статистички значајно интеракцијско деловање уноса течног стартног ђубрива и чврстог минералног ђубрива утврђено је на локалитету Ратари у 2012. години. Утицај испитиваних параметара на дужину клипа (cm) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања је приказан табеларно (табеле 15-19) и графички (графикон 8).

Дужина клипа биљке кукуруза у 2011. години. Резултати анализе варијансе показали су да је на локалитету Крњешевци, на посматрани параметар, статистички значајано утицала количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива, као и њихова интеракција (табеле 15,16, графикон 10).

Таб. 15. Утицај испитиваних параметара на дужину клипа биљке кукуруза (ст) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)		
				0	150+100	300+200
2011.	Крњешевци	Форма траке	50	20,17±2,97bAx	20±2,38bAx	21,85±1,46aBx
			100	19,76±2,58bAx	20,6±1,9bBx	22,93±2,26bCx
		Форма тачке	50	19,85±2,59bAx	20,25±1,8bAx	21,71±1,9aBx
			100	19,68±3,11bAx	21,1±1,66bBx	23,25±1,59bCx
		Контрола	контрола (0)	17,49±2,63aAx	19,74±1,67aBx	21,24±1,8aCx
	Ратари	Форма траке	50	19,81±3,42abAx	21,27±3abAx	21,81±2,52abBx
			100	20,98±2,36bAx	21,61±3,06bAx	22,76±3,49bBx
		Форма тачке	50	21,21±2,57abAx	20,55±3,6abAx	22,06±3,46abBx
			100	20,69±2,64bAx	21,79±2,47bAx	22,5±2,89bBx
		Контрола	контрола (0)	19,8±3,09aAx	20,43±2,87aAx	21,09±3,08aBx
2012.	Крњешевци	Форма траке	50	17,36±2,35aAx	18,92±2,85aBx	19,89±2,45aCx
			100	17,44±2,11aAx	19,58±2,7aBx	19,99±3,12aCx
		Форма тачке	50	16,94±2,74aAx	18,32±3,12aBx	20,29±2,12aCx
			100	16,28±2,82aAx	19,28±1,97aBx	20,41±1,96aCx
		Контрола	контрола (0)	13,79±2,17aAx	16,68±2,92aBx	19,8±2,29aCx
	Ратари	Форма траке	50	15,92±3,35aAx	19,38±3,3aBx	20,95±2,31aCx
			100	17,71±2,2aAx	19,71±3,44aBx	20,87±2,35aCx
		Форма тачке	50	17,34±3,05aAx	18,29±2,3aBx	19,61±2,37aCx
			100	17,8±2,17aAx	18,34±2,04aBx	21,1±1,47aCx
		Контрола	контрола (0)	16,03±2,92aAx	18,19±2,58aBx	19,23±2,03aCx
2013.	Крњешевци	Форма траке	50	18,79±2,4bAy	20,67±1,75bBy	22,31±1,99bCy
			100	19,6±2,34cAy	21,14±2,3cBy	23,54±2,07cCy
		Форма тачке	50	19,17±2,36bAz	21,2±1,49bBz	22,73±1,92bCz
			100	20,41±2,17cAz	21,3±2,28cBz	24,65±1,89cCz
		Контрола	контрола (0)	17,95±2,32aAx	19,14±2,11aBx	21,9±2,52aCx
	Ратари	Форма траке	50	20,61±3,1bAx	22,35±2,9bBx	23,43±2,48bCx
			100	21,7±3,09cAx	23,07±2,49cBx	24,21±2,73cCx
		Форма тачке	50	20,77±3,22bAx	22,65±2bBx	23,3±2,76bCx
			100	21,72±2,38cAx	22,76±2,58cBx	24,57±2,32cCx
		Контрола	контрола (0)	19,56±2,9aAx	20,83±2,29aBx	22,51±2,76aCx

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начин уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Таб. 16. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на дужину клипа биљке кукуруза (ст) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2011.	Крњешевци	А	0,825	1	0,825	0,168 ^{нз}
		В	33,542	1	33,542	6,843**
		С	677,675	2	338,837	69,126***
		А x В	2,435	1	2,435	0,497 ^{нз}
		А x С	5,407	2	2,703	0,551 ^{нз}
		В x С	43,094	2	21,547	4,396*
		А x В x С	0,256	2	0,128	0,026 ^{нз}
		Грешка	2352,832	480	4,902	
		Тотал	214218,552	495		
	Кориговани тотал	3310,775	494			
	Ратари	А	0,838	1	0,838	0,094 ^{нз}
		В	35,748	1	35,748	3,990*
		С	181,106	2	90,553	10,106***
		А x В	4,591	1	4,591	0,512 ^{нз}
		А x С	11,741	2	5,871	0,655 ^{нз}
		В x С	4,129	2	2,065	0,230 ^{нз}
		А x В x С	27,943	2	13,972	1,559 ^{нз}
		Грешка	4300,818	480	8,960	
Тотал		227636,775	495			
Кориговани тотал	4662,949	494				

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - А; количина течног стартног минералног ђубрива - В; количина чврстог минералног ђубрива - С; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{нз} - нема значајности.

Таб. 17. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на дужину клипа биљке кукуруза (ст) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

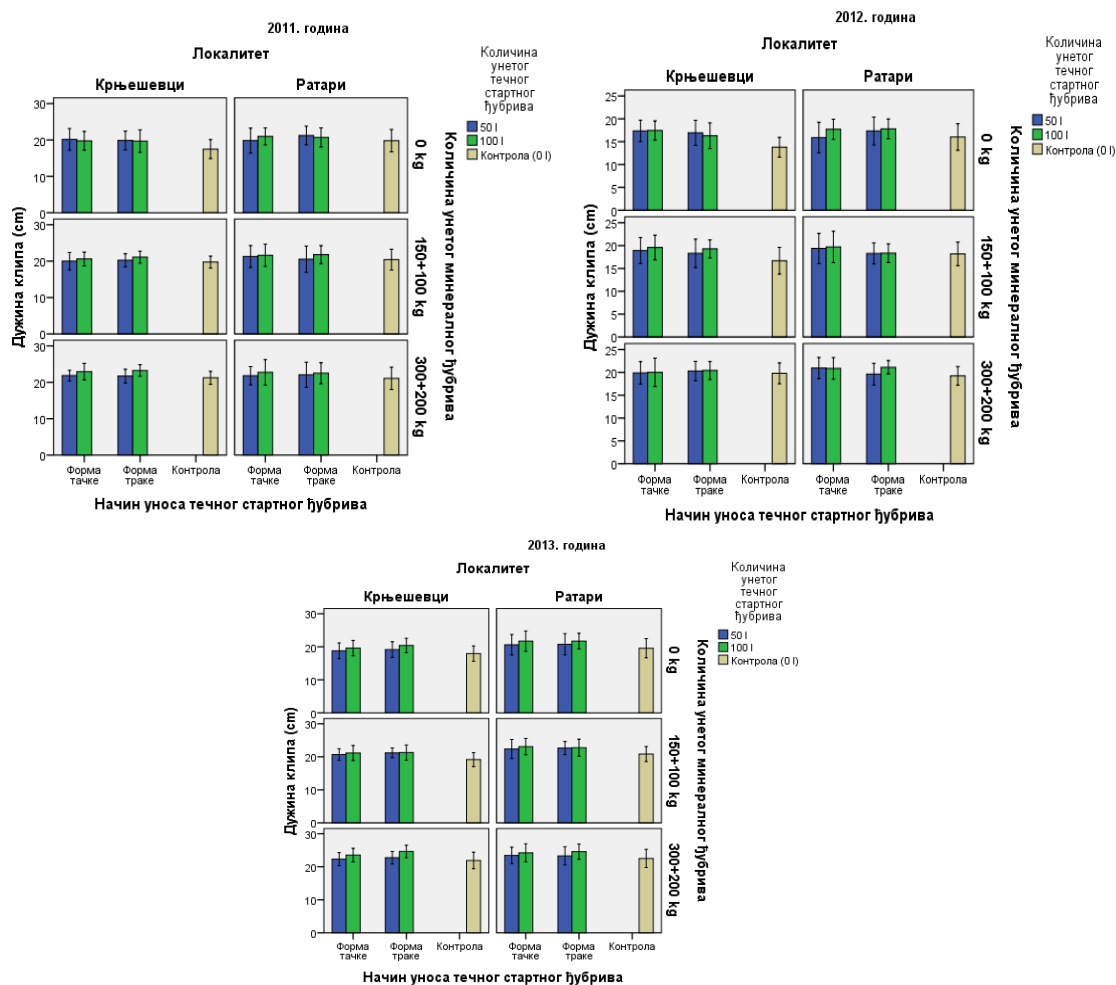
Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2012.	Крњешевци	А	3,528	1	3,528	0,546 ^{нз}
		В	1,955	1	1,955	0,302 ^{нз}
		С	567,220	2	283,610	43,863***
		А x В	0,218	1	0,218	0,034 ^{нз}
		А x С	11,566	2	5,783	0,894 ^{нз}
		В x С	9,371	2	4,686	0,725 ^{нз}
		А x В x С	2,131	2	1,066	0,165 ^{нз}
		Грешка	1357,825	210	6,466	
		Тотал	77708,273	225		
	Кориговани тотал	2100,139	224			
	Ратари	А	5,322	1	5,322	0,797 ^{нз}
		В	20,463	1	20,463	3,064 ^{нз}
		С	405,802	2	202,901	30,377***
		А x В	0,002	1	0,002	0,000 ^{нз}
		А x С	30,630	2	15,315	2,293 ^{нз}
		В x С	6,509	2	3,254	0,487 ^{нз}
		А x В x С	16,286	2	8,143	1,219 ^{нз}
		Грешка	1402,659	210	6,679	
Тотал		80629,686	225			
Кориговани тотал	1961,404	224				

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - А; количина течног стартног минералног ђубрива - В; количина чврстог минералног ђубрива - С; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{нз} - нема значајности.

Таб. 18. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на дужину клипа биљке кукуруза (ст) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F - количник
2013.	Крњешевци	A	31,938	1	31,938	6,949**
		B	91,315	1	91,315	19,868***
		C	1183,170	2	591,585	128,714***
		A x B	1,518	1	1,518	0,330 ^{H3}
		A x C	2,959	2	1,480	0,322 ^{H3}
		B x C	27,743	2	13,871	3,018 ^{H3}
		A x B x C	4,968	2	2,484	0,540 ^{H3}
		Грешка	2206,131	480	4,596	
		Тотал	221432,138	495		
		Кориговани тотал	3816,589	494		
	Ратари	A	0,449	1	0,449	0,062 ^{H3}
		B	66,494	1	66,494	9,210**
		C	594,010	2	297,005	41,139***
		A x B	0,201	1	0,201	0,028 ^{H3}
		A x C	0,257	2	0,129	0,018 ^{H3}
		B x C	8,304	2	4,152	0,575 ^{H3}
		A x B x C	5,062	2	2,531	0,351 ^{H3}
		Грешка	3465,343	480	7,219	
		Тотал	249871,613	495		
		Кориговани тотал	4375,818	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{H3} - нема значајности.



Граф. 10. Утицај испитиваних параметара на дужину клипа биљке кукуруза (cm) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Дужина клипа кукуруза, код варијанте огледа са 0 kg и 150+100 kg чврстог минералног ђубрива, најмања је у контроли и она се статистички разликује од варијанте са 50 l и 100 l течног стартног ђубрива, док између варијанти 50 l и 100 l нема статистички значајне разлике у величини посматраног параметра. Код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, дужина клипа највећа је код примене 100 l течног стартног ђубрива док између контроле и 50 l нема статистичке разлике у посматраном параметру. Утицај чврстог минералног ђубрива на оба локалитета исто делује на проучавани параметар (табеле 15 и 16, графикон 10).

Дужина клипа биљке кукуруза у 2012. години. Резултати анализе варијансе показали су да је на оба локалитета на дужину клипа кукуруза утицала количина

чврстог минералног ђубрива. Остали проучавани фактори и њихове интеракције нису имале статистички значајан утицај (табеле 15 и 17, графикон 10). На оба локалитета најмања дужина клипа кукуруза добијена је без примене чврстог минералног ђубрива (0 kg) а највећа у варијанти са 300+200 kg. Између све три варијанте разлика у дужини је статистички значајна.

Дужина клипа биљке кукуруза у 2013. години. На дужину клипа кукуруза у трећој години проучавања статистички значајно су утицала сва три фактора на локалитету Крњешевци. На проучавани параметар такође је статистички утицала и интеракција количине унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива. На локалитету Ратари статистички значајно су утицали количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива (табеле 15 и 18, графикон 10).

Најдужи клипови кукуруза, на оба локалитета измерени су у варијантама где је примењена комбинација минералног (NPK+KAN) и течног стартног ђубрива (FFS), а најмањи без ђубрења.

Дужина клипа кукуруза на оба локалитета највећа је код варијанте где је примењено 100 l течног стартног ђубрива у комбинацији са 300+200 kg минералног ђубрива. Утицај примењене количине течног стартног ђубрива и минералног ђубрива на посматрани параметар су статистички значајне.

Таб. 19. Просечне вредности дужине клипа кукуруза (cm) у зависности од године, локалитета, начина уноса ђубрива и њихових врста и количина.

Локалитет	А			В			С			Просек
	Форма траке	Форма тачке	Контрола	50 l	100 l	0 l	0 kg	150+100 kg	300+200 kg	
Крњешевци	20,89	20,97	19,49	20,64	21,22	19,49	19,39	20,34	22,20	20,64
Ратари	21,37	21,47	20,44	21,12	21,72	20,44	20,50	21,13	22,04	21,22
Просек 2011	21,13	21,22	19,97	20,88	21,47	19,97	19,95	20,74	22,31	20,93
Крњешевци	18,86	18,59	16,76	18,62	18,83	16,76	16,36	18,56	20,08	18,33
Ратари	19,09	18,75	17,82	18,58	19,26	17,82	16,96	18,78	20,35	18,70
Просек 2012	19,39	18,67	17,29	18,60	19,05	17,29	16,66	18,67	20,59	18,52
Крњешевци	21,01	21,58	19,66	20,81	21,77	19,66	19,18	20,69	23,03	20,97
Ратари	22,56	22,63	20,97	22,19	23,01	20,97	20,87	22,33	23,60	22,27
Просек 2013	21,84	22,11	20,32	21,50	22,45	20,32	20,03	21,51	23,46	21,62

А - начин уноса течног стартног ђубрива; В - количина течног стартног ђубрива; С - количина чврстог минералног ђубрива.

Утицај ђубрења минералним азотом на дужину клипа утврђен је и од стране других аутора (Колчар, 1974; Шупут и сар., 1979; Ненадић и сар., 1989; Божић, 1992), при чему Блажић (2006) и Пандуровић (2008) истичу значајан утицај појачаног ђубрења азотним ђубривима на повећање дужине клипа. У складу с тим, Пандуровић (2008) налази да је разлика у дужини клипа, која је остварена између контролне и варијанти са минералним ђубривима, статистички врло значајна на нивоу $P < 0,01$. Насупрот томе, као и делимично у спроведеним истраживањима, Божић (1992) је утврдио да се највећа дужина клипа добија код употребљених 150 kg N/ha, али ова вредност у односу на контролу није показала статистичку значајност.

Поред доза минералних ђубрива, нарочито азотних, Пандуровић и сар. (2009) су након двогодишњих истраживања утврдили негативну корелацију између густине усева и дужине клипа. Аутори истичу да је са повећањем густине усева, дужина клипа углавном опадала.

Посматрајући утицај примене течног стартног ђубрива, утврђен је његов статистички значајан ефекат на дужину клипа на локалитету Крњешевци у 2013. години. Обзиром на позитивну корелацију овог параметра са приносом зрна кукуруза (Ottaviano и Camussi, 1981; Филиповић, 1991; Tang и сар., 2004), и мишљења појединих аутора (Mowitz, 2016) да се применом стартног ђубрива могу повећати приноси зрна кукуруза и смањити укупни трошкови производње, може се констатовати да примена стартних ђубрива може значајно утицати на повећање дужине клипа кукуруза.

Маса клипа кукуруза. Као квантитативна компонента приноса, маса клипа кукуруза је у позитивној корелацији са приносом зрна и масом зрна по клипу (Јевтић, 1986). Исто тако, поједини аутори сматрају да је маса клипа кукуруза зависи од генотипа (Биберцић, 1998; Илић, 2002; Живановић, 2005).

Резултати истраживања у овој докторској дисертацији показују да су највећи утицај на масу клипа на свим локалитетима у трогодишњем испитивању испољили фактори врста и количина примењених ђубрива, док утицај начина примењеног система уноса течног стартног ђубрива није био статистички значајан. Статистички значајно интеракцијско деловање количине течног стартног ђубрива и количине чврстог минералног ђубрива утврђено је на оба испитивана локалитета (Крњешевци и Ратари) у 2013. години, па се може констатовати да је ово интеракцијско дејство примењених ђубрива на масу клипа испољило јачи ефекат у метеоролошки повољнијој 2013. години.

Утицај испитиваних параметара на масу клипа кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања је приказан табеларно (табеле 20-24) и графички (графикон 11).

Таб. 20. Утицај испитиваних параметара на масу клипа биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)			
				0	150+100	300+200	
2011.	Крњешевци	Форма траке	50	198,25±37,96bAx	219,12±32,51bBx	249,93±29,05bCx	
			100	212,2±27,89cAx	223,6±32,37cBx	273,59±42,23cCx	
		Форма тачке	50	205,16±32,16bAx	223,5±25,6bBx	254,11±33,01bCx	
			100	208,49±40,06cAx	226,19±23,5cBx	255,29±27,96cCx	
		Контрола	контрола (0)	183,15±35,13aAx	210,64±22,72aBx	234,04±21,64aCx	
		Ратари	Форма траке	50	205,46±40,63aAx	224,23±32,48aBx	251,42±37,46aCx
	100			219,39±24,8bAx	238,09±38,72bBx	263,86±46,88bCx	
	Форма тачке		50	206,52±27,45aAx	229,83±40,64aBx	255,89±56,07aCx	
			100	221,98±32,99bAx	239,63±33,26bBx	266,51±48,35bCx	
	Контрола		контрола (0)	204,85±29,5aAx	223,47±34,05aBx	241,58±43aCx	
	2012.		Крњешевци	Форма траке	50	178,18±40,15bAx	190,49±35,71bBx
		100			196,27±33,96bAx	195,88±42,75bBx	216,18±35,68bCx
Форма тачке		50		172,78±31,03bAx	182,44±35,73bBx	203,55±31,07bCx	
		100		178,91±36,52bAx	194,58±30,61bBx	210,72±34,43bCx	
Контрола		контрола (0)		140,63±31,25aAx	162,47±26,13aBx	193,02±25,98aCx	
Ратари		Форма траке		50	163,06±33,68aAx	189,91±39,08aBx	215,27±35,61aCx
			100	188,69±32,2bAx	192,86±48,68bBx	233,99±40,72bCx	
		Форма тачке	50	176,5±37,54aAx	176,94±29,49aBx	209,38±43,27aCx	
			100	187,06±25,42bAx	185,11±28,43bBx	217,74±29,02bCx	
		Контрола	контрола (0)	155,66±27,48aAx	182,16±26,13aBx	199,79±28,91aCx	
		2013.	Крњешевци	Форма траке	50	205,04±34,19bAx	230,64±24,16bBx
100					217,09±31,88bAx	233,72±26,23bBx	278,85±33,37cCx
Форма тачке	50			209,03±36,21bAx	224,54±19,68bBx	264,3±32,11bCx	
	100			223,02±31,27bAx	234,88±23,44bBx	288,25±39,94cCx	
Контрола	контрола (0)			193,64±31,31aAx	213,32±26,28aBx	242,8±29,84aCx	
Ратари	Форма траке			50	208,43±39,69bAx	232,33±31,93aBx	260,08±39,33aCx
			100	209±22,26abAx	232,26±32,76aBx	281,18±36,32bCx	
	Форма тачке		50	212,64±27,3bAx	236,14±27,81aBx	254,64±32,5aCx	
			100	208,53±22,73abAx	235,08±31,83aBx	267,36±34,37bCx	
	Контрола		контрола (0)	197,73±31,59aAx	226,4±30,16aBx	244,78±30,31aCx	

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начина уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Таб. 21. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу клипа биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F -количник
2011.	Крњешевци	A	43,025	1	43,025	0,043 ^{H3}
		B	6680,808	1	6680,808	6,731**
		C	213333,462	2	10666,731	107,475***
		A x B	3349,586	1	3349,586	3,375 ^{H3}
		A x C	2086,515	2	1043,258	1,051 ^{H3}
		B x C	1295,152	2	647,576	0,652 ^{H3}
		A x B x C	1776,865	2	888,432	0,895 ^{H3}
		Грешка	476388,225	480	992,475	
		Тотал	25845606,85	495		
		Кориговани тотал	752628,091	494		
	Ратари	A	882,709	1	882,709	0,592 ^{H3}
		B	15935,849	1	15935,849	10,680**
		C	147344,963	2	73672,481	49,377***
		A x B	52,066	1	52,066	0,035 ^{H3}
		A x C	66,169	2	33,084	0,022 ^{H3}
		B x C	200,906	2	100,453	0,067 ^{H3}
		A x B x C	130,589	2	65,294	0,044 ^{H3}
		Грешка	716186,232	480	1492,055	
		Тотал	27746185,57	495		
		Кориговани тотал	908171,663	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 22. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу клипа биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

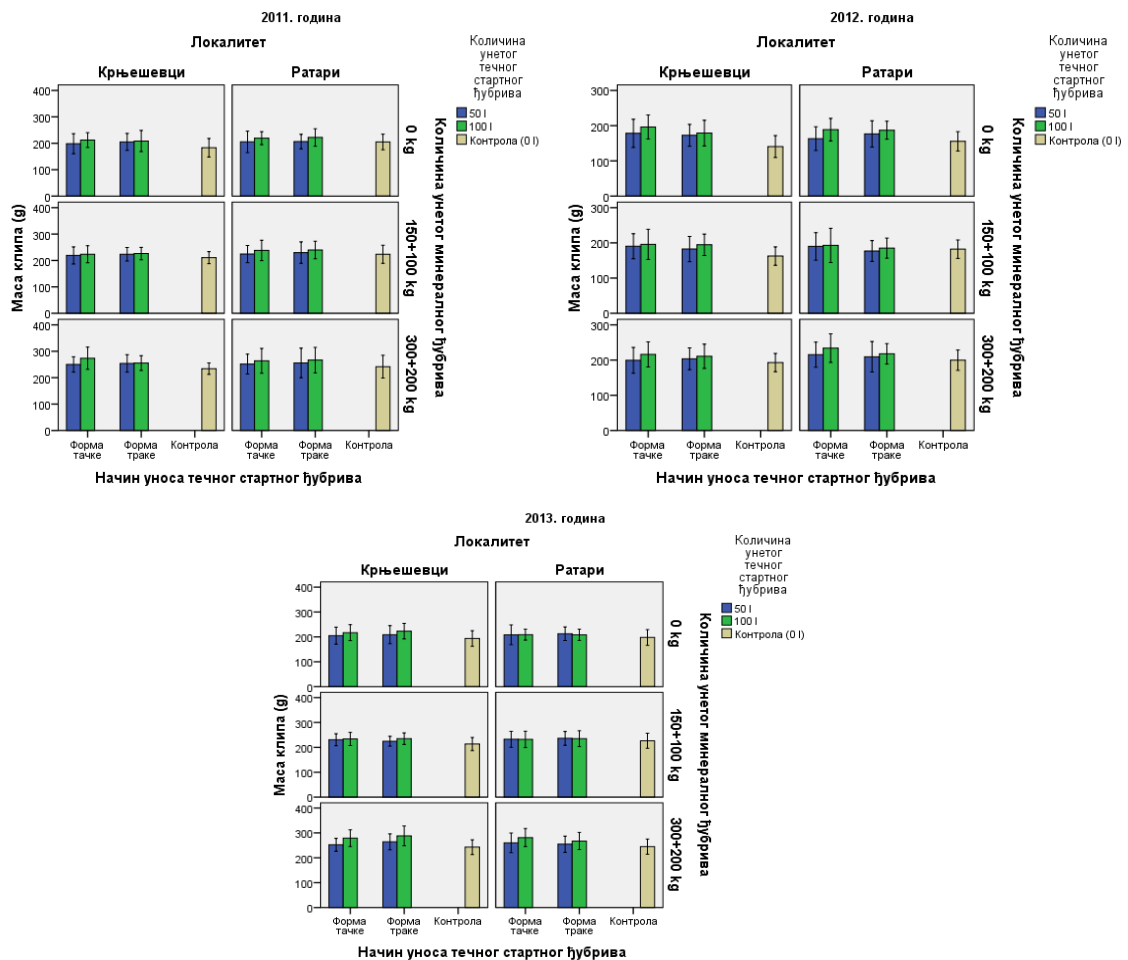
Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2012.	Крњешевци	A	1399,018	1	1399,018	1,200 ^{H3}
		B	5389,044	1	5389,044	4,624*
		C	41111,039	2	20555,519	17,636***
		A x B	272,716	1	272,716	0,234 ^{H3}
		A x C	877,854	2	438,927	0,377 ^{H3}
		B x C	106,861	2	53,431	0,046 ^{H3}
		A x B x C	778,492	2	389,246	0,334 ^{H3}
		Грешка	244762,316	210	1165,535	
		Тотал	8250473,820	225		
		Кориговани тотал	323137,001	224		
	Ратари	A	1205,853	1	1205,853	1,021 ^{H3}
		B	6914,613	1	6914,613	5,855*
		C	63713,015	2	31856,507	26,974***
		A x B	510,825	1	510,825	0,433 ^{H3}
		A x C	2767,076	2	1383,538	1,171 ^{H3}
		B x C	1205,951	2	602,975	0,511 ^{H3}
		A x B x C	845,528	2	422,764	0,358 ^{H3}
		Грешка	248014,979	210	1181,024	
		Тотал	8600537,023	225		
		Кориговани тотал	340067,052	224		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 23. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу клипа биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2013.	Крњешевци	A	1918,621	1	1918,621	2,107 ^{H3}
		B	22261,352	1	22261,352	24,443***
		C	245356,248	2	122678,124	134,701***
		A x B	119,647	1	119,647	0,131 ^{H3}
		A x C	2884,367	2	1442,183	1,584 ^{H3}
		B x C	5867,743	2	2933,872	3,221*
		A x B x C	403,056	2	201,528	0,221 ^{H3}
		Грешка	437156,119	480	910,742	
		Тотал	27903255,51	495		
		Кориговани тотал	777447,051	494		
	Ратари	A	217,664	1	217,664	0,216 ^{H3}
		B	2337,611	1	2337,611	2,316 ^{H3}
		C	223728,288	2	111864,144	110,812***
		A x B	543,185	1	543,185	0,538 ^{H3}
		A x C	3322,699	2	1661,350	1,646 ^{H3}
		B x C	7214,031	2	3607,015	3,573*
		A x B x C	226,255	2	113,128	0,112 ^{H3}
		Грешка	484555,807	480	1009,491	
		Тотал	27810866,70	495		
		Кориговани тотал	759383,343	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{H3} - нема значајности.



Граф. 11. Утицај испитиваних параметара на масу клипа биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Маса клипа биљке кукуруза у 2011. години. Резултати анализе показали су да су, на масу клипа биљке кукуруза у првој години истраживања на оба локалитета, статистички значајно утицали количина унетог течног стартног ђубрива (FFS) и чврстог минералног ђубрива (NPK+KAN). Интеркација проучаваних фактора није била значајна (табеле 20 и 21, графикон 11). На локалитету Крњешевци маса клипа кукуруза највећа је код варијанте са 100 l унетог течног стартног ђубрива а најмања у контролној варијанти (0 l). Између све три варијанте количине уноса течног стартног ђубрива постоји статистички значајна разлика. На локалитету Ратари, највећа је такође при највећој количини примењеног течног стартног ђубрива (100 l) и она се статистички значајно разликује од друге две варијанте, док се маса клипа између контроле и варијанте где је примењено 50 l статистички значајно не разликује. На оба локалитета, маса

клипа највећа је код варијанте 300+200 kg унетог чврстог минералног ђубрива а најмања без примене (0 kg). Разлике у варијантама количине унетог чврстог минералног ђубрива статистички су значајне.

Маса клипа биљке кукуруза у 2012. години. Резултати анализе варијансе показали су да су на масу клипа биљке кукуруза и у другој години истраживања на оба локалитета статистички значајно утицали количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива. Интеркација проучаваних фактора није била значајна (табеле 20 и 22, графикон 11). На локалитету Крњешевци, најмања маса клипа кукуруза добијена је у контролној варијанти (0 l) и она се статистички значајно разликује од варијанте са 50 l и 100 l течног стартног ђубрива. На локалитету Ратари највећа маса добијена је код варијанте 100 l течног стартног ђубрива и она се разликује од друге две, док између контроле и 50 l нема статистички значајне разлике. На оба локалитета, као и у првој години истраживања, маса клипа највећа је код варијанте 300+200 kg примене чврстог минералног ђубрива а најмања без примене (0 kg) а разлике у варијантама статистички су значајне.

Маса клипа биљке кукуруза у 2013. години. Резултати анализе варијансе су показали да су на локалитету Крњешевци на масу клипа статистички значајно утицали количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива. На локалитету Ратари на масу клипа је утицао фактор количина унетог чврстог минералног ђубрива. Интеракција количине унетог течног стартног ђубрива и количине унетог чврстог минералног ђубрива била је статистички значајна на оба локалитета.

Маса клипа на локалитету Крњешевци, код варијанте 0 kg и 150+100 kg, најмања је код контроле (0 l) и статистички се значајно разликује од масе клипа са примењеним 50 l и 100 l течног стартног ђубрива, док између ове две варијанте нема значајне разлике. Код варијанте са применом 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, маса клипа најмања је у контроли а највећа код варијанте са применом 100 l течног стартног ђубрива. Разлике све три варијанте количине чврстог минералног ђубрива статистички су значајне.

На локалитету Ратари, код варијанте без примене чврстог минералног ђубрива (0 kg) маса клипа највећа је код варијанте са 50 l течног стартног ђубрива

и она се статистички значајно разликује од контроле (0 l). Маса клипа код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, највећа је код примене 100 l течног стартног ђубрива и она се статистички разликује од масе друге две варијанте, док између контроле и 50 l течног стартног ђубрива маса клипа није статистички значајно различита. На оба локалитета, као и у прве две године истраживања, маса клипа највећа је код варијанте 300+200 kg примене чврстог минералног ђубрива а најмања без примене (0 kg) а разлике у варијантама статистички су значајне (табеле 20 и 23, графикон 11).

Поређењем резултата истраживања који су остварени у испитиваним годинама и на различитим локалитетима (типovima земљишта), утврђена је знатно већа маса клипа у 2011. (229,00 g) и 2013. години (233,93 g) у односу на екстремно сушну 2012. годину (189,66 g), док утицај локалитета по годинама није био толико изражен (табела 24).

У складу са овим истраживањима, Пандуровић (2014) је у трогодишњим истраживањима утврдио да минерална исхрана има веома велики утицај на масу клипа.

Проучавајући однос масе клипа кукуруза и његове густине, Младеновић (1982) је закључио да ова компонента приноса зрна опада са порастом густине усева. Манчев (1985) и Илић (2002) су такође добили смањење масе клипа са порастом густине.

При поређењу резултата о маси клипа кукуруза добијених из огледа изведених на два типа земљишта, Марић (2013) је утврдио да је кукуруз гајен на земљишту типа чернозем имао већу масу клипа у односу на онај гајен на ритској црници.

Таб. 24. Просечне вредности масе клипа кукуруза (g) у зависности од године, локалитета, начина уноса ђубрива и њихових врста и количина.

Локалитет	А			В			С			Просек
	Форма траке	Форма тачке	Контрола	50 l	100 l	0 l	0 kg	150+100 kg	300+200 kg	
Крњешевци	229,45	228,79	209,28	225,01	233,23	209,28	201,45	220,61	253,39	225,15
Ратари	233,74	236,73	223,30	228,89	241,58	223,30	211,64	231,05	255,85	232,85
Просек 2011	231,60	232,76	216,29	226,95	237,41	216,29	206,55	225,83	254,62	229,00
Крњешевци	196,07	190,50	165,37	187,81	198,76	165,37	173,35	185,17	204,58	187,70
Ратари	197,30	192,12	179,20	188,51	200,91	179,20	174,19	185,40	215,23	191,61
Просек 2012	196,69	191,31	172,29	188,16	199,84	172,29	173,77	185,29	209,91	189,66
Крњешевци	236,27	240,67	216,59	230,97	245,97	216,59	209,56	227,42	265,30	234,09
Ратари	237,21	235,73	222,97	234,04	238,90	222,97	207,27	232,44	261,61	233,77
Просек 2013	236,74	238,20	219,78	232,51	242,44	219,78	208,42	229,93	263,46	233,93

А - начин уноса течног стартног ђубрива; В - количина течног стартног ђубрива; С - количина чврстог минералног ђубрива.

Маса 1000 зрна. Као квантитативна компонента приноса, маса 1000 зрна је у позитивној корелацији са приносом зрна, дужином вегетационог периода, дужином клипа, бројем зрна на клипу и масом зрна по клипу (Јевтић, 1986). Исто тако, поједини аутори сматрају да је маса 1000 зрна у зависности од генотипа (Биберџић, 1998; Илић, 2002; Живановић, 2005).

Резултати ових истраживања показују да су највећи утицај на масу 1000 зрна на свим локалитетима у трогодишњем испитивању испољили фактори врста и количина примењених ђубрива, док разлика између примењених техничких система уноса течног стартног ђубрива није била статистички значајна. Слично маси клипа, статистички значајно интеракцијско деловање количине течног стартног ђубрива и количине чврстог минералног ђубрива на масу 1000 зрна утврђено је на оба испитивана локалитета (Крњешевци и Ратари) у 2013. години, па се може претпоставити да је ово интеракцијско дејство ђубрива испољило јачи ефекат због повољнијих временских услова у 2013. години.

Утицај испитиваних параметара на масу 1000 зрна на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања је приказан табеларно (табеле 25-29) и графички (графикон 12).

Маса 1000 зрна биљке кукуруза у 2011. години. Резултати анализе показали су да су на масу 1000 зрна биљке кукуруза у првој години истраживања на оба локалитета статистички значајно утицали количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива. Интеркација проучаваних фактора није била значајна (табеле 25 и 26, графикон 12).

Маса 1000 зрна на оба локалитета најмања је у варијанти без примене течног стартног ђубрива а највећа код 100 l. На оба локалитета, маса 1000 зрна највећа је код варијанте 300+200 kg примене чврстог минералног ђубрива а најмања на контролној варијанти а разлике у варијантама статистички су значајне.

Маса 1000 зрна биљке кукуруза у 2012. години. Анализа варијансе за проучаване локалитете показала је да на масу 1000 зрна у другој години истраживања деловала само количина чврстог минералног ђубрива док остали фактори и интеракција нису имали статистички значајан утицај. Највећа маса 1000 зрна на оба локалитета је код варијанте 300+200 kg примене чврстог минералног ђубрива а најмања без примене (0 kg) а разлике у варијантама статистички су значајне (табеле 25 и 27, графикон 12).

Таб. 25. Утицај испитиваних параметара на масу 1000 зрна биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)		
				0	150+100	300+200
2011.	Крњешевци	Форма траке	50	244,31±36,74bAx	265,35±40,8bBx	307,35±42,33bCx
			100	260,64±36,41cAx	266,39±38,55cBx	335,4±49,57cCx
		Форма тачке	50	255,49±45,42bAx	262,18±35,73bBx	314,24±44,7bCx
			100	249,14±52,11cAx	269,91±31,17cBx	330,09±40,18cCx
		Контрола	контрола (0)	209,83±35,41aAx	250,4±32,58aBx	285,8±30,62aCx
	Ратари	Форма траке	50	235,93±48,29bAx	241,42±35,27bBx	274,44±48,56bCx
			100	239,52±29,3cAx	257,66±42,64cBx	294,78±58,8cCx
		Форма тачке	50	239,79±31,62bAx	252,31±44,25bBx	279,21±59,21bCx
			100	249,48±37,77cAx	257,93±32,42cBx	301,81±65,76cCx
		Контрола	контрола (0)	229,45±34,96aAx	235,77±39,72aBx	258,78±46,03aCx
2012.	Крњешевци	Форма траке	50	204,4±46,87aAx	223,4±40,94aBx	241,33±32,67aCx
			100	217,36±36,01aAx	223,04±38,97aBx	245,03±39,37aCx
		Форма тачке	50	209,09±54,17aAx	218,13±45,28aBx	247,63±41,22aCx
			100	211,26±48,38aAx	224,3±32,96aBx	254±34,61aCx
		Контрола	контрола (0)	182,26±38,15aAx	204,81±39,96aBx	237,95±45,69aCx
	Ратари	Форма траке	50	194,63±44,51aAx	216,56±42,43aAx	278,89±121,39aBx
			100	213,26±32,17aAx	219,81±43,97aAx	269,5±44,26aBx
		Форма тачке	50	210,12±36,8aAx	204,53±23,55aAx	251,39±43,75aBx
			100	218,97±36,29aAx	224,86±31,15aAx	260,26±44,14aBx
		Контрола	контрола (0)	190,52±29,3aAx	213,65±30,35aAx	227,01±32,46aBx
2013.	Крњешевци	Форма траке	50	240,61±44,86aAx	279,41±39,81bBx	300,49±38,51aCx
			100	261,53±49,1bAx	277,16±33,03bAx	319,79±39,34bBx
		Форма тачке	50	249,56±49,74aAx	274,16±27,29bBx	311,06±47,02aCx
			100	271,21±38,92bAx	271,83±33,32bAx	331,23±47,13bBx
		Контрола	контрола (0)	230,17±41,14aAx	252,92±47,24aBx	292,32±46,34aCx
	Ратари	Форма траке	50	242,34±38,18aAx	238,37±28,11aAx	279,32±41,79aBx
			100	242,63±29,9aAx	251,4±31,93abAx	316,49±38,66bBx
		Форма тачке	50	232,05±33,76aAx	250,16±28,44aAx	284,69±35,82aBx
			100	241,47±29,66aAx	253,74±31,94abAx	318,83±44,57bBx
		Контрола	контрола (0)	231,77±31,54aAx	257,27±32,27bBx	274,74±35,02aCx

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начин уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Таб. 26. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу 1000 зрна биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2011.	Крњешевци	A	7,155	1	7,155	0,004 ^{H3}
		B	10787,965	1	10787,965	6,752**
		C	418482,133	2	209241,066	130,957***
		A x B	2184,420	1	2184,420	1,367 ^{H3}
		A x C	15,285	2	7,643	0,005 ^{H3}
		B x C	6562,863	2	3281,432	2,054 ^{H3}
		A x B x C	3655,456	2	1827,728	1,144 ^{H3}
		Грешка	766938,974	480	1597,790	
		Тотал	38420352,75	495		
		Кориговани тотал	1320408,466	494		
	Ратари	A	3721,584	1	3721,584	1,845 ^{H3}
		B	16769,502	1	16769,502	8,314**
		C	146243,469	2	73121,735	36,253***
		A x B	14,053	1	14,053	0,007 ^{H3}
		A x C	31,776	2	15,888	0,008 ^{H3}
		B x C	3841,065	2	1920,533	0,952 ^{H3}
		A x B x C	1265,115	2	632,558	0,314 ^{H3}
		Грешка	968146,272	480	2016,971	
		Тотал	33773261,94	495		
		Кориговани тотал	1192887,102	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 27. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу 1000 зрна биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

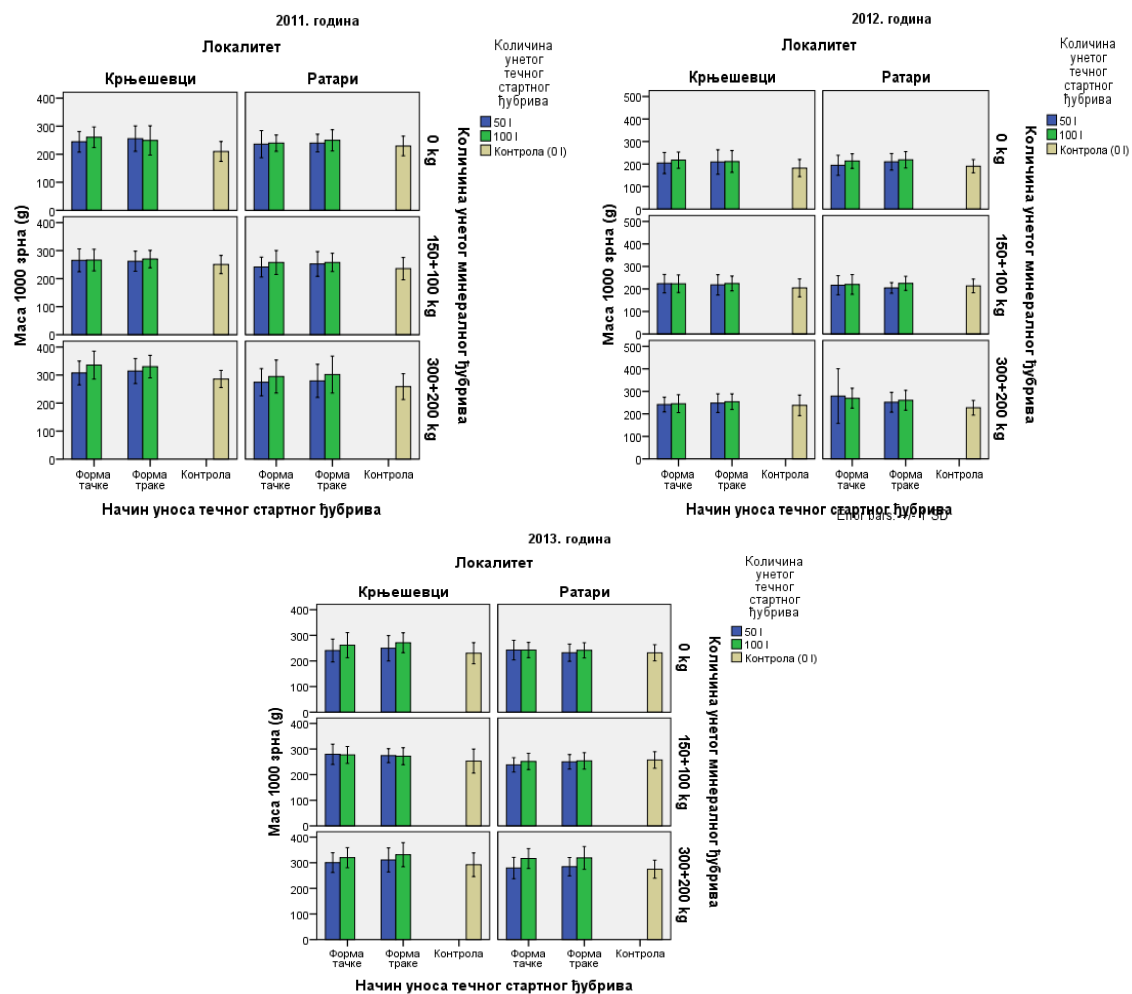
Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2012.	Крњешевци	A	121,360	1	121,360	0,071 ^{H3}
		B	1202,594	1	1202,594	0,700 ^{H3}
		C	64857,917	2	32428,958	18,889***
		A x B	3,152	1	3,152	0,002 ^{H3}
		A x C	820,770	2	410,385	0,239 ^{H3}
		B x C	162,905	2	81,453	0,047 ^{H3}
		A x B x C	619,145	2	309,572	0,180 ^{H3}
		Грешка	360532,881	210	1716,823	
		Тотал	11622880,74	225		
		Кориговани тотал	440602,701	224		
	Ратари	A	635,102	1	635,102	0,277 ^{H3}
		B	3193,960	1	3193,960	1,395 ^{H3}
		C	97382,862	2	48691,431	21,270***
		A x B	815,662	1	815,662	0,356 ^{H3}
		A x C	6298,356	2	3149,178	1,376 ^{H3}
		B x C	1725,394	2	862,697	0,377 ^{H3}
		A x B x C	1886,293	2	943,147	0,412 ^{H3}
		Грешка	480733,114	210	2289,205	
		Тотал	12149141,80	225		
		Кориговани тотал	630082,284	224		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 28. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу 1000 зрна биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2013.	Крњешевци	А	2487,616	1	2487,616	1,409 ^{НЗ}
		В	16506,598	1	16506,598	9,351 ^{**}
		С	296303,363	2	148151,681	83,932 ^{***}
		А x В	6,476	1	6,476	0,004 ^{НЗ}
		А x С	5301,789	2	2650,895	1,502 ^{НЗ}
		В x С	11479,953	2	5739,976	3,252 [*]
		А x В x С	4,297	2	2,149	0,001 ^{НЗ}
		Грешка	847261,902	480	1765,129	
		Тотал	39374781,13	495		
		Кориговани тотал	1239225,080	494		
	Ратари	А	296,834	1	296,834	0,250 ^{НЗ}
		В	26209,343	1	26209,343	22,108 ^{***}
		С	257727,567	2	128863,783	108,700 ^{***}
		А x В	30,951	1	30,951	0,026 ^{НЗ}
		А x С	2926,042	2	1463,021	1,234 ^{НЗ}
		В x С	18789,404	2	9394,702	7,925 ^{***}
		А x В x С	1470,731	2	735,365	0,620 ^{НЗ}
		Грешка	569038,431	480	1185,497	
		Тотал	34658606,31	495		
		Кориговани тотал	933945,280	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - А; количина течног стартног минералног ђубрива - В; количина чврстог минералног ђубрива - С; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{НЗ} - нема значајности.



Граф. 12. Утицај испитиваних параметара на масу 1000 зрна биљке кукуруза (g) на локалитетима Кр̄̄шевци и Ратари у годинама истраживања.

Маса 1000 зрна биљке кукуруза у 2013. години. Резултати анализе показали су да су на масу 1000 зрна биљке кукуруза у трећој години истраживања на оба локалитета статистички значајно утицали количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива. Интеркација проучаваних фактора била је статистички значајна (табеле 25 и 28, графикон 12).

На локалитету Кр̄̄шевци, маса 1000 зрна, код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива највећа је при употреби 100 l течног стартног ђубрива и статистички се разликује од друге две варијанте 0 l и 50 l, док разлике у маси 1000 зрна између 0 l и 50 l течног стартног ђубрива нису статистички значајне. Маса 1000 зрна код 150+100 kg чврстог минералног ђубрива најмања је у контроли 0 l, и она се статистички значајно разликује од масе при употреби 50 l

и 100 l течног стартног ђубрива, између којих нема значајне разлике. На локалитету Ратари, на масу 1000 зрна, код варијанте без употребе чврстог минералног ђубрива, примена течног стартног ђубрива није статистички значајно утицала. Маса 1000 зрна код варијанте 150+100 kg чврстог минералног ђубрива, највећа је у контроли (0 l) и она се статистички значајно разликује од масе код варијанте од 50 l. Између масе 1000 зрна код осталих варијанти нема статистички значајне разлике. Маса 1000 зрна код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, највећа је код примене 100 l течног стартног ђубрива и она се статистички значајно разликује од масе код друге две варијанте. Највећа маса 1000 зрна на локалитету Крњешевци добијена је код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, а најмања без примене (0 kg), а разлике између масе код све три варијанте су значајне. На локалитету Ратари, такође је највећа маса зрна при употреби 300+200 kg чврстог минералног ђубрива и она се значајно разликује од друге две варијанте ђубрења, док разлика у варијантама 0 kg и 150+100 kg није статистички значајна.

У складу са овим истраживањима, Дугалић (1993) је добио повећање масе 1000 зрна на свим варијантама минералне исхране у односу на контролну варијанту. Пандуровић (2014) је, такође, установио растући тренд у маси 1000 зрна са интензивирањем третмана минералне исхране, где је контрола имала врло значајно ($P < 0,01$) мању вредност масе 1.000 зрна у односу на остале варијанта ђубрења.

Поређењем резултата истраживања који су остварени у испитиваним годинама и на различитим локалитетима (типovima земљишта), утврђена је знатно већа маса 1000 зрна у 2011. (265,16 g) и 2013. години (269,29 g) у односу на екстремно сушну 2012. годину (224,60 g), док је утицај локалитета по годинама био нешто израженији на локалитету Крњешевци у 2011. и 2013. години (табела 29).

У трогодишњим истраживањима, Живановић (2012) је утврдио да је на масу 1000 зрна статистички врло значајно утицала количина минералног азота, док тип земљишта није испољио статистички значајан ефекат.

Значај минералне исхране за повећање вредности масе 1000 зрна истичу и Namidi и сар. (2010), тако да је са највећом примењеном количином минералног

азота од 230 kg/ha остварена највећа вредност масе 1000 зрна. Поред количина минералних ђубрива, исти аутори наводе и да повећањем густине сетве долази до смањења масе 1000 зрна.

Таб. 29. Просечне вредности масе 1000 зрна (g) у зависности од године, локалитета, начина уноса ђубрива и њихових врста и количина.

Локалитет	А			В			С			Просек
	Форма траке	Форма тачке	Контрола	50 l	100 l	0 l	0 kg	150+100 kg	300+200 kg	
Крњешевци	279,91	280,18	248,68	274,82	285,26	248,68	243,88	262,85	314,58	273,77
Ратари	257,29	263,42	241,33	253,85	266,86	241,33	238,83	249,02	281,80	256,55
Просек 2011	268,60	271,80	245,01	264,34	276,06	245,01	241,36	255,94	298,19	265,16
Крњешевци	225,76	227,40	208,34	224,00	229,17	208,34	204,87	218,74	245,19	222,93
Ратари	232,11	228,36	210,39	226,02	234,44	210,39	205,50	215,88	257,41	226,26
Просек 2012	228,94	227,88	209,37	225,01	231,81	209,37	205,19	217,31	251,30	224,60
Крњешевци	279,83	284,84	258,47	275,88	288,79	258,47	250,62	271,10	310,98	277,56
Ратари	261,76	263,49	254,59	254,49	270,76	254,59	238,05	250,19	294,81	261,02
Просек 2013	270,80	274,17	256,53	265,19	279,78	256,53	244,34	260,65	302,90	269,29

А - начин уноса течног стартног ђубрива; В - количина течног стартног ђубрива; С - количина чврстог минералног ђубрива.

Маса окласка. Слично маси клипа и броју зрна на клипу, маса окласка на клипу кукуруза представља секундарну компоненту приноса (Сечански и сар., 2005). У тесној је корелацији са масом клипа кукуруза као значајним параметром приноса зрна, обзиром да маса клипа зависи од удела окласка у клипу кукуруза, који, према појединим ауторима (Бекрић, 1997), у маси од 100 kg зрна учествује са 18 до 20 kg. На удео окласка првенствено утичу фактори који утичу на дужину клипа и број редова зрна на клипу (Јевтић, 1986). Овде се, превасходно, мисли на генотип, примењену агротехнику и временске прилике у току вегетације кукуруза. Према Боћанском и сар. (2009), највећа вредност, како генотипског, тако и фенотипског корелационог коефицијента, установљена је између дужине клипа и масе окласка.

Резултати ових истраживања показују да су највећи утицај на масу окласка на свим локалитетима у трогодишњем испитивању испољили фактори врста и количина примењених ђубрива, нарочито чврстих, док начин њиховог уноса није био статистички значајан, као ни њихове интеракције.

Утицај испитиваних параметара на масу окласка (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања је приказан табеларно (табеле 30-34) и графички (графикон 13).

Таб. 30. Утицај испитиваних параметара на масу окласка биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)		
				0	150+100	300+200
2011.	Крњешевци	Форма траке	50	39,26±7,86aAx	42,91±6,57aBx	46,5±8,28aCx
			100	41,94±4,9bAx	44,18±7,65bBx	50,25±10,81bCx
		Форма тачке	50	39,91±8,78aAx	43,77±6,68aBx	48,51±7,95aCx
			100	41,42±8,75bAx	44,38±6,76bBx	48,16±8,26bCx
		Контрола	контрола (0)	37,78±8,11aAx	42,12±6,81aBx	46,27±8,44aCx
	Ратари	Форма траке	50	39,94±8,96aAxy	42,62±7,42aBxy	45,46±8,13aCxy
			100	42,65±6,43bAxy	45,36±8,72bBxy	46,43±7,56bCxy
		Форма тачке	50	41,63±7,45aAy	46,07±9,69aBy	47,07±9,38aCy
			100	43,09±8,42bAy	45,37±6,74bBy	50,05±9,29bCy
		Контрола	контрола (0)	39,47±8,27aAx	43,46±7,16aBx	44,66±7,5aCx
2012.	Крњешевци	Форма траке	50	35,63±9,41bAx	36,97±6,96bABx	36,14±7,67bBx
			100	37,64±9,36bAx	37,12±8,42bABx	38,69±8,47bBx
		Форма тачке	50	36,87±9,36bAx	36,82±8,53bABx	38,99±6,16bBx
			100	36,74±10,85bAx	36,91±7,74bABx	38,53±6,1bBx
		Контрола	контрола (0)	29,37±6,43aAx	33,14±5,82aABx	37,5±7,01aBx
	Ратари	Форма траке	50	33,29±5,35aAx	38,7±9,58aAx	39,7±7,54aBx
			100	37±6,59bAx	40,62±9,97bAx	44,49±8,45bBx
		Форма тачке	50	35,87±8,81aAx	32,55±5,17aAx	39,08±8,76aBx
			100	38,56±7,14bAx	37,32±8,75bAx	41,37±8,85bBx
		Контрола	контрола (0)	33,47±6,25aAx	38,26±6,33aAx	39,48±7,33aBx
2013.	Крњешевци	Форма траке	50	40,29±6,43aAx	44,22±7,55aBx	47,76±7,87aCx
			100	43,06±6,1bAx	43,93±5,93bBx	50,75±9,76bCx
		Форма тачке	50	41,89±7aAx	43,7±6,75aBx	49,08±8,92aCx
			100	44,79±7,84bAx	44,44±6,49bBx	54,08±10,06bCx
		Контрола	контрола (0)	40,4±7,84aAx	42,67±7,5aBx	47,94±9,36aCx
	Ратари	Форма траке	50	41,55±8,1abAx	45,66±8,75abBx	50,1±8,85abCx
			100	44,44±7,51bAx	47,43±8,78bBx	52,01±10,85bCx
		Форма тачке	50	43,93±7,61abAx	44,87±6,97abBx	49,38±9,8abCx
			100	44,55±7,41bAx	46,32±9,07bBx	52,12±8,31bCx
		Контрола	контрола (0)	40±7,33aAx	46,33±6,7aBx	47,33±8,06aCx

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начин уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Таб. 31. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу окласка биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2011.	Крњешевци	A	3,353	1	3,353	0,054 ^{H3}
		B	246,417	1	246,417	3,969*
		C	4960,878	2	2480,439	39,947***
		A x B	97,109	1	97,109	1,564 ^{H3}
		A x C	6,164	2	3,082	0,050 ^{H3}
		B x C	22,735	2	11,367	0,183 ^{H3}
		A x B x C	56,568	2	28,284	0,456 ^{H3}
		Грешка	29804,407	480	62,093	
		Тотал	986453,176	495		
		Кориговани тотал	35790,538	494		
	Ратари	A	322,942	1	322,942	4,882*
		B	284,565	1	284,565	4,302*
		C	2284,041	2	1142,021	17,266***
		A x B	19,917	1	19,917	0,301 ^{H3}
		A x C	40,218	2	20,109	0,304 ^{H3}
		B x C	22,907	2	11,454	0,173 ^{H3}
		A x B x C	124,104	2	62,052	0,938 ^{H3}
		Грешка	31749,271	480	66,144	
		Тотал	1003400,486	495		
		Кориговани тотал	35356,584	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 32. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу окласка биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

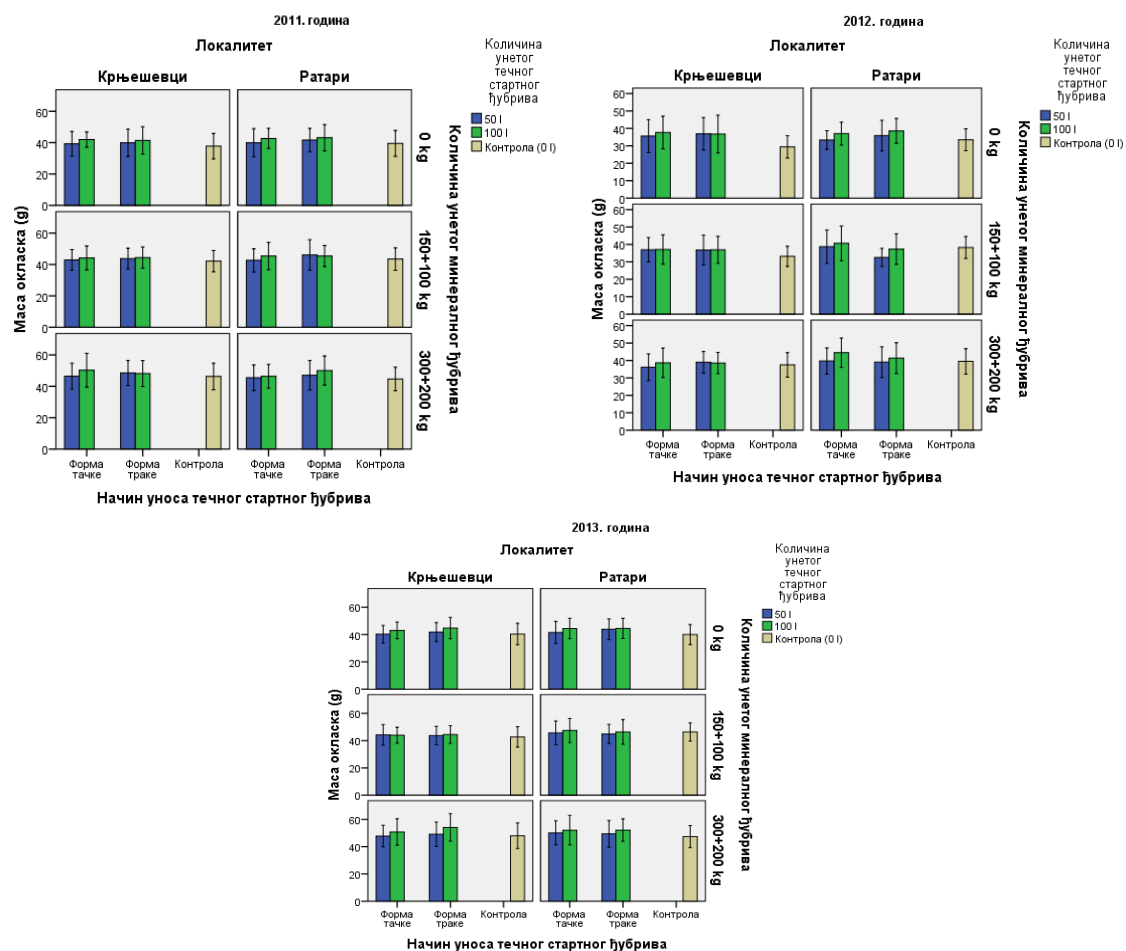
Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2012.	Крњешевци	A	9,027	1	9,027	0,141 ^{H3}
		B	22,408	1	22,408	0,349 ^{H3}
		C	407,752	2	203,876	3,173*
		A x B	33,757	1	33,757	0,525 ^{H3}
		A x C	19,226	2	9,613	0,150 ^{H3}
		B x C	7,718	2	3,859	0,060 ^{H3}
		A x B x C	17,221	2	8,611	0,134 ^{H3}
		Грешка	13491,182	210	64,244	
		Тотал	313988,518	225		
		Кориговани тотал	14712,415	224		
	Ратари	A	102,469	1	102,469	1,686 ^{H3}
		B	509,141	1	509,141	8,378**
		C	1001,403	2	500,702	8,239***
		A x B	0,575	1	0,575	0,009 ^{H3}
		A x C	348,993	2	174,497	2,871 ^{H3}
		B x C	0,894	2	0,447	0,007 ^{H3}
		A x B x C	57,224	2	28,612	0,471 ^{H3}
		Грешка	12762,590	210	60,774	
		Тотал	339588,063	225		
		Кориговани тотал	14950,970	224		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 33. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на масу окласка биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2013.	Крњешевци	A	175,161	1	175,161	2,880 ^{H3}
		B	546,892	1	546,892	8,992**
		C	5228,116	2	2614,058	42,981***
		A x B	27,476	1	27,476	0,452 ^{H3}
		A x C	95,357	2	47,679	0,784 ^{H3}
		B x C	245,577	2	122,789	2,019 ^{H3}
		A x B x C	14,657	2	7,329	0,121 ^{H3}
		Грешка	29192,870	480	60,818	
		Тотал	1050504,548	495		
		Кориговани тотал	36230,644	494		
	Ратари	A	0,000	1	0,000	0,000 ^{H3}
		B	356,232	1	356,232	5,118*
		C	4161,921	2	2080,961	29,896***
		A x B	8,545	1	8,545	0,123 ^{H3}
		A x C	83,983	2	41,992	0,603 ^{H3}
		B x C	9,252	2	4,626	0,066 ^{H3}
		A x B x C	40,406	2	20,203	0,290 ^{H3}
		Грешка	33410,937	480	69,606	
		Тотал	1104809,666	495		
		Кориговани тотал	38998,880	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{H3} - нема значајности.



Граф. 13. Утицај испитиваних параметара на масу окласка биљке кукуруза (g) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Маса окласка биљке кукуруза у 2011. години. Резултати анализе варијансе показали су да је на масу окласка у првој проучаваној години статистички значајан утицај на локалитету Крњешевци имала количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива. На локалитету Ратари статистички значајан утицај имали су количина примењеног течног стартног ђубрива, количина чврстог минералног ђубрива и начин уноса течног стартног ђубрива. На масу окласка нису статистички значајно утицале интеракције проучаваних фактора.

На оба локалитета највећа маса окласка кукуруза добијена је у варијанти са 100 l примењеног течног стартног ђубрива и она се статистички значајно разликује од масе код остале две варијанте. Између контроле и 50 l нема статистички значајне разлике у маси окласка биљке кукуруза.

Маса окласка на оба локалитета варирала је у зависности од примењеног чврстог минералног ђубрива. Тако је најмања маса окласка измерена код варијанте без примене (0 kg) а највећа у варијанти са 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, а маса се значајно разликује између све три варијанте. Највећа маса окласка на локалитету Ратари, добијена је применом течног стартног ђубрива у форми тачке и она се статистички значајно разликује од контроле. Добијени резултати проучаваног параметра између форме траке и контроле нису статистички значајно различити (табеле 30 и 31, графикон 13).

Маса окласка биљке кукуруза у 2012. години. Резултати анализе варијансе за другу проучавану годину, показали су да је на масу окласка на локалитету Крњешевци утицао једино фактор количина чврстог минералног ђубрива, док су на локалитету Ратари статистички значајно утицали количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива. Интеракције нису биле значајне на оба локалитета. На локалитету Крњешевци, највећа маса окласка добијена је у третману са 300+200 kg чврстог минералног ђубрива и она се статистички разликује од третмана без примене (0 kg).

Највећа маса окласка биљке кукуруза на локалитету Ратари, забележена је код варијанте са највећом количином течног стартног ђубрива (100 l). Између контроле и 50 l није било статистички значајне разлике у маси окласка. Маса окласка значајно је варирала у зависности од примењене количине чврстог минералног ђубрива, тако да је највећа маса забележена код варијанте 300+200 kg и она се статистички значајно разликује од друге две варијанте. Између 0 kg и 150+100 kg нема статистички значајне разлике (табеле 30 и 32, графикон 13).

Маса окласка биљке кукуруза у 2013. години. Резултати анализе варијансе у трећој години истраживања, показали су да је на масу окласка на оба локалитета статистички значајно утицала количина чврстог минералног ђубрива и количина примењеног течног стартног ђубрива. Начин уноса течног стартног ђубрива као и интеракције проучаваних фактора нису имали статистички значајан утицај на масу окласка (табеле 30 и 33, графикон 13).

На локалитету Крњешевци највећа маса окласка добијена је применом 100 l течног стартног ђубрива и она се статистички значајно разликује од друге две варијанте. Између контроле (0 l) и 50 l нема статистички значајне разлике у

маси окласка. Употребом чврстог минералног ђубрива маса окласка повећавала се, тако да је највећа забележена применом 300+200 kg а најмања без примене (0 kg), и између све три варијанте постоји статистички значајна разлика у маси окласка. На локалитету Ратари, највећа маса окласка добијена је применом 100 l течног стартног ђубрива а она се статистички значајно разликује од контроле, док између контроле и 50 l нема статистички значајне разлике као ни између масе окласка при количини од 50 l и 100 l. Количина примењеног чврстог ђубрива имала је исти утицај на масу окласка као и на локалитету Крњешевци (табеле 30 и 33, графикон 13).

Поређењем резултата испитивања који су остварени у испитиваним годинама и на различитим локалитетима (типovima земљишта), утврђена је знатно већа маса окласка у клипу у 2011. (44,02 g) и 2013. години (45,84 g) у односу на 2012. годину (37,23 g), док утицај локалитета по годинама није био толико изражен (табела 34).

Таб. 34. Просечне вредности масе окласка у клипу (g) у зависности од године, локалитета, начина уноса ђубрива и њихових врста и количина.

Локалитет	А			В			С			Просек
	Форма траке	Форма гачке	Контрола	50 l	100 l	0 l	0 kg	150+100 kg	300+200 kg	
Крњешевци	44,17	44,36	42,06	43,48	45,06	42,06	40,06	43,47	47,94	43,82
Ратари	43,74	45,55	42,53	43,80	45,49	42,53	41,36	44,58	46,73	44,22
Просек 2011	43,96	44,96	42,30	43,64	45,28	42,30	40,71	44,03	47,34	44,02
Крњешевци	37,03	37,48	33,34	36,90	37,61	33,34	35,25	36,19	37,97	36,47
Ратари	38,97	37,46	37,07	36,53	39,89	37,07	35,64	37,49	40,82	37,98
Просек 2012	38,00	37,47	35,21	36,72	38,75	35,21	35,45	36,84	39,40	37,23
Крњешевци	45,00	46,33	43,67	44,49	46,84	43,67	42,09	43,79	49,92	45,27
Ратари	46,87	46,86	44,55	45,92	47,81	44,55	42,89	46,12	50,19	46,40
Просек 2013	45,94	46,60	44,11	45,21	47,33	44,11	42,49	44,96	50,06	45,84

А - начин уноса течног стартног ђубрива; В - количина течног стартног ђубрива; С - количина чврстог минералног ђубрива.

Старчевић и сар. (1991) и Илић (2002) сматрају да је удео окласка у клипу кукуруза карактеристика сваког хибрида и да се може у мањој мери мењати под утицајем спољашњих чинилаца или примењених агротехничких мера, а да је његов различит удео у клипу резултат већег садржаја воде у окласку. С друге стране, у овим истраживањима је утврђено да количина примењених минералних ђубрива има велики утицај на удео окласка у клипу и да је та разлика између врста и доза аплицираних ђубрива статистички значајна.

Маса окласка клипа кукуруза зависила је од временских прилика у годинама истраживања, тако што је маса у другој, 2012. години, била мања на оба испитивана локалитета у односу на друге две испитиване године. Ови резултати су ускладу са подацима Јарамаз (2015), која сматра да су недостатак падавина и високе средње месечне температуре ваздуха у 2012. години негативно утицали на масу окласка клипа кукуруза. Исти аутор указује и на однос удела окласка у клипу кукуруза и густине сетве, наводећи да се удео окласка повећава са повећањем густине сетве.

Поређењем резултата двогодишњих истраживања остварених на различитим типовима земљишта, Марић (2013) је утврдио да су биљке кукуруза имале већу масу окласка клипа на земљишту типа чернозем у односу на масу окласка добијену на ритској црници и то у условима свих густина сетве. У овим истраживањима није било приметне разлике у маси окласка на клипу кукуруза гајеног на два типа земљишта.

Број зрна на клипу. Позитивна корелација између броја зрна на клипу и приноса зрна кукуруза потврђена је у претходним истраживањима (Јевтић, 1986; Живановић, 2012; Пандуровић, 2014). Сматра се да смањење броја зрна на клипу утиче на смањење приноса зрна кукуруза, али се уз примену већих количина минералног азота ово смањење приноса зрна кукуруза може ублажити (Pandey и сар., 2000).

Резултати ових истраживања показују да су највећи утицај на број зрна на клипу на оба локалитета у трогодишњем испитивању испољили фактори врста и количина примењених ђубрива. Примењени технички систем уноса течног стартног ђубрива у форми тачке испољио је значајан ефекат на локалитету Крњешевци у 2011. години. Статистички значајно интеракцијско деловање количине течног стартног ђубрива и количине чврстог минералног ђубрива на број зрна на клипу утврђено је на локалитету Крњешевци у 2011. и локалитету Ратари у 2012. години. Ово наводи на констатацију да је интеракцијско деловање примењеног течног стартног ђубрива и чврстог ђубрива на посматрани параметар израженије у мање повољним временским условима, који су регистровани током вегетационог периода кукуруза у 2011. и 2012. години.

Утицај испитиваних параметара на број зрна на клипу на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања је приказан табеларно (табеле 35-39) и графички (графикон 14).

Таб. 35. Утицај испитиваних параметара на број зрна по клипу биљке кукуруза на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)			
				0	150+100	300+200	
2011.	Крњешевци	Форма траке	50	406,5±99,3aAy	459,07±86,02aBy	508,4±69,02aCy	
			100	423,53±95,63aAy	429,56±101,43aBz	565,33±82,25bCz	
		Форма тачке	50	436,33±94,57aAz	474,03±67,92aBy	526,87±83,21aCy	
			100	429,77±107,56aAz	489,27±62,31aBz	580,57±78bCz	
		Контрола	контрола (0)	384,33±90,6aAx	441,67±69,48aBx	495,6±69,3aCx	
		Ратари	Форма траке	50	419±83,39aAx	471,5±86,66aBx	512,3±81,05aCx
	100			463,6±72,11bAx	493,6±93,49bBx	553,83±103,83bCx	
	Форма тачке		50	464,33±71,28bAx	465,57±91,4aBx	513,27±97,83aCx	
			100	462,6±78,16bAx	490,13±71,37bBx	530,23±83,7bCx	
	Контрола		контрола (0)	423,77±82,47aAx	474,7±78,37aBx	497,6±94,33aCx	
	2012.		Крњешевци	Форма траке	50	319,2±78,6aAx	343,13±64,73aBx
		100			349,2±87,97bAx	369,4±87,83bBx	460±101,85bCx
Форма тачке		50		346,91±79,66aAx	347,47±79,52aBx	423,67±83,22aCx	
		100		329,2±78,99bAx	383,8±74,02bBx	460,2±97,81bCx	
Контрола		контрола (0)		279,8±57,32aAx	329,73±64,5aBx	440,27±80,54aCx	
Ратари		Форма траке		50	339,87±75,46aAx	361,33±94,46aAx	394,33±82,8aBx
			100	366,93±94,77aAx	372,61±89,48aAx	487,67±90,29abBx	
		Форма тачке	50	352,93±86,9aAx	318,93±56,7aAx	401,73±103,17aBx	
			100	364,27±76aAx	359,4±72,75aAx	487,07±85,41abBx	
		Контрола	контрола (0)	306,27±75,22aAx	335,53±77,71aAx	434,27±99,14bBx	
		2013.	Крњешевци	Форма траке	50	435,6±89,11bAx	448,47±84,47bBx
100					446,27±104,63cAx	487,67±71,48cBx	570,5±59,01cCx
Форма тачке	50			430,43±99,42bAx	488,9±68,55bBx	544,13±64,97bCx	
	100			438,2±81,6cAx	485,2±65,6cBx	598,73±68,82cCx	
Контрола	контрола (0)			379,67±88,81aAx	455,73±68,94aBx	518,8±69,1aCx	
Ратари	Форма траке			50	442,57±88,3bAx	502,1±74,65bBx	524,37±90,41bCx
			100	472,67±69,32cAx	511,33±88,87cBx	559,17±61,8cCx	
	Форма тачке		50	470,2±75,36bAx	516,37±61,07bBx	528,47±76,2bCx	
			100	478,57±76,05cAx	518,33±72,65cBx	555,27±66,95cCx	
	Контрола		контрола (0)	438,53±82,49aAx	479,4±72,84aBx	515,97±67,56aCx	

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начин уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Таб. 36. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на број зрна по клипу биљке кукуруза на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2011.	Крњешевци	A	57371,327	1	57371,327	7,963**
		B	31384,072	1	31384,072	4,356*
		C	1117215,046	2	558607,523	77,529***
		A x B	881,575	1	881,575	0,122 ^{H3}
		A x C	8730,019	2	4365,009	0,606 ^{H3}
		B x C	72177,790	2	36088,895	5,009**
		A x B x C	20311,786	2	10155,893	1,410 ^{H3}
		Грешка	3458451,700	480	7205,108	
		Тотал	114344510,0	495		
		Кориговани тотал	4913299,489	494		
	Ратари	A	416,047	1	416,047	0,057 ^{H3}
		B	60263,136	1	60263,136	8,308**
		C	436681,901	2	218340,951	30,100***
		A x B	12978,583	1	12878,583	1,775 ^{H3}
		A x C	20754,048	2	10377,024	1,431 ^{H3}
		B x C	1096,889	2	548,445	0,076 ^{H3}
		A x B x C	9861,579	2	4930,790	0,680 ^{H3}
		Грешка	3481863,553	480	7253,883	
		Тотал	119289526,9	495		
		Кориговани тотал	4097134,388	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 37. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на број зрна по клипу биљке кукуруза на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

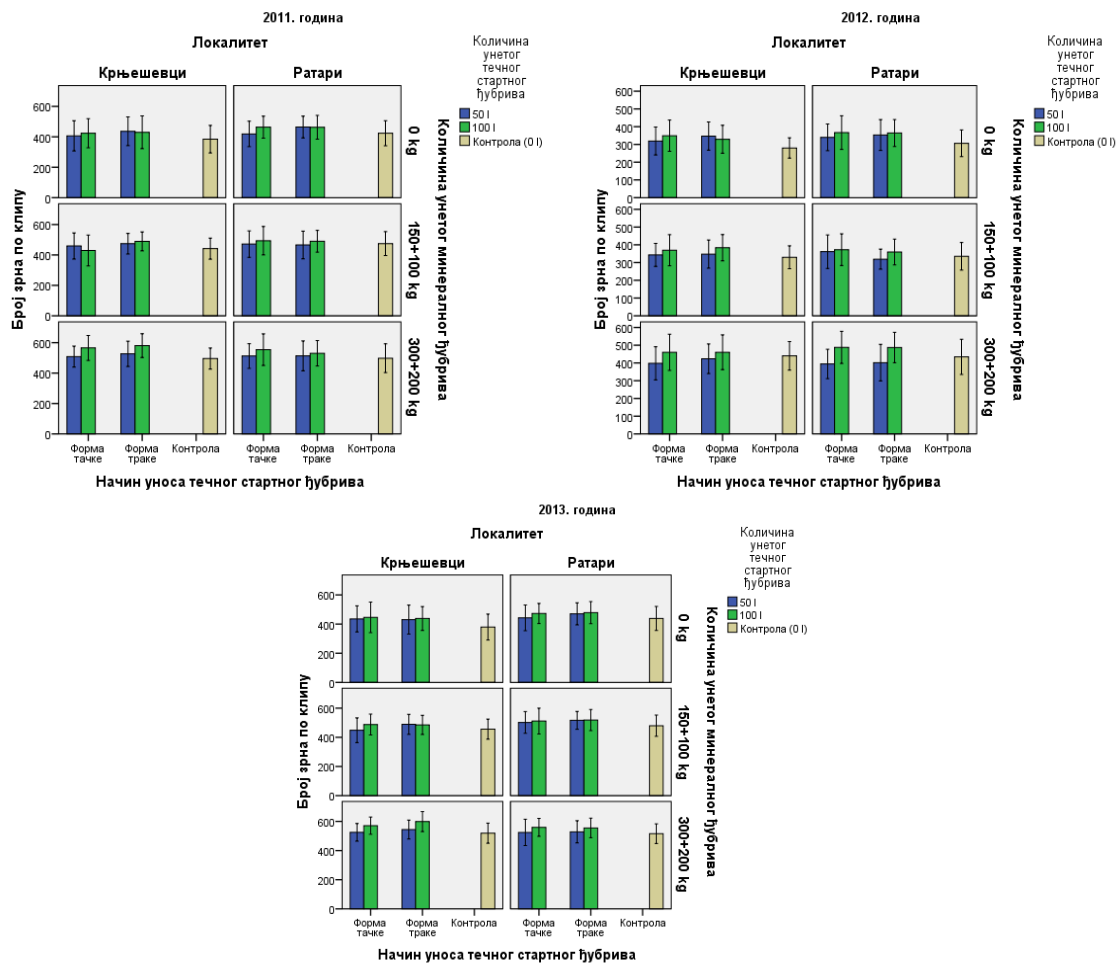
Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2012.	Крњешевци	A	3456,522	1	3456,522	0,520 ^{H3}
		B	37711,139	1	37711,139	5,673*
		C	521748,966	2	260874,483	39,241***
		A x B	5022,126	1	5022,126	0,755 ^{H3}
		A x C	644,419	2	322,210	0,048 ^{H3}
		B x C	14158,224	2	7079,112	1,065 ^{H3}
		A x B x C	6377,863	2	3188,932	0,480 ^{H3}
		Грешка	1396086,939	210	6640,033	
		Тотал	33146521,35	225		
		Кориговани тотал	2013379,986	224		
	Ратари	A	1843,776	1	1843,776	0,256 ^{H3}
		B	90320,832	1	90320,832	12,555***
		C	434314,767	2	217157,383	30,185***
		A x B	37,274	1	37,274	0,005 ^{H3}
		A x C	10330,326	2	5165,163	0,718 ^{H3}
		B x C	44954,029	2	22477,015	3,124*
		A x B x C	4327,079	2	2163,540	0,301 ^{H3}
		Грешка	1510796,928	210	7194,271	
		Тотал	34429736,86	225		
		Кориговани тотал	2131664,181	224		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 38. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на број зрна по клипу биљке кукуруза на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2013.	Крњешевци	А	14203,249	1	14203,249	2,362 ^{НЗ}
		В	65049,710	1	65049,710	10,817**
		С	1279494,827	2	639747,414	106,383***
		А x В	3656,999	1	3656,999	0,608 ^{НЗ}
		А x С	17461,406	2	8730,703	1,452 ^{НЗ}
		В x С	30430,748	2	15215,374	2,530 ^{НЗ}
		А x В x С	12314,433	2	6157,216	1,024 ^{НЗ}
		Грешка	2886532,440	480	6013,609	
		Тотал	120250136,6	495		
		Кориговани тотал	4499895,801	494		
	Ратари	А	8318,750	1	8318,750	1,459 ^{НЗ}
		В	34045,746	1	34045,746	5,973*
		С	459226,544	2	229613,272	40,283***
		А x В	3764,750	1	3764,750	0,660 ^{НЗ}
		А x С	4689,813	2	2344,907	0,411 ^{НЗ}
		В x С	10501,651	2	5250,826	0,921 ^{НЗ}
		А x В x С	1095,673	2	547,837	0,096 ^{НЗ}
		Грешка	2735970,820	480	5699,939	
		Тотал	127536908,3	495		
		Кориговани тотал	3347619,132	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - А; количина течног стартног минералног ђубрива - В; количина чврстог минералног ђубрива - С; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{НЗ} - нема значајности.



Граф. 14. Утицај испитиваних параметара на број зрна по клипу биљке кукуруза на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Број зрна по клипу у 2011. години. Резултати истраживања показују да је, на број зрна по клипу на локалитету Крњешевци у првој години истраживања, утицала количина примењеног течног стартног ђубрива, количина чврстог минералног ђубрива и начин уноса течног стартног ђубрива. Интеракција количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива статистички је значајно утицала на број зрна на клипу кукуруза. На локалитету Ратари количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива статистички је значајно утицала на број зрна по клипу кукуруза. На локалитету Крњешевци, количина употребљеног течног стартног ђубрива на број зрна, значајна је само код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, тако да је највећи број зрна добијен применом 100 l течног стартног ђубрива и он се статистички значајно разликује од друге две варијанте,

између којих нема значајне разлике у броју зрна (0 l и 50 l). На локалитету Ратари, највећи број зрна по клипу, код варијанте 150+100 kg и 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, такође је добијен применом 100 l течног стартног ђубрива и он се статистички значајно разликује од друге две варијанте, између којих нема значајне разлике у броју зрна (0 l и 50 l). Број зрна по клипу, код варијанте 0 kg чврстог минералног ђубрива, најмањи број зрна добијен је у контролној варијанти течног стартног и 50 l у форми траке а ове вредности се значајно разликују од осталих варијанти.

Највећи број зрна на оба локалитета, добијен је применом највеће количине чврстог минералног ђубрива (300+200 kg) а најмањи без примене чврстог минералног ђубрива (0 kg) и све три варијанте се значајно разликују (табеле 35 и 36, графикон 14).

Број зрна по клипу у 2012. години. На локалитету Крњешевци у другој години истраживања значајно су утицали количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива, док је на локалитету Ратари утицала и њихова интеракција. На локалитету Крњешевци највећи број зрна добијен је са применом 100 l течног стартног ђубрива и он се статистички значајно разликује од друге две варијанте, између којих нема значајне разлике у броју зрна (0 l и 50 l). На локалитету Ратари утицај примене течног стартног ђубрива значајан је само код примене 300+200 kg чврстог минералног ђубрива.

На локалитету Крњешевци, код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, добијен је највећи број зрна по клипу а најмањи без примене (0 kg) а вредности све три варијанте се разликују. Број зрна по клипу на локалитету Ратари, такође је највећи код варијанте 300+200 kg чврстог минералног ђубрива и он се статистички значајно разликује од друге две варијанте (0 kg и 150+100 kg) између којих нема значајне разлике (табеле 35 и 37, графикон 14).

Број зрна по клипу у 2013. години. Резултати анализе варијансе у трећој години истраживања показали су да је на проучавани параметар утицај имала количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива и то на оба локалитета. Највећи број зрна добијен је применом 100 l течног стартног ђубрива а најмањи у контроли (0 l) а вредности између све три варијанте се статистички разликују. Највећи број зрна по клипу остварен је код

примене највеће количине чврстог минералог (300+200 kg) а најмањи без примене (0 kg) а вредности између све три варијанте статистички се разликују (табеле 35 и 38, графикон 14). Поређењем резултата истраживања који су остварени у испитиваним годинама и на различитим локалитетима (типovima земљишта), утврђене су знатно веће просечне вредности броја зрна по клипу у 2011. (476,23) и 2013. години (492,23) у односу на екстремно сушну 2012. годину (375,43), док је утицај локалитета по годинама био мало израженији на локалитету Ратари у све три године испитивања (табела 39).

Таб. 39. Просечне вредности броја зрна по клипу биљке кукуруза у зависности од године, локалитета, начина уноса ђубрива и њихових врста и количина.

Локалитет	А			В			С			Просек
	Форма траке	Форма тачке	Контрола	50 l	100 l	0 l	0 kg	150+100 kg	300+200 kg	
Крњешевци	465,40	489,47	440,53	468,53	486,34	440,53	416,09	458,72	535,35	470,06
Ратари	485,64	487,69	465,36	474,33	499,00	465,36	446,66	479,10	521,45	482,40
Просек 2011	475,52	488,58	452,95	471,43	492,67	452,95	431,38	468,91	528,40	476,23
Крњешевци	373,11	381,88	349,93	363,02	391,97	349,93	324,86	354,71	436,37	371,98
Ратари	387,12	380,72	358,69	361,52	406,33	358,69	346,05	349,56	441,01	378,88
Просек 2012	380,12	381,30	354,31	362,27	399,15	354,31	335,46	352,14	438,69	375,43
Крњешевци	485,62	497,60	451,40	478,79	504,43	451,40	426,03	473,19	551,48	483,57
Ратари	502,04	511,20	477,97	497,35	515,89	477,97	460,51	505,51	536,65	500,89
Просек 2013	493,83	504,40	464,69	488,07	510,16	464,69	443,27	489,35	544,07	492,23

А - начин уноса течног стартног ђубрива; В - количина течног стартног ђубрива; С - количина чврстог минералног ђубрива.

Hamidi и сар. (2010) су такође утврдили позитиван утицај минералне исхране на повећање броја зрна на клипу, и то на земљишту благо алкалне реакције, где су добили највећи број зрна при уношењу највеће количине минералног азота од 230 kg/ha. Слично овом, статистички значајне разлике на нивоу $P < 0,05$ су остварене између контролне варијанте и варијанте са NPK ђубривима у истраживањима Пандуровића (2014). Живановић (2012) је такође утврдио да је на број зрна на клипу кукуруза у трогодишњем просеку статистички

врло значајно утицала количина минералног азота, док тип земљишта није испољио статистички значајан ефекат.

Проучавајући однос број зрна на клипу кукуруза и његове густине, Манчев (1985) је дошао до резултата да се број зрна са порастом густине смањује.

Посматрајући ефекат примене течног стартног ђубрива (FFS), утврђен је његов статистички значајан утицај на број зрна на клипу кукуруза на локалитету Крњешевци у 2011. и 2013. године. Обзиром на позитивну корелацију овог параметра са приносом зрна кукуруза (Јевтић, 1986), и мишљења појединих аутора (Mowitz, 2016) да се применом стартног ђубрива могу повећати приноси зрна кукуруза, може се констатовати да се прецизним уношењем течног стартног ђубрива у форми тачке може значајно утицати на повећање броја зрна на клипу кукуруза.

6.4.2. Принос зрна кукуруза

Висина приноса зрна кукуруза у великој мери зависи од хибрида, агроеколошких услова и нивоа примењених агротехничких мера. У односу на компоненте приноса, смањење приноса зрна кукуруза у већој мери зависи од смањења броја зрна на клипу кукуруза, а у мањој од смањења масе зрна (Pandey и сар., 2000a,b).

Јевтић (1986) наводи да на остварени принос у производњи кукуруза утичу: избор хибрида (46-51%), агроеколошки услови (9-23%) и агротехнички услови (31-40%). У годинама са повољним метеоролошким условима, код хибрида дужег вегетационог периода разлика у приносу зрна је већа него у неповољним годинама, када хибриди краћег вегетационог периода имају веће приносе зрна, нарочито у односу на средње ране и средње касне хибриде (Старчевић и сар., 1991). У протекле две деценије висина приноса зрна кукуруза све више зависи од климатских услова, превасходно температуре ваздуха, количине и распореда падавина, током вегетационог периода кукуруза. Овде су нарочито значајне појаве екстремних климатских услова, којих је све више у последње време (Бекавац и сар., 2010).

Количине и распоред падавина представљају ограничавајући фактор за мобилност и усвајање минералног азота од стране биљака, па тако и приноса кукуруза (Старчевић, 1993). С тим у вези, у годинама са довољно падавина током

вегетационог периода кукуруза, минерализује се велика количина азота из земљишних резерви па су и приноси високи, док у годинама са мало падавина азотна ђубрива делују позитивно на принос уколико је ниво азота у земљишту низак. Према овом аутору, принос зрна кукуруза се повећава до количине од 120 kg аплицираног азота по хектару у односу на 60 kg N/ha, смањује се са дозом од 180 kg N/ha, а нагло опада са дозом од 240 kg N/ha. Насупрот овоме, Matei и сар. (2009) су на земљишту типа чернозем у Румунији, у периоду 2006-2008. године, добили резултате који показују да се принос зрна кукуруза повећава до највеће примењене количине азота од 240 kg/ha.

Поред агроеколошких услова, утицај исхране азотом зависи и од генотипа кукуруза. На интензивнију исхрану азотом боље реагују касностаснији хибриди јер имају дужи вегетациони период, па самим тим и дужи период усвајања азота из земљишта (Недић и сар., 1990).

Резултати ових истраживања показују да су врста и примењена количина ђубрива статистички значајно утицале на принос зрна кукуруза и то на свим локалитетима у трогодишњем испитивању, док је технички систем уноса течног стартног ђубрива (FFS) у форми траке испољио позитиван утицај и статистички значајан ефекат на локалитету Крњешевци у сушној, 2012. години. Статистички значајно интеракцијско деловање количине течног стартног ђубрива и количине чврстог минералног ђубрива на принос зрна утврђено је на локалитету Крњешевци у 2011. и 2012. години, као и на локалитету Ратари у 2013. години. Ово наводи на констатацију да су поменуто интеракцијско деловање, као и деловање начина уноса течног стартног ђубрива, на посматрани параметар израженији у мање повољним временским условима, који су регистровани током вегетационог периода кукуруза у 2011. и 2012. години на локалитету Крњешевци.

Утицај испитиваних параметара на принос зрна кукуруза (t/ha) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања је приказан табеларно (табеле 45-51) и графички (графикон 16).

Таб. 45. Утицај испитиваних параметара на принос зрна кукуруза (у t/ha, прерачунат на 14% влаге) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)		
				0	150+100	300+200
2011.	Крњешевци	Форма траке	50	2,54±0,11aAx	4,58±0,05aBx	5,33±0,12aCx
			100	2,73±0,08bAx	4,65±0,07bBx	6,03±0,08bCx
		Форма тачке	50	2,52±0,05aAx	4,53±0,05aBx	5,44±0,12aCx
			100	2,68±0,09bAx	4,62±0,04bBx	5,88±0,11bCx
		Контрола	контрола (0)	2,49±0,10aAx	4,43±0,12aBx	5,18±0,10aCx
	Ратари	Форма траке	50	3,27±0,04bAx	3,94±0,06bBx	4,56±0,07bCx
			100	3,37±0,12bAx	4,20±0,34bBx	4,64±0,06bCx
		Форма тачке	50	3,11±0,11bAx	3,87±0,15bBx	4,61±0,11bCx
			100	3,31±0,04bAx	4,21±0,06bBx	4,81±0,05bCx
		Контрола	контрола (0)	3,04±0,07aAx	3,84±0,07aBx	4,29±0,04aCx

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начин уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Принос зрна кукуруза у 2011. години. Резултати анализе варијансе показују да су на принос зрна кукуруза у 2011. години на оба локалитета значајно утицали количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива, док начин уноса течног стартног ђубрива није имао статистички значајан утицај (табела 46). На локалитету Крњешевци значајно је утицала интеракција између количине унетог течног стартног ђубрива и количине унетог чврстог минералног ђубрива, док интеракције осталих проучаваних фактора нису биле статистички значајне. На локалитету Ратари интеракције проучаваних фактора нису статистички значајне.

Таб. 46. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на принос зрна биљке кукуруза (t/ha) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	Ф-количник
2011.	Крњешевци	А	0,010	1	0,010	1,202 ^{н3}
		В	0,677	1	0,677	83,805***
		С	64,002	2	32,001	3964,227***
		А x В	0,018	1	0,018	2,197 ^{н3}
		А x С	0,000	2	7,158E-5	0,009 ^{н3}
		В x С	0,412	2	0,206	25,527***
		А x В x С	0,034	2	0,017	2,126 ^{н3}
		Грешка	0,242	30	0,008	
		Тотал	880,601	45		
		Кориговани тотал	70,998	44		
	Ратари	А	0,001	1	0,001	0,099 ^{н3}
		В	0,342	1	0,342	24,579***
		С	13,103	2	6,552	470,293***
		А x В	0,024	1	0,024	1,706 ^{н3}
		А x С	0,073	2	0,036	2,603 ^{н3}
		В x С	0,051	2	0,025	1,813 ^{н3}
		А x В x С	0,000	2	8,719E-5	0,006 ^{н3}
		Грешка	0,418	30	0,014	
		Тотал	713,564	45		
		Кориговани тотал	15,538	44		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - А; количина течног стартног минералног ђубрива - В; количина чврстог минералног ђубрива - С; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{н3} - нема значајности.

На локалитету Крњешевци најмањи просечан принос зрна кукуруза измерен је у контролној варијанти где није примењено ђубриво (табела 45, графикон 16). Највећи просечан принос зрна кукуруза од 6,03 t/ha измерен је код варијанте где је примењено 100 l течног стартног ђубрива у форми траке и 300+200 kg чврстог минералног ђубрива. На локалитету Ратари најмањи просечан принос зрна кукуруза добијен је у контролној варијанти (3,04 t/ha), док је највећи просечан принос зрна кукуруза (4,81 t/ha) добијен у варијанти где је примењено 100 l течног стартног ђубрива (форма тачке) у комбинацији са 300+200 kg чврстог минералног ђубрива. У варијантама са 50 l и 100 l примењеног течног стартног ђубрива, без примене чврстог минералног ђубрива, остварени су већи просечни приноси зрна кукуруза али се они статистички не разликују. Утицај количине унетог чврстог минералног ђубрива на оба локалитета статистички је значајан.

Принос зрна кукуруза у 2012. години. Резултати анализе варијансе показују да су на принос зрна кукуруза у 2012. години на локалитету Крњешевци статистички значајно утицали количина унетог течног стартног ђубрива,

количина унетог чврстог минералног ђубрива и начин уноса течног стартног ђубрива у форми траке (табела 48). Интеракција количине унетог течног стартног ђубрива и количине унетог чврстог минералног ђубрива статистички значајно је утицала на остварени принос зрна кукуруза, на проучаваном локалитету. На локалитету Ратари статистички значај утицај на принос зрна кукуруза имали су количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива док интеракције проучаваних фактора нису биле статистички значајне (табела 47, графикон 16).

Таб. 47. Утицај испитиваних параметара на принос зрна кукуруза (у т/ха, прерачунат на 14% влаге) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)		
				0	150+100	300+200
2012.	Крњешевци	Форма траке	50	2,43±0,05abAz	3,34±0,05aBz	4,34±0,1bCz
			100	2,57±0,04bAz	3,75±0,12bBz	4,66±0,07cCz
		Форма тачке	50	2,37±0,02abAy	3,26±0,15aBy	4,18±0,09bCy
			100	2,4±0,07bAy	3,62±0,11bBy	4,59±0,05cCy
		Контрола	контрола (0)	2,3±0,03aAx	3,2±0,14aBx	3,96±0,1aCx
		Ратари	Форма траке	50	2,11±0,11bAx	2,46±0,06bBx
	100			2,3±0,14cAx	2,61±0,02cBx	3,34±0,1cCx
	Форма тачке		50	2,04±0,09bAx	2,52±0,09bBx	3,16±0,1bCx
			100	2,22±0,06cAx	2,68±0,06cBx	3,46±0,14cCx
	Контрола	контрола (0)	1,99±0,04aAx	2,37±0,08aBx	3,01±0,13aCx	

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начин уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Таб. 48. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на принос зрна кукуруза (t/ha) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2012.	Крњешевци	A	0,111	1	0,111	14,130**
		B	0,697	1	0,697	88,772***
		C	25,690	2	12,845	1636,734***
		A x B	0,001	1	0,001	0,128 ^{н3}
		A x C	0,000	2	0,000	0,015 ^{н3}
		B x C	0,165	2	0,082	10,505***
		A x B x C	0,015	2	0,007	0,925 ^{н3}
		Грешка	0,235	30	0,008	
		Тотал	549,389	45		
		Кориговани тотал	30,073	44		
	Ратари	A	7,225E-5	1	7,225E-5	0,008 ^{н3}
		B	0,264	1	0,264	29,758***
		C	9,006	2	4,503	508,202***
		A x B	0,015	1	0,015	1,740 ^{н3}
		A x C	0,028	2	0,014	1,570 ^{н3}
		B x C	0,001	2	0,000	0,050 ^{н3}
		A x B x C	0,031	2	0,016	1,750 ^{н3}
		Грешка	0,266	30	0,009	
		Тотал	324,006	45		
		Кориговани тотал	10,707	44		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{н3} - нема значајности.

Резултати истраживања у овој доктроској дисертацији, показали су да је на локалитету Крњешевци највећи принос зрна кукуруза код варијанте са 0 kg унетог чврстог минералног ђубрива остварен при 100 l стартног течног ђубрива и он се статистички значајно разликују од контроле (0 l). Између контроле и варијанте са применом 50 l нема статистички значајне разлике. Код варијанте 150+100 kg унетог чврстог минералног ђубрива највећи принос зрна кукуруза остварен је при 100 l стартног течног ђубрива, док између контроле и 50 l нема статистички значајне разлике. Принос зрна кукуруза код варијанте 300+200 kg унетог чврстог минералног ђубрива расте са количином примењеног течног стартног ђубрива тако да је најмањи у контроли (3,96 t/ha) а највећу вредност је остварио применом 100 l течног стартног ђубрива у форми траке (4,66 t/ha).

На локалитету Ратари најмањи просечан принос зрна кукуруза оставрен је у контролној варијанти где није извршено уношење минералних ђубрива на највећи у варијанти где је примењено 100 l течног стартног ђубрива у форми тачке и 300+200 kg чврстог минералног ђубрива.

Принос зрна кукуруза у 2013. години. На принос зрна кукуруза у 2013. години на локалитету Крњешевци, статистички значајан утицај имали су количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива, док начин уноса течног стартног ђубрива није имао статистички значајан утицај. На локалитету Ратари, поред утицаја количине унетог течног стартног ђубрива и количине унетог чврстог минералног ђубрива значајан утицај на принос зрна кукуруза имала је и њихова интеракција (количина унетог течног стартног ђубрива и количина унетог чврстог минералног ђубрива) (табела 50).

Таб. 49. Утицај испитиваних параметара на принос зрна кукуруза (у t/ha, прерачунат на 14% влаге) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)		
				0	150+100	300+200
2013.	Крњешевци	Форма траке	50	2,96±0,11bAx	4,71±0,11bBx	5,53±0,15bCx
			100	3,14±0,09cAx	4,89±0,15cBx	5,60±0,19cCx
		Форма тачке	50	2,89±0,14bAx	4,77±0,09bBx	5,49±0,09bCx
			100	3,16±0,12cAx	5,02±0,08cBx	5,94±0,29cCx
		Контрола	контрола (0)	2,85±0,18aAx	4,54±0,16aBx	5,29±0,13aCx
	Ратари	Форма траке	50	3,02±0,07bAx	4,32±0,04bBx	4,90±0,13bCx
			100	3,00±0,2bAx	4,28±0,10bBx	5,35±0,06cCx
		Форма тачке	50	2,95±0,08bAx	4,34±0,04bBx	5,03±0,15bCx
			100	3,03±0,11bAx	4,39±0,15bBx	5,47±0,20cCx
		Контрола	контрола (0)	2,80±0,16aAx	4,19±0,06aBx	4,73±0,11aCx

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начин уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

На локалитету Крњешевци утицај количине унетог течног стартног ђубрива је такав да је са варијантом примене течног стартног ђубрива 100 l у форми тачке добијен највећи принос зрна кукуруза (5,94 t/ha) док је најмањи принос зрна кукуруза измерен у контроли 0 l (2,85 t/ha). На локалитету Ратари, најмањи принос зрна кукуруза је такође измерен у контролној варијанти, док је највећи принос зрна кукуруза забележен код варијанте где је примењено течно стартно ђубриво у форми тачке (100 l).

Резултати истраживања показали су да се на оба локалитета (Крњешевци и Ратари) принос зрна кукуруза повећавао са количином унетог чврстог минералног

ђубрива. На локалитету Крњешевци најмањи принос зрна кукуруза био је 2,85 t/ha (0 kg) а највећи 5,94 t/ha (300+200 kg). Најмањи принос зрна кукуруза на локалитету Ратари био је 2,80 t/ha (0 kg) док је највећи био 5,47 t/ha (300+200 kg).

У 2013. години просечан принос зрна кукуруза на локалитету Крњешевци био је 4,45 t/ha и 4,12 t/ha на локалитету Ратари (табела 49, графикон 16).

Таб. 50. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на принос зрна кукуруза (t/ha) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години и просеци.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободе	Варијансе	F-количник
2013.	Крњешевци	A	0,046	1	0,046	2,111 ^{H3}
		B	0,478	1	0,478	21,988***
		C	48,711	2	24,356	1119,395***
		A x B	0,074	1	0,074	3,392 ^{H3}
		A x C	0,048	2	0,024	1,098 ^{H3}
		B x C	0,004	2	0,002	0,083 ^{H3}
		A x B x C	0,043	2	0,021	0,980 ^{H3}
		Грешка	0,653	30	0,022	
		Тотал	946,046	45		
		Кориговани тотал	53,972	44		
	Ратари	A	0,031	1	0,031	2,151 ^{H3}
		B	0,230	1	0,230	15,741***
		C	32,437	2	16,218	1109,573***
		A x B	0,008	1	0,08	0,536 ^{H3}
		A x C	0,033	2	0,16	1,115 ^{H3}
		B x C	0,356	2	0,178	12,185***
		A x B x C	0,007	2	0,004	0,243 ^{H3}
		Грешка	0,439	30	0,015	
		Тотал	800,684	45		
		Кориговани тотал	36,655	44		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

потврђују резултати добијени од стране других аутора (Дугалић, 1993; Бојић и сар., 1998; Hassan и сар., 2007; Uzoho и сар., 2010; Castro и Crusciol, 2013). Дугалић (1993) је утврдио статистички врло значајну разлику у приносу зрна кукуруза на варијантама са повећаним дозама азота у односу на контролну варијанту без ђубрења.

Таб. 51. Просечне вредности приноса зрна кукуруза (t/ha) у зависности од године, локалитета, начина уноса ђубрива и њихових врста и количина.

Локалитет	А			В			С			Просек
	Форма траке	Форма тачке	Контрола	50 l	100 l	0 l	0 kg	150+100 kg	300+200 kg	
Крњешевци	4,31	4,28	4,03	4,16	4,43	4,03	2,59	4,56	5,57	4,24
Ратари	4,00	3,99	3,72	3,89	4,09	3,72	3,22	4,01	4,58	3,94
Просек 2011	4,16	4,14	3,88	4,03	4,26	3,88	2,91	4,29	5,08	4,09
Крњешевци	3,52	3,40	3,15	3,32	3,60	3,15	2,41	3,43	4,35	3,40
Ратари	2,69	2,68	2,46	2,60	2,77	2,46	2,13	2,53	3,25	2,64
Просек 2012	3,11	3,04	2,81	2,96	3,19	2,81	2,27	2,98	3,80	3,02
Крњешевци	4,47	4,55	4,23	4,39	4,63	4,23	3,00	4,79	5,57	4,45
Ратари	4,15	4,20	3,91	4,09	4,25	3,91	2,96	4,30	5,10	4,12
Просек 2013	4,31	4,38	4,07	4,24	4,44	4,07	2,98	4,55	5,34	4,29

А - начин уноса течног стартног ђубрива; В - количина течног стартног ђубрива; С - количина чврстог минералног ђубрива.

Изостављање примене минералних ђубрива и на плодним земљиштима, као што је чернозем, доводи до већег или мањег смањења приноса зрна кукуруза (Богдановић и сар., 1994).

Негативну корелацију између приноса зрна кукуруза и густине сетве истичу Илић и сар. (2002). Они су највећи принос зрна кукуруза добили код најмање густине, док је најмањи принос зрна кукуруза био код највеће густине усева, а добијене разлике у приносима зрна кукуруза су биле статистички веома значајне.

Према Ђевићу и Димитријевићевој (2009) значај избора техничко-технолошког система апликације минералних ђубрива је велики како у агротехничком, тако и у еколошком погледу.

Посматрајући деловање начина уноса минералних ђубрива у овом истраживању, утврђен је његов статистички значајан ефекат на принос зрна кукуруза на локалитету Крњешевци у сушној, 2012. години. Стога се у сетви

кукуруза услед правилније расподеле семена и прецизним уношењем стартног ђубрива могу повећати приноси зрна кукуруза и смањити укупни трошкови производње (Velandia и сар., 2013; Mowitz, 2016).

Повећање приноса зрна кукуруза на парцелама које су третиране стартним ђубривом у поређењу са нетретираним је утврђено и у раду Scharf-a (1999).

Kasal и сар. (2015) наводе да се применом течних минералних ђубрива укупна количина примењених минералних ђубрива може редуковати за трећину, јер се боље дистрибуирају и лакше усвајају у односу на чврста минерална ђубрива.

Због повећања трошкова производње азотних, фосфорних и калијумових ђубрива у пољопривреди је од великог значаја изналажење свих могућих начина за оптимизацију приноса гајених биљака уз минимизирање у примени и потрошњи ђубрива. На основу доступних истраживања у Свету, може се закључити да са правилном применом течног стартног ђубрива у примењеној технологији гајења кукуруза може значајно утицати на повећање оствареног приноса зрна.

6.4.3. Жетвени индекс

Жетвени индекс је варијабилна величина и зависи од услова године. У повољним годинама ова компонента приноса је знатно боља него у неповољним, што подразумева да дневне температуре ваздуха не прелазе 25-26 °C, а ноћне 11-12°C (Малешевић, 1990).

Старчевић и сар. (2000) истичу значај стварања нових хибрида у повећању вредност жетвеног индекса, приноса зрна и продукцију надземне биомасе. Користећи стационарне пољске огледе са растућим дозама азота, ови аутори су испитивали реакцију различитих хибрида на различите нивое азота у земљишту с циљем да утврде специфичност хибрида у искоришћавању азота. Ефикасност искоришћавања азота је такође била већа код новијих хибрида.

Резултати ових истраживања показују да врста и количина минералних ђубрива у великој мери статистички значајно утичу на удео жетвеног индекса и то на свим локалитетима у трогодишњем испитивању, док је начин уноса течног стартног ђубрива испољио значајан ефекат на локалитету Ратари у 2011. години.

Статистички значајно интеракцијско деловање количине течног стартног ђубрива и количине чврстог минералног ђубрива на жетвени индекс утврђено је на локалитету Ратари у 2013. години, док је интеракцијски ефекат начин уноса и количина течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива испољен на локалитету Крњешевци у истој, 2013. години. Ово наводи на претпоставку да су поменута интеракцијска деловања испољила јачи ефекат на величину жетвеног индекса због повољнијих временских услова у 2013. години.

Утицај испитиваних параметара на удео жетвеног индекса (%) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања је приказан табеларно (табеле 40 - 44) и графички (графикон 15).

Жетвени индекс биљке кукуруза у 2011. години. Резултати анализе варијансе показали су да је на жетвени индекс биљке кукуруза у првој проучаваној години статистички значајан утицај на локалитету Крњешевци имала количина чврстог минералног ђубрива. На локалитету Ратари статистички значајан утицај имали су начин уноса течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива. На жетвени индекс нису статистички значајно утицале интеракције проучаваних фактора. На оба локалитета највећи жетвени индекс добијен је у варијанти са применом 300+200 kg чврстог минералног ђубрива а најмањи без примене (0 kg), и између све три варијанте постоји статистички значајна разлика (табеле 40 и 41, графикон 15).

Жетвени индекс биљке кукуруза у 2012. години. Резултати истраживања показали су да је на жетвени индекс биљке кукуруза у другој проучаваној години статистички значајан утицај на оба локалитета имала количина чврстог минералног ђубрива. Остали проучавани фактори и њихове интеракције нису статистички значајно утицали на жетвени индекс. На локалитету Крњешевци највећа вредност жетвеног индекса добијена је у варијанти са 300+200 kg и 150+100 kg чврстог минералног ђубрива а најмањи у варијанти 0 kg. На локалитету Ратари највећа вредност жетвеног индекса добијена је у варијанти са 300+200 kg чврстог минералног ђубрива, и она се статистички разликује од вредности код друге две варијанте, док између варијанте са 0 kg и 150+100 kg нема значајне разлике (табеле 40 и 42, графикон 15).

Таб. 40. Утицај испитиваних параметара на жетвени индекс биљке кукуруза (%) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Година	Локалитет	Начин уноса течног стартног ђубрива FFS	Количина течног стартног ђубрива FFS (l)	Количина чврстог минералног ђубрива NPK+KAN (kg)		
				0	150+100	300+200
2011.	Крњешевци	Форма траке	50	0,41±0,04aAx	0,43±0,03aBx	0,44±0,04aCx
			100	0,42±0,03aAx	0,43±0,03aBx	0,46±0,03aCx
		Форма тачке	50	0,41±0,03aAx	0,42±0,03aBx	0,45±0,03aCx
			100	0,41±0,03aAx	0,43±0,03aBx	0,44±0,03aCx
		Контрола	контрола (0)	0,4±0,02aAx	0,41±0,03aBx	0,43±0,03aCx
	Ратари	Форма траке	50	0,42±0,03aAy	0,42±0,03aBy	0,44±0,03aCy
			100	0,42±0,02aAy	0,43±0,02aBy	0,44±0,03aCy
		Форма тачке	50	0,41±0,03aAy	0,43±0,02aBy	0,46±0,04aCy
			100	0,42±0,03aAy	0,44±0,02aBy	0,45±0,03aCy
		Контрола	контрола (0)	0,42±0,03aAx	0,42±0,03aBx	0,42±0,03aCx
2012.	Крњешевци	Форма траке	50	0,39±0,05aAx	0,41±0,06aAB _x	0,43±0,05aBx
			100	0,41±0,04aAx	0,42±0,07aAB _x	0,46±0,05aBx
		Форма тачке	50	0,4±0,05aAx	0,41±0,07aAB _x	0,43±0,06aBx
			100	0,4±0,04aAx	0,42±0,06aAB _x	0,43±0,07aBx
		Контрола	контрола (0)	0,38±0,04aAx	0,38±0,05aAB _x	0,4±0,05aBx
	Ратари	Форма траке	50	0,39±0,05aAx	0,41±0,08aAx	0,42±0,05aBx
			100	0,42±0,06aAx	0,4±0,07aAx	0,43±0,05aBx
		Форма тачке	50	0,4±0,05aAx	0,42±0,06aAx	0,45±0,05aBx
			100	0,41±0,05aAx	0,41±0,07aAx	0,44±0,06aBx
		Контрола	контрола (0)	0,38±0,04aAx	0,39±0,05aAx	0,42±0,05aBx
2013.	Крњешевци	Форма траке	50	0,39±0,04aAx	0,42±0,03bBx	0,44±0,03bCx
			100	0,42±0,03bAx	0,43±0,03bBx	0,46±0,03bCx
		Форма тачке	50	0,42±0,03aAx	0,42±0,02bAx	0,44±0,04bBx
			100	0,41±0,03bAx	0,43±0,03bBx	0,45±0,02bCx
		Контрола	контрола (0)	0,39±0,03aAx	0,4±0,03aBx	0,42±0,03aCx
	Ратари	Форма траке	50	0,4±0,04aAx	0,43±0,03bBx	0,44±0,03aBx
			100	0,39±0,03aAx	0,42±0,04abB _x	0,47±0,04bCx
		Форма тачке	50	0,39±0,03aAx	0,44±0,04bBx	0,44±0,02aBx
			100	0,39±0,03aAx	0,41±0,03abB _x	0,45±0,03bCx
		Контрола	контрола (0)	0,38±0,03aAx	0,42±0,04aBx	0,44±0,04abC _x

*Напомена: за означавање значајности разлика између количине унетог течног стартног ђубрива коришћена су мала латинична слова, између фактора количине унетог чврстог минералног ђубрива велика латинична слова, а између фактора начина уноса течног стартног ђубрива - слова x, y и z; вредности са истим словима не разликују се значајно на нивоу $P \leq 0,05$

Таб. 41. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на жетвени индекс билке кукуруза (%) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2011. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2011.	Крњешевци	A	0,001	1	0,001	0,647 ^{H3}
		B	0,000	1	0,000	0,190 ^{H3}
		C	0,093	2	0,045	51,535***
		A x B	0,003	1	0,003	3,157 ^{H3}
		A x C	0,001	2	0,001	0,690 ^{H3}
		B x C	0,001	2	0,000	0,358 ^{H3}
		A x B x C	0,004	2	0,002	2,079 ^{H3}
		Грешка	0,431	480	0,001	
		Тотал	90,487	495		
		Кориговани тотал	0,554	494		
	Ратари	A	0,003	1	0,003	4,119*
		B	0,000	1	0,000	0,474 ^{H3}
		C	0,036	2	0,018	23,118***
		A x B	0,001	1	0,001	1,518 ^{H3}
		A x C	0,003	2	0,002	2,000 ^{H3}
		B x C	0,004	2	0,002	2,335 ^{H3}
		A x B x C	0,001	2	0,000	0,361 ^{H3}
		Грешка	0,369	480	0,001	
		Тотал	91,516	495		
		Кориговани тотал	0,446	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 42. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на жетвени индекс билке кукуруза (%) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2012. години.

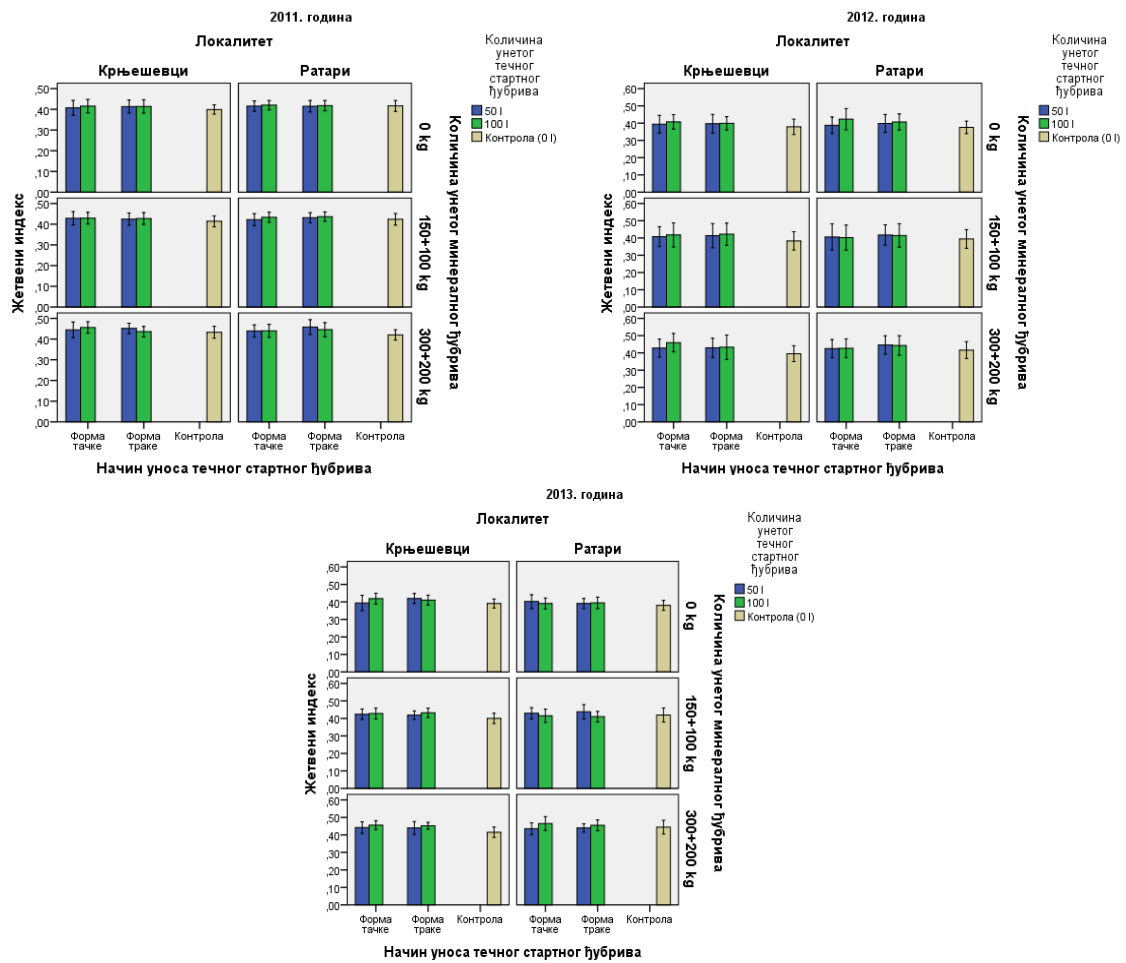
Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2012.	Крњешевци	A	0,001	1	0,001	0,194 ^{H3}
		B	0,006	1	0,006	1,894 ^{H3}
		C	0,036	2	0,018	5,863**
		A x B	0,002	1	0,002	0,664 ^{H3}
		A x C	0,002	2	0,001	0,364 ^{H3}
		B x C	0,001	2	0,000	0,129 ^{H3}
		A x B x C	0,001	2	0,001	0,219 ^{H3}
		Грешка	0,654	210	0,003	
		Тотал	38,752	225		
		Кориговани тотал	0,749	224		
	Ратари	A	0,004	1	0,004	1,207 ^{H3}
		B	0,002	1	0,002	0,499*
		C	0,044	2	0,022	6,700 ^{H3}
		A x B	0,001	1	0,001	0,362 ^{H3}
		A x C	0,004	2	0,002	0,550 ^{H3}
		B x C	0,006	2	0,003	0,895 ^{H3}
		A x B x C	0,002	2	0,001	0,247 ^{H3}
		Грешка	0,682	210	0,003	
		Тотал	38,961	225		
		Кориговани тотал	0,761	224		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - A; количина течног стартног минералног ђубрива - B; количина чврстог минералног ђубрива - C; значајност: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; ^{H3} - нема значајности.

Таб. 43. Анализа варијансе утицаја испитиваних параметара на жетвени индекс биљке кукуруза (%) на локалитетима Крњешевци и Ратари у 2013. години.

Година	Локалитет	Извор варијације ¹	Сума квадрата	Степени слободe	Варијансе	F-количник
2013.	Крњешевци	А	0,000	1	0,000	0,323 ^{н3}
		В	0,010	1	0,010	10,513**
		С	0,87	2	0,043	47,874***
		А x В	0,002	1	0,002	2,066 ^{н3}
		А x С	0,002	2	0,001	1,308 ^{н3}
		В x С	0,001	2	0,000	0,324 ^{н3}
		А x В x С	0,009	2	0,004	4,879**
		Грешка	0,434	480	0,001	
		Тотал	89,049	495		
		Кориговани тотал	0,610	494		
	Ратари	А	0,000	1	0,000	0,264 ^{н3}
		В	4,268E-5	1	4,268E-5	0,036 ^{н3}
		С	0,254	2	0,127	108,281***
		А x В	0,000	1	0,000	0,398 ^{н3}
		А x С	0,001	2	0,000	0,255 ^{н3}
		В x С	0,031	2	0,016	13,302***
		А x В x С	0,004	2	0,002	1,886 ^{н3}
		Грешка	0,563	480	0,001	
		Тотал	88,453	495		
		Кориговани тотал	0,866	494		

¹Извор варијације: начин уноса течног стартног ђубрива - А; количина течног стартног минералног ђубрива - В; количина чврстог минералног ђубрива - С; значајност: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{н3} - нема значајности.



Граф. 15. Утицај испитиваних параметара на жетвени индекс биљке кукуруза (%) на локалитетима Крњешевци и Ратари у годинама истраживања.

Жетвени индекс биљке кукуруза у 2013. години. Резултати анализе варијансе показали су да је на жетвени индекс биљке кукуруза у трећој проучаваној години статистички значајан утицај на локалитету Крњешевци, поред количине примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива, имала и интеракција начина уноса течног стартног ђубрива, количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива. На локалитету Ратари, поред утицаја количине чврстог минералног ђубрива, значајна је била и интеракција количина примењеног течног стартног ђубрива и количина чврстог минералног ђубрива. На локалитету Крњешевци, код третмана 0 kg чврстог минералног ђубрива, највећи жетвени индекс добијен је са 100 l течног стартног ђубрива а он се статистички значајно разликује од контроле и варијанте 50 l док између контроле и варијанте 50 l нема значајне разлике. Код друга два

третмана чврстог минералног ђубрива (150+100 kg и 300+200 kg) најмањи жетвени индекс добијен је у контролној варијанти (0 l) и он се статистички значајно разликује од 50 l и 100 l док између ове две варијанте нема разлике. Жетвени индекс на локалитету Крњешевци, највећи је при употреби 300+200 kg чврстог минералног ђубрива а најмањи без употребе (0 kg) овог типа ђубрива, и све вредности између ових варијанти се разликују значајно за све начине уноса. Код примене 50 l течног стартног ђубрива у форми тачке, жетвени индекс је највећи код примене 300+200 kg чврстог минералног ђубрива и он се статистички значајно разликује од друге две варијанте (0 kg и 150+100 kg) док њихове вредности нису статистички различите. На локалитету Ратари, највећи жетвени индекс код варијанте 100 l течног стартног ђубрива, добијен је применом 300+200 kg количине чврстог минералног ђубрива а најмањи у варијанти без примене минералног (0 kg) а између све три варијанте примене чврстог минералног ђубрива жетвени индекс се статистички разликује. Код варијанте 50 l течног стартног ђубрива, најмањи жетвени индекс добијен је код варијанте без примене минералног (0 kg) и он се статистички значајно разликује од друге две, док између 150+100 kg и 300+200 kg употребљеног чврстог минералног ђубрива нема значајне разлике у вредности жетвеног индекса (табеле 40 и 43, графикон 15).

Поређењем резултата истраживања који су остварени у испитиваним годинама и на различитим локалитетима, нису примећене разлике у вредностима жетвеног индекса по годинама и локалитетима, па је просечан удео овог параметра био у опсегу 0,41-0,42 % (табела 44).

Иако имају значајан утицај на вредност жетвеног индекса, превелике количине минералних ђубрива, нарочито азотних, могу за последицу имати бројне неповољне, па и штетне појаве. У првом реду, то су продужено трајање периода вегетације, повећана осетљивост биљака на патогене микроорганизме, смањење жетвеног индекса и полагање (Живановић, 2012).

Сагледавајући утицај примене различитих типова ђубрива, утврђено је његово статистички значајно деловање на вредности жетвеног индекса, па се може извести закључак да се применом течног стартног ђубрива у технологији производње кукуруза може значајно утицати на повећање процента жетвеног индекса.

Таб. 44. Просечне вредности жетвеног индекса кукуруза (%) у зависности од године, локалитета, начина уноса ђубрива и њихових врста и количина.

Локалитет	А			В			С			Просек
	Форма траке	Форма гачке	Контрола	50 l	100 l	0 l	0 kg	150+100 kg	300+200 kg	
Крњешевци	0,43	0,43	0,41	0,43	0,43	0,41	0,41	0,42	0,44	0,43
Ратари	0,43	0,44	0,42	0,43	0,43	0,42	0,42	0,43	0,44	0,43
Просек 2011	0,43	0,44	0,42	0,43	0,43	0,42	0,42	0,43	0,44	0,43
Крњешевци	0,42	0,42	0,39	0,41	0,42	0,39	0,40	0,41	0,43	0,41
Ратари	0,41	0,42	0,40	0,42	0,42	0,40	0,40	0,41	0,43	0,41
Просек 2012	0,42	0,42	0,40	0,42	0,42	0,40	0,40	0,41	0,43	0,41
Крњешевци	0,43	0,43	0,40	0,42	0,43	0,40	0,41	0,42	0,44	0,42
Ратари	0,43	0,42	0,41	0,42	0,42	0,41	0,39	0,42	0,45	0,42
Просек 2013	0,43	0,43	0,41	0,42	0,43	0,41	0,40	0,42	0,45	0,42

А - начин уноса течног стартног ђубрива; В - количина течног стартног ђубрива; С - количина чврстог минералног ђубрива.

7. Закључак

Активности у оквиру ове докторске дисертације су обухватиле развој, конструисање, израду и испитивање прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01, намењеног за аутоматско подповршинско уношење течног сатртног ђубрива заједно са сетвом кукуруза. Током трогодишњих испитивања, модификацијом стандардне пнеуматске сејалице ИМТ-634.454 постављањем електронског уређаја ЕУКУ-01, успешно су реализовани поступци подповршинског уношења течног стартног ђубрива (FFS) у форми траке и тачке.

У истраживањима ове докторске дисертације прикупљени су бројни подаци који су били условљени различитим агроеколошким условима, као и различитим техничко-технолошким поступцима сетве кукуруза.

Применом одговарајућих научних метода, током истраживања, извршено је упоредно испитивање експлоатационих параметара (брзина кретања, потрошња горива, учинак) примењених тракторско машинских агрегата ТМА1 и ТМА2.

Током трогодишњих истраживања анализирана је разлика у приносу и компонентама приноса зрна кукуруза, остварених у различитим агроеколошким условима уз примену различитих врста и доза ђубрива и начина њиховог уношења.

Из спроведених истраживања може се закључити:

- модификацијом стандардне широкоредне пнеуматске сејалице ИМТ-634.454 електронским уређајем ЕУКУ-01, могуће је извршити аутоматско подповршинско уношење течног стартног ђубрива истовремено са обављањем операције сетве кукуруза.

- применом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01, могуће је извршити прецизно уношење течног стартног ђубрива у количинама 50 l/ha и 100 l/ha у форми траке дуж реда у коме је извршена сетва кукуруза.

- применом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01, могуће је извршити прецизно уношење течног стартног ђубрива у количинама 50 l/ha и 100 l/ha у форми тачке појединачно поред сваког посејаног зрна кукуруза.

- поступак уношења течног стартног ђубрива је могуће потпуно аутоматизовати при чему уградња додатног прототипа електронског уређаја

ЕУКУ-01 не утиче битно на експлоатационе параметре у току рада агрегата, као и на квалитет извођења сетве (распоред семена по површини и дубини).

- током сетве се могу континуирано пратити параметри рада сејалице (исејавање зрна) који се могу користити за управљање електронским уређајем ЕУКУ-01 у реалном времену, као и за контролу тока сетве сваке од сетвених секција сејалице.

- уколико технологија производње кукуруза подразумева употребу (примену) стартног ђубрива, применом прототипа електронског уређаја за уношење течног стартног ђубрива ЕУКУ-01 заједно са извођењем сетве, може се смањити број прохода механизације.

- максимална радна брзина у току сетве кукуруза коју је остварио ТМА1 је 7,21 km/h, док је модификовани ТМА2 остварио максималну вредност од 7,05 km/h. Може се закључити да је агрегат ТМА2 остварио мању максималну брзину кретања за 2,19 % у односу на ТМА1.

- просечна потрошња горива ТМА1, током година истраживања износила је 6,23 l/ha, док је модификовани агрегат оставрио потрошњу од 6,79 l/ha. Из приказаних вредности се може закључити да је модификација стандардне сејалице ИМТ-634.454 применом електронског уређаја ЕУКУ-01 утицала на повећање потрошње горива за 7,63% током извођења сетве, у односу стандардни ТМА1.

- анализом остварених вредности, може се закључити да је ТМА1 остварио већи просечан учинк (1,29 ha/h), кроз све године истраживања у односу на ТМА2 (1,18 ha/h), што је резултат веће радне брзине и мање вредности коефицијента утрошка времена ТМА1.

- највећи утицај на остварени принос и испитиване компоненте приноса зрна кукуруза на свим локалитетима у трогодишњем испитивању испољили су врста (NPK, KAN, FFS) и примењена количина ђубрива.

- применом течног стартног ђубрива (FFS), у технологији производње кукуруза, остварен је позитиван утицај на принос и посматране компоненте приноса у трогодишњем испитивању на оба локалитета.

- добијени резултати показују, да су највеће просечне вредности приноса и посматраних параметара приноса остварене у варијантама где је поред примене

чврстог минералног ђубрива (NPK, KAN) извршено и уношење течног стартног ђубрива (FFS).

- технички систем аутоматског уноса течног стартног ђубрива (FFS) у форми тачке применом електронског уређаја ЕУКУ-01, остварио је утицај на:

- ✓ принос на локалитету Ратари у 2013. години, у варијанти 300+200 kg/ha (NPK+KAN) и 100 l/ha (FFS), где је измерена просечна вредност 5,47 t/ha у односу на контролну варијанту (300+200 kg, 0 l) где је измерена просечна вредност 4,73 t/ha.
- ✓ дужину клипа на локалитету Књешевци у 2013. години, у варијанти 300+200 kg/ha (NPK+KAN) и 100 l/ha (FFS), где је измерена просечна вредност 24,65 cm у односу на контролну варијанту (300+200 kg, 0 l) где је измерена просечна вредност 21,9 cm
- ✓ број зрна на клипу на локалитету Књешевци у 2011. години, у варијанти 300+200 kg/ha (NPK+KAN) и 100 l/ha (FFS) где је добијена просечна вредност 580,57 зрна по клипу у односу на контролну варијанту (300+200 kg, 0 l) где је утврђена просечна вредност од 495,6 зрна по клипу

- технички систем аутоматског уноса течног стартног ђубрива (FFS) у форми траке применом електронског уређаја ЕУКУ-01, остварио је утицај на:

- ✓ принос на локалитету Крњешевци у 2013. години, у варијанти 300+200 kg/ha (NPK+KAN) и 100 l/ha (FFS), где је измерена просечна вредност 6,03 t/ha у односу на контролну варијанту (300+200 kg, 0 l) где је измерена просечна вредност 5,18 t/ha.
- ✓ вредност жетвеног индекса на локалитету Ратари у 2012. години, у варијанти 300+200 kg/ha (NPK+KAN) и 100 l/ha (FFS), где је добијена просечна вредност 0,46 % у односу на контролну варијанту (300+200 kg, 0 l) где је добијена просечна вредност 0,42 %
- ✓ масу клипа на локалитету Ратари у 2013. години, у варијанти 300+200 kg/ha (NPK+KAN) и 100 l/ha (FFS), где је измерена просечна вредност 281,18 g, у односу на контролну варијанту (300+200 kg, 0 l) где је измерена просечна трогдишња вредност 228,71 g.

Разматрајући добијене резултате може се констатовати да се применом прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01, и уношењем течног стартног ђубрива FitoFert Starter (10:40:10), у технологији производње кукуруза може утицати на повећање приноса и компоненти приноса зрна.

Сагледавајући утицај избора техничког система уноса течног стартног ђубрива на принос и поједине компоненте приноса кукуруза, утврђен је позитиван ефекат, па се може закључити да се прецизним уношењем ђубрива са сетвом може утицати на висину приноса кукуруза и оптимизацију примене ђубрива у технологији производње.

Истраживања ове докторске дисертације су спроведена у циљу стицања нових сазнања и формирања предлога за унапређење техничко-технолошког поступка сетве кукуруза. Обзиром да сетва представља једну од најважнијих технолошких операција у технологији производње кукуруза, сваки допринос у правцу нових сазнања из ове области је врло значајан.

Добијени резултати у овој докторској дисертацији такође указују на чињеницу да развој и усавршавање постојећег прототипа електронског уређаја ЕУКУ-01 треба наставити, чиме се ствара могућност његове шире примене на другим типовима сејалица, и сетве других ратарских култура.

8. Литература

- Alley M., Reiter S., Thomason W., Reiter M. (2010): Pop-up and/or Starter Fertilizers for Corn. Department of Crop & Soil Environmental Sciences, Virginia Tech, Virginia Cooperative Extension.
- Ball B.C. (1986): Cereal production with broadcast seed and reduced tillage: A review of recent experimental and farming experience. *J. Agric. Eng. Res*, 35: 71-95.
- Bauer P.J., Frederick J.R., Busscher W.J. (2002): Tillage effect on nutrient stratification in narrow-and wide-row cropping systems. *Soil and Tillage*, 66: 175-182.
- Beegle D., Roth G., Lingenfelter D. (2007): Starter Fertilizer. Penn State Extension, Agronomy Facts 5, The Pennsylvania State University.
- Бекавац Г. (2012): Водич за органску производњу кукуруза. Приручник 6, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
- Бекавац Г., Пулар Б., Јоцковић Ђ., Стојаковић М., Ивановић М., Малица Г. (2010): Производња кукуруза у условима глобалних климатских промена. Зборник радова, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, 47(2): 443-450.
- Бекрић В. (1997): Употреба кукуруза. Бирографија, Суботица.
- Биберџић М. (1998): Дужина трајања периода оплодња - сазревање различитих генотипова кукуруза у зависности од временских услова и неких агротехничких мера. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Приштина.
- Biermacher J.T., Epplin F.M., Brorsen B.W., Solie J.B., Raun W.R. (2006): Precision nitrogen fertilization technology with micro grids. American Agricultural Economics Association Annual Meetings, Long Beach, California, July 23-26, 2006. <http://ageconsearch.tind.io/bitstream/21046/1/sp06bi04.pdf> (Pristup: 25.04.2017).
- Binford G.D., Hansen D.J., Tingle S.C. (2002): Corn response to starter and seed-placed fertilizer in Delaware. *Mid-Atlantic Grain and Forage Journal*, 8: 7-23.
- Блажић М. (2006): Утицај различитих азотних ђубрива на принос и квалитет зрна кукуруза. Магистарска теза, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Богдановић (2014): Минерална ђубрива и ђубрење. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.

- Богдановић Д., Малешевић М., Старчевић Љ. (1994): Примена минералних ђубрива у условима њихове недовољне производње. Зборник радова, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, 22: 35-48.
- Божих М. (1992): Утицај густине усева и ђубрења азотом на принос кукуруза у условима интензивне агротехнике. Магистарска теза, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Бојић М., Бокан Н., Ракочевић-Бошковић Љ. (1998): Гајење кукуруза на земљишту са високим садржајем мобилног алуминијума. Савремена пољопривреда, 46: 319-322.
- Boćanski J., Srećkov Z., Nastasić A. (2009): Genetic and phenotypic relationship between grain yield and components of grain yield of maize (*Zea mays* L.). *Genetika*, 41(2): 145-154.
- Бранковић-Радојчић Д. (2016): Интеракција генотип x средина и стабилност приноса и компонената приноса зрна комерцијалних хибрида кукуруза. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду.
- Бубало (2014): Квалитативни показатељи сејалица у сетви кукуруза. Мастер рад, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Департаман за пољопривредну технику.
- Vasić G., Kresović B. (1994): Effect of primary tillage depth on yield of maize grown on chernozem. *Agricultural Science Research Journal*, 56(198): 21-29.
- Васић Г., Кресовић Б., Толимир М. (1997): Утицај различитих количина воде на принос кукуруза. *Кукуруза и Сорго*, 5/97, 17-18.
- Velandia M., Buschermohle M.J., Larson J.A., Thompson N., Jernigan B. (2013): The economics of automatic section control technology for planters: a case study of Middle and West Tennessee farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 95:1-10.
- Vivis industrijski sistemi d.o.o (2016): Vivis PDM – 4. <http://www.vivis.rs>
- Vučković M., Kovčín S. (1999): Silirani kukuruz u ishrani svinja. Financing centar, Novi Sad.
- Гавриловић М. (2016): Утицај физичких особина минералних ђубрива на квалитет рада центрифугалних расипача и енергетски биланс биљне производње. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Gil E., Carnasa R. (1996): Working quality of spacing drills, effects of sowing speed and type of seed. *International Conference on Agricultural Engineering*, pp. 57-58.

- Гламочлија Ђ. (2012): Посебно ратарство - жита и зрнене махунарке. Пољопривредни факултет, Земун.
- Гламочлија Ђ., Блажић М., Живановић Љ., Икановић Ј. (2007): Производња кукуруза у условима интензивне исхране биљака азотом, Зборник научних радова XXI Саветовања агронома, ветеринара и технолога, 13(1-2):31-34.
- Гламочлија Ђ., Јанковић С., Пивић Р. (2013): Алтернативна жита: привредни значај, услови успевања, врсте и агротехника. Институт за земљиште, Београд.
- Гламочлија Ђ., Поповић В., Живановић Л., Филиповић В., Гламочлија Н., Угреновић В. (2016). Морфолошке и продуктивне особине кукуруза црвеног зрна у променљивим временским условима. Селекција и семенарство, 22 (1), 1-9.
- Глигоревећ К., Вукић Ђ., Ољача М., Ерцеговић Ђ., Пајић М., Радојевић Р. (2009): Примена ласерских система управљања код пољопривредних машина. Трактори и погонске машине, 4: 92-100.
- Глигоревећ К., Ољача М., Ерцеговић Ђ., Пајић М., Златановић И., Дражић М., Димитровски З. (2010): Могућност примене ласерског система управљања радним процесом универзалног скреперског равњача. Пољопривредна техника, 2:11-18.
- Глигоревећ К., Ољача М., Ерцеговић Ђ., Пајић М., Златановић И., Радичевић Б., Пајић М., Радојевић Р., Ољача В. Димитровски З. (2009): Примена CANBUS мрежа на тракторима и радним машинама. Часопис Пољопривредна техника, 1:115-121.
- Глигоревећ К., Ољача М., Ружичић Л., Пајић М. (2007): Утицај електронских система на стабилност ванпутних возила. Пољопривредна техника 3: 11-18.
- Голубов Н., Живанов М., Рајс В. (2014): Електронска контрола сетве. Зборник радова Факултета техничких наука, XXIX(4): 741-744
- Gordon, W.B. 2009. Starter Fertilizer Application Method and Composition in Reduce-Tillage Corn Production. Better Crops, 93(2): 10-11.
- Долијановић Ж. (2002): Утицај адитивног начина здруживања и прихрањивања на продуктивност кукуруза и соје. Магистарска теза, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Долијановић Ж. (2008): Продуктивност здруженог усева кукуруза и соје у зависности од хибрида, просторног распореда и режима влажења. Докторска дисертација, Универзитет у Београду Пољопривредни факултет, Земун.

- Дугалић Г. (1993): Утицај органских и минералних ђубрива на принос кукуруза гајеног на земљишту типа псеудоглеј. Магистарски рад, Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет, Чачак
- Дугалић Г., Гајић Б. (2012): Педологија. Универзитет у Крагујевцу, Агрономски факултет у Чачку.
- Ђевић М., Божић М., Милеуснић З. (2009): Утицај физичких особина минералних ђубрива на ефикасност апликације. Пољопривредна техника, 34(2): 133-141.
- Ђевић М., Димитријевић А. (2009): Физичке особине ђубрива као фактор избора технолошко-техничког система складиштења. Часопис за процесну технику и енергетику у пољопривреди / ПТЕП, 13(3): 239-243.
- Ђевић М., Миодраговић Р. (1994): Технички системи сетве у рупе. Пољотехника, 5: 20-23.
- Ђевић М., Радивојевић Д., Миодраговић Р., Комненић В. (1997): Могућности примене течних ђубрива у биљној производњи. Треће савјетовање агронома Републике Српске "Пољопривреда - стратегија развоја Републике српске", Агрознање, Теслић, 196-206.
- Живановић Љ. (2012): Утицај типа земљишта и количине азота на продуктивност хибрида кукуруза различитих FAO група зрења. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Живановић, Љ. (2005): Утицај времена сетве на онтогенезу и принос хибрида кукуруза различите дужине вегетационог периода. Магистарска теза, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Иван Ј. (2014): Савремена технологија гајења кукуруза и соје. Брошура, Пољопривредна стручна служба „Сомбор“ доо, 1-29, <http://5.189.140.16/~svetodavstvo/sites/default/files/savremena%20tehnologija%20gajenja%20kukuruzi%20i%20soje.pdf> (приступ: 02.03.2017.).
- Илић Т. (1999): Рокови и густине сетве као фактори повећања приноса зрна кукуруза (*Zea mays L.*) у агроколошким условима Топлице. Магистарска теза, Универзитет у Приштини, Пољопривредни факултет.
- Илић Т. (2002): Динамика развоја и формирања приноса кукуруза у зависности од хибрида, агротехничких мера и временских услова. Докторска дисертација, Универзитет у Приштини, Пољопривредни факултет.
- Илић Т., Лазовић Д., Биберцић М., Бараћ С. (2002): Утицај рока и густине сетве на принос зрна различитих генотипова кукуруза (*Zea mays L.*). Наука-пољопривреда-искуство, Бања Лука, Агрознање, 2(3): 50-57.

- Јарамаз М. (2015): Утицај густине усева на принос и квалитет зрна кукуруза у условима наводњавања и природног водног режима. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Јевтић С. (1977). Кукуруз. Нолит, Београд.
- Јевтић С. (1986): Кукуруз. Научна књига, Београд.
- Jokela W.E. (1992): Effect of starter fertilizer on corn silage yields on medium and high fertility soils. *J. Prod. Agric.*, 5: 233-237.
- Kasal Er.Y.G., Thakare S.K., Deshmukh M.M. (2015): Development and laboratory optimization of liquid fertilizer application system. *International Journal of Tropical Agriculture*, 33(4): 3789-3791.
- Каталог производа ИМТ. (1983): Индустрија машина и трактора. Београд
- Каталог производа ИМТ. (1994): Индустрија машина и трактора. Београд
- Kepner R.A., Bainer R., Barger E.L. (1987): *Principles of Farm Machinery*, 3rd Ed. AVI publishing Co. Westport.
- Колчар Ф. (1974): Основни елементи технолошког процеса производње кукуруза на чернозему. Нолит, Београд.
- Kocher M.F., Lan Y., Chen C., Smith J.A (1998): Opto-electronic sensor system for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity. *Transactions of the ASAE*, 41(1): 237-245.
- Khatun F., Begum S., Motin A., Yasmin S., Islam M.R. (1999): Correlation coefficient and path analysis of some maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Bangladesh Journal of Botany*, 28: 9-15.
- Лазић В., (1983): Експлоатација пољопривредне технике. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.
- Латковић Д. (2010): Изношење NPK хранива приносом кукуруза у зависности од ђубрења азотом. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
- Латковић Д., Јаћимовић Г., Маринковић Б., Малешевић М., Црнобарац Ј. (2009): Систем ђубрења у функцији приноса кукуруза у монокултури и двопољу. *Летопис научних радова*, 1: 77-84.
- Latković D., Marinković B., Jaćimović G., Crnobarac J. (2014): Biological and agricultural basis of maize production. *Biljni lekar*, 42(2-3): 109-125.
- Латковић Д., Старчевић Љ., Маринковић Б., Малешевић М. Јаћимовић Г., Црнобарац Ј. (2008): Утицај рока и густине сетве на висину приноса кукуруза. *Летопис научних радова*, 1: 70-74.

- Lechler (2017): Vrtložni rasprskivač TR 80-04. www.lechler.com
- Liu W., Tollenaar M., Stewart G., Deen W. (2004): Impact of planter type, planter speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. *American Society of Agronomy* 677, 96:1668-1672.
- Liu W., Tollenaar M., Stewart G., Deen W. (2004): Response of com grain yield to spatial and temporal variability in emergence. *Crop Sci.*, 44: 847 -854.
- Локације огледа (2017): „Институт за кукуруз Земун Поље, Крњешевци“ и „газдинства Радојичић, Патари, Обреновац“. <https://earth.google.com>
- Ma Q., Wang X., Li H., Li H., Zhang F., Rengel Z., Shen J. (2015): Comparing localized application of different N fertilizer species on maize grain yield and agronomic N-use efficiency on a calcareous soil. *Field Crops Research*, 180: 72-79.
- Максимовић Л., Адамовић Д., Сикора В. (2013): Утицај временских услова у летњем периоду на влажност земљишта под лековитим биљним врстама. *Билтен за алтернативне биљне врсте*, 45(86): 16-23.
- Малешевић М. (1990): Значај температура и падавина за одређивање оптималних количина азота и њихов утицај на висину приноса озиме пшенице (*Triticum aestivum* L.). Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
- Малешевић М. (1990): Значај температура и падавина за одређивање оптималних количина азота и њихов утицај на висину приноса озиме пшенице (*Triticum aestivum* L.). Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.
- Малиновић Н., Механџић Р., Меши М. (2002): Достигнућа и правци развоја сејалица за окопавине. *Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, Зборник радова*, 36: 57-68.
- Мандић В. (2011): Генотипски одговор stay green хибрида кукуруза на повећану густину усева. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Манчев Т. (1985): Утицај густине усева на пораст, развиће и принос кукуруза. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Марић В. (2013): Утицај генотипа и густине усева на морфолошке особине и принос кукуруза. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Марковић Д., Вељић М., Симоновић В. (2009а): Развој решења за софтверско управљање брзином сетвених плоча сејалица. *Пољопривредна техника*, 34(1): 137-144.

- Марковић Д., Вељић М., Симоновић В. (2009б): Алгоритам за софтверско управљање сетвеним плочама сејалица. Трактори и погонске машине 14(4): 8-14.
- Марковић Д., Вељић М., Симоновић В. (2009ц): Сетвени апарати пнеуматских сејалица за прецизну сетву окопавина – стање и перспективе. Зборник радова Народна техника, 43-57.
- Марковић Д., Покрајац С., Симоновић В., Марковић И. (2013): Економска евалуација GPS технологије у пољопривреди Србије. Школа бизниса, 3-4: 1-11.
- Марковић Д., Чебела Б., Симоновић В., Марковић И. (2012): Испитивање уједначености исејавања семена методом одзивних површина. Пољопривредна техника, 37(2): 91-100.
- Mascagani H.J., Boquet D., Bell B. (2007): Influence of starter fertilizer on corn yield and plant developmen on Mississippi River alluvial soils. Beter Crops, 91(2): 8-10.
- Matei Gh., Petrescu E., Roşculete E., Roşculete C. (2009): Influence of fertilization on maize yield and quality under conditions of sustainable agriculture on agric chernozem from CSDA Caracal. USAMY, Bucharest, Series A, Vol. LII, 232-238.
- Mengel D., Ruiz Diaz D. (2012): Starter fertilizer rates and placement for corn. <http://www.agprofessional.com/resource-centers/corn/news/Starter-fertilizer-rates-and-placement-for-corn-140616923.html> (Pristup: 05.03.2017).
- Механџић Р., Малиновић Н. (1990): Испитивање утицаја зависности карактеристика семена и пречника отвора сетвених плоча на прецизност сетве кукуруза. У: Пољопривредна техника ПОТ '90, Опатија - Зборник радова ХВИИ научног скупа, 157-163.
- Меши М. (2000): Утицај ротације и транслације сетвене плоче на уједначеност размака зрна у реду. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
- Миленковић Б., Бараћ С. (2009): Испитивање прецизности сетве кукуруза у зависности од брзине рада сетвених агрегата. Пољопривредна техника, 34(2): 109-113.
- Миодраговић Р., Девећ М., Милеуснић З., Димитријевић А. (2012): Основе пољопривредне технике. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Митровић С. (2015): Допринос пољопривреде у развоју Србије. Докторска дисертација, Универзитет у Приштини, Пољопривредни факултет.

- Мићић Ј., Милинковић И. (1986): Пољопривредне машине. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Microchip PIC18Fxx2 (2016): Mikrocontroller PIC18Fxx2 Data Sheet. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39631a.pdf>
- Младеновић П. (1982): Утицај густине усева на неке особине стабла, клипа, и принос кукуруза. Магистарска теза, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Mowitz D. (2016): Great plains introduces technology that doles out fertilizer in the furrow. http://www.agriculture.com/machinery/precision-agriculture/nutrientmanagement/great-plains-introduces-technology-that_239-ar52246.
- Недић М., Гламочлија Ђ., Милутиновић В., Јеличић З. (1990): Принос хибрида кукуруза зависно од количине и времена примене минералних хранива на ритској смоници. Наука у пракси - 4, Београд.
- Ненадић Н., Словић С., Видојевић С. (1989): Утицај густине усева и јачине ђубрења азотом на принос кукуруза. Зборник радова Пољопривредног факултета, Београд – Земун, 34(591): 77-91.
- Nielsen R. L. (2013): Planting speed effects on stand establishment and grain yield of corn. Journal of production agriculture, Vol. 8 No. 3, p. 391-393.
- Nielsen R.L. (1991): Stand establishment variability in corn. Purdue University, AGRY-91-01, 10.
- Ољача М., Вукић Ђ., Ерцеговић Ђ., Глигоревећ К., Пајић М., Божић С., Радојевић Р., Димитровски З. (2008б): Техничка решења уређаја и опреме за повећање сигурности рада мобилних машина и трактора у пољопривреди. Пољопривредна техника, 1: 89-100.
- Ољача М., Вукић Ђ., Ерцеговић Ђ., Радивојевић., Момировић Н., Глигоревећ., Радичевић Б. (2008а): Бежични сензори у пољопривреди данас, и будуће перспективе примене. Пољопривредна техника 1: 89-100.
- Ољача М., Глигоревећ К., Бранковић М., Димитровски З., Таневски Д. (2005): Примена електронских компоненти на тракторима и радним машинама у функцији повећања контроле сигурности и експлоатације. Пољопривредна техника, 1:107-118.
- Ољача М., Глигоревећ К., Глигоревећ, К., Бранковић, М., Димитровски З., Таневски, Д. (2005): Примена електронских компонента на тракторима и радним машинама у функцији повећања контроле сигурности и експлоатације. Пољопривредна техника 1: 107-118.
- Ољача М., Глигоревећ К., Пајић М., Златановић И., Долоншек М., Димитровски З. (2014): Примена мобилних робота у пољопривреди. Актуелни проблеми механизације пољопривреде, 104-120.

- Ољача М., Раичевић Д., Глигоревећ К. (2016): Механизација у мелиорацијама земљишта. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Orlyan N.A., Zubko D.G., Orlyan N.A., Goleva G.G. (1999): Correlation analysis in breeding ultra early maturing maize hybrids. *Kukuruzna i Sorgo*, 6: 9-12.
- Ottaviano E., Camussi A. (1981): Phenotypic and genetic relationship between yield components in maize. *Euphytica*, 30: 601 - 609.
- Pandey R.K., Maranville J.W., Admou A. (2000a): Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment I. Grain yield and yield components. *Agricultural Water Management*, 46: 1-13.
- Pandey R.K., Maranville J.W., Chetima M.M. (2000): Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. *Agricultural Water Management*, 46: 15-27.
- Pandey R.K., Maranville J.W., Chetima M.M. (2000b): Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. *Agricultural Water Management* 46: 15-27.
- Пандуровић Ж. (2008): Утицај густине усева и азота на принос и рандман зрна кукуруза. Магистарска теза, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Пандуровић Ж. (2014): Морфолошке и производне особине средњераних хибрида кукуруза у условима појачане исхране биљака. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Пандуровић Ж. (2014): Морфолошке и производне особине средњераних хибрида кукуруза у условима појачане исхране биљака. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун.
- Pandurović Ž., Glamočlija Đ., Stevović V., Dragičević V., Gavrilović M. (2009): Uticaj gustine useva i ishrane azotom na dužinu klipa, broj redova zrna i apsolutnu masu zrna kukuruza. *Journal of Scientific Agricultural Research*, 70(4): 27-33.
- Parish R.L., Bracy R.P. (2003): An attempt to improve uniformity of a Gaspardo precision seeder. *Hortic. Technology*, 13: 100-103.
- Пашић Г. (1976): Познавање и коришћење пољопривредних машина. Нолит, Београд.
- Penas E.J., Herget G.W. (1990): Using Starter Fertilizers for Corn, Grani Sorghum, and Soybeans. Cooperative Extension, institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln.
- Поповић М. (2004): Сензори и мерења. Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево.

- Поповић М., Лубура С. (2013): Специјални сензори и индустријска мерења. Електротехнички факултет, Источно Сарајево.
- Пређић Т., (2011): Агрохемија и исхрана биљака. Универзитет у Бањалуци, Пољопривредни факултет.
- Raheman H., Singh U. (2003): A sensor for flow seed metering mechanisms. IE (I) Journal-AG, 84: 6-8.
- Републички хидрометеоролошки завод (2017): Метеоролошки годишњак. Република Србија. http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_godis_njaci.php
- Rehm G., Lamb J., Bredehoeft M. (2007): A look at seed-safe applications on fluids. Fluid Journal, 14-16.
- SAH Electronic (2016): Yueqing Qianwei Electric Co. Ltd. G18-3A30PA fotoelektrični senzor. <http://www.sah.co.rs/g18-3a30pa.html>
- Семенченко В., Радосављевић М., Терзић Д., Милашиновић-Шеремешкић М., Мојовић Л., Младеновић-Дринић С. (2015): Утицај хибрида кукуруза на принос биоетанола и квалитет суве кукурузне цибре. Селекција и семенарство, 21(2), 11-22.
- Сечански М., Живановић Т., Васиљевић С. (2007): Наслеђивање особина хибрида силажног кукуруза. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, 44 (1): 193-206.
- Sečanski M., Živanović T., Todorović G. (2005): Komponente genetičke varijabilnosti i heritabilnost broja redova zrna silažnog kukuruza. Biotechnology in Animal Husbandry, 21(1-2): 109-121.
- Sinfielda J.V., Fagermana D., Colic O. (2010): Evaluation of sensing technologies for on-the-go detection of macro-nutrients in cultivated soils. Computers and Electronics in Agriculture, 70(1): 1-18.
- Смајилаговић Ј., Савовић А., Нешић Д., Маленковић М., Здравковић С. (2012): Сезонски билтен – Климатолошка анализа лета 2012. године за Србију. www.hidmet.gov.ra/ciril/meteorologija/klimatologija_produkta.php.
- Спасојевић Б., Станаћев С., Старчевић Љ., Маринковић Б. (1984): Посебно ратарство I (Увод, жита и зрнене махуњаче), допуњено и измењено издање, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
- Staggenborg S. A., Taylor R. K, Maddux L. D. (2004): Effect of planter speed and seed firmers on corn stand establishment. Power & Machinery Division of ASAE, Vol. 20(5): 573–580.

- Stanačev V., Savić S., Kovčín S., Starčević Lj., Latkovska M., Latković D. (2000): Uticaj đubrenja na hemijske karakteristike zrna i prinos odabranih NS hibrida kukuruza. *Acta periodica Tehnologica*, 31: 207-212.
- Старчевић Љ. (1993): Примењена технологија и временски услови у производњи кукуруза у 1992. години. Зборник радова, Пољопривредни факултет - Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, 21: 7-21.
- Старчевић Љ., Латковић Д. (2006): Повољна година за рекордне приносе кукуруза. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, 42(2): 299-310.
- Starčević Lj., Latković D., Crnobarac J. (2000): Hybrid specificity in nitrogen utilization. *Genetika, maize and breeding at the end of the 20th Century*, 32(3): 407-418.
- Starčević Lj., Latković D., Crnobarac J., Marinković B. (2002): A permanent trial with organic and mineral fertilizers in monoculture and two-crop rotation as a basis of sustainable maize production. *Arch. Acker-Pfl. Boden*, 48: 557-563.
- Старчевић Љ., Маринковић Б., Рајчан И. (1991): Улога неких агротехничких мера у производњи кукуруза са посебним освртом на године са неповољним временским условима. Зборник радова XXV Семинара агронома, Пољопривредни факултет - Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, 19: 415 - 424,.
- Shafi M., Bakht J., Ali S., Khan H., Khan M.A., Sharif M. (2012): Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 44: 691-696.
- Scharf P.C. (1999): On-farm starter fertilizer responses in no-till corn. *J. Prod. Agric.*, 12: 692-695.
- Tang H., Huang Y.Q., Yan J.B., Liu Z.H., Tang J.H., Zheng Y.L., Li J.S. (2004): Genetic analysis of yield traits with elite maize hybrid. *Acta Agronomica Sinica*, 30(9): 922-926.
- Teejet (2017): Rasprskivač sa prorezom XR 8002VS, XR 8004VS. <https://www.teejet.com>
- Тодоровић Ј., Лазић Б., Комљеновић И., Ненадић Н., Ђуровка М., Јањић В. (2003): Ратарско-повртарски приручник. Глифомарк.
- Томић М. (2005): Опрема мотора. Универзитет у Београду, Машински факултет.
- Turan J., Višacki V., Sedlar A., Mehandžić Stanišić S., Findura P., Burg P. (2014): Sowing quality indicators for a seed drill with overpressure. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 62(6): 1487-1492.

- Turan J., Findura P., Zemanek P., Bugarin R., Sedlar A. (2011): Parametri setve kukuruza različitim setvenim mehanizmima. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 37(3): 277-282.
- Uzoho B.U., Osuji G.E., Onweremadu E.U., Ibeawuchi I.I. (2010): Maize (*Zea mays* L) response to phosphorus and lime on gas flare affected soils. *Life Science Journal*, 7: 77-82.
- Урошевић М., Димитријевић А. (2016): *Машине за примену пестицида*. Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.
- Filipović M. (1991): Path coefficient - Analiza za prinos zrna i komponente prinosa srednje ranih hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). *Arhiv za poljoprivredne nauke*, Beograd, 52(185): 95-101.
- Findura P., Turan J., Jobbágy J., Angelović M. (2012): Influence of the physical attributes of seeds on the sowing quality within selected sowing mechanism. *Cont. Agr. Engng.* 38(1): 1-8.
- FitoFert Starter (2017): Hemijski sastav đubriva. <http://www.fitofert.com/>
- Fulton J.P. (2003): A spatial model for evaluating variable-rate fertilizer application accuracy. *Doctoral Dissertations, University of Kentucky*, pages: 248. http://uknowledge.uky.edu/gradschool_diss/248.
- Hajabbasi M.A., Schumacher T.E. (1994): Phosphorus effects on root growth and development in two maize genotypes. *Plant and Soil*, 158: 39-46.
- Hamidi A., Khodabandeh N., Dabbagh Mohammady-Nasab A. (2010): Plant density and nitrogen effects on some traits of maize (*Zea mays* L.). *Plant Ecophysiology*, 2: 47-52.
- Hassan A.M., Chude V.O., Ibrahim S.A., Nnwanko P.C. (2007): Effect of hydrated lime on the growth of maize at Federal Capital Territory, Abuja. *International Journal of Agricultural Research*, 2: 495-499.
- Hergert G.W., Wortman C.S., Ferguson R.B., Shapiro C.A., Shaver T.M. (2012): Using starter fertilizer for corn, grain sorghum, and soybeans. *University of Nebraska-Lincoln. NebGuide. G361*.
- Hoelt R. (2000): Will starter fertilizer increase corn yield? *University of Illinois Extension. The Bulletin*.
- Castro G.S.A., Crusciol C.A.C. (2013): Effects of superficial liming and silicate application on soil fertility and crop yield under rotation. *Geoderma*, 195-196: 234-242.
- Chattha H.S., Zaman Q.U., Chang Y.K., Read S., Schumann A.W., Brewster G.R., Farooque A.A. (2014): Variable rate spreader for real-time spot-application of

granular fertilizer in wild blueberry. *Computers and Electronics in Agriculture*, 100: 70-78.

Šestić S., Glintić M., Manojlović S. (1969) Interpretation of the results of soil analysis. In: *Handbook for systematic control of soil fertility and fertilizers use*. Center for the Improvement of Agricultural Production in Serbia - Professional Board for Control of Soil Fertility and the Use of Mineral Fertilizers, Belgrade, Serbia, 67-80.

Шкрбић Н., Малиновић Н., Меши М., Механџић Р. (1997): Резултати испитивања и искуства у малч и директној сетви кукуруза. *Савремена пољопривредна техника*, 23(3): 111-118

Шупут М., Ђорђевић В., Недић М. (1979): Утицај повећане количине азота на неке особине клипа и зрна кукуруза. *Архива за пољопривредне науке*, Београд, 32(118): 3-13.

Yang L., Bingxin Y., Yiming Y., Xianto H., Quanwei L., Zhije L., Xiaowei Y., Tao C., Dongxing Z. (2016): Global overview of research progress and development of precision maize planters. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9(1): 9-26.

Yang L., He X., Cui T., Zhang D., Shi S. (2015): Development of mechatronic driving system for seed meters equipped on conventional precision corn planter. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(4): 1-9.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани Милан С. Дражић

Број индекса 24/09

Изјављујем

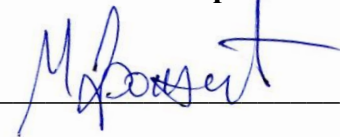
да је докторска дисертација под насловом:

РАЗВОЈ И ОПТИМИЗАЦИЈА НОВОГ ЕЛЕКТРОНСКОГ УРЕЂАЈА ЗА АУТОМАТСКУ КОНТРОЛУ УНОШЕЊА ТЕЧНОГ СТАРТНОГ ЂУБРИВА У СЕТВИ КУКУРУЗА

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена докторска дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис докторанда



Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије
докторске дисертације**

Име и презиме аутора Милан С. Дражић

Број индекса.. 24/09

Студијски програм Пољопривредне науке – модул: Пољопривредна техника

Наслов докторске дисертације

**РАЗВОЈ И ОПТИМИЗАЦИЈА НОВОГ ЕЛЕКТРОНСКОГ
УРЕЂАЈА ЗА АУТОМАТСКУ КОНТРОЛУ УНОШЕЊА
ТЕЧНОГ СТАРТНОГ ЂУБРИВА У СЕТВИ КУКУРУЗА**

Ментор др Александра Димитријевић, ванредни професор

Потписани Милан С. Дражић

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, _____

Потпис докторанда



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

РАЗВОЈ И ОПТИМИЗАЦИЈА НОВОГ ЕЛЕКТРОНСКОГ УРЕЂАЈА ЗА АУТОМАТСКУ КОНТРОЛУ УНОШЕЊА ТЕЧНОГ СТАРТНОГ ЂУБРИВА У СЕТВИ КУКУРУЗА

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

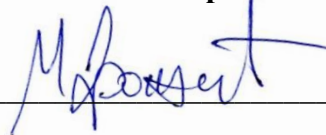
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на крају).

У Београду, _____

Потпис докторанда



1. Ауторство - Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Милан С. Дражић рођен је 06.04.1984. године у Аранђеловцу, где је завршио основну школу и гимназију, природно-математички смер, са одличним успехом. Дипломирао је 2009. године на Пољопривредном факултету у Земуну на одсеку за Пољопривредну технику.

Засновао је радни однос на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду 2009. године као сарадник у настави. У звање асистента на Катедри за Пољопривредну технику изабран је 2010. године. Учесник је пројекта TR31051 „Унапређење биотехнолошких поступака у функцији рационалног коришћења енергије, повећања продуктивности и квалитета пољопривредних производа“ финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Као асистент изводи наставу на следећим предметима на основним академским и мастер студијама на Пољопривредном факултету у Београду: *Основе пољопривредне технике, Технологије одржавања, Практична обука и Основи ергономије у пољопривреди* на Одсеку за Пољопривредну технику и *Механизација пољопривреде* на Агроекономском одсеку.