



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ**  
**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**  
Департман за ратарство и повртарство



**Кандидат:**

**Бајић Ивана**

**дипл. инж.**

**Ментор:**

**др Боривој Пејић**

**редовни професор**

**УТИЦАЈ НАВОДЊАВАЊА НА  
ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈУ И ПРИНОС  
КУКУРУЗА**

**Мастер рад**

**Нови Сад, 2017.**

## **Комисија за оцену и одбрану мастер рада:**

---

др Боривој Пејић, ментор  
редовни професор за ужу научну област, Ратарство и повртарство  
Пољопривредни факултет, Нови Сад

---

др Јован Црнобарац, председник комисије  
редовни професор за ужу научну област Ратарство и повртарство  
Пољопривредни факултет, Нови Сад

---

др Ксенија Мачкић, члан комисије  
доцент за ужу научну област Ратарство и повртарство  
Пољопривредни факултет, Нови Сад

## САДРЖАЈ

1.	<b>УВОД</b>	1
2.	<b>ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА</b>	6
3.	<b>МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА</b>	7
4.	<b>УСЛОВИ ИЗВОЂЕЊА ОГЛЕДА</b>	11
4.1.	ФИЗИЧКЕ И ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ЗЕМЉИШТА	11
4.2.	КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА	13
4.2.1.	Падавине и температура ваздуха	13
5.	<b>РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ</b>	15
5.1	ПРИНОС И КОМПОНЕНТЕ ПРИНОСА КУКУРУЗА	15
5.1.1.	Принос кукуруза	15
5.1.2.	Комоненте приноса кукуруза	17
5.1.2.1.	Маса клипа кукуруза	18
5.1.2.2.	Маса зрна по клипу	19
5.1.2.3.	Маса 1000 зрна	20
5.2.	МОРФОЛОШКЕ ОСОБИНЕ БИЉАКА	22
5.2.1.	Висина биљака и висина клипа кукуруза	23
5.2.2.	Дужина и пречник клипа кукуруза	25
5.3.	УТРОШАК ВОДЕ НА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈУ КУКУРУЗА	26
5.3.1.	Ефикасност искоришћености воде додате наводњавањем и воде утрошене на евапотранспирацију кукуруза	31
6.	<b>ЗАКЉУЧАК</b>	30
	ЛИТЕРАТУРА	32

## УТИЦАЈ НАВОДЊАВАЊА НА ПРИНОС И ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈУ КУКУРУЗА

### РЕЗИМЕ

Оглед са наводњавањем кукуруза изведен је 2016 године на огледном пољу Института за ратарство и повртарство из Новог Сада на огледној парцели у Бачком Петровцу, на земљишту типа карбонатни чернозем лесне терасе. Кукуруз је наводњаван системом кап по кап са постављеним латералима у сваком реду. У огледу су анализирана два хибрида кукуруза NS-4030 и NS-6030. Време заливања је одређивано методом водног биланса применом референтне евапотранспирације ( $E_{T_0}$ ) и коефицијента културе ( $k_c$ ). Наводњавање, са заливном нормом од 40 mm, је обављано када је лакоприступачна вода из слоја земљишта до 40 cm била утрошена од стране биљака.

Повољни временски услови условили су да разлике у приносу зрна кукуруза између наводњаване варијанте и варијанте без наводњавања, код оба хибрида, нису биле статистички значајне (NS-6030 13,93 t ha<sup>-1</sup>/13,07 t ha<sup>-1</sup>, NS-4030 11,79 t ha<sup>-1</sup>/12,34 t ha<sup>-1</sup>).

Утрошак воде на евапотранспирацију кукуруза у условима наводњавања ( $E_{T_m}$ ) код хибрида NS-6030 износио је 497 mm, а на контролној ненаводњаваној варијанти ( $E_{T_a}$ ) 343 mm, а код хибрида NS-4030 488 mm ( $E_{T_m}$ ), односно 329 mm ( $E_{T_a}$ ).

**Кључне речи:** кукуруз, наводњавање, принос, евапотранспирација

## **EFFECT OF IRRIGATION ON YIELD AND EVAPOTRANSPIRATION OF MAIZE**

### **SUMMARY**

The experiment with irrigated corn was conducted at Bački Petrovac experimental field of Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad on the calcareous chernozem soil on the loess terrace in 2016. Maize hybrids NS 4030 and NS 6030 were used for the trials. The plants were drip irrigated with a lateral row per plant row. Irrigation was scheduled on the basis of water balance method using reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) and crop coefficients ( $k_c$ ). Irrigation with the rate of 40 mm started when the readily available water in the soil layer of 40 cm was completely absorbed by plants.

Favorable weather conditions have caused the differences in the yield of corn grain between irrigated variants and non-irrigation, in both hybrid, were not statistically significant (NS-6030 13,93 t ha<sup>-1</sup>/13,07 t ha<sup>-1</sup>, NS-4030 11,79 t ha<sup>-1</sup>/12,34 t ha<sup>-1</sup>).

Evapotranspiration rate in irrigation conditions ( $ET_m$ ) and in rainfed control variant ( $ET_a$ ) for hybrids NS 6030 and NS 4030 were 497 mm, 488 mm and 343 mm, 329 mm respectively.

**Key words:** maize, irrigation, yield, evapotranspiration

## 1. УВОД

Кукуруз (*Zea mays*, L.) једна је од најзначајнијих ратарских биљака у свету. По површинама на којима се гајио у свету, у периоду 1995. – 2016. године (око 140 мил. ha), заузимао је треће место, иза пшенице и пиринча. Међутим, по производњи зрна од око 609 мил. t био је на првом месту испред пиринча и пшенице. Кукуруз се у истом периоду у свету гајио на приближно 24% ораничних површина, са учешћем око 30% у производњи зрна и просечним приносом од 4,33 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2016 [www.fao.org](http://www.fao.org)). Још већи значај кукуруз има за нашу земљу, јер се у истом периоду гајио на око 38% ораничних површина, а нарочито у Војводини, где је његово учешће у структури сетве било на 41% ораница или, другим речима, просечне површине за дуги низ година износиле су око 650.000 ha. Просечан принос у периоду од 1997. – 2016. год. био је око 5,0 t ha<sup>-1</sup>, а варирао је у широком распону од 2,94 – 6,44 t ha<sup>-1</sup> (Статистички годишњак Србије, 2016) и био је у корелацији, пре свега, са количином и распоредом падавина.

Климатско подручје Војводине одликује се променљивошћу метеоролошких услова у појединим годинама. То се посебно односи на падавине које по годинама варирају како по количини тако и по распореду. Ако сушу дефинишемо као недовољно снабдевање биљака водом, када је потенцијална евапотранспирација већа од стварне, без обзира на узроке тој појави, онда је очигледно да је суша у нашим климатским условима редовна појава, јавља се сваке године и оставља мање или веће последице на приносе гајених биљака. Уколико се у условима наводњавања на заливним системима у Војводини елиминише природни дефицит воде, у периоду вегетације кукуруза, постижу се високи и стабилни приноси. Међутим, бројни су произвођачи који остварују приносе испод могућности у условима наводњавања. Најчешћи узрок је примена нерационалног заливног режима, најчешће препуштање заливног режима стихији и тренутним одлукама без одређеног критеријума. Ефекат наводњавања на повећање приноса кукуруза зависи од временских услова године, пре свега од количине и распореда падавина. У сушним

годинама ефекат може бити врло висок, а у влажним врло скроман или изостаје (Бошњак и Пејић, 1998, Пејић, 2000, Рејић et al., 2011, Рејић et al., 2016).

У последње време наводњавање капањем (Сл. 1) заузима све веће површине и у ратарској производњи због бројних предности у односу на наводњавање вештачком кишом (Сл. 2). Предности се односе на већу ефикасност и униформност воде која се додаје наводњавањем, мањи утрошак енергије у односу на системе за наводњавање кишењем који користе притисак за дистрибуцију воде, мања могућност испирања хранива у слојеве земљишта испод активне ризосфере биљака, губици воде испаравањем са навлажених биљака не постоје, нема утицаја ветра на распоред воде додате наводњавањем. Rodrigues et al. (2013) истичу предности наводњавања капањем у односу на кишење у производњи кукуруза у агроеколошким условима Португалије. Предности се односе пре свега на уштеду и ефикасније коришћење воде додате наводњавањем. Vozkurt et al. (2006) указују и на друге предности капања као начина наводњавања а односе се на мањи утрошак радне снаге, могућност наводњавања парцела неправилног облика, мању употребу ђубрива и других агрохемикалија у биљној производњи.



Слика 1. Наводњавање кукуруза капањем



Слика 2. Наводњавање кукуруза кишењем

Основу рационалног наводњавања представља познавање вредности потенцијалне евапотранспирације (ЕТР), односно потреба биљака за водом. Без обзира који заливни режим примењујемо у производњи гајених биљака, основно је да се током вегетационог периода одржава оптимална влажност земљишта, да су биљке увек обезбеђене лакоприступачном водом, да је троше на нивоу својих потреба, односно потенцијалне евапотранспирације.

О значају потенцијалне евапотранспирације говори податак да је још 1699. године Woodward покушао да утврди количину воде коју биљке троше у току вегетације (Woodward, 1699). Први озбиљнији експерименти везани за ЕТР изведени су 1847. године у Rothamsted-у у Енглеској, а нарочито интензивна истраживања обављена су у Немачкој у периоду 1860. – 1880. године од стране Hillriegel-a, Wolly-a и Haberland-a и у САД у Тексасу, Вашингтону и Небраски од стране Briggs-a, Lyman-a, Belza and Shantz-a 1910. – 1911. године (Montgomery, 1911). Интересовање за ЕТР несмањено је и данас што потврђује много нових модела са основним циљем да се ове вредности што прецизније одреде.



Потрошња воде од стране биљака је сложен биофизички процес, који зависи од комплексног деловања бројних чинилаца, пре свега, од обезбеђености биљака водом, услова спољне средине, биљне врсте, земљишта и његових водно-физичких особина. У условима наводњавања може се обезбедити оптимално снабдевање биљака водом, да је троше на нивоу својих потреба и енергетских услова средине за постизање максималних приноса. Значи, да би се уопште могло прићи реализацији било какве идеје о интензивном коришћењу агроеколошких услова или разради нових поступака за заливни режим гајених биљака, немогуће је било шта покушати без познавања правих вредности потреба биљака за водом, односно потенцијалне евапотранспирације (ЕТР). Обично се сматра да је кукуруз отпоран према суши и да економично троши воду. Међутим, пошто ствара велику вегетативну масу, даје високе приносе, има дугачак вегетациони период у току пролећно-летњих, топлих месеци, кукуруз троши велике укупне количине воде. ЕТР кукуруза у агроеколошким условима Војводине износи 470 – 540 mm (Бошњак, 1982, Пејић, 2000), а таква вероватноћа обезбеђености падавинама је само 4 – 5%, што значи да се не може очекивати реализација генетског потенцијала, иначе врло родних хибрида кукуруза, јер количина падавина условљава фитоклиматски ниво приноса и неоспорно је да пољопривреди Војводине недостаје вода као покретач осталих фактора производње (Вучић, 1976).

У климатским условима Војводине утврђена је висока корелација између ЕТР гајених биљака и средње дневне температуре ваздуха, што потврђује да се температура ваздуха може поуздано користити као основа за обрачун потреба биљака за водом. Ако се као основа за обрачун потреба биљака за водом користи температура ваздуха онда се биоклиматски коефицијент назива хидрофитотермички индекс (Вучић, 1971). Хидрофитотермички индекси показују колико воде троше биљке на евапотранспирацију (mm, m<sup>3</sup>/ha) за сваки степен средње дневне температуре ваздуха. Вредности хидрофитотермичких индекса за кукуруз изnose 0,11 мај, 0,18 јун, јул и август, 0,11 септембар (Бошњак, 1982).

Почетком 70-их година прошлог века FAO (Food Agriculture Organization) група експерата предлаже да се потребе биљака за водом одређују индиректним путем, преко референтне евапотранспирације (ЕТо) и коефицијената културе (кс). Референтна евапотранспирација (ЕТо) представља евапотранспирацију са хипотетичке референтне

културе претпостављене висине 0,12 m, сталног површинског отпора  $70 \text{ s m}^{-1}$  и са албедом од 0,23, која је блиска евапотранспирацији са велике површине покривене зеленом травом у фенофази активног раста, у условима без недостатка лакоприступачне воде. Бројни радови показују да је Penman-Monteith метода (чија се прва верзија појавила 1965. године, а нова FAO-56-Penman-Monteith модификована метода је у употреби од 90 – их година) у складу са новом дефиницијом референтне културе, да је поуздана у свим климатским условима и за све временске периоде прорачуна и зато је она од стране FAO организације предложена као стандардна за обрачун ETo. Хидрометеоролошки завод Србије за практичне потребе даје дневне вредности ETo за главне метеоролошке станице обрачунате методом Hargreaves-a (Hargreaves et al., 1985) којој је због једноставности обрачуна и високе корелације са резултатима добијеним Penman-Monteith методом дата предност. Вредности коефицијента културе за кукуруз износе 0,3-0,5 мај, 0,7-0,85 јун, 1,05-1,2 јул, 0,8-0,9, август, 0,5-0,6 септембар.

Обрачуном коефицијента искоришћености воде у односу на воду утрошену евапотранспирацијом (  $E_{T_{wue}}$  ) може се добити реалнија оцена ефекта наводњавања, односно спроведеног заливног режима. Arnon (1975) указује да принос гајене биљне врсте зависи од утрошка воде на евапотранспирацију, па према томе сви фактори који утичу на повећање приноса, односно смањење евапотранспирације повољно утичу на ефикасност искоришћавања воде.

Још јаснија оцена ефекта наводњавања и спроведеног заливног режима може се добити обрачуном коефицијента искоришћености воде додате наводњавањем ( $I_{wue}$ ). Уколико заливни режим није усклађен са потребама биљака за водом и воднофизичким особинама земљишта, ефекат наводњавања може изостати. Howell (2001) указује на чињеницу да вредности  $I_{wue}$  расту са смањењем количине воде додате наводњавањем уз услов да се дефицит лакоприступачне воде не јави ни у једном подпериоду вегетације гајене биљне врсте.

## 2. ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА

Циљ истраживања је био да се утврди ефекат наводњавања на принос, компоненте приноса, морфолошке особине и утрошак воде на евапотранспирацију кукуруза у условима наводњавања капањем. Такође, упоредиће се вредности утрошене воде на евапотранспирацију кукуруза са утврђеним вредностима из претходних истраживачких периода. Посебно ће се анализирати коефицијенти ефикасности искоришћености воде додате наводњавањем (Irrigation water use efficiency – Iwue) и воде утрошене на евапотранспирацију биљака (Evapotranspiration water use efficiency ETwue) да би се добила јасна оцена ефекта наводњавања и реализованог режима заливања на принос кукуруза. Добијени резултати имаће значајну научну и практичну вредност у реализацији рационалног заливног режима кукуруза у циљу добијања високих и стабилних приноса ове биљне врсте који оправдавају уложена материјална средства у заливне системе.

### 3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Оглед са наводњавањем кукуруза изведен је 2016. године на огледном пољу Института за ратарство и повртарство из Новог Сада у Одељењу за алтернативне биљне културе у Бачком Петровцу, на земљишту типа карбонатни чернозем лесне терасе. Предусев кукурузу је била пшеница. Основна обрада земљишта обављена је 14. XI 2015. године. Предсетвена припрема изведена је непосредно пре сетве кукуруза, 19. IV 2016. године. Предсетвено ђубрење је обављено са 400 kg ha<sup>-1</sup> NPK 15:15:15, а прихрана азотним ђубривом KAN са 200 kg ha<sup>-1</sup>. У огледу су била заступљена два хибрида NS-4030 и NS-6030 Института за ратарство и повртарство из Новог Сада. Кукуруз је наводњаван системом кап по кап са латералима у сваком реду, размаком капљача од 10 cm и протоком капљача 1,4 l h<sup>-1</sup> (Сл. 3). У огледу је била заступљена и контролна, ненаводњавана варијанта. Оглед је био изведен у три понављања на основној парцели од 25 m<sup>2</sup> (3 реда x 12 m). Међуредна обрада и окопавање су урађени 21. маја, а корекција корова такође окопавањем 13. јуна. Кукуруз је достигао технолошку зрелост 2. септембра код хибрида NS-4030, односно 6. септембра код хибрида NS-6030, а берба кукуруза је обављена ручно 6. X 2016. године. Обављена су четири заливања, прво 22. јуна са заливном нормом од 30 mm, друго 6. јула са заливном нормом од 40 mm, треће 12. јула са заливном нормом од 20 mm и четврто 28. јула са заливном нормом од 40 mm, односно наводњавањем је обезбеђено 130 mm воде (Граф. 1).



Слика 3. Оглед са наводњавањем кукуруза (десно) системом кап по кап (ориг. Пејић, Б.)

Време заливања је одређивано методом водног биланса применом коефицијената културе ( $k_c$ ) и референтне евапотранспирације ( $ET_0$ ). Свакодневно је билансиран садржај лакоприступачне воде у слоју земљишта до 40 cm. Када су резерве лакоприступачне воде сведене на минимум приступало се заливању. Количине падавина су добијене са метеоролошке станице Бачки Петровац која се налази у непосредној близини огледне парцеле. У случају падавина већих од капацитета земљишта за лакоприступачну воду у слоју до 40 cm, обрачуната је и процеђена вода у дубље слојеве земљишта. Обрачун референтне евапотранспирације ( $ET_0$ ) урађен је Hargreaves-овом методом (Hargreaves et al., 1985).

$$ET_0 = 0.0023(T_m + 17.8)(\sqrt{T_{\max} - T_{\min}})R_a$$

$ET_0$  – референтна евапотранспирација ( $\text{mm dan}^{-1}$ ),  
 $T_m$  – средња дневна температура ваздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ),  
 $T_{\max}$  – максимална дневна температура ваздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ),  
 $T_{\min}$  – минимална дневна температура ваздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ),  
 $R_a$  - ехстратерестричка радијација ( $\text{W m}^{-2}$ )

Дневне вредности ЕТо су преузимане са сајта Хидрометеоролошког завода Србије ([http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/agro\\_evapotranspiracija.php](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/agro_evapotranspiracija.php)).

За обрачун дневног утрошка воде на евапотранспирацију коришћени су коефицијенти културе који за кукуруз износе 0,3-0,5 за мај, 0,7-0,85 за јун, 1,05-1,2 за јул, 0,8-0,9 за август, 0,5-0,6 за септембар. Вредности коефицијената културе у појединим месецима су зависиле од средње дневне температуре ваздуха (мај  $0,3 < 15,1$  °C,  $0,4 - 15,1 - 18,3$  °C,  $0,5 > 18,3$  °C)

$$ETP_d = ET_o k_c$$

$ETP_d$  = дневни утрошак воде на потенцијалну евапотранспирацију (mm)

$k_c$  = коефицијент културе

Ефикасности искоришћености воде додате наводњавањем (Irrigation water use efficiency  $I_{wue}$ ) и воде утрошене на евапотранспирацију биљака (Evapotranspiration water use efficiency  $ET_{wue}$ ) обрачунате су поступком Bos-a (Bos, 1985).

$$I_{wue} = \frac{Y_m - Y_a}{I}$$

$$ET_{wue} = \frac{Y_m - Y_a}{ET_m - ET_a}$$

$Y_m$  – принос зрна у условима наводњавања

$Y_a$  - принос зрна у условима без наводњавања

$ET_m$  – евапотранспирација у условима наводњавања (mm)

$ET_a$  - евапотранспирација у условима без наводњавања (mm)

$I$  – количина воде додате наводњавањем (норма наводњавања) (mm)

Анализа морфолошких особина биљака урађена је мерењем непосредно на парцели у млечно воштаној зрелости, а морфолошке особине клипа кукуруза и компоненте приноса су урађене, након бербе, у Лабораторији за анализу биљног материјала Пољопривредног факултета у Новом Саду. Принос кукуруза је мерен на основној парцели ( $25 \text{ m}^2$ ) и прерачунат у  $\text{t ha}^{-1}$  у односу на влажност зрна од 14%. Влажност зрна је утврђена термогравиметријски сушењем узорака у сушници.

Статистичка обрада података је урађена анализом варијансе двофакторијалног огледа, а тестирање добијених резултата урађено је LSD тестом.

Иста слова у графиконима указују да разлике у испитиваним својствима нису статистички значајне, а различита слова указују на статистичку значајност.

## 4. УСЛОВИ ИЗВОЂЕЊА ОГЛЕДА

### 4.1. ФИЗИЧКЕ И ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ЗЕМЉИШТА

Оглед је постављен на земљишту типа чернозем, подтип на лесу и лесоликим седиментима, варијетет карбонатни, форма средње дубоки (Сл. 4).

Чернозем покрива највеће површине у Војводини. На релативно дубоком пресеку карбонатног чернозема јасно се издваја од површине ка дубини, прво, акумулативно-хумусни А хоризонт, најчешће до дубине 65-80 cm. Испод њега налази се прелазни АС хоризонт дубине 40-50 cm, што укупно чини 105-130 cm. Испод те дубине појављује се матични супстрат лес, као С хоризонт. На основу изгледа пресека профила може се закључити да је карбонатни чернозем Војводине педолошка творевина типа А-АС-С типа (Живковић и сар., 1972).

Карбонатни чернозем лесне терасе је по механичком саставу тежа иловача са 18-28% глине, мрвичасто-грудвасте структуре, са врло добрим системом пора и стабилним структурним агрегатима, што омогућује добро пропуштање и процеђивање сувишне воде, односно повољан водни, ваздушни и топлотни режим.

Реакција земљишта је слабо алкална у целом профилу, а у доњим хоризонтима алкалност се повећава као последица већег садржаја креча.

Садржај хумуса опада са дубином. Органска материја и хумус повољно утичу на способност земљишта да задржава воду, побољшава структуру, повећава стабилност структурних агрегата и побољшава снабдевање биљака водом. До смањења садржаја хумуса у војвођанским земљиштима долази услед нерационалног газдовања и нередовног ђубрења органским ђубривима.

Садржај СаСО<sub>3</sub> правилно расте са дубином услед испирања из горњих слојева. У ораничном слоју га има око 6%, а у зони таложења и преко 30% (Вучић, 1964). Тренд



испирања карбоната из војвођанског чернозема се и даље наставља, што потврђују резултати Бићанића (1988), који је утврдио садржај  $\text{CaCO}_3$  у ораничном слоју од само 1,95%, а у зони таложења преко 32%.

Садржај укупног азота и лако приступачног калијума опада са дубином, уз добру обезбеђеност у активном делу профила. Према истраживању Живковића и сар., (1972), природне залихе лакоприступачног фосфора су ниске, тако да је оранични хоризонт средње обезбеђен, подоранични слој је слабо обезбеђен, а на већим дубинама скоро нестаје.

На основу изнетих резултата, може се закључити да је чернозем природно богато и плодно земљиште. Осцилације у висини приноса су узроковане сушом, једностраним коришћењем и недовољном агротехником. На чернозему треба спроводити комплексне агротехничке мере укључујући и наводњавање, што обезбеђује да ово земљиште буде највиших производних способности.



Слика 4. Профил карбонатног чернозема лесне терасе  
(ориг. Белић, М.)

## 4.2. КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА

Приликом анализе добијених резултата истраживања, неопходно је анализирати климатске чиниоце који условљавају раст и развиће кукуруза током вегетационог периода.

Најбитнији метеоролошки елементи су падавине и температура ваздуха. Подаци о падавинама и температури ваздуха добијени су са метеоролошке станице Бачки Петровац која је налази у непосредној близини огледне парцеле.

### 4.2.1. Падавине и температура ваздуха

Од климатских чинилаца, падавине и температура ваздуха су од посебног значаја за успех биљне производње. Од падавина зависи количина воде у земљишту и оне треба да обезбеде сталан прилив воде у приступачном облику за нормалан раст и развиће биљака. Бошњак и Пејић (1997) указују на високо сигнификантну корелацију између количина падавина у периоду вегетације и количне падавина у летњим месецима (јуну, јулу и августу) са приносом кукуруза у климатским условима Војводине. Такође, утврђена је и високо сигнификантна корелација између температуре ваздуха, приноса и утрошене воде на евапотранспирацију кукуруза (Бошњак, 1982, Пејић, 2000, Рејић et al., 2011). Бројни истраживачи истичу да се детаљном анализом режима падавина и температуре ваздуха може јасно сагледати њихов утицај на производњу кукуруза у датим климатским условима (Sabau et al., 2002, Kovačević et al., 2007). Добијени резултати су посебно важни и могу бити од великог практичног значаја у унапређењу технолошког процеса производње ове биљне врсте.

Дневне падавине, суме месечних падавина, као и средње дневне и средње месечне температуре ваздуха, приказане су на Граф. 1 и Таб. 1.



Графикон 1. Падавине, средња дневна температура ваздуха, заливне норме и време заливања

Табела 1. Суме месечних падавина (mm) и средње месечне температуре ваздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) у вегетационом периоду кукуруза (Метеоролошка станица Бачки Петровац, 2016 год.)

Месец	Падавине	Температура	Вишегодишњи просек падавина (1964-2015)	Вишегодишњи просек температура (1964-2015)
Април	27,6*	12,2*	48,8	11,4
Мај	75,5	17,4	59,6	16,8
Јун	110,3	22,4	85,7	19,9
Јул	65,0	23,2	82,1	22,2
Август	44,8	21,2	66,0	21,6
Септембар	14,5*	19,7*	39,0	16,8
Укупно/Просек	295,5 (337,70)	21,1 (22,8)	293,4 (381,2)	20,1 (18,1)

\*Сума падавина (mm) и средња температура ваздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) за април се односи на период од 19. – 31., а за септембар од 1. – 6.. Зато су за поређење са вишегодишњим вредностима меродавни подаци за период мај-август

## 5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

### 5.1. ПРИНОС И КОМПОНЕНТЕ ПРИНОСА КУКУРУЗА

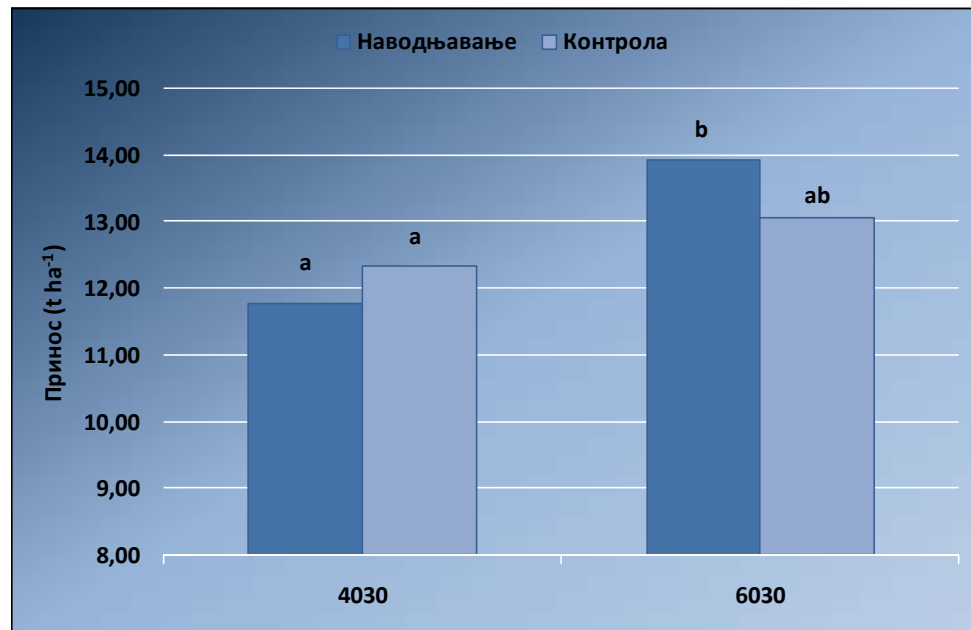
#### 5.1.1. Принос кукуруза

Климатско подручје Војводине одликује се променљивошћу метеоролошких услова у појединим годинама. То се посебно односи на падавине које по годинама варирају како по количини тако и по распореду. Просечна количина падавина у Војводини (1964. – 2015.) износи 598,7 mm, а средња годишња температура 11,2 °C. У периоду вегетације (април-мај) падне 380 mm кише или 63% од укупне количине, а у истом периоду просечна температура ваздуха износи 18,1 °C. Само на основу укупне количине падавина у току вегетације не може се говорити о довољној или недовољној обезбеђености биљака водом. Падавине се морају анализирати и у односу на распоред као и услове за њихову потрошњу. Чињеница да је обезбеђеност падавинама, на нивоу опште потенцијалне евапотранспирације од минимум 100 mm, у јулу и августу само 12%, довољно говори о осетљивости производње кукуруза у климатским условима Војводине.

Временски услови за производњу кукуруза у 2016. години су били на нивоу вишегодишњег просека. То се посебно односи на количину и распоред падавина. У периоду мај-септембар пало је 295,5 mm кише што је равно вишегодишњем просеку за исти период времена (293,4 mm) (Таб. 1). Мале количине падавина у јулу (65,0 mm) условиле су потребу за наводњавањем (100 mm) са циљем да се елиминише дефицит лакоприступачне воде (83 mm) у овом месецу када се кукуруз налазио у фазама метличења и оплодње, најосетљивијем периоду кукуруза у односу на водни стрес. Doorenbos and Kassam (1979) такође истичу да је кукуруз посебно осетљив ако се дефицит воде јави у периоду метличење - почетак наливања зрна. Повољан распоред падавина условио је да

водни режим земљишта и у условима природне обезбеђености биљака водом буде задовољавајући што је утицало да се и у условима без наводњавања добију високи приноси кукуруза (Граф. 2, Таб. 2). Поменута чињеница указује на допунски карактер наводњавања у климатским условима Војводине, односно да падавине после обављених заливања (22. јуна обављено заливање са 30 mm воде, а 28. јуна пало 48,1 mm кише, 12. јула обављено заливање са 20 mm воде, а 16. јула пало 62 mm кише, Графикон 1) умањују ефекат наводњавања на повећање приноса кукуруза и других гајених биљака (Рејић et al., 2009, Рејић et al., 2011).

Принос кукуруза у условима са и без наводњавања приказан је у Табели 2. Повољни временски услови условили су да разлике у приносу зрна кукуруза између наводњаване варијанте и варијанте без наводњавања, код оба хибрида, нису биле статистички значајне (NS-6030 13,93 t ha<sup>-1</sup>/13,07 t ha<sup>-1</sup>, NS-4030 11,79 t ha<sup>-1</sup>/12,34 t ha<sup>-1</sup>, Граф. 2). Утврђени приноси кукуруза су сагласни са резултатима Рејић et al. (2011) који указују на допунски карактер наводњавања у климатским условима Војводине, односно да је у повољним годинама за производњу кукуруза ефекат наводњавања на остварене приносе скроман или потпуно изостаје. Статистички значајно већи принос кукуруза хибрида NS-6030 у односу на хибрид NS-4030 у условима наводњавања (NS-6030 13,93 t ha<sup>-1</sup>/ NS-4030 11,79 t ha<sup>-1</sup>), (Граф. 2), објашњава се дужом вегетацијом и већим потенцијалом за принос хибрида NS-6030. Непостојање статистичке значајности у приносу кукуруза између хибрида различите дужине вегетације (NS-6030 13,07 t ha<sup>-1</sup>/ NS-4030 12,34 t ha<sup>-1</sup>) на варијанти без наводњавања (Граф. 2) објашњавају се водним режимом земљишта условљеним природним падавинама који је више погодовао хибриду NS-4030.



Графикон 2. Ефекат наводњавања на принос кукуруза

### 5.1.2. Компоненте приноса кукуруза

Кукуруз је једнодома биљка са раздвојеним половима. Женска цваст је клип, а мушка метлица. Клип се састоји из задебљаног вретена на коме се у парним редовима налазе класци са женским цветовима. Класци су двоцветни, али је само један од њих фертилан. Велики значај на квалитет зрна, поред крупноће, има и његова маса. Најкрупније, добро испуњено зрно има и највећу масу, али има случајева да крупна зрна имају малу масу услед слабије испуњености ендосперма, јер се између њега и омотача налазе ваздушне шупљине. Маса 1.000 зрна може да варира од 50 – 500 g. Ситна и средње крупна зрна имају масу 1.000 зрна од 50 – 250 g, а крупна од 250 – 500 g.

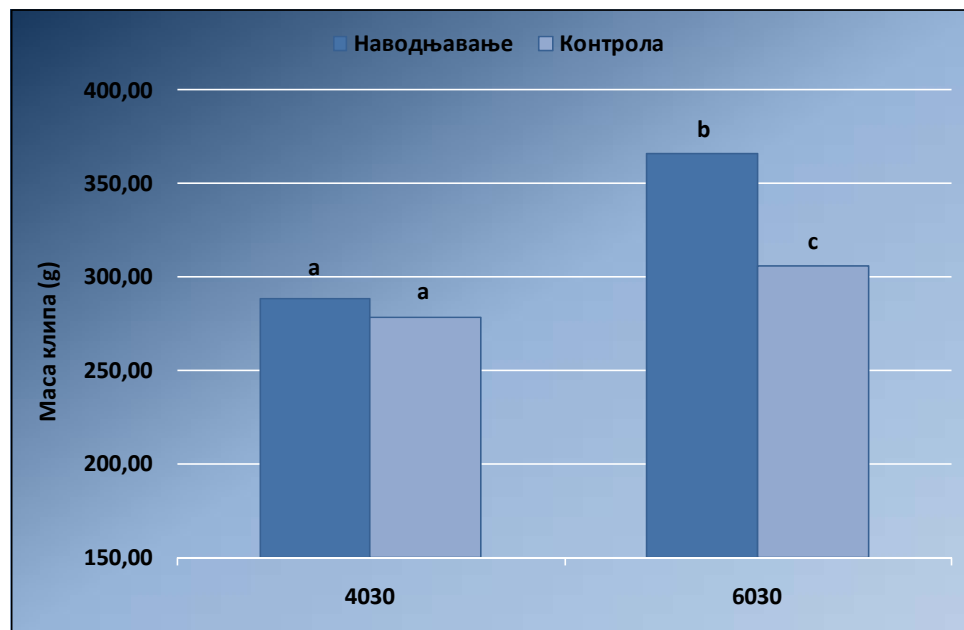
Табела 2. Принос и компоненте приноса кукуруза

Вар.	Хибрид	Пон.	Принос зрна (t ha <sup>-1</sup> )	Маса клипа (g)	Маса зрна по клипу (g)	Маса 1.000 зрна (g)	Број редова по клипу	Број зрна у реду	
Н	4030	1	10,81	282,52	238,98	335,24	16	46	
		2	11,85	303,37	256,66	338,96	16	48	
		3	12,70	278,71	236,16	327,51	16	47	
		<b>просек</b>	<b>11,79</b>	<b>288,20</b>	<b>243,93</b>	<b>333,90</b>	<b>16</b>	<b>47</b>	
	6030	1	13,28	377,51	318,25	482,96	14	47	
		2	14,40	370,88	311,56	465,40	16	47	
		3	14,11	349,08	294,64	462,17	16	46	
		<b>просек</b>	<b>13,93</b>	<b>365,82</b>	<b>308,15</b>	<b>470,18</b>	<b>16</b>	<b>47</b>	
	<b>просек</b>			<b>12,86</b>	<b>327,01</b>	<b>276,04</b>	<b>402,04</b>	<b>16</b>	<b>47</b>
	Ø	4030	1	12,42	289,81	246,07	341,17	16	47
2			11,55	283,38	238,22	329,02	18	45	
3			13,03	260,64	222,62	327,78	18	44	
<b>просек</b>			<b>12,34</b>	<b>277,94</b>	<b>235,63</b>	<b>332,66</b>	<b>18</b>	<b>45</b>	
6030		1	14,01	318,33	266,96	450,66	14	42	
		2	12,27	325,05	271,35	450,83	16	43	
		3	12,93	273,45	228,04	420,05	14	40	
		<b>просек</b>	<b>13,07</b>	<b>305,61</b>	<b>255,45</b>	<b>440,51</b>	<b>14</b>	<b>42</b>	
<b>просек</b>			<b>12,71</b>	<b>291,78</b>	<b>245,54</b>	<b>386,58</b>	<b>16</b>	<b>44</b>	

### 5.1.2.1. Маса клипа кукуруза

Маса клипа кукуруза хибрида NS-6030 у условима наводњавања (365,82 g) била је статистички значајно већа у односу на ненаводњавану варијанту (305,61 g), а код хибрида NS-4030 нису утврђене статистички значајне разлике (288,20 g/ 277,94 g).

Разлике у маси клипа између хибрида различите дужине вегетације биле су статистички значајне на наводњаваној варијанти (NS-6030 365,82 g/NS-4030 288,20 g). На контролној варијанти без наводњавања утврђена је статистички значајно већа маса клипа код хибрида NS-6030 (305,61 g) у односу на хибрид NS-4030 (277,94 g) (Таб. 2, Граф. 3). Разлике између хибрида су условљене њиховим особинама које произилазе из дужине вегетационог периода.



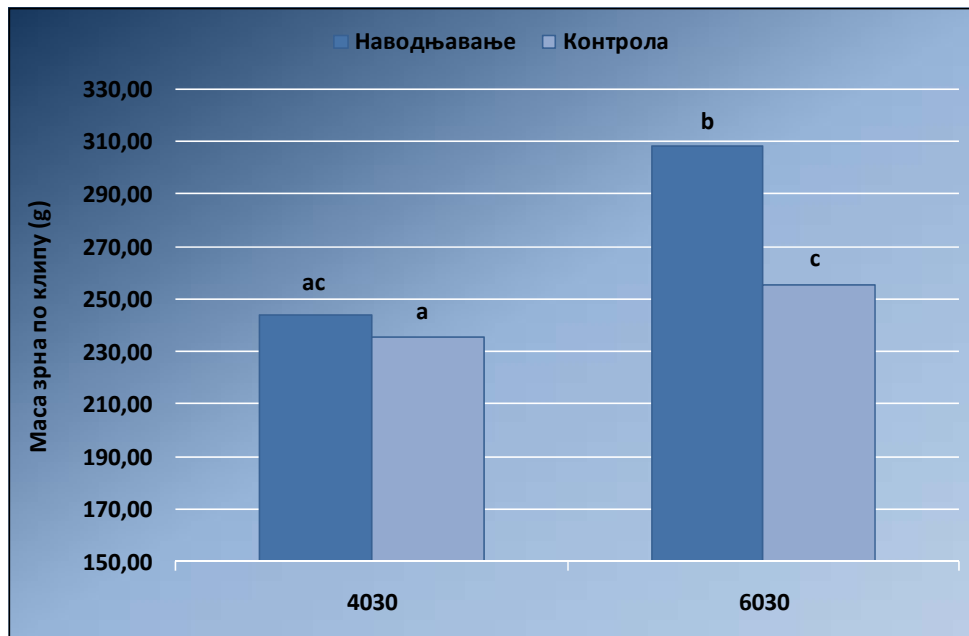
Графикон 3. Ефекат наводњавања на масу клипа

#### 5.1.2.2. Маса зрна по клипу

Маса зрна по клипу хибрида NS-6030 у условима наводњавања (308,15 g) била је статистички значајно већа у односу на ненаводњавану варијанту (255,45 g), а код хибрида NS-4030 нису утврђене статистички значајне разлике (243,93 g/ 235,63 g).

Разлике у маси зрна по клипа између хибрида различите дужине вегетације биле су статистички значајне на наводњаваној варијанти (NS-6030 308,15 g/NS-4030 243,93 g). На контролној варијанти без наводњавања утврђена је статистички значајно већа маса зрна по клипу код хибрида NS-6030 (255,45 g) у односу на хибрид NS-4030 (235,63 g) (Таб. 2, Граф. 4).



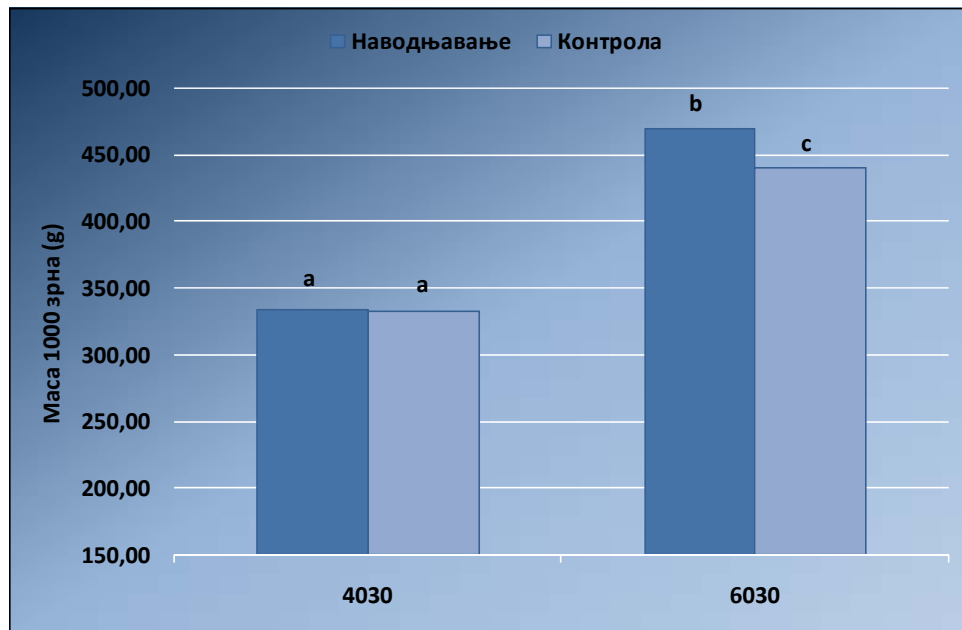


Графикон 4. Ефекат наводњавања на масу зрна по клипу

### 5.1.2.3. Маса 1.000 зрна

Маса 1.000 зрна хибрида NS-6030 у условима наводњавања (470,18 g) била је статистички значајно већа у односу на ненаводњавану варијанту (440,51 g), а код хибрида NS-4030 нису утврђене статистички значајне разлике (333,90 g/ 332,66 g).

Разлике у маси 1000 зрна између хибрида различите дужине вегетације биле су статистички значајне на наводњаваној варијанти (NS-6030 470,18 g/NS-4030 333,90 g). На контролној варијанти без наводњавања утврђена је статистички значајно већа маса 1000 зрна код хибрида NS-6030 (440,51 g) у односу на хибрид NS-4030 (332,66 g) (Таб. 2, Граф. 5).



Графикон 5. Ефекат наводњавања на масу 1.000 зрна

## 5.2. МОРФОЛОШКЕ ОСОБИНЕ БИЉАКА

Стабло кукуруза је цилиндричне форме, ретко се грана у доњем делу, високо, право, глатко, чврсто, релативно дебело, испуњено у средини, обрасло листовима, зелене боје или са нијансама црвенкасте и љубичасте. Диференцијација зачетака стабла на чланке јавља се врло рано, обично после развоја свих клициних листова, тако да висина биљке зависи од броја и дужине чланака, а првенствено од услова који одговарају расту сваког чланка. Издужење стабла иде на рачун интеркаларног раста сваког од чланака, и постепено се преноси ка вршним чланцима. Раст стабла у висину је неравномеран. Највећи пораст постиже се на топлом и влажном дану до 15, па и 20 cm за 24 часа у време изласка метлице из вршног рукавца листа и на почетку метличења. У време почетка цветања клипова завршава се и пораст стабла у висину. Раностасне сорте и хибриди имају краће, а касностасне имају дуже стабло.

На стаблу, у пазуху средњих листова, образују се клипови који представљају цваст бочних скраћених изданака који се развијају из вегетационе купе у пазуху листова. Висина клипа је индикатор ранозрелости или каснозрелости. Најпожељније је да се клипови налазе на средини висине биљке.

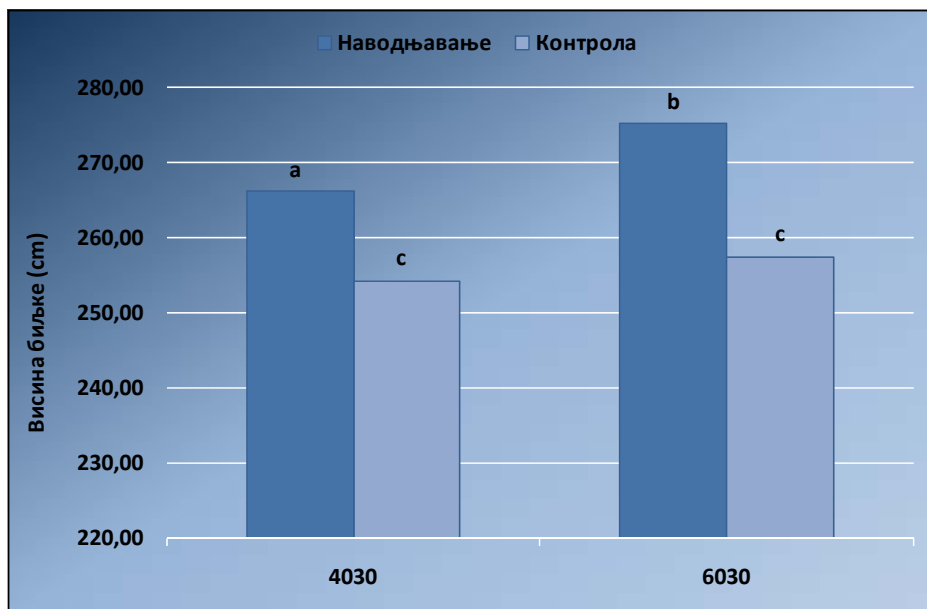
Табела 3. Морфолошке особине кукуруза

Вар.	Хибрид	Пон.	Висина биљке (cm)	Висина клипа (cm)	Пречник клипа (cm)	Дужина клипа (cm)
Н	4030	1	269,00	104,00	4,68	22,42
		2	269,00	105,50	4,82	22,62
		3	260,50	101,00	4,71	22,48
		просек	<b>266,17</b>	<b>103,50</b>	<b>4,74</b>	<b>22,51</b>
	6030	1	278,00	129,00	5,28	22,81
		2	274,00	121,00	5,29	22,36
		3	274,00	122,50	5,29	21,30
		просек	<b>275,33</b>	<b>124,17</b>	<b>5,29</b>	<b>22,16</b>
просек			<b>270,75</b>	<b>126,17</b>	<b>5,02</b>	<b>24,16</b>
Ø	4030	1	253,50	98,50	4,80	22,65
		2	257,50	102,50	4,81	21,79
		3	252,00	103,00	4,76	21,31
		просек	<b>254,33</b>	<b>101,33</b>	<b>4,79</b>	<b>21,92</b>
	6030	1	257,00	117,00	5,09	20,89
		2	263,50	111,50	5,17	20,78
		3	252,00	121,50	4,93	19,31
		просек	<b>257,50</b>	<b>116,67</b>	<b>5,06</b>	<b>20,33</b>
просек			<b>255,92</b>	<b>118,67</b>	<b>4,93</b>	<b>22,33</b>

### 5.2.1. Висина биљака и висина клипа кукуруза

Утврђене су статистички значајне разлике у висини биљака код оба хибрида између наводњаване и варијанте без наводњавања (NS-6030 275,33/ 257,50 cm, NS-4030 266,17/ 254,33 cm).

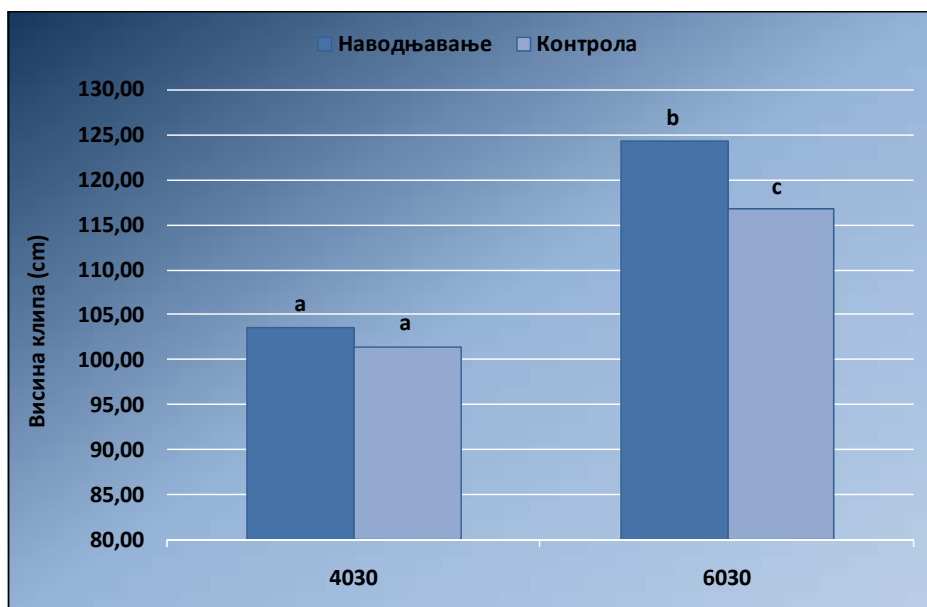
Разлике у висини биљака између хибрида различите дужине вегетације биле су статистици значајне на наводњаваној варијанти (NS-6030 275,33 cm /NS-4030 266,17 cm), а на варијанти без наводњавања нису утврђене статистички значајно веће разлике у висини биљака (NS-6030 257,50 cm/ NS-4030 254,33 cm) (Таб. 3, Граф. 6).



Графикон 6. Ефекат наводњавања на висину биљке

Утврђене су статистички значајне разлике у висини клипа код хибрида NS-6030 између наводњаване и варијанте без наводњавања (124,17/116,67 cm), а код хибрида NS-4030 разлике у висини клипа нису биле статистички значајне (103,50/101,33 cm)

Разлике у висини клипа између хибрида различите дужине вегетације биле су статистици значајне како на наводњаваној (NS-6030 124,17 cm /NS-4030 103,50 cm), тако и на варијанти без наводњавања (NS-6030 116,67 cm/ NS-4030 101,33 cm) (Таб. 3, Граф. 7).



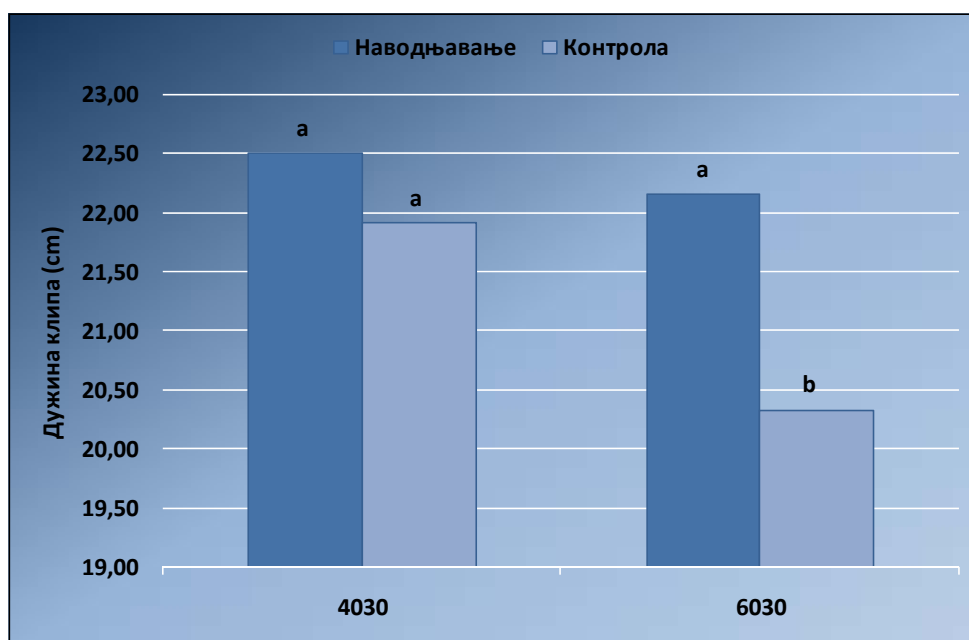
Графикон 7. Ефекат наводњавања на висину клипа

### 5.2.2. Дужина и пречник клипа кукуруза

Дужина клипа може да износи од 8 – 40 cm, дебљина од 3,5 – 7,0 cm и тежина од 200 – 500 g. На вретено клипа (окласак, шапурика), може да отпада 12 – 35%, али је најпожељнији однос у оквиру од 16 – 20%. Дебео окласак није пожељан.

Утврђене су статистички значајне разлике у дужини клипа код хибрида NS-6030 између наводњаване и варијанте без наводњавања (22,16/20,33 cm), а код хибрида NS-4030 разлике у дужини клипа нису биле статистички значајне (22,51/21,92 cm)

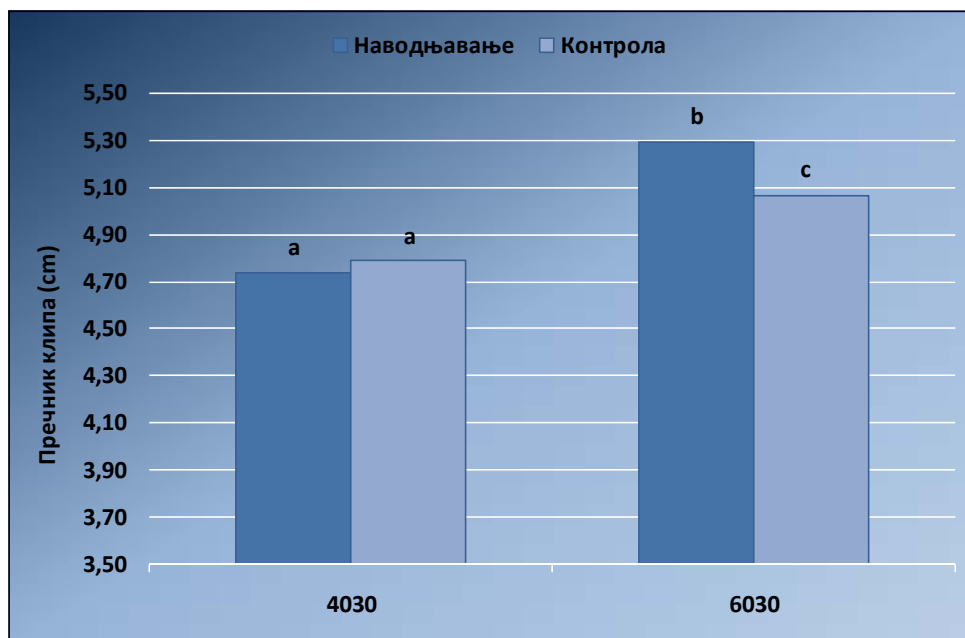
Разлике у дужини клипа између хибрида различите дужине вегетације нису биле статистички значајне на наводњаваној (NS-6030 22,16 cm /NS-4030 22,51 cm), док су на варијанти без наводњавања утврђене статистички значајне разлике (NS-6030 20,33 cm/ NS-4030 21,92 cm) (Таб. 3, Граф. 8).



Графикон 8. Ефекат наводњавања на дужину клипа

Утврђене су статистички значајне разлике у пречнику клипа код хибрида NS-6030 између наводњаване и варијанте без наводњавања (5,29/5,06 cm), а код хибрида NS-4030 разлике у пречнику клипа нису биле статистички значајне (4,74/4,79 cm)

Разлике у пречнику клипа између хибрида различите дужине вегетације су биле статистички значајне и на наводњавању (NS-6030 5,29 cm/NS-4030 4,74 cm) и на варијанти без наводњавања (NS-6030 5,06 cm/ NS-4030 4,79 cm) (Таб. 3, Граф. 9).



Графикон 9. Ефекат наводњавања на пречник клипа

### 5.3. УТРОШАК ВОДЕ НА ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈУ КУКУРУЗА

У природним условима биљке могу да троше онолико воде колико им стоји на располагању у земљишту од зимских резерви, од падавина у току вегетације, од прилива са стране или подземне воде, а све у зависности од услова средине. То значи да биљке у природним условима не морају у свим случајевима да задовоље своје потребе за водом, јер су количине воде ограничене и најчешће недовољне. У условима оптималног или рационалног заливног режима, прилагођеног биолошким карактеристикама гајене биљке, земљишним и климатским условима, нивоу агротехнике, биљке ће трошити воду на нивоу својих потреба односно потенцијалне евапотранспирације. У условима оптималне обезбеђености водом постижу се високи и стабилни приноси гајених биљака који оправдавају средства уложена у системе за наводњавање.

У литератури се срећу различите вредности ЕТР кукуруза за водом у зависности од педоклиматских услова рејона (375 mm у Минесоти, САД, Morey et al., 1980 до 762 mm у климатским условима северо западног дела Турске, Sakir, 2004).



Слика 5. Наводњавање кукуруза капањем

У условима наводњавања утрошак воде на евапотранспирацију ( $ET_m$ ) кукуруза, у вегетационом периоду за хибрид NS-6030 износио је 497 mm, а на контролној варијанти без наводњавања ( $ET_a$ ) 343 mm (Таб. 4).  $ET_m$  вредности код хибрида краће вегетације NS-4030 износиле су 488 mm, а вредности  $ET_a$  329 mm (Таб. 5). Утврђене вредности евапотранспирације кукуруза у условима наводњавања ( $ET_m$ ) у интервалу од 488 – 497 mm су на нивоу раније утврђених за агроеколошке услове Војводине које истичу Бошњак (1982) и Пејић (2000). Поменути аутори истичу вредности утрошене воде на евапотранспирацију кукуруза за хибриде различите дужине вегетације у интервалу од 460 – 530 mm.



Табела 4. Водни биланс кукуруза хибрида NS-6030

Елементи биланса	Месец						Вегетација
	Април	Мај	Јун	Јул	Август	Септембар	
ЕТ <sub>о</sub>	29	123	145	155	134	23	609
к <sub>с</sub>	0,3-0,5*	0,3-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	0,8-0,9	0,5-0,6	
t	12,2	17,4	22,4	23,2	21,2	19,7	
ЕТ <sub>м</sub>	11	58	120	178	116	14	497
P	28	76	110	65	45	14	338
Δ	+17	+18	-10	-30	0	0	-
r	28* *	40	40	30	0	0	-
ЕТ <sub>а</sub>	11	58	120	95	45	14	343
d	0	0	0	83	71	0	154
s	5	0	0	0	0	0	5

Табела 5. Водни биланс кукуруза хибрида NS-4030

Елементи биланса	Месец						Вегетација
	Април	Мај	Јун	Јул	Август	Септембар	
ЕТ <sub>о</sub>	29	123	145	155	134	9	595
к <sub>с</sub>	0,3-0,5	0,3-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	0,8-0,9	0,5-0,6	
t	12,2	17,4	22,4	23,2	21,2	21,5	
ЕТ <sub>м</sub>	11	58	120	178	116	5	488
P	28	76	110	65	45	0	338
Δ	+17	+18	-10	-30	0	0	-
r	28	40	40	30	0	0	-
ЕТ <sub>а</sub>	11	58	120	95	45	0	329
d	0	0	0	83	71	5	159
s	5	0	0	0	0	0	5

ЕТ<sub>о</sub> – Референтна евапотранспирација (mm), к<sub>с</sub> – коефицијент културе, t – средње месечна температура ваздуха (°C), ЕТ<sub>м</sub> – евапотранспирација у условима наводњавања, P – месечна сума падавина (mm), Δ – разлика између ЕТ<sub>м</sub> и P, r – резерве лакоприступачне воде у земљишту из предвегетационог, зимског периода (mm), ЕТ<sub>а</sub> – евапотранспирација у условима природне обезбеђености биљака водом (mm), d – дефицит лакоприступачне воде (mm), s – суфицит, процеђена вода у слојеве земљишта испод активне ризосфере (mm)

\*Вредности к<sub>с</sub> су рачунате су на дневном нивоу и биле су везане за средњу дневну температуру ваздуха

\*\*Резерва на почетку вегетационог периода одређена је на основу утврђене влажности земљишта након сетве кукуруза за слој до 40 cm (Пејић, 2000, Djaman and Irmak, 2012)

### 5.3.1. Ефикасност искоришћености воде додате наводњавањем и воде утрошене на евапотранспирацију кукуруза

Процентуално повећање приноса кукуруза, не мора увек бити правилан показатељ ефикасности наводњавања. Ако се заливања спроводе често, без стварне потребе, вода се троши нерационално, троши се више него што је потребно, а то води неповољним последицама које такво наводњавање носи са собом. Исто тако, ако су заливања ређа без стварне подлоге за такав заливни режим, онда је ефекат наводњавања мали и приноси су испод очекиваних.

Обрачуном коефицијента искоришћености воде додате наводњавањем ( $I_{wue}$ ) и воде утрошене на евапотранспирацију биљака ( $E_{Twue}$ ) може се добити реалнија оцена ефекта наводњавања, односно спроведеног заливног режима. Wang et al. (1996) истиче да принос гајених биљака зависи од утрошене воде у току вегетације, односно да сви фактори који утичу на повећање приноса и смањење утрошка воде на евапотранспирацију повољно утичу на ефикасније коришћење воде. Вредности поменутих коефицијената зависе, пре свега, од процентуалног повећања приноса у условима наводњавања у односу на ненаводњавану варијанту као и временских услова који дефинишу потрошњу воде на евапотранспирацију биљака. Howell (2001) указује да вредности  $I_{wue}$  код кукуруза варирају у интервалу  $1,73 - 2,58 \text{ kg m}^{-3}$  у зависности од начина навоњавања (површински, кишење, капање испод или изнад површине земљишта).

Вредности  $I_{wue}$  за хибрид NS-6030 су биле у  $1,28 \text{ kg m}^{-3}$ , а за хибрид NS-4030 нису обрачунате вредности коефицијената искоришћености воде јер није утврђена статистички значајна разлика у приносу зрна кукуруза између наводњаване и контролне варијанте без наводњавања. Вредности  $I_{wue}$  од  $1,28 \text{ (kg m}^{-3})$  за хибрид NS-6030 су у потпуности у складу са условима године, односно скромним ефектом наводњавања на повећање приноса овог хибрида. Рејић et al. (2010) истиче вредности  $I_{wue}$  коефицијената за кукуруз у интервалу од  $1,8 - 2,8 \text{ kg m}^{-3}$  у променљивим климатским условима Војводине. Yazar et al. (2009) су у медитеранским условима јужне Турске утврдили вредности  $I_{wue}$  од  $1.61 \text{ kg m}^{-3}$ .

$E_{Twue}$  за хибрид NS-6030 су биле  $1,08 \text{ (kg m}^{-3})$ . Вредности  $E_{Twue}$  су такође биле у корелацији са условима године, пре свега чињеницом да су остварени високи приноси кукуруза како у условима наводњавања тако и у условима природне обезбеђености

биљака водом. Yazar et al. (2009) су у медитеранским условима јужне Турске утврдили вредности  $ET_{wue}$  од  $1,54 \text{ kg m}^{-3}$ .

Треба истаћи да има смисла упоређивати вредности  $I_{wue}$  и  $ET_{wue}$  само ако је у питању иста временска дистанца имајући у виду нижи генетски потенцијал хибрида гајених пре 30 или више година (Рејић, 2013), а такође и промене у технологији производње (Videnović et al., 2007).

## 6. ЗАКЉУЧАК

На основу истраживања ефекта наводњавања капањем на принос, евапотранспирацију, ефикасност искоришћености воде додате наводњавањем и воде утрошене на евапотранспирацију кукуруза може се закључити:

Код оба хибрида кукуруза нису утврђене статистички значајне ралике у висини приноса између наводњаване и контролне, ненаводњаване варијанте.

Утрошак воде на евапотранспирацију кукуруза у условима наводњавања ( $ET_m$ ) код хибрида NS-6030 износио је 497 mm, а на контролној ненаводњаваној варијанти ( $ET_a$ ) 343 mm, а код хибрида NS-4030 488 mm ( $ET_m$ ), односно 329 mm ( $ET_a$ ).

Вредности  $I_{wue}$  и  $ET_{wue}$  за хибрид NS-6030 су биле у интервалу од 1,28 kg m<sup>-3</sup>, односно 1,08 kg m<sup>-3</sup>. Вредности коефицијената искоришћености воде нису израчунате за хибрид NS-4030 јер нису утврђене статистички значајне ралике у висини приноса између наводњаване и контролне, ненаводњаване варијанте. Ниже вредности  $I_{wue}$  су биле у корелацији са условима године, пре свега са чињеницом да су остварени високи приноси кукуруза како у условима наводњавања, тако и у условима природне обезбеђености биљака водом.

Резултати истраживања у једној години нису довољни за извођење коначних закључака тако да ће истраживања бити настављена и у наредном периоду. Без обзира на чињеницу да нису утврђене статистички значајне разлике у приносу зрна кукуруза између наводњаване варијанте и контролне варијанте без наводњавања, ипак треба истаћи да се у променљивим климатским условима Војводине наводњавање поставља као услов за добијања високих и стабилних приноса кукуруза.

## ЛИТЕРАТУРА

- Arnon, I., 1975. Physiological aspects of dryland farming. Haryana Agric. Univ. Hissar
- Бићанић, В., 1988. Утицај дубине обраде, нивоа ђубрења минералним ђубривима на важније физичке и хемијске особине земљишта. Магистарски рад, Пољопривредни факултет Нови Сад.
- Bos, M.G., 1985. Summary of ICID definitions of irrigation efficiency. ICID Bull. 34: 28–31.
- Бошњак, Ђ., 1982. Евапорација са слободне водене површине као основа заливног режима и њен однос према ЕТР кукуруза и соје. Докторска дисертација. Пољопривредни факултет Нови Сад.
- Бошњак, Ђ., Пејић, Б., 1998. Суша и рационалан заливни режим кукуруза. Летопис научних радова Пољопривредног факултета у Новом Саду, 1-2, 69-76.
- Bozkurt, Y., Yazar, A., Gencel, B., Sezen, M., S., 2006. Optimum lateral spacing for drip-irrigated corn in the Mediterranean Region of Turkey. Agricultural water management 85, 113–120.
- Çakir, R., 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89: 1–6.
- Djaman, K., Irrmak, S., 2012. Soil water extraction patterns and crop, irrigation, and evapotranspiration water use efficiency of maize under full and limited irrigation and rainfed settings. ASABE, 55(4): 1223–1238.
- Doorenbos, J., Kassam, A. K., 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. FAO, United Nations, Rome, pp. 176.
- FAOSTAT, 2016 [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering in Agriculture, 1 (2): 96 –99.
- Хидрометеоролошки завод Србије  
([http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/agro\\_evapotranspiracija.php](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/agro_evapotranspiracija.php)).
- Howell, A., 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. Agron. J. 93: 281–289.
- Kovačević, V., Šimić, D., Šoštarić, J., Josipović, M., 2007. Precipitation and temperature regime impacts on maize yields in eastern Croatia. Maydica 52: 301-305.
- Montgomery, E.G., 1911. Methods of determining the water requirements of crops. Proc. of the Amer. Soc. of Agr., 261-283.

Morey, R.V., Gilley, J.R., Bergsrud, F.G., Dirkzwager, I.R., 1980. Yield response of corn related to soil moisture. Trans. of the ASAE 23: 1165-1170.

Пејић, Б., 2000. Евапотранспирација и морфолошке карактеристике кукуруза у зависности у дубине навлаженог земљишта и њихов однос према приносу. Докторска дисертација. Пољопривредни факултет Нови Сад.

Пејић, Б., Бошњак, Ђ., Мачкић, К., Стричевић, Р., Симић, Д., Дрвар, А., 2009. Осетљивост кукуруза (*Zea mays* L.) на дефицит воде у земљишту у одређеним подпериодима вегетације. Летопис научних радова Пољопривредног факултета у Новом Саду, 33, I, 155-166.

Pejić, B., Maheshwari, B.L., Šeremešić, S., Stričević, R., Pacureanu-Joita, M., Rajić, M., Čupina, B., 2011. Water-yield relations of maize (*Zea mays* L.) in temperate climatic conditions. Maydica 56 (4): 315–323.

Pejić, B., Kresović, B., Tapanarova, A., Gajić, B., Mačkić, K., 2013. Effects of water stress on water use and yield of maize. Contemporary Agriculture 62 (1–2): 35–45.

Pejić, B., Mačkić, K., Sikora, V., Maksimović, L., Boćanski, J., Djalović, I., 2016. Water-yield relations of maize in semi-arid climate conditions. Proc. of the 7<sup>th</sup> International Scientific Agriculture Symposium „Agrosym 2016“, 6-9 October 2016, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 142-148.

Rodrigues, G., C., Paredes, P., Goncalves, J., M., Alves, I., Pereira, L., S., 2013. Comparing sprinkler and drip irrigation systems for full and deficit irrigated maize using multicriteria analysis and simulation modelling: Ranking for water saving vs. farm economic returns. Agricultural Water Management 126, 85–96.

Sabau, N., C., Domuta, C., Man, T., E., Sandor, M., Brejea, R., 2002. Drought analysis by the climate indexes in link with the yield of the main crops from the Crisurilor plain, Romania. pp. 1-4. In: Proc. Intl. Conf. Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification. Bled, Slovenia, 21 - 25 April 2002, Intl. Commission on Irrigation and Drainage

Статистички годишњак Србије, 2016.

Videnović, Ž., Stefanović, L., Simić, M., Kresović, B., 2007. Trends in maize growing practices in Serbia. Herbologia 8 (2): 85–94.

Вучић, Н., 1964. Водне особине чернозема и ливадске црнице и њихов значај за наводњавање на иригационом подручју Бачке. Савремена пољопривреда, 1, Нови Сад.

Вучић, Н., 1976. Наводњавање пољопривредних култура. Пољопривредни факултет Нови Сад.

Живковић, Б., Нејгебауер, В., Танасијевић, Ђ, Миљковић, Н., Стојковић, Л., Дрезгић, П., 1972. Земљишта Војводине.

Wang, Z., Zerihum, D., Feyen, J. (1996). General irrigation efficiency for field water management. *Agric. Water Manage.* 30: 123–132.

Woodward, J., 1699. Some thouths and experiments concerning vegetation. *Phil. Trans. R. Soc. London* 21: 193-227.

Yazar, A., Gokcel, F., Sezen., M.S., 2009. Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system, *Plant and Soil Environ.*, 55 (11): 494–503.

