

## Štete od ljetnih suša u proizvodnji kukuruza i soje

### Sažetak

Zadnjih godina poljoprivrednici se sve više susreću s polaganim rastom temperatura zraka, a koje tijekom ljetnih mjeseci najčešće prati i nedostatak oborina. U Hrvatskoj nedovoljnu opskrbu vodom najlakše opažamo za kasne jarine poput kukuruza i soje jer se njihova aktivna vegetacija najvećim dijelom odvija tijekom najtoplijeg i najsušnijeg dijela godine (srpnja i kolovoza). Općenito se može reći da sa sve dužim razdobljem nedostatka vode tijekom vegetacije dolazi do sve većih šteta u usjevu jer biljke zaostaju u rastu, imaju manju veličinu lisne površine, a time će na kraju i njihov prirod odnosno prinos biti značajno umanjen. Suša koja nastupi za vrijeme kritičnog perioda za vodu najviše smanjuje prirod odnosno prinos uzgajane kulture, a u ekstremnim slučajevima mogu nastati i potpune štete. No, suša ima prvenstveno jako negativan utjecaj na prinos, dok je njen učinak na kakvoću prinosa odnosno priroda relativno malen. U stručnom radu se iznosi negativan učinak visokih temperatura zraka i nedostatka vode na prinos i kakvoću kukuruza i soje, dvije naše najraširenije jare kulture.

**Ključne riječi:** nedostatak vode, gubitak prinosa, kakvoća prinosa, kukuruz, soja.

**Suša ili nedostatak oborina podrazumijeva nedovoljne količine vode potrebne za normalan rast i razvoj poljoprivrednih kultura. Upravo je suša najveći „neprijatelj“ proizvođača hrane na otvorenom prostoru.**

### ZNAČAJ SUŠE U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

Posljednjih godina sve se više govori o promjeni klimata i polaganom, ali sigurnom rastu prosječnih temperatura zraka. I ove godine bili smo svjedoci dugotrajnih vrlo visokih temperatura zraka (i do 38°C) tijekom ljetnih mjeseci. **Visoke temperature zraka gotovo uvijek prati i nedostatak oborina, što onda dovodi do velikih gubitaka u prinosima poljoprivrednih kultura.** Upravo je suša najveći neprijatelj proizvođača hrane na otvorenom prostoru. U nas je teško izdvojiti vegetacijsku sezonu kada tijekom ljetnog perioda ne bilježimo barem jedan problem s nedovoljnom opskrbom vodom, naročito za ratarske kulture čija se aktivna vegetacija odvija tijekom najtoplijeg dijela godine (srpnja i kolovoza) poput primjerice kukuruza (slika 1) i soje. S gledišta rizika od suše, najugroženije su oranične (ratarske) kulture zbog svog relativno plitkog i slabije razvijenog korjenova sustava u usporedbi s nasadima višegodišnjih drvenastih kultura. Samo neke ratarske kulture kao primjerice lucerna imaju mogućnost da na tlima dobre teksture razviju korijenski sustav i do dubine od nekoliko metara. Nadalje, poljoprivredne kulture se međusobno značajno razlikuju po količini vode potrebnoj za formiranje svoje biomase. Od naših najvažnijih ratarskih kultura najskromniji je kukuruz koji troši 400-450 litara vode za formiranje kilograma suhe tvari, dok je najrastršnija lucerna koja treba duplo više odnosno oko 900 litara vode po kilogramu suhe tvari.

<sup>1</sup> Prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb  
Autor za korespondenciju: svecnjak@agr.hr



**Slika 1.** Simptomi jakog nedostatka vode u usjevu kukuruza.  
**Figure 1** Symptoms of severe water stress in corn crop

### LJETNA SUŠA I KRITIČNI PERIOD ZA VODU

Za proizvodnju ratarskih kultura u našim glavnim proizvodnim područjima Slavonije i Baranje najštetnija je ljetna suša jer svi jari usjevi imaju najbujniju vegetaciju tijekom ljetnih mjeseci. Količina oborina tijekom vegetacije jarina je nešto povoljnija u zapadnoj Hrvatskoj pa su i štete od suše u pravilu manje u usporedbi s istočnim krajevima. Iz tablice 1 vidljivo je da tijekom aktivne vegetacije (od svibnja do rujna) u zapadnim dijelovima naše države padne u prosjeku oko 425 mm oborina, dok je ta vrijednost niža za oko 100 mm u istočnom dijelu. Drugim riječima, **tijekom aktivne vegetacije jarina na istoku Hrvatske padne tri dobre kiše manje u usporedbi sa zapadnim dijelom, a što onda jako nedostaje uzgajanim kulturama.** Nadalje, u istočnom dijelu Hrvatske uz jači nedostatak oborina imamo i više prosječne temperature zraka, pa je i nedostatak (stres) vode još dodatno pojačan u usporedbi sa zapadom države.

**Tablica 1.** Višegodišnji prosjek oborina (mm) tijekom aktivne vegetacije kasnih jarina poput kukuruza i soje.

**Table 1** Mean precipitation (mm) during the growing season of late spring crops such as corn and soybean

Mjesec	Zapadni dio (Zagreb)	Istočni dio (Osijek)
Svibanj	76	56
Lipanj	101	95
Srpanj	75	73
Kolovoz	97	64
Rujan	76	42
<b>Ukupno</b>	<b>425</b>	<b>330</b>

U srpnju i kolovozu redovito imamo najviše temperature zraka koje dodatno utječu na pojačanu transpiraciju vode iz biljaka, što rezultira u većim zahtjevima usjeva za vodom u usporedbi s mjesecima s nižim temperaturama zraka. Početni znakovi nedostatka vode u usjevu

mogu se opaziti već za vrijeme ranog vegetativnog rasta kulture i to po karakterističnom uvijanju («frkanju») listova čime biljke smanjuju njihovu izloženost sunčevim zrakama. **Sa sve dužim periodom nedostatka vode povećavaju se i štete u usjevu jer biljke zaostaju u rastu, imaju manju veličinu lisne površine (slike 1 i 4), a time će na kraju i njihov prirodni odnosno prinos biti umanjen.** Negativan utjecaj ljetne suše kod krmnih kultura na livadama i oranica ma se najčešće opaža po tome što drugog i trećeg otkosa gotovo da nema ili su urodi zelene mase odnosno sijena jako mali. U proizvodnji postrnih usjeva ljetna suša može biti štetna već od same sjetve (slika 2) jer zbog nedostatka vlage u sjetvenom sloju tla sjeme uopće ne započne proces klijanja (“sjeme čeka kišu da nikne”) pa tada period sjetva-nicanje traje jako dugo.

Nedostatak oborina u poljskim uvjetima najčešće nije tijekom cijele vegetacije već za vrijeme pojedinih razdoblja poljoprivrednih sezona. Stoga je korisno poznavati tzv. **kritični period za vodu** pojedine kulture koji podrazumijeva razdoblje u kojem je ona najosjetljivija na sušu. Taj se period uglavnom poklapa s vremenom najbržeg rasta kulture odnosno razdobljem u kojem se odvija najveće nakupljanje suhe tvari po jedinici površine. U usjevu kukuruza kritični period za vodu nastupa desetak dana prije metličanja i traje tri do četiri tjedna odnosno od polovice lipnja do polovice srpnja. **Suša koja nastupi za vrijeme kritičnog perioda za vodu može jako smanjiti prirodni odnosno prinos uzgajane kulture, a u ekstremnim slučajevima mogu nastati i potpune štete.**



**Slika 2.** Sjetva postrnih kultura u jako sušno tlo.  
**Figure 2** Sowing of second-crop in a very dry soil.

Kukuruz i soja su naše najzastupljenije jarine odnosno kulture kod kojih se glavni dio vegetacije odvija tijekom ljetnih mjeseci pa u sušnim godinama dolazi do značajnih gubitaka u prinosu.

### **Utjecaj suše na prinos i kvalitetu zrna i silaže kukuruza**

Nedostatak vode u usjevu može biti toliko jak da primjerice biljke kukuruza uopće ne formiraju klip (slika 1). Međutim, u većini slučajeva suša dovodi do smanjenja prinosa zrna kukuruza od 10-ak pa do 50 i više %. Tako primjerice u tablici 2 vidimo da je tijekom sušne vegetacijske sezone prinos kukuruza i uz primjenu svim drugih intenzivnim mjera agrotehnike poput gnojidbe dušikom iznosio manje od 6 t zrna na hektar. U tako sušnoj godini nije mogla doći do

izražaja intenzivnija gnojdba dušikom (N), što je i očekivano jer je za formiranje niskog prinosa zrna bilo dovoljno pognojiti sa svega 100 kg čistog N na hektar. Štoviše, **suša ima prvenstveno jako negativan utjecaj na prinos, dok je njen utjecaj na kvalitetu zrna relativno mali**. U sušnijim godinama zrno kukuruza je sitnije, a to je rezultat smanjenog (intenziteta) nakupljanja hranjivih tvari odnosno škroba u zrnu. Dobro je poznato da u zrnu svih žitarica dominira škrob kojeg u normalno razvijenom zrnu kukuruza ima oko 70-75%. U sušnim godinama zbog slabijeg nakupljanja hranjivih tvari u zrnu dolazi do malog pada (relativnog odnosno %-tnog sadržaja škroba, a što onda dovodi do malog % povećanja sadržaja proteina (tablica 2). U „normalnoj“ vegetacijsko sezoni i uz primjenu intenzivne gnojdbje (150 i više kg čistog N na ha) uobičajeno se u nas ostvaruju prinosi zrna od 12 i više tona na hektar. U takvim godinama zrno je normalno razvijeno odnosno standardne krupnoće s karakterističnim sadržajem škroba pa posljedično sadržaj proteina može biti nešto niži u usporedbi sa sušnom vegetacijskom sezonom (tablica 2). Nasuprot sadržaju proteina i škroba, suša ima neznatan utjecaj na sadržaj ulja (masti) u zrnu kukuruza.

**Tablica 2.** Prinos i kvaliteta zrna kukuruza u sušnoj i normalnoj vegetacijskoj sezoni. / **Table 2** Yield and quality of corn grains in dry and normal vegetation periods.

Vegetacijska sezona	Gnojdba dušikom	Prinos zrna	Sadržaj proteina	Sadržaj ulja
	kg / ha	dt / ha	%	%
<b>Sušna</b>	<b>100</b>	<b>57.1</b>	<b>9.9</b>	<b>3.7</b>
	<b>200</b>	<b>56.4</b>	<b>10.4</b>	<b>3.8</b>
Normalna	100	100.2	7.2	3.7
	200	124.7	9.4	3.6

Svima je poznato da u proizvodnji silažne mase tehnološka zrelost kukuruza nastupa nešto ranije nego što se potpuno izgradi prinos zrna i postigne najveća masa suhe tvari biljaka. **Vlažnost silirane mase u normalnim vegetacijskim sezonama je usko povezana s vlažnosti zrna tako da vlažnosti silažne mase od oko 65-70% odgovara vlažnost nezrelog zrna od oko 35-40%**. Prema tome, skidanje cijelih biljaka za proizvodnju silaže obavlja se kad zrno ima navedenu vlažnost, a to se najčešće određuje prema položaju mliječne crte na zrnu (slika 3).



**Slika 3.** Siliranje kukuruza u sušnim godinama treba započeti najkasnije do stadija 50 % mliječne crte.

**Figure 3** Maize ensiling in dry years should start before 50 % of milk line stage.

U sušnim uvjetima optimalno vrijeme za siliranje u pravilu može nastupiti ranije jer je sadržaj vode u stabljici u pravilu niži u usporedbi s onim u normalnoj vegetacijskoj sezoni. Rezultati istraživanja provedenih na Agronomskom fakultetu u Zagrebu ukazuju da siliranje kukuruza provedeno u sušnoj godini u stadiju 3/4 mliječne crte rezultira previsokom koncentracijom suhe tvari u silažnoj masi. **U sušnim uvjetima sadržaj vode u zrnu je vrlo sličan onom u normalnoj vegetacijskoj sezoni, ali je značajno smanjen sadržaj vode u stabljici (tablica 3). Stoga je siliranje kukuruza u sušnim uvjetima poželjno obaviti najkasnije od stadija 1/2 mliječne crte.** Presuha silaža (<55% vode) može sadržavati paketiće zraka u silažnoj masi koji sprečavaju anaerobnu fermentaciju i omogućavaju razvoj gljivica i plijesni, što može dovesti do velikih gubitaka. Dovoljna sabijenost silaže iznosi oko 700 kg zelene mase odnosno oko 250 kg suhe tvar na kubni metar.

Kvaliteta silaže može biti značajno smanjen u sušnim uvjetima prvenstveno zbog smanjenog udjela zrna u silažnoj masi. To rezultira u smanjenom sadržaju škroba i povećanom sadržaju vlakana. Nadalje, može doći do povećanog sadržaja nitrata u silažnoj masi ukoliko je usjev kukuruza tijekom vegetacije bio izložen nedostatku vode, a nakon toga su pred period skidanja usjeva u polju nastupile jače oborine. Dozvoljen sadržaj nitrata iznosi 1 g/kg suhe tvari silažne mase, dok vrijednosti veće od 4 g/kg mogu ozbiljno ugroziti zdravlje životinja. Preživači poput mliječnih krava su posebno osjetljivi na prekomjerne količine nitrata u obroku jer ti nitrati u buragu prelaze u toksične nitrite.

**Tablica 3.** Sadržaj vode pri siliranju kukuruza u sušnoj i normalnoj godini.

**Table 3** Water content during corn ensiling in a dry and a normal year.

Sadržaj vode	Sušna godina	Normalna godina
	%	
u zrnu	39	38
<b>u stabljici</b>	<b>61</b>	<b>70</b>
silažna masa	55	62

Rezultati poljskog pokusa na površinama Poljoprivrednog instituta Osijek ukazuju da se pri nedostatku vode tijekom vegetacije (proizvodni uvjeti bez navodnjavanja) formira sitnije zrno soje. Nadalje, to sitnije zrno ima nešto povećani sadržaj proteina u usporedbi sa zrnom proizvedenim u uvjetima navodnjavanja (tablica 4). Sadržaj ulja ima obrnutu reakciju od sadržaja proteina pa posljedično zrno soje formirano u sušnim uvjetima (bez navodnjavanja) ima nešto niži sadržaj ulja. Našim poljoprivrednicima je dobro poznato da visoke temperature zraka i nedostatak vode tijekom faze nalijevanja zrna mogu značajno smanjiti klijavost soje, a što je važno svojstvo u proizvodnji sjemena. Iz tablice 4 vidi se da je zrno soje proizvedeno u sušnim uvjetima imalo nešto nižu klijavost, dok je još izrazitiji bio negativan učinak suše na energiju klijanja (vigor) sjemena. Rezultati stranih (američkih) istraživanja jasno i jednoznačno ukazuju da jaki nedostatak vode tijekom vegetacije spojen s visokim temperaturama zraka može značajno smanjiti klijavost (i vigor) sjemena soje na svega 80 i manje %.

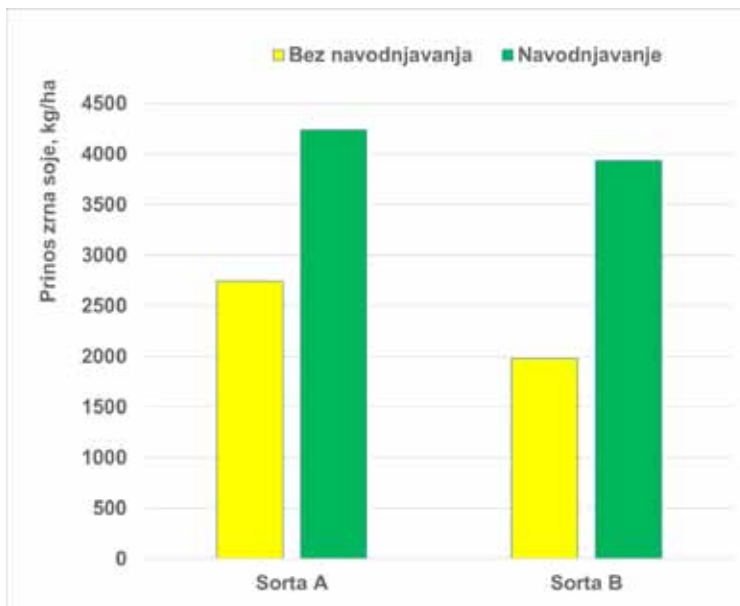
### Utjecaj suše na prinos i kvalitetu zrna soje

Soja, kao naša druga najraširenija jara kultura, je također jako osjetljiva na nedostatak vode i visoke temperature tijekom vegetacije. Rezultati višegodišnjih pokusa na Poljoprivrednom institutu Osijek ukazuju da navodnjavanje značajno utječe na visinu prinosa zrna soje i to

u svim godinama istraživanja. U grafikonu 1 je vidljivo povećanje prinosa soje u uvjetima navodnjavanja od 40 i više %, te da to povećanje prinosa ovisi i o uzgajanoj sorti. Međutim, treba istaknuti da učinak navodnjavanja na agronomska i gospodarska svojstva soje prvenstveno ovisi o vremenskim uvjetima tijekom vegetacije pa će u sušnijim vegetacijskim sezonama povećanje prinosa biti osjetno veće u usporedbi s godinama s normalnim količinama oborina. U grafikonu 1 prikazana je reakcija usjeva soje u vegetacijskoj sezoni s natprosječno visokim temperaturama zraka tijekom ljeta i sa oko 20% manje oborina (cca 70 mm) od višegodišnjeg prosjeka. Taj nedostatak vode bio je jako izražen u lipnju i srpnju odnosno u fenofazama usjeva soje kada se odvija puna cvatnja, formiranje mahuna i započinje intenzivno nalijevanje zrna.

**Grafikon 1.** Prinos zrna sorata soje u vegetacijskoj sezoni s natprosječno visokim temperaturama zraka u uvjetima proizvodnje sa i bez navodnjavanja.

**Graph 1** Grain yield of soybean varieties with and without irrigation in the growing season characterized with above-average temperatures.



Rezultati poljskog pokusa na površinama Poljoprivrednog instituta Osijek ukazuju da se pri nedostatku vode tijekom vegetacije (proizvodni uvjeti bez navodnjavanja) formira sitnije zrno soje. Nadalje, to sitnije zrno ima nešto povećani sadržaj proteina u usporedbi sa zrnom proizvedenim u uvjetima navodnjavanja (tablica 4). Sadržaj ulja ima obrnutu reakciju od sadržaja proteina pa posljedično zrno soje formirano u sušnim uvjetima (bez navodnjavanja) ima nešto niži sadržaj ulja. Našim poljoprivrednicima je dobro poznato da visoke temperature zraka i nedostatak vode tijekom faze nalijevanja zrna mogu značajno smanjiti klijavost soje, a što je važno svojstvo u proizvodnji sjemena. Iz tablice 4 vidi se da je zrno soje proizvedeno u sušnim uvjetima imalo nešto nižu klijavost, dok je još izrazitiji bio negativan učinak suše na energiju klijanja (vigor) sjemena. Rezultati stranih (američkih) istraživanja jasno i jednoznačno ukazuju da jaki nedostatak vode tijekom vegetacije spojen s visokim temperaturama zraka može značajno smanjiti klijavost (i vigor) sjemena soje na svega 80 i manje %.

**Tablica 4.** Fizikalna, kemijska i biološka svojstva zrna sorata soje proizvedenih u godini s natprosječnim ljetnim temperaturama zraka.

**Table 4** Physical, chemical and biological traits of grain for soybean varieties produced in a year with above-average temperatures over summer.

Sorta	Navodnjavanje	Masa 1000 zrna, g	Sadržaj proteina, %	Sadržaj ulja, %	Klijavost zrna, %	Energija klijanja, %	Randman sjemena, %
A	NE	176	35.2	24.3	98.7	94.3	86.4
	DA	226	38.7	23.1	99.7	97.7	88.1
B	NE	152	37.4	22.8	97.0	93.3	84.6
	DA	173	38.5	22.5	100.0	100.0	90.9

### Agrotehničke mjere protiv ljetne suše

Mjere borbe protiv suše ovise o učestalosti njezine pojave i štetama koje nastupaju. Najbolji način borbe protiv ljetne suše je svakako navodnjavanje koje bi naročito trebalo koristiti pri uzgoju najisplativijih ratarskih kultura poput duhana, šećerne repe i krumpira, te u proizvodnji postrnih kultura. Međutim, ova agrotehnička mjera nije dostupna na većini poljoprivrednih gospodarstava pa se borba protiv suše uglavnom svodi na „preventivne“ agrotehničke mjere u obradi tla. **Dubokim jesenskim oranjem zadržava se i čuva veliki dio jesensko-zimskih i rano proljetnih oborina, pa prije sjetve jarih kultura zalihe vode u tlu do jednog metra dubine mogu u tlima dobre teksture iznositi i 150-200 litara vode po četvornom metru.** Pri uzgoju kasnih jarina poput kukuruza i soje treba u rano proljeće obavezno obaviti zatvaranje jesenske brazde jer ta plitka obrada smanjuje isparavanje vode iz obrađenog tla. Nadalje, **međurednom kultivacijom tijekom vegetacije širokorednih usjeva također možemo utjecati na smanjenje gubitaka vode iz tla čime se štedi voda za rast i razvoj usjeva.**



**Slika 4.** Simptomi jakog nedostatka vode u usjevu soje.

**Figure 4** Symptoms of a severe water shortage in soybean crop.

Prispjelo/Received: 04.10.2023.

Prihvaćeno/Accepted: 29.11.2023.

Professional paper

## **Yield and quality losses from summer droughts in corn and soybean production**

### **Abstract**

Crop producers are becoming aware of a slow rise in air temperatures in the past years, which is often coupled with a lack of precipitation during the summer months. In Croatia, insufficient water supply (water stress) is easily observed for late spring crops such as maize and soybean since their growing season is occurring during the hottest and driest part of the year (July and August). In general, crop damage is increased with the extended period of water shortage during the growing season because of slower growth and lower leaf area, which in turn, result in greatly reduced biological and economic yield. A severe drought occurring during the critical period for water has the largest negative impact on the biological and economic yield of field crops, and in some cases, may result in total yield loss. Consequently, the drought primarily affects the biological and economic yield of arable crops, while its effect on the quality is less evident. This professional paper presents the negative effect of high air temperatures and water shortage on the yield and quality of maize and soybeans, two most widely grown spring crops in Croatia.

**Keywords:** water shortage, yield loss, yield quality, maize, soybean.

