

EFEKAT NAVODNJAVANJA NA EVAPOTRANSPIRACIJU I PRINOS SOJE

Livija MAKSIMOVIĆ¹, Borivoj PEJIĆ², Stanko MILIĆ¹, Vuk RADOJEVIĆ²

¹ Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
livija@ifvcns.ns.ac.yu stanko@ifvcns.ns.ac.yu

² Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
pejic@polj.ac.yu rvuk@polj.ns.ac

REZIME

U trogodišnjim ispitivanjima određivan je efekat navodnjavanja na prinos i evapotranspiraciju soje koja je gajena na zemljištu tipa černoziem. Ispitivano je 6 genotipova soje pri različitoj predzalivnoj vlažnosti zemljišta u navodnjavanju (60, 70 i 80% od PVK) kao i u kontrolnoj, nezalivanoj varijanti. Na svim navodnjavanim varijantama prinos soje bio je visoko signifikantno veći u odnosu na proizvodnju bez navodnjavanja, prosečno za 29,2 do 38,1%. U prve dve sušne godine efekat je bio veći i iznosio je od 51,8 do 64,3%, dok je u trećoj godini izostao, te su prinosi bili slični na navodnjavanoj i nenavodnjavanoj varijanti. Evapotranspiracija je iznosila od 468 do 576 mm u uslovima navodnjavanja, a od 390 do 524 mm u uslovima prirode obezbeđenosti padavinama.

Ključne reči: soja, predzalivna vlnost zemljišta, prinos, evapotranspiracija

1. UVOD

Soja zauzima sve veće površine u svetu. Sa 73 miliona hektara u 2000. godini, soja je najznačajnija industrijska biljka i nalazi se odmah iza žitarica. U Vojvodini soja zauzima površine od preko 120.000 ha. Prosečni prinosi u periodu 1965-2003. god. su varirali u širokom intervalu, od 0,92-2,75 t ha⁻¹ (BOŠNJAK, 2004) i bili su u direktnoj zavisnosti od meteoroloških uslova godine, prvenstveno su zavisili od količine i rasporeda padavina. U klimatskim uslovima Vojvodine suša je redovna pojava, javlja se svake godine i ostavlja ozbiljne posledice na prinose gajenih biljaka. Međutim, ako se u uslovima navodnjavanja na zalivnim sistemima u Vojvodini u vegetacionom periodu soje eliminiše prirodni deficit lakopristupačne vode postižu se visoki i stabilni prinosi iznad 3 t ha⁻¹ pa i preko 4 t ha⁻¹

(BOŠNJAK I DRAGOVIĆ, 1998). Soja ne troši vodu ujednačeno u periodu vegetacije. Potrošnja zavisi od evapotranspiracionih zahteva spoljne sredine, odnosno promene meteoroloških uslova u periodu vegetacije, kao i fenofaze rasta i razvića biljaka. U pedoklimatskim uslovima Vojvodine potrebe soje za vodom su u intervalu od 450 do 480 mm (VUČIĆ I BOŠNJAK, 1980). Nepovoljan uticaj suše na prinos soje u klimatskim uslovima Vojvodine je najveći ako se suša javi u fazi formiranja mahuna i nalivanja zrna (DRAGOVIĆ, 1993). Evapotranspiracija i prinos soje zavise od predzalivne vlažnosti zemljišta. Sa povećanjem predzalivne vlažnosti zemljišta utrošak vode na evapotranspiraciju soje raste, međutim prinos ostaje na istom nivou ili opada jer biljke pri izobilju troše vodu neracionalno i neproaktivno. Najveći prinosi soje postižu se pri predzalivnoj vlažnosti zemljišta 60-65% od poljskog vodnog kapaciteta (PVK) i te vrednosti vlažnosti mogu se smatrati tehničkim minimumom vlažnosti zemljišta u klimatskim uslovima Vojvodine (BOŠNJAK 1988).

Cilj rada je bio da se na osnovu eksperimentalnih istraživanja u poljskim uslovima sagleda efekat različite predzalivne vlažnosti zemljišta na prinos i utrošak vode na evapotranspiraciju soje u klimatskim uslovima Vojvodine.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Ogled je izveden na Oglednom polju Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima na zemljištu tipa karbonatni černoziem lesne terase. Ogled je bio postavljen po metodu split-plot blok sistema i prilagođen uslovima navodnjavanja kišenjem. Bile su zastupljene varijante navodnjavanja s predzalivnom vlažnošću zemljišta 60, 70, 80% od poljskog vodnog kapaciteta (PVK) kao i kontrolna varijanta bez navodnjavanja. Vreme zalivanja je određivano

praćenjem dinamike vlažnosti zemljišta termogravimetrijskom metodom sušenjem uzoraka u sušnici pri temperaturi od 105-110 °C do konstantne mase. U ogledu je bilo šest sorti soje različite grupe zrenja: Proteinka i Afrodita iz 0 grupe, Novosađanka i Balkan iz I grupe i Vojvodanka i Venera iz II grupe zrenja. Primenjena je savremena tehnologija proizvodnje. Sve agrotehničke operacije obavljene su u optimalnim rokovima.

Utrošak vode na evapotranspiraciju (ET) soje za vegetacioni period na navodnjavanjem varijantama i kontroli bez navodnjavanja određen je bilansiranjem potrošnje vode iz rezervi zemljišta, padavina u toku vegetacije i norme navodnjavanja.

Tabela 1. Padavine po hidrološkoj godini (mm)

Godina	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Suma	Veg.
2001/02	14	70	26	8	28	11	26	87	27	33	55	46	431	274
2002/03	90	24	33	48	22	9	8	23	31	60	30	84	462	236
2003/04	142	27	18	54	41	16	112	89	97	63	39	42	740	422
1964-2000	43	50	48	37	32	38	47	59	84	70	59	41	608	360

Tabela 2. Srednje mesečne temperature vazduha u vegetacionoj sezoni (°C)

Godina	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Prosek
2002	11,7	19,1	21,8	23,6	22,2	17,0	19,2
2003	10,9	20,6	24,0	22,6	24,6	17,2	20,0
2004	12,4	15,2	19,8	21,9	21,7	16,3	17,9
1964-2000	11,3	16,7	19,7	21,3	20,8	16,8	17,8

Prve dve godine istraživanja bile su izrazito sušne i nepovoljne za proizvodnju soje. U vegetacionom periodu 2002. godine palo je ukuno 274 mm kiše, odnosno za 86 mm manje u odnosu na višegodišnji prosek (tabela 1). Minimalne predvegetacione rezerve vode u zemljištu uticale su na vrlo ranu pojavu suše koja je bila vrlo intenzivna u letnjim mesecima junu, julu i avgustu. Istovremeno visoke temperature vazduha, znatno više od višegodišnjeg proseka (Tabela 2) uticale su na utrošak vode na povećanu evapotranspiraciju soje, odnosno na ostvarene prinose u uslovima prirodne obezbeđenosti biljaka vodom.

U vegetacionom periodu 2003. godine palo je još manje kiše (236 mm). Razlika u odnosu na višegodišnji prosek bila je još veća (124 mm) (Tabela 1). Suša se javila već na početku vegetacionog perioda, bila je vrlo intenzivna i trajala je do kraja vegetacije. Posle setve soje obavljeno je interventno zalivanje zalivnom normom od 30 mm u cilju pravovremenog i ujednačenog nicanja. Temperatura vazduha je bila znatno viša od

Statistička obrada podataka je obavljena analizom varijanse trofaktorijskog ogleda, a testiranje rezultata LSD testom.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Količina i raspored padavina kao i temperatura vazduha su činiooci od presudnog značaja za uspeh biljne proizvodnje. Količina i raspored padavina su prikazani za hidrološku godinu, jer je pogodnija za analizu biljne proizvodnje, s obzirom da biljke troše rezerve vode akumulirane u predvegetacionom periodu.

višegodišnjeg proseka (20 °C) (Tabela 2), što je pored zemljišne uticalo i na pojavu vazdušne suše. Visoke temperature vazduha uticale su i na utrošak vode na evapotranspiraciju soje. Utvrđene vrednosti utroška vode na evapotranspiraciju soje u uslovima navodnjavanja bile su iznad ranije utvrđenih vrednosti potreba soje za vodom u agroekološkim uslovima Vojvodine (VUČIĆ I BOŠNJAK, 1980).

U vegetacionom periodu 2004. godine količina padavina od 422 mm bila je iznad višegodišnjeg proseka (360 mm) (Tabela 1.), a srednja temperatura vazduha u toku vegetacije od 17,9 °C na nivou višegodišnjeg proseka (17,8 °C) (Tabela 2.). Na osnovu vrednosti ovih meteoroloških elemenata 2004. godina može se svrstati u povoljne godine za proizvodnju soje.

U uslovima prirodne obezbeđenosti biljaka vodom prinos soje zavisi pre svega od količine i rasporeda padavina. Utvrđena je visokosignifikantna korelacija prinosa soje i padavina u periodu vegetacije, a takođe i

u letnjim mesecima junu, julu i avgustu kada se soja nalazi u fazama cvetanja, formiranja mahuna i nalivanja zrna (BOŠNJAK, 2004). U uslovima navodnjavanja, ako se u periodu vegetacije soje eliminiše prirodni deficit lakopristupačne vode mogu se postići visoki i stabilni prinosi soje (MAKSIMOVIĆ et al., 2004). Efekat navodnjavanja zavisi od vremenskih uslova godine. U sušnim godinama može biti izrazito visok, čak i preko

četiri puta veći (BOŠNJAK i PEJIĆ, 1994). Isti autori su utvrdili prosečno povećanje prinosa soje u periodu 1987-1994. godine od 1,5 t ha⁻¹, odnosno 55% uz napomenu da su efekti navodnjavanja u pojedinim godinama varirali u intervalu od 37,1-71,0%, što je znatno više u odnosu na ranije rezultate VUČIĆ I BOŠNJAK (1980), po kojima je prosečno povećanje prinosa soje u uslovima navodnjavanja 30%.

Tabela 3. Prinos soje (t ha⁻¹) u uslovima sa i bez navodnjavanja

Varijanta Navodnjavanja (A)	Sorta (B)	Godina (C)			Prosek (AB)	Prosek (A)
		2002	2003	2004		
80% PVK	1. Afrodita	4,868	4,795	4,468	4,710	4.721
	2. Proteinka	4,620	4,582	3,767	4,323	
	3. Balkan	4,705	4,590	4,789	4,695	
	4. Novosadanka	4,860	4,799	4,809	4,823	
	5. Vojvođanka	5,190	4,885	4,745	4,940	
	6. Venera	5,295	4,860	4,355	4,837	
	Prosek (AC)	4,884	4,752	4,489		
70% PVK	1. Afrodita	4,711	4,657	4,291	4,553	4.562
	2. Proteinka	4,455	4,287	3,533	4,092	
	3. Balkan	4,432	4,357	4,041	4,277	
	4. Novosadanka	4,568	4,766	4,773	4,702	
	5. Vojvođanka	5,200	4,978	4,359	4,846	
	6. Venera	5,310	5,086	4,313	4,903	
	Prosek (AC)	4,707	4,689	4,218		
60% PVK	1. Afrodita	4,523	4,721	4,409	4,551	4.429
	2. Proteinka	4,441	4,355	3,828	4,208	
	3. Balkan	4,166	4,555	3,793	4,171	
	4. Novosadanka	4,304	4,723	4,687	4,571	
	5. Vojvođanka	4,258	4,532	4,591	4,460	
	6. Venera	4,306	5,029	4,507	4,614	
	Prosek (AC)	4,333	4,653	4,303		
Bez navodnjavanja	11. Afrodita	2,751	3,374	4,103	3,409	3.419
	2. Proteinka	2,798	3,322	4,036	3,385	
	3. Balkan	2,719	3,274	4,174	3,389	
	4. Novosadanka	2,552	3,217	4,290	3,353	
	5. Vojvođanka	2,915	3,345	4,348	3,536	
	6. Venera	3,112	3,042	4,164	3,439	
	Prosek (AC)	2,808	3,262	4,186	Prosek (B)	
Prosek (BC)	1. Afrodita	4,213	4,387	4,318	4,306	
	2. Proteinka	4,079	4,137	3,791	4,002	
	3. Balkan	4,006	4,194	4,199	4,133	
	4. Novosadanka	4,071	4,376	4,640	4,362	
	5. Vojvođanka	4,391	4,435	4,511	4,446	
	6. Venera	4,506	4,504	4,355	4,448	
Prosek (C)		4,182	4,319	4,292		

LSD	%	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
	5	0.198	0.119	0.115	0.275	0.246	0.392	0.911
	1	0.261	0.157	0.151	0.395	0.336	0.437	1.672

U periodu ispitivanja, u uslovima navodnjavanja, ostvareni su visoki prinosi soje (Tabela 3.). Na svim varijantama zalivanja sa različitom predzalivnom vlažnošću zemljišta prinos soje je bio visokosignifikantno veći u odnosu na varijantu bez navodnjavanja. Prosečno povećanje prinosa u uslovima navodnjavanja u sušnim godinama (2002 i 2003) bilo je od 1,4-2,1 t ha⁻¹, odnosno 38,6-66,7% što je u skladu sa rezultatima istraživanja iz prethodnog perioda (BOSNJAK & PEJIC, 1994; MAKSIMOVIĆ et al., 2004-a). U kišnoj i povoljnoj za proizvodnju soje 2004. godini efekat navodnjavanja na prinos soje je izostao i prinosi su bili na istom nivou u odnosu na nenavodnjavanu, kontrolnu varijantu.

U uslovima navodnjavanja sa različitom predzalivnom vlažnošću zemljišta nije utvrđena statistički značajna razlika u visini prinosa između predzalivne vlažnosti zemljišta 70% od PVK i 80% od PVK (Tabela 3), što je u skladu sa rezultatima drugih autora (VUČIĆ I BOŠNJAK, 1980; BOSNJAK, 1988), koji ukazuju da povišena vlažnost zemljišta može čak i negativno uticati na ostvarene prinose soje. Pri povišenoj vlažnosti zemljišta soja formira veliku vegetativnu masu, neracionalno i neproduktivno troši vodu, tako da kriva asimilacije ostaje na istom nivou uprkos pojačanom rashodu vode. Takođe, nisu utvrđene signifikantne razlike ni između

varijanti navodnjavanja sa predzalivnom vlažnošću 70% od PVK i 60% od PVK što ukazuje na potrebu da se u praksi navodnjavanja zalivni režim soje realizuje pri vlažnosti zemljišta 60-65% od PVK koja je u ranijim istraživanjima označena kao tehnički minimum vlažnosti zemljišta za soju (BOŠNJAK, 1987). Prinosi soje kod svih analiziranih sorti iz različitih grupa zrenja bili su na visokom nivou kako u uslovima navodnjavanja tako i uslovima prirodne obezbeđenosti biljaka vodom. Međutim, visokosignifikantno veći prinosi sorti II grupe zrenja u odnosu na O i I grupu zrenja ukazuju na potrebu njihove najveće zastupljenosti u odabranom sortimentu.

Utrošak vode na evapotranspiraciju soje u uslovima navodnjavanja sa različitom predzalivnom vlažnošću kretao se u intervalu od 468-547 mm (Tabela 4) što je iznad ranije utvrđenih potreba soje za vodom od 450-480 mm (VUČIĆ I BOŠNJAK, 1980). Veći utrošak vode na evapotranspiraciju soje u uslovima navodnjavanja može se objasniti znatno višim temperaturama vazduha u vegetacionom periodu, naročito u najtoplijim mesecima julu i avgustu, a takođe i znatno višim prinosima soje u odnosu na prethodne periode istraživanja. U uslovima prirodne obezbeđenosti biljaka vodom utrošak vode na evapotranspiraciju kretao se od 390-466 mm i bio je u korelaciji sa evapotranspiracionim zahtevima sredine.

Tabela 4. Evapotranspiracija soje (mm) u uslovima sa i bez navodnjavanja

Godina	Tretman	Rezerve zemljišta	Padavine	Norma navodnjavanja	Total
2002.	80% od PVK	5	223	240	468
	70% od PVK	85	223	195	503
	60% od PVK	69	223	180	472
	Bez navodnjavanja	167	223	-	390
2003.	80% od PVK	85	166	290	541
	70% od PVK	59	166	300	525
	60% od PVK	119	166	220	505
	Bez navodnjavanja	252	166	30*	448
2004.	80% od PVK	44.1	331	150	525
	70% od PVK	66.5	331	150	547
	60% od PVK	78.4	331	120	529
	Bez navodnjavanja	135	331	-	466
Prosek	80% od PVK	44.7	240	227	511
	70% od PVK	70.2	240	215	525
	60% od PVK	88.4	240	173	502
	Bez navodnjavanja	184.7	240	-	435

* interventno navodnjavanje

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu trogodišnjih eksperimentalnih ispitivanja uticaja navodnjavanja na prinos i evapotranspiraciju soje može se zaključiti da su u uslovima navodnjavanja ostvareni visokosignifikantno veći prinosi soje u odnosu na varijantu bez navodnjavanja. Prosečno povećanje prinosa u uslovima navodnjavanja bilo je od 1,0-1,3 t ha⁻¹, odnosno 29,2-38,1%. U praksi navodnjavanja zalivni režim soje treba realizovati pri predzalivnoj vlažnosti zemljišta 60-65% od PVK koja je u ranijim istraživanjima označena kao tehnički minimum vlažnosti zemljišta za soju.

Utrošak vode na evapotranspiraciju soje u uslovima navodnjavanja sa različitom predzalivnom vlažnošću kretao se u intervalu od 468-576 mm, a na kontrolnoj varijanti bez navodnjavanja kretao se od 390-524 mm.

LITERATURA

- [1] Bošnjak, Đ. (1987) Potrebe za vodom i zalivni režim soje. Nauka u proizvodnji, Osijek, Br. 15
- [2] Bosnjak, Dj. (1988) Evapotranspiration rate depending on pre-irrigation soil moisture and its relation with soybean yield. ICID, Proc. Vol. 2.
- [3] Bosnjak, Dj., Pejić, B. (1994) Water balancing as a functional approach to irrigation scheduling for soybean in the Province of Vojvodina. Proc. 3rd ESA Congress, Abano-Padova, 80-82.
- [4] Bošnjak, Đ., Dragović, S. (1998) Navodnjavanje soje. U monografiji Hrustić, M., Vidić, M., Jocković, Đ.: Soja, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad i Sojaprotein Bečej, 227-252.
- [5] Bošnjak, Đ. (2004) Suša i njen odnos prema ratarskoj proizvodnji u Vojvodini. «Zbornik radova» Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sv. 40, 45-55.
- [6] Dragović, S. (1993) Uticaj suše u različitim fazama organogeneze (R1-R8) na prinos i kvalitet soje. Korišćenje i održavanje melioracionih sistema, posebno izdanje JDPZ, 131-138.
- [7] Maksimović, Livija, Vujaković, Milka, Balesević-Tubić, Svetlana, Tatić, M. (2004) Proizvodnja semenske soje u uslovima sa i bez navodnjavanja. Tematski zbornik radova «Poljoprivreda između suša i poplava», Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 102-108.
- [8] Maksimović, Livija, Pejić, B., Milić, S., Đukić, V., Balesević-Tubić, Svetlana, Vujaković, Milka (2004-a) Uticaj navodnjavanja na prinos, kvalitet i evapotranspiraciju semenske soje. Vodoprivreda, God. 36, Br. 211-212, 421-426.
- [9] Vučić, N., Bošnjak, Đ. (1980) Potencijalna evapotranspiracija soje u uslovima Vojvodine. Arhiv za poljoprivredne nauke, Vol. 41, No. 144, 569-575.

EFFECT OF IRRIGATION ON EVAPOTRANSPIRATION AND YIELD OF SOYBEAN

by

MAKSIMOVIC Livija¹, PEJIC Borivoj², MILIC Stanko¹, RADOJEVIC Vuk²

¹ Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia and Montenegro

² Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia and Montenegro

Summary

A three-year study was conducted to assess the effects of irrigation on the yield and evapotranspiration of soybean grown on chernozem soil. The study was made for six soybean varieties, using several irrigation alternatives (60, 70 and 80% of field water capacity), paralleled by a non-irrigated control test. In all irrigation alternatives the yields were significantly higher than in the non-irrigated control test, in the average from 29.2 to 38.1%, noting that in two first years they were from

51.8 to 64.3% higher, but in third year no differences were found between the irrigated alternatives and the non-irrigated control test. Evapotranspiration ranged from 468 to 576 mm in the irrigated alternatives, and from 390 to 524 mm in the control test.

Key words: soybean, pre-irrigation soil moisture, yield, evapotranspiration

Redigovano 08.12.2005.