

PROBLEMI U EKSPLOATACIJI SAVREMENE OPREME ZA NAVODNJAVANJE KIŠENJEM

Borivoje PEJIĆ
Poljoprivredni fakultet Novi Sad
Departman za ratarstvo i povrtarstvo

REZIME

Eksperimentalnim istraživanjima u poljskim uslovima utvrđen je racionalan zalivni režim kukuruza i soje sa aspekta primene različitih zalivnih normi, uključujući i plića prokvašavanja zemljišta i sagledan njihov odnos prema prinosu, odnosno utvrđena je najmanja dubina zemljišta u kojoj je navodnjavanjem neophodno održavati optimalnu vlažnost, pod uslovom da se postižu visoki i stabilni prinosi ovih biljnih vrsta. Minimalna dubina prokvašavanja zemljišta navodnjavanjem za soju i kukuruz je od 20 do 40 cm. Ukoliko se navodnjavanjem u jednom proходу mašine ne može navlažiti zemljište do dubine 40 cm, onda je neophodno održavati optimalnu vlažnost zemljišta do dubine 20-30 cm što se sigurno može postići na irigacionom području Vojvodine. Dobijeni rezultati mogu biti osnova za pravilno projektovanje savremenih sistema za navodnjavanje kišenjem opremljenih samohodnim širokozahvatnim mašinama u cilju njihove racionalne eksploatacije u praksi navodnjavanja.

Ključne reči: Navodnjavanje, zalivna norma, savremena oprema za navodnjavanje kišenjem

UVOD

Iako je navodnjavanje kao mera u biljnoj proizvodnji vrlo staro problemi sa aspekta dubine prokvašavanja zemljišta ili norme zalivanja su prisutni i danas. Navodnjavanjem prenosnom i mobilnom opremom za veštačku kišu može se precizno realizovati određena zalivna norma. Međutim, najnovija tehnička rešenja opreme za veštačku kišu,

širokozahvatne samohodne mašine, koje se za vreme zalivanja kreću po navlaženom zemljištu nisu u mogućnosti da realizuju veće zalivne norme koje bi prokvasile aktivnu rizosferu svih biljnih vrsta. U većini slučajeva ova oprema se nepravilno eksploatiše i ne postiže se željeni efekat navodnjavanja. Prirodni deficit lakopristupačne vode se ne eliminiše, jer se ne primenjuje odgovarajući režim navodnjavanja. Sa prvim zalivanjem se najčešće kasni, u jednom proходу mašine daje se malo vode, a turnus između zalivanja je duži od potrebnog. Javljaju se i drugi problemi u realizaciji odgovarajućeg zalivnog režima gajenih biljaka, jer je dosadašnja praksa pri dimenzionisanju i odlučivanju o izboru odgovarajuće opreme za navodnjavanje bila uglavnom komercijalnog karaktera (*Vasić i sar.* 1994). Međutim ne može se eksploatacija prilagođavati lošem tehničkom rešenju i tamo gde je to slučaj nailazi se na brojne teškoće koje onemogućavaju normalno korišćenje sistema. Sistemi za navodnjavanje grade se za biljnu proizvodnju i ona treba da da zadatak projektu na osnovu orijentacije u proizvodnji, pedoloških, klimatskih i ekonomskih uslova (*Vučić, 1976*). Tehnička rešenja se moraju prilagođavati agrotehničko-eksploatacionim zahtevima, odnosno mora da postoji koordinacija, još od idejnog projekta, između hidrograđevinske, mašinske i agronomске studije projekta.

Zadatak istraživanja je bio da se eksperimentalnim istraživanjima u poljskim uslovima utvrdi racionalan zalivni režim kukuruza i soje sa aspekta primene različitih zalivnih normi, uključujući i plića prokvašavanja zemljišta i sagleda njihov odnos prema prinosu, odnosno da se utvrdi najmanja

dubina zemljišta u kojoj je navodnjavanjem neophodno održavati optimalnu vlažnost, pod uslovom da se postižu visoki i stabilni prinosi ovih biljnih vrsta.

Dobijeni rezultati će biti osnova za pravilno projektovanje savremenih sistema za navodnjavanje kišenjem koji su opremljeni samohodnim širokozahvatnim mašinama u cilju njihove racionalne eksploatacije u praksi navodnjavanja.

MATERIJAL I METOD RADA

Eksperimentalna istraživanja su obavljena na ogleđnom polju Rimski Šančevi, Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na zemljištu tipa karbonatni černozem lesne terase. Ogleđ je postavljen po metodu blok sistema i prilagođen navodnjavanju kišenjem. U ogleđu su bile zastupljene četiri kombinacije tretmana, tri sa navodnjavanjem, normama od 20, 40 i 60 mm, odnosno prokvašavan je sloj zemljišta od 20, 40 i 60 cm, kao i kontrolna varijanta bez navodnjavanja. Vreme zalivanja je određivano vodnim bilansom, bioklimatskim postupkom, primenom hidrofototermskih indeksa za kukuruz 0,15 (Vučić, 1971, Bošnjak, 1987) i soju 0,16 (Vučić, Bošnjak, 1980). U ogleđu su bila zastupljena dva hibrida kukuruza NS-444 i NS-640, i tri sorte soje iz različitih grupa zrenja, Bačka 0 grupa zrenja, Balkan I grupa zrenja i Vojvodanka II grupa zrenja. Primenjena je savremena tehnologija proizvodnje, a agrotehničke operacije su obavljene u optimalnim rokovima. Statistička obrada podataka je obavljena analizom varijanse trofaktorijalnog ogleđa, a testiranje rezultata LSD testom.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Najnovija tehnička rešenja opreme za veštačku kišu, širokozahvatne samohodne mašine intenzivno se šire i u Vojvodini zauzimaju površinu od oko 40.000 ha (Milivojević i sar., 1994). U većini slučajeva oprema se nepravilno eksploatiše, prirodni deficit lakopristupačne vode se ne eliminiše, jer se ne primenjuje odgovarajući režim navodnjavanja i efekat navodnjavanja izostaje. Bošnjak (1989, 1989a) ističe da je jedino ispravno rešenje da se režim navodnjavanja prilagodi uslovima godine,

hidropedološkim osobinama zemljišta, stanju parcele i tehničkim mogućnostima opreme za navodnjavanje, odnosno potrebno je svakodnevno obračunavati utrošak vode na ET bioklimatskim postupkom, primenom bioklimatskih koeficijenata i bilansirati sadržaj lakopristupačne vode u zemljištu u sloju aktivne rizosfere biljaka sa pozicija priliva i utroška u cilju određivanja vremena i rasporeda zalivanja. Vučić, 1976 ukazuje da se sistemi za navodnjavanje grade za biljnu proizvodnju i da ona treba da da zadatak projektu na osnovu orijentacije u proizvodnji, njenom intenzitetu i obimu, odnosno da se tehnička rešenja moraju prilagodavati agrotehničko - eksploatacionim zahtevima. Jankulovski (1993) predlaže višegodišnji plodored gajenjem biljnih vrsta koje nemaju potrebu za navodnjavanjem u istom vremenskom periodu u jednoj proizvodnoj godini. Međutim, u svim slučajevima gde se eksploatacija prilagođava tehničkom rešenju nailazi se na brojne teškoće koje onemogućuju normalno korišćenje sistema.

U godinama istraživanja na svim varijantama navodnjavanja postignuti su visoki prinosi zna kukuruza, statistički visoko signifikantno veći u odnosu na kontrolu bez navodnjavanja. Na navodnjavanjem varijantama prinos je varirao i bio je najveći na varijanti sa dubinom prokvašavanja zemljišta do 40 cm (tab. 1). U trogodišnjem proseku bio je signifikantno veći u odnosu na dubinu prokvašavanja zemljišta do 20 cm, a nisu ostvarene statistički značajne razlike u odnosu na dubinu prokvašavanja zemljišta do 60 cm. Na osnovu iznetog može se konstatovati da je za kukuruz najbolje održavati optimalnu vlažnost zemljišta navodnjavanjem u sloju do 40 cm. Vasić i sar., 1994 dolaze do istih zaključaka, odnosno da je dovoljno obezbediti lakopristupačnu vodu korenovom sistemu kukuruza u sloju zemljišta do 30 cm dubine, što zahteva permanentno navodnjavanje manjim zalivnim normama, koje se mogu realizovati samohodnim mašinama za navodnjavanje kišenjem. Ovoj konstataciji idu u prilog i rezultati istraživanja Pejića, 2000, da se na varijantama navodnjavanja sa različitim dubinom prokvašavanja zemljišta, u proseku, do 40 cm dubine nalazilo oko 90% od ukupne mase korena kukuruza, odnosno da je iz istog sloja zemljišta utrošeno u proseku 62,3% od ukupno utrošene vode iz zemljišta.

Tabela 1. Prinos zrna kukuruza ($t\ ha^{-1}$) u zavisnosti od hibrida i norme zalivanja (Rimski Šančevi 1992/94)
Yield of maize ($t\ ha^{-1}$) depending on hybrid and irrigation rate (Rimski Šančevi 1992/94)

| Godina Year (A) | Hibrid Hybrid (B) | Norma zalivanja - Irrigation rate (mm) (C) | | | | AB | A |
|---------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|------------------------|----------|--------|
| | | 20 mm (C ₁) | 40 mm (C ₂) | 60 mm (C ₃) | Ø (C ₄) | | |
| 1992 (A ₁) | NS-640 (B ₁) | 13,150 | 13,087 | 13,689 | 9,421 | 12,337 | 11,622 |
| | NS-444 (B ₂) | 11,929 | 11,960 | 11,054 | 8,689 | 10,908 | |
| AC | | 12,540 | 12,524 | 12,372 | 9,055 | | |
| 1993 (A ₂) | NS-640 (B ₁) | 13,948 | 14,662 | 14,586 | 5,657 | 12,213 | 11,517 |
| | NS-444 (B ₂) | 11,628 | 12,966 | 12,057 | 6,635 | 10,822 | |
| AC | | 12,788 | 13,814 | 13,322 | 6,146 | | |
| 1994 (A ₃) | NS-640 (B ₁) | 12,865 | 13,330 | 12,952 | 10,003 | 12,288 | 11,862 |
| | NS-444 (B ₂) | 11,826 | 12,127 | 11,829 | 9,961 | 11,436 | |
| AC | | 12,346 | 12,728 | 12,391 | 9,982 | B | |
| BC | NS-640 (B ₁) | 13,321 | 13,693 | 13,742 | 8,360 | 12,279 | |
| | NS-444 (B ₂) | 11,794 | 12,351 | 11,647 | 8,428 | 11,055 | |
| C | | 12,558 | 13,022 | 12,694 | 8,394 | | |

| LSD | % | A | B | C | AB | AC | BC | ABC |
|-----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 5 | 0,375 | 0,263 | 0,398 | 0,372 | 0,563 | 0,563 | 0,796 |
| | 1 | 0,688 | 0,398 | 0,533 | 0,563 | 0,754 | 0,754 | 1,006 |

U uslovima navodnjavanja, na svim varijantama postignuti su visoko signifikantno veći prinosi zrna soje u odnosu na kontrolu bez navodnjavanja (tab. 2). Između varijanti navodnjavanja sa različitim dubinom prokvašavanja prinos je neznatno varirao, odnosno bio je na istom, visokom i stabilnom nivou. U uslovima prirodne obezbeđenosti vodom prinosi su bili različiti i u skladu sa vremenskim uslovima. To upućuje na zaključak da je za soju dovoljno održavati optimalnu vlažnost zemljišta navodnjavanjem u sloju

do 20 cm, odnosno najbolje bi bilo zalivnom normom prokvasiti oranični sloj zemljišta. Norma navodnjavanja je u svim kombinacijama zalivanja bila na istom nivou u pojedinim godinama. Međutim, režim navodnjavanja se bitno razlikovao u pogledu broja zalivanja (3-10). To ukazuje na neophodnost svakodnevnog obračuna vodnog bilansa, odnosno u zemljištu je neophodno održavati prisustvo lakopristupačne vode tokom celog perioda vegetacije.

Tabela 2. Prinos zrna soje (t ha⁻¹) u zavisnosti od sorte i norme zalivanja (Rimski Šančevi 1992/94)
Yield of soybean (t ha⁻¹) depending on variety and irrigation rate (Rimski Šančevi 1992/94)

| Godina Year (A) | Hibrid Hybrid (B) | Norma zalivanja - Irrigation rate (mm) (C) | | | | AB | A |
|---------------------------|-------------------------|---|----------------------------|----------------------------|------------------------|-------|-------|
| | | 20 mm (C ₁) | 40 mm (C ₂) | 60 mm (C ₃) | Ø (C ₄) | | |
| 1992 (A ₁) | Bačka | 3,462 | 3,414 | 3,489 | 2,198 | 3,141 | 3,749 |
| | Balkan | 4,187 | 4,352 | 4,477 | 2,756 | 3,943 | |
| | Vojvodanka | 4,336 | 4,964 | 4,757 | 2,594 | 4,163 | |
| AC | | 3,995 | 4,243 | 4,241 | 2,516 | | |
| 1993 (A ₂) | Bačka | 4,368 | 4,165 | 4,296 | 2,651 | 3,870 | 4,124 |
| | Balkan | 4,295 | 4,162 | 4,516 | 2,632 | 3,901 | |
| | Vojvodanka | 4,891 | 5,211 | 5,120 | 3,176 | 4,600 | |
| AC | | 4,518 | 4,513 | 4,644 | 2,820 | | |
| 1994 (A ₃) | Bačka | 5,159 | 4,669 | 4,761 | 3,408 | 4,500 | 4,541 |
| | Balkan | 5,232 | 4,775 | 4,557 | 2,956 | 4,380 | |
| | Vojvodanka | 5,532 | 5,046 | 5,202 | 3,186 | 4,743 | |
| AC | | 5,308 | 4,830 | 4,840 | 3,186 | B | |
| BC | | 4,159 | 4,121 | 4,173 | 3,092 | 3,886 | |
| | | 4,428 | 4,396 | 4,399 | 3,138 | 4,091 | |
| | | 4,515 | 4,630 | 4,642 | 3,225 | 4,269 | |
| C | | 4,368 | 4,382 | 4,405 | 3,152 | | |

| LSD | % | A | B | C | AB | AC | BC | ABC |
|-----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 5 | 0,208 | 0,191 | 0,132 | 0,381 | 0,264 | 0,228 | 0,457 |
| | 1 | 0,229 | 0,259 | 0,175 | 0,518 | 0,350 | 0,303 | 0,607 |

Detaljne analize u obavljenim istraživanjima idu u prilog konstatacijama brojnih autora o potrebi plićeg prokvašavanja zemljišta (*Bošnjak*, 1993, 1996) i mogu biti osnova prilikom projektovanja opreme za navodnjavanje, jer pravilno dimenzionisana oprema za navodnjavanje i racionalan zalivni režim gajenih biljaka su polazne osnove uspješne poljoprivredne proizvodnje u uslovima navodnjavanja. *Dorović i Milivojević* (1993) ističu da su sistemi za navodnjavanje predimenzionisani tako da dolazi do neusklađenosti između dužine putanje prohoda mašine, potreba gajenih biljaka za vodom i

projektovanog intenziteta proizvodnje. Kao rezultat toga dobijaju se niski prinosi koji ne mogu da opravdaju visoka ulaganja u izgradnju i eksploataciju savremene opreme za navodnjavanje kišenjem.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja utvrđena je minimalna dubina prokvašavanja zemljišta navodnjavanjem za soju i kukuruz od 20 do 40 cm. Ukoliko se navodnjavanjem u jednom prohodu mašine ne može navlažiti zemljište do dubine 40 cm,

onda je neophodno održavati optimalnu vlažnost zemljišta do dubine 20-30 cm što se sigurno može postići na irigacionom području Vojvodine.

U zavisnosti od norme zalivanja treba primenjivati odgovarajući režim navodnjavanja, odnosno obračunom vodnog bilansa, svakodnevno kontrolisati stanje sadržaja lakopristupačne vode u zemljištu u zoni aktivne rizosfere biljaka, kako bi je biljke trošile na nivou svojih potreba, odnosno potencijalne evapotranspiracije u cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa.

Dobijeni rezultati mogu biti osnova za pravilno projektovanje savremenih sistema za navodnjavanje kišenjem opremljenih samohodnim širokozahvatnim mašinama u cilju njihove racionalne eksploatacije u praksi navodnjavanja.

LITERATURA

- [1] Bošnjak, Đ., 1987. Zahtevi za vodom i zalivni režim kukuruza. Nauka u proizvodnji, 15, 3-4: 29-36.
- [2] Bošnjak, Đ., 1989. Realizacija racionalnog zalivnog režima pri navodnjavanju veštačkom kišom. Vode Vojvodine, 17: 41-45, Beograd.
- [3] Bošnjak, Đ., 1989a. Vlažnost zemljišta i racionalan zalivni režim u eksploataciji samohodne opreme za navodnjavanje.
- [4] Đorović, M., Milivojević, J., 1993. Problemi navodnjavanja "rainger" mašinama zemljišta tipa ritska crnica u Alibunarskom ritu. Zbornik radova savetovanja "Korišćenje i održavanje melioracionih sistema", 285-291, Beograd.
- [5] Jankulovski, Ž., 1993. Рационално искористување на автоматската опрема за наводњување о ЗК »Пелагонија«. Zbornik radova savetovanja "Korišćenje i održavanje melioracionih sistema", 291-297, Beograd.
- [6] Milivojević, J., Nedić, M., Petrović Gorica., 1994. Razvoj navodnjavanja širokozahvatnim mašinama u SR Jugoslaviji. Zbornik radova savetovanja "Navodnjavanje i odvodnjavanje u Srbiji", 158-164, Svilajnac.
- [7] Pejić, B., 1999. Evapotranspiracija i morfološke karakteristike kukuruza u zavisnosti od dubine navlaženog zemljišta i njihov odnos prema prinosu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
- [8] Vasić, G., Kresović, Branka, Tolimir, M., 1994. Režim navodnjavanja kukuruza na černozeu u zavisnosti od dubine navodnjavanja. Zbornik radova savetovanja "Navodnjavanje i odvodnjavanje u Srbiji", 60-65, Svilajnac.
- [9] Vučić, N., 1971. "Bioklimatski koeficijenti" i zalivni režim biljaka, teorija i praktična primena. Vodoprivreda, 6-8: 439-467.
- [10] Vučić, N., 1976. Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
- [11] Vučić, N., Bošnjak, Đ., 1980. Potencijalna evapotranspiracija soje u klimatskim uslovima Vojvodine. Vodoprivreda, 13, 72: 311-314.

PROBLEMS IN EXPLOITATION OF MODERN OVERHEAD IRRIGATION EQUIPMENT

by

Borivoje PEJIĆ
Faculty of Agriculture
Department of Field and Vegetable Crops

Summary

The research objective was to establish the smallest depth of soil in which it is necessary to maintain the optimum moisture by irrigation rate for high and stable corn and soybean yields. The research was conducted on soil type chernozem calcareous on loess terrace at the experimental field of the Institute of field and Vegetable Crops at the location of Rimski Šančevi. Three irrigation variants were included with irrigation rate of 20, 40 and 60 mm, i. e. wetting depth of 20, 40 and 60 cm. The time of irrigation was determined applying water balance, according to bioclimatic method on the basis of hydrophytothermic index for corn and soybean 0,15 and 0,16 respectively. Non-irrigated control was also included in the trial. Two hybrids of corn with different maturity groups were included: NS-640 and NS-444, and three varieties of soybean with different maturity groups: Bačka, Balkan and Vojvodanka.

Optimum soil moisture is to be maintained to the minimum depth of 20-40 cm for corn with irrigation rate of 20-40 mm, and 20 cm for soybean with irrigation rate of 20 mm. In those depths it is indispensable to maintain permanent level of readily available water, and to apply corresponding irrigation schedule, particular using center pivot or liner system that are self-moving and can realize maximum irrigation rate of 20-30 mm in one pass. For the variable climatic conditions of the Vojvodina Province it is most appropriate to apply water balance that enables a daily balancing of readily available water in the soil from the aspect of water input and output in order to precisely define the irrigation schedule.

Key words: irrigation, irrigation rate, modern overhead irrigation equipment.