

UDK: 633.15:631.8

Pregledni rad

ODRŽIVOST RAZLIČITIH SISTEMA ĐUBRENJA U PROIZVODNJI KUKURUZA

*M. Vesković, Ž. Jovanović, P. Jovin, M. Tolimir**

Izvod: Na osnovu rezultata dugotrajnih stacionarnih ogleda obavljena su istraživanja održivosti pojedinih sistema đubrenja u proizvodnji kukuruza.

Ogledi su izvođeni na zemunpoljskom černozemu i na kiselim zemljištima (pseudoglej i smeđe rudo kiselozemlje), i na osnovu dobivenih rezultata mogu se izvući sledeći zaključci:

- pri gajenju u monokulturi na černozemu dugotrajna primena različitih sistema đubrenja organskim (stajnjak i kukuruzovina) i mineralnim đubrivima vrlo značajno je uticala na promene sadržaja organske materije zemljišta pri čemu je povećanje sadržaja pod uticajem zaoravanja kukuruzovine i stajnjaka iznosilo 10,76% do 17,73%, pri čemu je došlo i do značajnog povećanja odnosa C/N.

- mere popravke pseudogleja pozitivno su uticale na agrohemijske osobine zemljišta (povećanje pH vrednosti, povećanje zasićenosti bazama, kao i na značajno smanjenje sadržaja lakopristupačnog aluminijuma)

- merama popravke pseudogleja statistički je vrlo značajno povećan prinos kukuruza na svim lokalitetima istraživanja, a efekat mineralnih đubriva na prinos kukuruza bio je veći u interakciji sa merama popravke. Veća količina mineralnih đubriva nije uticala na povećanje prinosa (Kraljevo), što se može objasniti lošim vodnofizičkim osobinama pseudogleja kao ograničavajućim faktorom.

- pojedini sistemi đubrenja mineralnim i organskim đubrivima vrlo značajno su uticali na povećanje prinosa (8,16% do 71,65%), pri čemu su posebno ekonomski opravdani sistemi sa organskim đubrivima i manjim količinama azota (46 kg ha⁻¹). Zaoravanje kukuruzovine je vrlo povoljno uticalo na povećanje prinosa (6,89%) u odnosu na iste sisteme bez kukuruzovine.

Efikasnost primenjenog stajnjaka je iznosilo nešto iznad 50% efikasnosti mineralnih đubriva, a pri zajedničkoj primeni sa kukuruzovinom, njegova efikasnost je vrlo značajno povećana, i tako se na černozemu prinos može održavati na visokom nivou i bez primene mineralnih đubriva.

* Dr Miladin Vesković, naučni saradnik, Dr Života Jovanović, viši naučni saradnik, Dr Predrag Jovin, naučni saradnik, Miodrag Tolimir, dipl. ing. Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun.

Rezultati istraživanja su pokazali da su pojedini plodoredi na černozeu vrlo značajno uticali na povećanje prinosa kukuruza (8,51% do 19,42%), a pri tome je značajno povećana efikasnost primenjenih mineralnih đubriva, posebno ukoliko je kukuruz gajen u plodoredu sa sojom (dvopolje) i pšenicom i sojom (tropolje).

Primena visokih doza azota u vidu mineralnih đubriva kao i akumulacija vode u mikrodepresijama na propusnim zemljištima, značajno su uticali na ispiranje i akumulaciju pristupačnog azota po celom zemljišnom profilu što može uticati na zagađivanje podzemnih voda.

Ključne reči: kukuruz, đubrenje, proizvodnja.

Uvod

Održivost različitih sistema đubrenja može se proučavati sa različitih aspekata. Pošto se proizvodnja kukuruza obavlja na vrlo različitim tipovima zemljišta, koja se bitno razlikuju po prirodnoj produktivnosti. U literaturi se vrlo često ističe da đubrenje u najvećoj meri smanjuje razlike u proizvodnoj sposobnosti zemljišta (4), pa se postavlja pitanje održivosti pojedinih sistema đubrenja i mera popravke sa gledišta otklanjanja ograničavajućih faktora prinosa kod zemljišta sa nižom prirodnom produktivnošću (pseudoglej), kao i popravke i održavanje plodnosti, bez obzira o kojim zemljištima se radi (27). Kod zemljišta visoke proizvodne sposobnosti (černozeu) postavlja se pitanje da li je moguće visoku produktivnost održavati upotrebom samo mineralnih đubriva, ili je za očuvanje tih zemljišta i popravku njihove plodnosti neophodna primena i organskih đubriva (21, 27). U literaturi se često ističe i mogućnost «biološkog ratarenja», odnosno proizvodnje bez mineralnih đubriva (21, 27). Kao posebno pitanje se postavlja u pogledu održivosti pojedinih sistema đubrenja u zavisnosti od sistema gajenja, odnosno plodoreda (28). Analizirajući uticaj pojedinih sistema đubrenja na povećanje prinosa, mogu se donosi zaključci o njihovoj efikasnosti, odnosno ekonomičnosti (27). Vrlo važno pitanje, koje se vrlo često ističe u literaturi (28) je održivost pojedinih sistema sa gledišta smanjenja gubitaka hraniva i na taj način povećanja efikasnosti đubriva i zaštite životne sredine.

Postoje i drugi aspekti održivosti sistema đubrenja (kvalitet biljnih proizvoda, odnosno ljudske i stočne hrane; način korišćenja biljke; reljef, odnosno nagib parcela; sistem obrade; intenzivnost korišćenja zemljišta; navodnjavanje; dinamika usvajanja hraniva; otpornost na sušu, odnosno stabilnost prinosa; efikasnost korišćenja žetvenih ostataka i dr.).

Materijal i metod rada

Pomenute, najvažnije aspekte održivosti sistema đubrenja (popravka zemljišta niže produktivnosti; održavanje i popravka zemljišne plodnosti; uticaj đubriva na povećanje prinosa, odnosno njihova efikasnost, sistemi gajenja, odnosno plodoredi; gubici pristupačnog azota u dublje slojeve zemljišta;) u ovom radu ćemo analizirati na os-

novu rezultata istraživanja koji su dobiveni izvođenjem dugotrajnih stacionarnih oglada koji se izvode na zemljištima koja se vrlo bitno razlikuju po njihovoj proizvodnoj sposobnosti:

- Dugotrajnih stacionarnih oglada na černozeu u Zemun Polju, u kojima su istraživani sistemi gajenja (plodoredi) kukuruza zajedno sa sistemima dubrenja (ogled zasnovan 1984. godine), kao i sistemi dubrenja organskim i mineralnim đubrivima pri gajenju kukuruza u monokulturi (ogled zasnovan 1972. godine)

- Višegodišnjih oglada na pseudogleju, u kojima su istraživani sistemi popravke kiselih zemljišta i dubrenja istih pri gajenju kukuruza (ogledi su izvođeni od 1987-1991. godine u Kraljevu, od 1986-1989. godine u Banjanima kod Uba i od 1990-1995. godine u Planinici kod Mionice.

Cilj ovog rada je da ukaže na ulogu i značaj sistema gajenja i dubrenja u kompleksu agrotehničkih mera, bez kojih se ne može zamisliti savremena proizvodnja kukuruza, ali i ostalih ratarskih useva. Takođe, osnovni cilj ovih istraživanja je da se dode do zaključka o efikasnosti racionalnosti sistema dubrenja, kako u pogledu prinosa kukuruza koji se postiže na ovim zemljištima, tako u pogledu popravke kiselih zemljišta.

Rezultati istraživanja i diskusija

Vrlo često se u literaturi ističe da se razni tipovi zemljišta dosta razlikuju po svojoj prirodnoj produktivnosti, a da se te razlike u najvećoj meri smanjuju primenom đubriva (Welte and Timmermann, 1976, Morel et al., 1976, Welch, 1976). Naime, ističe se da je dubrenje najmoćnije sredstvo kojim se može povećati produktivnosti svih, a posebno zemljišta sa nižom prirodnom produktivnošću. Tako se i na lošijim zemljištima postižu visoki prinosi, ukoliko je primenjen adekvatan sistem đubrenja i izvršena popravka istih.

U našoj zemlji proizvodnja kukuruza i drugih useva obavlja se na vrlo različitim zemljištima među kojima su dominantni po svojim površinama, černozeu, pseudoglej i druga kiselina zemljišta (kod kojih su izraženi poznati problemi kiselosti i loših vodno-fizičkih osobina). Zato je od posebnog značaja odgovor na pitanje kako dugotrajna primena različitih sistema dubrenja utiče na proizvodnu sposobnost černozeu i pseudogleja, dva zemljišta koja se po svojim osobinama, odnosno po prirodnoj proizvodnoj sposobnosti najviše razlikuju.

Uticaj sistema dubrenja na sadržaj organske materije u černozeu

Pri upotrebi sve većih količina mineralnih đubriva u savremenoj biljnoj proizvodnji, često se postavi pitanje da li je moguće da se pri upotrebi samo mineralnih đubriva održava plodnost i produktivnost zemljišta na visokom nivou. Takođe se postavlja pitanje u kom stepenu se primenom organskih đubriva i žetvenih ostataka može popraviti plodnost i produktivnost raznih zemljišta (Vesković, 1989).

Ako se analizira sadržaj organske materije i odnos C/N u zemljištu od 15-godišnje primene različitih sistema dubrenja po černozeu (Tab. 1.) uočava se da je pri gajenju kukuruza bez dubrenja došlo do blagog opadanja (za 0,62%), a pri promeni mineralnih

đubriva (332 kg NPK ha⁻¹) do blagog povećanja sadržaja organske materije (za 2,74%). Istovremeno odnos C/N bio je stabilan.

Tabela 1. Sadržaj organske materije i odnos C/N u černozeu (0-40 cm) posle 15 godina izvođenja ogleada u zavisnosti od sistema đubrenja

Sistemi đubrenja	Organska materija zemljišta (Poè. stanje = 2,741 % = 100)	C/N (Poè. stanje = 8,88)
1. Kontrola	99,38	9,01 (+0,13)
2. Min. Đubriva (332 kg NPK ha ⁻¹) od èega: 135 kgN, 123 kg P ₂ O ₅ , 74 kg K ₂ O	102,74	8,84 (-0,04)
3. Kukuruzovina (zaoravanje svake godine)	115,57	9,91 (+1,03)
4. Kukuruzovina + min. đubriva	110,76	9,17 (+0,29)
5. Stajnjak 60 t.ha ⁻¹ (svake treæ godine)	117,73	9,55 (+0,67)
6. Stajnjak + min. đubriva	117,69	9,00 (+0,12)

Primena kukuruzovine i stajnjaka u sistemima đubrenja uticala je na povećanje sadržaja organske materije u zemljištu (povećanje u odnosu na varijante bez kukuruzovine i stajnjaka je iznosilo 10,6% do 17,73%). Pri tome je došlo i do značajnog povećanja C/N odnosa u zemljištu (sa početnih 8,88 na 9,00 do 9,91). U pogledu uticaja mineralnih i organskih đubriva na sadržaj organske materije zemljišta do sličnih podataka su došli i drugi istraživači (Welte and Timmermann, 1976, Cooke, 1976, Blagojević i Vesković, 1985, Vesković, 1989, Vesković i Jovanović 1996, Vesković i sar. 1997., 1997a).

Uticaj mera popravke pseudogleja na agrohemijske osobine zemljišta

Merama popravke pseudogleja (Tab. 2 i 3) pozitivno su izmenjene njegove agrohemijske osobine. Primenom kreča (CaO) i stajnjaka smanjena je kiselost (pH) i povećana zasićenost adsorptivnog kompleksa bazama (V%) i značajno je smanjena količina lakopristupačnog aluminijuma. Dobijeni rezultati su slični rezultatima Jovanović-a i sar. (1993), Vesković-a i Jovanović-a (1995), Vesković-a i Jovanović-a (1991), Jovanović-a i Vesković-a (1966), Jovanović-a i sar. (1993).

Tabela 2. Uticaj mera popravke na agrohemijske osobine pseudogleja (prosečne vrednosti)

Mesto	PH		V (%)	Ukupni N (%)	Lako pristupačni mg/100g		
	H ₂ O	NKCl			P ₂ O ₅	K ₂ O	Al
Pre mera popravke							
Banjani	5,85	4,70	52,42	0,152	5,80	18,90	4,80
Kraljevo	5,40	4,30	42,65	0,136	4,90	15,20	7,90
Posle mera popravke							
Banjani	6,20	5,15	73,44	0,17	6,20	20,00	3,30
Kraljevo	5,85	4,75	69,50	0,145	4,90	15,30	4,90

Tabela 3. Agrohemijske osobine kiselog smeđe-rudog zemljišta u Planinici posle 3 godine izvođenja ogleđa (0-25 cm)

Varijanta ogleđa	pH		V (%)	Humus (%)	Ukupni N (%)	Pristupačni mg/100 g		Al mg/100g
	H ₂ O	nKCl				P ₂ O ₅	K ₂ O	
Pre post. ogleđa	4,55	3,90	34,23	3,33	0,17	3,00	11,6	12,9
Kontrola	4,45	3,85	32,89	3,31	0,16	3,00	11,4	13,4
Njival Ca - 10 t×ha ⁻¹	6,30	5,70	72,82	3,30	0,16	3,80	11,5	5,6
Njival Ca + Mg - 10 t×ha ⁻¹	6,20	5,65	71,89	3,30	0,16	3,70	11,6	5,9
Stajnjak - 60 t×ha ⁻¹	5,65	5,00	52,67	3,36	0,17	4,60	13,2	10,0
Njival Ca + stajnjak	6,36	5,74	82,75	3,36	0,17	4,80	14,6	4,4
Njival Ca + Mg + stajnjak	6,35	5,70	82,51	3,38	0,18	4,70	14,0	4,5

Prinosi kukuruza na pseudogleju u zavisnosti od mera popravke i sistema đubrenja

Popravlkom važnijih agrohemijskih osobina pseudogleja povećana je i produktivna sposobnost ovih zemljišta (Tab. 4 i 5) (povećanje efikasnosti primenjenih mineralnih đubriva. Ovo se slaže sa višegodišnjim istraživanjima, kako domaćih, tako i inostranih autora (Vesković i Jovanović, 1995., Aldrich et al. 1976, Avdonin, 1976 i dr.).

Tabela 4. Prinosi kukuruza na kraljevačkom pseudogleju u zavisnosti od sistema đubrenja (prosek za tri godine)

Varujante đubrenja	T/ha	%
Kontrola	5,09	100,00
N ₁₀₀ P ₆₀ K ₄₀	6,24	122,69
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₆₀	6,27	123,18
Prosečno	5,86	100,00
č. Stajnjak - 40 t×ha ⁻¹	5,97	117,00
č. Stajnjak + N ₁₀₀ P ₆₀ K ₄₀	6,87	135,06
č. Stajnjak + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₆₀	6,59	130,00
Prosečno	6,48	110,58
T. stajnjak 60 m ³ /ha	6,08	119,54
T. stajnjak + N ₁₀₀ P ₆₀ K ₄₀	6,86	134,77
T. stajnjak + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₆₀	6,98	137,22
Prosečno	6,64	113,31
CaO 1 t×ha ⁻¹	5,79	113,75
CaO + N ₁₀₀ P ₆₀ K ₄₀	6,49	127,50
CaO + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₆₀	7,10	139,58
Prosečno	6,46	110,24

Tabela 5. Prinos kukuruza u Planinici u zavisnosti od sistema đubrenja (prosek za tri godine)

Varijante ogleda			T/ha	%
A1 - Kontrola	B1	Kontrola	3,00	100,00
	B2	225 kg NPK.ha ⁻¹ (105 kgN)	3,22	107,33
	B3	375 kg NPK.ha ⁻¹ (175 kgN)	3,40	113,33
Prosečno			3,21	100,00
A2 - Njival - Ca 10 t×ha ⁻¹	B1	Kontrola	4,18	139,33
	B2	225 kg NPK.ha ⁻¹ (105 kgN)	4,09	136,33
	B3	375 kg NPK.ha ⁻¹ (175 kgN)	4,31	143,67
Prosečno			4,19	130,53
A3 - Njival-Ca + Mg 10 t×ha ⁻¹	B1	Kontrola	4,04	134,67
	B2	225 kg NPK.ha ⁻¹ (105 kgN)	4,22	140,67
	B3	375 kg NPK.ha ⁻¹ (175 kgN)	4,10	136,67
Prosečno			4,12	128,35
A4 - 60 t×ha ⁻¹ čvrstog stajnjaka	B1	Kontrola	3,19	106,33
	B2	225 kg NPK.ha ⁻¹ (105 kgN)	3,40	113,33
	B3	375 kg NPK.ha ⁻¹ (175 kgN)	3,55	118,33
Prosečno			3,38	105,30
A5 - Njival - Ca + stajnjak	B1	Kontrola	4,21	140,33
	B2	225 kg NPK.ha ⁻¹ (105 kgN)	4,54	151,33
	B3	375 kg NPK.ha ⁻¹ (175 kgN)	4,80	160,00
Prosečno			4,52	140,81
A6 - Njival- Ca+ Mg+ stajnjak	B1	Kontrola	4,18	139,33
	B2	225 kg NPK.ha ⁻¹ (105 kgN)	4,42	147,33
	B3	375 kg NPK.ha ⁻¹ (175 kgN)	4,64	154,67
Prosečno			4,41	137,38

LSD	0,05	0,01
A	0,378	0,526
B	0,251	0,360
A x B	0,660	0,789

Rezultati ovog rada su takođe pokazali da je pri gajenju kukuruza u plodoredu sa pšenicom efikasnost mineralnih đubriva na pseudogleju bila značajno manja u odnosu na černozem, a da se ona povećala primenom mera popravke (CaO i stajnjak).

Dalje povećanje količine mineralnog đubriva nije imalo značajnog efekta na prinos (što se može povezati sa lošijim vodno fizičkim osobinama ravničarskog pseudogleja, koje ograničavaju prinos na ovom zemljištu.

Kao glavni ograničavaju faktor prinosa na kiselom smeđe-rudom zemljištu u Planinici je sadržaj pokretljivog aluminijuma i gubitak hranive erozije.

Prinosi kukuruza na zemunpoljskom černozemu u zavisnosti od sistema đubrenja

Različiti sistemi đubrenja uticali su vrlo značajno na povećanje prinosa kukuruza na černozemu (Tab. 6.) pri čemu su mineralna đubriva ispoljila veliku efikasnost. U pros-

eku za poslednjih 6 godina, posle 15-to godišnje primene (332 kg NPK ha⁻¹ godišnje) povećanje u odnosu na kontrolu je iznosilo 60,33%. Na veliku efikasnost dugotrajne primene mineralnih đubriva u pogledu uticaja na povećanje prinosa ukazuju i sledeći rezultati istraživanja. Cooke (1976), Welte and Timmermann (1976), Dorfti and Berženi (1986), Vesković (1989), Vesković i Jovanović (1996), Vesković i sar. (1997, 1997a).

Na osnovu naših rezultata (a to su potvrdili i mnogi drugi istraživači) može se zaključiti da se produktivnost karbonatnog černozema može održavati na visokom nivou i pri primeni samo mineralnih đubriva, ukoliko se u zemljište unosi dovoljno hraniva za formiranje prinosa.

Tabela 6. Prosečni prinosi kukuruza na zemunpoljskom černozemu za period od šest godina (posle 15 godina izvođenja oglea), u zavisnosti od nekih sistema đubrenja

Sistemi đubrenja		Prinos t.ha ⁻¹	Prinos u kontroli = 100
1.	Kontrola	6,179	100,00
2.	Mineralna đubriva - 332 kg NPK.ha ⁻¹ (135 kgN, 123 kg P ₂ O ₅ , 74 kg K ₂ O)	9,907	160,33
3.	46 kg N.ha ⁻¹	7,733	125,15
Prosek:		7,940	100,00
4.	Kukuruzovina (zaorava se svake godine)	6,683	108,16
5.	Kukuruzovina + 332 kg NPK	10,606	171,65
6.	Kukuruzovina + 46 kgN	8,173	132,27
Prosek:		8,487	106,89
7.	Stajnjak (60 t.ha ⁻¹ svake treće godine)	8,451	136,77
8.	Stajnjak + 332 kg NPK	9,820	158,93
9.	Stajnjak + 46 kgN	9,136	147,86
Prosek:		9,136	115,06
10.	Stajnjak + kukuruzovina	9,351	151,34
11.	Stajnjak + kukuruzovina + 332 kg NPK	10,223	165,45
12.	Stajnjak + kukuruzovina + 46 kgN	9,487	153,54
Prosek:		9,687	122,00

LSD	0,05	0,01
B	0,200	0,269
C,AB	0,283	0,381
AC, BC	0,400	0,539
ABC	0,566	0,762

A - Mineralna đubriva

B - Kukuruzovina

C - Stajnjak

Iz prikazanih rezultata o prinosima uočava se da zaoravanje kukuruzovine povoljno utiče na povećanje prinosa (povećanje je iznosilo u proseku za 6,89% u odnosu na sisteme đubrenja sa mineralnim đubrivima, a slično povećanje prinosa je bilo i u odnosu na sisteme sa primenom stajnjaka i kombinovanim stajnjaka i mineralnih đubriva.

Mogućnost proizvodnje kukuruza primenom samo organskih đubriva («biološkim ratarenjem»)

Prikazani podaci (Tab. 6) o prinosima kukuruza na zemunpoljskom černozeu pokazuju da je povećanje prinosa pod uticajem stajnjaka u odnosu na kontrolu iznosilo je 36,77%, što je nešto malo više od 50% povećanja prinosa pod uticajem samo mineralnih đubriva. Jasno se može izvući zaključak da su na černozeu mineralna đubriva bila značajno efikasnija u pogledu povećanja prinosa. često se u literaturi ističu slični podaci koji se dovode u vezu sa visokom stabilnošću organske materije ovakvih zemljišta (Vesković, 1989) kao i stanjem hraniva u zgorelom stajnjaku. Upravo na taj način se može objasniti značajno povećanje prinosa kukuruza na ovom zemljištu pod uticajem kukuruzovine koja ima dosta širok odnos C/N, tako da dolazi do njenog burnog razaranja u zemljištu i oslobađanja hraniva, kao i do značajnog aktiviranja organske materije ovakvog zemljišta (Vesković, 1989).

Prikazani podaci o prinosima u Tabeli 6. jasno pokazuju da je zaoravanje kukuruzovine vrlo značajno povećalo efikasnost primenjenog stajnjaka, jer je zajednička primena stajnjaka i kukuruzovine uticala na povećanje prinosa za 51,34% u odnosu na kontrolu, dok je to povećanje pri primeni samo stajnjaka bilo 36,77%.

Može se zaključiti da je ovakvom zemljištu (černozeu) moguće održavati prinose na visokom nivou i bez primene mineralnih đubriva, ali su ti prinosi značajno niži u odnosu na prinose pri primeni mineralnih đubriva.

Uticaj sistema gajenja na održivost pojedinih sistema đubrenja u proizvodnji kukuruza na černozeu

Opšte prihvaćena činjenica je da su plodoredi najracionalnija forma korišćenja zemljišne teritorije u višegodišnjem planskom sistemu, za razliku od monokulture (jednopoljstva), koja podrazumeva uzastopno gajenje jednog useva na istom mestu duži niz godina (Jovanović, 1995). Pri tome se posebno ističu podaci o značajnom povećanju efikasnosti primenjenih đubriva pri gajenju kukuruza u pojedinim plodoredima.

Na osnovu prikazanih podataka (Tab. 7) može se zaključiti da su, u proseku za 6 godina i za sva četiri sistema đubrenja najniži prinosi dobiveni u dvopoljnom plodoredu «kukuruz-pšenica». Ako se ti prinosi uzmu kao 100%, onda je dvopoljni plodored «kukuruz-soja» uticao na povećanje prinosa za 8,51%, a tropoljni plodored «kukuruz-pšenica-soja» za 19,42%.

Ostvarena razlika između prinosa kukuruza gajenog u sistemima dvopoljnih plodoreda približna je rezultatima naših ranijih istraživanja u periodu 1986-1989. godine (Jovanović, 1992, Jovanović, 1995), Jovanović i Vesković, 1996, Jovanović i sar., 1997, Jovanović i sar., 1998), kada je u dvopolju sa pšenicom prinos bio viši za 0,76 t/ha (9,95%) i dvopolju sa sojom za 1,21 t/ha (15,84%) nego u uslovima kratkotrajne monokulture.

Izuzetno značajno je naglasiti da su maksimalni prinosi ostvareni u sistemima dvopolja i tropolja kada je predusev soja đubrena za 50% manje azota, te je cena koštanja proizvoda po jedinici površine znatno niža. Upravo zato gajenje različitih useva u plodoredima ima pored biološke, agronomске i fitosanitarne uloge još i ekonomski karakter.

Tabela 7. Prinos zrna kukuruza (t/ha) na zemunpoljskom černozeu u zavisnosti od sistema gajenja i dubrenja

Sistem gajenja - S	dubrenje	Prosečno za period 1988-1993. godine	
		T/ha	%
Dvopoljni plodored: kukuruz-pšenica	d1	5,71	84,72
	d2	6,07	90,06
	d3	6,74	100,00
	d4	6,63	98,37
Prosečno:		6,23	100,00
Dvopoljni plodored: kukuruz-soja	d1	6,46	95,85
	d2	6,79	100,74
	d3	7,00	103,86
	d4	6,80	100,89
Prosečno:		6,76	108,51
Tropoljni plodored: kukuruz-pšenica-soja	d1	6,95	103,12
	d2	7,25	107,57
	d3	7,80	115,73
	d4	7,75	114,99
Prosečno:		7,44	119,42

LSD	S	0,05	0,453	0,578	0,499	0,654	0,439	0,532
		0,01	0,614	0,786	0,667	0,833	0,566	0,765
	d	0,05	0,321	0,409	0,411	0,590	0,378	0,353
		0,01	0,436	0,556	0,514	0,714	0,422	0,474
	S X d	0,05	0,641	0,817	0,776	0,909	0,776	0,810
		0,01	0,873	1,112	0,902	1,224	0,903	0,975

Legenda: d1 - Kontrola

d2 - 180 kg NPK ha-1 (80 kg N, 60 kg P₂O₅, 40 kg K₂O)

d3 - 270 kg NPK ha-1 (120 kg N, 90 kg P₂O₅, 60 kg K₂O)

d4 - 360 kg NPK ha-1 (160 kg N, 120 kg P₂O₅, 80 kg K₂O)

Posle soje za kukuruz je upotrebljena 50 % manja količina azota.

Efikasnost mineralnih đubriva je vrlo značajno povećana pri gajenju kukuruza u plodoredima sa sojom. Ako se prinos kukuruza u dvopolju sa pšenicom i pri primeni 270 kg NPK hraniva/ha (od čega 120 kg N), uzme kao 100% onda je pri isto takvom dubrenju, pri gajenju kukuruza u dvopoljnom plodoredu sa sojom, prinos bio veći za 3,86% a pri gajenju u tropoljnom plodoredu sa pšenicom i sojom za 15,73%.

Ispiranje pristupačnog azota u dublje slojeve zemljišta u zavisnosti od količine primenjenog azota i zemljišta

U tabelama 8 i 9. prikazani su podaci o distribuciji pristupačnog azota u profilu zemunpoljskog černozeu (bez navodnjavanja) i zemljišta u Bečeju, Sremskoj Mitrovici i Čačku koja su intenzivno đubrena i intenzivno navodnjavana pri čemu je dolazilo do akumulacije vode u mikrodepresijama sa kojih su i uzimani uzorci.

Tabela 8. Distribucija pristupačnog azota po profilu černoze u Zemun Polju, u zavisnosti od primenjenog azota u vidu mineralnih đubriva (kg/ha)

Dubina	Varijante		
	Kontrola	135 kgN.ha ⁻¹	270 kgN.ha ⁻¹
0-20	16,30	41,08	87,18
20-40	10,40	28,42	70,46
40-60	2,42	15,26	74,02
60-80	1,38	15,08	54,16
80-100	0,96	19,84	75,92
100-120	0,34	20,80	66,30
120-140	2,34	18,54	61,96
140-160	0,00	20,80	53,48
160-180	0,00	11,52	47,50
180-200	0,00	9,10	54,42
Ukupno:	34,14	200,44	655,40

LSD	0,05	0,01
Dubina	6,40	8,79
Količina azota	3,20	4,29

Tabela 9. Sadržaj pristupačnog azota (kg/ha) u zemljištu u zavisnosti od lokacije i dubine

Dubina	Bečej	S. Mitrovica	Zemun Polje	čačak
0-20	23,30	10,69	13,89	12,40
20-40	20,79	6,95	4,61	14,64
40-60	21,15	5,80	4,74	16,82
60-80	25,11	3,60	4,68	18,53
80-100	25,08	4,79	5,39	9,16
100-120	24,75	4,71	5,76	9,47
120-140	18,15	4,69	7,63	8,22
140-160	28,63	4,43	10,75	7,81
160-180	26,90	5,48	15,07	10,66
180-200	30,27	5,70	20,23	9,56
Ukupno:	244,13	56,84	92,75	117,29

LSD	0,05	0,01
Dubina	3,83	5,25
Lokacija	3,49	4,65

Istraživanja su pokazala (Tab. 9) da je ispiranje i akumulacija pristupačnog azota u dubljim slojevima zemljišnog profila bilo vrlo izraženo u vrlo propusnim zemljištima za vodu kao što su černoze (Bečej) i aluvijum (čačak) usled velike akumulacije vode u mikro depresijama i primene većih doza azotnih đubriva (Vesković i sar., 1996).

Rezultati istraživanja prikazani u tab. 8. jasno pokazuju da je dugotrajna primena (15 godina) većih doza azota u vidu mineralnih đubriva (270 kg/ha) vrlo značajno uticala ispiranje pristupačnog azota i njegovu akumulaciju po celom zemljišnom profilu.

Zaključak

Na osnovu obavljenih istraživanja se može zaključiti sledeće:

- pri gajenju kukuruza u monokulturi na černozeu dugotrajna primena različitih sistema đubrenja organskim (stajnjak i kukuruzovina) i mineralnim đubrivima vrlo značajno je uticalo na primene sadržaja organske materije zemljišta pri čemu je povećanje sadržaja pod uticajem zaoravanja kukuruzovine i stajnjaka iznosilo 10,76% do 17,73%, pri čemu je došlo i do značajnog povećanja odnosa C/N.

- mere popravke pseudogleja pozitivno su uticale na agrohemijske osobine zemljišta (povećanje pH vrednosti, povećanje zasićenosti bazama, kao i na značajno smanjenje sadržaja lakopristupačnog aluminijuma)

Mere popravke pseudogleja statistički je vrlo značajno povećan prinos kukuruza na svim lokalitetima istraživanja, a efekat mineralnih đubriva na prinos kukuruza bio je veći u interakciji sa merama popravke. Veća količina mineralnih đubriva nije uticala na povećanje prinosa (Kraljevo), što se može objasniti lošim vodnofizičkim osobinama pseudogleja kao ograničavajućim faktorom.

Pojedini sistemi đubrenja mineralnim i organskim đubrivima vrlo značajno su uticali na povećanja prinosa (8,16% do 71,65%), pri čemu su posebno ekonomski opravdani sistemi sa organskim đubrivima i manjim količinama azota (46 kg ha⁻¹). Zaoravanje kukuruzovine je vrlo povoljno uticalo na povećanje (6,89%) u odnosu na iste sisteme bez kukuruzovine.

Efikasnost primenjenog stajnjaka je iznosilo nešto iznad 50% efikasnosti mineralnih đubriva, a pri zajedničkoj primeni sa kukuruzovinom, njegova efikasnost je vrlo značajno povećana, i tako se na černozeu prinos može održavati na visokom nivou i bez primene mineralnih đubriva.

Rezultati istraživanja su pokazali da su pojedini plodoredi na černozeu vrlo značajno uticali na povećanje prinosa kukuruza (8,51% do 19,42%), a pri tome je značajno povećana efikasnost primenjenih mineralnih đubriva, posebno ukoliko je kukuruz gajen u plodoredu sa sojom (dvopolje) i pšenicom i sojom (tropolje).

Primena visokih doza azota u vidu mineralnih đubriva kao i akumulacija vode u mikrodepresijama na propusnim zemljištima, značajno su uticali na ispiranje i akumulaciju pristupačnog azota po celom zemljišnom profilu što može uticati na zagađivanje podzemnih voda.

Literatura

1. Aldrich S., Scot M., Leng E. (1976): Modern Corn Production - Champaing III. USA
2. Avdonin N.S. (1976): Izvestkovanje kisljih počv. "Kolos" 1-304, Moskva
3. Blagojević S. I Vesković M. (1985): Uticaj višegodišnje upotrebe mineralnih i organskih đubriva na neke važnije hemijske osobine karbonatnog černoze. "Agrohemijska", No 5. 371-378, Beograd
4. Cooke G.W. (1976): Long term fertilizer experiments in England-the signifi-

- cance of their results for agricultural science and for practical farming. *Aun. Agron.* 27 (5-6), 503-536, Paris
5. *Cvetković R., Božić, D.* (1933): Uloga plodoreda u ratarskoj proizvodnji. VII zimski seminar agronoma Srbije, 9-12, Donji Milanovac
 6. *Dorfi B., Berženi Z.* (1986): Razработка visokoefektivnih promišljenij tehnologij vozdeljivanja novih perspektivnih gibridov raznih grup spelosti. KOC-2, Martonvašar
 7. *Gyorfii B.* (1975): Comparison of the effectivity of forward manure and fertilizer with equal active ingredients in a corn monokulture. Institut of the Hung. Ac. Sci. Martonvasar
 8. *Jovanović Ž.* (1992): Uticaj monokulture i dvopoljnog podoreda na neke fizičke osobine zemljišta i prinos kukuruza, 1-117. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun
 9. *Jovanović Ž.* (1994): Uticaj vremena primene i upotrebe količine tečnog stajnjaka na prinos kukuruza. *Savremena poljoprivreda* 42(3): 149-154
 10. *Jovanović Ž.* (1995): Uticaj različitih sistema gajenja na fizičke osobine zemljišta i prinos kukuruza. Doktorska disertacija 1-232. Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun
 11. *Jovanović Ž., M. Vesković i G. Dugalić* (1993): Effects of Calcium, Organic and Mineral Fertilizers Application on Maize Yield *Journal of Science Agricultural Research*, 54 (193-196): 15-22
 12. *Jovanović Ž., S. Sredojević, M. Vesković* (1995): Uticaj mera hemijske popravke kiselog smeđe-rudog zemljišta na njegove fizičko-hemijske osobine i prinos kukuruza i soje. Simpozijum o kalcizaciji zemljišta, 114-125, Fabrika stakla Paraćin
 13. *Jovanović Ž., M. Vesković, Kovačević D., Bročić Z., Dugalić G.* (1997): Uticaj monokulture i različitih plodoreda na promene fizičko-hemijskih osobina černozema i pseudogleja na prinos kukuruza. IX Kongres JDPZ - Uredenje, korišćenje i očuvanje zemljišta, 113-120, Novi Sad
 14. *Jovanović Ž., Ž. Videnović, M. Vesković* (1998): Effects of different growing and fertilising systems on maize yield. *European Society for Agronomy (ESA) - Short communications, Vol. II, 44-51. Fifth Congress, 28 June - 17 July, Nitra. The Slovak Republic*
 15. *Jovanović Ž., M. Vesković* (1996): Effects of different growing and fertilising systems on maize yield in dependence on meteorological conditions of the year. *Fourth Congress ESA (178-180), July 7-11, 1996. Veldhoven, Wageningen, The Netherlands*
 16. *Kovačević D.* (1989): Uticaj različitih načina predsetvene obrade i mera nege na promene nekih fizičkih osobina zemljišta i prinos kukuruza u monokulturi i dvopoljnom plodoredu. Doktorska disertacija, 1-202, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun
 17. *Morel R., Chabouis C., Bourgeois S.* (1976): Some experimental results obtained on deharain's field. *Ann. Agron.* 17 (5-6), 855-879, Paris
 18. *Starčević Lj.* (1986): Uticaj organskih i mineralnih đubriva na prinos kukuruza u dugotrajnoj monokulturi u dvopoljnom plodoredu. XX Seminar agronoma -

Zbornik referata, 54-60, kupari

19. *Stevanović M., žeravica* (1986): Vrednost različitih izvora organske materije za održavanje plodnosti černozema. Zemljište i biljka. Vol. 35, No 2, 127-139, Beograd.
20. *Stevanović M.* (1986): Uticaj zaoravanje žetvenih ostataka i stajnjaka na sadržaj humusa, azota i intenzitet mineralizacije. Agrohemija, No 5-6, 365-378, Beograd
21. *Vesković M.* (1989): Bilans organske materije u zemljištu i prinos kukuruza na černozemu Zemun Polja pri različitim sistemima đubrenja. Doktorska disertacija, 1-209, Beograd, 1989
22. *Vesković M., Ž. Jovanović* (1991): Effects of chemical measurements to acid gray brown soil amendment on maize yield. Zemljište i biljka 40 (2): 81-89
23. *Vesković M., Ž. Jovanović* (1995): Efekti racionalnih sistema đubrenja kiselih zemljišta pri gajenju kukuruza. Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza. Simpozijum sa međunarodnim učesćem - 50 godina Institut za kukuruz "Zemun Polje", 381-386, Zbornik radova, Beograd
24. *Vesković M., Jovanović Ž.* (1996): Results of the long-term application of manure, stoverand mineral fertilisers and their effects of changes of organic matter in soil and on maize yields. Fourth Congress ESA 286-289, July 7-11, 1996, Veldhoven, Wageningen - The Netherlands
25. *Vesković M., Jovanović Ž., Sredojević S.* (1997): The influence of cornstalks plough under on the soil organic matter content and maize grain yield. 11th World Fertilizer Congress, September, 7-13, 1997, Gent, Belgium
26. *Vesković M., Jovanović Ž., Dugalić G.* (1997a): Effects of drought and fertilising systems on yield of maize grown on černozem and pseudoglej. Drought and plant production, Proceedings, 2, 185-190, Beograd
27. *Vesković M., Jovanović Ž., Kovačević D., Drašković D., Gajić Z.*: Uticaj sistema ishrane i gajenja na plodnost zemljišta i prinos kukuruza. Zbornik naučnih radova (1999/87-98), Beograd
28. *Vesković M., Jovanović Ž., Sredojević S., Petrović J.*: Distribution of available nitrogen in soil profile dependent on irrigation soil microdepressions and nitrogen fertilisers rations. Drainage and the Environment, Ljubljana, 1996
29. *Welch L.F.* (1976): The Morrow Pots-Hundred Years of Research. Ann. Agron. 27(5-6), 881-890, Paris
30. *Welte E. And Timmermann F.* (1976): Soil fertility and nitrogen balance in long-term fertilised experimental. Ann. Agron. 27 (5-6), 721-742, Paris

SUSTAINABILITI OF DIFFERENT FERTILIZING SYSTEMS IN MAIZE PRODUCTION

*M. Vesković, ž. Jovanović, P. Jovin, M. Tolimir**

Summary

According to Long term experiments on chernozem and pseudogley with different fertilizing systems could be concluded:

According to performed experiments certain systems of maize crop rotation significantly affected maize yield (8,51% to 19,41%), and also resulted in similar or higher yields with the application of lesser amounts of nitrogen (50%) of maize was grown in crop rotation with soybean.

Soil organic matter content was significantly increased (10,76% to 27,7%) due to the application of organic fertilisers to chernozem. The effects of particular fertilising systems with mineral and organic manure on maize yield increase (8,16% to 71,65%) were statistically significant. Furthermore, systems with organic fertiliser and lower amounts of nitrogen (46 kg ha⁻¹) were especially economically justified. Stover ploughing positively affected yield increase in all fertilising systems.

Measures of soil amendment (CaO, «njival» liquid and stable manure) significantly influenced improvement of adverse agrochemical properties of pseudogley (pH, easy mobile Al, etc.) and alongside with mineral nutrition significantly affected maize yield increase.

The studies point out that the application of nitrogen fertilisers in the stationary trial resulted in significant increase of available nitrogen content and its accumulation over the whole depth of the soil profile of chernozem type of soil. This was especially expressed with the application of higher ratios of nitrogen fertilisers and the increases were statistically very significant.

The long-term application of higher ratios of nitrogen fertiliser (270 kgN ha⁻¹) leads to excessive accumulation of available nitrogen not only in surface, but also in deeper layers of this soil, and therefore the risk from pollution by nitrates not only of plant products but of inderground water increases and the outcome of it is economic loss.

Based on the analyses of samples collected in four locations with similar soils under maize and the application of medium high ratios of nitrogen fertilisers (135 kgN ha⁻¹) it is noticeable that available nitrogen content significantly varied over locations in relation to its distribution and its total content in the soil profile to the depth of up to 200 cm. Increased available nitrogen content in deeper layers and higher risk from underground.

Key words: maize, fertilizing, production

* Miladin Vesković, Ph.D., Scientific associate, Života Jovanović, Ph.D., Advanced scientific associate, Predrag Jovin, Ph.D., Scientific associate, Miodrag Tolimir, B.Sc., Maize Research Institute "Zemun Polje", Belgrade, YU.