Stabilnost agregata i procena rizika od stvaranja pokorice na solonjecu pri različitim načinima korišćenja

Vladimir Ćirić • Maja Manojlović • Milivoj Belić • Ljiljana Nešić • Srđan Šeremešić

received: 23 July 2012, accepted: 20 September 2012

© 2012 IFVC

doi:10.5937/ratpov49-2302

Izvod: Solonjeci predstavljaju alkalizovana zemljišta koja zauzimaju oko 3,75% teritorije AP Vojvodine. U radu je ispitivana stabilnost strukturnih agregata i rizik od stvaranja pokorice solonjeca u površinskom sloju (0–20 cm) pri različitim načinima njegovog korišćenja, u cilju ispitivanja mogućnosti unapređenja poljoprivredne proizvodnje na ovim zemljištima. Prema veličini, izdvojene su četiri klase agregata (8000–2000, 2000–250, 250–53 i <53 μm) i izračunat je rizik od stvaranja pokorice. Rezultati istraživanja pokazuju da je struktura solonjeca relativno stabilna u površinskom horizontu, ali i da postoji rizik od stvaranja pokorice. Solonjeci pod prirodnom vegetacijom pokazuju znatno bolju stabilnost agregata i manji rizik od stvaranja pokorice u odnosu na solonjece koji se koriste kao obradivo zemljište duži niz godina. Na ovom zemljištu se može preporučiti podizanje zaštitnih šuma, kao i gajenje biljnih vrsta sa plitkim korenovim sistemom uz uslov sprovođenja mera borbe protiv stvaranja pokorice i postojanja zadovoljavajućih hemijskih svojstava u površinskom horizontu. Takođe, preporučuju se dalja multidisciplinarna ispitivanja ovih alkalnih zemljišta, imajući u vidu veliku rasprostranjenost i varijabilnost njihovih osobina.

Ključne reči: alkalna zemljišta, pokorica, površina, rizik od stvaranja pokorice, solonjec, stabilnost agregata, zemljišta

Uvod

Slatine predstavljaju zaslanjena i/ili alkalizovana (halomorfna) zemljišta, koja u Vojvodini zauzimaju oko 106.222 ha ili 5% (Sekulić et al. 2005). To su uglavnom zemljišta nepovoljnih fizičkih i hemijskih svojstava, izložena dopunskom vlaženju podzemnim vodama koje su mineralizovane. Solonjec je izraženo glinovito zemljište sa visokim sadržajem Na^+ i / ili Mg^{2+} jona (WRB 2006). Prema važećoj nacionalnoj klasifikaciji (Škorić et al. 1985), slatine (halomorfna zemljišta) se dele na klasu zaslanjenih zemljišta koja se odlikuju visokim sadržajem soli i klasu alkalizovanih zemljišta koje karakteriše visok sadržaj adsorbovanog natrijuma u Bt, na horizontu (u koju spada solonjec).

Vojvođanske slatine pretežno čine alkalizovana zemljišta – solonjeci (80.333 ha), koji zauzimaju

oko 3,75% od ukupne površine AP Vojvodine (Sekulić et al. 2005). Ova zemljišta se prvenstveno koriste kao prirodni pašnjaci, ali postoje i manje površine koje se ekstenzivno obrađuju ili one na kojima raste razređena šumska vegetacija. Površinski humusno-akumulativni/eluvijalni sloj kod solonjeca je mešoviti horizont u kojem se odvijaju dva specifična pedološka procesa - akumulacija humusa i eluvijacija baza, humusa i gline. Ovaj horizont je neutralne do kisele reakcije, sa manjim sadržajem soli, baza i gline. Lakšeg je mehaničkog sastava sa dosta povoljnijim hemijskim i fizičkim osobinama u odnosu na Bt, na - argiluvični i natrični horizont. Limitirajući faktor plodnosti kod ovog zemljišta predstavlja Bt, na horizont koji je često i preko 100 cm

Acknowledgement: This study is a part of projects no. III43007 titled „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ and TR31027 titled „Organska poljoprivreda: unapređenje proizvodnje primenom đubriva, biopreparata i bioloških mera“ funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

V.Ćirić • M. Manojlović • M. Belić • Lj. Nešić • S. Šeremešić
University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovića 8,
21000 Novi Sad, Serbia
e-mail: vciric@polj.uns.ac.rs

moćnosti, slabo je propustan za vodu i ima jako alkalnu hemijsku reakciju, preko 9 pH. Pored toga Bt, na horizont je zbijen, iluvijalni sloj teškog mehaničkog sastava što predstavlja nepremostivu prepreku za korenov sistem većine gajenih biljaka. Zbog visokog sadržaja natrijuma i koloidnih čestica u Bt, na horizontu su formirani stubasti strukturni agregati, u smeni suvog i vlažnog perioda, pod uticajem bubrenja i kontrakcije minerala glina. Oni su male stabilnosti i ne obezbeđuju povoljan vodni, vazdušni i toplotni režim (Hadžić et al. 1991, Rogobete et al. 2011).

Strukturno stanje (oblik, veličina) i stabilnost strukturnih agregata su ključni činioci plodnosti zemljišta, koji znatno utiču i na održivost biljne proizvodnje (Amezketta 1999, Bronick & Lal 2005). Zemljišta koja imaju stabilne agregate imaju i dobru otpornost na eroziju vodom i vetrom i ispiranje hranljivih materija, što predstavlja dobru osnovu za sprečavanje njihove degradacije. Struktura zemljišta najčešće se izražava kao stabilnost strukturnih agregata ili strukturnim indeksima, kao što su srednji težinski dijametar (MWD) i srednji geometrijski dijametar (GMD).

Postoje brojne metode koje se koriste za određivanje stabilnosti strukturnih agregata sa različitim uspehom i tačnošću, što pokazuje da je ovo svojstvo teško kvantifikovati i tumačiti. Naročito je teško poređenje rezultata dobijenih različitim metodama, kao i procena erodibilnosti zemljišta i rizika od stvaranja pokorice. Zbog toga je u ovom radu korišćena modifikovana metoda prema Elliott (1986) koja je prilagođena i za određivanje koncentracije organske materije u zemljištu (SOM) kao jednog od najuticajnijih faktora na stabilnost agregata. Solonjec, kao kompaktno i zbijeno zemljište, ima nepovoljnu strukturnost i malu stabilnost strukturnih agregata. Karakteristike solonjeca su istraživane i detaljno opisane u radovima (Belić 1999, Nešić 2002, Belić et al. 2004, Belić 2005, Vasin et al. 2010), ali se malobrojna istraživanja odnose na stabilnost strukturnih agregata.

Cilj ovog rada je bio da se odredi stabilnost strukturnih agregata solonjeca koji se koristi na različite načine (oronica, livada i šuma), što omogućava procenu otpornosti zemljišta na negativno dejstvo vode, vetra i drugih prirodnih činilaca. Na osnovu stabilnosti strukturnih agregata i koncentracije SOM urađena je procena rizika od stvaranja pokorice. Dobijeni podaci su korisni sa aspekta rangiranja i gazdovanja ovim zemljištem.

Materijal i metod rada

Opis lokaliteta

Istraživanja su obavljena na tri lokaliteta u AP Vojvodini. Poljoprivredno zemljište u Vojvodini čini 1.789.977 ha ili 82% od ukupne teritorije, a oranice čine njegov najveći deo (1.579.643 ha ili 73%) (Sekulić et al. 2005). Pod šumom je 137.000 hektara, tako da je pošumljeno samo 6,37% od ukupne površine AP Vojvodine (Ivanisević et al. 2006). Ispitivane oranice su bile pod konvencionalnim sistemom obrade preko 25 godina. Šume na solonjecu uglavnom su predstavljene vrstama poljskog jasena *Fraxinus angustifolia* i hrsta lužnjaka *Quercus robur*, sa primesama roda *Ulmus sp.*, *Pyrus sp.*, *Malus sp.*, *Prunus sp.*, *Crataegus sp.*, *Rosa sp.* u Ass. *Fraxineto-Quercetum roboris*. Na ispitivanim pašnjacima su dominirale halofite (*Agropyrum repens*, *Matricaria chamomilla*, *Roripa kernerii*, *Chenopodium rubrum*, *Rumex crispus*).

Uzimanje uzoraka

Monolitni, neporemećeni uzorci za određivanje stabilnosti strukturnih agregata su prikupljeni sa tri lokaliteta (Bač, Bašaid i Kumane) iz površinskog horizonta (0–20 cm). Na svakom lokalitetu uzorci su uzeti sa zemljišta korišćenog na tri načina (oronica, livada i šuma) tako da između njih nije bilo veće rastojanje od 200 metara, kako bi se osigurala homogenost zemljišta na svakoj lokaciji. Sa svakog pojedinačnog načina korišćenja uzorci zemljišta su uzeti u tri ponavljanja sa rastojanjem od oko 10 m između ponavljanja. Vazdušno suvi uzorci su podeljeni u dva dela. Jedan deo je iskorišćen za analizu stabilnosti strukturnih agregata, a drugi je prosejan kroz sito sa otvorima od 2 mm za određivanje fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta. Cilindri po Kopeckom ($V=100\text{ cm}^3$) su korišćeni za uzimanje uzoraka zemljišta u prirodno-nenarušenom stanju.

Analitički postupak

Za određivanje stabilnosti strukturnih agregata korišćena je prilagođena metoda po Elliot (1986). Odmeri se 100 g vazdušno suvog zemljišta koje se navlaži, na situ sa otvorima od 2000 μm (mikrometara), tako što se potopi 2 minuta u dejonizovanu vodu, na sobnoj temperaturi. Frakcija 8000–2000 μm je dobijena pomeranjem sita kroz vodu, hodom od 3 cm gore-dole sa 30 ponavljanja

u toku 2 minuta, tako da se prekine površina vode sa svakim hodom. Agregati su prikupljeni i preneseni vodenim mlazom u aluminijumske posude. Agregati manjih dimenzija od 2000 μm se prenose na naredno sito sa manjim promerom sita. Prosejavanje se ponavlja sa smanjenim brojem vertikalnih pokreta (20 ponavljanja) za sito promera 250 μm i 10 ponavljanja za sito promera 53. Dobijeni stabilni strukturni agregati se suše na 50°C i zatim se utvrdi njihova masa. Ovim postupkom su izdvojene četiri frakcije stabilnih strukturnih agregata različitih dimenzija: (8000-2000, 2000-250, 250-53 i <53 μm).

Tekstura zemljišta je određena prema međunarodnoj Pipet B metodi (JDPZ 1971). Retencija vode je određena metodom pomoću „porous plate“ i „pressure membrane“ aparata pri matriksnom potencijalu od -33 i -1500 kPa (JDPZ 1971).

Hemijska reakcija zemljišta je merena potenciometrijski, korišćenjem pH-metra. Za određivanje sadržaja organskog ugljenika u zemljištu korišćena je metoda mokrog spaljivanja po Tjurin-u (JDPZ 1966). Sadržaj organske materije u zemljištu (SOM) je dobijen množenjem koncentracije organskog ugljenika sa faktorom $f = 1,724$.

Koristeći dobijen masestabilnih agregata, srednji maseni dijametar (MWD) strukturnih agregata je izračunat po sledećoj jednačini (Hillel 2004):

$$\text{MWD} = \sum_{i=1}^n x_i w_i, \quad (1)$$

gde je w_i maseni procenat klase stabilnih agregata u odnosu na ukupan uzorak, a x_i je srednji prečnik klase stabilnih agregata (μm).

Srednji geometrijski dijametar (GMD) strukturnih agregata se izračunava kao (Hillel 2004):

$$\text{dGMD} = \exp \left[\sum_{i=1}^n \frac{(w_i \log(x_i))}{w_i} \right], \quad (2)$$

gde je w_i maseni procenat klase stabilnih agregata u odnosu na ukupan uzorak, a x_i je srednji prečnik klase stabilnih agregata (μm).

Rizik od stvaranja pokorice R (%) je računat po sledećem obrascu (Van der Watt & Claassen 1990):

$$R = \frac{\text{SOM}-100}{(\text{glina}+\text{prah})} \quad (3)$$

gde je SOM sadržaj organske materije u zemljištu (%), a glina + prah predstavljaju sadržaj fizičke gline u zemljištu, zbir čestica <0,02 mm.

Statistička obrada

Statistička analiza je urađena pomoću ANOVA, a Fišerov LSD test je korišćen za upoređenje proseka ispitivanih veličina za $p < 0,05$ nivo značajnosti. Kompletni proračuni su izvršeni primenom softverskog sistema Statistica 10.0, StatSoft, Inc.

Rezultati i diskusija

Osnovna svojstva zemljišta

Ispitivani solonjeci se nalaze na starim i suvim rečnim terasama na nadmorskoj visini od 73–80 m (Tab. 1). Uglavnom su težeg mehaničkog sastava sa više od 30% gline, osim na lokalitetu Bač pod livadom i šumom. Zapreminska masa na svakom lokalitetu opada po redosledu

Tabela 1. Osnovna svojstva solonjeca (0-20 cm) na ispitivanim lokalitetima pod oranicom, livadom i šumom
Table 1. Basic properties of solonetz (0-20 cm) at the investigated sites under arable land, meadow, and forest

Lokalitet/ Site	Način korišćenja/ Land use	N. V. Elev. (m)	Tekstura/Texture (%)			Zapr. masa/ Bulk density (t m^{-3})	Retencija vlage/ Water retention (%)		SOM (%)	pH
			Pesak/ Sand	Prah/ Silt	Glina/ Clay		-33 (kPa)	-1500 (kPa)		
Bašaid	Oranica / Arable land	73	26	30	44	1,55	36,9	20,4	1,66	7,56
	Livada / Meadow	73	30	29	41	1,50	32,7	18,9	1,74	6,75
	Šuma / Forest	74	24	36	40	1,05	35,5	19,9	1,79	8,03
Bač	Oranica / Arable land	78	28	35	37	1,52	28,5	15,2	1,17	6,56
	Livada / Meadow	79	49	30	21	1,29	29,9	13,7	1,43	7,08
	Šuma / Forest	80	47	31	22	1,09	28,1	13,7	1,70	6,36
Kumane	Oranica / Arable land	74	22	39	39	1,52	38,6	23,2	1,78	7,75
	Livada / Meadow	73	12	43	45	1,47	44,9	26,4	1,93	8,43
	Šuma / Forest	75	43	25	32	1,37	30,6	18,2	2,29	9,29

oranica>livada>šuma, što je uglavnom posledica gaženja oranice poljoprivrednom mehanizacijom i livade prilikom ispaše i košenja u odnosu na šumu. Takođe, sadržaj SOM na svim lokalitetima raste po redosledu oranica<livada<šuma, što je u negativnoj korelaciji sa zapreminskom masom. Retencija vlage je bila u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem gline u zemljištu ($r=0,73$ za -33 kPa i $r=0,83$ za -1500 kPa) i kretala se od 28,1% do 44,9% pri matriksnom potencijalu od -33 kPa i od 13,7% do 26,4% pri matriksnom potencijalu od -1500 kPa. Hemijska reakcija u A horizontu na dubini od 0–20 cm bila je blago kisela do veoma alkalna i kretala se od 6,36 do 9,29.

Stabilnost strukturnih agregata

Dobijeni rezultati pokazuju značajnu razliku u zastupljenosti stabilnih strukturnih agregata kod solonjeka pod prirodnom vegetacijom (livada i šuma) u odnosu na oranice, na sva tri posmatrana lokaliteta (Tab. 2). Sadržaj stabilnih krupnih makroagregata (>2000 μm) varira od 8–59% i manji je za 35–86% na oranicama u odnosu na livade i šume, uzimajući u obzir sve ispitivane lokalitete, što jasno pokazuje da obrada utiče na smanjenje sadržaja krupnih makroagregata na oranicama u odnosu na zemljište pod prirodnom vegetacijom. Pri obradi zemljišta strukturni agregati se usitnjavaju mehaničkom silom, tj. gaženjem mehanizacije, pri čemu se i SOM izlaže oksidaciji, što dovodi do smanjenja njegove

koncentracije a samim tim i dodatnog pogoršanja stabilnosti strukturnih agregata, jer je poznato da je SOM jedna od najvažnijih cementnih supstanci u zemljištu. Položaj SOM unutar agregata kontroliše njegovu dinamiku (Angers & Chenu 1997), dok se stabilizacija strukturnih agregata sa SOM odvija kroz dva mehanizma. Prvi mehanizam je povećanje kohezije između agregata što dovodi do slepljivanja mineralnih čestica sa CaCO_3 , koloidima gline, organskim polimerima, micelijama gljiva ili biljnim korenjem. Drugi način stabilizacije strukturnih agregata je smanjenjem kvašljivosti zemljišta (usporavanjem vlaženja agregata i smanjenjem intenziteta apsorpcije vode). Koncentracija SOM kod solonjeka Centralne Azije je 21–66 t ha^{-1} u sloju od 0–30 cm a varira u zavisnosti od gradijenta aridnosti (Sommer & de Pauw 2011). Razlike između sadržaja sitnih makroagregata (2000–250 μm) na zemljištima pod različitim načinima korišćenja su male, a vrednosti se kreću od 22–36%. Sadržaj mikroagregata (250–53 μm) je takođe vrlo sličan i varira u granicama od 12–19% osim u oranici na lokalitetu Bač gde dostiže 32%. Frakcija praha i gline (<53 μm) znatno je više zastupljena u ispitivanim oranicama u odnosu na zemljište pod livadom i šumom a kreće se od 5–39%, što ukazuje na činjenicu da prilikom dugotrajne obrade dolazi do mrvljenja i sitnjenja krupnih makroagregata i veće zastupljenosti mikrostrukturnih agregata i frakcija praha i gline u zemljištu.

Tabela 2. Zastupljenost strukturnih agregata kod solonjeka pri različitim načinima korišćenja
Table 2. Share of structure aggregates of solonetz under different land use

Lokalitet Site	Način korišćenja Land use	Klasa strukturnih agregata / Aggregate size class (µm)			
		>2000	2000-250	250-53	<53
		(%)			
Bašaid	Oranica / Arable land	33	36	17	14
	Livada / Meadow	52	28	12	8
	Šuma / Forest	51	32	12	5
Bač	Oranica / Arable land	8	33	32	27
	Livada / Meadow	45	29	17	9
	Šuma / Forest	59	22	12	6
Kumane	Oranica / Arable land	22	25	14	39
	Livada / Meadow	45	30	12	14
	Šuma / Forest	40	30	19	11

MWD i GMD

Rezultati strukturnih indeksa (Tab. 2) takođe ukazuju na pogoršanje strukturnosti zemljišta pod uticajem dugotrajne obrade ubrzano pedoprocima koji se prirodno odvijaju u solonjcu (lesiviranje, pseudoglejavanje, peptizacija, i dr). Što su vrednosti strukturnih indeksa veće, to je manja opasnost od stvaranja pokorice. Između MWD i GMD postoji statistički visoko značajna korelacija ($r = 0,98$). Utvrđene vrednosti za MWD strukturnih agregata su varirale od 816-3263 μm , dok su se za GMD strukturnih agregata kretale od 556-1458 μm . Vrednosti MWD i GMD utvrđene na oranici su na svim lokalitetima statistički značajno manje od onih utvrđenih na zemljištu pod livadom i šumom. DeGryze et al. (2004) ističe da su vrednosti MWD pod velikim uticajem načina korišćenja zemljišta. Na veličinu MWD i GMD najviše utiče sadržaj krupnih makroagregata, čija je zastupljenost na oranicama uslovljena prirodnim pedoprocima, načinom korišćenja zemljišta i načinom obrade zemljišta (osnovna, predsetvena i dopunska obrada).

Rizik od stvaranja pokorice

Rizik od stvaranja pokorice je visok ako su vrednosti R manje od 5%, graničan oko 7% a nizak ako su veće od 9%. Iz prikazanih rezultata istraživanja (Graf. 1) može se zaključiti da je rizik od stvaranja pokorice kod solonjca uglavnom visok, na svim lokalitetima i različitim načinima korišćenja, osim na lokalitetima Bač i Kumane pod šumom, gde su vrednosti neznatno iznad 5 i nalaze se u okviru graničnih vrednosti. Takođe, rizik od stvaranja pokorice je manji kod solonjca pod prirodnom vegetacijom u odnosu na solonjec koji se koristi kao oranično zemljište.

Pogodnost devičanskog solonjca za poljoprivredne svrhe diktiraju skoro u potpunosti moćnost i karakteristike površinskog sloja. Duboki humusno-akumulativni horizont kod ovih zemljišta je neophodan za uspešnu biljnu proizvodnju. Međutim, većina solonjca ima ili plitak humusno-akumulativni horizont, ili je potpuno erodiran. Prema rezultatima ispitivanja utvrđene su pozitivne zavisnosti između rizika od stvaranja pokorice (R) i sadržaja organske materije u zemljištu ($r=0,814$), sadržaja mikropora ($r=0,686$) i sadržaja zasićenog

Tabela 3. Vrednosti srednjeg masenog dijametra (MWD) i srednjeg geometrijskog dijametra (GMD) strukturnih agregata solonjca, posmatrano po načinima korišćenja zemljišta

Table 3. Values of mean weight diameter (MWD) and geometric mean diameter (GMD) of the structure aggregates of solonetz under three different land uses

Lokalitet / Site	Način korišćenja / Land use	MWD (μm)		GMD (μm)	
Bašaid	Oranica / Arable land	2051	b	945	b
	Livada / Meadow	2959	a	1326	a
	Šuma / Forest	2980	a	1404	a
Bač	Oranica / Arable land	816	c	556	c
	Livada / Meadow	2576	b	1153	b
	Šuma / Forest	3263	a	1458	a
Kumane	Oranica / Arable land	1372	b	588	b
	Livada / Meadow	2587	a	1125	a
	Šuma / Forest	2326	a	1036	a

Vrednosti MWD praćene različitim slovima u okviru lokaliteta se statistički značajno razlikuju pri $p < 0,05$ prema Fišerovom LSD testu. Vrednosti GMD praćene različitim slovima u okviru lokaliteta se statistički značajno razlikuju pri $p < 0,05$ prema Fišerovom LSD testu

Values of MWD within site in the same column followed by a different letters are significantly different at $p < 0.05$ using Fischer's LSD; Values of GMD within site in the same column followed by a different letters are significantly different at $p < 0.05$ using Fischer's LSD

Grafik 1. Vrednosti rizika od stvaranja pokorice (R) kod solonjeca posmatrano po načinima korišćenja zemljišta

Figure 1. Values of sealing risk (R) of solonetz under different land uses

hidrauličkog konduktiviteta ($r=0,787$) (Udom et al. 2008). Meliorativna uloga đubriva bi trebala da se sastoji u obogaćivanju solonjeca organskom materijom i hranljivim elementima.

Meliorativnim merama, kao što je dodavanje fosfogipsa, solonjecu se popravljaju hemijska, fizička i proizvodna svojstva, stvara povoljna struktura i smanjuje rizik od stvaranja pokorice (Belić 1999). Kombinovani efekat gipsa i gvožđe sulfata eliminiše karbonatizaciju gipsa tokom neutralizacije u alkalnoj sredini solonjeca i intenzivira poboljšanje strukture kao rezultat obogaćivanja adsorpcionog kompleksa zemljišta sa korisnim Ca^{2+} i Fe^{3+} jonima. Aplikacija ovih meliorativnih sredstava u malim dozama garantuje bezbednost za životnu sredinu i bolji ekonomski efekat (Kruzhilin & Kazakova 2011).

Stoga mogućnost unapređenja korišćenja solonjeca u velikoj meri zavisi od njegove prostorne varijabilnosti, meliorativnih mera (mera sprečavanja formiranja pokorice, snižavanja alkalne reakcije, poboljšavanja agregacije i propustljivosti zemljišta) i načina korišćenja (semimelioracije – podizanje zaštitnih šuma).

Zaključak

Solonjeci su zemljišta koja imaju nepovoljne osobine što negativno utiče na njihov potencijal plodnosti. Značajne površine pod solonjecima kod nas se koriste kao prirodni pašnjaci, površine za izgradnju ribnjaka, podizanje zaštitnih šuma, lovnih remiza, industrijskih i stambenih objekata.

U novije vreme to su i zaštićeni prirodni rezervati za očuvanje biodiverziteta i povećanje šumovitosti, a time i stabilnosti ekosistema Vojvodine, koji se koriste u lovne i turističke svrhe.

Ovo istraživanje pokazuje da se određene površine pod solonjecom mogu koristiti kao oranice, zbog relativno dobre strukture i povoljnih svojstava u plitkom površinskom sloju. Postoji izvesna opasnost od stvaranja pokorice, ali ona ipak ne predstavlja ključni limitirajući faktor za poljoprivrednu proizvodnju.

Na ovom zemljištu se može preporučiti gajenje biljnih vrsta sa plitkim korenovim sistemom, uz uslov da su hemijska svojstva u površinskom horizontu zadovoljavajuća, sprovođenje mera borbe protiv stvaranja pokorice, kao i podizanje zaštitnih šuma. Takođe se preporučuju dalja interdisciplinarna ispitivanja ovih alkalnih zemljišta, imajući u vidu veliku rasprostranjenost i varijabilnost njihovih osobina.

U cilju značajnijeg povećanja plodnosti solonjeca neophodna je primena raznovrsnih fundamentalnih meliorativnih mera.

Literatura

- Amezket, E. (1999). Soil aggregate stability: a review. *J. Sustain. Agric.* 14, 83–151.
- Angers, D. A., & Chenu, C. (1997). Dynamics of soil aggregation and C sequestration. In: R Lal, J Kimble, J Follet and BA Stewart (eds.), *Soil processes and Carbon Cycle*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 199-207.
- Belić, M. (1999). *Uticaj meliorativnih mera na adsorptivni kompleks solonjeca* (Doctoral dissertation). Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia.

- Belić, M. (2005). Effect of amendment practices on mechanical composition and adsorptive complex of the solonetz soil. *Contemporary Agriculture*, 54, 47-51.
- Belić, M., Hadžić, V., & Nešić, Lj. (2004). Characteristics of halomorphic soils in the Banat region and their possible more intensive use. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 40, 73-89.
- Bronick, C. J., & Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124, 3-22.
- DeGryze, S., Six, J., Paustian, K., Morris, S. J., Paul, E. A., Merckx, R. (2004). Soil organic carbon pool changes following land-use conversions. *Global Change Biol.* 10, 1120-1132.
- Elliott, E. T. (1986). Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 627-633.
- Hadžić, V., Molnar, I., Belić, M., & Vukotić, M. (1991). *Uticaj meliorativnih mera na agregatni sastav i stabilnost makro - i mikrostrukturnih agregata* (Knjiga XCVIII). Posebna izdanja (pp. 253-260). Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Sarajevo.
- Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands
- Ivanisevic, P., Galic, Z., Roncevic, S., & Pekec, S. (2006). *Site resources in the function of increasing the percentage of forest cover in Vojvodina*. Topola 177/178, 106-137.
- Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta JDPZ (1966). *Priručnik za ispitivanje zemljišta* (Knjiga I). Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Beograd.
- Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta JDPZ (1971). *Priručnik za ispitivanje zemljišta* (Knjiga V). Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta. Beograd.
- Kruzhilin, I. P., & Kazakova, L. A. (2011). Combined Amelioration of Soils of Solonetz Complexes in the Lower Volga Region. *Russian Agricultural Sciences*, 37, 55-57.
- Nešić, Lj. (2002). *Svojstva soloda i njegovo mesto u klasifikaciji zemljišta* (Doctoral dissertation). Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia.
- Rogobete, G., Grozav, A., & Tarau, D. (2011). Solute transport, swelling and shrinking in salt-affected soils. *Research Journal of Agricultural Science*, 43, 166-173.
- Sekulić, P., Nešić Lj, Hadžić, V., Belić, M., Vasin, J., Ubavić, M., Bogdanović, D., Čuvardić, M., Dozet, D., Pucarević, M., Milošević, N., Jarak, M., Đurić, S., Ralev, J., & Škorić-Zeremski, T. (2005). Zemljišta Srbije kao resurs održivog razvoja. In: *Zemljište kao resurs održivog razvoja* (XI Kongres DPZSCG). Budva, plenarni referat, 18-37.
- Sommer, R., & de Pauw, E. (2011). Organic carbon in soils of Central Asia—status quo and potentials for sequestration. *Plant Soil*. 338, 273-288.
- Škorić, A., Filipovski, G., & Ćirić, M. (1985). *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo
- Udom, B. E., Mbagwu, J. S. C., & Willie, E. S. (2008). Physical properties and maize production in a spent oil-contaminated soil bioremediated with legumes and organic nutrients. *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension*. 7, 33-40.
- Van der Watt, H. V. H., & Claasens, A. S. (1990). Effect of surface treatment on soil crusting and infiltration. *Soil Technol.* 3, 241-251.
- Vasin, J., Belić, M., Nešić, Lj., Ninkov, J., & Zeremski-Škorić, T. (2010). Influence of physical properties of saline soils in Vojvodina at biomass production. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 36, 220-227.
- World Reference Base for Soil Resources WRB (2006). *A Framework for International Classification, Correlation and Communication*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Aggregate Stability and Sealing Risk of Solonetz under Different Land Use Regimes

Vladimir Ćirić • Maja Manojlović • Milivoj Belić • Ljiljana Nešić • Srdan Šeremešić

Summary: Solonetz is a type of alkaline soil which covers about 3.75% of the Province of Vojvodina, Serbia. In order to investigate the potential implementation of efficient agricultural production on this soil, we investigated the stability of structural aggregates and sealing risk (crusting hazard) in the surface layer (0-20 cm) of solonetz exposed to different land use. Four classes of stable aggregates (8000-2000, 2000-250, 250-53 and <53 μm) were obtained and the risk of sealing was calculated. The results show relatively stable structure in the surface layer of the investigated solonetz soils, but also a high risk of sealing. Solonetz under native vegetation showed higher aggregate stability and lower risk of sealing compared to solonetz exposed to long term tillage. Such soils can be recommended for establishing protective forests or cultivation of shallow rooted plants under condition that appropriate chemical properties of the surface horizon are monitored and cultivation practices against risk of sealing are implemented. Also further interdisciplinary study of these alkaline soils is recommended bearing in mind its high prevalence and variability of their properties.

Key words: aggregate stability, alkaline soils, crusting, sealing risk, soils, solonetz, surfaces