

Promjene sadržaja humusa na dijelu poljoprivrednog zemljišta Republike Hrvatske

Sadržaj

Osnovni cilj ovog rada je ukazati na intenzitet promjena sadržaja humusa u oraničnom sloju tla na dijelu poljoprivrednog zemljišta Hrvatske, temeljem usporedbe postojećih podataka iz referentnih razdoblja 1975. i 2015. godine. Prvo referentno razdoblje (1975.) odnosi se na podatke prikupljene tijekom izrade osnovne pedološke karte Republike Hrvatske mjerila 1:50.000, u razdoblju 1965.-1985. Drugo referentno razdoblje (2015.) predstavljaju podatci iz detaljnih pedoloških istraživanja poljoprivrednih površina u okviru izrade idejnih projekata navodnjavanja. Za potrebe usporedbe sadržaja humusa, analizirani su podatci iz pedoloških profila sa deset lokacija idejnih projekata sustava navodnjavanja, izrađenih u razdoblju 2009.-2019., odnosno referentnom razdoblju 2015. Na svim lokacijama utvrđeno je smanjenje sadržaja humusa u oraničnom sloju tla u periodu između dva referentna razdoblja. U terestričkim tlima prosječni pad sadržaja humusa iznosio je 0,32 % a u hidromorfnim tlima 0,23 %. Smanjenje humidnosti idući od zapada prema istoku Hrvatske odrazilo se na povećanje intenziteta promjena (smanjenje) sadržaja humusa. Intenzitet smanjenja sadržaja humusa u tlu ovisi o značajkama tala, intenzitetu antropogenizacije i specifičnosti klime na istraživanim lokacijama.

Ključne riječi: agrogregije, hidromorfna tla, terestrička tla, organska tvar tla, antropogenizacija

Uvod

Smanjenje sadržaja humusa u tlu predstavlja jedan od glavnih procesa oštećenja tla i prijetnje za poljoprivredno zemljište Republike Hrvatske (Bašić, 2009., Biško i sur., 2009., Husnjak i sur. 2011.). Smanjenje sadržaja humusa uzrokuje pogoršanje stabilnosti strukturnih agregata i smanjenu mogućnost njihovog stvaranja, pogoršanje vodozračnih odnosa i biološke aktivnosti i drugo (Husnjak, 2007). Prema Martinoviću (2000. i 2003.), sadržaj humusa u tlima na poljoprivrednom zemljištu regija Slavonije i Baranje, približno je oko dva puta manji u odnosu na ista tla u šumskom ekosustavu. Kao posljedica intenzivnog korištenja i aeracije zemljišta, iznošenja gotovo cjelokupne producirane organske tvari, te primjene isključivo mineralnih gnojiva, opadanje sadržaja humusa u antropogeniziranim tlima redovita je pojava, posebno u ratarskoj i povrćarskoj proizvodnji. (Husnjak, 2011., Jug, 2018.). Analizama tla u Hrvatskoj od 2019. do 2021. godine utvrđeno je da 85-90 % tala ima sadržaj humusa <3 % uz prosječan sadržaj humusa 1,94-2,12 %. Istovremeno čak 49-55 % tala sadrži <2 % humusa uz prosječni sadržaj oko 1,6 % humusa (HAPIH, 2023). Naime, na 3/4 analiziranih oranica utvrđeno je smanjenje sadržaja humusa u razdoblju od 15 godina (2006.-2021.) odnosno izgubljeno je prosječ-

¹ Doc.dr.sc. **Danijela Jungić**, prof.dr.sc. **Stjepan Husnjak**, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: djungic@agr.hr

no 21,7 t/ha humusa (tj. 9,9 % početnog sadržaja humusa) ili 1,45 t/ha godišnje. Posljedica navedenog je značajan gubitak rezervi i organskog dušika od 1.086 kg/ha, odnosno godišnji gubitak od 72,4 kg/ha. Utvrđeno smanjenje rezervi organskog dušika tijekom 15 godina ukazuje da je u uvjetima kontinentalne Hrvatske godišnje mineralizirano više od 1,5 % organskih rezervi dušika, tj. humusa (Lončarić i sur., 2022., Lončarić i sur. 2023.).

U posljednjih 100-tinjak godina u istočnoj Slavoniji izgubilo se približno 50-70 % humusa, odnosno došlo je do prosječnog smanjenja količine humusa sa 4-6 % na 1-2 %. Dehumizacija je proces prisutan i na svim drugim poljoprivrednim tlima Hrvatske. Tako je vrijednost humusa kod hidromelioriranih tala za 20-tak godina sa 6-10 % spala na 4-5 % (Vidaček i sur., 2005.). Osnovni cilj ovog rada je ukazati na intenzitet promjena sadržaja humusa u tlu u različitim agroregijama Hrvatske, na temelju usporedbe postojećih podataka iz referentnih razdoblja 1975. i 2015. godine.

Materijali i metode

Promjene sadržaja humusa u oraničnom sloju tla utvrđene su usporedbom podataka iz dva referentna razdoblja. Prvo referentno razdoblje (1975.) obuhvaća podatke o sadržaju humusa iz 128 pedoloških profila, prikupljenih u okviru izrade Osnovne pedološke karte Republike Hrvatske mjerila 1:50.000, a koja je rađena u razdoblju 1965.-1985. (xxx a). Drugo referentno razdoblje (2015.), odnosi se na podatke vezane uz detaljna pedološka istraživanja poljoprivrednih površina u okviru izrade idejnih projekata sustava navodnjavanja. Naime, u Hrvatskoj se od 2005. godine provodi „Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama“ (Romić i Marušić, 2005). Pored planskih dokumenata i idejnih rješenja, izrađeni su i idejni projekti kao podloga za projektiranje izgradnje sustava za navodnjavanje. U okviru idejnih projekata, a za potrebe izrade agronomске osnove, obavljena su detaljna terenska i laboratorijska istraživanja tala i to prema kriterijima izrade detaljnih pedoloških karata mjerila 1:5.000 do 1:10.000. Idejni projekti navodnjavanja koji su korišteni, dakle, kao drugi izvor podataka, izrađeni su u razdoblju 2009.-2019. godine (xxx b). Sadržaj humusa u tlu određen je laboratorijski, digestijom s kalijevim dikromatom, ($K_2Cr_2O_7$, $c=0.4$ N) prema metodi Tjurina (JDPZ, 1966).



Rezultati i rasprava

Za potrebe usporedbe podataka o sadržaju humusa u oraničnom sloju tla, analizirani su podaci iz pedoloških profila sa deset lokacija idejnih projekata sustava navodnjavanja, izrađenih u razdoblju 2009.-2019., odnosno referentnom razdoblju 2015., tablica 1. Reprezentativne lokacije i njihov raspored u različitim agroregijama u Republici Hrvatskoj prikazane su na slici 1.

Slika 1. Položaj reprezentativnih lokacija idejnih projekata sustava navodnjavanja u Republici Hrvatskoj / **Figure 1.** Position of representative locations the conceptual projects of irrigation systems in the Republic of Croatia

Za daljnju usporedbu i utvrđivanje promjena u sadržaju humusa između referentnih razdoblja, analizirani su podaci o sadržaju humusa u tlu iz pedoloških profila istraženih tijekom izrade osnovne pedološke karte RH mjerila 1:50.000, odnosno iz referentnog razdoblja 1975. godine. Korišteni podatci odnose se na pedološke profile koji se nalaze na projektom području. Minimalne, maksimalne i prosječne vrijednosti sadržaja humusa i promjene njegovog sadržaja u dva referentna razdoblja u svim pedosistematskim jedinicama, prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Promjena sadržaja humusa (%) tijekom referentnih razdoblja 1975. i 2015.
Table 1. Change in soil humus content (%) during the reference periods 1975. and 2015.

Pedosistematska jedinica Pedosystematic soil unit		Referentno razdoblje /Reference period 1975			Referentno razdoblje/ Reference period 2015			Promjena prosječnog sadržaja humusa / Change in the average soil humus content 1975-2015
Broj No.	Naziv Name	% humusa % humus		X	Max.	Min.	X	
		Max.	Min.					
1	Ritska crnica karbonatna, ilovasta (djelomično hidromeliorirana)	5,42	2,68	3,82	5,17	2,52	3,59	-0,23
2	Ritska crnica karbonatna, vertična (djelomično hidromeliorirana)	5,42	2,85	4,30	5,25	2,76	4,09	-0,21
3	Močvarno glejno hipoglejno, mineralno karbonatno (djelomično hidromeliorirano)	4,17	2,69	3,35	3,98	2,40	3,11	-0,24
4	Močvarno glejno amfoglejno, mineralno karbonatno, vertično (djelomično hidromeliorirano)	5,82	3,58	4,46	5,70	3,41	4,26	-0,20
5	Aluvijalno livadsko karbonatno ilovasto (djelomično hidromeliorirano)	4,24	1,72	2,96	4,00	1,50	2,64	-0,32
6	Černozem na lesu, karbonatni, srednje duboki ilovasti do praškasto-glinasto ilovasti, antropogenizirani	3,19	2,71	2,76	2,8	2,42	2,36	-0,40
7	Černozem na lesu, izluženi, srednje duboki do duboki, praškasto- glinasto ilovasti, antropogenizirani	2,74	2,39	2,62	2,44	2,21	2,28	-0,34
8	Ritska crnica karbonatna, praškasto-glinasto ilovasta (djelomično hidromeliorirana)	3,78	3,35	3,64	3,64	3,12	3,38	-0,26

9	Lesivirano na lesu, tipično	2,63	1,41	2,18	2,41	1,1	1,84	-0,34
10	Aluvijalno livadsko karbonatno, duboko ilovasto, neoglejeno i oglejeno	3,68	2,77	3,18	3,53	2,60	2,92	-0,26
11	Aluvijalno karbonatno, ilovasto, neoglejeno i oglejeno (hidromeliorirano)	2,76	2,52	2,75	2,60	2,31	2,46	-0,29
12	Aluvijalno karbonatno, pjeskovito i pjeskovito-ilovasto, neoglejeno (hidromeliorirano)	2,33	1,54	1,84	2,16	1,4	1,61	-0,23
13	Rigolano tlo, plitko, iz pseudogleja obronačnog	1,61	1,32	1,46	1,13	0,52	0,81	-0,65
14	Rigolano tlo, plitko do duboko iz pseudogleja na zaravni	1,77	1,43	1,56	1,22	0,81	1,04	-0,52
15	Crvenica lesivirana, duboka	2,57	2,03	2,49	2,45	1,81	2,21	-0,28
16	Epiglej nekarbonatni, mineralni, vertični (djelomično hidromeliorirani)	4,49	1,99	2,93	4,38	1,89	2,75	-0,18
17	Amfiglej nekarbonatni, mineralni, vertični (djelomično hidromeliorirani)	2,91	1,91	2,30	2,84	1,77	2,10	-0,20
18	Močvarno glejno amfiglejno, karbonatno, glinasto (djelomično hidromeliorirano)	3,41	2,52	3,18	3,16	2,36	2,92	-0,26
19	Močvarno glejno amfiglejno, mineralno, glinasto ilovasto (djelomično hidromeliorirano)	8,74	4,41	6,58	8,42	4,06	6,26	-0,32
20	Močvarno glejno hipoglejno, humozno (djelomično hidromeliorirano)	22,51	12,75	14,10	21,9	12	13,22	-0,88
21	Rendzina karbonatna, na pretaloženom lesu	2,59	2,11	2,49	2,41	1,83	2,27	-0,22
22	Močvarno glejno amfiglejno mineralno nekarbonatno (djelomično hidromeliorirano)	3,89	3,22	3,77	3,81	3,16	3,58	-0,19

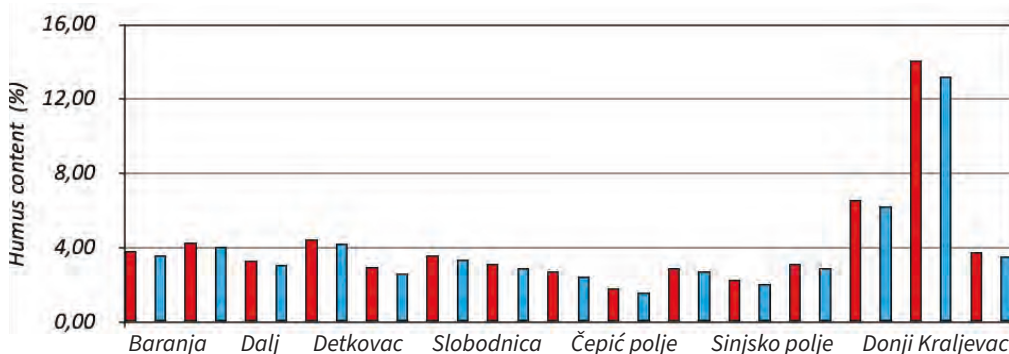
Podaci o promjenama sadržaja humusa iz dva referentna razdoblja u pedosistematskim jedinicama koje pripadaju redu hidromorfnih tala prikazane su na grafikonu 1, a u pedosistematskim jedinicama koje pripadaju redu terestričkih tala prikazane su na grafikonu 2. Uvažavajući klasifikaciju tala Hrvatske (Husnjak, 2014.), nazivi hidromorfnih pedosistematskih jedinica prikazani su u tablici 2, a terestričkih u tablici 3.

Tablica 2. Projektna područja i broj dominantne sistematske jedinice unutar reda Hidromorfnih tala / **Table 2.** The project areas and number of dominant soil systematic units within Order Hydromorphic soils

Lokacija/ Location	Broj pedosistematske jedinice/ Number of the pedosystematic unit*
Baranja	1, 2, 3, 4, 5
Dalj	8
Detkovac	10, 11, 12
Slobodnica	16, 17
Čepić polje	18
Sinjsko polje	19, 20
Donji Kraljevac	22

*broj i naziv pedosistematskih jedinica odgovara brojevima pedosistematskih jedinica prikazanih u tablici 1 i grafikonu 1 / Number and name of pedosystematic units corresponds to the numbers of the pedosystematic units in Table 1 and Graph 1

Grafikon 1. Promjena sadržaja humusa u hidromorfniim tlima u Hrvatskoj u razdoblju 1975.-2015./ **Graph 1.** Change in soil humus content in hydromorphic soils in Croatia during the period 1975-2015.



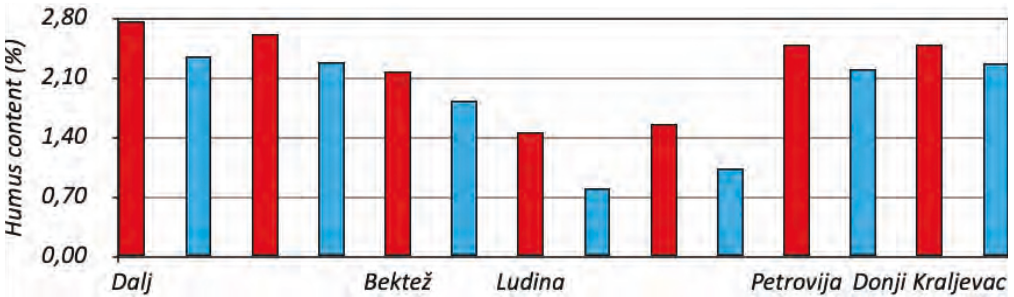
Na svim lokacijama utvrđeno je da je došlo do smanjenja sadržaja humusa u oraničnom sloju tla u periodu između dva referentna razdoblja. Unutar lokacija sa dominantnim hidromorfniim tlima utvrđene su manje promjene sadržaja humusa između referentnih razdoblja u odnosu na terestrička tla.

Tablica 3. Projektna područja i dominantne sistematske jedinice unutar reda Terestričkih tala
Table 3. The project areas and dominant systematic soil units within Order Terrestrial soils

Lokacija /Location	Broj pedosistematske jedinice/ Number of the pedosystematic unit*
Dalj	6, 7
Bektež	9
Ludina	13, 14
Petrovija	15
Donji Kraljevac	21

* broj i naziv pedosistematske jedinice odgovara brojevima u tablici 1 i grafikonu 2/ Number and name of pedosystematic units corresponds to the numbers of pedosystematic units in Table 1 and Graph 2

Grafikon 2. Promjena sadržaja humusa u nekim terestričkim tlima u Hrvatskoj u razdoblju 1975.-2015./ **Graph 2.** Change in soil humus content in some terrestrial soils in Croatia during the period 1975-2015.



Kod hidromorfnih tala (nije u obzir uzeto humozno tlo – broj pedosistematske jedinice 20) prosječno smanjenje sadržaja humusa iznosi 0,23 %, pri čemu varira od 0,18 % (pedosistematska jedinica epiglej vertični - broj 18) do 0,32 % (pedosistematska jedinica amfiglej glinasti - broj 19). Kod terestričkih tala (nije u obzir uzeto rigolano tlo), prosječno smanjenje sadržaja humusa iznosi 0,32 %, a varira od 0,22 % (pedosistematske jedinica rendzina na lesu – broj 2) do 0,43 % (pedosistematske jedinica černoze na lesu). Razlog tome jest činjenica da su hidromorfna tla u pravilu teksturno teža, najčešće glinasta te sa visokom razinom podzemne vode, pa takvi uvjeti otežavaju mineralizaciju organske tvari. S druge strane, u terestričkim tlima u kombinaciji geografskog položaja i agroklimatskih uvjeta, odnosno povoljnijih uvjeta za mineralizaciju organske tvari, pad sadržaja humusa je izraženiji u odnosu na hidromorfna tla. Pored navedenog, utvrđeno je da idući od istoka Hrvatske prema zapadu, s porastom humidnosti, opada i gubitak sadržaja humusa iz površinskog sloja tla. Također, intenzivnija obrada ubrzava mineralizaciju organske tvari i smanjenje humusa, što su u tipičnom černozeu u Ukrajini, u razdoblju 1995.-2020., utvrdili Bulgakov i sur. (2022). Naime, u tom razdoblju utvrdili su kod standardne obrade smanjenje sadržaja humusa za 0,28 %.

Na lokaciji Sinjsko polje koju obilježavaju jako humozna tla te specifični agroekološki uvjeti koji pogoduju intenzivnijoj mineralizaciji organske tvari, utvrđene su najveće promijene u sadržaju humusa. Tla na lokaciji Ludina su rigolana, stoga su i tu promjene velike i to prije svega zbog miješanja više horizonata prilikom rigolanja. Stoga te promjene nisu uključene u prethodnu raspravu.

Zaključak

Na svim lokacijama i kod svih pedosistematskih jedinica tla utvrđeno je smanjenje sadržaja humusa unutar referentnih razdoblja. Unutar lokacija sa dominantnim hidromorfim tlima utvrđene su manje promjene sadržaja humusa u odnosu na terestrička tla. U terestričkim tlima prosječni pad sadržaja humusa iznosio je 0,32 % a u hidromorfim tlima 0,23 %. Od zapada Hrvatske prema istoku, s povećanjem aridnosti, raste i smanjenje sadržaja humusa iz površinskog sloja tla.

Jače izraženo smanjenje sadržaja humusa u terestričkim tlima u odnosu na hidromorfna tla posljedica je kako značajki tala, tako i intenziteta antropogenizacije i specifičnosti klime na istraživanim lokacijama. S obzirom na navedeno potrebno je pokušati usporiti proces degradacije, odnosno mineralizacije humusa te pogoršanja fizikalnih i kemijskih značajki tala kroz provedbu različitih mjera poput: promjene plodoreda -uvođenje u plodored kultura poput višegodišnjih trava i djetelinsko-travnih smjesa, upotrebe stajskog gnoja, reducirane obrade tla, itd. U hidromorfim tlima, uz navedene agrotehničke mjere, neophodno je riješiti i pitanje loših vodozračnih odnosa, zbijenosti, nepovoljne strukture i slabije vodopropusnosti kroz provedbu hidromelioracijskih zahvata odvodnje, čime se poboljšava status humusa u tlu.

Literatura

Bašić, F. (2009). Oštećenja i tehnologije zaštite tala Hrvatske-otvorena pitanja. U: Vasić-Rački, Đ., ur. Zbornik radova znanstveno stručnog skupa „Tehnologije zbrinjavanja otpada i zaštite tla“, Zadar, 18.-21.10.2009. Zagreb: Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, 179-201.

Biško, A., Milinović, B., Savić, Z., Čoga, L., Jurkić, V., Slunjski, S. (2009). Sadržaj humusa u tlima RH namijenjenim za podizanje trajnih nasada. U: Vasić-Rački, Đ., ur. Zbornik radova znanstveno stručnog skupa „Tehnologije zbrinjavanja otpada i zaštite tla“, Zadar, 18.-21.10.2009. Zagreb: Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, 61-66.

Bulgakov, V., Gadzalo, I., Adamchuk, V., Demydenko, O., Velichko, V., Nowak, J., Ivanovs, S. (2022). Dynamics of the Humus Content under Different Chernozem Treatment Conditions. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 118-128. Dostupno na: <https://doi.org/10.12911/22998993/147862> (Pristupljeno: 7.2.2024.)

HAPIH - Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (2023). Projekt Agroekoteh-Optimizacija gospodarenja tлом prilagodbom agroekosustava i agrotehničkih mjera klimatskim promjenama. Osijek. Dostupno na: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2023/07/Agroekoteh-Elaborat.pdf> (Pristupljeno: 19.10.2023)

Husnjak S. (2007). Poljoprivredna tla Hrvatske i potreba za melioracijskim mjerama. U: Maceljki, M., Tomić, F., ur. Zbornik radova znanstvenog skupa: „Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora s težištem na nacionalni projekt navodnjavanja“. Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 21-37.

Husnjak, S., Romić, M., Poljak, M., Pernar, N. (2011). Recommendations for Soil Management in Croatia. *Agriculturae ConspectusScientificus*, 76(1), 1-8.

Husnjak, S. (2014). Sistematika tala Hrvatske. Sveučilišni udžbenik, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 373

JDPZ (1966). Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. Kemijske metode ispitivanja zemljišta, Beograd

Jug, I. (2018). Procesi degradacije, zaštita poljoprivrednih tala i monitoring tla. Nastavni materijal, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Lončarić, Z., Hefer, H., Andrišić, M., Rašić, D., Zegnal, I., Rastija D. (2022). Long-term changes of soil organic matter as a consequence of land use in Croatia. U: Popović, B., Zebec, V., Perčin, A., ur. Knjiga sažetaka 14. Kongresa Hrvatskog tloznanstvenog društva : „Degradacija tla – izazov za poljoprivrednu proizvodnju”. Sveti Martin na Muri, 12.-16.9.2022. Sveti Martin na Muri: Hrvatsko tloznanstveno društvo, 54-55.

Lončarić, Z., Rastija, D., Hefer, H., Andrišić, M., Rašić, D., Zegnal, I., Lončarić, R. (2023). Decreasing content of soil organic matter as direct lost of nitrogen and money from soil. U: Ribeiro, H.N., Fotova Cickovic, K., Kovač, I., ur., Book of Proceedings. Economic and Social Development, 95th International Scientific Conference on Economic and Social Development. Koprivnica: University of Aveiro, Varazdin Development and Entrepreneurship Agency and University North, 259-267.

Martinović, J. (2000). Tla u Hrvatskoj-monografija. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb.

Martinović, J. (2003). Gospodarenje šumskim tlima. Šumarski institut Jastrebarsko, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb. 525 p.

Romić, D., Marušić, J. (2005). Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski i Građevinski fakultet.

Vidaček, Ž., Bogunović, M., Bensa, A. (2004). Aktualno stanje zaštite tla u Hrvatskoj. *Gazophylacium*, 9; 3/4 : 95-107

xxx (a): Osnovna pedološka karta mjerila 1:50.000, 1965. – 86. Arhiva Sveučilišta u Zagrebu, Agronomskog fakulteta – Zavoda za pedologiju.

xxx (b): Dokumentacija izrađenih idejnih projekata navodnjavanja u RH (2009.-2019.), arhiva Sveučilišta u Zagrebu, Agronomskog fakulteta

Prispjelo/Received: 26.2.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 3.5.2024.

Professional paper

Changes in humus content on a part of the agricultural land in the Republic of Croatia

Abstract

The main goal of this paper is to indicate the intensity of changes in humus content in the arable soil layer on a part of the agricultural land in Croatia, based on a comparison of existing data from the reference periods of 1975 and 2015. The first reference period (1975) refers to the data collected during the preparation the basic pedological map of the Republic of Croatia on a scale of 1:50,000, in the period 1965-1985. The second reference period (2015) is represented by data collected from detailed pedological surveys of agricultural areas as a part of the development the conceptual irrigation projects. For the purposes of comparing the humus content, data were used from pedological profiles and collected from ten locations the conceptual designs of irrigation systems, created in the period 2009-2019, i.e. the reference period 2015, were analyzed. At all locations, a decrease in the content of humus in the arable soil layer was determined in the period between two reference periods. In terrestrial soils, the average decreasing in humus content was 0.33% and 72% was more pronounced than in hydromorphic soils, where the average decreasing in humus content was 0.25%. The decrease in humidity going from the west to the east of Croatia was reflected in the increase in the intensity of changes (decrease) in humus content. With the increase in humidity, from the east to the west part of Croatia, the intensity of decreasing soil humus content was less pronounced. The intensity of the decreasing of the humus content in the soil depends on soil properties, the intensity of anthropogenization and specificity of the climate on the investigated locations.

Key words: Agricultural regions, Hydromorphic soil, Terrestrial soil, Soil organic matter, Anthropogenization