



HRZZ projekt/*Project*:

"Procjena konzervacijske obrade tla kao napredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla"
*Assessment of conservation soil tillage as advanced methods
for crop production and prevention of soil degradation*

ACTIVEsoil: IP-2020-02-2647

Knjiga sažetaka

Book of Abstracts

Konzervacijska obrada tla

- Nova/stara paradigma održive biljne proizvodnje
Conservation soil tillage
- *New/old paradigm of sustainable crop production*

18-19 / 04 / 2023

Osijek, Croatia



HRZZ projekt/*Project*:

"Procjena konzervacijske obrade tla kao napredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla"
Assessment of conservation soil tillage as advanced methods for crop production and prevention of soil degradation

ACTIVEsoil: IP-2020-02-2647

Knjiga sažetaka *Book of Abstracts*

Znanstveno-stručna radionica
Scientific-professional Workshop

Konzervacijska obrada tla – Nova/stara paradigma
održive biljne proizvodnje

*Conservation soil tillage – New/old paradigm of
sustainable crop production*

18-19 / 04 / 2023

Osijek, Croatia

Impresum

Published by :: ACTIVEsoil

Editors in Chief :: Prof. dr. sc. Danijel Jug

Co-editors :: Prof. dr. sc. Irena Jug

Associate prof. dr. sc. Boris Đurđević

Assistant prof. dr. sc. Bojana Brozović

Technical and graphical editors :: Prof. dr. sc. Danijel Jug

Graphical design :: Čarobni tim d.o.o. Podravlje

Cover design :: Prof. dr. sc. Danijel Jug

Printed by :: Čarobni tim d.o.o., Podravlje

Edition :: 150

Place :: Osijek

Year :: 2023

ISBN :: 978-953-49650-0-9

Glavni organizator / *Main Organizer*



Projekt financirala Hrvatska zaklada za znanost
(HRZZ)

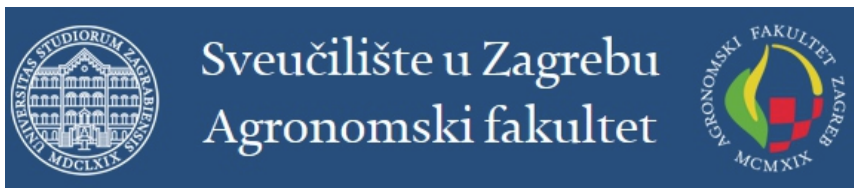
Project funding by Croatian Science
Foundation (CSF)



Suradničke institucije / *Collaborating institutions*



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
**Fakultet agrobiotehničkih
znanosti Osijek**



Predgovor

U ime glavnog organizatora ACTIVEsoil - Projekta financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ), kao i suradničkih institucija, sa zadovoljstvom Vas mogu pozvati na Znanstveno-stručnu radionicu „Konzervacijska obrada tla – Nova/stara paradigma održive biljne proizvodnje“ koja će se održati u Osijeku, Republika Hrvatska, 18.-19. travnja 2023.

Radionica ima za cilj otvoriti raspravu i prikupiti temeljna i specifična znanja o aktualnoj situaciji u znanstvenom i stručnom radu u domeni konzervacijske obrade tla (npr. gospodarenje tlom i vodom, uloga obrade tla u emisijama stakleničkih plinova, gospodarenje hranivima, alati i strojevi za obradu tla, zaštita usjeva itd.). Ova radionica bavit će se glavnim ciljevima projekta ACTIVEsoil, koji uključuju, ali nisu ograničeni na međusobne odnose konzervacijske obrade tla, klimatskih promjena, okoliša tla, korištenja zemljišta i uzgoja usjeva.

Osnovne teme radionice biti će raspravljene u sljedećim sekcijama:

- o CST - svjetska iskustva - pregled
- o CST - rezultati različitih istraživanja
- o CST - usporedba s drugim poljoprivrednim praksama
- o CST - izazov moderne poljoprivrede
- o CST - u susret izazovima klimatskih promjena

Napomena: Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom "Procjena konzervacijske obrade tla kao napredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla – ACTIVEsoil" (IP-2020-02-2647).

Preface

On behalf of the main organizer ACTIVEsoil - Project funding by Croatian Science Foundation (CSF) and Collaborating institutions, I am pleased to invite you to the Scientific-professional Workshop "Conservation soil tillage – New/old paradigm of sustainable crop production" which will take the place in Osijek, Republic of Croatia, 18th-19th April, 2023.

Workshop aims to open discussion and gathering basic and specific knowledge about current situation in science and professional work in domain of Conservation Soil Tillage (e.g., Soil and Water Management, Tillage role on Greenhouse Gases Emissions, Nutrient management, Tillage tools and Implements, Crop Protection, etc.). This Workshop will cope with main goals of ACTIVEsoil Project, which include but not limited on relationship conservation soil tillage, climate change, soil environment, land use and crop production.

General Workshop topics will be discussed in the next sections:

- o *CST - worldwide experiences - overview*
- o *CST - results from different experiments*
- o *CST - relation to other agricultural practices*
- o *CST - challenge of modern agriculture*
- o *CST - meeting the challenges of climate change*

Acknowledgement: This work has been fully supported by Croatian Science Foundation under the project "Assessment of conservation soil tillage as advanced methods for crop production and prevention of soil degradation – ACTIVEsoil (IP-2020-02-2647).

Voditelj Projekta / Project leader

Program radionice / *Workshop program*

1st day – 18th April, 2023

Prezentacija sažetaka i tematska rasprava / *Abstract presentations and topics discussion.*

- Značaj gospodarenja biljnim ostatcima u konzervacijskoj poljoprivredi / *Importance of crop residue management in Conservation Agriculture*

Danijel JUG, Irena JUG, Edward WILCZEWSKI, Bojana BROZOVIĆ, Boris ĐURĐEVIĆ, Vesna VUKADINOVIĆ
- Može li konzervacijska poljoprivreda povećati otpornost tla na degradacijske procese u uvjetima klimatskih promjena? / *Does conservation agriculture increase the soil resilience on degradation processes under climate change condition?*

Irena JUG, Bojana BROZOVIĆ, Boris ĐURĐEVIĆ, Vesna VUKADINOVIĆ, Danijel JUG
- Sinergija konzervacijske obrade tla i organskog ugljika u tlu / *Synergy of Conservation Tillage and Soil Organic Carbon*

Boris ĐURĐEVIĆ, Irena JUG, Bojana BROZOVIĆ, Marija RAVLIĆ, Vesna VUKADINOVIĆ, Iva ROJNICA, Danijel JUG
- Dinamika korova u konzervacijskoj poljoprivredi / *Weed dynamics in conservation agriculture*

Bojana BROZOVIĆ, Irena JUG, Boris ĐURĐEVIĆ, Marija RAVLIĆ, Vesna VUKADINOVIĆ, Iva ROJNICA, Danijel JUG
- Degradacija tla - uzroci, posljedice, sanacija / *Soil degradation - causes, consequences, remediation*

Andrija ŠPOLJAR, Ivka KVATERNJAK
- Oblikovanje fizikalnih i bioloških svojstava tla u sustavima konzervacijske obrade / *Shaping the physical and biological properties of soil in conservation tillage systems*

Edward WILCZEWSKI, Irena JUG, Boris ĐURĐEVIĆ, Bojana BROZOVIĆ, Beata SOKÓŁ, Lech GAŁĘŻEWSKI, Danijel JUG
- Utjecaj različite obrade tla i gnojidbe na zarazu kukuruza s kukuruznim moljcem (*Ostrinia nubilalis* Hübner) / *Effect of soil and fertilization management on maize susceptibility to European corn borer (Ostrinia nubilalis Hübner)*

Ankica SARAJLIĆ, Marija RAVLIĆ, Andreas HORVATOVIĆ, Irena JUG, Boris ĐURĐEVIĆ, Bojana BROZOVIĆ, Danijel JUG
- Ekonomska analiza i projekcije ekonomske opravdanosti primjene konzervacijske obrade tla u proizvodnji kukuruza i soje na odabranim poljoprivrednim gospodarstvima / *Economic analysis and*

projections of the economic justification for the conservation tillage applied in the production of corn and soybeans on selected farms

Zoran GRGIĆ, Branka ŠAKIĆ BOBIĆ

- o Optimalno stanje vlažnosti tla za obradu / *Optimal soil moisture conditions for tillage*

Vladimir ZEBEC, Zoran SEMIALJAC, Boris BEREČIĆ, Domagoj RASTIJA

- o Razlike u brojnosti i biomasi gujavica (Oligochaeta: Lumbricidae) pri različitoj obradi tla / *Differences in abundance and biomass of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) under different soil tillage systems*

Davorka HACKENBERGER KUTUZOVIĆ, Olga JOVANOVIĆ GLAVAŠ, Branimir HACKENBERGER KUTUZOVIĆ

- o Biomasa iz poljoprivrede kao izvor energije / *Biomass from agriculture as a source of energy*

Darko KIŠ, Irena JUG Danijel JUG

- o Utjecaj konzervacijske obrade na biogenost tla / *The influence of conservation tillage on soil biogenicity*

Gabriella KANIŽAI ŠARIĆ, Irena JUG, Boris ĐURĐEVIĆ, Bojana BROZOVIĆ, Danijel JUG

- o Pokrovni usjevi kao pomoć pri obradi tla / *Cover crops as an aid to soil tillage*

Bojan STIPEŠEVIĆ

- o Suzbijanje korova u konzervacijskoj poljoprivredi / *Weed management in conservation agriculture*

Marija RAVLIĆ, Renata BALIČEVIĆ, Bojana BROZOVIĆ, Irena JUG, Vesna VUKADINOVIĆ, Iva ROJNICA, Boris ĐURĐEVIĆ, Danijel JUG

- o Utjecaj konzervacijske obrade tla na status korova u uzgoju kukuruza / *The influence of conservation tillage on weed status in maize*

Iva ROJNICA, Bojana BROZOVIĆ, Irena JUG, Boris ĐURĐEVIĆ, Marija RAVLIĆ, Danijel JUG

- o Korištenje skupova podataka i aplikacija Climate Data Store za primijenjena istraživanja u poljoprivredi / *Harnessing Climate Data Store Datasets and Applications for Applied Agricultural Studies*

Ivan GÜTTLER

- o Degradacija tla i klimatske promjene / *Soil degradation and climate changes*

Ivka KVATERNJAK, Andrija ŠPOLJAR

- o Budućnost bakterijske i mikorizne asocijacije u rizosferi soje u kontekstu klimatskih promjena / *The future of Bacterial and Mycorrhizal Association in Soybean Rhizosphere in a Climate Changing Context*

Vlad STOIAN, Roxana VIDICAN, Larisa CORCOZ

- o Koeficijent strukturalnosti Stagnosola u sustavima konzervacijske obrade tla / *Coefficient of soil structure of Stagnosol in conservation tillage systems*

Vesna VUKADINOVIĆ, Irena JUG, Boris ĐURĐEVIĆ, Bojana BROZOVIĆ, Marija RAVLIĆ, Danijel JUG

- o Laboratorijske procedure od zaprimanja uzoraka do gotovog rezultata / *Laboratory procedures from receiving samples to the finished result*

Larisa BERTIĆ

- o Indikatori degradacije tla pri različitim sustavima obrade tla / *Indicators of soil degradations under different soil tillage systems*

Domagoj VESELI

- o Utjecaj konzervacijske obrade tla na fizikalnu degradaciju tla zbijanjem / *The influence of soil conservation tillage on the physical degradation of soil by compaction*

Ivan KOVAČEK

2nd day – 19th April, 2023

Terenski izlet / *Field trip.*

- Posjet naprednom obiteljskom gospodarstvu / *visit a progressive family farm*
- Posjet CST eksperimentu / *CST experiment visiting*
- Poljska prezentacija / *field demonstration*

SAŽETCI

ABSTRACTS

Značaj gospodarenja biljnim ostacima u konzervacijskoj poljoprivredi

Danijel JUG¹, Irena JUG¹, Edward WILCZEWSKI², Bojana BROZOVIĆ¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: diug@fazos.hr

²Faculty of Agriculture and Biotechnology, Bydgoszcz University of Science and Technology, prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Poland

Biljni ostaci jedan su od najvažnijih čimbenika Konzervacijske poljoprivrede (CA) kao mjere prilagodbe klimatskim promjenama. CA se temelji na tri osnovna principa:

- Minimalno mehaničko narušavanje tla obradom,
- Trajna pokrivenost površine tla biljnim ostacima,
- Rotacija usjeva (intenzifikacija vrsta u uzgoju).

Sva tri temeljna principa u međusobnoj su poveznici s biljnim ostacima na različite načine i na različitim razinama, kao što su: način i intenzitet obrade tla, masa i vrsta žetvenih ostataka, vrsta usjeva, biološki prinosi, kvaliteta žetve, aktivnost biologije tla, kemijska i fizikalna svojstva tla, agroekološki uvjeti itd. Poljski pokusi s različitim konzervacijskim sustavima obrade tla, različitim gnojivima i kondicionerima tla te različitim usjevima u plodoredu proveden je 2021. i 2022. godine u Čačincima i Križevcima. Tretmani obrade tla bili su: ST (oranje), CTD (konzervacija duboka, rahljenje do 30 cm s minimalno 30% žetvenih ostataka na površini) i CTS (konzervacija plitka, obrada tla do 10 cm s minimalno 50% žetvenih ostataka na površini). Metoda procjene pokrivenosti ostataka (u %) bila je linearna metoda, a provodila se prema metodologiji nakon provedenih svih operacija obrade tla i nakon sjetve sljedeće kulture. Već u ranoj fazi istraživanja, nakon dvije godine (kukuruz je uzgajan u prvoj, a soja u drugoj godini) postotak žetvenih ostataka bio je veći od očekivanog, ali u očekivanoj raspodjeli. Veća pokrivenost tla biljnim ostacima bila je u Križevcima nego u Čačincima i prema tretmanima sljedećoj shemi: CTS>CTD>ST.

Ključne riječi: konzervacijska poljoprivreda, konzervacijska obrada tla, biljni ostaci, kukuruz, soja

Importance of crop residue management in Conservation Agriculture

Danijel JUG¹, Irena JUG¹, Edward WILCZEWSKI², Bojana BROZOVIĆ¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: djug@fazos.hr

²Faculty of Agriculture and Biotechnology, Bydgoszcz University of Science and Technology, prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Poland

Crop residues are one of the most important factors of Conservation Agriculture (CA) as measure of adaptation to Climate change. CA is based on three basic principles:

- Minimal soil mechanical disturbance,
- Permanent soil surface cover (with crop residues),
- Crop rotation (species diversification).

All three basic principles are interconnected by crop residues on different ways and levels, as it: way and intensity of soil tillage, mass and type of crop residue, type of crops, biological yields, harvesting quality, activity of soil biology, soil chemical and physical quality, agroecological conditions, etc. The field experiments with different conservation tillage systems, different fertilization and soil conditioners, and different crops in rotation was conducted in 2021 and 2022 in Čačinci and Križevci. Tillage treatments were: ST (plowing), CTD (conservation deep, loosening up to 30 cm with a minimum of 30% of crop residues on the surface) and CTS (conservation shallow, tillage up to 10 cm with a minimum 50% of crop residues on the surface). Method for estimation of residue cover (in %) was line-transect method, and it was performed, according methodology, after all soil tillage operations performed and after sowing next crop. Already in early stage of research, after two years (maize was grown in first and soybean in second year) percentage of crop residue was higher than is expected, but in expected distribution. Higher soil covering with crop remains was in Križevci than in Čačinci and according next scheme: CTS>CTD>ST.

Keywords: Conservation agriculture, Conservation soil tillage, Crop residues, Maize

Može li konzervacijska poljoprivreda povećati otpornost tla na degradacijske procese u uvjetima klimatskih promjena?

Irena JUG¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹, Gabriella KANIŽAI ŠARIĆ¹, Darko KIŠ¹, Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: ijug@fazos.hr

Konzervacijska poljoprivreda (CA) je sustav održive poljoprivrede kojem je cilj poboljšati zdravlje tla, poboljšati produktivnost usjeva i zaštititi okoliš minimiziranjem narušavanja tla, maksimiziranjem pokrova tla i diverzifikacijom plodoreda. Prakse CA uključuju konzervacijsku obradu tla, trajno prekrivanje tla ostacima usjeva ili pokrovnim usjevima i plodored. Sve je veći interes za potencijal CA u kontekstu povećanja otpornosti tla na procese degradacije u uvjetima klimatskih promjena. Degradacija tla velika je prijetnja sigurnosti hrane i zdravlju ekosustava diljem svijeta, a pogoršavaju je klimatske promjene. Proces degradacije tla uključuju eroziju tla, razvoj ekstremne reakcije tla (zakiseljavanje; salinizacija/alkalizacija), fizikalnu degradaciju (kvarenje strukture; zbijanje; ekstremna vlažnost tla), biološku degradaciju, nepovoljne promjene u pristupačnosti biljnih hraniva, smanjenje puferskog kapaciteta tla (što dovodi do zagađenja, toksičnost) i dezertifikaciju. Klimatske promjene mogu pogoršati te procese povećanom erozijom tla zbog češćih i intenzivnijih oborina, izraženim nedostatkom vode koji dovodi do iscrpljivanja hranjivih tvari, povećanim zbijanjem tla zbog intenzivnijih suša i povećanom salinizacijom i dezertifikacijom zbog viših temperatura i stopa evapotranspiracije. Istraživanja su pokazala da CA može pomoći u ublažavanju učinaka degradacije tla u uvjetima klimatskih promjena povećanjem otpornosti tla. Tri osnovna principa CA imaju sinergijski učinak koji dovodi do poboljšanog zdravlja tla: 1) Minimiziranjem narušavanja tla obradom, CA smanjuje eroziju i zbijanje tla, što može poboljšati strukturu tla i infiltraciju vode; 2) Održavanje trajnog pokrova tla usjevima, pokrovnim usjevima ili malčiranjem može spriječiti eroziju tla, smanjiti isparavanje i promicati mikroorganizme u tlu koji doprinose zdravlju tla; 3) Plodored može poboljšati plodnost tla izmjenom usjeva koji imaju različite potrebe za hranjivim tvarima, smanjenjem pritiska štetočina i bolesti te promicanjem bioraznolikosti tla. Osim poboljšanja zdravlja tla, CA također može smanjiti emisije stakleničkih plinova iz poljoprivrede. Smanjenjem narušavanja tla, CA može spriječiti oslobađanje ugljika pohranjenog u organskoj tvari tla, što je glavni izvor emisija stakleničkih plinova iz poljoprivrede. Održavanje trajne pokrivenosti tla usjevima, pokrovnim usjevima ili malčom može sekvstrirati ugljik u tlu, dodatno smanjujući emisiju CO₂. Međutim, učinkovitost CA u povećanju otpornosti tla na procese degradacije u uvjetima klimatskih promjena može ovisiti o lokalnim uvjetima i praksi upravljanja. Učinkovitost CA može ovisiti o korištenju odgovarajućeg plodoreda, pokrovnih usjeva i praksi upravljanja, kao što je pravodobna kontrola korova i odgovarajuća primjena gnojiva. Zaključno, konzervacijska poljoprivreda može povećati otpornost tla na procese degradacije u uvjetima klimatskih promjena promicanjem zdravlja tla i poboljšanjem strukture tla. Usvajanje CA može imati brojne prednosti, uključujući poboljšanje kvalitete tla, povećanje prinosa usjeva i smanjenje emisije stakleničkih plinova. Međutim, učinkovitost CA može ovisiti o lokalnim uvjetima i praksi upravljanja, a potrebna su daljnja istraživanja kako bi se odredili najučinkovitiji načini za provedbu CA u različitim regijama s različitim agroekološkim uvjetima.

Ključne riječi: Zdravlje tla, održiva poljoprivreda, konzervacijska obrada tla

Does conservation agriculture increase the soil resilience on degradation processes under climate change condition?

Irena JUG¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000, Osijek, Croatia; e-mail: ijug@fazos.hr

Conservation agriculture (CA) is an approach to sustainable agriculture that aims to enhance soil health, improve crop productivity, and protect the environment by minimizing soil disturbance, maximizing soil cover, and diversifying crop rotations. CA practices include conservation soil tillage, permanent soil cover with crop residues or cover crops, and crop rotation. There is growing interest in the potential of CA to enhance soil resilience to degradation processes under climate change conditions. Soil degradation is a major threat to food security and ecosystem health worldwide, and is exacerbated by climate change. Soil degradation processes include soil erosion, development of extreme soil reaction (acidification; salinization/alkalization), physical degradation (structural destruction; compaction; extreme moisture regime), biological degradation, unfavorable changes in the nutrient regime, decrease of buffering capacity (leading to pollution, toxicity) and desertification. Climate change can exacerbate these processes through increased soil erosion from more frequent and intense rainfall events, increased water stress leading to nutrient depletion, increased soil compaction due to more intense drought events, and increased salinization and desertification due to higher temperatures and evapotranspiration rates. Research has shown that CA can help to mitigate the effects of soil degradation under climate change conditions by enhancing soil resilience. The three key practices of CA have a synergistic effect that leads to improved soil health: 1) By minimizing soil disturbance, CA reduces soil erosion and compaction, which can improve soil structure and water infiltration; 2) Maintaining permanent soil cover with crops, cover crops, or mulch can prevent soil erosion, reduce evaporation, and promote soil microorganisms that contribute to soil health; 3) Crop rotation can improve soil fertility by alternating crops that have different nutrient requirements, reducing pest and disease pressure, and promoting soil biodiversity. In addition to improving soil health, CA can also reduce greenhouse gas emissions from agriculture. By reducing soil disturbance, CA can prevent the release of carbon stored in soil organic matter, which is a major source of greenhouse gas emissions from agriculture. Maintaining permanent soil cover with crops, cover crops, or mulch can sequester carbon in the soil, further reducing CO₂ emissions. However, the effectiveness of CA in increasing soil resilience to degradation processes under climate change conditions can depend on local conditions and management practices. The effectiveness of CA may depend on the use of appropriate crop rotations, cover crops, and management practices, such as timely weed control and appropriate fertilizer application. In conclusion, conservation agriculture can increase soil resilience to degradation processes under climate change conditions by promoting soil health and improving soil structure. The adoption of CA can have numerous benefits, including improving soil quality, increasing crop yields, and reducing greenhouse gas emissions. However, the effectiveness of CA may depend on local conditions and management practices, and further research is needed to determine the most effective ways to implement CA in different regions with different agroecological conditions.

Keywords: Soil health, sustainable agriculture, conservation soil tillage

Sinergija konzervacijske obrade tla i organskog ugljika u tlu

Boris ĐURĐEVIĆ¹, Irena JUG¹, Bojana, BROZOVIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹, Iva ROJNICA², Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: bdurdevic@fazos.hr

²Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, HR- 48260, Križevci, hrvatska

Degradacija tla i drugi ekološki problemi kao što su erozija tla, smanjenje biološke raznolikosti i veće emisije stakleničkih plinova mogu snažno utjecati na pogodnost tla za usjeve. No, jedan od glavnih problema je pad koncentracije organskog ugljika u tlu većinom zbog intenzivne poljoprivredne proizvodnje koji ima značajan negativan utjecaj na klimatske promjene i sigurnost hrane. U današnje vrijeme mnogi znanstvenici pokušavaju pronaći jednostavna/isplativa rješenja koja mogu povećati koncentraciju organskog ugljika u tlu. Jedno od takvih rješenja je i konzervacijska obrada tla koja kroz nekoliko glavnih procesa može utjecati na povećanje koncentracije organskog ugljika u tlu. Jedan od glavnih procesa je zadržavanje žetvenih ostataka na površini tla, što predstavlja glavni izvor hrane mikroorganizmima u tlu koji ga potom razgrađuju na organske spojeve, odnosno organski ugljik tla. Osim toga, smanjeni intenzitet i učestalost obrade tla mogu spriječiti povećanu izloženost organske tvari zraku i smanjiti razgradnju/disanje, što dovodi do povećanja razine organskog ugljika u tlu tijekom vremena. Postoje različite prakse konzervacijske obrade tla koje mogu pomoći u održavanju ili povećanju razine organskog ugljika u tlu. Neke uobičajene prakse uključuju izostavljenu ili reduciranu obradu tla, sjetvu pokrovnih usjev i kvalitetan plodored. Također, važno je napomenuti da odabrana praksa mora biti u skladu s tipom tla, vrstom usjeva te također, agroekološkim uvjetima određenog područja. Ukratko, konzervacijska obrada tla može utjecati na povećanje razine organskog ugljika u tlu očuvanjem žetvenih ostataka na površini tla, smanjenjem poremećaja tla i izloženosti zraku te promicanjem zdravlja tla kroz pokrovne usjeve i plodored, što u konačnici značajno utječe na povećanje razine organskog ugljika u tlu.

Ključne riječi: Organski ugljik tla, konzervacijska obrada tla, pogodnost tla, klimatske promjene

Synergy of Conservation Tillage and Soil Organic Carbon

Boris ĐURĐEVIĆ¹, Irena JUG¹, Bojana, BROZOVIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Vesna VUKADINOVIC¹, Iva ROJNICA², Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: bdurdevic@fazos.hr

²Križevci College of Agriculture, Milislava Demerca 1, HR- 48260, Križevci, Croatia

Land degradation and other environmental problems such as soil erosion, biodiversity decline, and higher greenhouse gas (GHG) emissions can strongly influence on soil suitability for crops. But one of the main problems, related to all above mentioned, is decline of soil organic carbon (SOC) due to intensive cultivation which has a significant impact on climate change and food security. Nowadays many scientists are trying to find cost-effective solutions that can address rapid decline of SOC. Sustainable agricultural practices such as conservation tillage can impact SOC levels through several processes. One of the main processes is the preservation of crop residues on the soil surface, which provides a food source for soil microorganisms that will break it down into organic compounds, including soil organic carbon. Additionally, reduced tillage intensity and frequency can decrease the exposure of SOC to air and reduce its decomposition, leading to increased soil organic carbon levels over time. There are various conservation tillage practices that can help to maintain or increase soil organic carbon levels. Some common practices include no-till or reduced tillage, cover cropping, and crop rotation, but the chosen practice must be selected in accordance with the type of soil and crop but also agro-ecological conditions of a certain area. In summary, conservation tillage practices can impact soil organic carbon levels by preserving crop residues on the soil surface, reducing soil disturbance and exposure to air, and promoting soil health through cover cropping and crop rotation. These practices can help to maintain or increase soil organic carbon levels over time, contributing to improve soil health and sustainable farming practices.

Keywords: Soil organic carbon, conservation tillage, soil suitability, climate change

Dinamika korova u konzervacijskoj poljoprivredi

Bojana BROZOVIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹, Iva ROJNICA², Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: bojana.brozovic@fazos.hr

²Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, HR-48260 Križevci, Hrvatska

Konzervacijska poljoprivreda sa svojim temeljnim principima učinkovita je mjera za povećanje održivosti poljoprivredne proizvodnje. Široka implementacija konzervacijskih sustava proizvodnje često je uvjetovana promjenama u razini zakorovljenosti i strukturi korovne flore što zahtijeva pojačan nadzor korova uz prilagođene mjere kontrole zakorovljenosti koje su ključne za ostvarivanje stabilnih prinosa. Na promjene u dinamici korova utjecat će reduciranje obrade tla, žetveni ostaci i plodored. Reducirana obrada tla na dinamiku korova utječu mijenjajući veličinu banke sjemena, distribuciju sjemena, klijavost, vijabilnost i početni rast i razvoj korova. Utjecaj obrade tla na banku sjemena korova je različit uz moguće povećanje ali i smanjenje njenog intenziteta što može ovisiti o korovnim vrstama, a u konačnici predstavlja rezultat interakcije različitih faktora uključujući i vremenske prilike. Sjeme korova u reduciranim sustavima obrade tla obično je koncentrirano bliže površini tla što može dovesti do većeg intenziteta klijavosti korova ali u nekim slučajevima i do smanjenja vijabilnosti uslijed nedostatka vode i isušivanja sjemena. Također, sjeme korova bliže površini tla izloženije je raznim predatorima koji se njime hrane što u konačnici rezultira smanjenjem zakorovljenosti. Reduciranje obrade tla obično dovodi do promjene u sastavu korovne populacije uz veću zastupljenost višegodišnjih korova s većim brojem različitih vrsta u odnosu na konvencionalne sustave obrade tla gdje je izraženija dominacija jednogodišnjih korova. Žetveni ostaci u konzervacijskim sustavima mogu utjecati na klijavost korova mijenjajući okolišne uvjete (fizikalne i kemijske) kroz smanjenje količine svjetlosti koja dospijeva do površine tla čime se mijenja i temperatura tla i dnevna kolebanja. Utjecaj na smanjenje klijavosti korova ipak je neznatan jer većina korova klije u širokom temperaturnom rasponu, a unatoč trajnoj prekrivenosti do tla ipak dospije određena količina svjetlosti koja je dovoljna za početak klijanja sjemena korova. Ovisno o agroekološkim uvjetima, konzervacija vlage žetvenim ostacima na klijavost sjemena djeluje dvojako. U sušnijim uvjetima klijavost će zbog dodatne vlage biti povećana dok će u obrnutom slučaju biti smanjena. Žetveni ostaci na klijanje korova mogu djelovati i alelopatski, negativnim djelovanjem preko alelokemikalija koje se postupno otpuštaju razgradnjom žetvenih ostataka. Nicanje korova biti će smanjeno uslijed fizičke barijere koju stvaraju žetveni ostaci, a zbog manje količine svjetlosti, klijanci korova slabije razvijeni, etiolirani i osjetljiviji na herbicide. Plodored predstavlja najučinkovitiju preventivnu mjeru u kontroli zakorovljenosti zbog specifičnosti korovne flore koja je uvjetovana uzgojem određenog usjeva. Pravilan plodored utječe na razinu zakorovljenosti smanjujući dominaciju određenih korovnih vrsta izmjenom specifičnih agrotehničkih zahvata i primjenom herbicida različitog spektra djelovanja. Konzervacijska poljoprivreda svojim temeljnim principima utječe na dinamiku korova, a kontrola zakorovljenosti u konzervacijskim sustavima ovisi najviše o preventivnim i kemijskim mjerama suzbijanja. Uspješna kontrola zakorovljenosti treba se temeljiti na kontinuiranom nadzoru i primjeni integriranih mjera.

Ključne riječi: zakorovljenost, konzervacijska obrada tla, žetveni ostaci, plodored

Weed dynamics in conservation agriculture

Bojana BROZOVIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹, Iva ROJNICA², Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: Bojana.brozovic@fazos.hr

²Križevci College of agriculture, Milislava Demerca 1, HR-48260 Križevci, Croatia

Conservation agriculture with its basic principles is an effective measure for increasing the sustainability of agricultural production. The wide implementation of conservation production systems is often conditioned by changes in the level of weediness and the structure of the weed flora, which requires increased weed control with adapted weed control measures that are key to achieving stable yields. Changes in weed dynamics will be influenced by reduced tillage, crop residues and crop rotation. Reduced tillage affects weed dynamics by altering seed bank size, seed distribution, germination, viability, and initial weed growth and development. The impact of tillage on the weed seed bank is different, with a possible increase or decrease in its intensity, which may depend on the weed species, and is ultimately the result of the interaction of various factors, including the weather conditions. Weed seeds in reduced tillage systems are usually concentrated closer to the soil surface, which can lead to a higher intensity of weed germination, but in some cases also to a decrease in viability due to lack of water and drying of the seeds. Also, weed seeds closer to the soil surface are more exposed to various predators, which ultimately results in a reduction in weediness. Reducing tillage usually leads to a change in the composition of the weed flora with a greater domination of perennial weeds and a greater weed species diversity compared to conventional tillage systems where the dominance of annual weeds is more pronounced. Crop residues in conservation systems can affect weed germination by changing environmental conditions (physical and chemical) through reducing the amount of light that reaches the soil surface, thus changing soil temperature and daily fluctuations. However, the impact on the reduction of weed germination is insignificant, because most weeds germinate in a wide temperature range, and despite the permanent covering, a certain amount of light still reaches the ground, which is sufficient for weed seed germination. Depending on the agroecological conditions, conservation of moisture with crop residues has different effects on seed germination. In drier conditions, germination will be increased due to additional moisture, while in the opposite case, it will be reduced. Crop residues can also have an allelopathic effect on weed germination, with a negative effect through allelochemicals that are gradually released by the decomposition of crop residues. The emergence of weeds will be reduced due to the physical barrier from crop residues, and due to the lower amount of light, the weed seedlings are less developed, etiolated and more sensitive to herbicides. Crop rotation represents the most effective preventive measure in weed control due to the specificity of the weed flora, which is conditioned by the cultivation of a particular crop. Correct crop rotation affects the level of weediness by reducing the dominance of certain weed species by changing specific agrotechnical measures and applying herbicides with different mode of action. Conservation agriculture with its fundamental principles affects the dynamics of weeds, and the control of weediness in conservation systems depends mostly on preventive and chemical suppression measures. Successful weed control should be based on continuous monitoring and application of integrated measures.

Keywords: weed infestation, conservation soil tillage, surface residues, crop rotation

Degradacija tla - uzroci, posljedice, sanacija

Andrija ŠPOLJAR¹, Ivka KVATERNJAK¹

¹Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, HR-48 260 Križevci; Hrvatska;

e-mail:aspoljar@vguk.hr

Pod degradacijom tla podrazumijevaju se procesi koji dovode do smanjenja njegove plodnosti ili proizvodne sposobnosti te drugih korisnih uloga koje tlo ima u ekosustavu zbog ljudske aktivnosti ili prirodnih uvjeta. Tlo je izloženo procesima fizikalne, kemijske i biološke degradacije. Od fizikalnih procesa degradacije mogu se izdvojiti: gubitak plodnog tla zbog erozije vodom i vjetrom, kvarenje strukture i zbijanje tla te dezertifikacija. Kemijski procesi degradacije tla odnose se na: ispiranje hraniva i toksičnost zbog kisele ili bazične reakcije tla (zaslanjivanje ili alkalizacija) i štetne tvari u tlu. Smanjenje sadržaja organske tvari i biološke raznolikosti tla pripada biološkim procesima degradacije. Svi ovi procesi, koje ponajprije uzrokuje čovjek, a manje su rezultat prirodnih uvjeta, nepovoljno se odražavaju na plodnost, produktivnost, kakvoću i zdravlje tla. Blaži oblici erozije tla vodom u Hrvatskoj su mogući na 27,2 %, a jači na 48,3% površine.

Na strmim liticama moguće je i urušavanje tla. Uz eroziju tla, veliki problem u svijetu i kod nas je antropogeno zbijanje tla. Zbijenim tlima pripada oko 4% od ukupne površine degradiranih tala u svijetu. Jedan od ključnih problema je i dezertifikacija tala, a oko 30% obradivih površina u svijetu izloženo je ovom procesu. Kod nas je dezertifikaciji najviše izložena istočna Slavonija s aridnim klimatskim uvjetima. Od kemijskih procesa degradacije svakako treba izdvojiti zakiseljavanje, salinizaciju i alkalizaciju. Od ukupnog svjetskog zemljišnog fonda kiselim tlima pripada oko 14%, a slanim i alkalnim 2,4%. Kod nas se može izdvojiti oko 28% kiselih tala i manje od 0,01% slanih i alkalnih tala. Da je degradacija bioloških značajki tla velik problem u svijetu i kod nas ističu brojni autori. U našim tlima koja se nalaze u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji humusa je često manje od 2%, a to se, dakako, ogleda i u padu biološke raznolikosti tla. U radu su detektirani uzroci i posljedice ovih degradacijskih procesa i daju se odgovarajuće smjernice za kvalitetnije gospodarenje tlom i preporučuju se mjere njegove sanacije.

Ključne riječi: degradacija tla, uzroci, posljedice, sanacija

Soil degradation - causes, consequences, remediation

Andrija ŠPOLJAR¹, Ivka KVATERNJAK¹

¹ Križevci College of Agriculture, M. Demerca 1, HR-Križevci, Croatia; e-mail: aspoljar@vguk.hr

Soil degradation refers to processes that lead to a decrease in its fertility or production capacity and other useful roles that the soil plays in the ecosystem due to human activity or natural conditions. The soil is exposed to the processes of physical, chemical and biological degradation. From the physical processes of degradation, the following can be distinguished: loss of fertile soil due to erosion by water and wind, deterioration of the structure and soil compaction, and desertification. Chemical processes of soil degradation refer to: leaching of nutrients and toxicity due to acidic or basic soil reaction (salinization or alkalization) and harmful substances in the soil. The decrease in the content of organic matter and biological diversity of the soil belongs to the biological processes of degradation. All these processes, which are primarily human-caused and less the result of natural conditions, adversely affect the fertility, productivity, quality and health of the soil. Milder forms of soil erosion by water in Croatia are possible on 27.2%, and stronger forms on 48.3% of the surface.

On steep cliffs, soil collapse is also possible. Along with soil erosion, a big problem in the world and in our country is anthropogenic soil compaction. About 4% of the total area of degraded soils in the world belongs to compacted soils. One of the key problems is soil desertification, and about 30% of arable land in the world is exposed to this process. Eastern Slavonia, with its arid climatic conditions, is the most exposed to desertification in our country. Acidification, salinization and alkalization should definitely be distinguished from the chemical processes of degradation. About 14% of the world's total soil fund belongs to acidic soils, and 2.4% to saline and alkaline soils. Around 28% of acid soils and less than 0.01% of saline and alkaline soils can be distinguished here. Many authors point out that the degradation of the biological characteristics of the soil is a big problem in the world and in our country. In our soils, which are in intensive agricultural production, humus is often less than 2%, and this is of course reflected in the decline in soil biodiversity. In the paper, the causes and consequences of these degradation processes are detected and appropriate guidelines are given for better soil management and measures for its remediation are recommended.

Key words: soil degradation, causes, consequences, remediation

Oblikovanje fizikalnih i bioloških svojstava tla u sustavima konzervacijske obrade

Edward WILCZEWSKI¹, Irena JUG², Boris ĐURĐEVIĆ², Bojana BROZOVIĆ², Beata SOKÓŁ¹, Lech GAŁĘZEWSKI¹, Danijel JUG²

¹Faculty of Agriculture and Biotechnology, Bydgoszcz University of Science and Technology, prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Poland, e-mail: edward@utp.edu.pl

²Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: djug@fazos.hr

Važan element oblikovanja fizikalnih i bioloških svojstava tla u sustavima konzervacijske obrade tla je uporaba zelene gnojidbe biljkama uzgajanih kao postrni usjevi ili međuusjevi. Zelena gnojidba omogućuje sustavnu opskrbu tla organskom tvari koja povoljno utječe na razvoj mikroorganizama i mezofaune tla te na taj način poboljšava biološku aktivnost tla. Pozitivan učinak usjeva za zelenu gnojidbu uočava se na zbijenim tlama (rahljenje), ali i na lakim tlama povećavajući kapacitet sorpcijskog kompleksa. U posljednjih 15-tak godina u Srednjoj i Istočnoj Europi provedena su brojna istraživanja utjecaja postrnih usjeva za zelenu gnojidbu koja su uključivala i procjenu svojstva tla posebno važnih za pravilan rast biljaka i formiranje prinosa. Učinak postrnih na sadržaj vlage u površinskom sloju tla je promjenjiv tijekom vremena. Istraživanja provedena u Poljskoj u razdoblju 2008.-2011. pokazala su da je tijekom vremena porasta postrnih usjeva i neposredno nakon njegovog završetka došlo do smanjenja sadržaja vlage u gornjem sloju tla, što je rezultiralo dodatnim zbijanjem tla. Međutim, biomasa postrnih usjeva ostavljena na površini tla tijekom zime ili plitko pomiješana s tlom, pridonijela je povećanju sadržaja vlage u proljeće. Taj je učinak bio jače izražen na *Luvissolu*. Istraživanja provedena u istoj regiji tijekom 2016. – 2018. pokazala su značajno smanjenje otpora tla na tlama na kojima su uzgajani postrni usjevi, mjereno nakon nicanja šećerne repe. Posebno je pozitivno djelovala grahorica ostavljena na površini tla tijekom zime. Kao rezultat toga, utvrđeno je značajno smanjenje otpora tla u redovima biljaka u sloju od 5 do 20 cm i u međurednom razmaku u sloju od 5-15 cm. Brojna istraživanja pokazuju da malč postrnih usjeva, kako leguminoza tako i biljaka drugih botaničkih skupina, povećava aktivnost enzima tla i drugih pokazatelja biološke aktivnosti tla (ugljič mikrobne biomase, disanje tla). Ovaj je utjecaj posebno izražen kada se postrni usjevi ostavljaju kao masa za malčiranje na površini tla u jesen i zimu. Neupitna korist od korištenja postrnih leguminoznih usjeva je i povećanje mineralnog dušika u tlu, dostupnog biljkama u proljeće u godini koja slijedi nakon njihovog uzgoja. Biomasa postrnih usjeva također povećava broj i masu gujavica u površinskom sloju tla. Istraživanja provedena u Hrvatskoj 2013.-2014. pokazala su da bi konzervacijska obrada mogla biti najprikladniji sustav obrade tla na *Stagnosolu* i *Gleysolu*. Prinosi kukuruza nisu se statistički razlikovali u odnosu na promatrane tretmane obrade tla na *Stagnosolu*, iako je žetveni indeks bio najveći na tretmanima konzervacijske obrade tla. Najmanji prinos kukuruza zabilježen je na no-till tretmanu na *Gleysolu* iako nije bilo statistički značajnih razlika između tretmana obrade tla u žetvenim indeksima. U istraživanjima provedenim u ovoj regiji tijekom 2020.-2023., pojednostavljena konzervacijska obrada tla, plitka i duboka, uz korištenje žetvenih ostataka, rezultirala je povećanjem vlažnosti tla u sloju do 30 cm u rano proljeće, kao i smanjenjem otpora tla mjenog konusnim penetrometrom.

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, postrni usjevi, malč, svojstva tla

Shaping the physical and biological properties of soil in conservation tillage systems

Edward WILCZEWSKI¹, Irena JUG², Boris ĐURĐEVIĆ², Bojana BROZOVIĆ², Beata SOKÓŁ¹, Lech GAŁĘZEWSKI¹, Danijel JUG²

¹Faculty of Agriculture and Biotechnology, Bydgoszcz University of Science and Technology, prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Poland, e-mail: edward@utp.edu.pl

²Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: djug@fazos.hr

An important element of shaping the physical and biological properties of the soil in conservation tillage systems is the use of green manure from plants grown as catch crops. It enables the systematic supply of organic matter to the soil, which has a beneficial effect on the development of microorganisms and soil mesofauna, and thus improves the biological activity of the soil. Their effect is beneficial both in the conditions of compact soils, in which they are a loosening element, and in the conditions of light soils, in which it increases the capacity of the sorption complex. Over the last 15 years, numerous studies have been carried out in Central and Eastern Europe, including the assessment of the impact of catch crops on such soil properties that are particularly important for the proper growth of plants and forming the yield. The effect of catch crops on the moisture content of the topsoil is variable in time. The studies conducted in Poland in the years 2008-2011 showed that during the growth time of catch crops and immediately after its completion, there was a decrease in the moisture content of the top layer of soil, which also resulted in an increase in soil penetration resistance at that time. However, the catch crop biomass left on the soil surface during the winter or mixed with the soil, contributed to the improvement of moisture content in the spring. This effect was stronger in *Luvisol* conditions than in *Black earth*. Studies conducted in the same region in 2016-2018 showed a significant reduction by catch crops of soil penetration resistance, measured after emergence of sugar beet. Particularly beneficial was the effect of vetch left on the soil surface during the winter. As a result, a significant reduction in soil penetration resistance in plant rows in a layer of 5 to 20 cm and in inter-rows in a layer of 5-15 cm was found. Numerous studies prove that mulch from a catch crop, both from legumes and plants belonging to other botanical groups, increases the activity of soil enzymes and other parameters that are indicators of soil biological activity (microbial biomass carbon, soil respiration). This impact is particularly high when the catch crop is left as a mulching mass on the soil surface in the autumn and winter. An unquestionable benefit of the use of catch crops from legume plants is also an increase in the soil mineral nitrogen, available for plants in the spring of the year following their cultivation. Catch crop biomass also increases the number and mass of earthworms in the topsoil. Studies conducted in Croatia in 2013-2014 showed that conservation tillage may be the most appropriate tillage systems for *Stagnosol* and *Gleysol*. Maize yields did not differ in relation to soil tillage treatments at *Stagnosol* although the harvest index was the highest on conservation tillage treatments. The lowest maize yield was recorded at no till treatment at *Gleysol* although there were no differences between tillage treatments in the harvest indexes. In studies conducted in this region in 2020-2023, simplified conservation tillage, both shallow and deep, with the use of crop residues, resulted in an increase in soil moisture in the layer up to 30 cm in early spring and also decrease in soil penetration resistance measured with cone penetrometer.

Keywords: conservation soil tillage; catch crops; mulches; soil properties

Utjecaj različite obrade tla i gnojidbe na zarazu kukuruza s kukuruznim moljcem (*Ostrinia nubilalis* Hübner)

Ankica SARAJLIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Andreas HORVATOVIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: sankica@fazos.hr

Kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis* Hübner) je jedan od najznačajnijih štetnika kukuruza. Cilj istraživanja bio je utvrditi osjetljivost kukuruza na napad kukuruznog moljca u uvjetima različite obrade tla i gnojidbe. Pokus je postavljen 2021. godine na području Virovitičko-podravske županije. Istraživanja su provedena na hibridu kukuruza OS378. U pokus su bila uključena tri tretmana: tretman A – obrada tla: standardna obrada tla (ST) i konzervacijski sustav plitki (CTS), tretman B – kalcizacija: s kalcizacijom (CY) i bez kalcizacije (CN) i tretman C – gnojidba: gnojidba prema preporuci (FR), gnojidbu prema preporuci + Geo2 (biofiziološki aktivator tla - GFR), biougļjen (B) i biougļjen + gnojidba prema preporuci (BFR). Na kraju vegetacije napravljena je disekcija stabljike kukuruza gdje su utvrđivani sljedeći parametri: masa klipa (g), dužina oštećenja stabljike od gusjenica (cm), oštećenje drške klipa (cm), broj gusjenica u stabljici i broj gusjenica u dršci klipa. Oštećenje od gusjenica za sve testirane parametre bilo je veće na tretmanu bez kalcizacije (CN) u odnosu na tretman s kalcizacijom (CY) dok je masa klipa bila manja. Na tretmanu konzervacijskog sustava obrade tla plitkog (CTS) zabilježeno je veće oštećenje stabljike kao i veći broj gusjenica u stabljici međutim oštećenje drške klipa i broj gusjenica u dršci klipa bio je manji, dok je masa klipa bila veća u odnosu na standardnu obradu tla (ST). Kod tretmana gnojidbe, utvrđeno je da je BFR tretman imao najveću masu klipa i najmanje oštećenje drške klipa kao i najmanji broj gusjenica u dršci klipa. Tretman s biougļjenom (B) imao je najmanju: masu klipa, dužinu oštećenja stabljike i broj gusjenica u stabljici, ali je imao najveće oštećenje drške klipa. Prema navedenim rezultatima, od svih testiranih parametara za oštećenje biljke kukuruza od kukuruznog moljca, oštećenje drške klipa je izdvojeno kao najvažniji parametar za izračun redukcije prinosa kukuruza.

Ključne riječi: Kukuruzni moljac, obrada tla, gnojidba, kukuruz, kalcizacija

Effect of soil and fertilization management on maize susceptibility to European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hübner)

Ankica SARAJLIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Andreas HORVATOVIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: sankica@fazos.hr

European corn borer (ECB, *Ostrinia nubilalis* Hübner) is one of the most important maize pests. The aim of this study was to determine the effect of different soil and fertilization management on maize susceptibility to European corn borer attack. The experiment was set up in 2021 in Virovitica-Podravina County on maize hybrid OS378. Three treatments were included in the experiment. Treatment A – soil tillage: standard tillage (ST) and conservation system shallow (CTS), treatment B – liming: with liming (CY) and without liming (CN) and treatment C – fertilization: fertilization according recommendation (FR), FR+GeO₂ (soil microbial biomass activator) (GFR), biochar (B) and biochar + FR (BFR). At the end of the vegetation ear weight (g), stem tunnel length (cm), ear shank damage (cm), number of larvae in maize stem and number of larvae in ear shank were recorded. Damage from ECB larvae for all tested parameters was greater on the CN compared to CY treatment and the ear weight was lower. CTS resulted in greater damage of maize stem and the number of larvae in the stem however, there was less damage to the ear shank and the number of larvae in the ear shank while the ear weight was also higher than the ST. BFR resulted in the highest ear weight on fertilization treatments and the lowest ear shank damage as well as the number of larvae in ear shank. Biochar treatment had the lowest ear weight, stem tunnel length and number of larvae in the maize stem, but also the greatest ear shank damage. According these results for all tested parameters from the ECB larvae, ear shank damage was the most important parameter in ear weight reduction.

Keywords: European corn borer, tillage, fertilization, maize, liming

Ekonomska analiza i projekcije ekonomske opravdanosti primjene konzervacijske obrade tla u proizvodnji kukuruza i soje na odabranim poljoprivrednim gospodarstvima

Zoran GRGIĆ¹, Branka ŠAKIĆ BOBIĆ¹

¹Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb, Hrvatska; e-mail: bsakic@agr.hr

Prema tehnološkim podacima o provedenim agrotehničkim postupcima, korištenim inputima i dobivenim prinosima pokusne proizvodnje je obavljena ekonomska analiza predloženih novih tehnoloških rješenja, kao odgovor i kao usporedba sa standardnim tehnologijama, odnosno konvencionalnom proizvodnjom.

U odnosu na konvencionalnu obradu tla i proizvodnju poljoprivrednih gospodarstava pokusna proizvodnja je pokazala veća odstupanja i niže prosječne prinose, što je zbog većih početnih troškova konvencionalne obrade rezultiralo u pravilu manjim dohotkom u proizvodnji kukuruza, ali i gubicima u proizvodnji soje.

Doprinos dohotku i ekonomskoj opravdanosti primjene konzervacijske obrade tla daju dodatne mjere potpore koje pokrivaju gotovo polovicu gubitaka u proizvodnji soje, a izravno povećavaju dohodak u proizvodnji kukuruza.

Velike su razlike prosječnih vrijednosti prinosa (a time i prihoda), troškova i dohotka između lokaliteta pokusa. Visina prinosa nije povezana s visinom ulaganja određenom dodatnim inputima (kalcijacija, količina gnojiva, poboljšivač tla) ili izborom tehnologije (pliće ili dublje podirvanje tla), pa je potrebno provesti dodatna istraživanja budući visina priroda i ulaganja u proizvodnju izravno određuje ekonomsku učinkovitost.

Potrebna su dodatna pokusna istraživanja predloženih rješenja obrade tla i gnojidbe kultura da bi se pouzdano dokazala opravdanost tehnoloških rješenja konzervacijske obrade tla u ispitivanim uvjetima.

Ključne riječi: ekonomska analiza, konzervacijska obrada tla, soja, kukuruz

Economic analysis and projections of the economic justification for the conservation tillage applied in the production of corn and soybeans on selected farms

Zoran GRGIĆ¹, Branka ŠAKIĆ BOBIĆ¹

¹University in Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb, Croatia; e-mail: bsakic@agr.hr

According to the technological data on the implemented agrotechnical procedures, the used inputs and the obtained yields of experimental production, an economic analysis of the proposed new technological solutions was performed, as a response and as a comparison with standard technologies, i.e. conventional production.

In relation to conventional tillage and farm production, experimental production showed greater deviations and lower average yields, which, due to higher initial costs of conventional tillage, generally resulted in lower income in corn production, but also losses in soybean production.

Contribution to the income and to the economic justification of the conservation tillage application are provided by additional support measures that cover almost half of the losses in soybean production, and directly increase income in corn production.

There are large differences in the average values of yield (and thus revenue), costs and income between the locations of the experiment. The yield is not related to the amount of investment determined by additional inputs (calcification, amount of fertilizer, soil improver) or the technology (shallow or deeper loosening of the soil), so it is necessary to conduct additional research since the nature and amount of investment in production directly determines economic efficiency.

Additional experimental research of the proposed solutions for the soil treatment and fertilization of crops is needed to reliably prove the justification of the technological solutions of conservation soil treatment in the tested conditions.

Keywords: economic analysis, conservation tillage, soybeans, corn

Optimalno stanje vlažnosti tla za obradu

Vladimir ZEBEC¹, Zoran SEMIALJAC¹, Boris BEREČIĆ¹, Domagoj RASTIJA¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: vzebec@fazos.hr

Obrada tla predstavlja neophodnu agrotehničku mjeru u poljoprivrednoj proizvodnji, a optimalni uvjeti za obradu tla imaju agroekološki te ekonomski značaj, uslijed smanjenja otpora koje tlo pruža pri obradi. Za određivanje jačine otpora tla prilikom obrade važno je stanje konzistencije tla koje je ovisno o teksturi i strukturi tla, sastavu koloidnih čestica, sadržaju humusa kao i stanju vlažnosti tla. Konzistencija tla stoga predstavlja promjene i stanja unutar tla koja su posljedica fizikalnih sila (adhezije i kohezije) pri različitom sadržaju vode te pripada u najvažnije fizikalne karakteristike tla. Plastičnost tla podrazumijeva njegovu sposobnost da se u određenom intervalu vlažnosti i pod utjecajem vanjskih sila deformira, tj. izmjeni svoje prvobitno stanje, bez pucanja i drobljenja, i da trajno zadrži tu formu čak i nakon prestanka opterećenja. Konzistencija određuje otpornost tla pri obradi, stoga je cilj istraživanja bio utvrditi optimalno stanje vlažnosti tla za obradu i utjecaj kemijskih i fizikalnih svojstava oraničkog horizonta na plastičnost tla na tri različita tipa tla (aluvijalno tlo, lesivirano tlo i ritska crnica). Utvrđene su statistički značajne razlike između svih istraživanih tipova tala i to za sadržaj čestica gline, gustoću pakiranja, aktualnu i supstitucijsku kiselost, kationski izmjenjivački kapacitet tla te sadržaj kalcija. Također, utvrđene su statistički značajne razlike između istraživanih tipova tala za donju granicu plastičnosti, gornju granicu plastičnosti te indeks plastičnosti. Obrada pri visokom sadržaju vlage, u odnosu na optimalno stanje, uzrokuje smanjenje prinosa, a poznavanje pedofizikalnih i pedomehaničkih svojstava tla za primjenu mehanizacije bez mehaničkih oštećenja tla dobru praksu u okviru intenzivne poljoprivredne proizvodnje bez štetnih degradacijskih procesa.

Ključne riječi: konzistencija tla, granice plastičnosti, fizikalno kemijska svojstva tla, regresijski modeli, tip tla

Optimal soil moisture conditions for tillage

Vladimir ZEBEC¹, Zoran SEMIALJAC¹, Boris BEREČIĆ¹, Domagoj RASTIJA¹

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: vzebec@fazos.hr

Tillage represents a mandatory agrotechnical measure in agricultural production, and optimal conditions for tillage have agroecological and economic significance, due to reduction of the present resistance of soil during tillage. To determine the intensity of soil resistance during soil tillage, the state of soil consistency which depends on the texture and structure of the soil, the composition of colloidal particles, the organic matter content, as well as the state of soil moisture is important. Soil consistency therefore represents the changes and conditions within the soil resulting from physical forces (adhesion and cohesion) with different water content and belongs to the most important physical characteristics of the soil. The plasticity of the soil implies its ability to deform in a certain interval of soil moisture and under the influence of external forces, i.e., to change its original state, without cracking and crushing, and to permanently retain that form even after the load has stopped. Consistency determines soil resistance during tillage; therefore, the aim of the research was to determine the optimum soil moisture condition for tillage and the influence of the chemical and physical properties of the arable land horizon on the soil plasticity on three different types of soil (fluvisol, luvisol and humic gleysol). Statistically significant differences were found between all examined soil types, such as the content of clay particles, the density of packaging and the actual and substitution acidity, the cation exchange capacity and the content of calcium. There were also statistically significant differences between the examined types of soil for the plasticity limit, liquid limit and the plasticity index. Tillage at a high moisture content, compared to the optimal condition, causes a decrease in yield, and knowledge of pedophysical and pedomechanical soil properties for the mechanization use without mechanical soil damage present a good practice in the context of intensive agricultural production without soil degradation.

Keywords: soil consistency, plasticity limits, physico-chemical soil properties, regression models, soil type

Razlike u brojnosti i biomasi gujavica (*Oligochaeta: Lumbricidae*) pri različitoj obradi tla

Davorka HACKENBERGER KUTUZOVIĆ¹, Olga JOVANOVIĆ GLAVAŠ¹, Branimir HACKENBERGER KUTUZOVIĆ¹

¹Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 8/A, HR-31000 Osijek; e-mail: davorka@biologija.unios.hr

Beskralježnjaci u tlu, poput gujavica, skokuna i grinja, važni su predstavnici biološke raznolikosti tla i imaju ključnu ulogu u kruženju hranjivih tvari i razgradnji. Dosadašnja istraživanja pokazala su kako različiti sustavi obrade tla mogu utjecati na zajednice beskralježnjaka u tlu, te da konzervacijski sustavi obrade općenito promiču veću brojnost i raznolikost beskralježnjaka tla u odnosu na konvencionalne sustave obrade. Na primjer, konzervacijska obrada povećava brojnost gujavica, što može utjecati na poboljšanje strukture tla i dostupnost hranjivih tvari. Važnost organizama tla za zdravlje tla i stoga održivu poljoprivredu u budućnosti postala je općeprihvaćena. U izvješću FAO-a o statusu tla kao resursa na globalnoj razini iz 2015. godine zaključeno je kako se gubitak biološke raznolikosti tla smatra jednom od glavnih globalnih prijetnji tlima u mnogim regijama svijeta.

Dugoročni eksperiment unutar projekta ACTIVEsoil koji uključuje tri vrste obrade (konvencionalna obrada (ST), konzervacijska obrada A (duboka), konzervacijska obrada B (plitka)) i dodatne agrotehničke mjere (kalcijacija, gnojidba, poboljšivač tla (Geo2) i plodored, provodi se na lokacijama Čačinci i Križevci. Gujavice se na obje lokacije uzorkuju dva puta godišnje (proljeće i jesen) uz pomoć metode ručnog sortiranja (blok tla 25 cm x 25 cm). Bilježi se svježina masa, brojnost i omjer odraslih prema juvenilnim gujavicama. Odrasle gujavice određuju se do razine vrste. Dosadašnji rezultati pokazuju kako su, unatoč lokaciji, masa i brojnost gujavica bile značajno veće u konzervacijskoj obradi B (plitka) u odnosu na druge tretmane. Zajednice gujavica se razlikuju između lokacija zbog prirodnih razlika u rasprostranjenosti gujavica. Najbrojnija vrsta na lokaciji Čačinci je *Proctodrilus antipai*, a na lokaciji Križevci *Aporrectodea caliginosa*.

Ključne riječi: bioraznolikost tla, zdravlje tla, gujavice, obrada tla

Differences in abundance and biomass of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) under different soil tillage systems

Davorka HACKENBERGER KUTUZOVIĆ¹, Olga JOVANOVIĆ GLAVAŠ¹, Branimir HACKENBERGER KUTUZOVIĆ¹

¹Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Cara Hadrijana 8/A, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: davorka@biologija.unios.hr

Soil invertebrates, such as earthworms, springtails and mites, are important components of soil biodiversity and play vital roles in soil nutrient cycling and decomposition. Studies have shown that different tillage systems can affect soil invertebrate communities, with conservation tillage systems generally promoting greater abundance and diversity of soil invertebrates than conventional tillage systems. For example, conservation tillage has been found to increase the abundance of earthworms, which can improve soil structure and nutrient availability. The importance of soil organisms for soil health and, consequently, sustainable agriculture in the future became widely acknowledged. FAO's Status of the world's soil resources in 2015 concluded that the loss of soil biodiversity is considered one of the main global threats to soils in many regions of the world.

A long-term experiment within ACTIVEsoil project including three types of tillage (conventional tillage (ST), conservation tillage A (deep), conservation tillage B (shallow) and additional agrotechnical measures (liming, fertilizers, soil enhancer (Geo2) and a crop rotation is being carried out at the Čačinci and Križevci location. At both location earthworms are sampled twice a year (spring and autumn) with a hand sorting method (soil block 25 cm x 25 cm). Fresh weight, abundance and adult to juvenile ration is being recorded. Adult earthworms are identified to species level. Results up to now showed that, regardless of location, both earthworm biomass and abundance were significantly higher in Conservation tillage B (shallow) treatment in comparison to other treatments. Earthworm communities differ between locations due to natural differences in earthworm distribution. The most abundant species at Čačinci location is *Proctodrilus antipai* and *Aporrectodea caliginosa* at Križevci location.

Keywords: Soil biodiversity, soil health, earthworms, soil tillage

Biomasa iz poljoprivrede kao izvor energije

Darko KIŠ¹, Irena JUG¹ Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: dkis@fazos.hr

Čovjek se služio biološkim energetske izvorima otkad postoji, koristeći proizvode fotosinteze u biljkama ne samo kao hranu nego i kao gorivo. Do početka intenzivne upotrebe fosilnih goriva (ugljena i nafte), drvo je bilo primarno gorivo za kuhanje, grijanje i industriju. Biološki energetski izvori sve su se manje koristili, što je zemlja postajala razvijenija. Prva energetska kriza 1973. godine uputila je na razvoj i primjenu nekonvencionalnih izvora energije. Tako se uz ostala istraživanja sve više istražuje i primjena biomase za proizvodnju energije. Primjena biomase, dobivene uzgojem biljaka, za proizvodnju energije ima niz prednosti, ali i nedostataka. U agrikulturi i šumarstvu do sada su postignuti vrijedni uspjesi koji se mogu izravno primijeniti i za proizvodnju biomase kao goriva. Godišnje se na Zemlji fotosintezom proizvede oko 2×10^{11} tona organske tvari (Kulišić, 1991.). Naravno, sva proizvedena organska tvar ne može se pretvoriti u energiju.

Energetska vrijednost biomase iz poljoprivrede, ali i drugih goriva, može se prikazati njihovom gorivom vrijednošću. Osnovni pokazatelj raspoložive energije dobivene iz biomase je udio vlage. Tako ovisno o udjelu vlage, goriva vrijednost drva kreće se od 8,2 do 18,7 MJ/kg. Udio pepela u drvu iznosi uglavnom oko 1%, dok je udio ugljika oko 50% (BIOEN, 1998.). Na energetske vrijednost žetvenih ostataka utječu podjednako sadržaj vlage i pepela. Udio pepela može iznositi i do 20%, pa znatno utječe na gorivu vrijednost. Postoje razni načini da se iz biomase dobije energija, (BIOEN, 1998.).

Područje Istočne Hrvatske je izrazito poljoprivredno područje, u kojem svake godine nastaju goleme količine biomase. Dio biomase upotrebljava se u stočarstvu za ishranu stoke ili kao stelja, a dio služi kao sirovina u drugim industrijskim granama. Uvažavajući potrebu vraćanja stanovite količine organske tvari u tlo, još uvijek ostaje znatna količina biomase koju je moguće koristiti za proizvodnju energije. Tablica 1. prikazuje teoretski energetske potencijal slame i kukuruzovine u Osječko-baranjskoj županiji.

Tablica 1. Teoretski energetske potencijal slame i kukuruzovine u Osječko-baranjskoj županiji (BIOEN, 2001.)

Kultura	Površina u ha	Prinos zrna u t	Prinos biomase u t	Upotrebljivo biomase u t	Energetski potencijal PJ
Pšenica	62601	359280	415044,00	124513,20	1,8054
Ječam	8530	47991	50390,55	15117,17	0,2192
Kukuruz	72572	461628	410848,92	123254,68	1,7256
UKUPNO					3,7502

Ključne riječi: žetveni ostaci, biomasa, energetske potencijal

Biomass from agriculture as a source of energy

Darko KIŠ¹, Irena JUG¹ Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: dkis@fazos.hr

Humans have used biological energy sources since the beginning of their existence, using the products of photosynthesis in plants not only as food but also as fuel. Until the intensive use of fossil fuels (coal and oil), wood was the primary fuel for cooking, heating and industry. Biological energy sources were used less and less, as the country became more developed. The first energy crisis in 1973 led to the development and application of unconventional energy sources. Thus, in addition to other researches, the application of biomass for energy production is increasingly being investigated. The use of biomass, obtained by growing plants, for energy production has a number of advantages, but also disadvantages. Valuable successes have been achieved in agriculture and forestry so far, which can be directly applied to the production of biomass as fuel. About 2×10^{11} tons of organic matter are produced annually on Earth through photosynthesis (Kulišić, 1991). Of course, not all produced organic matter can be converted into energy.

The energy value of biomass from agriculture, as well as other fuels, can be shown by their fuel value. The basic indicator of the available energy obtained from biomass is the moisture content. Thus, depending on the moisture content, the fuel value of wood ranges from 8.2 to 18.7 MJ/kg. The share of ash in wood is mostly around 1%, while the share of carbon is around 50% (BIOEN, 1998). The energy value of crop residues is affected equally by moisture and ash content. The share of ash can be up to 20%, so it significantly affects the fuel value. There are various ways to obtain energy from biomass, (BIOEN, 1998).

The area of Eastern Croatia is a distinctly agricultural area, where huge amounts of biomass are produced every year. Part of the biomass is used in animal husbandry to feed livestock or as litter, and part serves as raw material in other industries. Acknowledging the need to return a certain amount of organic matter to the soil, there is still a considerable amount of biomass that can be used for energy production. Table 1 shows the theoretical energy potential of straw and maize in Osijek-Baranja County.

Table 1. Theoretical energy potential of straw and maize in Osijek-Baranja County (BIOEN, 2001)

Crop	Area in ha	Yield grains in t	Yield biomass in t	Usable biomass in t	Energy potential of PJ
Wheat	62601	359280	415044,00	124513,20	1,8054
Barley	8530	47991	50390,55	15117,17	0,2192
Maize	72572	461628	410848,92	123254,68	1,7256
UKUPNO					3,7502

Keywords: harvest residues, biomass, energy potential

Utjecaj konzervacijske obrade na biogenost tla

Gabriella KANIŽAI ŠARIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: gkanizai@fazos.hr

Mikroorganizmi tla imaju značajnu ulogu u razgradnji i transformaciji organske tvari tla, sudjeluju u biogeokemijskim ciklusima makro i mikroelemenata, potiču rast biljaka, suprimiraju rast patogenih mikroorganizama te potiču aktivaciju biljnog imunološkog sustava. Brojnost i sastav mikroorganizama tla je pod utjecajem različitih abiotičkih i biotičkih čimbenika, a jedan od njih je i obrada tla. Brojna znanstvena istraživanja su utvrdila kako principi konzervacijske obrade utječu na povećan sadržaj organske tvari tla, poboljšanu strukturu tla, manju evaporaciju i eroziju tla, a što utječe na povećanu mikrobnu biomasu i mikrobnu aktivnost tla. Dakle konzervacijskom obradom povećava se biogenost tla koja je u korelaciji s plodnosti tla. Istraživanja utjecaja konzervacijske obrade tla na mikroorganizme tla su utvrdila povećan sadržaj ugljika i dušika tla, povećan ukupan sadržaj fosfolipida koji predstavlja glavnu komponentu staničnih membrana bakterija i gljiva indikator je biomase tla, veću aktivnost enzima - dehidrogenaze, fosfataze, ureaze, β -glukozidaze - indikatora mikrobne aktivnosti, u površinskim slojevima tla u odnosu na konvencionalnu obradu tla. Posljednje objavljene meta studije (Chen i sur. 2020; Li i sur. 2020) utvrdile su povećan broj bakterija, aktinomiceta i gljiva u konzervacijskoj u odnosu na konvencionalnu obradu tla. Ovim analizama je utvrđeno kako je mikrobna biomasa povećana za 37% na dubini do 20 cm tla u konzervacijskoj u odnosu na konvencionalnu obradu. U prosjeku je broj gljiva veći od 16 do 100%, a broj bakterija od 11 do 38% u konzervacijskoj u usporedbi s konvencionalnom obradom. Pozitivni učinci rezultat su direktnih i indirektnih djelovanja poput boljih uvjeta za rast mikroorganizama te povećanog sadržaja ugljika i dušika u tlu. Također je utvrđeno kako broj mikroorganizama nije u korelaciji s raznolikosti i strukturom mikrobnih zajednica. Nadalje je ustanovljeno kako pozitivni učinci konzervacijske obrade izostaju na pjeskovitim tlima te da je odnos gljive:bakterije reduciran u ilovastim tlima u korist bakterija. Treba napomenuti kako su rezultati ovakvih istraživanja izrazito varijabilni i pod utjecajem niza čimbenika koji utječu na brojnost i heterogenost mikrobne populacije što navodi na zaključak kako su potrebna daljnja istraživanja koja će dati jasniju sliku o sastavu i raznolikosti mikrobnih zajednica koje doprinose povećanju zdravlja i plodnosti različitih tipova tala u različitim agroekološkim uvjetima.

Ključne riječi: konzervacijska poljoprivreda, mikrobna biomasa, bakterije, gljive

The influence of conservation tillage on soil biogenicity

Gabriella KANIŽAI ŠARIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: gkanizai@fazos.hr

Soil microorganisms play a significant role in the decomposition and transformation of soil organic matter, participate in biogeochemical cycles of macro and microelements, stimulate plant growth, suppress the growth of pathogenic microorganisms, and stimulate the activation of the plant immune response. The abundance and composition of soil microorganisms are influenced by various abiotic and biotic factors, one of which is soil cultivation. Numerous scientific studies have established that the principles of conservation tillage affect the increased content of soil organic matter, improved soil structure, less evaporation, and soil erosion, which affects increased microbial biomass and soil microbial activity. Therefore, conservation tillage increases soil biogenicity, which is correlated with soil fertility. Research into the impact of soil conservation tillage on soil microorganisms found an increased content of soil carbon and nitrogen, an increased total content of phospholipids, which is the main component of the cell membranes of bacteria and fungi and is an indicator of soil biomass, a higher activity of enzymes - dehydrogenase, phosphatase, urease, β -glucosidase - indicators of microbial activity in the surface layers of the soil compared to conventional tillage. The last published meta-studies (Chen et al. 2020; Li et al. 2020) determined an increased number of bacteria, actinomycetes, and fungi in conservation compared to conventional tillage. Through these analyses, it was found that the microbial biomass increased by 37% at a depth of up to 20 cm of soil in the conservation compared to the conventional treatment. On average, the number of fungi is higher from 16 to 100%, and the number of bacteria from 11 to 38% in conservation compared to conventional tillage. The positive effects are the result of direct and indirect effects such as better environmental conditions for the growth of microorganisms and increased carbon and nitrogen content in the soil. It was also determined that the number of microorganisms does not correlate with the diversity and structure of microbial communities. Furthermore, it was established that the positive effects of conservation treatment are absent on sandy soils and that the fungus: bacteria ratio is reduced in loamy soils with a positive shift in the bacterial community. It should be noted that the results of such research are extremely variable and under the influence of several factors that affect the number and heterogeneity of the microbial population, which leads to the conclusion that further research is needed that will give a clearer picture of the composition and diversity of microbial communities that contribute to increasing the health and fertility of different types soils in different agroecological conditions.

Keywords: conservation agriculture, microbial biomass, bacteria, fungi

Pokrovni usjevi kao pomoć pri obradi tla

Bojan STIPEŠEVIĆ¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: bojans@fazos.hr

Pri promišljanju odabira pokrovnih usjeva, trebalo bi se povoditi za njihovom primarnom funkcijom, što je svakako pokrivanje površine tla i sprječavanje ili smanjivanje štete koje golo tlo može imati od izloženosti atmosferilijama, kao što su vjetar, jake oborine, što dovodi do odnošenja čestica – erozije, te prejako zagrijavanje i posljedično, neželjeni gubitak vlage u tlu putem isparavanja s površine tla - evaporacije. Dodatna korist od pokrovnog usjeva jest razvoj njegovog korijena, koji, u ovisnosti o tipu korijena, može biti ili vlaknasti ili vretenast. U slučaju vlaknastog korijena, koji svojim brojnim korijenjem izraslim iz tzv. čvora busanja bogato prožima tlo do dubine 10-15 cm, čime također osigurava bolju nosivost tla, dakle, podržan promet po tlu koje bi inače, uslijed prevlaženosti, bilo podložno zbijanju. U ovu vrstu pokrovnih usjeva spadaju uglavnom sve biljke iz porodice trava (*Poaceae*), uključiv i glavne žitarice, pšenicu, raž, ječam i druge. U obradi u trake (tzv. strip-tillage) ovakvi pokrovni usjevi su poželjni na težim, glinastim tlima, jer pokrovnim usjevom uspostavljene međuredne trake („gazeći prostor“) pružaju dovoljni oslonac strojnim agregatima da se kreću po površini bez zapadanja, izbjegava se prejako zbijanje, te također smanjuje lijepljenje tla po gazećim površinama stroja, čime se smanjuju troškovi održavanja strojnog agregata, smanjuje vrijeme potrebno za čišćenje tla sa stroja prije uključivanja u cestovni promet i dr. S druge strane, pokrovni usjevi vretenastog korijena, s diferenciranom centralnom osi, koja se zabušuje duboko u tlo, te radijalno širi tijekom rasta i razvoja, čime prožima prostor u tlu organskom masom, može proširiti pukotine u tlu, te također, nakon odumiranja ili sušenja korijena, ostavlja mogućnost brze evakuacije vode s površine u matriks tla. Također, dodatno prožimanje tla organskom masom korijena osigurava i produbljenje mikrobiološke aktivnosti tla, sa svim benefitima koje odnosi između mikroorganizama i kulturnog usjeva mogu pokazati. Više tla prožetog u dubinu organskom tvari pruža također i manji otpor kretanju oruđa za obradu tla, do te mjere da jedan od poljoprivrednika opisuje „oranje po ostacima pokrovnog usjeva – stočne rotkve – kao čamcem po vodi“, referirajući se na smanjeni otpor vučnoj sili, ali i na sadržaj vode u tkivu pokrovne kulture. Dodatna prednost ovih kultura jest njihova lisna rozeta, koja često pokriva prostor i time onemogućuje rast i razvoj korova, te česta pojava otpuštanja aktivnih organskih spojeva u okoliš, čime se pokrovne biljke bore protiv nametnika, donekle pružajući zaštitu i glavnim usjevima. Bilo kako bilo, željeni pokrovni usjev (ili njihovu kombinaciju) treba bolje upoznati, ne bi li se sve njihove prednosti iskoristile za što lakše gospodarenje tlom.

Ključne riječi: pokrovni usjevi, vlaknasto korijenje, vretenasto korijenje, nosivost tla, otpor obradi tla

Cover crops as an aid to soil tillage

Bojan STIPEŠEVIĆ¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: bojans@fazos.hr

When considering the selection of cover crops, one should be guided by their primary function, which is certainly to cover the soil surface and prevent or reduce the damage that bare soil can have from exposure to atmospheric factors, such as wind, heavy precipitation, which leads to the removal of particles - erosion, and excessive heating and, consequently, unwanted loss of moisture in the soil through evaporation from the soil surface. An additional benefit of the cover crop is the development of its roots, which, depending on the type of root, can be either fibrous or tap root. In the case of the fibrous root, which with its numerous roots grows from the so-called root crown richly penetrates the soil to a depth of 10-15 cm, which also ensures a better loadbearing capacity of the soil, therefore, supported traffic on the soil, which would otherwise be subject to compaction due to overwetting. This type of cover crops includes mainly all plants from the grass family (*Poaceae*), including the main cereals, wheat, rye, barley and others. In strip tillage, such cover crops are preferred on heavier, clayey soils, when seeded in the inter-row strips ("traffic strip") established by the cover crop provide sufficient support for machine aggregates to move on the surface without sinking, avoiding too much compaction, and also reduces sticking of the soil on the tread surfaces of the machine, which reduces the maintenance costs of the machine aggregate, reduces the time needed to clean the soil from the machine before it is included in road traffic, etc. On the other hand, tap root cover crops, with a differentiated central axis, which burrows deep into the soil, and spreads radially during growth and development, thereby permeating the space in the soil with organic mass, can widen cracks in the soil, and also, after the wilting or drying of the roots, leaves the possibility of rapid penetration of water from the surface into the soil matrix. Also, additional permeation of the soil with organic root mass ensures the deepening of the soil microbiological activity, with all the benefits that the relationship among microorganisms and main crop can show. More soil permeated in depth with organic matter also provides less drag resistance to the movement of tillage tools, to the extent that one of the farmers describes "plowing through the remains of the cover crop - fodder radish - like a boat on water", referring to the reduced resistance to the traction force, but also on the water content in the tissue of the cover crop tap root. An additional advantage of these crops is their leaf rosette, which often covers soil surface and thus prevents the growth and development of weeds, and frequently coupled with the release of active organic compounds into the environment, with which cover plants fight against pests, providing some protection to the main crops as well. In any case, the desired cover crop (or their combination) should be better known, in order to use all their advantages for better soil management.

Keywords: cover crops, fibrous root, tap root, soil bearing, soil tillage drag resistance

Suzbijanje korova u konzervacijskoj poljoprivredi

Marija RAVLIĆ¹, Renata BALIČEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Irena JUG¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹, Iva ROJNICA², Boris ĐURĐEVIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: mravlic@fazos.hr

²Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, HR-48260 Križevci, Hrvatska

Konzervacijska poljoprivreda (CA) temelji se na minimalnom narušavanju tla obradom, permanentnoj pokrovnosti tla i pravilnom plodoredu te ima važnu ulogu u prilagodbi klimatskim promjenama i sprječavanju njihovog negativnog utjecaja na produktivnost, stabilnost i održivost biljne proizvodnje. Međutim, usvajanje CA ima veliki utjecaj na sastav korovne flore, dinamiku rasta i intenzitet zakorovljenosti. Manji broj mogućnosti za suzbijanje korova je dostupan u CA s obzirom da obrada tla više nije opcija. Osim toga, biljni ostaci na tlu mogu utjecati na količinu herbicida koja dospijeva do površine tla ili korove koji niču smanjujući njihovu učinkovitost. Potencijalna zabrana neselektivnih herbicida koji se široko koriste u CA, kao što je glifosat, također izaziva zabrinutost jer je vrlo malo alternativa jednako učinkovito i dostupno. Stoga je suzbijanje korova u CA u usporedbi s konvencionalnim sustavima obrade tla nešto izazovnije, osobito u početku prijelaznog razdoblja na konzervacijske sustave, no za uspješno i održivo suzbijanje korova ključno je integrirati različite mjere suzbijanja. Prvi korak je usvajanje preventivnih metoda i kontinuirano praćenje i pregled polja kako bi se utvrdio sastav korovne flore i determinirale dominantne vrste korova koje su prisutne. Kako se CA uglavnom oslanja na upotrebu herbicida za suzbijanje korova, njihova bi primjena trebala biti pravodobna i u preporučenim dozama. Problemi s rezistentnosti korova zbog opetovane upotrebe jedne djelatne tvari mogu se spriječiti izmjenom herbicida na osnovi različitih djelatnih tvari i različitih mehanizama djelovanja. Primjenom herbicidnih kombinacija također se sprječava rezistentnost korova i dodatno povećava spektar suzbijanja korova. I raznoлик plodoređ i korištenje pokrovnih usjeva smanjuju pojavu korova i banku sjemena korova u tlu. Ekološki prihvatljive alternativne metode kao što je alelopatija mogu se uspješno koristiti kao glavna ili dopunska mjera suzbijanja korova. Primjena alelopatskih biljaka u plodoredu, kao površinskih ostataka, pokrovnih usjeva, kao i biljnih vodenih ekstrakata apliciranih pojedinačno ili u kombinaciji sa smanjenim dozama herbicida, učinkovito suzbija klijanje, nicanje i rast korova.

Ključne riječi: herbicidi, alelopatija, rezistentnost korova, suzbijanje korova, pokrovni usjevi

Weed management in conservation agriculture

Marija RAVLIĆ¹, Renata BALIČEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Irena JUG¹, Vesna VUKADINOVIĆ¹, Iva ROJNICA², Boris ĐURĐEVIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: mravlic@fazos.hr

²Križevci College of Agriculture, Milislava Demerca 1, HR-48260 Križevci, Croatia

Conservation agriculture (CA) is based on minimal soil disturbance, permanent soil cover and proper crop rotation, and plays an important role in adapting to climate change and preventing its negative impact on productivity, stability and sustainability of plant production. However, the adoption of CA has major influence on weed species composition, growth dynamics and weed density. Fewer possibilities for weed control in CA are available as tillage operations are no longer an option. Additionally, plant residues on the soil may interfere with the amount of herbicide that reaches the soil or germinating weeds reducing their efficacy. Potential ban on non-selective herbicides widely used in CA, such as glyphosate, also raises concerns as very few alternatives are as efficient and available. Therefore, weed control in CA compared to conventional tillage systems is somewhat more challenging, especially at the beginning of the transition period to conservation systems, however for successful and sustainable weed management it is crucial to integrate different practices for weed control. The first step is adoption of preventative methods and continuous monitoring and survey of fields to assess weed flora composition and identify dominant weed species that are present. As CA mainly relies on use of herbicides to control weeds, their application should be timely and in appropriate rates. The problems of weed resistance due to repeated use of single active ingredient may be prevented with rotating herbicides with different active ingredients and different modes of action. Application of herbicide mixtures also prevents weed resistance and additionally increase the spectrum of weed control. Both diverse crop rotation and use of cover crops reduce weed occurrence and decrease accumulation of weed seed banks. Environmentally friendly alternative methods such as allelopathy can be successfully utilized as main or supplementary weed control measure. Use of allelopathic plants in crop rotation, as surface residues, cover crops, as well as plant water extracts alone or in combination with reduced herbicides doses, effectively suppresses weed germination, emergence and growth.

Keywords: herbicides, allelopathy, weed resistance, weed control, cover crops

Utjecaj konzervacijske obrade tla na status korova u uzgoju kukuruza

Iva ROJNICA¹, Bojana BROZOVIĆ², Irena JUG², Boris ĐURĐEVIĆ², Marija RAVLIĆ²,
Danijel JUG²

¹Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Ul. Milislava Demerca 1 (irojnica@vguk.hr)

²Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska

Klimatske promjene se očituju kao veća učestalost ekstremnih vremenskih nepogoda, poput suše, poplave ili jakih oluja. Poljoprivrednici moraju naučiti nove sustave upravljanja uključujući različite agrotehničke mjere, manipulaciju biljnih ostataka, kontrolu korova i strategije upravljanja usjevima, što zahtijeva dodatno znanje i nove vještine. Najveću sposobnost prilagodbe na prisutne klimatske promjene nude sustavi konzervacijske poljoprivredne proizvodnje. Konzervacijska poljoprivreda je poljoprivredni sustav koji se temelji na minimalnoj obradi tla (nulta, minimalna i reducirana obrada), održavanju trajne prekrivenosti tla i rotaciji usjeva. Metode kontroliranja korova u konzervacijskoj poljoprivredi također treba prilagoditi održivim sustavima biljne proizvodnje. Na korovnu floru utječu promjene u plodoredu, upotreba herbicida, gnojidba i strategije upravljanja poljoprivrednom proizvodnjom. Herbicidi nisu isključivo i potpuno rješenje za suzbijanje korova zbog razvijanja otpornosti što je također kritični izazov održive poljoprivrede. Natjecanje usjeva s korovima za osnovne resurse može značajno smanjiti rast usjeva kukuruza. Pokrovni usjevi, inhibiraju klijanje sjemena korova i rast, zbog fizičkog potiskivanja i putem alelopatičkih svojstava. U konvencionalnim sustavima obrade, sjeme korova se raspoređuje više ili manje ravnomjerno po cijelom sloju obrađenog tla, dok je u reduciranim (konzervacijskim) sustavima velik dio sjemena koncentriran u površinskom sloju tla. Povećanjem količine žetvenih ostataka dolazi do smanjene pojavnosti svih vrsta korova. Mnogi čimbenici poput dubine sjetve, temperature i vlažnosti imaju utjecaj na klijanje korova i njihov kasniji rast i razvoj, što će u konačnici utjecati na kompeticijski odnos usjeva i korova. U dosadašnjim istraživanjima navodi se da sustav obrade tla i klimatski uvjeti utječu na stupanj zakorovljenosti usjeva kukuruza, dok sustav obrade tla nije značajno utjecao na smanjenje prinosa kukuruza (zanemarivo niži prinos ostvaren je u sustavu minimalne obrade - 0,4%).

Ključne riječi: konzervacijska obrada tla, korovi, kukuruz, klimatske promjene

The influence of conservation tillage on weed status in maize

Iva ROJNICA¹, Bojana BROZOVIĆ², Irena JUG², Boris ĐURĐEVIĆ², Marija RAVLIĆ²,
Danijel JUG²

¹Križevci College of Agriculture, Ul. Milislava Demerca 1 (irojnica@vguk.hr)

²Faculty of Agriculture, University of J.J. Strossamyer in Osijek, Trg Sv. Trojstva 3, Osijek, Croatia

Climate change is manifested in the increased frequency of extreme weather events such as drought flooding or strong storms. Farmers are obliged to learn new management systems, including different agrotechnical measures, crop residue manipulation, weed control and crop management strategies, which require additional knowledge and new skills. Conservation agricultural production systems offer the greatest adaptability to present climate changes. Conservation agriculture is an agricultural system based on minimal tillage (i.e., zero, minimal and reduced tillage), maintaining permanent soil cover and crop rotation. Weed control methods in conservation agriculture should also be adapted to sustainable plant production systems. The weed flora is affected by changes in crop rotation, use of herbicides, fertilization and calcification as well as agricultural production management strategies. Herbicides are not the only and complete solution for weed control due to the development of resistance, which is also a critical challenge of sustainable agriculture. Crop competition with weeds for essential resources can significantly reduce the growth of the corn crop. Cover crops inhibit weed seed germination and growth, due to physical suppression and through allelopathic properties. In conventional tillage systems, weed seeds are distributed more or less evenly throughout the entire layer of tilled soil, whereas in reduced (conservation) tillage systems a large part of the seeds is concentrated in the surface layer of the soil. By increasing the amount of crop residues, the occurrence of all types of weeds is reduced. Many factors such as seeding depth, temperature, moisture, and soil reaction affect weed germination and their subsequent growth and development, which will ultimately affect the competitive relationship between crops and weeds. Previous research showed that the tillage system and climatic conditions affect the degree of weediness of the corn crop, while the tillage system did not significantly affect the reduction of the corn yield (negligibly lower yield was achieved in the minimum tillage system - 0.4 %).

Keywords: conservation tillage, weeds, corn, climate change

Korištenje skupova podataka i aplikacija Climate Data Store za primijenjena istraživanja u poljoprivredi

Ivan GÜTTLER¹

¹Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail:
ivan.guettler@cirus.dhz.hr

Klimatske promjene donose brojne izazove poljoprivrednim sustavima. Kako bi se riješili ti izazovi, istraživačima, donositeljima politika i poljoprivrednicima moraju biti dostupni točni i pouzdani meteorološki i hidrološki podaci. Climate Data Store (CDS) je vrijedan izvor u tom smislu, nudeći sveobuhvatne skupove podataka i aplikacije koje se mogu koristiti za primijenjena istraživanja u poljoprivredi. U ovom radu bit će prikazana primjena CDS-a u projektu ACTIVEsoil.

CDS je platforma koja omogućuje pristup širokom rasponu klimatskih podataka, uključujući promatranja, reanalizu, sezonske prognoze i klimatske projekcije. Razvijen od strane Copernicus Climate Change Service (C3S), CDS cilja podržati razne sektore, uključujući poljoprivredu, u donošenju informiranih odluka o ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama.

CDS pruža skupove podataka koji mogu pomoći istraživačima i poljoprivrednicima na razne načine, uključujući procjenu klimatskih rizika, optimizaciju upravljanja usjevima i razvoj modela usjeva. Osim što pruža sirove klimatske podatke, CDS nudi niz aplikacija koje se mogu koristiti za analizu i vizualizaciju klimatskih informacija, kao što je sustav za izdvajanje agroklimatskih pokazatelja na odabranim lokacijama za povijesnu klimu i projekcije buduće klime.

CDS nudi bogatstvo podataka i aplikacija koje mogu podržati primijenjene poljoprivredne studije u rješavanju izazova koje donose klimatske promjene. Neke od ograničenja trenutnih sustava (npr. veličina ansambla klimatskih modela, dostupnost specifičnih agroklimatskih pokazatelja) mogu se riješiti konzultacijama s, primjerice, klimatskim stručnjacima iz Državnog hidrometeorološkog zavoda ili inicijative PannEx.

Ključne riječi: klimatski podaci, CDS, regionalni klimatski model

Harnessing Climate Data Store Datasets and Applications for Applied Agricultural Studies

Ivan GÜTTLER¹

¹Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: ivan.guettler@cirus.dhz.hr

Climate change brings numerous challenges to agricultural systems. To address these challenges, researchers, policy makers, and farmers must have access to accurate and reliable meteorological and hydrological data. The Climate Data Store (CDS) is a valuable resource in this regard, offering comprehensive datasets and applications that can be used to inform applied agricultural studies. In this paper the application of the CDS within the ACTIVEsoil project will be presented.

CDS is a platform that provides access to a wide range of climate data, including observations, reanalysis, seasonal forecasts, and climate projections. Developed by the Copernicus Climate Change Service (C3S), the CDS aims to support various sectors, including agriculture, in making informed decisions about climate change mitigation and adaptation.

The CDS provides datasets that can help researchers and farmers in a variety of ways, including assessing climate risks, optimizing crop management and developing crop models. In addition to providing raw climate data, the CDS offers a range of applications that can be used to analyse and visualize climate information that such as system to extract agroclimatic indicators over selected locations for the historical and projected climate.

CDS offers a wealth of data and applications that can support applied agricultural studies in addressing the challenges posed by climate change. Some of the limitations of the current systems (e.g., the size of the climate model ensemble, the availability of the specific agroclimatic indicators) can be addressed by the consultations with e.g., climate experts from the Croatian Meteorological and Hydrological Service or the PannEx community.

Keywords: climate data, CDS, regional climate models

Degradacija tla i klimatske promjene

Ivka KVATERNJAK¹, Andrija ŠPOLJAR¹

¹Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, HR-48 260 Križevci; Hrvatska; e-mail: ikvaternjak@vguk.hr

Degradacija tla podrazumijeva promjenu fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki uz smanjenu sposobnost opskrbe biljaka hranivima i vodom. Različiti oblici ubrzane degradacije poljoprivrednih tala uglavnom su rezultat intenzivne poljoprivredne proizvodnje i neodgovarajućeg gospodarenja. Sve učestalija pojava suša, neravnomjernog rasporeda i intenziteta oborina na degradiranom tlu dodatno umanjuje njegovu plodnost. Učinci klimatskih promjena na tlo vidljivi su uglavnom kroz promjenu uvjeta vlažnosti i porasta temperature. Povećane količine oborina ispiru bazične katione iz izmjenjivačkog kompleksa tla, što rezultira zakiseljavanjem. Više temperature podrazumijevaju veći intenzitet mineralizacije organske tvari i zakiseljavanja. Međutim, u konvencionalnoj proizvodnji, značajan uzročnik zakiseljavanja tla je gnojidba fiziološki kiselim mineralnim gnojivima. U kiselim tlima smanjena je raspoloživost kalcija, magnezija, a povećan je udio mobilnog aluminija i željeza. Iako je smanjenje pH vrijednosti tla spor prirodan proces, neodgovarajuće mjere gospodarenja, osobito u područjima humidnije klime znatno ga ubrzavaju. Za uspješnu poljoprivrednu proizvodnju nužno je provoditi mjere ublažavanja ili otklanjanja degradacijskih procesa tla, a uzgoj usjeva prilagoditi klimatskim uvjetima.

Ključne riječi: degradacija tla, zakiseljavanje, klimatske promjene

Soil degradation and climate changes

Ivka KVATERNJAK¹, Andrija ŠPOLJAR¹

¹Križevci College of Agriculture, M. Demerca 1, HR-Križevci, Croatia; e-mail: ikvaternjak@vguk.hr

Soil degradation implies a change in physical, chemical and biological characteristics along with a reduced ability to supply plants with nutrients and water. Various forms of accelerated degradation of agricultural soils are mainly the result of intensive agricultural production and inappropriate management. The increasingly frequent occurrence of droughts, uneven distribution and intensity of precipitation on degraded soil further reduces its fertility. The effects of climate change on the soil are visible mainly through the change in humidity conditions and the rise in temperature. Increased precipitation leaches basic cations from the soil exchange complex, resulting in acidification. Higher temperatures imply a higher intensity of mineralization of organic matter and acidification. However, in conventional production, a significant cause of soil acidification is fertilization with physiologically acidic mineral fertilizers. In acidic soils, the availability of calcium and magnesium is reduced, and the proportion of mobile aluminum and iron is increased. Although the reduction of soil pH is a slow natural process, inappropriate management measures, especially in areas with a more humid climate, significantly accelerate it. For successful agricultural production, it is necessary to implement measures to mitigate or eliminate soil degradation processes, and to adapt crop cultivation to climatic conditions.

Key words: soil degradation, acidification, climatic change

Budućnost bakterijske i mikorizne asocijacije u rizosferi soje u kontekstu klimatskih promjena

Vlad STOIAN¹, Roxana VIDICAN¹, Larisa CORCOZ¹

¹Department of Microbiology, Faculty of Agriculture, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Calea Mănăştur 3-5, 400372 Cluj-Napoca, Romania, e-mail: vlad.stoian@usamvcluj.ro

Soja je jedan od glavnih usjeva koji se uzgaja diljem svijeta kao važan izvor hrane, ali i zbog količine proizvedenih proteina i ulja. Kao usjev koji ima koristi od velikih oplemenjivačkih programa, trenutni prinos dobiven na obradivim površinama povezan je s količinom dostupnih hranjivih tvari, od kojih je najvažniji dušik. Sadašnji kontekst agronomске prakse zahtijeva smanjenje hranjivih tvari iz industrijskih izvora zbog energetske troškova i utjecaja na okoliš. Kao održiva alternativa, upotreba biološki fiksiranog dušika i mikrobiološki solubiliziranih hranjivih tvari dobiva sve veću važnost, posebno za biljke koje mogu formirati prirodnu simbiozu s bakterijama i gljivama u tlu.

Usjev soje ima povijesno važno mjesto u plodoredu zbog potencijalnog usvajanja dušika simbiozom s bakterijama fiksatorima dušika. Na temelju analize simbionta bakterija soje, u različitim dijelovima svijeta, postoji više vrsta grupiranih u četiri roda – *Bradyrhizobium*, *Ensifer*, *Rhizobium* i *Mesorhizobium*. Bakterije igraju dvostruku ulogu za biljke: mogu fiksirati dušik u kvržicama razvijenim na korijenju i mogu dopuniti različite aktivnosti koje potiču rast biljaka.

U području rizosfere soje, uz rizobakterije, može doći do još jedne simbioze. Arbuskularne mikorize sposobne su kolonizirati korijenje i intra- i ekstraradikularno. Produženost hifa u korijenu povezana je s permisivnošću domaćina i funkcionalnošću korijenskih nodula. Izvan korijena, ekstenzivan micelij povezuje obližnje biljke u jednu kontinuiranu hifalnu mrežu koja djeluje kao regulator protoka hranjivih tvari.

Trenutne klimatske promjene djeluju kao kontinuirano rastući abiotski stres na usjev soje. Kolebanja oborina izmjenjuju razdoblja suše s poplavama, dok porast temperature dovodi do promjene biološki fiksiranog dušika. Svi vodom inducirani stresovi vidljivi su u ekstenziji arbuskularnog mikoriznog ekstraradikalnog micelija, koji se ne uspijeva optimalno razviti oko korijena biljaka. Temperatura djeluje neizravno kao restriktor intraradikularne kolonizacije gljivica zbog stresa uzrokovanog biljkama domaćinima.

Budućnost usjeva soje povezana je s mnoštvom abiotskih i biotskih čimbenika, koji mogu djelovati u velikim razmjerima od antagonizma do sinergizma. Vrsta tla i razina plodnosti, klimatski uvjeti i povijest korištenja zemljišta abiotski su čimbenici vidljivi u predviđanju pogodnosti uzgoja usjeva. Uspješnost uzgoja, količina i kvaliteta prinosa, temelje se na djelovanju biotskih čimbenika, funkciji i uslugama koje pruža mikrobna raznolikost tla, smjeru međudjelovanja mikroba, vrsti i učinkovitosti bakterijskih i gljivičnih simbionta. Ove biološke značajke tla mogu se upotrijebiti učinkovitim egzogenim inokulumom, sa sojevima mikroba prilagođenim tlu i klimatskim uvjetima.

Ključne riječi: rizosfera, bakterije, arbuskularna mikoriza, simbioza, mikrobne interakcije.

The future of Bacterial and Mycorrhizal Association in Soybean Rhizosphere in a Climate Changing Context

Vlad STOIAN¹, Roxana VIDICAN¹, Larisa CORCOZ¹

¹ Department of Microbiology, Faculty of Agriculture, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Calea Mănăştur 3-5, 400372 Cluj-Napoca, Romania, e-mail: vlad.stoian@usamvcluj.ro

Soybean is one of the main crops cultivated worldwide as an important source of food, but also for the quantity of protein and oil produced. As a crop that benefit from large breeding programs the current yield obtained on cropped areas is related to the quantity of available nutrients, from which the nitrogen is the most important. The current context of agronomical practices requires a reduction of nutrients from industrial sources due to the energetic expenses and its environmental impact. As a sustainable alternative the use of biological fixed nitrogen and the microbial solubilized nutrients gains an increased importance, especially for plants that can form naturally symbiotic associations with soil bacteria and fungi.

The soybean crop has an historically important place in crop rotation due to its potential nitrogen acquisition through symbiosis with nitrogen-fixing bacteria. Based on the analysis of soybean bacterial symbionts, in different parts of the world, there are multiple species grouped in four genera – *Bradyrhizobium*, *Ensifer*, *Rhizobium* and *Mesorhizobium*. Bacteria plays a dual role for plants: they can fix nitrogen in nodules developed on roots and supplementary different plant-growth promoting activities.

In the soybean rhizosphere region, alongside with rhizobacteria, another symbiosis may occur. Arbuscular mycorrhizas are capable of colonizing roots both intra- and extraradicular. The hyphal extension in roots is associated with the permissiveness of host and the functionality of root nodules. Outside the roots, an extensive mycelium connects nearby plants in one continuous hyphal network that act as a regulator for nutrient fluxes.

Current climate changes act as a continuous increasing abiotic stress on cropped soybean. The fluctuations in precipitations alternate the periods of droughts with flooding, while the increase of temperature leads to a change in the biological-fixed nitrogen. All water-induced stresses are visible in the extension of arbuscular mycorrhizal extraradical mycelium, which fail to be optimally developed around the roots of plants. Temperature acts indirectly as a fungal intraradicular colonization restrictor due to the stress induced to host plants.

The future of soybean crop is related to a multitude of both abiotic and biotic factors, which can act on a large scale from antagonism up to synergism. Soil type and the level of fertility, climatic conditions and land use history are abiotic factors visible in the forecasting of cropping suitability. Crop success, the quantity and quality of yield, is based on the action of biotic factors, the function and services provided by soil microbial diversity, the direction of microbial interactions, the type and efficiency of both bacterial and fungal symbionts. These biological features of soil can be completed by efficient exogenous inoculum, with microbial strains adapted to soil and climate conditions.

Keywords: rhizosphere, bacteria, arbuscular mycorrhiza, symbiosis, microbial interactions.

Koeficijent strukturalnosti Stagnosola u sustavima konzervacijske obrade tla

Vesna VUKADINOVIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: vvukadin@fazos.hr

Struktura tla važan je čimbenik u biljnoj proizvodnji jer utječe na kretanje zraka i vode u poroznom prostoru, zagrijavanje tla, erozijsku degradaciju tala te usvajanje i zadržavanje hraniva. Najpovoljniju strukturu čine mrvičasti i graškasti agregati veličine 0,25 – 10 mm. Za procjenu strukturalnosti tala koristi se omjer povoljnih i nepovoljnih agregata izražen kroz koeficijent strukturalnosti (Ks). Tla lake teksture, slabo humozna i kisele ili jako alkalne reakcije imaju nepovoljnu strukturu. Stoga, značajnu ulogu u tvorbi povoljnih agregata imaju minerali gline, organska tvar te prisustvo kalcija. Pokus u sklopu HRZZ projekta ACTIVEsoil u Čačincima postavljen je na Stagnosolu kisele reakcije (pH-KCl = 3,92), teksture praškasto glinasto ilovaste s 29,35 % gline. S obzirom na kiselu reakciju na dijelu parcela je provedena kalcizacija pri postavljanju pokusa.

Za određivanje Ks uzorci su uzeti na dva sustava konzervacijske obrade (CTD – konzervacijska duboka i CTS – konzervacijska plitka obrada) te na varijantama sa i bez kalcizacije. Uzorkovanje je izvršeno u jesen 2022. godine u površinskom obradivom sloju do 10 cm dubine.

Na CTD bez kalcizacije udio povoljne frakcije je 80,27 %, a Ks = 4,89 što označava tlo vrlo povoljne strukture. Na CTD s kalcizacijom udio povoljne frakcije agregata je 58,54 % (manji za 27,07 %), a Ks = 1,75. Tlo je neujednačeno umjereno povoljne strukture.

Na CTS su vrijednosti Ks na obje varijante < 2 što označava umjereno povoljnu strukturu, zbijenija tla lošijih vodno zračnih i toplinskih svojstava. Udio agregata veličine 0,25 – 10 mm na varijanti bez kalcizacije je 62,22 %, a na kalciziranoj je manji za 7,83 % (iznosi 57,35 %). Predočeni rezultati ne pokazuju utjecaj kalcizacije na strukturalnost istraživanog Stagnosola što se djelomice može vezati na još uvijek prisutnu kiselu reakciju (pH-KCl = 4,36 – 5,07) i slabu humoznost.

Ključne riječi: koeficijent strukturalnosti tla, konzervacijska obrada tla, strukturalni agregati, kiselna reakcija tla

Coefficient of soil structure of Stagnosol in conservation tillage systems

Vesna VUKADINOVIĆ¹, Irena JUG¹, Boris ĐURĐEVIĆ¹, Bojana BROZOVIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Danijel JUG¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: vukadin@fazos.hr

Soil structure is an important factor in plant production because it affects the movement of air and water in the porous space, soil heating, soil erosion degradation, and the uptake and retention of nutrients. The most favourable structure consists of crumbly and pea-sized aggregates with a size of 0.25-10 mm. The ratio of favourable and unfavourable aggregates expressed through the structural coefficient (K_s) is used to assess the structure of the soil. Soils with a light texture, low humus content and acidic or strongly alkaline reactions have an unfavourable structure. Therefore, clay minerals, organic matter and the presence of calcium play a significant role in the formation of favourable aggregates. The experiment as part of HRZZ project ACTIVEsoil in Čačinci was placed on Stagnosol with acid reaction ($\text{pH-KCl} = 3.92$), silty clay loam texture with 29.35% clay. When setting up the experiment, due to the acidic reaction of the soil, liming was carried out on part of the plots.

To determine K_s , samples were taken on two systems of conservation tillage (CTD – conservation deep and CTS – conservation shallow tillage) and on variants with and without liming. Sampling was carried out in the fall of 2022 in the surface arable layer up to 10 cm deep.

On CTD treatment without liming, the share of the favourable fraction is 80.27%, and $K_s = 4.89$, which indicates a soil with a very favourable structure. On CTD treatment with liming, the share of the favourable aggregate fraction is 58.54% (lower by 27.07%), and $K_s = 1.75$. The soil has an uneven, moderately favourable structure.

On the CTS, the K_s values on both variants are < 2 , which indicates a moderately favourable structure, more compacted soils with poor water, air and thermal properties. The proportion of aggregates of size 0.25-10 mm on the treatment without liming is 62.22%, and on the liming treatment it is lower by 7.83% (it amounts to 57.35%). The presented results do not show the influence of liming on the structure of the studied Stagnosol, which can partly be related to the still present acidic reaction ($\text{pH-KCl} = 4.36 - 5.07$) and low content of humus.

Keywords: Coefficient of soil structure, Conservation soil tillage, structure aggregates, acid soil reaction

Laboratorijske procedure od zaprimanja uzoraka do gotovog rezultata

Larisa BERTIĆ¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: lbertic@fazos.hr

Od trenutka zaprimanja uzoraka tla i/ili biljnog materijala pa sve do konačnog rezultata, potrebno je provesti niz mjera i postupaka koji su propisani određenom metodikom. Svaki uzorak zaprimljen u analitičkom laboratoriju mora proći određenu proceduru pripreme (uvođenje, čišćenje, sušenje, usitnjavanje, homogeniziranje, skladištenje) kako bi se mogla provesti određena analitička metoda u svrhu dobivanja traženih podataka o uzorku. Svaki uzorak koji je zaprimljen u laboratoriju mora se uvesti u bazu uzoraka pod jedinstvenim brojem pod kojim će se voditi tijekom cijelog analitičkog postupka. Baza uzoraka mora sadržavati minimalan set podataka o vrsti uzorka, dubini uzimanja uzorka (ako je riječ o tlu), lokaciji, datumu uzimanja uzorka i vrstama analiza koje je potrebno napraviti u tom uzorku i tek onda može ići na daljnju obradu. Priprema uzoraka za analizu sastoji se od: čišćenja od primjesa i vidljivih nečistoća koje su pomiješane sa uzorkom (kamenje, korijenje...), sušenja u specijaliziranim sušionicima sa ventilacijom i usitnjavanja/meljave uzoraka. Ovako pripremljeni uzorci tla i/ili biljnog materijala odlaze u analitički laboratorij na daljnju obradu. U uzorcima tla se za potrebe determiniranja kemijskih svojstava tla obavljaju slijedeće osnovne analize: određivanje pH vrijednosti tla elektrokemijskim postupkom u deioniziranoj vodi i 1M KCl-u, određivanje hidrolitičke kiselosti tla titracijskom metodom, određivanje sadržaja karbonata u tlu volumetrijskom metodom, određivanje električnog konduktiviteta tla (EC), određivanje organskog ugljika tla (SOC), određivanje raspoloživog fosfora i kalija AL metodom, određivanje kationskog izmjenjivačkog kapaciteta tla (KIK). U uzorcima tla se za potrebe determiniranja fizikalnih svojstava tla obavljaju slijedeće analize: određivanje trenutačne vlage tla, retencijskog kapaciteta tla za vodu, volumna gustoća tla, određivanje fizikalno-mehaničko-kemijskih analiza u uzorcima tla uzetim u izmijenjenom stanju, određivanje teksture tla metodom prosijavanja i sedimnetacije, određivanje gustoće čvrste faze, određivanje volumne gustoće tla. Kako bi se u uzorcima biljnog materijala utvrdio elementarni sastav potrebno je obaviti mokro spaljivanje (smjesom kiselina) te iz matične otopine daljnjim metodama odrediti potreban elementarni sastav. Iz dobivene matične otopine određuje se koncentracija fosfora spektrofotometrijski, a koncentracija ostalih mikro i makro elemenata određuje se na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru. Nakon završetka analize dobiveni gotovi rezultati uzoraka tla ili biljnog materijala upisuju se u bazu podataka. Baze podataka se slažu po grupama uzoraka ovisno o vrstama analiza koje je potrebno napraviti za svaki uzorak.

Ključne riječi: Laboratorijske procedure, priprema uzoraka, analitičke metode

Laboratory procedures from receiving samples to the finished result

Larisa BERTIĆ¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: lbertic@fazos.hr

From the moment of receiving the soil and/or plant material samples until the final result, a number of measures and procedures prescribed by a certain method should be done. Each sample received in the analytical laboratory must go through a certain preparation procedure (registering, cleaning, drying, shredding, homogenization, storage) so that we can implement a specific method to obtain the required data. Each sample received in the laboratory must be entered into the sample database under a unique number that will be used during the entire analytical procedure. The sample database must contain a minimum set of data on the type of sample, the depth of sampling (if it is soil), the location, the date of sampling and the types of analyses that need to be done in that sample, and only then can it be processed further. Preparation of samples for analysis consists of: cleaning from all impurities that are mixed with the sample (stones, roots...), drying in specialized dryers with ventilation and crushing/grinding of the samples. Soil and/or plant material samples prepared in this way are sent to the analytical laboratory for further processing. In order to determine the chemical properties of the soil, the following basic analyses are carried out in the soil samples: determination of the pH value of the soil by an electrochemical process in deionized water and 1M KCl, determination of the hydrolytic acidity of the soil by the titration method, determination of the carbonate content in the soil by the volumetric method, determination of the electrical conductivity of the soil (EC), determination of soil organic carbon (SOC), determination of available phosphorus and potassium using the AL method, determination of the cation exchange capacity of the soil (CEC). The following analyses are performed on soil samples for the purpose of determining the physical properties of the soil: determination of current soil moisture, soil retention capacity for water, volume density of soil, determination of physical-mechanical-chemical analyses in soil samples taken in an altered state, determination of soil texture using the sieving and sedimentation method, determination of solid phase density, determination of soil volume density. In order to determine the elemental composition of plant material samples it is necessary to carry out wet burning (with a mixture of acids) and to determine the required elemental composition from the solution by further methods. From the obtained solution, the concentration of phosphorus is determined spectrophotometrically, and the concentration of other micro and macro elements is determined on an atomic absorption spectrophotometer. After the analysis is completed, the finished results of soil samples or plant material are entered into the database. Databases are arranged by sample groups depending on the types of analysis that need to be done for each sample.

Keywords: Laboratory procedures, sample preparation, analytical method

Indikatori degradacije tla pri različitim sustavima obrade tla

Domagoj VESELI¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: dveseli555@gmail.com

Pojavom konvencionalne poljoprivrede dolazi do značajnog porasta prinosa kod mnogobrojnih kultura zahvaljujući korištenjem naprednije mehanizacije, gnojiva te raznih preparata za zaštitu biljaka. Posljedice konvencionalne poljoprivrede očituju se kroz pojavu degradacije tla, narušavanja ekosustava i kroz gubitak bioraznolikosti u tlu. Uz konzervacijsku poljoprivredu, dolazi do poboljšanja kvalitete tla, bolje mikrobiološke aktivnosti u tlu te poboljšanih uvjeta za rast i razvoj usjeva.

Degradacija tla se očituje kroz indikatore tla koji ukazuju na negativne promjene u tlu i pomažu pri donošenju odluka i radnji koje je potrebno obaviti na zemljištu. Osim što se odvija kroz prirodne procese, degradaciju može uzrokovati i ljudska aktivnost, kao što su krčenje šuma, prekomjerna ispaša, intenzivna kultivacija, šumski požari i građevinski radovi. Indikatori degradacije mogu biti vizualni, fizikalni, kemijski i biološki. Pored ukazivanja na negativne promjene u tlu, indikatori pomažu pri procjeni korištenih metoda i sustava obrade tla, upravljanju zemljištem, procesima održavanja i poboljšanja stanja tla i prikupljanju potrebnih informacija kako bi se mogli uspostaviti trendovi za određena svojstva.

U odnosu na konvencionalnu obradu tla, konzervacijska obrada pokazuje mnogobrojne prednosti, od kojih su najbitnije sprječavanje daljnje degradacije tla i popravljivanje svojstava tla. Postoji više različitih pristupa i inačica konzervacijske obrade, ali je bitno da na površini tla nakon svih zahvata obrade tla i sjetve sljedeće kulture ostane minimalna pokrivenost od 30 % pa sve do 100 %.

Studija slučaja koja je uključena u ovaj rad dokazuje da je konzervacijski sustav obrade tla puno povoljniji u odnosu na standardnu obradu tla.

Ključne riječi: degradacija, indikatori, obrada, tlo, poljoprivreda

Indicators of soil degradations under different soil tillage systems

Domagoj VESELI¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: dveseli555@gmail.com

The appearance of conventional agriculture caused a substantial increase in crop yield due to the usage of advanced mechanization, fertilizers and various plant protection substances. However, the consequences of conventional agriculture were shown through soil degradation, damaging the ecosystem and through loss of biodiversity in the soil. With conservational agriculture, there was an increase in soil quality, better soil microbiological activity and generally better terms for growth and development of crops.

Soil degradation presents itself through soil indicators which besides pointing to the negative changes in the soil also help with proper decision making regarding the necessary operations that need to be performed. Beside natural processes, soil degradation can also be caused by human activity, such as deforestation, excessive grazing, intensive cultivation, forest fires and construction works. Soil indicator type can be visual, physical, chemical and biological. Apart from pointing out to negative changes in the soil, indicators also help with assessing used methods and tillage systems, land management, conservational and soil improvement processes, and collecting necessary information for establishing trends regarding specific soil properties.

Compared to conventional agriculture, conservational tillage shows many advantages, of which the most important are the prevention of further soil degradation and restoring soil properties. There are many different approaches and versions of conservational tillage systems, but it is crucial to achieve minimally 30 % up to 100 % soil coverage after all tillage processes and sowing of the next culture.

The case study included in this thesis shows that the conservational tillage system is much more beneficial than the conventional one.

Keywords: degradation, indicators, tillage, soil, agriculture

Utjecaj konzervacijske obrade tla na fizikalnu degradaciju tla zbijanjem

Ivan KOVAČEK¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: ikovacek@fazos.hr

Klimatske promjene koje mijenjaju klimatska područja sve više utječu na čovjekom suživot s prirodom. Drastične promjene čimbenika uzgojnog područja dovele su do toga da se čovjek u ulozi poljoprivrednika mora preispitivati u svakom strateškom koraku proizvodnje. Svaka greška u proizvodnji ishodi financijski deficit, a u konačnici i smanjenu proizvodnju hrane za čovječanstvo. U proizvodnji postoji nekoliko mogućnosti u kojima čovjek može biti direktan faktor. Genetički inženjering, pesticidi i umjetna gnojiva samo su neka od područja koji direktno mogu utjecati na kvalitetu i prinos proizvodnje. Sva ta područja ne mogu ostvariti svoje pozitivne učinke bez kvalitetne agrotehnike. Indikatori tla najbolji su pokazatelj isplati li se razvijati određeni sustav obrade. Temeljem indikatora tla konvencionalna obrada tla iskazuje se u vidu postepene degradacije tla i narušavanja bio raznolikosti u tlu.

Zbijenost kao jedan od načina degradacije tla ovisi o teksturi tla, strukturi tla, veličini i broju pora te sadržaju zraka i vode. Zbijenost tla uglavnom je uzrokovana dvjema ljudskim aktivnostima: lošim poljoprivrednim gospodarenjem i pretjeranom ispašom. Zbijenost se može podijeliti na plitko zbijanje i zbijanje pod obradivog sloja. Oba načina zbijanja imaju utjecaj na razvoj biljke te se zbog toga prinosi mogu drastično smanjiti.

Degradacija tla koja je najteži oblik gubitka proizvodnih površina može se regulirati u sustavima reducirane obrade tla. Konzervacijska obrada tla, kao jedna od istaknutijih reduciranih obrada temelji se na što manjem broju prohoda, rotaciji usjeva i ostavljanju žetvenih ostataka na površini tla. Istraživanjem se utvrdilo da konzervacijska obrada tla u odnosu na konvencionalnu obradu pruža kvalitetniju obradu uz minimalnu degradaciju tla. Uz kvalitetniju obradu tla može se reći da su i prinosi nešto viši kod konzervacijske obrade.

Ključne riječi: sustavi obrade tla, degradacija tla, zbijenost tla, konzervacijska obrada tla, klimatske promjene

The influence of soil conservation tillage on the physical degradation of soil by compaction

Ivan KOVAČEK¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: ikovacek@fazos.hr

Climate changes that change climatic areas are increasingly affecting human's coexistence with nature. Due to drastic changes in the cultivation area factors, farmers must constantly reconsider every strategic step of production. Mistakes in production result in a financial deficit, and ultimately in a reduced food production for the mankind. There are several production factors which are under direct human influence. Genetic engineering, pesticides and artificial fertilizers are just some of the factors that can directly affect the quality and yield of production. When taken into consideration, all these production factors cannot have positive effects without quality agricultural technology. Soil indicators are the best to signify profitability or the way of developing a specific cultivation system. Based on soil indicators, conventional soil cultivation manifests itself in the form of gradual soil degradation and disruption of soil biodiversity.

Soil compaction as one of the ways of soil degradation depends on soil texture, soil structure, size and number of pores, and air and water content. Soil compaction is mainly caused by two human activities: poor agricultural management and overgrazing. Compaction can be divided into shallow compaction and compaction under the tillable layer. Both methods of compaction have an impact on the development of the plant, and as a result yield can be drastically reduced.

Soil degradation, which is the most serious form of loss of production areas, can be regulated by reduced tillage systems. Soil conservation tillage, as one of the most prominent reduced tillage, is based on minimum tillage passes, crop rotation and leaving harvest residues on the soil surface. The research found that conservation tillage compared to conventional tillage provides better tillage with minimal soil degradation. In addition to higher quality tillage, it can be said that yields are slightly higher with conservation tillage.



Keywords: soil tillage systems, soil degradation, soil compaction, soil conservation tillage, climate changes

Osnovne informacije o Projektu ACTIVEsoil i eksperimentalnim površinama

Basic information about the ACTIVEsoil Project and the experimental sites

Conservation soil tillage (CST) experiment has been fully supported by Croatian Science Foundation under the project "Assessment of conservation soil tillage as advanced methods for crop production and prevention of soil degradation" (IP-2020-02-2647). Basic information about Project can be founded below in Table 1 and for some other information please visit website on follow link <http://www.activesoil.eu>

Table 1. Basic information about Conservation soil tillage project.

Project title on Croatian:	Procjena konzervacijske obrade tla kao napredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla	
Project title on English:	Assessment of conservation soil tillage as advanced methods for crop production and prevention of soil degradation	
Project Acronym:	ACTIVEsoil	
Project identifier:	IP-2020-02-2647	
Institution of project implementation:	Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - FAZOS	
Project leader:	Prof. dr. sc. Danijel Jug	
Project duration:	4 years (48 months)	
Beginning date:	22/12/2020	
End date:	21/12/2024	
Project funded:	Croatian Science Foundation (HRZZ)	
Collaborating Institutions:	<ul style="list-style-type: none"> - Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Department of Biology Osijek - Faculty of Agriculture Zagreb - College of Agriculture Križevci 	

Experiment was settled as long-term on two different experimental sites (*Appendix A.1. Experiment site locations*). Different sites of experimental fields are assuming the implementation of research in different and representative agroecological conditions (climate/weather, soil), according to criteria and in a way that allows for future application in practice. At both sites, the same methodological criteria apply to all experimented parameters.

Both sites treatments description

(Appendix A.2. CST Experiment scheme)

Experimental treatment A - soil tillage - as the main experimental factor:

- ST - Conventional/standard tillage – (includes deep mouldboard ploughing tillage treatment and a number of secondary soil tillage treatments),
- CTD - Conservation System Deep (soil tillage without ploughing, e.g., soil chiseling and with leaving the required soil surface with minimum plant cover or plant residues of 30%),
- CTS - Conservation System Shallow (it's allowed only shallow tillage up to 10 cm and the soil surface need to be covered at minimum 50% with plants or plant residues).

Experimental treatment B - Liming

- CY-treatment with liming (according to recommendation for soil pH level raising)
- CN-treatment without liming

Experimental treatment C - fertilization/conditioners, as follows:

- FR-fertilization according recommendation (with NPK nutrients),
- FD-fertilization decreased by 50% (compared to recommendation),
- GFR- fertilization according recommendation (with NPK nutrients) + GeO₂ (biophysiological soil activator with organic farming certificate in Croatia and other EU countries),
- GFD-fertilization decreased by 50% (compared to recommendation) + GeO₂.

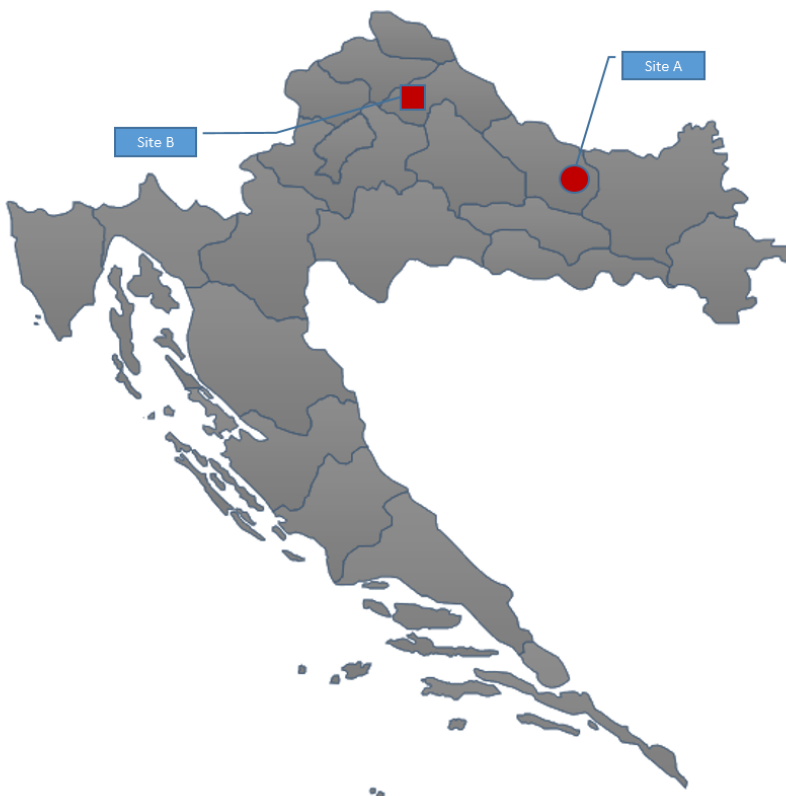
The experiment was set up on RCBD design with three repetitions (Appendix A.2. Experiment scheme). The size of basic experimental plot for each individual tillage treatment was 160 m² and 80 m² for each individual liming and fertilization treatment. Except for the soil tillage and fertilization treatments, all the other technology sequences (e.g. sowing, pests' control, machinery, equipment) were used identical in all the treatments.

Both experimental sites basic research parameters

- Pedophysical parameters
- Pedomechanical parameters
- Pedochemical parameters
- Soil biology parameters
- Biodiversity (earthworms, weeds)
- Plant-growing parameters
- Climate analyses and simulations
- Economic analysis and projections

Appendix A.1. Experiment sites location

- Site A: Virovitica-Podravina County (Čačinci Place – Owned by PG "Knežević")
Long. 17.863508 E, Lat. 45.6134353 N, Alt. 121 m
- Site B: Koprivnica-Križevci County (place Križevci – trial site of Križevci College of Agriculture)
Long. 16.558217 E, Lat. 46.0278038 N, Alt. 141 m



Appendix A.3. Stagnosol soil type



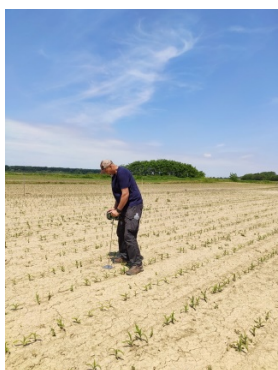
Soil Profile description: P - S - II S - C (on Čačinci site)

Appendix A.4. Gleysol soil type

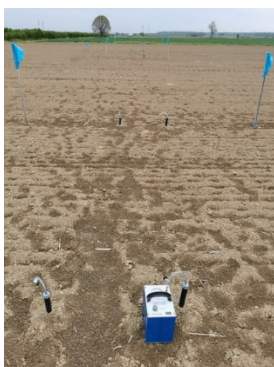
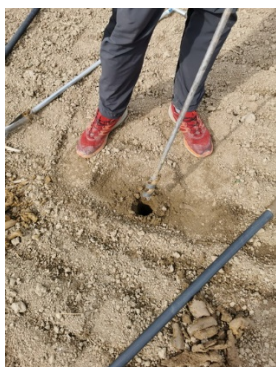


Soil Profile description: Pa – Gso – Gso/Gr (on Križevci site)

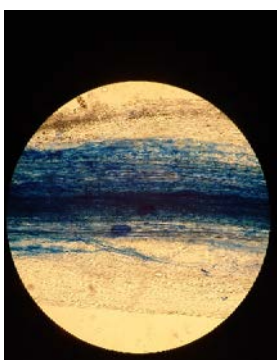
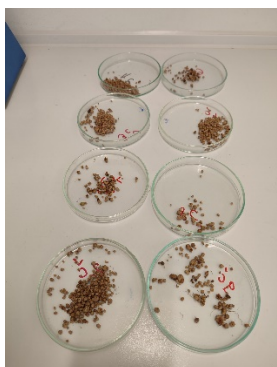
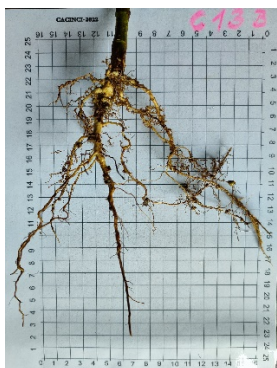
Appendix A.5a. Photo documentations from experimental sites



Appendix A.5b. Photo documentations from experimental sites



Appendix A.5c. Photo documentations from experimental sites





ISBN 978-953-49650-0-9