



Министарство пољопривреде,
шумарства и водопривреде



EDUCONS
UNIVERZITET

РЕВИТАЛИЗАЦИЈА СЛАБО ХУМУСНОГ ЗЕМЉИШТА КОРИШЋЕЊЕМ МИКРООРГАНИЗАМА У ПОЉСКИМ УСЛОВИМА

СТУДИЈА

CaCO_3

H_2O

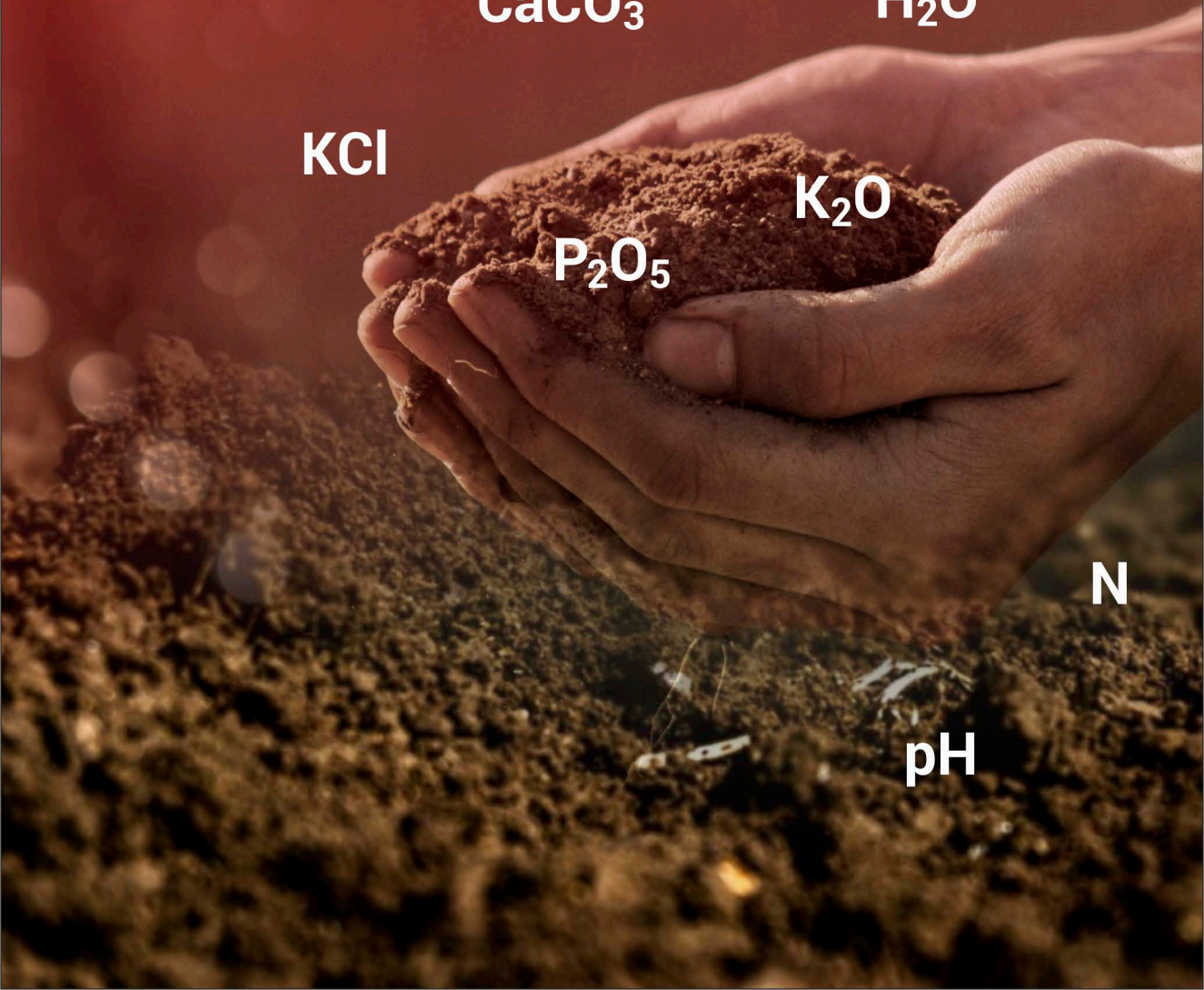
KCl

K_2O

P_2O_5

N

pH





Министарство пољопривреде,
шумарства и водопривреде



EDUCONS
UNIVERZITET

**РЕВИТАЛИЗАЦИЈА
СЛАБО ХУМУСНОГ ЗЕМЉИШТА
КОРИШЋЕЊЕМ МИКРООРГАНИЗАМА
У ПОЉСКИМ УСЛОВИМА
СТУДИЈА**

Вођа пројекта:

Огњен Васиљевић, дипл. инж.

Аутори студије:

Проф. Др. **Љубинко Јовановић**, ред.проф

Др **Гордана Рацић**, доцент

Др **Данка Радић**, доцент

Учесници на пројекту:

IPCC ВРБАС

Владимир Ранков, дипл. инж.

Милан Бјелица, дипл. инж.

Сузана Татић, дипл. инж.

Наташа Дунђерски, дипл. хем.

Снежана Рогановић, екон.

Мира Миљанић

Садржај

1. УВОД.....	5
1.1. Разлог израде пројекта.....	6
1.2. Циљ пројекта	6
1.3. Очекивани резултати пројекта	6
2. ОПШТЕ ИНФОРМАЦИЈЕ О ОПШТИНАМА НА ТЕРИТОРИЈИ ДЕЛОВАЊА ПОЉОПРИВРЕДНЕ САВЕТОДАВНЕ И СТРУЧНЕ СЛУЖБЕ ВРБАС ВРБАС.....	7
3. ПОЉОПРИВРЕДНО ЗЕМЉИШТЕ	8
3.1. Основне карактеристике земљишта.....	9
3.2. Колоиди земљишта	10
3.3. Хумус.....	10
3.3.1. Састав хумуса	11
3.3.2. Подела хумуса	13
3.4. Земљишни раствор	16
3.4.1. Значај реакције земљишног раствора.....	18
3.5. Плодност земљишта	20
3.6. Интеракције између хуминских супстанци и микроорга- низма.....	21
4. ПРИМЕНА МИКРООРГАНИЗАМА У ПОЉОПРИВРЕДИ	22
5. ЗАГАЂЕЊЕ ЗЕМЉИШТА	27
6. МЕТОДОЛОГИЈА ПОСТАВЉАЊА ОГЛЕДА	30
7. МЕТОДОЛОГИЈА УЗОРКОВАЊА ЗЕМЉИШТА	30
8. РЕЗУЛТАТИ СТУДИЈЕ	32
9. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА.....	43

1. УВОД

Један од најважнијих ресурса у производњи хране је земљиште, које представља ограничено и уништиво добро, јер се споро образује, а са друге стране, у процесу производње врло брзо уништава и оштећује. Генерално гледано, улога земљишта је да обезбеди неопходне услове за опстанак различитих организама, посебно биљака, без којих се не може замислити живот на Земљи. Такође, има значајну улогу у кружењу угљеника и других биогених елемената, а често представља и “филтер” за пречишћавање вода, које садрже различите растворне и колоидне компоненте.

Важно је напоменути, да се земљиште формира током дугих временских интервала и то кроз интеракцију основног матичног материјала са органском материјом. За формирање 1 cm земљишта у различитим природним условима неопходно је 100 до 300 година. Различити фактори утичу на формирање земљишта попут климе, топографије, дејства различитих организама и човека. Како ће изгледати коначан састав земљишта зависи пре свега од подлоге на којој се ствара. Човек кроз различите активности, као што су: обрађивање земљишта, површинска рудна експлоатација, урбанизација итд., утиче на мењање природне равнотеже процеса педогенезе и загађења животне средине.

Пољопривредно земљиште представља примарни аграрни ресурс на коме се заснива пољопривредна производња, а самим тим је и основ опстанка свих организама на планети Земљи. У циљу што бољег искоришћавања земљишта, неопходно је добро познавање његовог састава и структуре. Једна од кључних компоненти земљишта је хумус, у чији састав улазе две групе органских једињења, “неспецифичне” и “специфичне”, хумусне материје.

Последњих деценија дошло је до загађивање и смањивања квалитета пољопривредног земљишта уношењем различитих токсичних једињења и то кроз неадекватну и неконтролисану примену вештачких ђубрива и пестицида, коришћењем загађене воде за наводњавање, ветеринарских препарата и хормона, неадекватне механизације, као и претеране производње нуспродуката (стајњак, метан, итд).

Један од начина да се побољша квалитет земљишта и изврши ревитализација је примена земљишних микроорганизама. Данас на тржишту постоји велики број препарата, који се заснивају на употреби микроорганизама и њихове способности да позитивно утичу на раст

биљака, повећање биодиверзитета и хумусних материја у земљишту.

Очување квалитета земљишта је од суштинског значаја за производњу здравствено безбедне хране и одрживу будућност, јер поред воде и ваздуха, земљиште представља трећу важну компоненту животне средине.

1.1. Разлог израде пројекта

Овај пројекат се доноси са циљем побољшања квалитета земљишта и подизања свести пољопривредних произвођача о значају примене микробиолошких ђубрива. Захваљујући примени микробиолошких ђубрива, повећава се садржај хумуса и врши ревитализација пољопривредног земљишта.

1.2. Циљ пројекта

Циљ пројекта је коришћење расположивих микробиолошких препарата на тржишту Републике Србије ради праћења садржаја хумуса у слабо хумусним земљиштима, а тиме и повећање приноса гајених биљака на овим земљиштима, као и обезбеђивање већег дохотка и пословног окружења за пољопривреднике и друге предузетнике.

1.3. Очекивани резултати пројекта

Очекивани резултати пројекта се односе на унапређење знања пољопривредних произвођача. Пољопривреда има, поред производње хране и низ других, за становништво веома важних функција, које би требало развијати. Ово би требало да се манифестује едукацијом пољопривредних произвођача за примену јефтинијих и лако доступних микробиолошких препарата са циљем дугорочног повећања плодности земљишта и очувања екосистема.

Хумус је сложеног састава и чини га већи број различитих органских једињења, која се образују при разградњи и хумификацији органских остатака у земљишту. Од његовог садржаја зависи структура земљишта, сорпционе карактеристике, водопропустљивост, влажност итд.

Утврђено је да садржај хумуса у нашим земљиштима полако опада, а разлог томе је већа брзина разлагања од његове синтезе. Овакво стање је узроковано недовољном количином органске материје, која се уноси путем биљних остатака и органских ђубрива у земљиште. Да би се садржај хумуса повећао за само 1% потребно је време од 50 до

100 година! Због тога је неопходно предузети све мере, како би се побољшале физичко-хемијске карактеристике земљишта и повећао садржај хумуса.

2. ОПШТЕ ИНФОРМАЦИЈЕ О ОПШТИНАМА НА ТЕРИТОРИЈИ ДЕЛОВАЊА ПОЉОПРИВРЕДНЕ САВЕТОДАВНЕ И СТРУЧНЕ СЛУЖБЕ ВРБАС ВРБАС

Општину Бечеј чине град Бечеј и насеља Бачко Петрово Село, Бачко Градиште, Радичевић, Милешево (Дрљан) и Пољанице. Укупна површина општине је 487 km², што чини 2,27% укупне површине Војводине.

У општини Бечеј на 86% површина земљиште је обрадиво, што га чини перспективним за пољопривредне активности.

Најплоднији земљишни типови који постоје - чернозем и ливадска црница - заузимају 83% укупне површине (40.381 ha). Три типа ритске црнице захватају 7,6% (3.700 ha), глиновито и иловасто алувијално земљиште 5,34% (2.598 ha) и делувијално земљиште на ритској црници 1,11% (540 ha). Лошег земљишта, непогодног за пољопривреду, има мало: 0,56% солончака и солоњеца (274 ha) и 0,69 (334 ha) алувијаног песковитог земљишта.

Општина Врбас се налази у средишњем делу АП Војводине, у Јужнобачком округу и обухвата седам насеља: Врбас, Бачко Добро Поље, Змајево, Косанчић, Куцура, Равно Село и Савино Село. Поред ауто-пута Е-75 и међународне пруге Београд-Будимпешта-Беч, територију општине пресецају и канали, који су део хидросистема Дунав-Тиса-Дунав. Простире се на површини од 376 km², а пољопривредно земљиште ја на 90,2%, на надморској висини од 78 m.

Пољопривреда је примарна делатност у Општини, а најзаступљенији су ратарство и сточарство. Општина располаже изванредним педолошким саставом, као и повољном структуром земљишних површина. Њиве чине највећи проценат плодног земљишта – 96,98 %.

Општина Кула се налази у Западнобачком Округу, Аутономне Покрајине Војводине. Површина општине Кула је 481 km².

Општину Кула чини шест катастарских општина: Кула, Црвенка, Сивац, Руски Крстур, Крушчић и Липар.

Општина Кула се налази на плодној војвођанској равници, на раскрс-

ници између Новог Сада, Сомбора и Суботице и граничи се са општинама: Врбас, Оџаци, Сомбор, Бачка Топола и Мали Иђош.

На подручју општине Кула због природних потенцијала доминантна је пољопривредна производња. Од укупне површине земљишта, пољопривредно земљиште заузима 43.348 ha тј. 91,44% са доминацијом ливадске црнице и карбонатни чернозема. Највише обрадиве земље има катастарска општина Сивац, 14.286 ha, а најмање катастарска општина Крушчић, 3.603 ha.

Општина Србобран се налази у средишњем делу Бачке, у АП Војводини и припада Јужнобачком округу. Простире се на површини од 284 km², од тога је врло квалитетно пољопривредно земљиште на 26.366 хектара. Општина се састоји од три насеља, а то су: Турија, Надаљ и Србобран, који је седиште исте.

Плодно земљиште ове Општине чине ниже лесне терасе и више лесне заравни, док јој је клима умерено континентална. Земљиште чини чернозем и ливадска црница на лесној подлози.

3. ПОЉОПРИВРЕДНО ЗЕМЉИШТЕ

Широм света постоји све већа свест, да екосистеми, укључујући и земљиште, пружају човечанству различите услуге. Када се говори о пољопривредном земљишту истиче се његова улога у примарној производњи, регулацији воде, кружењу нутријената, очувању биодиверзитета и регулацији климе. Примарна производња се може дефинисати као способност земљишта да производи влакна, биогориво и биљну биомасу, која обезбеђује храну за људе и животиње.

Поред производне улоге, све већа пажња се посвећује улози земљишта у животној средини. Повећањем глобалне свести о значају земљишта, изражена је и потреба за квантитативним информацијама о земљишту, које се добијају захваљујући систематском мониторингу. Квалитет земљишта се може дефинисати као скуп физичких, хемијских и биолошких својстава земљишта, чија интеракција дефинише стање земљишта. Првобитно, квалитет земљишта је разматран искључиво на нивоу његове продуктивности, са мало, или без осврта на комплекс еколошких фактора. Међутим, 70-их година XX века у САД, развио се концепт квалитета земљишта и то у циљу побољшања квалитета животне средине.

Квалитет земљишта се посматра са два аспекта, земљишног природног капацитета за производњу биомасе и динамичког капацитета-

та, који зависи од коришћења и управљања земљиштем. Хемијска својства земљишта представљају један од параметара квалитета и обухватају одређивање рН вредности, садржаја органске материје, калцијум-карбоната, хранива и способности земљишта да хранива веже и акумулира. Биолошка својства земљишта подразумевају диверзитет микроорганизама, док се физичка односе на структуру, текстуру, водни и ваздушни капацитет. Плодност земљишта је директно повезана са квалитетом земљишта и представља његову способност да уз минимално коришћење ђубрива и других хемијских средстава обезбеди задовољавајући принос.

3.1. Основне карактеристике земљишта

Земљиште површински слој земљине коре настао распадањем стена и минерала и представља трофазни систем са 4 основне компоненте распоређене на следећи начин: у чврстој фази минералне (45%) и органске компоненте (5%), у течној фази вода и у гасовитој фази ваздух. Однос три фазе, чврсте, течне и гасовите, зависи од услова постанка, али и опстанка. Посебно је важан однос и састав чврсте и течне фазе, као и својства њихових компонената, минералне и органске, а када је у питању плодност земљишта, посебно се истиче хемијски састав.

Сорптивна способност земљишта (латински *sorptio* – увлачење у себе, задржавање на површини) представља природно својство земљишта, да на површини својих честица задржава, или везује слабим везама различите супстанце из земљишног раствора, гасове из ваздуха, или многе микроорганизме и тако чува најфиније састојке од испаравања, или испирања. Сорпција је, уствари, заједнички назив за две појаве у земљишту: абсорпција, или, апсорпција, усвајање хранљивих супстанци кореновим системом и адсорпција, или, атсорпција, што значи привлачење супстанци на неки систем. У земљишту је заступљено више типова сорпције (латински *adsorptio* – упити), као што је она која тече под утицајем електричне енергије колоида (физичко-хемијска), под дејством молекулских привлачења (физичка), у јонским системима (хемијска), механичка, биолошка и друге. Честице чврсте фазе земљишта, које адсорбују, зову се адсорбенти и то је колоидна фракција: хумус, хидроксида Al, Fe и хидратисан оксид Si, нарочито глине, без обзира на димензије, тзв. адсорптивни комплекс, или колоидни комплекс минералног и органског састава. На њима се адсорбују молекули и јони из гасовите и течне фазе.

3.2. Колоиди земљишта

Колоиди су дисперговане честице величине од 1 до 100 nm. Честице до 1 nm су, по правилу, молекули или јони, а тако је у правим растворима. Колоиди се у раствору непрекидно (Брауновски) крећу и то брже што су честице ситније. Колоидну масу земљишта чине минерали, органски и органо-минерални колоиди.

У минералне колоиде спадају углавном продукти хемијског распадања а то су: хидроксида Si, Al и Fe, па секундарни алумосиликати тј. минерали глина и још, примарни минерали уситњени физичким распадењем на честице величине колоида. У земљишту са јаком деструкцијом (подзол, латерит,...) се углавном јављају хидратисани оксиди Al, Fe и Si, као аморфни, или као соли.

Органски колоиди су хумусног порекла. Уколико земљиште садржи више хумуса утолико има израженију адсорпцију, јер је хуминска киселина, као неизоставни састојак хумуса, колоидна и врло је јак адсорбент (јаче адсорбује од минералних колоида).

Органо – минерални колоиди настају узајамним спајањем хуминских састојака са минералним честицама као језгром. Улога у адсорпцији им је практично иста, као и улога других колоида.

Удео колоида у неком земљишту је у директној вези са садржајем глина и хумуса у том земљишту. Глинуше и иловаче са високим садржајем хумуса су врло богате колоидима, док песковита земљишта, по правилу, садрже мало колоида.

3.3. Хумус

Под хумусом у ужем смислу, подразумева се група органских супстанци, које су настале процесом хумификације органских остатака. У ширем смислу, под хумусом се подразумевају све органске супстанце, биљних и животињских остатака, хумифициране, или нехумифициране (у прву групу спадају нехумифициране органске супстанце различитог порекла, а другу групу чине праве хумусне супстанце настале хумификацијом органских остатака претежно повезаних са минералним делом земљишта).

Главни извор органских супстанци су остаци биљака, микроорганизама и животиња. У основну масу остатака улази неколико група органских једињења променљивог садржаја (угљени хидрати, беланчевине,

масти, смоле и воскови) и део минералних састојака.

Највећи садржај припада органским компонентама, које се састоје од само неколико елемената: **С, Н, О**, па и N, P, S, Fe, Mg итд.

Највише су заступљени у шумској вегетацији и то у целулози, лигнину и танинским супстанцама а мање у беланчевинама. Остаци трава имају мање танина и целулозе, али зато имају више беланчевина. Али, највише беланчевина садрже остаци микроорганизама.

Као и минерали, и органске супстанце су различито отпорне при разлагању, а најлакше се разлажу шећери:

шећери < скроб < беланчевине < хемицелулоза < целулоза < лигним < масти < танин

Али, сва органска једињења истовремено подлежу и микробиолошком разлагању. Главни су извор хране и енергије микроorganizмима у земљишту и после њиховог изумирања, а у земљишту органске компоненте њихових остатака поново улазе у циклус непрекидних промена, микробиолошке синтезе. Већи део растворљивих производа микроorganizми разлажу до минералних једињења (CO_2 , H_2O , NH_3 , H_2S , различите киселине и соли...). Овај процес се назива минерализација.

Сви процеси трансформације органских супстанци при којима се мења изглед, грађа, маса, обим, однос и састав органске материје (супстанци) у земљишту одвијају се у присуству воде и под утицајем ензима, кисеоника, катализатора минералног порекла, утицајем фауне, а нарочито под утицајем микроорганизама. Ови процеси (хемијски, биохемијски, ензимски, адсорпције, синтезе, анализе, хумизације, минерализације, оксидације итд) се заједничким именом називају трансформација органских материја.

3.3.1. Састав хумуса

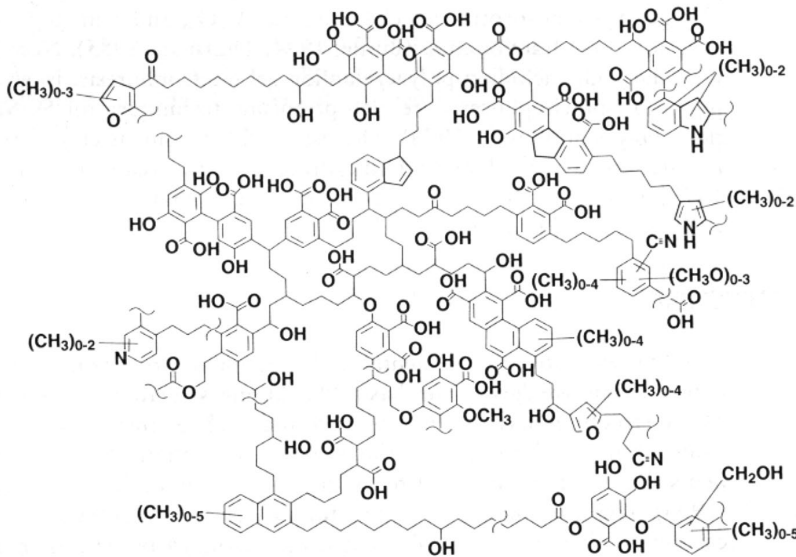
Хумусна материја земљишта је смеша бројних, а сложених органских једињења (не зна се тачан састав па се зато не могу издвајати уобичајеним хемијским методама) која настају процесима хумификације. Подела хумусних материја се заснива на њиховој растворљивости у води и другим растварачима.

Из земљишта се издвајају хумусне киселине дејством разблажених раствора NaOH или NH_4OH прелазећи у тамносмеђи раствор, а део који се не раствори заостаје као хумин. Кад се раствору хуминских

киселина дода раствор HCl, раствор се раздвоји на две фракције – талог црномрке боје који се састоји од хуминских киселина и раствор жуте боје који се састоји од фулво киселина.

У саставу хуминских киселина су хуминска, улминска и химатомеланска киселина. Хуминска киселина је тамносива до црна па се зато често назива и сива киселина. Има велику молекулску масу, сложено грађу и својства колоида, и то хидрофилних колоида (Слика 1.). У води је нерастворљива и зато је у чврстом тј. гел стању. Спада у групу јаких киселина, јер је вишебазна, садржи више карбоксилних група. Са хидроксидима, базама, гради соли које се зову хумати. Хумати алкалних метала су растворљиви у води и зато се као колодни раствор спирају из површинског слоја земљишта у дубину. Хумати вишевалентних катјона база су нерастворне соли па стварају чврсто, гел стање. За земљиште су најкориснији Са-хумати јер тешко прелазе у колоидни раствор, него се накупљају и танком опном обавијају честице (песка, праха, земљишта) земљишта слепљујући их у агрегате.

Пошто имају велику активну површину и поред врло сложене грађе имају велики капацитет апсорпције, неколико пута већи од најактивнијих минерала глина. Са-хумати се углавном стварају у земљиштима хумификацијом на остацима зељастих биљака.



Слика 1. Хемијска структура хуминске киселине

Улминска киселина је нешто светлија од хуминске киселине и смеђе боје па је често зову и смеђе хуминска киселина. Настаје у анаеробним условима и најзаступљенија је у хумусу земљишта која нису проветрена. По хемијском саставу је слична хуминској киселини.

Химатомеланска киселина је црвенкастосмеђе боје, не раствара се у води, а раствара се у етанолу. Структура јој је мање сложена од структуре хуминске киселине зато је и неотпорнија на промене од хуминске киселине. Најзаступљенија је у стајњаку и земљиштима која су богата продуктима труљења дрвета.

Хумини су група различитих органских једињења која нису растворљива у базама већ у по правилу у органским растварачима. Ова фракција је у већини земљишта заступљена од 20 до 40% од укупног хумуса. Садржај хумина у земљишту је већи у непроветреним земљиштима. Нарочито у овим, а влажним земљиштима је заступљен висок садржај битуменских компоненти које настају од масти, смола и воскова. У ову фракцију се убрајају и неки, други, састојци из групе полухумифицираних и нехумифицираних органских остатака.

Фулвокиселине су по грађи сличне хуминским киселинама, али по особинама и утицају на земљиште су врло различите. У ову групу спадају кренска и апокренска киселина. Жуте су до наранџасте боје, добро се растварају у води и јаче су од хуминских киселина јер имају више карбоксилних група, али су слабије отпорне на разлагање од хуминских киселина. Хидрофилни су колоиди, лако прелазе у колоидни раствор па се зато добро испирају из земљишта. Пошто су добро растворљиве, а јак значајно утичу на распадање минерала из земљишта, помажу испирање хидроксида Fe и Al који настају као производи распадања минерала. Са базама из земљишта реагују градећи соли, фулвате који су лако растворљиви, а онда се и лако спирају из земљишта. Фулвати настају у различитим земљиштима (од укупног хумуса чак и 15 до 70%). Највише их садрже подзоли у којима настају аеробним разлагањем четинарских шума уз обавезно учешће гљивица као хумификатора.

3.3.2. Подела хумуса

Хумусна компонента земљишта је променљив део земљишта јер се непрекидно ствара од органских остатака, а минерализацијом нестаје. Између хумуса различитог земљишта постоје битне разлике које су последица хемијског састава вегетације са терена и природних услова под којима се дешавају трансформације.

Подела се заснива на различитим критеријумима као што су:

1. степен хумифицираности,
2. степен засићености хумусних киселина базама и
3. брзина разлагања хумуса.

1. У прву групу се убрајају следећи типови хумуса: сирови, зрели и прелазни.

Сирови хумус садржи делове још неразграђених делова биљака, а састоји се углавном од остатака четинарских шума. Карактеристичан је за шуме северне Европе, а код нас се јавља само спорадично и баш у четинарским шумама.

Зрели хумус се састоји од до краја хумифицираних остатака биљака, хуминских киселина, тамносмеђе боје, колоидне природе је, измешан са минералним делом земљишта па има трошну структуру. На стаје од зељасте вегетације и у проређеним листопадним шумама уз интензивну разградњу остатака биљака посебно бактеријама и актиномицетама.

Прелазни хумус настаје у листопадним и четинарским шумама брдско-планинских рејона чије земљиште је плитко и оскудева базама, нема травнатог покроба, а у условима хладне и влажне климе. На површини земљишта нема неразграђених остатака биљака јер се трансформација дешава у добро проветреним условима без нагомилавања остатака.

2. У овој групи су две форме хумуса, кисели и благи (неутрални).

Кисео хумус је сваки хумус у коме су хумусне киселине незасићене базама, а нарочито кад је хумус богат слободним фулвокиселинама. Кисео хумус неповољно делује на земљиште, земљишта су испрана и сиромашна хранљивим компонентама.

Неутрални хумус је форма хумуса у коме су хумусне киселине неутралисане базама, углавном јонима калцијума и магнезијума. Овај хумус је важан чинилац плодности земљишта и повољно утиче на особине земљишта тако што хумусном опном обавија честице глине и песка па песку повећава способност повезивања док глинама повећава растреситост.

3. Према брзини минерализације, разлагања, хумуси се деле на трајне и хранљиве.

Трајни хумус се састоји од органских компоненти које се споро разлажу тј. минерализују а то су хуминске киселине, њихове соли са вишевалентним катјонима као и комплекси хуминских киселина са минералима глина и хидроксидима гвожђа и алуминијума, али и битуменске, лигнинске и штавне материје. Пошто се дуго задржавају у земљишту већина је корисна за хемијска и физичка својства земљишта.

Хранљиви хумус настаје после брзог разлагања компоненти подложних минерализацији, а то су прво, фулвокиселине а друго, химатомеланска киселина.

Затим, ту су и остаци изумрле фауне и микроорганизама и тако овај хумус постаје још значајнији за земљиште и исхрану биљака. У њивска земљишта овај хумус доспева жетвеним остацима и зеленим ђубрењем или стајњаком. При настанку овог хумуса минерализацијом, ослобађа се топлота.

У хумусне материје су укључене и фракције глина које физичко –хемијским реакцијама граде читаву групу орнано-металних једињења: хумусно-глинени комплекс, комплекс соли хуминских киселина са колоидима Al– и Fe– хидроксида, Ca– и Mg– хумати, али различита једињења хелатног типа. Група ових једињења, иако имају специфичну улогу у земљишту, није довољно проучавана па је тако прилично непозната.

Зна се да су отпорна на микробиолошку деградацију јер су хемијске везе јаке па земљишта зато споро ослобађају хранљиве састојке, делују као везивно ткиво и тако задржавају структуру земљишта, повећавају сорптивна својства земљишта.

Само ово је довољно да се увиди важна улога орнано-металних једињења у обновљивости појединачних земљишта.

Подела земљишта према садржају хумуса

Садржај хумуса у земљишту се изражава углавном у процентима. Када се испитује плодност земљишта, дубина са које се узимају узорци је најчешће од 0 до 30 см, то је дубина орнаничног слоја њивског земљишта али најчешће и хумусног слоја. Кад је хумусни слој дубљи од 30 см, узоркује се само површински слој земљишта. Иначе, цело хумусно-акумулативни хоризонт по дубини подлеже анализи. Садржај хумуса у земљишту варира од 0,1 до 0,5 али и до 50%. У орнаничном слоју њивских земљишта креће се од 2 до 5%. Нека планинска

земљишта садрже од 20 до 30% хумуса. Тресетна земљишта садрже често и преко 70% хумуса.

3.4. Земљишни раствор

Земљишни раствор представља течну фазу земљишта са свим раствореним супстанцама. Различите супстанце у раствору потичу из атмосфере (атмосферски талози нису хемијски чиста вода већ разблажани раствори... док растварање почиње већ у првом контакту O_2 , CO_2 , N_2 , NH_3 , H_2S , SO_2 , N_xO_y ... и др. са падавинама), гасовите или чврсте фазе земљишта (вода падавина раствара и друге супстанце а при томе настају прави или колоидни раствори). Сви заједно чине земљишни раствор који је у сталном контакту са чврстом фазом земљишта, микроорганизмима и кореновим системом биљака. Врло је покретљив, променљивог састава и зато је активна фаза земљишта – утиче и учествује на различите промене (својства земљишта и успевање биљака директно зависе од својстава земљишног раствора).

Најважнија својства земљишног раствора су: састав, концентрација, реакција раствора и пуферско својство.

Вода је универзални растварач у природи па и у земљишту. Она раствара супстанце из земљишта – минерале, различите соли, гасове и органске супстанце. Често је садржај гасова, нарочито кисеоника и угљен-диоксида, у земљишту већи него у ваздуху.

Соли су добри електролити па су у земљишном раствору заступљене као прави раствори и то јонски. Јони земљишног раствора су главни носиоци макро- и микро- елемената за исхрану биљака.

Органске супстанце у земљишном раствору су хумусне киселине и њихове соли (са водом граде колоидне растворе и тако се налазе у земљишном раствору) али и различити продукти разлагања разних органских остатака, најчешће заступљени у колоидном стању.

Под појмом **концентрација земљишног раствора** се подразумева укупан садржај растворених супстанци у земљишном раствору уз сазнање да је њихова концентрација променљива вредност, посебно садржај соли. До повећања садржаја соли долази из различитих разлога као што су хемијско распадање примарних минерала, превођењем тешко растворних у лакше растворне соли, капиларним подизањем из сланих подземних вода, и наравно, минерализацијом хумуса или различитих органских остатака.

До смањења садржаја соли у земљишном раствору долази адсорпцијом, усвајањем биљака или испирањем оцедљивом водом. Концентрација земљишног раствора зависи од влажности, тако што притицањем воде у земљиште долази до разблажења док се испаравањем садржај соли повећава. Механички састав земљишта такође битно утиче на садржај соли у земљишту – због разлике у пропустљивости, а тиме и испирању земљишта у глиновитим земљиштима је садржај соли већи него у песковитим земљиштима.

Концентрација земљишног раствора је мера за категоризацију слатина и слатинастих земљишта (у нормалним земљиштима концентрација-садржај, не прелази 0,03% соли док је у заслањеним 0,2% и више а некада чак и 1%. У аридним областима садржај у води растворних соли може да буде и 2%).

Истовремено са променом садржаја соли у земљишном раствору мењају се и колигативна својства тј. осмотски притисак земљишног раствора. Па, ако је осмотски притисак земљишног раствора већи од осмотског притиска ћелија кореновог система биљака, биљке не могу да усвајају воду и вену. Зато неотпорне културне биљке не могу да успевају на слатинастим земљиштима. Ова појава се назива физиолошка суша.

Реакција земљишног раствора је однос концентрација јона водоника и хидроксидних јона. Када су концентрације исте, реакција земљишног раствора је неутрална, када је концентрација јона водоника већа од концентрације хидроксидних јона реакција је кисела и обрнуто. Обично, реакција земљишног раствора се изражава рН вредношћу. За пољопривредна земљишта рН вредност се креће у границама од 5 до 8,5.

Кисела реакција. Јони водоника из земљишног раствора су у динамичкој равнотежи са јонима водоника у адсорптивном комплексу па се разликују и два основна типа киселости: **активна киселост** или киселост земљишног раствора и **потенцијална киселост** или киселост чврсте фазе земљишта.

Активну киселост чине слободни јони водоника, тачније H_3O^+ - јони у земљишном раствору који настају дисоцијацијом воде, хидролизом соли и супституцијом јона водоника на адсорптивном комплексу. Иако мала (око 1% од укупне киселости) има изузетан утицај и на промене у земљишту и на успевање биљака. Активна киселост пољопривред-

них земљишта је ниска и ретко се креће испод $pH=4,5$.

Потенцијалну киселост чине јони H^+ и јони Al^{3+} адсорптивног комплекса. Јони H^+ овог комплекса тј. овог типа киселости нису штетни за биљке и микроорганизме све док супституционим процесима не пређу у земљишни раствор јер тек тада повећавају киселост (на исти начин и Al^{3+} - јони, који после супституције хидролизују, утичу на повећање активне киселости).

Када су земљишта киселија ($pH < 5$), садржај Al^{3+} - јона је већи. Јони водоника и алуминијума нису везани истом снагом, али и јони водоника ближи гранули су јаче везани од јона водоника из непокретног јонског, дифузног, слоја коидних мицела.

Према јачини којом су везани разликују се супституциона и хидролитичка киселост.

Супституциона киселост је последица присуства јона водоника и алуминијума у адсорптивном комплексу који могу да буду супституисани катјонима неке неутралне соли (штетно је за биљке а може бити изазвано и уношењем вештачких ђубрива).

Хидролитичку киселост узрокују они јони водоника и алуминијума који су ближе гранули тј. чвршће везани и не могу у потпуности бити супституисани.

Мера поправљања киселих земљишта се назива калцификација (тј. калцизација) и постиже се додавањем млевеног кречњака, лапорца, сатурационог муља и др. На тај начин се неутралише активна, супституциона и делимично хидролитичка киселост.

Алкална реакција као својство земљишта је последица присуства већег садржаја хидроксидних, OH^- - јона у земљишном раствору који потичу од хидролитичких реакција алкалних и земноалкалних соли (углавном су то хидрогенкарбонати и карбонати од којих натријум-карбонат има највећи утицај на пораст pH па је код неких слатина pH вредност већа од 10).

3.4.1. Значај реакције земљишног раствора

Реакција земљишног раствора варира у широком интервалу вредности pH од 3,5 до 11,0. Културне биљке добро успевају при pH вредностима у интервалу од 6,0 до 7,5 при којој минерална храна прелази у расположив облик за биљке. Екстремне pH вредности у земљишту омогућа-

вају распадање примарних силиката и испирање насталих продуката... па се у њима не формирају минерали глина, колоиди су хидрофилни- прелазе у раствор и лако се испирају, структура земљишта је нарушена - водна, ваздушна и топлотна својства су неповољна. Својства киселих земљишта се поправљају калцификацијом, а алкалних гипсовањем.

Пуферско својство земљишта је својство, већине, земљишта да се одупру променама које могу бити условљене или неким процесима у земљишту или изазване уношењем минералних (киселих или алкалних) ђубрива. Наравно, то својство зависи од у земљишту присутних супстанци које могу да реагују са насталим H^+ - или OH^- -јонима и тако смањују њихов садржај у земљишту.

Пуфери у земљишту су смеше слабих киселина – угљене али и неке органске, и њихове алкалне - или земноалкалне соли ($Ca(HCO_3)_2 / H_2CO_3$)

Осим пуферских смеша у земљишту, и апсортивни комплекс је у стању да се опире наглој промени киселости. На овај начин се практично реакција, кисело својство раствора, не мења све док у апсортивном комплексу постоје базе за измену, као могућност опирања против укишељавања или алкализације земљишног раствора. Пуферско својство апсортивног комплекса зависи од механичких својстава земљишта; песковита земљишта имају мали апсортивни комплекс, зато глиновита земљишта имају изражену пуферску способност, земљишта богата хумусом поседују велику пуферску моћ, јер су богата хумусним киселинама и њиховим солима.

Пуферска својства показују и силикати као и фосфати али садржај ових соли у земљишту је низак па је њихов пуферски значај мали. Пуферска способност земљишног раствора спречава нагле промене реакције средине и зато има посебан значај за еколошку равнотежу у животној активности и живог света и микроорганизама у земљишту. Култивиране биљке могу да се развијају само у земљишту чија средина је неутрална или оптимално слабо кисела односно слабо алкална јер не подносе брзе, нагле, промене реакције земљишта.

Међутим, у земљишном раствору ипак долази до промене реакције због уношења ђубрива, због разлагања органских остатака, наводњавања, распадања примарних силиката...

Као последица ових појава или поступака, могла би да доводе до нагомилавања различитих супстанци у земљишту што би узроковало наглу промену реакције земљишног раствора, нарочито ђубрењем...

Код земљишта која имају изражену пуферску способност до нагле промене реакције ипак не долази. Таква земљишта се могу ђубрити великим количинама ђубрива, а да се нагле промене реакције не запажају.

3.5. Плодност земљишта

У педологији и пољопривреди појам плодности земљишта је врло широк тј. сложен.

У педологији појам плодност земљишта је способност земљишта да током вегетације снабдева културне биљке потребном количином хране, воде, ваздуха, топлотом и другим условима неопходним за раст и развој биљака.

У агрохемији појам плодности обухвата укупну количину приступачних хранљивих елемената, компоненти, за биљке, па је уместо плодности уведен појам богатство. Појам обухвата укупну количину, садржај, хранљивих елемената без обзира на приступачне или неприступачне облике једињења у којима се налазе.

Плодност је квалитативно својство земљишта као природно- историјског тла; то је резултат узајамног међудејства минералних и органских супстанци неживе и живе природе и зато је предуслов опстанка биотичког света у природи уопште. Земљишта поседују различиту плодност, која се најчешће дели на природну, вештачку и ефективну.

Природна плодност настаје временски дугим спонтаним утицајем природних педогенских услова и процеса али, без утицаја човека. У формирању плодног земљишта главну улогу су имале компактне стене које су, иако неплодне, биле примарно станиште пионирима, зачетницима живота уствари нижим организмима – бактеријама, лишајевима, маховинама, гљивама, итд. Да би се неплодне стене током дуготрајне педогенезе трансформисале у плодно земљиште за култивисане биљке неопходна су бар три услова тј. способност да снабдеју биљке водом, ваздухом и хранљивим елементима, компонентама.

Физичким и хемијским процесима распадања стена настаје растресит материјал, који поседује својство да снабде биљке водом и ваздухом: физички растресите, уситњене распаднуте стене постају способне да задрже воду и ваздух, док су за настанак и акумулацију хранљивих компоненти последица хемијског распадања примарних минерала. У процесу распадања настале растворљиве соли би, без присутних живих организама, биле испране и геолошким кружењем премештене

у хидросферу, стајаће воде, и тако би биљке остале без свих хранљивих компоненти (осим азота).

Тако се геолошком кружењу материје практично истовремено захваљујући организмима (нижи организми биолошком сорпцијом повећавају садржај биогених елемената) придружује и биолошко кружење распадањем организама и нагомилавањем органских супстанци које садрже азот – стене овај хранљиви елеменат не садрже. Тада настаје хумус, хранљиве материје се у земљишту нагомилавају и омогућавају појаву, раст и развој виших биљака. Више биљка у биолошко кружење уносе промене у дубље слојеве, зону продирања корења. Овако се хранљиви елементи земљишта користе из дубине, иако се са хумусом нагомилавају у површинском слоју земљишта. Биолошко кружење се затвара минерализацијом органских материја и хумуса. Хранљиве супстанце и елементе тог круга користе за сопствену исхрану биљке сваке следеће генерације. На овај начин, осим воде и ваздуха, настаје трећа карактеристика плодности – обезбеђеност храном.

Вештачка плодност настаје под утицајем човека превођењем под шумском, или травнатом вегетацијом у култивисана земљишта не само крчењем, већ и применом различитих агротехничких мера. Ову плодност практично поседују сва земљишта на било који начин захваћена различитим активностима човека. Општи циљ је да се временом вештачка плодност земљишта захваљујући порасту материјалних погодности, развоју науке, материјалне основе биљне производње повећа.

Ефективну плодност земљишта чине природна и вештачка плодност. Ефективна плодност се изражава висином просечног приноса биљака током 10 година. Ова плодност је резултат природних услова плодности али и примене различитих мера којима човек утиче на повећање плодности.

Пошто су ови утицаји испреплетани најчешће се не зна који је доминантан у процени плодности. Неоспорно је једино да што су дуже подвргнута обради применом квалитетних агротехничких мера, више се мењају првобитна својства земљишта тако да је њихова плодност доминантнија у сфери вештачке плодности.

3.6. Интеракције између хуминских супстанци и микроорганизама

Хуминске супстанце (ХС) су присутне у земљишту, компосту, канали-

зационим, природним водама, водама са депоније и атмосферским депозицијама.

У чврстом облику се налазе депоноване у седиментима, тресету, лигнитима, мрком угљу и другим органским стенама. ХС су производи биотичко-абиотичких трансформација биљних, животињских и микробних остатака. Формирање ХС се дешава по принципу природне селекције што резултира образовањем молекула као што су лигнини, полисахариди, липиди, протеини, и танини. Екстремна структурна хетерогеност обезбеђује релативну стабилност ХС до биоразградње. Као резултат тога, могу се сматрати главним природним резервоаром органског угљеника. Ова чињеница указује на суштинску улогу ХС у регулисању циклуса кружења угљеника и да је стабилност и разградивост ХС фундаментални део разумевања глобалног кружења и резервоара CO₂. Оне имају важне функције у биосфери укључујући транспорт, акумулацију, регулационе, али и физиолошке и заштитне улоге.

Упркос релативној стабилности ХС током процеса биоразградње, један број микроорганизама има способност да трансформише ХС. Улога микроорганизама у трансформацији ХС је кључна за разумевање глобалног циклуса кружења угљеника. ХС, заузврат, имају позитивно дејство повећање раста и бројности микроорганизама. ХС стимулишу раст микроорганизама, јер су извор хранљиве материје тј. нутријента. Они такође играју улогу екстрацелуларних електронских путева (ЕЕС), што омогућава доступност просторно удаљених супстрата. Поред тога, ХС повећавају растворљивост слабо растворљивих супстрата. ХС повећавају преживљавање и раст микроорганизама под неповољним условима због антиоксидантне активности. Посебно су корисни ефекти ХС на микроорганизме и истиче се њихов значај у загађеним срединама, где је искоришћавање ХС од стране микроорганизама уско повезано са трансформацијом и органских и неорганских загађивача.

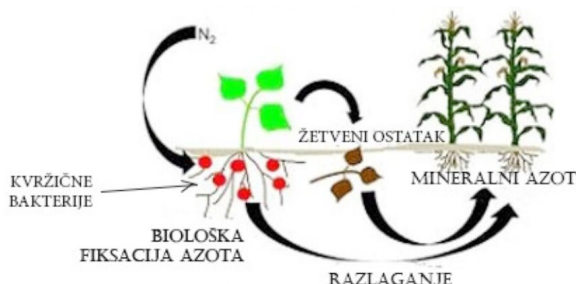
4. ПРИМЕНА МИКРООРГАНИЗАМА У ПОЉОПРИВРЕДИ

У земљишту, значајну улогу имају микроорганизми, који се налазе у непосредном контакту са биљкама, најчешће у зони ризосфере. Земљишни микроорганизми успостављају разноврсне односе са биљкама, који могу бити непосредни или посредни, позитивни или негативни, утичући на физиолошку активност и развој биљака. Захваљујући позитивним симбиотским односима, биљке се боље развијају и напредују. Један од најважнијих чинилаца плодности је бројност и активност

микроорганизама, као најбројније групе у земљишту. Захваљујући ензимској активности микроорганизама одвијају се готово сви биолошки процеси у земљишту. Када се говори о микробном диверзитету у земљишту неопходно је истаћи, да он премашује диверзитете организама у другим екосистемима. Само један грам земљишта у себи може да садржи више билиона микроорганизама. Њихова бројност ће бити највећа на оним местима, која су богата нутритивним елементима. Најзаступљивији су микроорганизми из групе бактерија и гљива, који чине и до 3% укупне органске материје земљишта. Најважнији представници бактерија и гљива припадају следећим родовима: *Agrobacterium*, *Azobacter*, *Azospirillum*, *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Pseudomonas* и *Rhizobium* (бактерије), *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Piriformospora*, *Phoma* и *Trichoderma* (гљиве).

Микроорганизми најчешће насељавају површину корена, или ризосферу, где је њихова активност и највећа. Разлагањем органских, алопатских и фитотоксичних супстанци, микроорганизми имобилишу одређене елементе, али и подстичу процесе разлагања и ослобађања минералних соли из инертних комплекса. Такође, микроорганизми могу утицати на раст биљака синтезом различитих биотичких једињења, као што су витамини и биљни хормони. Неки микроорганизми имају и способност продукције различитих антибиотских супстанци, које окружују дату биљку, чиме индиректно стимулишу раст биљака, тако што онемогућавају инвазију других биљака и патогених микроорганизама. У земљишту се одвијају и процеси хумификације и дехумификације, а централно место у кружењу неопходних хранљивих макро и микроелемената имају управо микроорганизми.

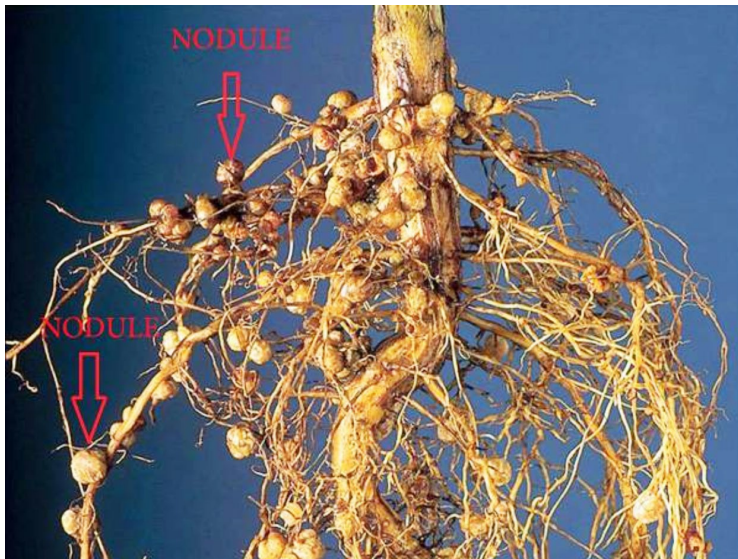
Један од значајних процеса је и азотофиксација, која представља биолошко везивање елементарног азота из ваздуха од стране микроорганизама, азотофиксатора, и његово превођење у облик, који је досту-



Слика 1. Азотофиксација ¹

пан биљкама. Азот има вишеструки утицај на развој биљака (величина лисне површине, фотосинтетска активност, дужина живота листа, метаболизам различитих јона). Биљке усвајају азотна једињења у виду нитратне (NO_3^-) и амонијачне форме (NH_4). Потребне биљкама за азотом су различите, тако да је од посебног значаја, да његов садржај буде оптималан. Само у таквим условима, азот има позитиван утицај на усев.

Постоје три типа азотофиксације и то су симбиозна, асимбиозна (слободна) и асоцијативна. Појава тзв. нодула или квржица карактеристика је симбиозне азотофиксације (Слика 2).



Слика 2. Нодуле на корену биљке ²

Поред фиксације азота, већина азотофиксатора има и способност превођења фосфора и калијума у растворни облик, који је лако доступан биљкама. Феномену азотофиксације и њеном значају посвећује се све већа пажња, посебно због смањења трошкова и примене азотних ђубрива, али и истовременог побољшања квалитета приноса и земљишта.

Савремена пољопривредна производња подразумева и прекомерну употребу минералних ђубрива, пестицида и других хемијских једињења, која негативно утичу на квалитет пољопривредног земљишта. Последице примене неадекватне примене агротехничких мера огледа се и у смањењу садржаја хумуса. Ово између осталог произилази и као резултат спаљивања жетвених остатака, које је законом забрањено, чиме се директно утиче на смањење броја микроорганизама.

У пољопривредној производњи је све више заступљена примена ми-

кроорганизама стимулатора биљног раста (*Plant Growth Promoting Microorganisms*, PGPM). У овој групи се поред бактерија налазе и други микроорганизми, који се не налазе у зони ризосфере, али имају способност стимулације биљног раста. PGP микроорганизми са биљкама ступају у симбиотске, асоцијативне и слободне односе, који се остварују захваљујући њиховом међусобном специфичном афинитету и тај однос је генетички одређен. Механизми којим PGP микроорганизми утичу на раст биљака могу бити директни и индиректни. Под директним механизмима подразумевају се продукција и стимулација синтезе биљних хормона (ауксина, гибералина, цитокинина), продукција сидерофора, повећање доступности различитих макро и микро нутријената (калијум, азот, фосфор и сумпор), као и смањење нивоа биљног етилена. Индиректни механизми обухватају конкуренцију са штетним микроорганизмима, продукцију антибиотика, сидерофора и цијанида, као и синтезу ензима, који катализују лизирање ћелијског зида фитипатогених гљива. Међутим, јасна граница, као и разлика између ових механизма нису видљиве. И директни и индиректни механизми имају позитиван ефекат на раст биљака, јер утичу на клијавост семена, раст, развој корена и надземног дела, повећање биомасе, а самим тим и самог приноса. PGP микроорганизми се могу примењивати појединачно, или као мултипни (здружени) инокуланти. На тржишту се најчешће јављају као мултипни инокуланти, где се примењује више различитих микроорганизма истовремено, који међусобно ступају у корисне односе. У случају примене појединачних инокуланата елиминише се могућност антагонизма и интезивирају процеси, које тај микроорганизам обавља. Генерално гледано, оба начина примене дају добре резултате.

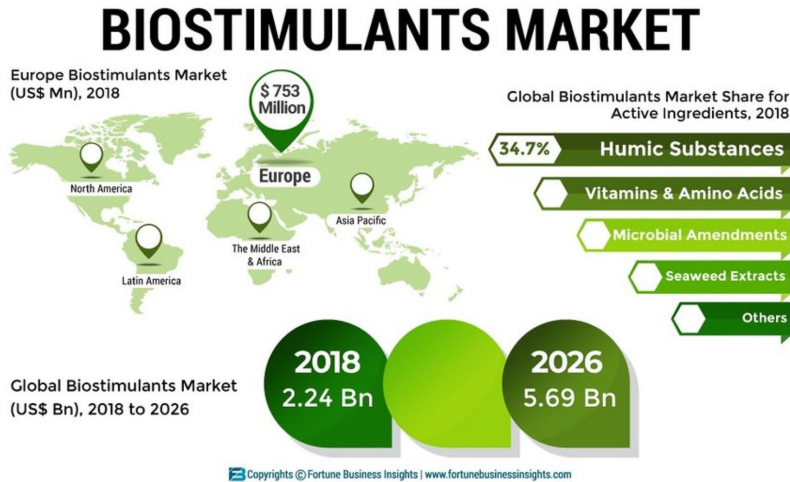
Данас на тржишту постоје препарати, који се базирају на употреби различитих микроорганизма и то, биопротектанти, који су намењени за борбу против биљних патогена; биофертилизатори, који побољшавају доступност нутријената и биостимулатори, који продукују биљне хормоне. Биоинокуланти нашли су широку примену у пољопривредној производњи. Њихова предност се огледа у смањењу употребе азотних ђубрива, имају позитиван утицај на динамику и правац микробиолошких процеса, који утичу на повећање плодности земљишта. Са друге стране, на ефективност примене биоинокуланата утичу различити фактори, као што су: врста и старост биљке, климатски услови, коренске излучевине, физичко-хемијске карактеристике земљишта, као и примењене агротехничке мере. Применом инокуланата, PGP

микроорганизми су изложени свим претходно наведеним факторима. Тако, са једне стране, одређене групе микроорганизама могу бити стимулисане, а са друге стране и инхибиране од старне аутохтоних популација. Због тога је неопходно урадити одговарајуће анализе земљишта и саветовати се са стручним лицима, како би употреба ових препарата била што успешнија.

Најразвијене земље света као што су: САД, Кина, Индија и чланице ЕУ теже да путем законских регулатива и стимулативних средстава подстакну употребу микробиолошких инокуланата. Последњих година у свету, а и у Србији расте интресовање за примену микробиолошких ђубрива. Процене су, да ће глобално тржиште ових производа до 2026. године износити 5,69 билиона долара (слика 3).

Земље ЕУ имају за циљ увођење и додатних стимулативних мера, које би довеле до бржег раста тржишта ових производа. Дobar пример су земље попут Кине, Јапана и Индије, које се залажу да кроз одговарајуће прописе подстакну одрживу пољопривредну производњу и у оквиру ње и примену микробиолошких препарата.

У Републици Србији постоји листа дозвољених микробиолошких пре-



Слика 3. Светско тржиште биостимулатора³

парата, који се могу користити и у органској производњи. Према последњим подацима из 2021. године, на тржишту се налази 98 регистрованих микробиолошких ђубрива, од којих се 41 производи у Републици Србији. Остала ђубрива су пореклом из Италије, Мађарске, Хрватске, Украјине, Словачке, Холандије, Немачке, Русије и Шпаније.

Када је у питању састав ових препарата, најдоминатнији су азотофиксатори и бактерије из родова *Bacillus* и *Pseudomonas*, а од гљива *Trichoderma sp.* и *Glomus sp.*

Уколико се не побољша квалитет земљишта у наредних неколико деценија, на бројним обрадивим површинама широм Србије, више неће моћи да се узгајају култивисане биљке. Већ сада се суочавамо са проблемом у Срему где постоје обрадиве површине код којих је озбиљно нарушена плодност.

5. ЗАГАЂЕЊЕ ЗЕМЉИШТА

Интезивна пољопривредна производња, неконтролисана експлоатација природних ресурса и индустријализација довеле су до нарушавања равнотеже у екосистемима. Средином XX века, значајно се повећала пољопривредна производња, као и потрошња хране на светском нивоу. Како би се испунили сви захтеви потребе тржишта прехранбених производа, шире се пољопривредне површине, интензивира производња, што условљава повећану употребу средстава за заштиту, примену агротехничких мера и минералних ђубрива на бази азота, фосфора и калијума. Овакав начин производње доводи до деградације ресурса (воде, ваздуха и земљишта), који имају ограничену способност обнављања. Поред широке употребе агрохемикалија и други фактори попут стреса, салинитета, суше, дефицита нутријента, ерозије, емисије гасова стаклене баште и многих других, довеле су до нарушавања стабилности биосфере и ограничења у функционисању агроекосистема. Велики проблем представљају и тешки метали, који су изузетно постојани у животној средини. Метали попут бакра, цинка, кобалта, хрома и мангана у ниским концентарцијама представљају есенцијалне елементе за живе организме, док при већим концентрацијама испољавају токсично дејство. Уколико доспеју у ланац исхране, могу представљати велики ризик по здравље људи и животиња. Управо због неспособности да се деградирају или униште, концентарција тешких метала се кумулативно повећава у животној средини. Значајан извор тешких метала су и производи, који потичу из домаћинства и улазе у састав чврстог комуналног отпада. У Републици Србији, у највећем броју случајева, такав отпад се без претходне селекције, или третмана одлаже на постојећа одлагалишта на територији општине.

Азот је обавезан део минералних ђубрива и његова примена се ретко

ограничава, а посебно је значајан код ђубрења озимих култура у пролеће. Од његових количина у земљишту директно зависи и принос пшенице. Са друге стране, велике концентracије азота, доводе до бујања надземног дела биљака, што може довести и до умањења очекиваног приноса. Проблем представља и то што нитрати у земљишту могу да мигрирају и тако доспевају у надземне делове биљних врста, које се користе у исхрани. Поред тога, могу доспети и у подземне и површинске воде, повећавајући њихову концентracију у рекама и језерима. Управо због тога, 1991. године, у Европској унији је донесена Нитратна директива, чији је основни циљ да спречи загађивање подземних и површинских вода. Нитратна директива је интегрални део Оквирне директиве и кључни механизам у заштити вода од пољопривреде.

Највећи загађивачи земљишта кадмијумом су фосфорна ђубрива. Поред кадмијума, ова ђубрива могу да садрже и хром, никл, живу, флуор и стронцијум. За разлику од азотних и фосфорних ђубрива, калијумова ђубрива не садрже примесе, које би могле да загађују земљиште. Такође, нуспроизводи сточарстава могу негативно да утичу на квалитет земљишта. Чврсти и течни стајњак, као и отпадне воде, садрже азот и фосфор, који могу довести до загађења земљишта, површинских и подземних вода нитратима, али и тешким металима (цинк и бакар), који се користе као стимулатори раста у сточној храни. У излучевинама домаћих животиња, могу се наћи остаци лекова, као што су антибиотици, који се путем отпадних вода могу ширити у животну средину. Ризик постоји и у случају, када се муљ и отпадне воде из канализације, које садрже остатке лекова користе у ђубрењу усева.

Резултати дугорочних студија указују да се ђубрење на испитиваним површинама углавном обавља без претходне анализе земљишта, што је проузроковало врло широк интервал добијених вредности садржаја хранива. Најчешћи резултат је, да велики проценат испитиваних узорака земљишта припада класама са, у односу на оптималан садржај, изузетно високим, па и токсичним садржајем фосфора. Повећане концентracије фосфора и калијума у земљиштима руралних подручја Војводине, биће регулисане применом правилних агротехничких мера. У циљу контроле квалитета пољопривредног земљишта у периоду од 2002-2019. године реализован је мониторинг квалитета земљишта на територији АП Војводине. Том приликом, обухваћено је 50 локалитета пољопривредног земљишта. На основу резултата анализе добијених из тог периода, утврђено је, да је концентracија

тешких метала у узорцима пољопривредног земљишта испод максимално дозвољене концентрације (МДК). Присуство полихлорованих бифенилних (РСВ) једињења није детектовано ни у једном анализираним узорку земљишта, док је укупан садржај полицикличних ароматичних угљоводоника (РАН) код свих узорака у прихватљивим границама. Сви испитивани узорци пољопривредног земљишта узетих на локалитетима поред саобраћајница, индустријске зоне и градске депоније по садржају опасних и штетних материја одговарало је квалитету земљишта за производњу здравствено безбедне хране. Ипак, присуство све већег броја дивљих депонија, неконтролисаног паљења жетвених остатака, као и примене воде за наводњавање неадекватног квалитета, доводе до нарушавања стабилности агроекосистема. Од 43 званично регистрованих општинских депонија, само 5 депонија се могу користити у дужем временском периоду, уз санацију и уређење према стандардима Европске уније, док је капацитет осталих депонија-сметлишта у већини општина већ попуњен, а већина депонија не задовољава ни минимум техничких захтева. Огроман проблем представља 569 дивљих депонија које се простиру на 441 ha површине са 2,8 милиона m³ отпада и то у непосредној близини обрадивог земљишта (Програм развоја АПВојводине 2014–2020).

Због свега наведеног, неопходно је спроводити стални мониторинг земљишта и обухватити већи број узорака. Генерално, заштита пољопривредног земљишта обухвата мере и активности, које се предузимају са циљем трајног обезбеђења природних функција земљишта. То је скуп физичких, хемијских, техничких и биотехничких поступака, ради обезбеђивања свих његових функција. У циљу постизања што бољих резултата неопходно је да се врше забране испуштања и одлагања опасних и штетних материја у пољопривредно земљиште и у воду за наводњавање. Такође, неопходне мере су и: забрана коришћења обрадивог земљишта у непољопривредне сврхе; забрана уситњавања катастарских парцела обрадивог земљишта; заштита пољопривредног земљишта од елементарних непогода и забрана наношења пољске штете. Циљ одрживе пољопривреде је чување здравог и квалитетног земљишта и очување биодиверзитета. Због свега наведеног, обавеза успостављања систематског мониторинга земљишта на територији Републике Србије, дефинисана је Законом о заштити животне средине и утврђена стратешким документима у области заштите животне средине.

На територији општине Врбас, највећи проблем представља загађење Великог бачког канала. Ово је довело до тога, да су квалитет воде и ваздуха на неадекватном нивоу и опасни по здравље људи. Велики проблем представљају Карнексова фарма свиња, фабрика уља и биљних масти и главна депонија у Врбасу. Витал има постројење за примарни третман отпадних вода, често недовољног капацитета, што доводи до преливања колекторских јама директно у атмосферску канализацију, која потом угрожава Велики бачки канал. Све наведено може имати изузетно штетан утицај по агроекосистем.

Очување квалитета земљишта, воде и ваздуха у наредних неколико деценија представља главни приоритет, јер се већ сада, на бројним обрадивим површинама широм Републике Србије не могу узгајати култивисане биљке.

6. МЕТОДОЛОГИЈА ПОСТАВЉАЊА ОГЛЕДА

Оглед је био постављен на две различите парцеле за које је утврђено да имају нижи садржај хумуса. Начин постављања огледа је по методу латинских квадрата – сваки члан огледа долази по једном у реду и колони. Експерименталне парцеле (блокови) су површине 100 m². Број различитих микробиолошких препарата са којима се изводи оглед је 3, па уз контролни блок долазимо до укупног броја експерименталних парцела -16 (3 препарата + контрола = 4 x 4 понављања = 16 парцелица - блокова).

IV	2	1	4	3
III	3	4	2	1
II	4	3	1	2
I	1	2	3	4

Легенда:

I – IV – понављања

1 – Препарат 1

2 – Препарат 2

3 – Препарат 3

4 – Контрола

7. МЕТОДОЛОГИЈА УЗОРКОВАЊА ЗЕМЉИШТА

Основни принцип је да се са контролних и третираних парцела, из слоја до 20 cm сондом узима одређен број појединачних узорака (5) и од њих се направи један просечан узорак. Основни разлог за узимање узорака са ове дубине је присуство великог броја корисних микроорганизама у површинском слоју земљишта.

Узимање узорака је организовано са обе парцеле на којима су постављени огледи, а на којима је утврђен нижи садржај хумуса. Узорци су узети из сваког блока (експерименталне парцеле површине 100 m²) пре примене препарата и на крају огледа, ради утврђивања ефикасности.

Како је укупан број експерименталних парцела на једној парцели 16, то значи да је узето 64 узорка земљишта за анализу садржаја хумуса:

2 парцеле x 16 блокова x 2 узорковања = 64 узорка

Од ова 64 узорка, 48 узорака се односи на блокове третиране препаратима, а 16 узорака је са контролних блокова. Сваки узети узорак је обележен GPS уређајем.

После узимања узорака са поља, у лабораторији су узорци земљишта прегледани, како би се утврдило да ли одговарају приложеном списку и да ли су неоштећени. Исправни и неоштећени узорци земљишта прегледани су ради одстрањивања нетипичних материја (корена, камена, стајњака и сл.), а затим стављени на сушење. Сушење се обавља на собној температури до ваздушно сувог стања, најчешће од 8 до 12 дана. Ваздушно сув узорак се меље у авану или млину. У лабораторији су одређени и остали физичко хемијски параметри земљишта. Узорци земљишта су испитивани пре и после третмана са микробиолошким препаратима.

МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА УЗОРАКА ЗЕМЉИШТА У ОВОЈ СТУДИЈИ СУ БИЛЕ:

1. Одређивање рН вредности
рН у води и 1М КСl – Стандард SRPS ISO 10390:2007
2. Одређивање садржаја карбоната
СаСО₃ – Стандард SRPS ISO 10693:2005 волуметријска метода
3. Одређивање садржаја хумуса
LA-DM401 – Документована метода за одређивање количине хумуса по Kotzmann-у
4. Одређивање укупног азота урађено је на основу прорачуна из садржаја хумуса
5. Одређивање лакоприступачног Р₂О₅
LA-DM402 – Документована метода за одређивање лакоприступачног фосфора у земљишту AL-методом по Egner-Reihm-у

6. Одређивање лакоприступачног K_2O
LA-DM403 – Документована метода за одређивање лакоприступачног калијума у земљишту AL-методом по Egner-Reihm-у
7. За мерење је коришћен пенетрометар са конусном главом фирме Eijkelkamp Soil & Water из Холандије.

У огледу су коришћени широко распрострањени препарати: Bioplug (Biofor system doo., Zemun: 5 l/ha), EkoVital (Ekopatent, Vrbas, 2 l/ha), и Bacillomix Razor B (BACILLOMIX CO. DOO, Novi Sad, 1.5 l/ha) у препорученим дозама.

8. РЕЗУЛТАТИ СТУДИЈЕ

Истраживања у овом огледу су рађена на две огледне парцеле на пољопривредном газдинству Стеван Грујић, к.о. Надаљ (N 45°32'04.8624" E 19°53'36.2472") и РПГ Сава Тутуров (N 45°31'50.5444" E 19°52'33.9096"), к.о. Турија бр. парцеле 2120.

Прво узорковање земљишта урађено је непосредно пре примене микробиолошких ђубрива. На РПГ Стеван Грујић 24.11.2021. године, а на РПГ Сава Тутуров 27.10.2021. године.

Након узорковања препарати су примењена како је приказано на Шеми 1.

Како би се пратио утицај додавања препарата друго узорковање земљишта урађено је 11.04.2022. на обе огледне парцеле.

1/2 БИО ПЛУГ	1/1 ЕКОВИТАЛ	1/4 КОНТРОЛА	1/3 BACILLOMIX РАЗОР Б
1/3 BACILLOMIX РАЗОР Б	1/4 КОНТРОЛА	1/2 БИО ПЛУГ	1/1 ЕКОВИТАЛ
1/4 КОНТРОЛА	1/3 BACILLOMIX РАЗОР Б	1/1 ЕКОВИТАЛ	1/2 БИО ПЛУГ
1/1 ЕКОВИТАЛ	1/2 БИО ПЛУГ	1/3 BACILLOMIX РАЗОР Б	1/4 КОНТРОЛА

Шема 1. Шема огледа на обе огледне парцеле (РПГ Стеван Грујић и РПГ Сава Тутуров)

Узорак	Дубина cm	KCl pH	H ₂ O pH	CaCO ₃ g/kg	Хумус %	Азот %	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O
1/1	0-30	7,43	8,2	139,93	2,73	0,14	39,2	25,6
1/2	0-30	7,51	8,21	159,07	2,47	0,12	25,1	20,7
1/3	0-30	7,48	8,19	167,87	2,02	0,1	25,9	20
1/4	0-30	7,48	8,23	149,44	2,06	0,1	28,5	20,5
2/1	0-30	7,48	8,23	158,75	1,89	0,09	28,4	21,9
2/2	0-30	7,47	8,16	163,23	3,08	0,15	31,7	24,2
2/3	0-30	7,48	8,24	164,03	2,86	0,14	27,4	20,5
2/4	0-30	7,44	8,15	130,29	2,73	0,14	33,5	22,8
3/1	0-30	7,39	8,05	129,49	2,97	0,15	36	23,9
3/2	0-30	7,45	8,18	139,23	2,52	0,13	28,7	20,3
3/3	0-30	7,38	8,15	125,07	2,92	0,15	35	23,4
3/4	0-30	7,45	8,22	130,16	2,65	0,13	35	19,7
4/1	0-30	7,43	8,09	129,63	2,52	0,13	26	20
4/2	0-30	7,43	8,16	105,73	2,66	0,13	34,2	23,5
4/3	0-30	7,4	8,14	115,34	2,61	0,13	34,8	22,8
4/4	0-30	7,48	8,23	110,88	2,9	0,15	29,6	20,2

Табела 1. Хемијске карактеристике узорака земљишта на огледној парцели 1 пре додатака препарата

Пре додатка препарата на огледној парцели 1 рН и H₂O се кретао од 8,05-8,23, а рН у KCl од 7,38-7,51. Садржај карбоната се кретао од 110,88-167,87 g/kg. Садржај хумуса од 1,89%-3,08%. Садржај азота 0,09%-0,15%. Садржај лакоприступачног фосфора 25,1-39,2 mg/100 g земљишта, садржај лакоприступачног калијума 19,7-25,6 mg/100 g земљишта.

Према класификацији земљишта према рН и H₂O испитиван и узорци се сврставају у средње алкална земљишта. Према садржају карбона-

та спадају у слабо карбонатна земљишта. На основу садржаја хумуса земљишта су слабо до умерено хумозна. Док према садржају азота спадају у земљишта средње обезбеђена азотом. Садржај лакоприступачног фосфора указује да су узорци високо обезбеђени фосфором, и оптимално обезбеђени калијумом.

Узорак	Дубина cm	KCl pH	H ₂ O pH	CaCO ₃ g/kg	Хумус %	Азот %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O
P81/2021 1/1	0-30	7,45	8,15	50,38	4,13	0,21	14,9	26
P82/2021 1/2	0-30	7,41	8,16	60,46	3,88	0,19	12	25,2
P83/2021 1/3	0-30	7,45	8,18	85,40	3,67	0,18	14,5	22,4
P84/2021 1/4	0-30	7,49	8,19	95,44	3,77	0,19	11,1	27,4
P85/2021 2/1	0-30	7,43	8,16	85,66	4,33	0,22	17,2	24
P86/2021 2/2	0-30	7,46	8,2	85,57	4,18	0,21	14,3	29,8
P87/2021 2/3	0-30	7,44	8,20	6,047	4,16	0,21	15,7	23,4
P88/2021 2/4	0-30	7,37	8,12	40,35	4,44	0,22	18,9	26
P89/2021 3/1	0-30	7,51	8,22	11	3,61	0,18	15	26,6
P90/2021 3/2	0-30	7,46	8,18	80,45	4,48	0,22	18,6	24,9
P91/2021 3/3	0-30	7,38	8,196	55,37	4,54	0,23	18,9	23,4
P92/2021 3/4	0-30	7,44	8,14	71,86	4,41	0,22	22,3	25,7
P93/2021 4/1	0-30	7,42	8,17	85,48	4,59	0,23	19,8	24,7
P94/2021 4/2	0-30	7,46	8,18	80,46	4,15	0,21	21	26,5
P95/2021 4/3	0-30	7,54	8,22	130,21	3,98	0,2	16	29
P96/2021 4/4	0-30	7,51	8,26	12	4,07	0,20	18,6	27,1

Табела 2. Хемијске карактеристике узорака земљишта на огледној парцели 2 пре додатака препарата

Узорак	Дубина cm	KCl pH	H ₂ O pH	CaCO ₃ g/kg	Хумус %	Азот %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O
1/1	0-30	7,54	8,26	122,19	2,81	0,14	33,5	23,3
1/2	0-30	7,58	8,25	150,24	2,49	0,12	23,5	19,8
1/3	0-30	7,57	8,31	154,92	2,10	0,11	25,7	17,4
1/4	0-30	7,50	8,32	145,39	2,27	0,11	28,4	19,5
2/1	0-30	7,49	8,28	145,54	1,93	0,10	25,9	19,6
2/2	0-30	7,50	8,24	145,68	3,00	0,15	30,6	20,2
2/3	0-30	7,52	8,30	140,85	2,50	0,13	27,3	24
2/4	0-30	7,47	8,26	117,60	2,85	0,14	33,2	24,7
3/1	0-30	7,46	8,23	126,89	3,05	0,15	33,1	22,8
3/2	0-30	7,47	8,30	127,01	2,58	0,13	29,3	18,9
3/3	0-30	7,50	8,28	117,50	3,08	0,15	41,1	24,5
3/4	0-30	7,50	8,29	140,70	2,51	0,13	30,9	20,6
4/1	0-30	7,52	8,28	136,16	2,76	0,14	30	20,5
4/2	0-30	7,46	8,27	103,29	2,90	0,14	35,9	21,5
4/3	0-30	7,48	8,25	131,44	2,57	0,13	34,5	21,4
4/4	0-30	7,51	8,28	136,01	2,96	0,15	30,42	18,7

Табела 3. Хемијске карактеристике узорака земљишта на огледној парцели 1 након додатака препарата

Пре додатка препарата на огледној парцели 2 pH и H₂O се кретао од 8,12-8,26, а pH у KCl од 7,37-7,54. Садржај карбоната се кретао од 6,047-130,21 g/kg. Садржај хумуса од 3,67%-4,59%. Садржај азота 0,18%-0,23%. Садржај лакоприступачног фосфора 11,1-22,3 mg/100 g земљишта, садржај лакоприступачног калијума 22,4-29,8 mg/100 g земљишта.

Према класификацији земљишта према pH и H₂O испитиван и узорци

се сврставају у средње алкална земљишта. Према садржају карбоната спадају у слабо карбонатна земљишта. На основу садржаја хумуса земљишта су умерено до јако хумозна. Док према садржају азота спадају у земљишта добро обезбеђена азотом. Садржај лакоприступачног фосфора указује да су узорци средње сиромашно до оптимално обезбеђени фосфором, и оптимално обезбеђени калијумом.

Након додатка препарата на огледној парцели 1 рН и H_2O се кретао од 8,23-8,32, а рН у КСI од 7,46-7,58. Садржај карбоната се кретао од 103,29-154,92 g/kg. Садржај хумуса од 1,93%-3,08%. Садржај азота 0,10%-0,15%. Садржај лакоприступачног фосфора 23,5-41,1 mg/100 g земљишта, садржај лакоприступачног калијума 17,4-24,7 mg/100 g земљишта.

Према класификацији земљишта према рН и H_2O испитиван и узорци се сврставају у средње алкална земљишта. На основу садржаја хумуса земљишта су слабо до умерено хумозна. Према садржају карбоната спадају у слабо карбонатна земљишта. Док према садржају азота спадају у земљишта средње обезбеђена азотом. Садржај лакоприступачног фосфора указује да су узорци високо обезбеђени фосфором, и оптимално обезбеђени калијумом.

Узорак	Дубина	КСI	H_2O	$CaCO_3$	Хумус	Азот	P_2O_5	K_2O
		рН	рН	g/kg	%	%	mg /100 g	
1/1	0-30	7,49	8,18	51,91	4,06	0,20	21,6	29,2
1/2	0-30	7,46	8,19	65,99	3,94	0,20	14,3	26
1/3	0-30	7,61	8,29	98,99	3,85	0,19	16,2	26,4
1/4	0-30	7,55	8,21	108,32	3,85	0,19	12,4	27,8
2/1	0-30	7,54	8,19	80,30	4,21	0,21	20,2	28,2
2/2	0-30	7,49	8,18	85,03	4,26	0,21	18,6	30,8
2/3	0-30	7,55	8,29	56,63	4,12	0,21	18,5	27,3
2/4	0-30	7,64	8,37	42,51	4,48	0,22	21,4	27,1
3/1	0-30	7,53	8,26	103,60	3,65	0,18	16,1	26,3

Узорак	Дубина	KCl pH	H ₂ O pH	CaCO ₃ g/kg	Хумус %	Азот %	P ₂ O ₅ mg /100 g	K ₂ O
3/2	0-30	7,54	8,23	99,00	4,42	0,22	21,5	25,7
3/3	0-30	7,50	8,23	51,91	4,42	0,22	21	25,6
3/4	0-30	7,57	8,27	66,06	4,47	0,22	20,6	27,4
4/1	0-30	7,48	8,17	75,50	4,64	0,23	19,4	25,7
4/2	0-30	7,56	8,22	70,78	4,25	0,21	26,4	31,9
4/3	0-30	7,58	8,27	117,62	3,80	0,19	17,8	25,2
4/4	0-30	7,51	8,16	108,31	4,13	0,21	21,4	28,1

Табела 4. Хемијске карактеристике узорак земљишта на огледној парцели 2 након додатака препарата

Након додатка препарата на огледној парцели 1 pH и H₂O се кретао од 8,16-8,29, а pH у KCl од 7,46-7,64. Садржај карбоната се кретао од 42,51-117,62 g/kg. Садржај хумуса од 3,65% - 4,64%. Садржај азота 0,18% -0,23%. Садржај лакоприступачног фосфора 12,4 – 26,4 mg/100 g земљишта, садржај лакоприступачног калијума 25,7 - 31,9 mg/100 g земљишта.

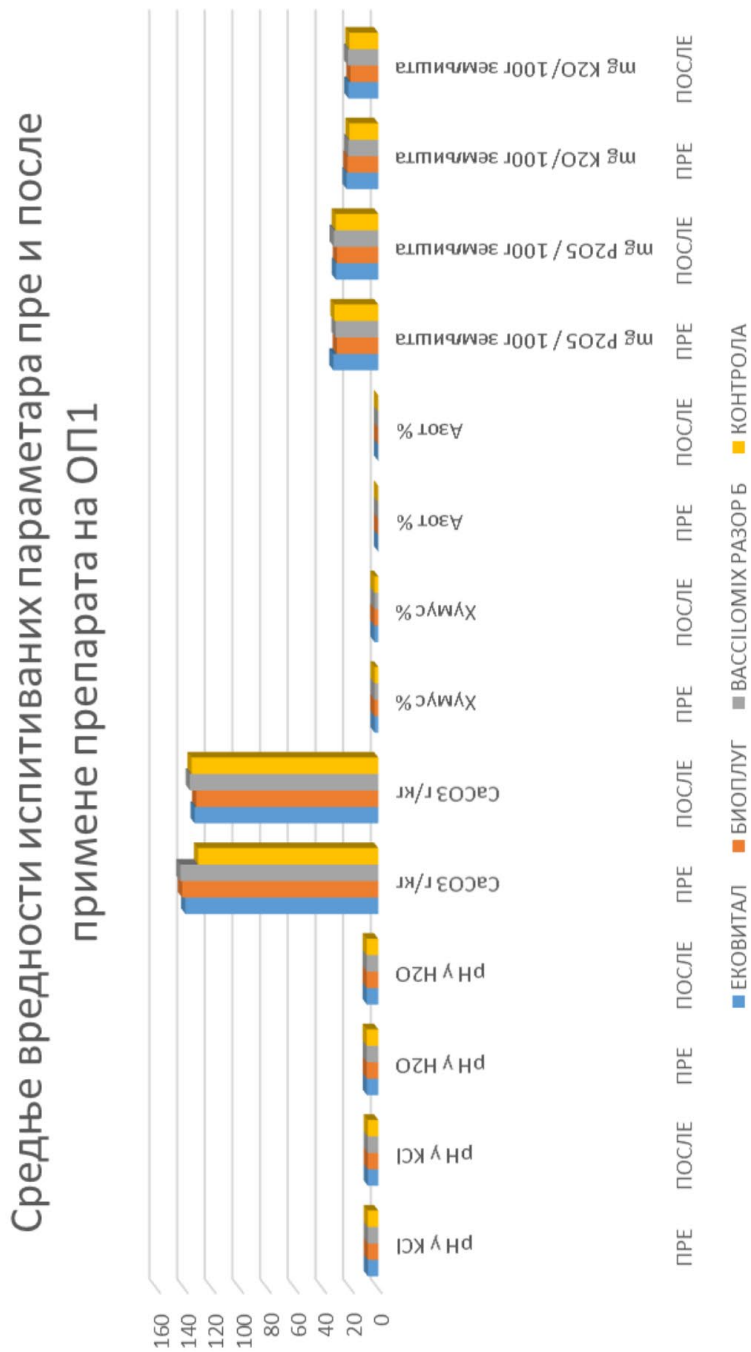
Према класификацији земљишта према pH и H₂O испитиван и узорци се сврставају у средње алкална земљишта. На основу садржаја хумуса земљишта су умерено до јако хумозна. Према садржају карбоната спадају у средње до јако карбонатних земљишта. Док према садржају азота спадају у земљишта средње обезбеђена азотом. Садржај лакоприступачног фосфора указује да су узорци оптимално обезбеђени фосфором, и добро обезбеђени калијумом.

Резултати мерења сабијености земљишта пенетрометром (Nm)

Контрола	Третман		
	Биоплуг	Ековитал	Vacillomix Разор Б
122 ± 10	127 ± 10	129 ± 15	120 ± 10

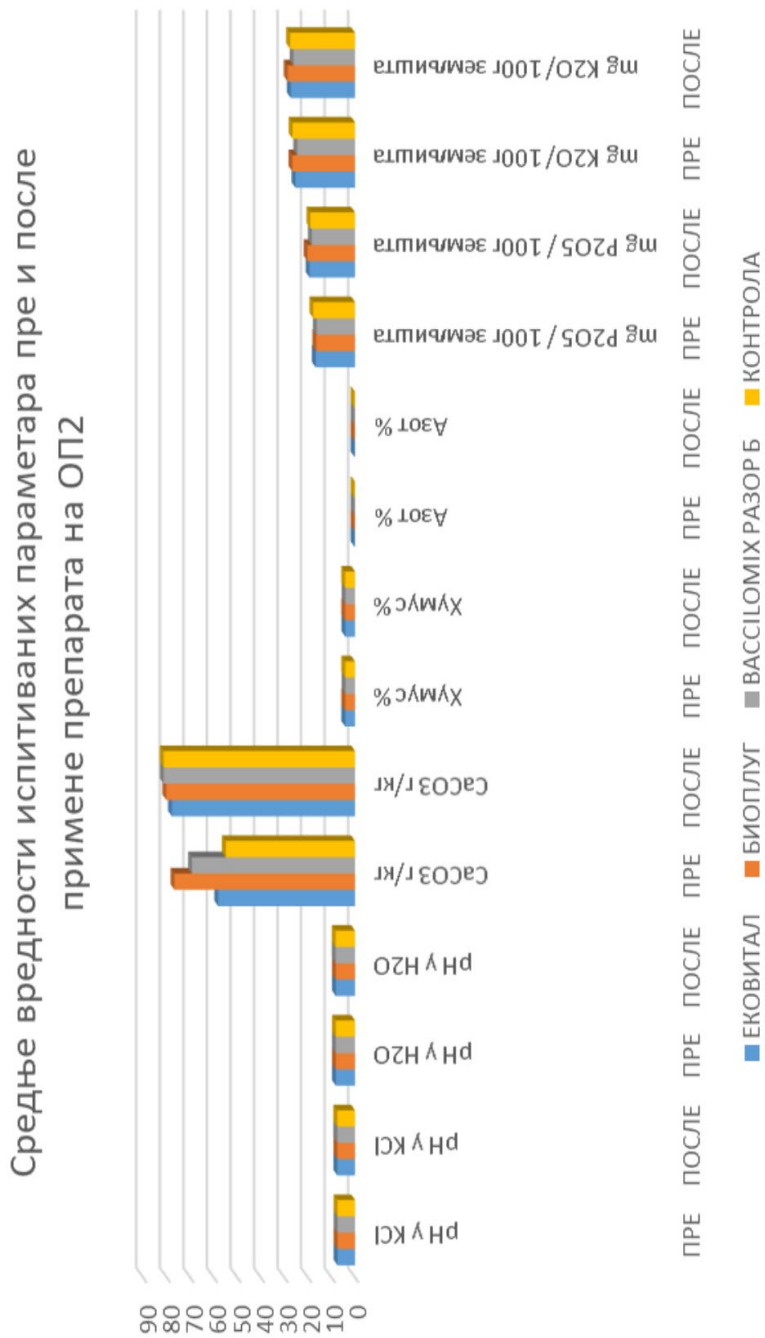
Из резултата се види да није било статистички значајних разлика између третмана и контроле. Ово је у скаладу са вишегодишњим резултатима који су вршени на много већим површинама. Оно што је битно је да је стварање хумуса дугорочан процес и да су разлике у примени настају после дугогодишње употребе препарата. Али ови препарати обогаћују земљиште корисним микроорганизмима, а све то утиче на дугорочно одржавање квалитета земљишта што је и циљ примене ових препарата у пољопривреди.

График 1. Средње вредности испитиваних параметара пре и после примене препарата на огледној парцели 1



На огледној парцели 1. позитиван ефекат додатка препарата забележен је у промени рН вредности, повећању садржаја хумуса и азота при додатку препарата БИОПЛУГ и ЕКОВИТАЛ.

График 1. Средње вредности испитиваних параметара пре и после примене препарата на огледној парцели 1



На огледној парцели 2. позитиван ефекат додатка препарата забележен као повећање pH вредности садржаја карбоната, лакоприступачног калијума и фосфора при додатку сва три препарата.

На основу добијених резултата примећено је да је утицај препарата супротно деловао на две испитиване парцеле. Заједнички позитивни ефекат је примећен у благом порасту рН реакције земљишта, док је ОП1 примећен позитиван ефекат на садржај азота и хумуса, на ОП2 позитивни ефекти су примећени на садржај карбоната лакоприступачног калијума и фосфора.

При вишекратној употреби тешке механизације у пољопривреди долази до сабијања земљишта што се одражава на водно ваздушни ваздушни режим земљишта а тиме се битно смањује активност. У највећем броју случајева ствара се плужни ђон који није добар за живи свет у земљишту, корен и транспорт минералних материја по пресеку земљишта. У сабијеним земљиштима је смањено упијање воде и хранива као и смањена минерализација азота. Испитивања механизацијом сабијених земљишта је показало смањен број глиста у земљишту, што доводи до поремећаја водно ваздушног режима у земљишту, а тиме и слабијег развоја корена и смањене активности корисних микроорганизама. На великим имањима је показано да примена неких микробиолошких препарата сигнификантно побољшава водно ваздушни режим и смањује сабијеност земљишта чиме се повећава активност и бројност корисних микроорганизама.

9. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Пољопривреда је један од највећих финансијских извора прихода у свету од развоја цивилизација. Данас, око 7,41 милијарде људи живи на Земљи, заузимајући 6,38 милијарди хектара земљине површине, од чега је 1,3 милијарде људи директно зависно од пољопривреде. За одрживо земљиште у одржавој пољопривреди динамичка природа је од примарне важности. Пољопривредна продуктивност, квалитет воде и климатске промене су под великим утицајем размене хранљивих материја, енергије и угљеника између органске материја земљишта, окружење тла, водених екосистема и атмосфере. Квалитет земљишта дефинише се садржајем различитих супстанци као што су садржај органског угљеника, влага, азот, садржај фосфора и калијума, али се прати и утицај различитих биотичких и абиотичких фактора. Међутим, неселективна употреба ђубрива, посебно азота и фосфора, довело је до значајног загађења земљишта смањењем рН вредности чинећи хранљиве материје недоступнима усевама који доводе до губитка продуктивности земљишта. Иако је 28,43% земљишта обрадиво, само 3,13% се користи за биљну производњу. Ситуација се додатно погоршава, пошто се 20–25% земљишта широм света деградира сваке године. Како је проширење пољопривредног земљишта скоро немогуће, примена решења која су проистекла из научних истраживања, али и примена нових агротехничких мера неопходна је за испуњавање све већих захтева како би се одржала плодност земљишта. Неке од актуелних техника укључене у одрживу пољопривреду су праксе одрживог управљања и интензивирање пољопривреде, гајење генетски модификованих усева за формирање симбиотских односа који би побољшали фиксацију азота или утицали на промоцију раста биљака уз коришћење микроорганизама и употребу биођубрива. Поред тога, многе друге друштвене-економске и научне технике које доприносе одрживом развој пољопривреде укључује отпорност на болести, отпорност на заслаћеност, отпорност на сушу, отпорност на стрес од тешких метала и бољу нутритивну вредност. Употреба микроорганизама у земљишту, као што су бактерије, гљиве и алге, је један од могућих начина да се ови жељени циљеви испуне. Овај приступ се постиже кроз технике као што су био-ђубрење или процесе био, фито или ризо ремедијације.

Неопходно је истаћи, да само континуирана примена микробиолошких ђубрива доводи до трајног побољшања квалитета земљишта. Ова

врста ђубрива има и економску и еколошку оправданост, а у прилог томе говоре научне студије, а и сам раст светског тржишта ових препарата. Њиховом применом смањују се трошкови биљне производње, редукује се употреба минералних ђубрива, а биљке лакше усвајају хранљиве елементе. Са еколошког аспекта, нема додатног загађења земљишта и подземних вода и не нарушава се природни диверзитет земљишне микрофлоре. Ова ђубрива се могу користити и у органској производњи, те се њиховом применом омогућава производња здравствено безбедне хране. Због свега наведеног и у Републици Србији забележен је раст производње ових ђубрива. На тржишту се налазе нове формулације препарата, које дају боље резултате. У овој студији су примењивана микробиолошка ђубрива, али нису забележене значајније разлике, што је и за очекивати, с обзиром на чињеницу, да се позитивни ефекти виде након континуиране примене. Препорука је, да се и у наредном периоду ова ђубрива користе, раде анализе земљишта и прати биодиверзитет микроорганизама, јер су то показатељи побољшања квалитета земљишта.

РЕФЕРЕНЦЕ

1. Rajković M., Stojanović M., Glamočlija Đ., Tošković D., Miletić V., Stefanović V., Lačnjevac Č. (2012). Wheat Samples and Heavy Metals. *Journal of Engineering & Processing Management*, 4(1), 85-126.
2. Aksentijević S., Kiurski J., Šarenac T. (2017). Plodnost zemljišta – uslov za održivi razvoj. *Ekonomija teorija i praksa*, 10(4), 1-16.
3. Jovanović, O. (2012). Zagađenje i zaštita zemljišta, Beograd, Visoka škola strukovnih studija – Beogradska politehnika.
4. Keesstra, S.D., J. Bouma, J. Wallinga, P. Tittonell, P. Smith, A. Cerdà, L. Montanarella, J.N. Quinton, Y. Pachepsky, W.H. van der Putten, R.D. Bardgett, S. Moolenaar, G. Mol, B. Jansen and L.O. Fresco, (2016). The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *Soil* 2, 111–128.
5. Schulte, R.P.O., R.E. Creamer, T. Donnellan, N. Farrelly, R. Fealy, C. O'Donoghue and D. O'hUallachain, 2014. Functional land management: a framework for managing soil-based ecosystems services for the sustainable intensification of agriculture. *Environ. Sci. Pol.* 38, 45-58.
6. Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor, and S. Polasky, 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677
7. Jarak, M., Đurić, S. (2008). Mikroorganizmi u zemljištu u funkciji održive poljoprivrede. In: M. Manojlović (ed.), *Đubrenje u održivoj poljoprivredi*. (pp. 98-117). Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia.
8. Bashan, Y. (1998). Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnology Advances*, 16, 729-770.
9. Belić M., Nešić Lj., Ćirić V. (2014). *Praktikum iz pedologije*, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
10. Dugalić G, Gajić B (2012). *Pedologija, prvo izdanje*. Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak.
11. Gouda, S., Kerry, R. G., Das, G., Paramithiotis, S., Shin, H. S., Patra, J. K. (2018). Revitalization of plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. *Microbiological Research*, 206, 131-140.

12. Kulikova, N. A., Perminova, I. V. (2021). Interactions between humic substances and microorganisms and their implications for nature-like bioremediation technologies. *Molecules*, 26(9), 2706.
13. Olk, D.C.; Bloom, P.R.; Perdue, E.M.; McKnight, D.M.; Chen, Y.; Fahrenhorst, A.; Senesi, N.; Chin, Y.-P.; Schmitt-Kopplin, P.; Hertkorn, N.; et al. Environmental and agricultural relevance of humic fractions extracted by alkali from soils and natural waters. *J. Environ. Qual.* **2019**, 48, 217–232.
14. MacCarthy, P. The principles of humic substances. *Soil Sci.* **2001**, 166, 738–751.
15. Grinhut, T.; Hadar, Y.; Chen, Y. Degradation and transformation of humic substances by saprotrophic fungi: Processes and mechanisms. *Fungal Biol. Rev.* **2007**, 21, 179–189.
16. Piccolo, A. Humus and soil conservation. In *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*, 1st ed.; Piccolo, A., Ed.; Elsevier Science: Amsterdam, The Netherland, 1996; pp. 225–264.
17. Yanagi, Y.; Yoda, K.; Ogura, K.; Fujitake, N. Population of humic acid degrading microorganisms in Andosols under different vegetation types and grassland management regimens. *Microbes Environ.* **2008**, 23, 44–48.

^{1, 2} <https://psss.rs/forum/3/31000-azotofiksacija-%E2%80%93oboga%C4%87ivanje-zemlji%C5%A1ta-azotom-i-njegov-zna%C4%8Daj-za-razvoj-biljaka.htm>

³ <https://www.prnewswire.com/news-releases/biostimulants-market-to-grow-over-2-billion-during-2021-2025--technavio-301341202.html>



Министарство пољопривреде,
шумарства и водопривреде



EDUCONS
UNIVERZITET

Инвеститор:

**Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде
Републике Србије**

Институције реализатори:

**Пољопривредна саветодавна и стручна служба Врбас доо,
носилац пројекта**

Подизвођач:

**Факултет еколошке пољопривреде,
Универзитет Едуконс, Сремска Каменица**

Дизајн, припрема и штампа:
Минипринт, Врбас

mini!print!



Пољопривредна саветодавна и стручна служба Врбас основана је 1959. године као ратарско-воћарска станица са циљем унапређења пољопривредне производње на територијама општина Бечеј, Србобран, Кула и Врбас. Подручје које својим радом покрива ПССС Врбас има изузетно повољне услове за савремену пољопривредну производњу (клима, пољопривредно земљиште, водотокови, развијена прерађивачка индустрија) и располаже земљишним потенцијалом од око 143.220 хектара пољопривредног земљишта, што чини 87,97% укупне територије овог подручја. У оквиру пољопривредног земљишта обрадиве површине износе 137.259 хектара, највећим делом најквалитетније земље. Најзаступљенија је ратарска производња, али се последњих година значајан број пољопривредних произвођача одлучује за воћарску и повртарску производњу.

Циљ рада ПССС Врбас је унапређење пољопривредне производње, економско јачање пољопривредних газдинстава и производња здравствено безбедних пољопривредних производа уз посебан акценат на заштити животне средине и очувању традиције и културног наслеђа.



Универзитет Едуконс у Сремској Каменици, основан 2008. године, динамична је високошколска установа која прати и усваја научне и образовне трендове, а тренутно се у њеном саставу налази 9 факултета. Од тога су 7 факултета интегрисани (међу њима је и Факултет еколошке пољопривреде), а 2 факултета су чланице Универзитета.

Факултет Еколошке пољопривреде је основан и акредитован 2010. године, а данас има сва три нивоа студија: основне, мастер и докторске студије. Основни циљ факултета је образовање, усавршавање и међународна сарадња и размена студената и наставника у области пољопривреде са нагласком на органску производњу. Наставници са овог факултета учествују у националним и међународним пројектима, као и у писању студија везаних за пољопривреду. До сада Факултет је учествовао у 8 међународних пројеката (Tempus, Erasmus+ и IPA – прекогранична сарадња). Кроз ове пројекте велики број студената је похађао наставу на различитим универзитетима у Европи.

У оквиру факултета налази се најмодернија опрема за вежбе и професионалне анализе која је доступна студентима свих профила и наставницима за научноистраживачки рад. На факултету је основан и Центар за унапређење истраживања у органској производњи.

У оквиру Универзитета Едуконс налази се и сертификована лабораторија за анализе квалитета хране, ГМО и анализу садржаја тешких метала у животnoj средини.

