

SOIL STRUCTURE AND MICRO-ORGANISMS IN SOIL AS AN ECOSYSTEM

Blagica Cekova

MIT University, Faculty of Ecological Resources Management, Skopje, Macedonia cekovab@yahoo.com

Margarita Matlievska

MIT University, Faculty of Economics, Skopje, Macedonia mmatlievska@yahoo.com

Filip Jovanovski

Faculty of Technology and Metallurgy, University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia

f.jovanovski95@yahoo.com

Toni Mitrovski

PHI Polyclinic Medica Plus – Skopje, Macedonia toni-medikaplus@hotmail.com

Abstract: The solid phase is dominant in the soil. In general, it is an aerobic environment in which a large number of organic and inorganic substances are found. The plants are the main producers of organic matter. At the surface of the soil, organic matter accumulates in the form of leaves and branches which are transformed into waste, while under the soil organic matter is in the form of roots that decompose over time. Organic matter accumulates in different types of soil. The microbial products do not penetrate into the soil; yet, in different types of soil microbial communities are observed. Their activities in the soil can lead to the formation of minerals (dolomite). The appearance of microorganisms in different soil types depends on the source of energy they are receiving (algae or nutrients in the rain dust). Algae and cyanobacteria affect the accumulation of organic matter, especially in abandoned living environments. Changes in the temperature and humidity of the soil, agricultural human activities and other factors contribute to soil dynamics. Influences to that also have many microorganisms and organisms living in it (bacteria, fungi, protozoa, insects). These organisms contribute to the formation and maintenance of the soil primarily because of the interactions of microorganisms and various substrates or substances in the soil. The structure of different soil types and the impact of the microorganisms living in it will be presented in this paper.

Keywords: Soil, Microorganisms, Organic Matter, Environment.

СТРУКТУРА НА ПОЧВА И МИКРООРГАНИЗМИТЕ ВО ПОЧВАТА КАКО ЕКОЛОШКА СРЕДИНА

Благица Цекова

МИТ Универзитет, Факултет за Менаџмент на Еколошки Ресурси, Скопје, Македонија

cekovab@yahoo.com

Маргарита Матлиевска

МИТ Универзитет Економски факултет, Скопје, Македонија mmatlievska@yahoo.com

Филип Јовановски

Технолошко-Металуршки Факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј, Скопје, Македонија

f.jovanovski95@yahoo.com

Тони Митровски

ПЗУ Медика Плус-Скопје, Македонија toni-medikaplus@hotmail.com

Апстракт: Цврстата фаза е доминантна во почвата таа генерално е аеробна средина во која се наоѓаат голем број органски и неоргански материји. Главни продуценти на органската материја се растенијата. Органската материја се акумулира над земјата во вид на листови, гранки кои се претвораат во отпад и под земјата како корени кои растат и изумираат. Почвата во која се акумулира органската материја е разновидна. Микробните продукти не пенетрираат но во сите се забележани микробни заедници. Микробните активности во овие средини може да водат конформирање на минерали како што е доломитот, исто така можна е појавата на микробни активности во длабоките резервоари на нафта, во карпите, при избивањето на рудата, на површините на карпите и слично. Појавата на микроорганизмите на различните видови на почва зависи од изворот на енергија кои го добиваат, пример од алгите, од хранливите материји (нутриентите) во дождовната

прашина. Алгите и цијанобактериите влијаат брз аколудацијата на органската материја особено во напуштените животни средини. Промените на температурата и влажноста на почвата, нејзината обработка и сличните пореметувања, условуваат истата да не е статична, а учество во тоа имаат и големиот број микроорганизми/ организмите присутни во неа, како што се бактериите, габите, протозоите, инсектите. Овие организми придонесуваат во формирањето и одржувањето на почвата пред се поради интеракциите на микроорганизмите и различните супстрати или материи во почвата. Во овој труд ќе биде прикажана структурата на почвите и влијанието на микроорганизмите присутни во неа.

Клучни зборови : почва, микроорганизми, органска материја, еколошка средина.

ВОВЕД

Почвата претставува тридимензионално динамичко природно тело со многу сложен состав кој, пред се зависиси од составот на матичниот супстрат (карпите) и од органските остатоци од кои таа се формирала. Почвата е многу значајна компонента на животната средина, бидејќи претставува основен и незаменлив ресурс за производство на храна, што е, основен и незаменлив ресурс за опстанок на човекот, но за многу други организми на Земјата. Таа а обезбедува основата за масовен живот на Земјата преку искористување на Сончевата енергија од страна на растејата и на тој начин има значајна улога во кружењето на јаглеродот во природата, но и на многу други елементи што се значајни општо за животот. Двојната улога што ја има почвата, односно од друга- да служи како собирач на отпадоците, може да биде нарушена од активностите на човекот. Всушност, често пат и покрај тоа што активоста на човекот е насочена кон подобрување на својствата на почвата, сепак доведува до нејзино загадување. Така, на пример, со додавање на големи количества на ѓубрива, со цел да се зголемат приносите, може да се наруши улогата на филтер, а дренажната вода која содржи вишок растворени соли од ѓубривото да доведе до секундарно засолување на почвата. Почвата се формирала во текот на дологтрајните процеси на промената на површината на Земјата, под влијание на различни педогенски фактори како што се : климата, животинскиот свет, супстрат, релјефот и времето. Составот на почвата може да се набљудува како повеќефазен систем, составе од цврста, течна и од гасовита фаза. Цврстата фаза зафаќа 50 % (вол) од почвата и претставува смеса од органски и неоргански материи, кои го составуваат скелетот на почвата, кој, пак, содржи пори исполнети со течност и со гасови, чиј однос варира во зависност од влажноста. Цврстата фаза главно се состои од неоргански материи (повеќе од 80 %), но се сретнуваат и почви во кои доминираат органските материи. Всушност, оптималната почва за одгледување на растенијата треба да содржи околу 45% неогански материи, 5% органски, 24% вода и 25 % воздух.

КОНЦЕНТРАЦИЈА НА ПОЧВЕН РАСТВОР

Вкупната содржина на растворени материи во водата од почвата се означува како концентрација на почвен раствор. Содржината на растворените материи во почвите, односно концентрацијата, најчесто се мери во проценти - %. Во нашите почви концентрацијата најчесто е помала од 0.1%, што значи дека на 100 g почва има помалку од 0,1 g соли. Концентрацијата во почвата постојано се менува во зависност од содржината на вода, хемиските и останатите процеси, примена на агротехнички мерки и сл. Земјоделски растенија можат нормално да растат и да се развиваат доколку концентрацијата на почвениот раствор е помала од 0,2 %. Почви со поголема концентрација на почвениот раствор од 0,2 % се засолени почви.

СОСТАВ НА ПОЧВЕН РАСТВОР

Во водата од почвата има растворено најразлични минерални и органски материи.

Минералните материи најчесто се во форма на јони, катјони и анјони. За земјоделското производство значајни се растворените биогени и токсични материи. Како токсични материи се сметаат оние, со висока концентрација на соли, H^+ и OH^- јоните, низок редокс потенцијал и токсично количество на некои микроелементи (борати, железо, манган и сл.). Од концентрацијата на почвениот раствор зависи примањето на вода и хранливи материи, од страна на растенијата. Доколку има големо количество на соли (поголема концентрација) во почвата, сепристапува кон мелиоративна мерка отсолување, односно промивање на солите. Во табелата 1 подолу се дадени елементите и јоните што се добиваат од нив :

Табела 1. Состав на почвата

Елемент	Хемиски знак	Јони		
Јаглерод	C	CO_3^{2-}	HCO_3^-	
Водород	H	H^+	OH^-	
Кислород	O			
Азот	N	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-
Фосфор	P	HPO_4^{2-}	$H_2PO_4^-$	
Калиум	K	K^+		
Калциум	Ca	Ca^{2+}		
Сулфур	S	SO_4^{2-}	SO_3^{2-}	
Магнезиум	Mg	Mg^{2+}		
Железо	Fe	Fe^{3+}	Fe^{2+}	
Манган	Mn	Mn^{3+}	Mn^{2+}	
Молибден	Mo	MoO_4^-		
Бакар	Cu	Cu^+		
Цинк	Zn	Zn^{2+}		
Бор	B	BO_3^{2-}		
Хлор	Cl	Cl		
Кобалт	Co	Co^{2+}		

ФИЗИЧКИ СВОЈСТВА НА ПОЧВАТА

Од физичките својства на почвата значајни се : структурата, специфична тежина, порозноста на почвата, конзистенција и физичко-механичките својства.



Слика 1. Изглед на почва

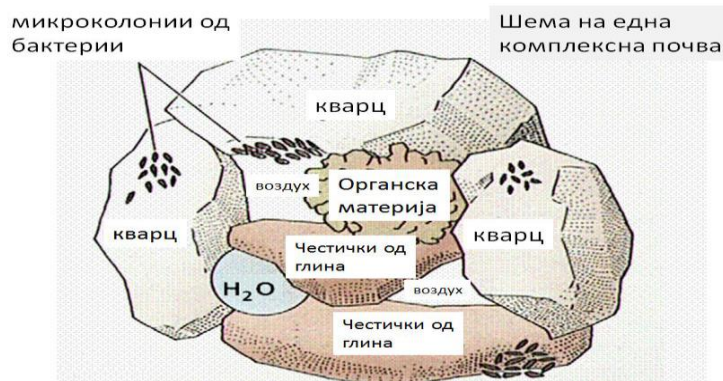
Структура на почвата

- Честичките од песок, прав и глина во почвата, најчесто се слепуваат меѓу себе во помали или во поголеми агрегати. Сподобноста на почвите да образуваат агрегати се нарекува структурност, а агрегатите што се добиваат при обарботка на почвата сенаречени структурни агрегати.

- Образувањето на структурните агрегати се нарекува агрегација, а разрушувањето дезагрегација. Доколку се образуваат структурни агрегати што се стабилни во вода, и имаат димензии 0,25 до 1mm во форма на зрно, тогаш процесот е наречен гранулација.

Структурните агрегати имаат различна големина и форма. Според големината се делат на : микроструктурни - < од 0,25 mm, макроструктурни - > од 0,25 mm. Се разликуваат три типа на структура : едночестична, кохерентна и агрегатна структура. Едночестична структура имаат почвите со груб механички состав. Кај нив механичките елементи немаат способност да се сврзуваат меѓу себе. Такви се чакалестите и песоковите почви. Кохерентната (масивната) структура се карактеризира со рамномерен распоред на механичките елементи меѓусебно сврзани во компактна маса. Кохерентната структура може да се јави кај правоводни или песоковно-илести супстрати. Во нив има доволно калози за слепување на целата маса, но нема доволно за да предизвика бабрење и контракција, што е неопходно за образување на агрегатите. Агрегатна структура, се карактеризира со поделеност на почвената маса на фрагменти коишто се јасно ограничени од сите страни, а се составени од меѓусебно сврзани примарни честички. Тие агрегати се наречени структурни. Структурни агрегати се тродимензионални тела и можат да се јават во различни форми, односно : плочеста, призмовидна, полиедрична и сфероидална.

Агрегатите според формата можат да се групираат во три главни групи : кубоморфна (полиедрична и сфероидална), призморфна (призмовидна) и ламинорфна (плочеста или листеста). Структурата на почвата е прикажана на Слика 2.



Слика 2. Структура на почва

Агрегатите можат да бидат природни и вештачки. Природните се создале во тек на подогенезата, а вештачките се создадени со влијание на човекот. За образување на структурните агрегати во почвата, големо влијание имаат колоидните честички, кои во процесот на коагулација ги слепуваат честичките од глина, прав и песоко помали агрегати. Доколку коагулацијата на колоидите е извршена со Ca^{2+} Mg^{2+} коагулираните агрегати ќе бидат стабилни во вода, а коагулацијата е неповратна и, ако е извршена со Na^+ јони коагулацијата ќе биде повратна, а агрегатите ќе бидат нестабилни во вода. Нестабилни во вода ќе бидат и агрегатите кои се образувале со мрзнење и сушење на почвата. Под стабилност на структурните агрегати се подразбира способност да се спротистават на разрушувачкото дејство на водата. Механичка стабилност на агрегатите претставува отпорност на механичко разрушување (ситнење).

Образувањето на структурни агрегати се одвива со следниве процеси : Со сушење-влажнење, мрзнење-топење, висока температура, под влијание на кореновиот систем, животните и човекот, односно формирање на агрегати со механички сили :

- со циментирање (лепење) на агрегатите под влијание на растителните корења, микроорганизмите и животните,

- неповратна коагулација на колоидната и сл, при што агрегатите се стабилизираат. Разрушувањето на стабилните структурни агрегати може да биде под влијание на дождовните капки, со обработка на почвата, намалување на хумусот, долготрајно ѓубрење со кисели ѓубриња и сл. Доколку структурните агрегати се стават во вода и за 3 минути се распадат, тие не се воопшто стабилни, ако се распадат за 30 min.

тие се нестабилни, а ако не се распаѓнат тие се стабилни. Почвата може да биде во структурна и бесструктурна состојба. Безструктурната почва е онаа каде што честичките не се слепени односно, што содржи големо количество на песок. За плодна почва е онаа каде што честичките не се слепени односно, што содржи големо количество песок. За плодна почва се смета онаа која што има стабилна зрнеста структура отпорна на распаѓање на вода. На стабилноста на структурата позитивно влијае хумусот, калциумот и одгледувањето на повеќе годишни треви и детелина. Од структурата на почвата зависи нејзината плодност, односно водниот, воздушниот и топлотниот режим на почвата, достапноста на хранливите материји и водата за растенијата и за микроорганизмите. **Специфична густина на почвата**- постојат два вида на специфична густина на почвата : вистинска и волуменска. Под вистинска или фактичка специфична густина се подразбира тежина на 1 cm^3 почва без пори, изрезана во грамови. Оваа специфична густина не зависи од димензијата на честичките и нивната компактноста, туку од минералошкиот состав и од содржината на органска материја. Вистинската специфична густина на почвата најчесто изнесува од 2,6 до 2,7. Таа е густина на цврстата фаза на почвата. Волуменската специфична густина претставува тежина на 1 cm^3 сува почва во природна состојба (со пори) изразена во грамови. Оваа специфична густина зависи од вистинската специфична густина и од порозноста. Песокливите почви имаат поголема волуменска специфична густина, оние со повеќе хумус имаат помала густина. Во нашите почви волуменската специфична густина се движи од 1,3 до 1,6. Вистинската специфична густина е индикатор на минералошкиот состав и хумусноста на почвата. Волуменската специфична густина е индикатор за збиеноста на почвата, од која пак зависат водните и воздушните својства.



Слика 3. Специфична густина на почва

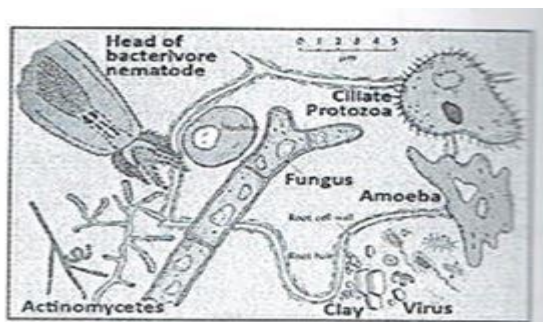
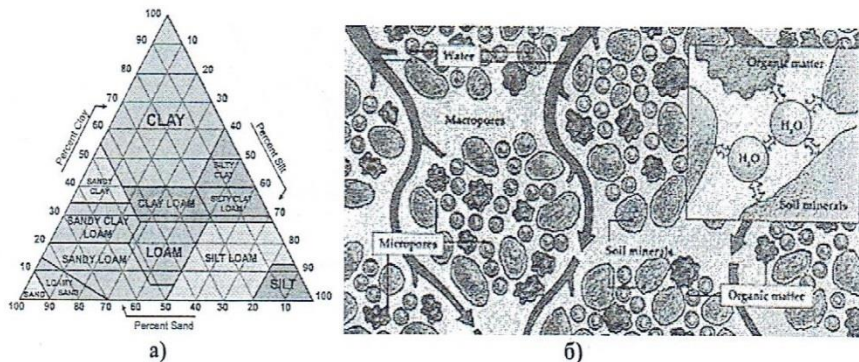
ПОРОЗНОСТ НА ПОЧВАТА

При слепување на примарните честички во структурни агрегати помеѓу нив остануваат празнини, бидејќи не се допираат по целата површина. Празнините што се јавуваат помеѓу почвените честички и агрегатите се наречени почвени пори. Вкупниот волумен на порите изразен во тежински проценти се нарекува порозност на почвата. Порозноста на почвата најчесто движи од 40 до 60%. Во зависност од големината, порите можат да бидат : микропори < од 50 микрони и макропори > 10 микрони. Почвите, во почвата можат да бидат капиларни и некапиларни. Во капиларните пори се задржува водата а во некапиларните воздухот. Почвите, во зависност од вкупната порозност се делат на : порозни: > 45 %, малку порозни: од 30 до 45 % ,непорозни: < 30 %. Порозноста на почвата зависи од механичкиот состав, структурата, содржината на органската материја, компактноста, обработката и сл. Од порозноста на почвата зависат водните, воздушните и топлотните својства на почвата, плодноста и др.

МИКРООРГАНИЗМИ ВО ПОЧВАТА

Почвата содржи пори со различни големини кои се достапни за експлатација и колонизација. Микро-средината на почвата се состои од бактерии, филаментозни фунги, протозои чија шема е прикажана на слика 4. Бактериите во почвата имаат тенденција да бидат присутни како изолирани микро-средини на површината на почвата и во самите пори на почвата. Филаментозните фунги растат на и помеѓу овие агрегирани честички, а протозоите се движат во водениот филм и ги напаѓаат или се хранат со бактериите, особено ако тие не се навлезени (заштитени) во порите на почвата. Постојат различни почви : песочни со $d=0.05-2.0 \text{ mm}$, калливи со $d=0.002-0.05 \text{ mm}$, глиненни со $d > 0.002 \text{ mm}$, (смолица и глинена-иловица, која се состои од

песочни честички, калливи честички, и глинени честички) или со нивни комбинации со што се добиваат 12 различни типови на почви (Слика 5) во кои органската материја се јавува во вид на делови од свежи растенија, остатоци од животни, инсекти и др, а истата влијае во формирањето на почвените хетерогени агрегати кои може да се со различна големина и порозност.



Слика 4. Во еден грам почва можно е присуство на : 1 билион бактерии, 200 милиони актиномицети, 10-20 милиони фунги, 1 милион протозои и околу 50 нематоди (ватчести црви)

Слика 5. а) Видови на почви б) Компоненти во почвена структура



Слика 6. Изглед на песклива почва



Слика 7. Изглед на каллива почва

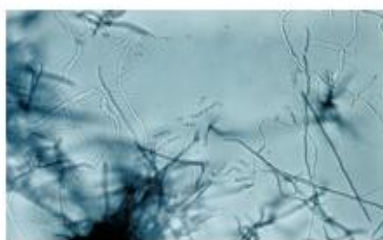


Слика 8. Глинена почва

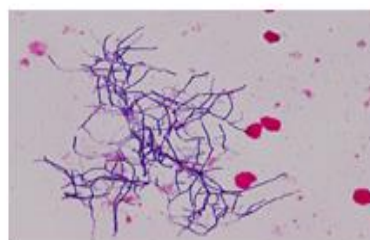


Слика 9. Пресек на почвата, и опис на микроорганизмите кои се присутни во неа

Со текот на времето, органските материи во комплексниот матрикс од почвените агрегати постепено се трансформираат во богат нутритивен хумусен материјал под дејство на бактериите и фунгите кои ги користат на различни начини. Повеќето почвени бактерии се лоцирани на површината на почвените честички и бараат вода и нутриенти кои мора да бидат лоцирани во нивна непосредна близина. Бактериите се сместени внатре во малите почвени пораи (2-6 микрометри во дијаметар) каде што е намалена можноста да бидат изедени од протозоите (амебите, флагелатит, цилиатите). Филаментозните фунги (габите) спротивно од бактериите тежнеат да бидат лоцирани надвор од агрегатите. Овие организми со нивното филаментозно растење формираат мостови помеѓу разделните региони каде што е достапна влагата. Филаментозните фунги можат да ги пренесуваат нутриентите и водата на поголеми растојанија во почвата. Многу од присутните организми во почвата како што се протозоите, инсектите, нематодите и другите присутни почвени животни се хранат со бактериите и фунгите кои се дел од големиот број микроорганизми (Табела 2) присутни во почвата. Различни видови микроорганизми како бактерии, фунги, алги, потоа протозоите и вирусите како и различните нематоди, инсекти итн се наоѓаат во различна длабочина на почвата и во различни видови почва во зависност од нејзината природа, достапноста на кислородот т.е аерацијата, температурата, органските материи, влажноста итн. Од бактериите кои може да ја користат органската материја во почвата се застапени како автотрофните и хетеротрофните бактерии кои припаѓаат на *Eubacteriales* и *Actinomycetales*. Позначајни се родовите *Streptomyces*, *Nocardia* (Слика 10) и *Micromonospora* (Слика 11) кои и даваат карактеристичен земјен мирис на почвата (на свежо изорана нива) иако во неа се наоѓаат над неколку билиони во гран почва, но во нивните видови се различни и се разликуваат во зависност од видот на самата почва.



Слика 10. Микроскопски изглед на *Nocardia*



Слика 11. Изглед на бактеријата *Micromonospora*

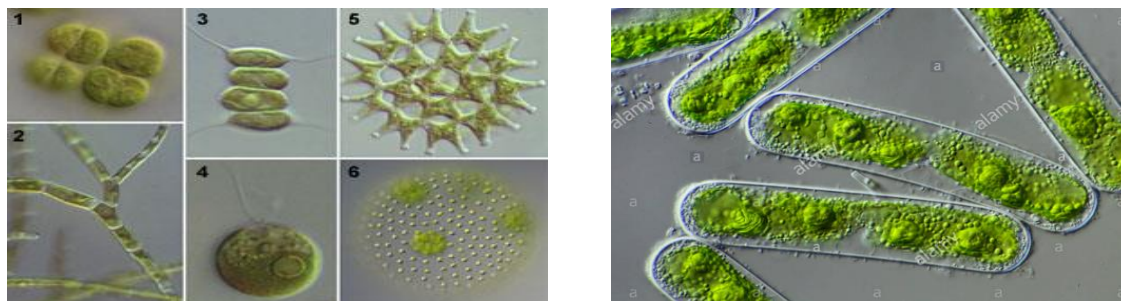
Габите во кои се вклучени и мувлите и печурките се широко населени во почвите. Во површинските аеробни слоеви на почва и во почва која има кисела рН доминира појава на мицелските габи и нивна споруларачка состојба чиј број тешко со точност се определува но може да варираат од 1000 до 100 илјади во ден на грам почва. Тие се активни редуцирачки-декомпозери на целулозата и лигнинот од растителните ткива, а пенетрирањето на мицелиумот во почвата доведува до формирање на мрежа која овозможува почвените честички да формираат стабилни почвени агрегати давајќи структура на грутка. За разлика од мицелиските габи, квасците се помалку застапени во почвата со исклучок во лозјата и овоштарниците.



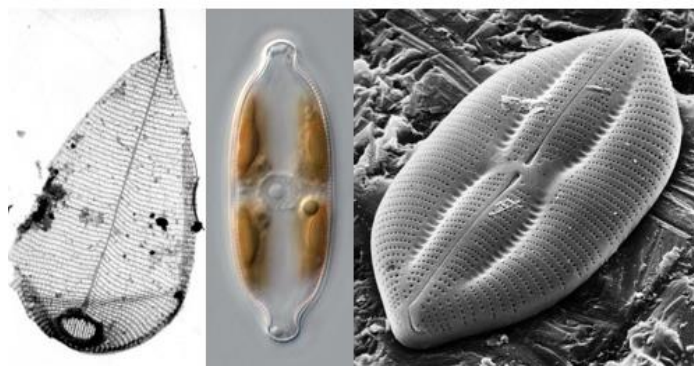
Слика 12. Изглед на некои видови на габии што растат на почва

Од протозоиите застапени во почвата доминираат флагелатните и амeboвоидните протозои. Нивното вкупно количество е околу неколку стотици до неколку илјади во грам, каде во зависност од условите може да бидат присутни во нивната вегетативна или цистична форма. Тие ја разградуваат органската материја, но истовремено се хранат со живи и изумрени бактерии со што овозможуваат да се одржува рамнотежата на бактериската популација во почвата. Во влажните почви и почви кои се изложени на доволно светлина може да се јави раст на алги од кои како најзастапени се зелените алги Хлорофицале (*Chlorophyceae*) (Слика 13) и диатомеите (*Bacillariophyceae*) (Слика 14). Нивниот број во грам почва варира грам почва од неколку стотици до неколку илјади, а во некои ситуации, нивниот број е доста голем и придонесува за корисни промени во почвата, односно нивната способност да го фиксира азотот е корисна за почвата но бидејќи тие неможат да живеат без клетка домаќин-бактериска или растителна тие сите заедно со нив се присутни во почвите.

Слика 13. Микроскопски изглед на на зелени алги



Слика 14. Микроскопски изглед на диатомеи (*Bacillariophyceae*)



Табела 2. Број на разичен физиолошки вид на бактерии на грам соодветен тип на почва

Физиолишки типови на бактерии	Градина Garden	Почва Soils поле ливада Field Meadow		Зимзелена шума Coniferous Forest	Мочуриште Marshland
Бактерии развисни на хранливи материи, желатин плочи.	8,400,000	8,100,000	8,100,000	1,500,000	1,500,000
Бактерии развисни хранлив агар плочи	2,800,000	3,500,000	3,000,000	900,000	1,700,000
Бактерии кои растат во длабока култура на глюкоза агар (анасроби)	280,000	137,000	620,000	345,000	2,180,000
Уреа декомпозирачки бактерии	37,000	8,500	5,200	8,800	2,500
Денитрифицирачки бактерии	830	400	850	380	370
Нитрификациони бактерии	880	1,701	37	0	34
Анаеробни азото фиксирачки бактерии	5,500	700	370,000	2,020	67
Аеробик азото фиксирачки бактерии	2,350	1,885	18	0	17
Анаеробни целулоза-декомпозирачки бактерии	367	350	367	17-7	1.1
Анаеробни протеин декомпозирачки бактерии	35,000	22,000	36,800	17,000	2,000
Анаеробни бутернокисели бактерии	368,000	50,000	83,500	203,000	235,000
Пектин декомпозирачки бактерии	535,000	70,000	235,000	810,000	3,700

ЗАКЛУЧОК

Почвата е многу динамичен систем кој изведува многу функции и обезбедува сервиси значајни за активностите на човекот и опстанокот на екосистемите. Почвата има бројни еколошки функции, кои што се од суштинско значење за заштитата на животната средина, но и за економијата и напредокот на општеството во целост. Почвата не обезбедува со храна, биомаса и други суровини, таа е платформа за човековите активности и е архив на геолошкото и археолошкото наследство, игра и централна улога како живеалиште и депо на гени на живите организми, почвата ги чува, филтрира и трансформира многу супстанции, вклучително и водата, хранливите материи и јаглеродот, во почвата се наоѓа најголемото депо на јаглерод во светот (1.500 гигатони). Врз база на изнесените материјали може да се заклучи дека една почва е квалитетна ако ги исполнува горенаведените компоненти присутни во почвата и соодносот на микроорганизмите присутни во неа. Денес се испитуваат почвите кои претежно се загадени од тешки метали во близина на индустриски објекти, и отпадни материјали. Секторите за заштита на животната средина ги превземаат сите мерки за ремедијација на почвите и нивна повторна употреба.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ѓ.Филиповски, Почвите на Република Македонија, Том I, МАНУ-Скопје-1995
- [2] Б. Г. Розанову, Морфологија почв. — М.: изд. МГУ, 1983
- [3] Б.Цекова-, ЗАШТИТА НА ЗЕМЈИШТЕТО ОД ЕРОЗИЈА “- Просветно Дело Скопје 2010
- [4] М.Е.Позин -Расчеты по технологии неорганических вещества, 1966 Химиа, Москва
- [5] Т. Berić -EKOLOGIJA MIKROORGANIZMA, Beograd 2015.

