

## **ВЛИЈАНИЕТО НА ОБРАБОТКАТА НА ПОЧВАТА И ПЛОДОРЕДОТ ВРЗ ФУНКЦИЈА НА ПОЧВЕНИОТ ЕДАФОН**

Звонко Пацаноски

Факултет за земјоделски науки и храна  
1000 Скопје, Република Македонија

[zvonkop@zf.ukim.edu.mk](mailto:zvonkop@zf.ukim.edu.mk); [zvonkop\\_lav@yahoo.com](mailto:zvonkop_lav@yahoo.com)

### **Апстракт**

Примената на агротехничките мерки, посебно основната обработка и плодоредот предизвикуваат значителни промени во почвениот едафон, а со тоа и во неговото функционирање. Примената на класичниот систем на обработка на почвата ја стимулира активноста на почвениот едафон преку подобрување на водно-воздушниот и топлотниот режим на почвата. При тоа, се засилуваат процесите на разградување на органската материја и хумусот. Големите број работни операции од кои се состои класичниот систем, предизвикуваат намалување на бројноста на одредени видови од почвениот едафон, посебно почвените црви, но ја интензивира популацијата аеробни микроорганизми. За разлика од класичниот систем на обработка на почвата, системите на редуцирана обработка, вклучително и No-till системот, генерално го подобруваат на квалитетот на почвата, предизвикуваат зголемување на присуството на бактерии и габи, зголемување на микробиолошката биомаса и интензивирање на ензимската активност, меѓутоа главно во површинскиот слој на почвата (0-7,5 cm). Кај овие системи доминираат анаеробните микроорганизми. Плодоредот претставува најкомплексна агротехничка мерка која влијае врз зголемување на микробиолошката разновидност, посебно врз корисните микроорганизми, го прекинува циклусот на растителните патогени и ја намалува плевелната популација и популацијата на штетните инсекти.

**Клучни зборови:** почвен едафон, системи на обработка на почвата, плодоред

## **INFLUENCE OF SOIL TILLAGE SYSTEMS AND CROP ROTATION ON THE SOIL BIOTA FUNCTION**

Zvonko Pacanoski

Faculty for agriculture sciences and food-Skopje  
1000 Skopje, Republic of Macedonia

[zvonkop@zf.ukim.edu.mk](mailto:zvonkop@zf.ukim.edu.mk); [zvonkop\\_lav@yahoo.com](mailto:zvonkop_lav@yahoo.com)

### **Abstract**

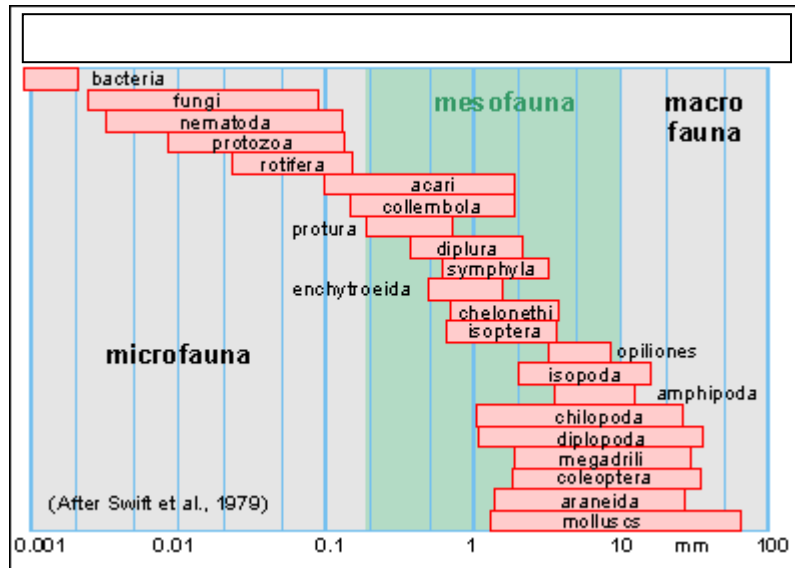
Application of agricultural operation, particularly soil tillage and crop-rotation, caused significant changes in soil biota and its function. Application of conventional tillage stimulates soil biota activities, through improvement of water-air and thermal soil regime. As a result of that, soil organic matter degradation processes are forced. Numerous working operations of conventional tillage system, caused decreasing of the number of certain soil biota, particularly soil earthworms, but it intensify population of aerobic microorganisms. Unlike conventional tillage, reduced tillage systems, including No-till, mainly improve soil quality, caused increasing of bacteria and fungi, microbial biomass and intensification of enzyme activities, but mainly in superficial soil layer (0-7,5 cm). In the reduced tillage systems anaerobic microorganisms are predominant. Crop-rotation is a most complex agricultural operation which has influence on increasing of microbiological biodiversity, particularly useful microorganisms, breaking disease cycles, decreasing weed and pest population.

**Key words:** Soil biota, tillage systems, crop-rotation

## Вовед

Почвата е една од најнаселените сфери со живи организми. Тие образуваат животна заедница на почвени организми која се нарекува едафон (грч. *έδαφος*, (*edafos*)- почва и *ιοντις*, (*ontis*)- организам,

суштество) или геобиосфера (Костов, 2003; Пацаноски и Костов, 2011). Едафонот го сочинуваат почвената флора и фауна, односно различни микро и макроорганизми со големина од 1  $\mu\text{m}$  до 20 mm (Фиг. 1) (Swift *et al.*, 1979).



Фиг. 1. Класификација на почвениот едафон во однос на големината

Позначајни микроорганизми се бактериите, габите, алгите, протозоите и некои нематоди, додека макроорганизмите, главно се претставени од голем број безрбетници, како што се микро и макро членконожците (претежно инсекти), црвите, особено дождовниот црв, термити и др. Сите овие организми (некои помалку, некои повеќе) имаат големо влијание врз плодноста на почвата. Од гледна точка на растителното производство, од особено значење се микроорганизмите, чија бројност ја одредува биогеноста на почвата (Костов, 2003; Пацаноски и Костов, 2011). Според Jong (1989) микроорганизмите сочинуваат околу 1/4 од вкупната биомаса на Земјата. Макро и микроорганизмите се клучни и незаменливи за бројни функции поврзани со разградувањето на органската материја и одржувањето на плодноста на почвата и нејзината структура, а оттаму и регулирањето на водно-воздушниот и топлотниот режим

на истата (Neher, *et al.*, 2012; Neher, 2010; Костов, 2003; Neher, 1999; Germida, 1988; Eash *et al.*, 1994; Chotte, *et al.*, 1993; Gupta and Germida, 1988).

Меѓутоа, човекот, како главен и одговорен фактор во одржувањето на стабилноста и продуктивноста на агроекосистемот, преку примена на разни агротехнички мерки, значително влијае на опстанокот и активноста на почвениот едафон (Bell, 2004; Roget and Gupta, 2004). Интервенциите на човекот можат да бидат во функција на одржување или нарушување на стабилноста на агроекосистемот, кои повеќе или помалку, директно или индиректно се одразуваат и на почвените организми (Curry and Good, 1992; Lal, 1991).

Имајќи го во предвид сето претходно споменато, целта на овој прегледен труд е да даде целосен приказ за улогата на почвените организми во одржувањето на стабилноста на земјоделскиот еколошки систем (агроекосистем), како и влијанието на обработката на почвата

и плодоредот врз извршувањето на нивната функција.

### **Функција на почвениот едафон**

#### **Разградување на органската материја**

Една од главните функции на почвените организми, особено микроорганизмите, е разложувањето на органската материја во почвата (Arpsimon *et al.*, 1990). Таа со помош на овие организми се претвора во стабилен комплекс од сложени органски и органо-минерални соединенија, односно хумус, а понатаму се разложува до крајни продукти, односно минерални материи (Костов, 2003; Пацаноски и Костов, 2011). Разградувањето на целулозата, хемицелулозата, лигнинот, пектинот (Pérez *et al.*, 2002) и другите органски материи се резултат на специфични микроорганизми (целулитичките, на пример) (Тодоровска, 2013), за кое е потребна енергија, добиена од микробиолошки процеси при разложувањето на други органски соединенија. Понатаму, разградувањето на протеините од животинско и растително потекло, минерализацијата, имобилизацијата и губењето на азотот преку испарување, исто така е резултат на микробиолошката активност (Hättenschwiler and Vitousek, 2000). Голем дел од овие микробиолошки активности овозможуваат формирање на хранливи материи достапни за растенијата.

Од друга страна, пак, почвените макроорганизми ги ситнат растителните остатоци до помали делови, при што го забрзуваат нивното разложување од страна на микроорганизмите (Rui *et al.*, 2009; Duong, 2009; Hendrix *et al.*, 1990). Исто така, почвените макроорганизми, посебно почвените црви овозможуваат пренос на органската материја во подлабоките слоеви на почвата (Lee 1985; Coleman and Crossley, 1996; Костов, 2003). Правејќи хоризонтални и вертикални канали, ја зголемуваат дренажноста и аерацијата на почвата. Според Костов (2003), во плодните почви може да има 3-5 милиони црви на еден хектар, или 2-4 t/ha. Големиот број црви е индикатор за плодноста на почвата.

### **Еколошка интеракција со културните растенија**

Заедничката корист помеѓу членовите на агробиоценозата се остварува преку различни форми на здружување, односно софистицирани еколошки интеракции, како што се мутуализмот (лат. *mutuus*- меѓусебен, еден со друг), односно симбиозата (грч. *σύν*, (*sun*)- со и *βίωσις*, (*biosis*)- живот) (Currie, 2001; Vance, 2001; Костов, 2003; Leung and Poulin, 2008; Пацаноски и Костов, 2011). Симбиотската и слободната азотфиксација се форми на еколошка интеракција преку кои почвата се збогатува со азот во нитратна форма. Симбиотската азотфиксација се врши со помош на грудчестите бактерии од родот *Rhizobium* spp. кои живеат на корените од видовите од фамилијата *Fabaceae* (Peoples *et al.*, 1995; Freiberg *et al.*, 1997; Zahran, 1999). Според Костов (2003), на овој начин може да се обезбедат 50-150 kg/ha чист азот во достапна форма годишно. Слободната азотфиксација се врши со помош на несимбиотски бактерии од родовите *Azotobacter* spp., *Clostridium* spp. и др. (Kennedy and Tchan, 1992; Santi *et al.*, 2013). Овие бактерии, врзувајќи го атмосферскиот азот, ги обезбедуваат почвите со околу 50 kg/ha азот годишно (Костов, 2003). Исто така, заедницата помеѓу ризосферните габи и корените на културните растенија, односно микоризата (грч. *μύκης*, (*mikes*)- габичка, печурка и *ρίζα*, (*rhiza*)-корен), е вид на мутуализам (Пацаноски и Костов, 2011). Во овој однос растението ја обезбедува габата со јаглени хидрати, а за возврат габата ја олеснува апсорпцијата на минерални материи, особено фосфорот од почвата (Miyasaka, and Habte, 2001; Miyasaka *et al.*, 2003; Turk *et al.*, 2006).

### **Подобрување на структурата на почвата**

Почвениот едафон значително влијае на подобрување на својствата на почвата, во прв ред на нејзината структура (Костов, 2003; Varea *et al.*, 2005; Rillig and Mummey, 2006). Ситнозрнестата стабилна структура на почвата е најзначаен показател на нејзината

плодност, односно ваквата почва поседува најповолни хемиски, физички и биолошки својства. Почвениот едафон, а посебно црвите, преку лачевините од дигестивниот систем ја „преработуваат“ почвата, ги слекуваат почвените честички, формирајќи стабилни почвени микроагрегати (Beare *et al.*, 1994; Six *et al.*, 2000; Hoorman *et al.*, 2009). Поради влакнестата и со слуз покриена хифа, габите се, исто така важни во физичкото слекување на почвените честички и формирањето на стабилни поени агрегати (Gupta and Germida, 1988; Gardner *et al.*, 1999; Riera *et al.*, 2003; Anonymous, 2008). Формирањето на стабилни почвени агрегати преку подобрување на структурата на почвата, ја намалува можноста од ерозија и придонесува до подобрување на водно-воздушниот и топлотниот режим на почвата (Kort *et al.*, 1998; Carter, 2002; Blanchart *et al.*, 2004).

#### **Биолошка борба против растителните биотички агенси**

Биолошката борба против биотичките агенси подразбира користење на природни непријатели (предатори, паразити и др.) со цел намалување на штетите предизвикани од нив (Flint and Dreistadt, 1998; Charlet *et al.*, 2002; Костов, 2006; Pal and Gardener, 2006). Голем број бактерии, габи и други членови на почвениот едафон уништуваат голем број плевели и нивни семиња. На пример, Рѓата (*Puccinia salveolens*) паразитира на семето од паламидата (*Cirsium arvense*). *Fusarium orobanche* и *Fitomiza orobanche* при поволни услови го напаѓаат стеблото на сината китка (*Orobanche* spp.) (Костов, 2006). *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschynomene* предизвикува антракноза кај *Aeschynomene virginica* (Luo and TeBeest, 1997). Понатаму, прочистените ензими добиени од разни изолати на *Trichoderma harzianum* ефикасно го спречуваат ртењето на конидиите и порастот на мицелијата кај бројни фитопатогени габи од родовите *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Ustilago*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Colletotrichum* (Lorioto *et al.*, 1993), а особено *Botrytis* (Monte, 2001)(цит. по Кузмановска со

сораб., 2010). *Bacillus thuringiensis* е класичен пример за биолошка борба против бројни штетни инсекти на пченката (*Ostrinia nubilalis*, *Diatraea grandiosella*), тутунот (*Heliothis virescens*), памукот (*Helicoverpa armigera*, *Pectinophora gossypiella*) и компирот (*Leptinotarsa decemlineata*) (Betz *et al.*, 2000). Корисните нематоди *Aphelenchus avenae* и *Aphelenchoides* spp. одлично ја сузбива плутавоста на коренот кај домотот предизвикана од *Pyrenochaeta lycopersici* (Hasna *et al.*, 2008).

#### **Влијание на агротехничките мерки врз почвениот едафон**

Примената на секоја агротехничка мерка, особено оние кои влијаат на водно-воздушниот, хранителниот и топлотниот режим, регулирањето на рН на почвата, употребата на пестициди и други, имаат свое влијание, меѓудругото и на почвениот едафон (Curry and Good, 1992; Stubbs *et al.*, 2004).

#### **Обработката и почвениот едафон**

Обработката на почвата предизвикува најдинамични физички, хемиски и биолошки процеси во почвата со кои се регулираат водно-воздушните и топлотните услови, микробиолошките процеси, режимот на исхрана и сл. (Костов, 2003). Главно, постојат три системи на обработка на почвата: класичен, редуциран или минимален и No-till систем (одгледување на културите без обработка на почвата). Примената на класичниот систем на обработка на почвата ја стимулира активноста на почвениот едафон преку подобрување на водно-воздушниот и топлотниот режим на почвата. При тоа, се засилуваат процесите на разградување на органската материја и хумусот, а преку интензивната почвена активност, почвеното дишење се интензивира што резултира со зголемување на концентрацијата на CO<sub>2</sub> (Костов, 2003). Меѓутоа, класичниот систем на обработка на почвата во одредени случаи предизвикува засилување на ерозивните процеси, губење на хумусот и разрушување на структурата на почвата (Glanz, 1995; Reeves, 1997;

Костов, 2003; Ritter and Eng, 2012). Големиот број работни операции од кои се состои класичниот систем, предизвикуваат намалување на бројноста на одредени видови од почвениот едафон, посебно почвените црви (Overstreet, 2005). Според Edwards and Bohlen, (1996) популацијата почвени црви се редуцирала за 70% после 5 годишна обработка на почвата, во споредба со периодот пред тоа. Според истите автори, по 25 години користење на конвенционалниот систем на обработка на почвата, популацијата почвени црви паднала на 11-16%, во споредба со периодот пред употребата на овој систем. Класичниот систем на обработка на почвата неповолно влијае врз епигените црви, како што се црвите од родот *Lambricus*, кои користат исти ходници движејќи се од погорните во подолните слоеви во потрага по храна, која најчесто ја најдуваат во хумусно-акумулативниот слој. За разлика од епигените, ендогените црви, црвите од родот *Apporectodea* кои живеат подлабоко во почвата, се потолерантни во однос на обработката на почвата, затоа што тие континуирано прават нови ходници и поголем дел од своите потреби за храна ги задоволуваат од подолните слоеви. (Simonse *et al.*, 2010; Palm *et al.*, 2013). За разлика од класичниот, помалку интензивните системи за обработка на почвата оставајќи ги растителните остатоци на почвата и неразрушувајќи ја нејзината структура (Arshad *et al.*, 1999), ги подобруваат условите за развој на почвените црви (Holland, 2004). Растителните остатоци им обезбедуваат храна и заштита од надворешни влијанија, разни предатори и птици (Overstreet, 2005). No-till системот и другите системи на редуцирана обработка на почвата ја зголемуваат популацијата од двата типа црви (Edwards and Bohlen, 1996). Edwards со сораб. (1995) констатираат до 30 пати повеќе црви кај овие системи, во споредба со конвенционалниот. Во експеримент воден во Џорџија (САД), на површините кај кои бил пректикуван No-till системот, биле констатирани во

просек 967 црви/m<sup>2</sup> споредено со 149 црви/m<sup>2</sup> на површините обработувани според класичниот систем (Coleman and Crossley, 1996). 4Различните системи на обработка на почвата имаат свое влијание и врз почвените микроорганизми, односно нивната бројност, разновидност и биомаса (Schutter, M.E. and Dick, R.P., 2002; Elfstrand *et al.*, 2007; Frey *et al.*, 2007; Govaerts *et al.*, 2008). Ефектите од системите на обработка на почвата врз почвените микроорганизми зависат од почвениот тип, климатските фактори и начинот на одгледување на културите (Jiang *et al.*, 2011). При примена на класичниот систем на обработка, се интензивираат оксидативните процеси (Staley, 1999), односно процеси во кои настанува разградување на органската материја и хумусот до крајни продукти, при што се ослободува CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> (Angers *et al.*, 1993; Beare *et al.*, 1994; Jastrow *et al.*, 1996; Костов, 2003; Omonode *et al.*, 2011). Зголеменото ослободување на CO<sub>2</sub> по обработката на почвата е резултат на зголемената микробиолошка активност при разградувањето на органската материја (Helgason *et al.*, 2009), но, според Roberts и Chan (1990) и Jackson со сораб., (2003), зголемената емисија на CO<sub>2</sub> од почвата по нејзината обработка е резултат и на забрзаната парцијална измена на гасови, односно CO<sub>2</sub> од почвата со O<sub>2</sub> од атмосферата. Како и да е, оксидативните процеси настанати како резултат на примената на класичниот систем на обработка на почвата, предизвикуваат зголемување на бројноста на популациите аеробни микроорганизми (Mohammadi *et al.*, 2011). Според резултатите од Makarova со сораб. (2007) аеробните микроорганизми од родовите *Deinococcus-Thermus*, *Gemmatimonadetes*, и *Cyanobacter* биле доминантни на површините обработувани според класичниот систем. Едновремено, утврдено е дека видовите од овие родови се отпорни на надворешни влијанија, јонизирачки зрачења и УВ зраци. Слични резултати добиле Dorr de Quadros со сораб. (2012), според кои микроорганизми од родовите *Gemmatimonadetes*, *Cyanobacteria*, и

*Deinococcus-Thermus* биле доминантни на почви на кои бил применет класичниот систем на обработка. Меѓутоа, и релативната бројност на аеробните видовите од родовите *Sphingomonas*, *Candidatus Koribacter*, *Flavisolibacter*, *Burkholderia*, *Phenylobacterium*, *Streptomyces*, *Mycobacterium* и *Mucilaginibacter* била поголема кај класичниот во однос на No-till системот. Зголемено присуство на аеробни и нитрофилни бактерии и габи на длабочина од 7,5 до 15 cm констатирал Staley (1999) при примена на класичниот систем на обработка на почвата. Слични резултати добиле Janušauskaite со сораб. (2013). Имено, според нив, микробиолошката активност во површинскиот слој од 5 до 7,5 cm е поинтензивна кај No-till системот. Меѓутоа, на длабочина од 10 cm состојбата е спротивна, односно резултатите покажале намалување на бројноста на бактериите за 3,49% и 11,83% кај габите, како и намалување на ензимската активност. На длабочина пак од 20 cm намалувањето било двојно. Ваквата состојба се потврдува со фактот дека кај No-till системот површинскиот слој на почвата е побогат со органска материја, односно достапни хранливи материи во однос на подлабоките слоеви, што овозможува поголема микробиолошка активност во овој слој (Angers *et al.*, 1993). Понатаму, резултатите од обемните 20 годишни испитувања на Perez-Brandán со сораб. (2012) непоказале постоење на статистички значајни разлики во однос на ефектот на класичниот, редуцираниот или минималниот и No-till системот врз бројноста на корисните почвени габи од родот *Trichoderma*. Истото е констатирано и во однос на популацијата на габата *Gliocladium* spp. и флуоресцентните бактерии од родот *Pseudomonas*. Истите автори не констатирале статистички значајни разлики ни во однос на биомасата на почвените габи ниту пак во однос на биомасата на вкупниот јаглерод во почвените микроорганизми. Резултатите од Janušauskaite со сораб. (2013) покажале дека вкупниот број на

бактерии и габи се намалил за 25,5%, односно 22,7% кај No-till системот во споредба со класичниот систем на обработка на почвата. Причината за тоа е стимулирачкиот ефект на класичниот систем врз микроорганизмите како резултат на рамномерното внесување на растителните остатоци во орничниот слој и зголемувањето на концентрацијата на O<sub>2</sub> во истиот слој (Salinas-Garcia *et al.*, 2002).

За разлика од класичниот систем на обработка на почвата, системите на редуцирана (минимална) обработка, вклучително и No-till системот се поодржливи затоа што ја штитат и зачувуваат почвата, водата и биолошката разновидност (Campbell *et al.*, 1996; Hobbs *et al.*, 2007; Calegari *et al.*, 2008). Бројни испитувања во умерениот појас покажале значително зголемување на органскиот C и N, како и подобрување на квалитетот на почвата (Soon *et al.*, 2001). Редуцираната обработка на почвата резултира со зголемено присуство на бактерии и габи (Pankhurst *et al.*, 2002; Govaerts *et al.*, 2008; Helgason *et al.*, 2009), зголемување на микробиолошката биомаса (Franzluebbers *et al.*, 1995) и интензивирање на ензимската активност (Acosta-Martinez, 2003; Sharma *et al.*, 2011; Mohammadi *et al.*, 2011). Меѓутоа, според Von Lützwow со сораб. (2002) и Feng со сораб. (2003) редуцираната обработка допринесува за зголемување на микробиолошката активност и биомаса само во површинскиот слој во споредба со класичниот систем. Исто така, Feng со сораб. (2003) констатираат дека и No-till системот води кон значително зголемување на органскиот јаглерод во почвата и микробиолошката биомаса, но само во површинскиот слој, во споредба со класичниот систем. Wang со сораб. (2011) утврдиле значително зголемување на азотот, органскиот јаглерод и органската маса при примена на No-till системот, додека класичниот систем на обработка почвата го редуцирал органскиот јаглерод и покажал инхибиторен ефект врз микробиолошката активност и биомаса. Исто така, и микробиолошката

разновидност била значително поголема кај No-till системот во споредба со класичниот систем (Seja-Navaro *et al.*, 2010). Понатаму, микробиолошката разновидност била значително поголема кога по овесот како прва култура во плодоредот дошла пченка, а не легуминоза, односно систем на одгледување кој базира на житни култури, во кој односот C:N е поголем (Dorr de Quadros *et al.*, 2012). Слични резултати добиле и Vargas со сораб. (2004) кои констатирале зголемување на микробиолошката биомаса при примена на No-till системот, кое зголемување било поврзано со поголемиот однос C:N. За разлика од класичниот систем на обработка на почвата во која што доминираат аеробните микроорганизми, во редуцирана обработка, вклучително и No-till системот доминантни се анаеробните микроорганизми. Според Dorr de Quadros со сораб. (2012) анаеробните микроорганизми од родовите *Verrucomicrobia*, *Firmicutes*, *Crenarchaeota*, *Chlamydiae*, *Euryarchaeota* и *Chlorobi* биле доминантни на почви на кои бил применет No-till системот. Меѓутоа, и релативната бројност на анаеробните видовите од родовите *Clostridium*, *Geobacter*, *Rhodoplanes*, *Duganella* и *Sphingobacterium* била значително поголема кај No-till системот во однос на класичниот.

### Плодоредот и почвениот едафон

Плодоредот претставува најкомплексна агротехничка мерка која има агроеколошко, агротехничко и агроекономско значење (Костов, 2003). Потребата од одгледување на културите во плодоред се јавува заради регулирањето на повеќе фактори од кои зависи успехот во производството, а еден од најзначајните е регулирањето на алопатските односи и другите меѓусебни влијанија (Костов, 2003). Монокултурното одгледување предизвикува сериозни нарушувања во едафонот (биолошките својства на почвата), ја ограничува разновидноста на почвената флора и фауна, а како резултат на тоа ја нарушува биолошката рамнотежа во почвата. При тоа се намножуваат микроорганизми чии метаболитички

продукти го инхибираат порастот кај културните растенија. Оттаму, практикувањето на плодоредот влијае врз зголемување на микробиолошката разновидност, посебно врз корисните микроорганизми (Johnson *et al.*, 1992), го прекинува циклусот на растителните патогени (Altieri, 1999), ја намалува плевелната популација и популацијата на штетните инсекти, односно, со еден збор, престануваат симптомите на „замореност“ на почвата (Костов, 2003). Сето ова се постигнува, меѓудругото, и со вклучување во плодоредот на култури од фам. *Fabaceae* кои допринесуваат до појава на симбиотската азотофиксација, која се одвива благодарение на грудчестите бактерии од родот *Rhizobium*. Ваквите плодореци ја зголемуваат популацијата на хетеротрофни микроорганизми, посебно во ризосферниот слој (Roper and Gupta, 1995; Janušauskaitė *et al.*, 2013), како и популациите на нитро и денитрофилните бактерии (Crews and Peoples, 2004; Orr *et al.*, 2011). Сето ова резултира со подобрување на својствата на почвата, нејзината биогеност и плодност. Плодоредот, како и растителните остатоци (Пацаноски, 2011) имаат силно влијание врз почвената микробиолошка популација, што најчесто резултира со значително намалување на растителните патогени (Abawi and Widmer, 2000; Bailey and Lazarovits, 2003; Davis *et al.*, 1996). Во вакви услови непатогените алопатски бактерии произведуваат и излучуваат во надворешната средина антибиотици кои инхибиторно делуваат на некои фитопатогени микроорганизми (Barazani and Friedman, 1999). Според резултатите добиени од испитувањата на Larkin, (2003), Larkin и Honeycutt, (2006) и Larkin со сораб., (2006) во кои биле вклучени различни плодореци, се покажале големи разлики во карактеристиките на почвениот микробиолошки состав во однос на сузбивањето на предизвикувачите на болестите во компир, посебно *Rhizoctonia solani* и *Streptomyces scabies*. Исто така, плодоредите кои содржат култури од родот *Brassica*, како и култури за зелено губрење, значително ги редуцирале

болестите на компирот (Larkin and Griffin, 2007). Конкретно, плодоредот во кој биле вклучени јачмен, компир и 'рж покажал за 20% подобри резултати во сузбивањето на *Rhizoctonia solani* и *Streptomyces scabies* во споредба со плодоредот јачмен, компир и детелина, во подолг временски период на испитување (Larkin *et al.*, 2006). Во контекст на претходните се и следните резултати од Larkin, (2008) кои покажале дека намалувањето на инфекциите од *Rhizoctonia solani* и *Streptomyces scabies* за 18%, односно 33%, придонесло за зголемување на приносот на компир за 20%, односно 23% , кога плодоредот го сочинувале јачмен, компир и 'рж. За одржување на стабилноста и функционалноста на плодоредот важни се принципите за редување на културите во него, а посебно важен е редоследот (сукцесијата) на културите во плодоредот (Костов, 2003). Прекинување на циклусот на некои растителни патогени ќе настане ако следната култура не е домаќин на таа болест, т.е. ако не е од иста фамилија како претходната. На пример, таков е случајот со болеста трулеж на коренот (*Ophiobolus graminis*) која ја предизвикува габа која паразитира на коренот и на приземните интернодии од житните култури (Атанасовска, 2010). Болеста трулеж на коренот (*Pythium spp.*) е предизвикана од патоген кој го напаѓа коренот на голем број култури (грашок, тутун, пченица, јачмен)(Pankhurst and McDonald, 1988; Rovira *et al.* 1990). Во вакви случаи примена на плодоред од две до три години (окопни, односно едногодишни легуминозни култури) представува најефикасна мерка во сузбивањето на овие болести, затоа што на овој начин, односно со примена на правилен плодоред, се пореметува или прекинува циклусот на пораст на штетните ризосферни микроорганизми (Schippers *et al.*, 1987). Слична е состојбата и со масовната појава на нематоде, кои претставуваат сериозен проблем, посебно во производството на градинарски култури во заштитени (затворени) простори. Иако, употребата на пестициди е редовна агромерка, само плодоредот може успешно

и долготрајно да го реши проблемот со нематодите.

Иако секоја агротехничка мерка се анализира одвоено, тие функционираат комплексно, односно со меѓусебно содејство и надополнување. Таков е случајот со обработката на почвата и плодоредот. Овие две значајни агротехнички мерки силно влијаат на почвениот едафон, разградувањето на органската материја, водно-воздушниот, топлотниот и хранителниот режим на почвата, го одредуваат односот C:N, (Костов, 2003; Fierer *et al.*, 2009). Меѓутоа, испитувањата на Silva со сораб., (2013) покажале поголемо влијание на обработката на почвата врз промените на микробиолошкиот состав, посебно врз бактериите. Спротивно, O'Donnell со сораб., (2001) и Johnson со сораб., (2003) констатираат поголемо влијание на плодоредот во споредба со обработката, во однос на промените на микробиолошката разноликост. Ваквата состојба се објаснува со разликите во почвениот тип, содржината на органската материја, процесите на разградување на истата, а со тоа консеквентно, повеќе или помалку се влијае и врз микробиолошката бројност и разновидност (Marschner *et al.*, 2003).

### Литература

1. Abawi, G.S., Widmer, T.L., (2000): Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology*, 15: 37-47.
2. Acosta-Martinez, V., Zobeck, T., Gill., T.E., Kennedy, A.C. (2003): Enzyme activities and microbial community structure in semiarid agricultural soils. *Biol. Fertil. Soils*, 38: 216-222.
3. Altieri M.A. (1999): The ecological role of biodiversity in agroecosystems *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74:19-31.
4. Angers D., Bissonnette N., Legere A., Samson N. (1993): Microbial and biochemical changes induced by rotation and tillage in a soil under barley production. *Can. J. Soil Sci.*,73, (1): 39-46.
5. Angers, D.A., N'dayegamiye, A., Cote, D. (1993): Tillage induced difference in



- organic matter of particle-size fractions and microbial biomass. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:512–516.
6. Anonymous, (2008): Soil Quality Indicators. USDA Natural Resources Conservation Service
  7. Arshad, M.A., Franzluebbers, A.J. Azooz, R.H. (1999): Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in northwestern Canada. *Soil and Tillage Research*, 53(1): 41-47.
  8. Анастасовска Љ. (2010): Плодоред – најкомплексна агротехничка мерка. Дипломска работа, Факултет за земјоделски науки и храна-Скопје Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ -Скопје.
  9. Bailey, K.L. and Lazarovits, G., (2003): Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. *Soil & Tillage Research* 72: 169–180.
  10. Barea, J.M. Azcón, R., Azcón-Aguilar, C. (2005): Interactions between mycorrhizal fungi and bacteria to improve plant nutrient cycling and soil structure. *Soil Biology* 3: 195-212.
  11. Beare, M.H., Cabrera, M.L. Hendrix, P.F., Coleman, D.C. (1994): Water-stable aggregates and organic matter fractions in conventional and no-tillage soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:777–786.
  12. Bell, M., Seymour, N., Stirling, G., Van Zwieten, L., Sutton, G., Moody, P. (2004): Impact of management practices on activity of soil biota and productivity constraints in Vertosols of the northern grains region. *Soil Biology in Agriculture Proceedings of a workshop on current research into soil biology in agriculture*. Tamworth Sustainable Farming Training Centre, 11-12 August.
  13. Betz F. S., Hammond, B. G., Fuchs R. L. (2000): Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests regulatory. *Toxicology and Pharmacology*, 32(2): 156–173.
  14. Blanchart, E. Albrecht, A. Brown, G. Decaens, T. Duboisset, A. Lavelle, P. Mariani, L. Roose E. (2004): Effects of tropical endogeic earthworms on soil erosion. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(2): 303–315.
  15. Calegari, A., Hargrove, W.L., Rheinheimer, D.D., Ralisch, R., Tessier, D., de Tourdonnet, S., Guimaraes, M.D. (2008): Impact of long-term no-tillage and cropping system management on soil organic carbon in an Oxisol: A model for sustainability. *Agron. J.*, 100: 1013–1019.
  16. Campbell, C.A.; McConkey, B.G.; Zentner, R.P.; Dyck, F.B.; Selles, F.; Curtin, D. (1996): Tillage and crop rotation effects on soil organic C and N in a coarse-textured Typic Haploboroll in south-western Saskatchewan. *Soil. Till. Res.*, 37: 3–14.
  17. Carter, M.R. (2002): Soil quality for sustainable land management. *Agronomy Journal*, 94:38–47.
  18. Ceja-Navarro, J.A., Rivera, F.N., Patino-Zuniga, L., Govaerts, B., Marsch, R., Vila-Sanjurjo, A., Dendooven, L. (2010): Molecular characterization of soil bacterial communities in contrasting zero tillage systems. *Plant Soil*, 329: 127–137.
  19. Charlet, L.D. Olson, D. Glogoza, P.A. (2002): Biological control of insect and weed pests in North Dakota Agriculture. North Dakota State University, Fargo, North Dakota.
  20. Chotte, J.L., Monrozier, L.J., Villemin, G., Albrecht, A. (1993): Soil microhabitats and the importance of the fractionation method. *Soil organic matter and Sustainability of Tropical Agriculture* (Ed. by K. Mulongoy and R. Merckx), IITA/K.U Leuven, A Wiley-Sayce Publication. pp 39-45.
  21. Coleman, D.C. and Crossley, Jr. D.A. (1996): *Fundamentals of soil ecology*. Academic Press, San Diego, CA.
  22. Crews, T.E. and Peoples, M.B. (2004): Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102: 279–297.
  23. Currie, C.R. (2001): A community of ants, fungi, and bacteria: a multilateral approach to studying symbiosis. *Annu Rev Microbiol.*, 55:357–380.
  24. Curry, J.P. and Good, J.A. (1992): Soil faunal degradation and restoration. *Adv. Soil Sci.*, 17: 171–215
  25. Davis, J.R., Huisman, O.C., Westermann, D.T., Hafez, S.L., Everson, D.O., Sorensen, L.H., Schneider, A.T. (1996): Effects of green manures on Verticillium wilt in potato. *Phytopathology* 86: 444–453
  26. Ding X., Zhang B., Zhang X., Yang X., Zhang X. (2011): Effects of tillage and crop rotation on soil microbial residues in a rainfed agroecosystem of northeast China. *Soil & Tillage Research* 114: 43–49.

27. Dorr de Quadros, P., Zhalnina, K., Davis-Richardson, A., Fagen, J. R., Drew, J., Bayer, C., Camargo F.A.O., Triplett E.W. (2012): The Effect of Tillage System and Crop Rotation on Soil Microbial Diversity and Composition in a Subtropical Acrisol. *Diversity* 4: 375-395.
28. Duong, T. T. T. (2009): Dynamics of plant residue decomposition and nutrient release. Master Thesis of Agricultural Science, School of Earth and Environmental Science, Faculty of Sciences, The University of Adelaide, Australia.
29. Eash, N.S., Karlen, D.L., Parkin, T.B. (1994): Fungal contributions to soil aggregation and soil quality. In Doran, J. W., D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, and B. A. Stewart (ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI. p. 221-228.
30. Edwards, C.A. and Bohlen, P.J. (1996): *Biology and ecology of earthworms*. 3rd ed. Chapman & Hall, London, UK.
31. Elfstrand, S., Bath, B., Martensson, A. (2007): Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek. *Appl. Soil Ecol.*, 36: 70–82.
32. Ernst, D. (1995): *The farmer's earthworm handbook: Managing your underground money-makers*. Lessiter Publications, Brookfield, WI.
33. Feng, Y., Motta, A.C., Reeves, D.W., Burmester, C.H., van Santen, E., Osborne, J.A. (2003): Soil microbial communities under conventional-till and no-till continuous cotton systems. *Soil. Biol. Biochem.*, 35: 1693–1703.
34. Fierer, N., Strickland, M.S., Liptzin, D., Bradford, M.A., Cleveland, C.C. (2009): Global patterns in belowground communities. *Ecol. Lett.*, 12, 1–2.
35. Flint, M.L. and Dreistadt, S.H. (1998): *Natural Enemies Handbook: The Illustrated Guide to Biological Pest Control*. Clark, Jack K., ed. University of California Press.
36. Franzluebbers, A.J., Hons, F.M., Zuberer, A.D. (1995): Tillage and crop effects on seasonal soil carbon and nitrogen dynamics. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59(6): 1618-1625.
37. Freiberg, C., Fellay, R., Bairoch, A., Broughton, W.J., Rosenthal, A., Perret, X. (1997): Molecular basis of symbiosis between *Rhizobium* and legumes. *Nature*, 22; 387(6631):394-401.
38. Frey, S.D., Drijber, R., Smith, H., Melillo, J. (2007): Microbial biomass, functional capacity, and community structure after 12 years of soil warming. *Soil Biol. Biochem.* 40: 2904–2907.
39. Gardner, C.M.K., Laryea, K.B., Unger P.W., (1999): Soil physical constraints to plant growth and crop production. Land and Water Development Division Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
40. Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C., Seoane, S. (2005): Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. *Soil Biol. Biochem.*, 37: 877-885.
41. Glanz, J. (1995): *Saving our soil: solutions for sustaining earth's vital resource*. Boulder, USA, Johnson Printing.
42. Govaerts, B., Mezzalama, M., Sayre, K.D., Crossa, J., Lichter, K., Troch, V., Vanherck, K., Corte, P.D., Deckers, J. (2008): Long-term consequences of tillage, residue management, and crop rotation on selected soil micro-flora groups in the subtropical highlands. *Appl. Soil Ecol.*, 38:197-205.
43. Govaerts, B., Mezzalama, M., Unno, Y., Sayre, K., Luna-Guido, M., Vanherck, K., Dendooven, L., Deckers, J. (2008): Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Appl. Soil Ecol.* 37: 18–30.
44. Gupta, V.V.S.R. and Germida, J.J. (1988): Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. *Soil Biol. Biochem.*, 20: 777–786.
45. Hasna, M. K., Lagerlöf, J., Rämert, B. (2008): Effects of fungivorous nematodes on corky root disease of tomato grown in compost-amended soil. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 58(2):145-153.
46. Hättenschwiler, S. and Vitousek, P.M. (2000): The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. *Trends in Ecology and Evolution*, 15(6):238-234.
47. Helgason B.L., Walley F.L., Germida J. (2009): Fungal and bacterial abundance in long-term no-till and intensive till soils of the northern great plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 73, (1), 120-127.
48. Hobbs, P.R., Sayre, K., Gupta, R. (2007): The role of conservation agriculture in

- sustainable agriculture. *Philos. T. Roy. Soc. B*, 363: 543–555.
49. Holland, J.M. (2004): The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103: 1-25.
50. Hoorman J.J. de Moraes J.C. Sá, Reeder, R. (2009): *The Biology of Soil Compaction*. Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University.
51. Jackson, L.E., Calderon, F.J., Steenwerth, K.L., Scow, K.M., Rolston, D.E. (2003): Responses of soil microbial processes and community structure to tillage events and implications for soil quality. *Geoderma* 114:305–317.
52. Janušauskaite, D., Kadžienė, G., Auškalnienė, O. (2013): The effect of tillage system on soil microbiota in relation to soil structure. *Pol. J. Environ. Stud.*, 22(5): 1387-1391.
53. Janušauskaitė, D., Arlauskienė, A., Maikštėnienė, S. (2013): Soil mineral nitrogen and microbial parameters as influenced by catch crops and straw management. *Zemdirbyste-Agriculture*, 100(1): 9–18.
54. Jastrow, J.D., Boutton, T.W., Miller, R.M. (1996): Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon-13 natural abundance. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60:801–807.
55. Jiang, X., Wright, A.L., Wang, J., Li, Z. (2011): Long-term tillage effects on the distribution patterns of microbial biomass and activities within soil aggregates. *Catena* 87: 276–280.
56. Johnson M.J., Lee, K.Y., Scow, K.M. (2003): DNA fingerprinting reveals links among agricultural crops, soil properties, and the composition of soil microbial communities. *Geoderma*, 114: 279-303.
57. Johnson, N.C, Copeland, P.J., Crookston, B.K., Pflieger, F.L. (1992): Mycorrhizae: Possible explanation for yield decline with continuous corn and soybean. *Agron. J.*, 84:387-390.
58. Jong, S.C. (1989): Microbial germplasm. In 'Biotic Diversity and Germplasm Preservation, Global Imperatives'. *Beltsville Symposia in Agricultural Research*, 1988. (Eds L. Knutson and A. K. Stone.) pp. 241-73.
59. Kennedy, I.R. and Tchan, Y.T. (1992): Biological nitrogen fixation in non-leguminous field crops: Recent advances. *Plant and Soil* 141: 93-118. Kluwer Academic Publishers.
60. Kort, J., Collins, M., Ditsch D., (1998): A review of soil erosion potential associated with biomass crops. *Biomass and Bioenergy*, 14(4): 351–359.
61. Lal, R. (1991): Soil conservation and biodiversity. In D.L. Hawksworth, ed. *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture*, pp. 89–103. Wallingford, UK, CAB International.
62. Larkin R.P. (2008): Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. *Soil Biology & Biochemistry*, 40: 1341–1351.
63. Larkin, R.P. (2003): Characterization of soil microbial communities under different potato cropping systems by microbial population dynamics, substrate utilization, and fatty acid profiles. *Soil Biology & Biochemistry*, 35: 1451–1466.
64. Larkin, R.P. and Griffin, T.S. (2007): Control of soilborne potato diseases using *Brassica* green manures. *Crop Protection*, in press, available online (doi:10.1016/j.cropro.2006.10.004).
65. Larkin, R.P., Griffin, T.S., Honeycutt, C.W. (2006): Crop rotation and cover crop effects on soilborne diseases of potato. *Phytopathology (Abstracts)*, 96, S48.
66. Larkin, R.P. and Honeycutt, C.W. (2006): Effects of different 3-year cropping systems on soil microbial communities and Rhizoctonia disease of potato. *Phytopathology*, 96: 68–79.
67. Leung T.L.F. and Poulin R. (2008): Parasitism, commensalism, and mutualism: exploring the many shades of symbioses. *Life and Environment*, 58 (2): 107-115.
68. Luo, Y. and TeBeest, D.O. (1997): Infection components of wild-type and mutant strains of *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschyromene* on northern jointvetch. *Plant Dis.*, 81:404- 409.
69. Костов, Т. (2003): Општо поледелство. Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје. Земјоделски факултет, Скопје.
70. Кузмановска, Б., Русевски, Р., Михајловски, А. (2010): Биолошки контролно агенси во заштитата на растенијата со посебен осврт на микопаразитните габи од родот

- Trichoderma. Заштита на растенијата, XXI: 51-56.
71. Makarova, K.S., Omelchenko, M.V., Gaidamakova, E.K., Vera, Y.M., Vasilenko, A., Zhai, M., Lapidus, A., Copeland, A., Kim, E., Land, M. (2007): *Deinococcus geothermalis*: the pool of extreme radiation resistance genes shrinks. PLoS One, 26, e955.
72. Marschner, P., Kandeler, E., Marschner, B. (2003): Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. Soil Biol Biochem., 35: 453-461.
73. Miyasaka, S.C. Habte, M. Friday J.B., Johnson E.V. (2003): Manual on arbuscular mycorrhizal fungus production and inoculation techniques. Soil and Crop Management, Cooperative Extension Service/CTAHR, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii.
74. Miyasaka, S.C. and Habte, M. (2001): Plant mechanisms and mycorrhizal symbioses to increase phosphorus uptake efficiency. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 32: 1101-1147.
75. Mohammadi, K., Eskandari, M., Heidari, G., Nezhad, M. (2011): Canola traits and some soil biological parameters in response to fertilization and tillage management. Afr. J. Biotechnol., 10, (64): 14067-14075.
76. Neher, D.A. (1999): Soil community composition and ecosystem processes: comparing agricultural ecosystems. Agroforestry Systems, 45: 159-185.
77. Neher, D.A., 2010. Ecology of plant and free-living nematodes in natural and agricultural soil. Annual Review of Phytopathology 48:371-394.
78. Neher, D.A., Weicht, T.R., M.E., Barbercheck (2012): Linking invertebrate communities to decomposition rate and nitrogen availability in pine forest soils. Applied Soil Ecology, 54:14-23.
79. O'Donnel, A.G., Seasman, M., Macrae, A. (2001): Plants and fertilisers as drivers of change in microbial community structure. Plant Soil, 232: 135-45.
80. Omonode, R.A., Smith, D.R., Gál, A., Vyn, T.J. (2011): Soil nitrous oxide emissions in corn following three decades of tillage and rotation treatments. Soil. Sci. Soc. Am. J., 75: 152-163.
81. Orr, C.H., James, A., Leifert, C., Cooper, J.M., Cummings, S.P. (2011): Diversity and activity of free-living nitrogen-fixing bacteria and total bacteria in organic and conventionally managed soils. Appl Environ Microbiol., 77(3): 911-919.
82. Overstreet, L.F. (2005): Relationships between soil biological and physical properties in a long-term vegetable management study. A dissertation In SOIL SCIENCE, Faculty of North Carolina State University
83. Pal, K.K. and Gardener, B.M. (2006): Biological control of plant pathogens. The Plant Health Instructor, 1117-02.
84. Palm, J., Loes, N., van Schaik, M.B., Schröder, B. (2013): Modelling distribution patterns of anecic, epigeic and endogeic earthworms at catchment-scale in agroecosystems. Pedobiologia, 56(1): 23-31.
85. Pankhurst C.E., Kirkby C.A., Hawke B.G., Harch B.D. (2002): Impact of a change in tillage and crop residue management practice on soil chemical and microbiological properties in a cereal-producing red duplex soil in NSW, Australia. Biol. Fertil. Soils, 35: 189-195.
86. Pankhurst, C.E. and McDonald, H.J. (1988): Influence of tillage and crop rotation on the ecology of *Pythium* spp. in a South Australian wheat-growing soil. Proc. 5th ICPP, Abstracts Vol. 1, p. 163. Kyoto, Japan.
87. Пацаноски, З. (2011): Улогата на покривните култури во борбата против плевелите-предности и недостатоци. Годишен зборник на Факултетот за земјоделски науки и храна, Скопје, 56:27-38.
88. Пацаноски, З и Костов, Т. (2011): Енциклопедиски речник на агроколошки и агротехнички поими и термини. Факултет за земјоделски науки и храна-Скопје Универзитет „Св. Кирил и Методиј” - Скопје.
89. Peoples, M.B., Herridge, D.F., Ladha, J.K. (1995): Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production. Plant Soil., 174:3-28.
90. Pérez, J., Muñoz-Dorado, J., de la Rubia, T., Martínez J. (2002): Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. International Microbiology, 5(2): 53-63.
91. Perez-Brandán, C., Arzeno, J.L., Huidobro, J., Grümberg, B., Conforto, C., Hilton, S., Bending, G.D., Meriles, J.M., Vargas-Gil, S. (2012): Long-term effect of tillage systems on soil microbiological,

- chemical and physical parameters and the incidence of charcoal rot by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid in soybean. *Crop Protection* 40:73-82.
92. Reeves, D.W. (1997): The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*, 43 (1997) 131-167
93. Riera, M.C., Méndez, M., Medina N. (2003): Post-effect of mycorrhization on some indicators of physical properties from a red ferralitic soil. *Cultivos Tropicales*, 24(3): 5-9.
94. Rillig M.C. and Mummey D.L. (2006): Mycorrhizas and soil structure. *Tansley review*.
95. Ritter, J. and Eng, P. (2012): *Soil Erosion - Causes and Effects*. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario.
96. Roberts, W.P. and Chan, K.Y. (1990): Tillage-induced increases in carbon dioxide loss from soil. *Soil Tillage Res.* 17:143–151.
97. Roget, D. and Gupta, V.V.S.R. (2004): Impact of management practices on soil microbial functions in alkaline Mallee soils. *Soil Biology in Agriculture Proceedings of a workshop on current research into soil biology in agriculture*. Tamworth Sustainable Farming Training Centre, 11-12 August.
98. Roper, M.M. and Gupta, V. (1995): Management-practices and soil biota. *Australian Journal of Soil Research*. 33(2): 321 - 339.
99. Rovira, A.D., Elliott, L.F., Cook, R.J. (1990). The impact of cropping systems on rhizosphere organisms affecting plant health. In 'The Rhizosphere'. (Ed. J. M. Lynch.) pp. 389-436. (John Wiley: NY.)
100. Rui, J., Peng, J., Lu, Y. (2009): Succession of bacterial populations during plant residue decomposition in rice field soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 75(14): 4879–4886.
101. Salinas-Garcia, J.R., Velazquez-Garcia, J.D., Gallardo-Valdez, A., Diaz-Mederos, P., Caballero-Hernandez, F., Tapia-Vargas, L.M., Rosales-Robles, E. (2002): Tillage effects on microbial biomass and nutrient distribution in soils under rain-fed corn production in central-western Mexico. *Soil Till. Res.*, 66: 143–152.
102. Santi, C., Bogusz D., Franche, C. (2013): Biological nitrogen fixation in non-legume plants. *Annals of Botany*, 111(5): 743-767.
103. Schippers, R., Bakker, A.W. Bakker, P.A.H.M. (1987): Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. *Annual Review of Phytopathology*, 25: 339-358.
104. Schutter, M.E. and Dick, R.P. (2002): Microbial community profiles and activities among aggregates of winter fallow and covercropped soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66: 142–153.
105. Sharma, P., Singh, G., Singh, R. (2011): Conservation tillage, optimal water and organic nutrient supply enhance soil microbial activities during wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivation. *Braz. J. Microbiol.*, 42: 531-538.
106. Silva, A.P., Babujia, L.C., Matsumoto, L.S., Guimarães, M.F., Hungria, M. (2013): Bacterial diversity under different tillage and crop rotation systems in an oxisol of southern Brazil. *The Open Agriculture Journal*, 7, (Suppl 1-M6) 40-47.
107. Simonse J., Posner, J. Rosemeyer, M. Baldock, J. (2010): Endogeic and anecic earthworm abundance in six Midwestern cropping systems. *Applied Soil Ecology*, 44: 147-155.
108. Six, J., Paustian, K. Elliott, E.T., Combrink, C. (2000): Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregate size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64:681–689.
109. Soon, Y.K., Clayton, G.W., Rice, W.A. (2001): Tillage and previous crop effects on dynamics of nitrogen in a wheat–soil system. *Agron. J.*, (93): 842-848.
110. Staley, T.E. (1999): Soil microbial biomass alterations during the maize silage growing season relative to tillage method. *Soil Science Society of America Journal*, 63 (6): 1845–1847.
111. Stubbs, T.L., Kennedy, A.C., Schillinger, W.F. (2004): Soil ecosystem changes during the transition to no-till cropping. *Journal of Crop Improvement*, 11: 105-135.
112. Subba Rao N.S. (1999): *Soil Microbiology*. 4th Edition of Soil microorganisms and plant growth. Oxford & IBH, New Delhi.
113. Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M. (1979): *Decomposition in terrestrial ecosystems*. University of California, Press: Berkeley.
114. Тодоровска, А. (2013): Влијание на хербицидите врз почвената микрофлора во насад со домати во

услови на отворено во штитскиот регион. Магистерски труд. Факултет за земјоделски науки и храна-Скопје Универзитет „Св. Кирил и Методиј” - Скопје.

115. Treonis, A.M., Austin, E.E., Buyer, J.S., Maul, J.E., Spicer, L., Zasada I.A. (2010): Effects of organic amendment and tillage on soil microorganisms and microfauna. *Applied Soil Ecology*, 46(1): 103–110.

116. Turk, M.A., Assaf, T.A., Hameed, K.M., Al-Tawaha, A.M. (2006): Significance of Mycorrhizae. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2 (1): 16-20.

117. Vance, C.P. (2001): Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant Physiol.*;127:390–397.

118. Vargas, L.K., Selbach, P.A., de Sá, E.L.S. (2004): Microbial changes in soil during a maize crop season in no-till and conventional systems. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 39: 749–755.

119. Von Lützw, M., Leifeld, J., Kainz, M., Kögel-Knabner, I., Munch, J.C. (2002): Indications for soil organic matter quality in soils under different management. *Geoderma*, 105: 243–258.

120. Wang, Y., Tu, C., Cheng, L., Li, C., Gentry, L.F., Hoyt, G.D., Zhang, X., Hu, S. (2011): Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools and microbial biomass and activity. *Soil. Till. Res.*, 117: 8–16.

121. Zahran H.H. (1999): *Rhizobium*-Legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiol Mol Biol Rev.*, 63(4): 968–989.