FRI-8.121-1-AMT&ASVM-08

CHANGES OF MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF THE SOIL IN THE APPLICATION OF EROSION CONTROL TILLAGE FOR GROWING WHEAT ON INCLINED ARABLE LANDS

Gergana Slavova Kuncheva, PhD
Scentific section "Erosion of soil", Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov" – Sofia
Phone: 082/888417
E-mail: g1nikolova@abv.bg

Abstract: *Soil degradation processes, water erosion and loss of organic matter causes a disruption of soil physical, chemical and biological properties. To combat these processes a number of measures, methods and technologies have been developed. The activity and composition of soil microflora are a sensitive indicator of soil processes. The present study focuses on changes in soil microbiological activity under the influence of conventionally applied and erosion control technologies for growing wheat on slope arable lands.*

Key words: *water erosion, loss of soil organic matter, wheat, minimum soil tillage, mulching, advanced soil protection technologies, manure.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Водната ерозия е един от деградационните процеси на почвата, който нанася огромни щети на националните стопанства на много страни в света. Република България е с най-висок интензитет на ерозия на единица площ (1,9 t/ha), измежду страните на Балканския полуостров, като 60,1 % от почвите ѝ са със средна, силна и много силна податливост на ерозия (над 0,03 ha/h/haM^{3}mm).

В резултат на действието на водно-ерозионните процеси, както и на свързания с тях друг деградационен процес – загуба на почвено органично вещество, съществено се влошават физичните, агрохимичните свойства на почвата, снижават се добивите на отглежданите земеделски култури и качеството на получаваната продукция, като наред с това се повлиява и почвената микробиологична активност.

Микрофлората играе съществена роля в почвообразувателните процеси, във формирането на почвеното плодородие, биогеохимичните цикли и изхранването на растенията. Почвата е среда за развитието на микроорганизмите, но също така нейните свойства и състав зависят от тяхната жизнена дейност.

Много автори използват микробиалната биомаса, почвеното дишане, почвената ензимна активност, както и други биологични и биохимични показатели като индикатори за протичащите в почвата процеси, при прилагане на различни обработки (Soane et al., 2012), при внасяне на органични и неорганични торове и почвени подобрители (Nunes et al., 2012), под въздействието на някои пестициди (Anderson et al., 1981), тежки метали (Donkova, R., 2008), както и за определяне на ефекта на почвената деградация върху почвената микрофлора (Gainfreda et al, 2005).

При протичането на водна ерозия се променят някои химични и физични свойства на почвата, което изцяло променя средата за развитие на микроорганизмите (Norman & Newman, 1941). Колкото по-тежка е степента на ерозия на почвата, толкова по-голяма е загубата на почвено органично вещество, общ азот, и по-ниско е количеството на микробиална биомаса. Освен промяната в микробиологичната активност, площната водна ерозия оказва влияние и върху почвените микробни съобщества. Оголените участъци имат различна от нормалната за почвения тип микрофлора.

За ограничаване на деградационните процеси водна ерозия и намаляване на почвеното органично вещество при отглеждане на земеделски култури на наклонени терени са създадени и се прилагат различни агротехнически мерки. Такива са и усъвършенстваните техноло-

гии за минимална и нетрадиционна (повърхностно и вертикално мулчиране) обработка на почвата, разработени от Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“ – София съвместно с Русенски университет „Ангел Кънчев“.

Целта на настоящото проучване е да се установи влиянието на традиционно прилагани и противоерозионни технологии за отглеждане на пшеница на наклонени терени, включващи методите повърхностно и вертикално мулчиране с различни мулчиращи материали, върху микробиологичната активност на почвата.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Полските експерименти са проведени в периода 2013-2017 г., на два етапа, в опитното поле на Опитна станция по борба с ерозията – Русе, към ИПАЗР „Н. Пушкаров” – София, в землището на с. Тръстеник, обл. Русе, при неполивни условия, на средно ерозиран карбонатен чернозем, при наклон на терена 5^0 (8,7 %). Опитите от 2013 – 2015 година са осъществени, като за нетрадиционните почвозащитни обработки повърхностно и вертикално мулчиране е използван мулчиращ материал готов компост, а тези през периода 2015-2017 г. са извършени с оборски тор.

Вариантите на опитите са:

1 – посев пшеница, отглеждан по традиционна технология, прилагана по наклона на склона - контрола;

2 – посев пшеница, отглеждан по традиционна технология, прилагана напречно на наклона на склона;

3 – посев пшеница, отглеждан по почвозащитна технология с използване на повърхностно мулчиране с готов компост или оборски тор, като всички операции са извършени напречно на наклона на склона;

4 – посев пшеница, отглеждан по усъвършенствана почвозащитна технология (включваща технологичните операции вертикално мулчиране с оборски тор или готов компост, директна сеитба и растително защитни операции за борба с плевелите), прилагана напречно на наклона на склона.

През годините на изследването са проведени почвени (обемна плътност, обща порьозност, влажност на почвата в слоя 0-150 cm), агрохимични и ерозионни изследвания, както и микробиологични анализи, в три фази на отглежданата култура.

Изолирана и количествено е отчетена сапрофитна почвена микрофлора (бактерии – спорообразуващи и неспорообразуващи) по метода на Кох върху МПА (месо пептонен агар) – за бактерии, САА (скорбяло амонячен агар) – за актиномицети, среда на Ешби за култивиране на азотфиксиращи бактерии и на Хътчинсън за определяне на количеството на целулозоразграждащите микроорганизми.

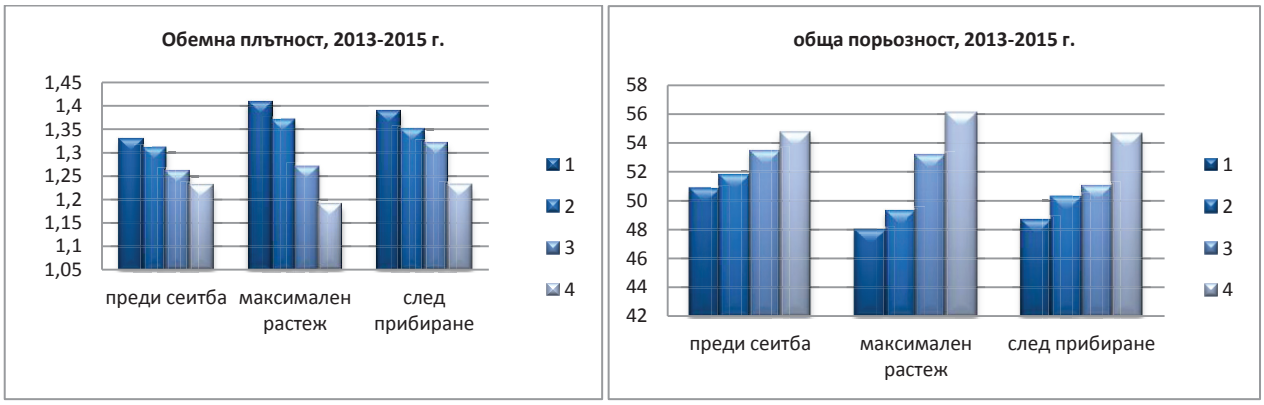
В таблица 1 са представени химичните анализи на използваните оборски тор и компост през годините на провеждане на опитите.

Таблица 1. Химичен състав на използвания готов компост и използвания оборски тор

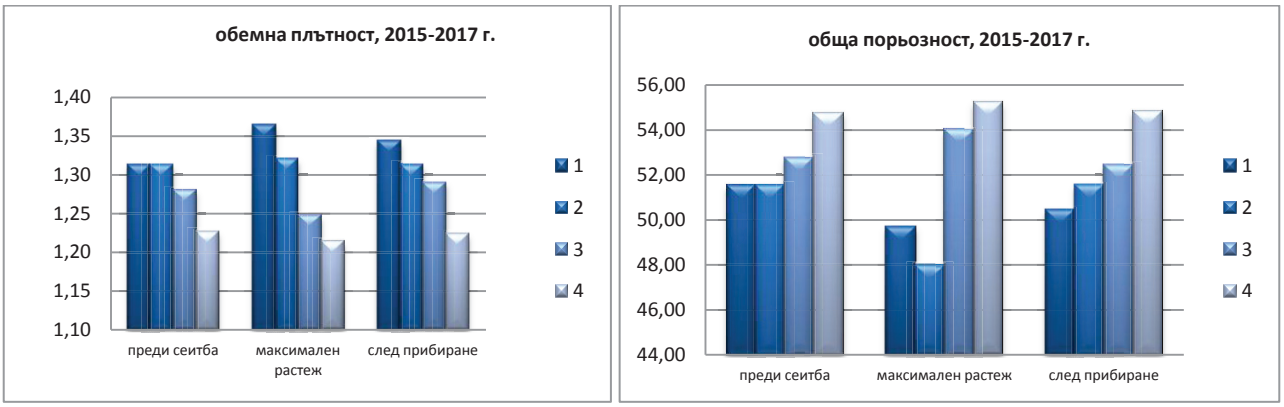
Показател, единици	2013	2014	2015
NH_4^+, mg/kg	763.77	111.36	674.77
NO_3^-, mg/kg	286.77	1065.89	911.33
Total N, %	1.83	2.02	2.17
Total C, %	25.81	24.43	27.99
C/N	14.10	12.09	12.90
pH, H_2O	7.00	6.52	7.03
pH, KCl	6.82	6.22	6.82
EC, mS/cm	8.37	2.61	6.88
Available P_2O_5, %	0.428	0.215	0.391
Available K_2O, %	3.145	0.415	1.02

Показател, единици	2015	2016	2017
NH_4^+, mg/kg	83,09	81,59	77,00
NO_3^-, mg/kg	104,95	155,41	289,00
Total N, %	1,10	1,44	1,43
Total C, %	18,31	20,34	19.08
C/N	16,65	14,13	13.34
pH, H_2O	7,86	8,18	8,10
pH, KCl	7,41	7,92	7,78
EC, mS/cm	2,62	1,19	2.20
Available P_2O_5, %	0,334	0,410	0,454
Available K_2O, %	0,522	1,655	0,531

Влиянието на приложените обработки върху някои физични показатели на почвата са показани на фиг.1.



ANOVA Обемна плътност *p= 0.001485HSD[0.05]=0.09; HSD[0.01]=0.12 1 vs 2 NS; 1vs 3 P<0.05; 1vs 4 P<0.01; 2vs 3 NS; 2 vs 4 P<0.01 ; 3 vs 4 NS*



ANOVA:Обемна плътност *p=.000175; HSD[0.05]=0.05; HSD[0.01]=0.06; 1 vs 2 NS; 1 vs 3 P<0.01; 1 vs 4 P<0.01; 2 vs 3 NS; 2 vs 4 P<0.01; 3 vs 4 P<0.05;**Обща порьозност**: p=0.000175; HSD[0.05]=1.68; HSD[0.01]=2.29; 1 vs 2 NS; 1 vs3 P<0.01; 1 vs 4 P<0.01; 2 vs 3 NS; 2 vs4 P<0.01; 3 vs4 P<0.05*

Фиг.1. Обемна плътност (g/cm³), обща порьозност (%) в слоя 0-40 cm.

Най-ниска обемна плътност е отчетена при вариант 4 (с прилагане на директна сеитба и вертикално мулчиране) и през двата периода на изследване, като средногодишно за първия период, в максимален растеж и след прибиране на реколтата, тя е 1,19 и 1,23 (g/cm³), а през 2015-2017 г. - 1,21 и 1,22 (g/cm³). При контролните варианти тя е била 1,41 и 1,39 (g/cm³) (за периода 2013-2015 г.), а през втория - съответно 1,36 и 1,34 (g/cm³), през последните две фази на отглежданата култура.

При експериментите, проведени през 2013-2015 г., общата порьозност е най-висока при вариант 4, с прилагане на минимални обработки и вертикално мулчиране, като тя е средно за тригодишния период, в трите наблюдавани фази съответно 54,73 %, 56,09 % и 54,61 %. При контролния вариант, отглеждан традиционно по наклона на склона, тя е съответно 50,80 %, 47,97 % и 48,71 %. През втория период на изследване тези стойности при 4-ти вариант са 54,77 %, 55,23 % и 54,86 %, а при вариант 1 – 51,54 %, 49,69 %, 50,43 %.

Ежегодно е проследяван и показателя влажност на почвата, който характеризира както влагозапасяващия ефект, така и противоерозионната ефективност на използваните технологии (табл.2). При измерване на влажността на почвата се установява, че и през трите години на изследване и в трите наблюдавани фази, влажността на почвата в слоя 0-150 cm е най-ниска при контролата 1.

При опитите, проведени с компост, във фаза - максимален растеж, влажността на почвата при вариант 3 е по-висока от тази при контролния вариант 1 с 2.52 % а при вариант 4 - с 4.25 %. В крайната фаза тези разлики са съответно – 3,3 % и 4,7 %. През 2015-2017 г., когато е използван оборски тор, като мучлиращ материал, при трети и четвърти вариант, в максима-

лен растеж на отглежданата култура, влажността на почвата в слоя 0-150 см е средно с 1,69 % и 3,09 % по-висока от влажността при контролния вариант. В крайната фаза, влажността при вариант 3 и 4 са съответно с 1,56 % и 2,39 % по-високи в сравнение с посевите отглеждани по традиционна технология по наклона на склона.

Таблица 2. Влажност на почвата в 0-150 cm. Опит 2013-2015 г.

Години	Фази на развитие	1	2	3	4
2013 г.	Преди сеитба	8.72	9.05	9.06	9.39
	При максимален растеж	7.58	7.71	10.49	11.55
	След прибиране на реколтата	14.98	15.44	17.34	19.96
2014 г.	Преди сеитба	15.09	15.09	15.09	15.09
	При максимален растеж	14.08	14.70	15.20	16.88
	След прибиране на реколтата	19.06	19.16	20.29	20.41
2015 г.	Преди сеитба	11.52	11.52	11.52	11.52
	При максимален растеж	8.68	9.42	12.20	14.65
	След прибиране на реколтата	10.15	10.81	11.71	13.17
2013-2015 г.	Преди сеитба	11,78	11,89	11,89	12.00
	При максимален растеж	10,11	10,61	12,63	14,36
	След прибиране на реколтата	13,15	15,14	16,45	17,85

ANOVA; *p= 0.000111; HSD [0.05]=1.17; HSD [0.01]=1.48;* d_0 *vs* d_3 $P<0.01$; d_1 *vs* d_3 $P<0.01$; d_2 *vs* d_3 $P<0.01$

Таблица 3. Влажност на почвата в 0-150 cm. Опит 2015-2017 г.

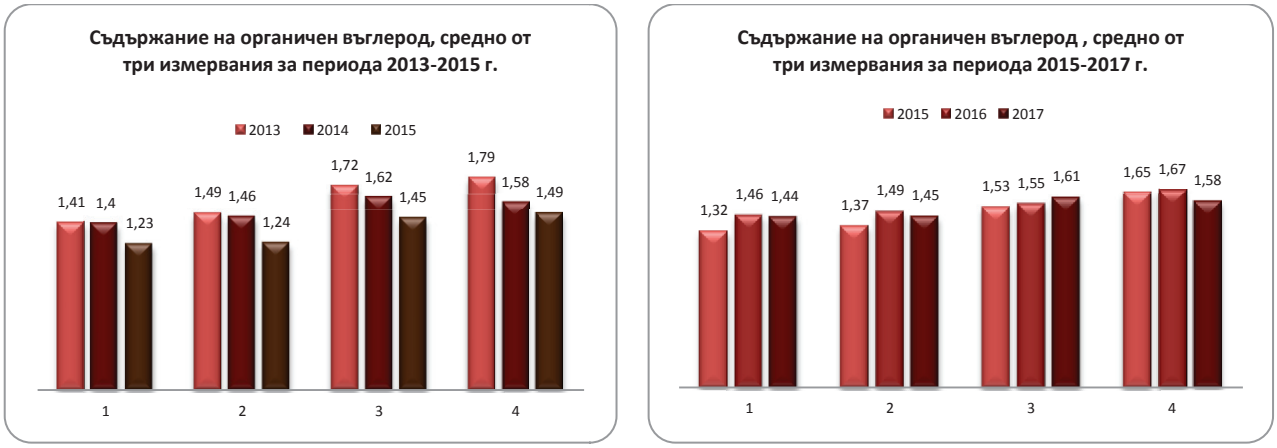
Години	Фази на развитие	1	2	3	4
2015 г.	Преди сеитба	11.52	11.52	11.52	11.52
	При максимален растеж	8.68	9.42	12.20	14.65
	След прибиране на реколтата	10.15	10.81	11.71	13.17
2016 г.	Преди сеитба	22.60	22.60	22.60	22.60
	При максимален растеж	17.49	17.72	18.36	19.82
	След прибиране на реколтата	9.85	10.31	11.14	11.72
2017 г.	Преди сеитба	13,66	13,66	13,66	13,66
	При максимален растеж	15,34	15,89	16,02	16,33
	След прибиране на реколтата	12,82	14,57	14,66	15,11
2015-2017 г.	Преди сеитба	15,93	15,93	15,93	15,93
	При максимален растеж	13,84	14.34	15,53	16,93
	След прибиране на реколтата	10,94	11,90	12,50	13,33

ANOVA; *p= 0,476903*

От резултатите на проведените анализи на почвеното органично вещество, се вижда, че при прилагането на нетрадиционните противоерозионни технологии - повърхностно мулчиране с готов компост и минимални обработки с вертикално мулчиране с компост и през трите години, количеството на органичния въглерод средно е по-високо от това при контролния вариант с традиционни обработки, прилагани по наклона на склона. И двата приложени метода имат положително влияние върху количеството почвен органичен въглерод. Подобни са резултатите и при опита, при който като мулчиращ материал е използван оборски тор (фиг.2).

Тези резултати показват, че предлаганите и използвани почвозащитни технологии за минимална и нетрадиционна обработка за отглеждане на пшеница на наклонени терени, спомагат за подобряване на въздушния и водния режим на почвата, като се намалява обемната плътност, увеличава се нейната порьозност и влагозапасеност. Прилагането на минимални обработки, директна сеитба и внасяне на органично вещество с вертикално мулчиране при вариант 4 на опита, както и внасянето на органично вещество с повърхностно мулчиране при

трети вариант, водят до съхраняване и повишаване на почвеното органично вещество. Всичко това се отразява положително както върху развитието на отглежданата култура, така и върху почвената микрофлора, която има основно влияние върху почвообразувателните процеси и хумусообразуването.



ANOVA *(2013-2015г.); p=0.050173; 1 vs 4 p= 0.057348*
ANOVA *(2015-2017г.);p=0.004197; HSD[0.05]=0.15; HSD[0.01]=0.2; 1 vs3 P<0.05; 1 vs 4 P<0.01;2 vs 4 P<0.05*

Фиг.2. Съдържание на органичен въглерод (%), за периода 2013-2015 г. и 2015-2017 г.

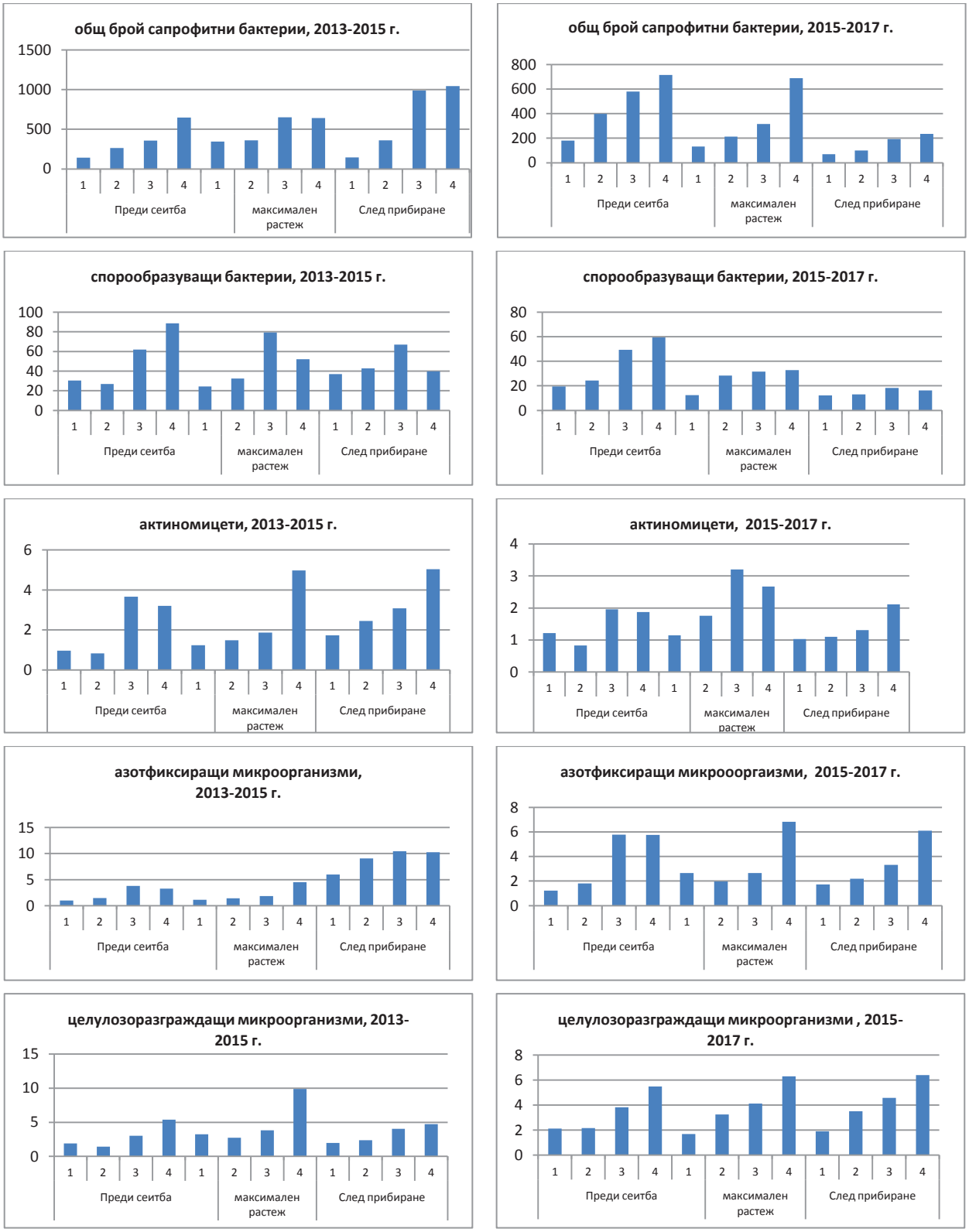
Влиянието на изпитваните технологии върху почвената микробиологична активност, са дадена на фиг.3.

Най-висока микробиологична активност се наблюдава при варианта с прилагане на минимални обработки с вертикално мулчиране, както с компост, така и с оборски тор (фиг.3). При този вариант количеството на хетеротрофните бактерии е повишено средно 3,70 пъти, при опита с прилагане на готов компост и 4,28 пъти с прилагане на оборски тор, в сравнение с контролните варианти, отглеждани по традиционна технология, прилагана по наклона на склона. По-високата порьозност, влажност на почвата и по-ниската обемна плътност, при вариант 4, повлияват значително развитието на почвената микрофлора.

Висока е и микробиологичната активност при варианта с повърхностно прилагане на готов компост или оборски тор, при вариант 3, като средно през първия период на изследване тя е 3,17 пъти, а през втория – 2,84 пъти по-висока от тази при контролния вариант. И при двата варианта (3 и 4), при които с почвозащитните обработки повърхностно и вертикално мулчиране е внесено органично вещество (компост или оборски тор) в почвата, с високо въглеродно и азотно съдържание, както и значително количество макроелементи и микроорганизми, се наблюдава повишаване на микробиологичната активност.

Отчетеното количество актиномицети при вариант 4 е средно 3,35 пъти по-високо при мулчиране с компост и 1,96 пъти при внасяне на оборски тор, в сравнения с традиционно обработените площи. Значително е повишаването и на азотфиксиращата активност. При последния вариант на експериментите, с прилагане на усъвършенстваната технология за минимална и нетрадиционна обработка, през двата периода на изследване, тя е средно 2,29 и 3,33 пъти по-висока от контролните варианти. При прилагане на повърхностно мулчиране, азотфиксиращата активност е повишена средно 2,00 и 2,10 пъти спрямо традиционно обработените площи по наклона на склона.

Целулозоразграждащата активност също е повишена при варианти 4 и 3 на двата експеримента. При вариант 4 повишаването с използване на компост, като мулчиращ материал е 2,82 пъти, а при прилагане на оборски тор – 3,18 пъти спрямо вариант 1. При прилагане на повърхностно мулчиране това увеличение е 1,53 и 2,19 пъти в сравнение с контролата, традиционно отглеждана по наклона на склона.



ANOVA 2013-2015г Хетеротрофни бактерии *1vs4, p=0.064570;* ***Спорообразуващи бактерии 1*** *vs 4 , p=0.095433;* ***Актиномицети****: p =0.004260 HSD[0.05]=1.78; HSD[0.01]=2.21; 1 vs 2 NS; 1 vs 3 NS; 11 vs 4 P<0.01;2 vs 3 NS; 2 vs 4 P<0.05;3 vs 4;* ***Азотфиксиращи:*** *1 vs 4 , p=0.061895;* ***Целулозоразграждащи:*** *p=0.012828 HSD[0.05]=3.19; HSD[0.01]=3.97; 1 vs 2 NS; 1 vs 3 NS; 1 vs 4 P<0.05; 2 vs 3 NS; 2 vs 4 P<0.05; 3 vs 4 NS*

ANOVA 2015-2017г Хетеротрофни бактерии; *p=0.040865HSD[.05]=373.15; HSD[0.01]=464.22; 1 vs 4 P<0.05;* ***Азотфиксиращи,*** *p=0.013765; HSD[0.05]=3.98; HSD[0.01]=4.96; 1 vs 4 P<0.05; 2 vs 4 P<0.05;* ***Целулозоразграждащи*** *p= 0.002223; HSD[0.05]=2.46; HSD[0.01]=3.06; 1 vs 4 P<0.01; 2 vs 4 P<0.05;* ***Спорообразуващи бактерии*** *p=0.095012*

Фиг.3. Микробилогична активност на почвата в
CFU (colony forming units)* 10^6/ гр. абсолютно суха почва

ИЗВОДИ

1. Прилагането на противоерозионни технологии за отглеждане на пшеница на наклонени терени, включващи нетрадиционните обработки повърхностно и вертикално мулчиране, при които се използва компост или оборски тор, като мулчиращ материал и които имат доказан противоерозионен ефект, подобряват физичните свойства на почвата – обемна плътност и обща порьозност, както и влагозапасеността ѝ.

2. Внасянето на компост и оборски тор при средно ерозиран карбонатен чернозем, чрез вертикално или повърхностно мулчиране, води до повишаване общото количество хетеротрофна микрофлора, така и на спорообразуващите бактерии, актиномицети и повишава азотфиксиращата и целулозоразграждаща активност. Това от своя страна е важно условие за подобряване на хумусообразуването, на почвената структура и за изхранване на културните растения.

3. Повишената микробиологична активност при вариантите с прилагане на почвозащитните обработки повърхностно и вертикално мулчиране с компост и оборски тор, е индикатор за протичащите в почвата процеси.

REFERENCES

Anderson, D. W., de Jong, E., Verity, G. E., and Gregorich, E. G. (1986). The effects of cultivation on the organic matter of soils of the Canadian prairies. *Trans. XIII Cong. Int. Soc. Soil Sci. Hamburg,* **7,** 1344–1345.

Beloev H.I. , Dimitrov P.D., Markov N.M., Tsankova G.A. (2008). Technologies for minimum soil tillage of sloping land in conditions of sustainable agriculture. Agricultural Academy, Sofia, 43 pp.

Dimitrov PD, Beloev HI, Tsvetkova E., Ilieva DK Stoyanov KE, Georgieva GM (2009). Exploration of the vertically mulch method for growing wheat on slope terrain. International Conference "Soil Tillage and Ecology" ISTRO - 09, Albena, Bulgaria, 42-49 p.

Dimitrov PD, Beloev HI, Trifonova T.M., Ruseva S.S., Stoyanov K.E., Ilieva DK, Kuncheva GS (2016). Improved soil protection technologies for minimum and unconventional soil tillage in the production of wheat and maize on inclined terrains. Publishing Center of RU "Angel Kanchev" - Rousse, Agricultural Academy, Sofia, 62 p.

Donkova R., N. Kaloyanova. (2008).The Impact of Soil Pollutants on Soil Microbial Activity, Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security, NATO Science for Peace and Security , pp 73-93.

Gainfreda L., M.A Rao, A. Piotrowska, G. Palumbo, C.Colombo, (2005). Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations. Intensive agricultural practices and organic pollution. Science of the total Environment, 341265-279.

Norman and Newman. (1941). Some effects of sheet erosion on soil microbial activity. *Soil Science*. Volume 52 , Issue 1: 31-46

Nunes, J. S. Nunes, A. S. F. Araujo et al.(2012). Impact of Land Degradation on Soil Microbial Biomass and Activity in Northeast Brazil. Pedosphere, vol 22.

Ruseva S., Lozanova L., Tsvetkova E., Malinov I., Stefanova V., Nikolov I. (2011). Estimation of Factors and Risk of Area Water Erosion in the Administrative Areas of the Republic of Bulgaria, Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 45 (4), Sofia, 23-29.

Soane, B.C. Ball, J. Arvidsson, G. Basch, F. Moreno, J. Roger-Estrad (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment Soil and Tillage Research 118: 66-87