

FRI-8.121-1-AMT&ASVM-10

INFLUENCE OF WATER EROSION AND DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS FOR GROWING CORN ON SLOPING AGRICULTURAL LANDS ON THE LOSS OF AVAILABLE FORMS OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM FROM THE SOIL

Gergana Slavova Kuncheva, PhD

Scientific section "Erosion of soil", Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov" – Sofia

Phone: 082 888 417

E-mail: g1nikolova@abv.bg

Prof. Petar Dimitrov Dimitrov, DSci

Scientific section "Erosion of soil", Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov" – Sofia

Phone: 082 888 542

E-mail: pddimitrov@dir.bg

Correspondent member, Prof. Hristo Ivanov Beloev, DSci

"Angel Kanchev" University - Ruse

Phone: 082 888 240

E-mail: hbeloev@uni-ruse.bg

Abstract

One of the results of the action of soil water erosion is loss of nutrients with surface water runoff and eroded soil. This, along with the other negative consequences of this degradation process, leads to a decrease in crop yields, loss of mineral fertilizers, environmental pollution. The application of different methods and technologies to limit the action of water erosion processes reduces these negative consequences. In the present study, we analyze the loss of available forms of phosphorus and potassium, using conventional and soil protection technologies for growing maize on sloping agricultural lands under the conditions of moderately eroded calcareous chernozem.

Key words: *water erosion, loss of available forms of phosphorus and potassium, minimum tillage, vertical mulching, surface mulching.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Последици от действието на водна ерозия на наклонени терени е намаляване на коренообитаемия слой, почвената влагозадържащата и инфилтрационна способност, загуба на органично вещество и хранителни елементи, нарушаване на почвената структура и уплътняване. Когато запасите на усвоими хранителни вещества са изчерпани от протичането на водно-ерозионни процеси, растежът на растенията е забавен и общата продуктивност спада (Piementel, 1995). При почви, подложени на действието на тежка ерозия се получава намаляване на добивите с от 15% до 30% в сравнение с тези, получени на неерозирани почви (Olson, 1988). В тези екосистеми силно намалява общата биомаса на флората и фауната и цялостното биологично разнообразие и съответно добивите на отглежданите култури. (Piementel, 1998).

Под влияние на водната ерозия на почвата, според Станев (1982) от орния слой се изнасят значително количество органични и минерални вещества, необходими за растежа и развитието на растенията, тъй като тяхната концентрация в този слой е максимална. Ерозионните процеси разрушават най-плодородния повърхностен пласт на почвата и довеждат до съществено влошаване на нейните агрохимични свойства.

В ЕС загубата на селскостопанска продукция, дължаща се на водна ерозия на почвата, изчислена въз основа на биофизични и агрономически модели, се оценява на 0,43% годишно.

Отчитайки интензивността на ерозионните процеси, разпределението на културите за всяка страна и средните цени на селскостопанските култури, годишната загуба от производителност на селскостопанските продукти се оценява на около 1,2 милиарда евро (Panos Panagos, 2018)

При естествените почви запасеността с достъпни форми на фосфор е ограничаващ фактор, тъй като неговите разтворими форми са в малки количества и бързо реагират с калциеви, железни и алуминиеви катиони и се утаяват като силно неразтворими съединения. За регулиране на минералното хранене на растенията и получен фосфорен дефицит, се предприема минерално торене. Съществуват обаче големи различия в света по отношение на торенето, като в някои страни се прилага торене с излишък, а в други в недостиг. В резултат на неефективното усвояване на приложения с минералното торене фосфор, се изчислява, че количествата на фосфора, които се изнасят от сухоземните екосистеми са се утроили, което има значително въздействие върху околната среда (Benett, Carpenter and Caraco, 2001).

Калият е широко разпространен елемент в природата и концентрацията му в почвите е висока. По тези причини, на загубите на този елемент е обръщано по-малко внимание. Независимо от това, тъй като калият не се свързва с органични материали, той може да се измие директно от почвата чрез повърхностния воден отток и ерозираната почва, което представлява потенциална икономическа загуба за земеделските стопани, както и да доведе до небалансиран хранителен статус на почвата за растежа на растенията (Bertol, 2003).

Загубата на различни хранителни елементи, в резултат на действието на водно-ерозионни процеси зависи също от възприетата система за обработка на почвата (Pesanti, A. R., 1984, Muukkonen, 2008)

Целта на настоящото проучване е установяване загубите на достъпни форми на фосфор и калий от протичане на водно-ерозионните процеси, при различни начини на отглеждане на царевица за зърно, на средно ерозиран карбонатен чернозем, при наклон на склона 5°(8,7%).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследването е проведено в периода 2015-2017 година, в опитното поле на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаргов“ – София, в землището на с. Тръстеник, област Русе, при неполивни условия, на средно ерозиран карбонатен чернозем с наклон на терена 5° (8,7%). Изведени са полски опити с царевица за зърно, по блоковия метод, в четири варианта, в четири повторения.

Площта на опита с царевица за зърно е с предшественик пшеница и е торена с N₁₀P₈K₈ kg/da, като фосфорните (суперфосфат) и калиевите (калиев хлорид) торове са внасяни преди дълбоката оран или разрохкването, а цялото количество азотен тор (амониева селитра) – преесеитбено.

Изпитваните варианти са:

13-ти – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана по наклона на склона – контрола;

14-ти – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана напречно на наклона на склона;

15-ти – посев царевица, отглеждан по почвозащитна технология, включваща противоерозионната мярка повърхностно мулчиране с оборски тор, прилагана напречно наклона на склона;

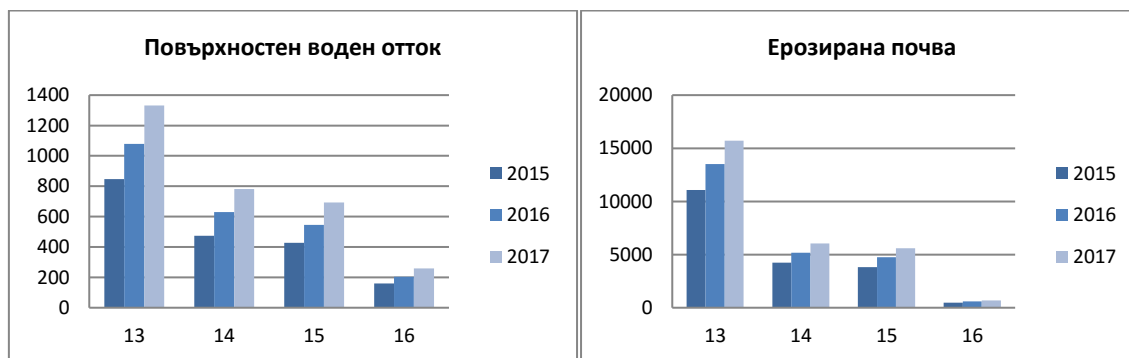
16-ти – посев царевица, отглеждан по усъвършенствана почвозащитна технология, включваща противоерозионните мерки разрохкване (като основна обработка на почвата), вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуване едновременно със сеитбата и окопаването и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, прилагани напречно на склона.

През тригодишния период на изследване, ежегодно, всички технологични операции, осъществявани при вариантите 13 и 14 са традиционни (конвенционални) и еднакви, като разликата, между тях е само в посоката на тяхното реализиране. При контролата те са прилагани по наклона на склона, а при вариант 14 в напречно направление. В същата посока са извършвани и обработките при вариант 15, като при него, преди преесеитбените обработки, е осъществяван противоерозионния метод повърхностно мулчиране с оборски тор (4500-5000 kg/ha), като за целта е използвано тороразхвърлящо ремарке 1ПТУ-6.

При последния 16-ти вариант са включени противоерозионните методи разрохкване, като основна обработка на почвата, вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуване, прилагано съвместно със сеитбата и окопаването на земеделската култура и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, реализирано заедно с операцията загърляне на царевицата.

Ерозионните измервания са осъществени по стационарния метод, като за всеки вариант са изградени отточни площадки с размери 15m x 5m и площ 75 m². В почвата, в твърдия и течния отток са измервани количествата на достъпните форми на фосфор и калий по ацетатно-лактатен метод. Концентрацията на фосфора се определя на спектрофотометър при 680 nm, а количеството на калият се измерва на пламъчен фотометър.

Резултатите от извършените ерозионни изследвания са представени на фиг. 1. От тях се вижда, че стойностите на повърхностния воден отток и на ерозираната почва са най-ниски при вариант 16, при който посева царевица за зърно се отглежда по усъвършенстваната почвозащитна технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата с използване на мулч- оборски тор. При него повърхностния воден отток се редуцира от 5,1 до 5,5 пъти, а ерозираната почва от 22,2 до 23,1 пъти, в сравнение с контролата, чийто посев се отглежда по наклона на склона. Трябва да се отбележи, че този ефект се запазва през целия период на изследването. По-ниска оттокоредуцираща и почвозащитна ефективност се наблюдава при вариант 15 с прилагане на повърхностното мулчиране с оборски тор. При него намаляването на повърхностния воден отток е от 1,9 до 2,2 пъти, а на количеството на ерозираната почва то е от 2,7 до 3,1 пъти, в сравнение с вариант 13 - контрола.



ANOVA Повърхностен воден отток: HSD[0.05]=420.41; HSD[0.01]=574.7; 13 vs 14 P<0.05; 13 vs 15 P<0.05; 13 vs 16 P<0.01; 14 vs 15 NS; 14vs16 P<0.05; 15 vs 16 NS; ANOVA Ерозирана почва: HSD[0.05]=3453.12; HSD[0.01]=4720.44; 13 vs 14 P<0.01; 13 vs 15 P<0.01; 13 vs 16 P<0.01; 14 vs 15 NS; 14 vs 16 P<0.05; 15vs16 P<0.05

Фиг. 1. Противоерозионна ефективност на прилаганите технологии за обработка на почвата при опит с царевица за зърно, за периода 2015-2017г.

Таблица 1

Агрохимични показатели на почвата в различните варианти на опита през три фази на развитие на културата, P₂O₅ (mg/100g) K₂O (mg/100g), 2015 – 2017г.

Година		Преди сеитба				Максимален растеж				След прибиране			
		Вариант				Вариант				Вариант			
		13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
2015 г.	P ₂ O ₅	8.09	8.92	12.11	11.97	7.72	7.88	8.72	9.58	3.70	3.89	4.26	4.99
	K ₂ O	35,70	34,77	41,36	47,86	33,89	33,07	37,69	36,11	24,21	24,26	26,11	26,48

2016г.	P_2O_5	8,72	8,83	9,12	9,00	6,80	7,22	9,21	11,76	3,78	3,42	3,94	5,09
	K_2O	23,26	27,47	38,47	46,33	33,93	33,89	35,87	34,00	25,21	25,56	27,09	26,48
2017 г.	P_2O_5	5,39	5,63	9,23	32,46	5,52	5,44	8,80	13,52	6,78	6,03	10,29	15,28
	K_2O	26,08	28,74	29,29	49,52	18,63	17,43	20,37	21,04	22,13	22,59	29,12	36,27

ANOVA: $p=0.017743$ HSD[.05]=5.79; HSD[.01]=7.2,13 vs 14 nonsignificant, 13 vs 15 nonsignificant, 13 vs 16 $P<.05$, 14 vs 15 nonsignificant, 14 vs 16 $P<.05$, 15 vs 16 nonsignificant; $p=0.052822$

Съдържанието на достъпни форми на фосфор и калий P_2O_5 (mg/100g) K_2O (mg/100g), при всички наблюдавани технологии в различни фази на развитие на културата и за трите години на изследване са представени в табл. 2. Най-високи нива на разтворими минерални форми на фосфор и калий отново се наблюдават при вариантите с прилагане на минимални обработки с вертикално мулчиране с оборски тор и при варианта с традиционни обработки, приложени напречно на наклона на склона и с повърхностно мулчиране с оборски тор. Както се вижда от данните, обогатяването на повърхностния почвен слой с органично вещество, съдържащо високи нива на макроелементи, значително повлиява агрохимичните показатели на почвата при вариант 15 и вариант 16.

Таблица 2

Средно съдържание P_2O_5 (mg/100g), K_2O (mg/100g), в ерозираната почва, P_2O_5 (mg/l), K_2O (mg/l), в повърхностния воден отток, опит царевица, при ерозионни валежи 2015-2017г.

Година	Вариант	Ерозирана почва		Повърхностен воден отток	
		P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
2015г.	13	7,42	47,75	0,95	4,93
	14	7,78	50,28	1,07	4,75
	15	10,05	78,73	1,49	7,77
	16	9,81	62,62	1,14	5,48
2016г.	13	10,33	35,23	1,08	5,11
	14	9,86	35,71	0,99	5,04
	15	11,34	42,25	1,10	6,43
	16	10,12	99,37	1,07	6,08
2017г.	13	9,14	30,42	0,99	5,05
	14	9,04	30,90	0,898	5,03
	15	15,44	38,79	0,966	6,95
	16	9,37	36,91	0,826	4,95

ANOVA: NS

Измерените концентрации на достъпни форми на фосфор и калий в ерозираната почва и повърхностния воден отток (табл.2), показват по-голямо обогатяване с тези елементи при вариантите с прилагане на оборски тор, като мулчиращ материал, като най-високи са те при варианта с традиционни обработки и повърхностно мулчиране, следвани от варианта с прилагане на усъвършенстваната система за минимални и нетрадиционни обработки на почвата.

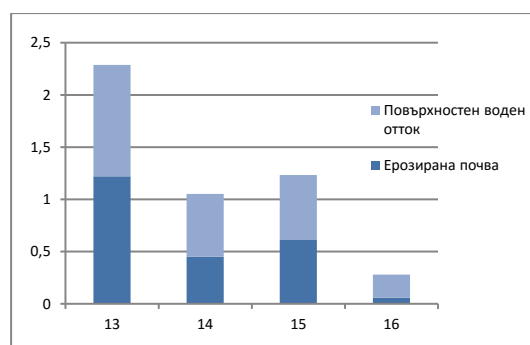
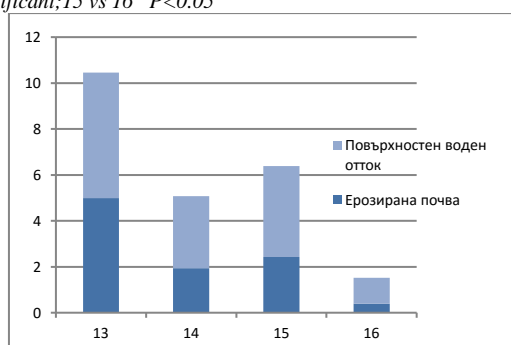
Въз основа на данните за ерозионните показатели и концентрацията на достъпни форми на фосфор и калий, са изчислени и загубите на тези елементи с оттокопричинителните валежи, настъпили по време на вегетацията на отглежданата култура. Тези резултати са представени в табл. 3 и табл. 4. Както се вижда от получените резултати, при прилагане на традиционни обработки по наклона на склона, загубите на фосфор и калий са най-високи, като средно за трите години те са били съответно 2,29 kg/ha и 10,46 kg/ha. При прилагането на традиционни обработки, но напречно на наклона на склона, тези загуби са съответно 1,05 kg/ha и 5,08 kg/ha. При прилагането на повърхностно мулчиране, въпреки намаления обем на повърхностния воден отток и количеството на ерозираната почва, високата концентрация на фосфор и калий в тях, водят до загуби от 1,23 kg/ha и 6,38 kg/ha съответно. Най-ниски са загубите на тези елементи при вариант 16 с прилагане на минимални обработки с вертикално мулчиране, където те са 0,28 kg/ha за фосфор и 1,52 kg/ha.

Таблица 3

Загуба на достъпни форми на P_2O_5 с ерозираната почва и с повърхностен воден отток (kg/ha), опит царевица, при ерозионни валежи 2015-2017г.

Дата	Ерозирана почва, P_2O_5 kg/ha				Повърхностен воден отток P_2O_5 kg/ha				Общи загуби на P_2O_5 , kg/ha			
	Вариант				Вариант				Вариант			
	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
Общо за 2015г.	0,79	0,32	0,36	0,05	0,79	0,49	0,62	0,18	1,58	0,81	0,98	0,22
Общо за 2016г.	1,46	0,54	0,56	0,06	1,10	0,59	0,58	0,27	2,56	1,13	1,14	0,33
Общо за 2017г.	1,40	0,50	0,91	0,07	1,32	0,71	0,67	0,21	2,71	1,21	1,57	0,27
Средногодишни загуби	1,22	0,45	0,61	0,06	1,07	0,60	0,63	0,22	2,29	1,05	1,23	0,28

ANOVA: 0.000985HSD; [0.05]=0.94; HSD[0.01]=1.28; 13vs 14 $P<0.05$; 13 vs 15 $P<0.05$; 13 vs 16 $P<0.01$; 15 vs 16 nonsignificant; 14 vs 16 nonsignificant; 15 vs 16 $P<0.05$



Фиг.2 Загуба на достъпни форми на P_2O_5 с ерозираната почва и с повърхностен воден отток (kg/ha), средно за трите години на изследване.

Фиг. 3 Загуба на достъпни форми на K_2O с ерозираната почва и с повърхностен воден отток (kg/ha), средно за трите години на изследване

Таблица 3

Загуба на достъпни форми на K_2O с ерозираната почва и с повърхностен воден отток (kg/ha), опит царевица, при ерозионни валежи 2015-2017 г.

Дата	Ерозирана почва, K_2O kg/ha				Повърхностен воден отток K_2O kg/ha				Общи загуби на K_2O , kg/ha			
	Вариант				Вариант				Вариант			
	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
Общо за 2015г.	5,41	2,18	3,10	0,31	4,22	2,27	3,34	0,91	9,63	4,45	6,44	1,22
Общо за 2016г.	4,76	1,85	2,01	0,60	5,44	3,13	3,44	1,19	10,20	4,98	5,45	1,78
Общо за 2017г.	4,79	1,79	2,17	0,26	6,75	4,02	5,09	1,29	11,54	5,80	7,25	1,55
Средногодишни загуби	4,99	1,94	2,43	0,39	5,47	3,14	3,96	1,13	10,46	5,08	6,38	1,52

ANOVA: $p<0.001$ HSD[.05]=1.99; HSD[.01]=2.73; M1 vs M2 $P<0.01$; M1 vs M3 $P<0.01$; M1 vs M4 $P<0.01$; M2 vs M3 nonsignificant; M2 vs M4 $P<0.01$; M3 vs M4 $P<0.01$

Загубата на достъпни форми на фосфор от почвата, в резултат на протичане на водно-ерозионни процеси при прилагане на традиционни обработки по наклона на склона (вариант 13), настъпва основно с ерозираната почва (от 74% до 38%), но средно за периода е 53%. Загубите на достъпни форми на P_2O_5 с ерозираната почва при вариант 14 са 43% от общите загуби, при варианта с прилагане на повърхностно мулчиране с оборски тор – 49%, а при варианта с използване на минимални обработки и вертикално мулчиране – 21%, като това е средно за тригодишния период на изследване.

При достъпните форми на калий, за трите години на изследване, се наблюдава износ основно с повърхностния воден отток 52,3% при вариант 13, с традиционни обработки, приложени по наклона на склона. При вариант 14, с традиционни обработки, приложени напречно на наклона на склона – 61,7 % от достъпния калий се изнасят с повърхностния воден отток. При вариант 15 и вариант 16, количеството на калия, изнесен с повърхностния воден отток съответно 61,9% и 73,4%, от общите загуби на този елемент от ерозионните валежи, настъпили през вегетацията на културата

ИЗВОДИ

1. Резултатите за ерозионните показатели от изведените опити с царевица при наклон на склона 5⁰, на почва карбонатен чернозем, показват, че прилагането на усъвършенстваната технология за минимална и нетрадиционна обработка при отглеждане на царевица за зърно на наклонени терени, намаляват повърхностния воден отток с 5,1 до 5,5 пъти, а ерозираната почва от 22,2 до 23,1 пъти, в сравнение с традиционно прилаганата технология за производство на царевица за зърно, прилагана по наклона на склона. При технологията с повърхностно мулчиране с оборски тор, тези стойности са съответно от 1,9 до 2,2 пъти при течния отток и 2,7 до 3,1 пъти при твърдия отток.

2. Загубите на достъпни форми на фосфор при прилагане на усъвършенстваната технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата, са намалели с 2,00 kg/ha активно вещество, а при прилагане на традиционни технологии с повърхностно мулчиране с 1,05 kg/ha. Промяната на посоката на обработка напречно на наклона на склона при прилагането на традиционна технология е довело до по-ниски загуби на фосфор с 1,23 kg/ha.

3. Загубите на достъпни форми на калий са намалели при вариант 16 с 8,94 kg/ha. При вариант 15, това намаление е с 4,08 kg/ha, а при вариант 13 с 5,38 kg/ha.

4. По-високите загуби при варианта с повърхностно мулчиране в сравнение с традиционни обработки, прилагани напречно на наклона на склона, се дължат на повърхностно внесения оборски тор, въпреки по-високата противоерозионна ефективност и подобрената запасеност на почвата с достъпни форми на фосфор и калий.

REFERENCES

Eutrophication: A Global Perspective: Increasing accumulation of phosphorus in soil threatens rivers, lakes, and coastal oceans with eutrophication. BioScience, Volume 51, Issue 3, 1 March 2001, Pages 227–234.

Bertol I, Mello, L., Guadagnin, J., Zapparoli, A., Carrafa, R. M. (2003). *Nutrient losses by water erosion*, Scientia Agricola, v.60, n.3, p.581-586.

Food and agriculture organization of the United Nations. (2015). *Status of the World's Soil Resources*. Rome. Main report

Muukkonen, P., Hartikainen, H., Alakukku, L. (2008). *Effect of soil structure disturbance on erosion and phosphorus losses from Finnish clay soil*, Australian Journal of Soil Research 47 (1) 33-45

Olson, K.R. and E. Nizeyimana. (1988). *Effects of soil erosion on corn yields of seven Illinois soils*. J. Prod. Agric. 1: 13- 19.

Panagos, P., Standardi, G., Borrelli, P., Lugato, E., Montanarella, L., Bosello, F. (2018). *Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion in the European Union: From direct cost evaluation approaches to the use of macroeconomic models*. Land degradation & development, v. 29, issue 3.

Pesanti, A. R., Dionne, J. L., Genest, J. (1987). *Soil and nutrient losses in surface runoff nutrient losses in surface runoff from conventional and no-till corn systems*. Can. J. Soil Sci. 67:835-843

Pimentel, D., Kounang, N. (1998). *Ecology of Soil Erosion in Ecosystems*, Ecosystems 1, issue 5: 416–426