FRI-8.121-1-AMT&ASVM-07

INVESTIGATION OF SYSTEMS FOR MINIMUM AND NCONVENTIONAL SOIL TILLAGE WITH THE APPLICATION OF MANURE IN THE CULTIVATION OF MAIZE ON SLOPE AGRICULTURAL

Prof. Petar Dimitrov Dimitrov, DSci
Scentific section "Erosion of soil", Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov" – Sofia
E-mail: pddimitrov@dir.bg

Correspondent member, Prof., Hristo Ivanov Beloev, DSci
"Angel Kanchev" University - Ruse
E-mail: hbeloev@uni-ruse.bg

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

Abstract: *The positive influence on the limitation of the degradation processes water erosion and loss of soil organic matter, in our agricultural production, have proved advanced soil protection systems for soil tillage, which include some minimum and unconventional soil (surface and vertical mulching) treatments with the use of manure. The present work explores the results of the three-year study period of these systems in the cultivation of grain maize on sloping agricultural lands under specific soil and climatic conditions.*

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

ВЪВЕДЕНИЕ

Основен и постоянен проблем за земеделското производство на Република България е деградацията на почвата. Вследствие на нея спада качеството на почвата, влошават се трайно строежът, съставът, структурата ѝ, както и нейните свойства и се намалява значително плодородието ѝ. От всичките осем деградационни процеси, разпространени в нашата страна най-голямо значение има водната ерозия на почвата и свързания с нея процес на намаляване на почвеното органично вещество. Те оказват съществено отрицателно влияние както върху функциите на почвата в земеделските земи, така и на продуктивността на отглежданите земеделски култури и на качеството на получаваната продукция от тях. Това особено се отнася за окопните култури и в частност за царевицата, която е втората по разпространеност в България зърнено-житна култура, Тя притежава ниска степен на противоерозионна защита и при отглеждането ѝ на площи с наклон над 3° (5,2 %) има много висок риск от възникване на водна ерозия и загуба на почвено органично вещество. В тези случаи е необходимо прилагане на добри земеделски практики, включващи комплекс от технологични операции, методи и технологии с почвозащитно и оттокорегулиращо действие. Такива възможности притежават някои системи за минимална обработка на почвата, а също и нетрадиционните противоерозионни практики повърхностно и вертикално (вътрешнопочвено) мулчиране с оборски тор. Резултатите от тяхното усъвършенстване и от индивидуалното и съвместното им прилагане, при отглеждане на царевица на склонови земи са установени от проведените изследвания, през последните няколко години, от Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“- София.

Целта на настоящата разработка е на основата на някои от получените резултати от тези изследвания, осъществени с усъвършенстваните системи за минимална и нетрадиционна обработка на почвата с използване на оборски тор, като мулчиращ материал, при отглеждане

на царевица на склонови земеделски земи, да се оцени тяхната агротехническа и почвозащитна ефективност.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследването е проведено в периода 2015-2017 година, в опитното поле на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров‘ – София, в землището на с. Тръстеник, област Русе, при неполивни условия, на средно ерозиран карбонатен чернозем с наклон на терена 5° (8,7 %).

Заложен и изведен е еднофакторен полски опит е царевица за зърно, по блоковия метод, в четири варианта, в четири повторения. Изпитваните варианти са:

1ви – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана по наклона на склона – контрола;

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

3ти – посев царевица, отглеждан по почвозащитна технология, включваща противоерозионната мярка повърхностно мулчиране с оборски тор, прилагана напречно наклона на склона;

4ти – посев царевица, отглеждан по усъвършенствана почвозащитна технология, включваща противоерозионните мерки разрохкване (като основна обработка на почвата), вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуане 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 1 и 2 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 2 в напречно направление. В същата посока са извършвани и обработките при вариант 3, като при него, преди предсеитбените обработки, е осъществяван противоерозионния метод повърхностно мулчиране с оборски тор (4500-5000 kg/ha), като за целта е използвано тороразхвърлящо ремарке 1ПТУ-6 (фиг.1).

Фиг.1. Тороразхвърлящо ремарке 1ПТУ-6

Фиг.2. Чизел-култиватор СР-9

При последния 4ти 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. При тези технологични операции са използвани навесния чизел култиватор СР-9 (фиг.2), специализираната машина за внасяне на органично вещество в почвата (фиг.3), устройства за прорязване с ходообразуване, монтирани към рамата на пневматичата сеялка SPC-6 (фиг.4) и към култиватора за междуредова обработка на почвата КРН-4,2 (фиг.5) и комбинирано устройство за браздообразуване, прорязване и ходообразуване, поставено на култиваторите КРН – 4,2 (фиг.6).

Фиг.3. Устройство за внасяне на органично вещество

Фиг.4. Сеялка с прорязващи работни органи

Фиг.5. Устройство за прорязване с ходообразуване

Фиг.6. Устройство за браздообразуване, прорязване и ходообразуване

През годините на експеримента, ежегодно са осъществявани агротехнически (почвени и биометрични) и ерозионни изследвания. Последните са реализирани по стационарния метод с отточни площадки.

Данните за почвените, биометричните показатели, за добива от царевица, както и за количествата на повърхностния воден отток и ерозираната почва, през трите години на изследването, са обработени по методите на математическата статистика.

Получените резултати от проведените почвени изследвания през отчетния период показват, че прилагането на четирите използвани технологии за отглеждане на царевица за зърно на склонови земеделски земи оказва различно въздействие върху стойностите на обемната плътност, твърдостта и общата порьозност на почвата.

От данните, представени в табл.1, се вижда, че използването на усъвършенстваната почвозащитна технология, включваща противоерозионните мерки разрохкване, вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуване и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, при отглеждане на царевица за зърно на склонови земеделски земи, съдейства за намаляване на обемната плътност и твърдостта на почвата и за увеличаване на нейната обща порьозност. Подобряването на тези почвени показатели дава възможност за нарастване на водопропускливостта и влагозапасеността на почвата, както и за по-добро развитие на отглежданата земеделска култура. Добри са почвените показатели и при прилагане на втората почвозащитна технология, при която се извършва повърхностно мулчиране с оборски тор. Сравнително задоволителни са те при използването на традиционната технология, напречно на наклона на склона. Не особено добри са данните за почвените показатели на контролата. При този вариант имаме най-висока обемна плътност и твърдост и най-ниска обща порьозност.

Таблица 1. Обемна плътност (g/cm^3), обща порьозност(%) и твърдост на почвата (kg/m^2) в слоя 0-40 cm, при опит царевица 2015-2017 г.

Година, вариант	Преди сеитба			При максимален растеж			След прибиране на опита		
	Обемна плътност	Обща порьозност	Твърдост	Обемна плътност	Обща порьозност	Твърдост	Обемна плътност	Обща порьозност	Твърдост
2015									
1	1,38	49,08	16,22	1,33	50,92	34,06	1,33	50,92	23,08
2	1,38	48,08	16,22	1,30	52,03	31,21	1,31	51,66	20,84
3	1,31	51,66	10,06	1,28	52,77	26,84	1,29	52,40	18,31
4	1,21	55,35	7,76	1,17	56,83	22,20	1,25	53,87	15,37
2016									
1	1,35	50,18	16.75	1,30	52,03	17,37	1,37	49,45	44,68
2	1,35	50,18	16,75	1,28	52,77	15,62	1,30	52,03	33,63
3	1,29	52,40	15,02	1,20	55,72	13,19	1,25	53,87	28,36
4	1,23	54,61	14,40	1,18	56,46	11,20	1,18	56,46	21,49
2017									
1	1.33	50.92	14.85	1.38	49.08	25.42	1.46	46.13	34.10
2	1,32	51.29	14.41	1.36	49.82	23.20	1.43	47.23	30.25
3	1.27	53.14	13.30	1.29	52.40	19.15	1.39	48.71	27.50
4	1.22	54.98	12.80	1.26	53.51	17.21	1.32	51.29	24.33
2015-2017									
1	1.35	50.18	15.94	1.34	50.55	25.62	1.39	48.70	33.95
2	1.35	50.18	15.79	1.31	51.66	23.68	1.35	50.18	28.24
3	1.29	52.40	12.79	1.26	53.50	19.73	1.31	51.66	24.72
4	1.22	54.98	11.65	1.20	55.72	16.87	1.25	53.87	20.40

ANOVA: Обемна плътност*; HSD[0.05]=0.07; HSD[0.01]=0.09;1 vs 2 NS; 1 vs 3 P<0.05; 1 vs 4 P<0.01; 2 vs 3 NS; 2 vs 4 P<0.01; 3 vs 4 NS;****Обща порьозност****; p=0.000703; HSD[0.05]=2.42; HSD[0.01]=3.31; 1 vs2 NS; 1 vs 3 P<0.05; 1 vs4 P<0.01; 2 vs3 NS; 2 vs 4 P<0.01; 3 vs4 NS;* ***Твърдост****: p= 0.429507*

Аналогични са резултатите и от проведените биометрични наблюдения, посочени в табл.2 и табл.3. Височината на растенията и листната им повърхност отново са с най-високи стойности при вариант 4. При варианта с повърхностно мулчиране с оборски тор те са по-ниски, но сравнитено добри. Зачително по-слабо развити са растенията от вариант 2 и най-ниски са стойностите на тези два показателя при вариант 1, при който царевицата се отглежда традиционно по наклона на склона.

Таблица 2. Височина на растенията по фази на развитие (cm) опит царевица 2015-2017 г.

Вариант	Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие		
	5 лист	9 лист	Изметляване	5 лист	9 лист	Изметляване	5 лист	9 лист	Изметляване	5 лист	9 лист	Изметляване
	2015			2016			2017			2015-2017 г.		
1	18,50	91,00	207,60	25,60	84,10	200,60	23.30	82.20	200.00	22.47	85.77	202.73
2	24,50	103,10	213,00	41,00	98,00	234,00	23.60	89.30	204.00	29.70	96.80	217.00
3	29,40	120,40	259,00	44,40	113,80	250,00	37.16	108.50	240.00	36.99	114.23	249.67
4	33,80	136,30	273,38	50,00	116,00	276,50	44.00	110.10	265.00	42.60	120.80	271.63

ANOVA (изметляване)*: p<0.0001;HSD[0.05]=25.54; HSD[0.01]=34.92; 1 vs 2 NS; 1 vs 3 P<0.01; 1 vs4; p<0.01; 2 vs 3 P<0.05; 2 vs 4 P<0.01; 3 vs 4 NS*

Таблица 3. Листна повърхност на растенията по фази на развитие (m^3/ha), опит царевица 2015-2017 г.

Вариант	Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие		
	5 лист	9 лист	Изметляване	5 лист	9 лист	Изметляване	5 лист	9 лист	Изметляване	5 лист	9 лист	Изметляване
	2015			2016			2017			2015-2017 г.		
1	200,83	1172,20	14899,10	179,06	951,01	20709,94	170,16	935,10	20150,18	183,35	1019,37	18586,41
2	290,91	1506,60	16064,70	201,91	1243,02	22768,60	175,25	1072,20	21576,37	222,69	1273,94	20136,56
3	433,86	1792,40	24452,60	318,50	1808,68	24904,26	298,60	1719,32	23890,14	350,32	1773,47	24415,67
4	530,32	2344,40	25142,70	463,33	2166,02	29850,86	315,53	2080,25	28972,63	436,39	2196,89	27988,73

ANOVA(изметляване)*; p=0.010963; HSD[0.05]=7128.12; HSD[0.01]=9744.2; 1 vs 2 NS; 1 vs 3; NS; 1vs4 P<0.05; 2 vs 3 NS; 2 vs 4 P<0.05; 3 vs 4 NS*

Това подреждане на вариантите по тяхната агротехническа ефективност се запазва и при отчитане на добива от царевица (табл.4).

Таблица 4. Среден добив от зърно царевица при влажност 14 %, опит 2015-2017 г.

Вариант	Добив		Добив		Добив		Добив	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
	2015		2016		2017		2015-2017г.	
1	7158	100,0	6165	100,0	5723	100,0	6348,67	100,0
2	7513	104,9	6526	105,9	6041	105,6	6693,33	105,4
3	7840	109,5	6737	109,3	6326	110,5	6967,67	109,8
4	8387	117,2	7096	115,1	6677	116,7	7386,67	116,4
GD5%	18.96	5.56	27.14	7.96	3.83	1.12		
GD1%	27.23	7.62	39.00	10.91	4.50	1.54		
GD0,1%	40.06	10.75	57.37	15.40	8.09	2.17		

Данните за тригодишния период на изследване показват, че средният добив на царевицата е най-висок при вариант 4, при който се използва усъвършенстваната почвозащитна технология за отглеждане на културата. Той е с 16,4 % (с 1038,0 kg/ha) по-висок от контролата (вариант 1), с традиционно обработен посев по наклона и с 10,4% (с 693,4 kg/ha), по-висок от този на посева, отглеждан традиционно напречно на наклона. При вариант 3, при който се използва втората почвозащитна технология, включваща повърхностно мулчиране с оборски тор, средногодишния добив на зърно е с 9,8 % (с 619,0 kg/ha) по-висок от контролата и с 4,1 % (с 274,4 kg/ha) по-висок от този на посева, отглеждан традиционно напречно на наклона на склона (вариант 2). Разликите между отделните варианти са положителни и добре и много добре доказани.

Таблица 5. Общо количество на повърхностния воден отток и ерозирана почва, при опит царевица 2015-2017 г.

Дата	Валеж l/m^2	Повърхностен воден отток m^3/ha				Ерозирана почва kg/ha			
		Вариант				Вариант			
		1	2	3	4	1	2	3	4
26.05.15	16,0	266,426	154,983	142.614	51.378	3758.7	1501.6	1375.1	167.0
10.06.15	18,0	226,137	124,068	112.705	42.581	2879.9	1094.9	982.9	125.3
02.07.15	14,5	201,227	110,034	97.933	37.478	2517.8	939.5	843.6	109.3
21.08.15	51,0	154,224	83,797	74.407	28.856	1930.7	704.3	624.8	84.3
Общо годишно	99,5	848,014	472,882	427.659	160.293	11087.1	4240.3	3826.4	485.9
05.05.16	20.0	265.263	159.468	140.964	52.023	3457.1	1375.7	1263.5	156.2
24.05.16	16.0	233.263	137.143	120.722	44.740	2920.0	1140.4	1050.0	129.7
06.06.16	12.0	174.737	98.073	84.217	32.601	2139.5	795.8	736.4	93.4
12.06.16	18.0	224.842	133.555	115.663	42.948	2802.0	1063.3	983.8	123.8
11.08.16	15.0	181.053	101.262	83.133	32.948	2192.2	812.8	727.1	95.4
Общо годишно	81.0	1079.16	629.501	544.699	204.624	13510.8	5188.0	4760.8	598.5
06.05.17	20.2	255.582	149.591	133.060	50.269	3116.7	1240.6	1162.8	140.1
27.05.17	13.0	168.435	99.785	88.198	32.618	2017.7	748.2	697.6	89.0
19.06.17	11.0	170.149	95.054	85.230	31.812	2039.6	756.3	705.7	89.7
02.07.17	32.0	261.940	153.979	137.809	51.544	2960.6	1136.9	1059.6	133.4
13.08.17	18.0	220.299	129.462	114.912	41.477	2692.2	1036.7	925.9	119.2
03.09.17	42.0	256.567	153.979	134.841	50.336	2885.9	1118.3	1030.4	130.0
Общо год.	136.2	1332.97	781.850	694.050	258.056	15712.7	6037.0	5582.0	701.4.

ANOVA Повърхностен воден отток: *HSD[0.05]=420.41; HSD[0.01]=574.7;1 vs 2 P<0.05; 1 vs 3 P<0.05; 1 vs 4 P<0.01; 2 vs 3 NS; 2vs4 P<0.05; 3 vs 4 NS;* ***ANOVA Ерозирана почва****: HSD[0.05]=3453.12; HSD[0.01]=4720.44; 1 vs 2 P<0.01; 1 vs 3 P<0.01; 1 vs 4 P<0.01; 2 vs3 NS; 2 vs 4 P<0.05; 3 vsM4 P<0.05*

Получените резултати от ерозионните изследвания, за отчетния период по години са представени в табл.5. От тях се вижда, че стойностите на повърхностния воден отток и на ерозираната почва са най-ниски при вариант 4, при който посева царевица за зърно се отглежда по усъвършенстваната почвозащитна технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата. 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-слаби оттокоредуциращи и почвозащитни възможности се наблюдават при вариант 3 с прилагане на почвозащитната технология, използваща повърхностното мулчиране с оборс-

ки тор. При него намаляването на повърхностния воден отток е от 1,9 до 2,2 пъти, а при количеството на ерозираната почва то е от 2,7 до 3,1 пъти, в сравнение с контролата, вариант 1.

ИЗВОДИ

1. Двете почвозащитни технологии за минимална и нетрадиционна обработка на почвата, при отглеждане на царевица за зърно на склонови земеделски земи, включваща противоерозионните мерки повърхностно мулчиране с оборски тор при едната и разрохкване, вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуване и браздообразуване с прорязване и ходообразуване при другата, в условията на карбонатен чернозем са приложими в Република България и могат успешно да се използват за опазване на почвата от водна ерозия и загуба на почвено органично вещество на площи с наклон 5° (8,7 %).

2. Прилагането на усъвършенстваната почвозащитна технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата с използване на оборски тор, при отглеждане на царевица за зърно на склонови земеделски земи, включваща противоерозионните методи разрохкване (като основна обработка на почвата), вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуване, едновременно със сеитбата и окопаването на земеделската култура и браздообразуване и прорязване с ходообразуване при загърлянето на растенията, спомага за получаване и поддържане на почвените показатели обемна плътност, твърдост и обща порьозност близки до най-благоприятните за отглеждането и развитието на тази земеделска култура. Това се доказва и от получените високи стойности на биометричните показатели и по-високия среден добив на зърно царевица с 16,4% (с 1038,0 kg/ha), в сравнение с контролата, обработвана традиционно по склона, а също и от увеличението спрямо традиционно отглежданите посеви, в напречно направление, което е с 10,4 % (с 693,4 kg/ha).

3. Оттокоредуциращата и противоерозионна ефективност на усъвършенстваната почвозащитна технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата с използване на оборски тор, при отглеждане на царевица за зърно на склонови земеделски земи, включваща противоерозионните методи разрохкване, вертикално мулчиране с оборски тор, прорязване с ходообразуване и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, са по-големи в сравнение с тези ефективности на традиционно използваните технологии при тази земеделска култура. При нейното прилагане стойностите на повърхностния воден отток намаляват от 5,1 до 5,5 пъти, а тези на ерозираната почва от 22,2 до 23,1 пъти, в сравнение с посевите, отглеждани по наклона, като този ефект се запазва през целия период на производствения цикъл.

4. Използването на почвозащитната технология за отглеждане на царевица за зърно на склонови земеделски земи, включваща противоерозионния метод повърхностно мулчиране с оборски тор, създава условия за получаване също на сравнително добри резултати в почвозащитно и агротехническо отношение. Тя редуцира повърхностния воден отток до 2,2 пъти, а ерозираната почва до 3,1 пъти, както и съдейства за увеличаване на средния добив от зърно царевица с 9,8 % (с 619.0 kg/ha), в сравнение с традиционно отглежданите посеви по наклона на склона, като това нарастване спрямо площите обработвани традиционно в напречно направление е с 4,1 % (с 274,4 kg/ha).

REFERENCES

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 P.D., Beloev H.I., Trifonova T.M., Ruseva S.S., Stoyanov K.E., Ilieva D.K., Kuncheva G.S. (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.

Dimitrov P.D. (2016). Technology and system of machines for soil protection agriculture. Dissertation work for awarding a degree Doctor of Science, Rousse University, Rousse, 375 p.

Kuncheva G. (2016). Author of the dissertation thesis for the award of educational and scientific degree PhD on topic "Soil protection and agricultural efficiency of advanced minimal and unconventional erosion control tillage when growing crops on slope lands ". Sofia, 147 pp.