FRI-8.121-1-AMT&ASVM-06

STUDY ON SOIL PROTECTION EFFICIENCY OF CERTAIN MINIMUM AND MULCH CULTIVATION OF THE SOIL WITH THE USE OF MANURE IN THE CULTIVATION OF WHEAT ON SLOPE LANDS

Prof.. Petar Dimitrov Dimitrov, DSci
Scentific 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

Gergana Slavova Kuncheva, PhD
Scentific section "Erosion of soil", Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov" – Sofia
Phone: 082 888 417
E-mail: g1nikolova@abv.bg

Abstract: *The application of some minimum and mulching (surface and inside soil) soil treatments with the application of manure as a mulching material included in the newly developed advanced soil protection technologies are extremely effective for the agriculture of the Republic of Bulgaria by the erosion and soil protection of these technologies, when growing wheat on slopes, proving their high efficiency.*

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

ВЪВЕДЕНИЕ

Деградацията на почвата е такова нейно увреждане, при което се нарушава една или повече от функциите ѝ. Процесите на деградация са резултат от действието на различни природни и антропогенни фактори. Като най-значителен деградационен процес в Република България може да се посочи водната ерозия на почвата, за интензивното проявление, на която оказва съществено влияние почвено-климатичните условия на страната ни. Тя засяга в една или друга степен, около 80 % от земеделските ни земи. Друг важен деградационен процес, който е тясно свързан с водната ерозия и зависи от нейното въздействие е намаляването на почвеното органично вещество. Тези два процеса на деградация на почвата причиняват значителни щети на родното ни земеделие (Kuncheva, G., 2016).

Необходимостта от развитието на устойчиви земеделски системи изисква опазване на почвите от въздействието на деградацията и съхраняване на почвените функции.

Защитата на земеделските земи от водната ерозия и загубата на почвено органично вещество най-добре може да се осъществи с така наречената противоерозионна агротехника, включваща различни почвозащитни агротехнически методи и технологии. Такива надеждни средства се явяват минималните обработки на почвата и някои нетрадиционни обработки като повърхностно и вертикално (вътрешнопочвено) мулчиране, с използване на оборски тор като мулчиращ материал. През последните десет години тези обработки на почвата са включени от научен колектив на Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“ – София и Русенски университет „Ангел Кънчев“ – Русе, в новоразработени усъвършенствани почвозащитни технологии за минимална и нетрадиционна обра-

ботка на почвата, които са изследвани в условията на нашата страна и показват добри резултати при прилагането им в посеви с пшеница на наклонени терени.

Целта на настоящата разработка е въз основа на получените резултати от тези изследвания, проведени с новосъздадените усъвършенствани почвозащитни технологии за минимална и нетрадиционна обработка на почвата с използване на оборски тор, като мулчиращ материал, при отглеждане на пшеница, на наклонени терени, да се докаже тяхната висока ефективност в агротехническо и почвозащитно отношение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

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

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

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

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

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

4-ти – посев пшеница, отглеждан по усъвършенствана почвозащитна технология, включваща противоерозионните мерки вертикално мулчиране с оборски тор и директна сеитба, както и някои растително защитни операции за борба с плевелите, неприятелите и болестите по растенията, прилагана напречно на склона.

През периода на изследване, ежегодно, всички технологични операции, реализирани при вариантите 1 и 2 са традиционни (конвенционални) и еднакви, като разликата между тях е единствено в посоката на осъществяването им. При контролата те са извършвани по наклона на склона, а при вариант 2 в напречно направление. В същото направление са прилагани и обработките при вариант 3, като при него допълнително предсеитбено е осъществяван почвозащитния метод повърхностно мулчиране с оборски тор (4500-5000 kg/ha) с използване на на тороразпръскващо ремарке 1 ПТУ–6 (фиг.1). При последния 4-ти вариант предсеитбено, напречно на склона, е извършено вертикално (вътрешнопочвено) мулчиране с оборски тор, като мулчиращ материал, по лентова схема (разстояние между прорезите 1,4 m и интервал между лентите в полето 3 m) на дълбочина 0,40 m с помощта на преустроения прорезвач ходообразувател ЩН–2–140 с бункер за мулч (фиг.2).

Фиг.1. Тороразпръскващо ремарке 1-ПТУ-6

Фиг.2. Общ вид на прорезвач ЩН -2-140 с бункер за мулч

Едновременно с това е осъществявано и еднократно дискуване с тежки дискови брани за повърхностно покриване на прорезите и за опазване на почвената влага. На така подготвената вертикално мулчирана площ, напречно на склона, е проведена директна сеитба със сеялка – култиватор СКС-2,0 (фиг.3). Всички останали технологични операции, при този вариант, са извършвани по традиционния начин, напречно на наклона на склона.

Фиг.3. Сеялка- култиватор СКС-2,0.

През годините са осъществявани агротехнически (почвени и биометрични) и ерозионни изследвания. Последните са реализирани по стационарния метод, като за всеки вариант са изграждани отточни площадки с размери 15m x 5m и площ 75 m^2.

Данните за почвените, биометричните показатели, за добивите от пшеница и пшенична слама, 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 покачват, че използването на четирите изпитвани технологии за отглеждане на пшеница на наклонени терени, оказва различно въздействие върху стойностите на обемната плътност, твърдостта и общата порьозност на почвата.

От данните, представени в табл.1 се вижда, че прилагането на усъвършенстваната почвозащитна технология, включваща противоерозионните мерки вертикално мулчиране с оборски тор и директна сеитба, при отглеждане на пшеница на наклонени терени, съдейства за намаляване на обемната плътност и твърдостта на почвата и за увеличаване на нейната порьозност.

Подобряването на тези почвени показатели дава възможност за по-добро развитие на кореновата система на отглежданата земеделска култура, за обхващане на по-голям обем почва, за подобряване на влагозадържащата способност, хранителния и въздушния режим на почвата. Добри са почвените показатели и при използване на втората почвозащитна технология, при която се извършва повърхностно мулчиране с оборски тор. Сравнително задоволителни са те при прилагането на традиционна технология, напречно на наклона на склона. Най-неблагоприятни са данните за почвените показатели – най-висока обемна плътност и твърдост и най-ниска обща порьозност, на вариант 1 (контролата), при който пшеницата се отглежда по традиционна технология по наклона на склона.

Аналогични са резултатите и от проведените биометрични наблюдения, показани на табл.2 и табл.3. Височината на растенията и листната им повърхност са с най-високи стойности при вариант 4. При варианта с повърхностно мулчиране с оборски тор, те са по-ниски, но сравнително добри. Значително по-слабо развити са растенията от вариант 2 и най-ниски

са стойностите на тези показатели при вариант 1, при който пшеницата се отглежда традиционно по наклона на склона.

Таблица 1. Обемна плътност (g/cm^3), обща порьозност(%) и твърдост на почвата (kg/m^2) в слоя 0-40 cm, при опит пшеница 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	1,33	50,92	19,02	1,37	49,45	45,03	1,35	50,18	41,97
2	1,33	50,92	19,02	1,32	51,29	41,79	1,30	52,03	37,61
3	1,27	53,14	18,25	1,22	54,98	22,31	1,29	52,40	27,03
4	1,24	54,24	15,18	1,20	55,72	17,60	1,18	56,46	22,49
2016									
1	1,32	51,29	23,08	1,41	47,97	37,72	1,38	49,08	35,32
2	1,32	51,29	19,84	1,40	48,34	35,11	1,37	49,45	31,84
3	1,30	52,03	18,31	1,35	50,18	32,40	1,33	50,92	23,78
4	1,21	55,35	15,37	1,28	52,77	21,13	1,27	53,14	16,68
2017									
1	1.29	52.40	17.61	1.31	51.66	24.51	1.30	52.03	27.25
2	1.29	52.40	17.61	1.24	54.24	21.34	1.27	53.14	24.33
3	1.27	53.14	16.10	1.17	56.83	18.26	1.25	53.88	21.14
4	1.23	54.73	14.52	1.16	57.20	17.42	1.22	54.98	19.71
2015-2017									
1	1.31	51.66	19.90	1.36	49.82	35.75	1.34	50.55	34.85
2	1.31	51.66	19.90	1.32	51.29	32.75	1.31	51.66	31.26
3	1.28	52.77	17.55	1.25	53.88	24.32	1.29	52.40	23.98
4	1.23	54.61	15.02	1.21	55.35	18.72	1.22	54.98	19.63

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; Твърдост; p= 0.127096

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

Вариант	Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие		
	вретенене	изкласяване	цъфтеж	вретенене	изкласяване	цъфтеж	вретенене	изкласяване	цъфтеж	вретенене	изкласяване	цъфтеж
	2015			**2016**			**2017**			**2015-2017**		
1	41,00	52,15	72,20	41,50	48,92	74,20	43.80	51.20	78.40	42.10	50.76	74.93
2	44,10	60,30	85,30	47,80	57,34	86,00	48.10	58.80	87.50	46.67	58.81	86.27
3	48,30	67,50	92,50	48,00	67,20	93,60	49.50	72.70	95.70	48.60	69.13	93.93
4	51,60	75.20	97,70	53,00	73,72	98,80	54.60	74.67	99.30	53.07	74.53	98.60

ANOVA (цъфтеж);p<0.0001; HSD[0.05]=4.98; HSD[0.01]=6.8; 1 vs2 P<0.01; 1 vs 3 P<0.01; 1 vs4 P<0.01; 2 vs 3 P<0.01; 2 vs4 P<0.01; 3 vs 4 NS

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

Вариант	Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие			Фаза на развитие		
	вретенене	изкласяване	цъфтеж	вретенене	изкласяване	цъфтеж	вретенене	изкласяване	цъфтеж	вретенене	изкласяване	цъфтеж
	2015 г.			**2016 г.**			**2017 г.**			**2015-2017 г.**		
1	5740.0	12160.2	20480.60	5950,95	12209,71	22559,10	5995.50	13680.25	24391.30	5895.48	12683.40	22477.00
2	5910.6	15580.60	28620.40	6079,65	14264,41	28528,30	6123.30	15951.95	29615.20	6037.85	15265.70	28921.30
3	6522.2	1894020	33460.2	6408,25	19335,10	38457,00	6438.44	25153.66	39362.45	6456.30	21143.0	37093.20
4	6746.4	26590.40	39190.90	6714,43	27128,30	44759,00	6803.09	28323.37	44937.70	6754.64	27347.4	42962.50

ANOVA (цъфтеж) p<0.0001; HSD[0.05]=6548.68; HSD[0.01]=8952.1; 1 vs2 NS; 1 vs3 P<0.01; 1 vs 4 P<0.01; 2 vs3 P<0.05; 2 vs4 P<0.01; 3 vs 4 NS

Тази градация на вариантите по тяхната агротехническа ефективност, както се вижда от табл.4 и табл.5, се запазва и при отчитане на добивите от отглежданата земеделска култура.

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

Година Вариант	Добив							
	2015		2016		2017		2015-2017	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
1	3928	100,0	4437	100,0	4827	100.0	4397.3	100.0
2	4112	104,7	4623	104,2	5059	104.8	4598.0	104.6
3	4262	108,5	4779	107,7	5165	107.0	4735.3	107.7
4	4702	119,7	5219	117,6	5622	116.5	5181.0	117.8
GD5%	39.24	11.50	25.26	0.57	6.06	1.78		
GD1%	56.38	15.77	38.26	0.83	8.71	2.43		
GD0,1%	82.94	22.263	61.50	1.29	12.82	3.44		

Таблица 5. Среден добив на пшенична слама, опит 2015-2017 г.

Година Вариант	Добив							
	2015		2016		2017		2015-2017	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
1	3103	100,0	3413	100,0	3730	100.0	3415.3	100.0
2	3226	104,0	3540	103,7	3881	104.1	3549.0	103.9
3	3378	108,9	3699	108,4	4024	107.9	3700.0	108.4
4	3654	117,8	3986	116,8	4317	115.7	3985.7	116.7
GD5%	42.45	3.01	20.55	0.60	6.04	0.16		
GD1%	64.31	4.33	31.13	0.88	9.14	0.24		
GD0,1%	103.38	6.70	50.04	1.35	14.70	0.37		

Данните за тригодишния период показват, че средногодишния добив на зърно пшеница от варианта с приложената усъвършенствана почвозащитна технология, включваща противоерозионните мерки вертикално мулчиране с оборски тор и директна сеитба е с 17,8 % (с 783,7 kg/ha) по-висок от този на традиционно обработената по наклона контрола (вариант 1) и с 12,7 % (с 583,0 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 7,7 % (с 338,0 kg/ha) по-висок от контролата (вариант 1) и с 3,0 % (с 137,3 kg/ha) по-висок от този на посева отглеждан традиционно напречно на склона. Подобни са резултатите и при средногодишния добив на пшенична слама. Тук увеличението при вариант 4, спрямо контролата е с 16,7 % (570,4 kg/ha), а спрямо вариант 2, то е с 12,3 % (с 436,7 kg/ha). При вариант 3 това нарастване на добива е с 8,4 % (с 284,7 kg/ha), в сравнения с този на контролата и с 4.3 % (с 151,0 kg/ha), спрямо вариант 2.

Разликите между отделните варианти са положителни и добре и много добре статистически доказани.

Получените резултати от ерозионните изследвания по години са представени в табл.6. От тях се вижда, че стойностите на повърхностния воден отток и на ерозираната почва са най-ниски при вариант 4, при който посева пшеница се отглежда по усъвършенстваната почвозащитна технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата. При него повърхностния воден отток намалява от 2,6 до 2,9 пъти, а ерозираната почва от 6,3 до 6,5 пъти, в срвнения с контролата – вариант 1, отглеждан по наклона на склона, като този ефект се зпазва през целия период на изследването. По-слаб противоерозионен ефект се наблюдава при вариант 3 с прилагане на почвозащитната технология, използваща повърхностно мулчи-

ране с оборски тор. При него редуцирането на повърхностния отток е от 1,6 до 1,8 пъти, а при количеството на ерозираната почва то е от 3,1 до 3,4 пъти, в сравнение с контролата. Най-ниска е противоерозионната ефективност при варианта с традиционни обработки, напречно на наклона на склона. Тук намаляването е от 1,3 до 1,5 пъти , а износът на почва от 1,7 до 1,9 пъти, в сравнение с това на контролата.

Таблица 6. Общо количество на повърхностния воден отток и ерозирана почва, при опит пшеница 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	165.985	128.000	103.794	64.483	1983.2	1181.9	640.8	315.0
10.06.15	18.0	140.584	93.895	80.643	50.344	1663.9	884.0	510.9	258.3
02.07.15	14.5	118.467	78.947	66.945	41.552	1397.9	763.9	432.7	215.7
Общо годишно	48.5	425.036	300.842	251.384	156.379	5045.0	2829.8	1584.4	789.0
05.05.16	20.0	170.382	122.628	101.661	63.761	1925.1	1079.5	605.9	301.4
24.05.16	16.0	148.397	98.978	89.302	52.657	1598.2	926.0	491.3	247.5
06.06.16	12.0	109.924	73.577	62.193	37.687	1211.9	651.9	355.0	185.7
12.06.16	18.0	142.443	100.292	83.721	50.866	1567.1	888.2	471.7	243.6
Общо годишно	66.0	571.146	395.475	336.877	204.971	6302.3	3545.6	1923.9	978.2
29.04.17	16.0	152.528	103.830	90.863	56.556	1578.8	878.9	495.2	246.3
06.05.17	20.2	165.626	123.319	99.604	62.284	1900.2	1062.3	598.9	300.4
27.05.17	13.0	105.934	71.915	59.808	36.979	1128.2	604.1	341.0	173.4
19.06.17	11.0	106.374	71.489	59.425	36.616	1136.1	602.9	337.3	175.2
02.07.17	32.0	169.231	128.511	103.898	65.619	2035.6	1206.2	654.2	324.3
Общо годишно	92.2	699.693	499.064	413.398	258.54	7778.9	4354.4	2426.6	1219.6

ANOVA; повърхностен воден отток: p=0.012231HSD[0.05]=255.02; HSD0[.01]=348.61M1 vs M4 P<0.01; ерозирана почва; NS

ИЗВОДИ

В заключение, вземайки под внимание представените резултати от проведеното изследване с изпитваните технологии за отглеждане на пшеница на наклонени терени, може да се направят следните изводи:

1. Двете почвозащитни технологии за минимална и нетрадиционна обработка на почвата, при отглеждане на пшеница на наклонени терени, включващи противоерозионните мерки повърхностно мулчиране с оборски тор, при едната и вертикално мулчиране с оборски тор и директна сеитба при другата, в условията на карбонатен чернозем, са приложими в Република България и могат да се използват с успех за опазване от водна ерозия и намаляване на почвеното органично вещество, на земеделски земи 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 пшеница на наклонени терени, включваща методите вертикално мулчиране и директна сеитба, 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, което се доказва и от получените високи стойности на биометричните показатели и и по-високия среден добив на зърно с 17,8% (с 783,7 kg/ha) и на пшенична слама с 16,7 % (570,4 kg/ha), в сравнение с контролата, обработена традиционно по склона, а също така спрямо традиционно отглежданите посеви напречно на наклона това увеличение е съответно с 12,7 % (с 583,0 kg/ha), при зърно и с 12,3 % (с 436,7 kg/ha) при пшенична слама.

3. Оттокоредуциращата и противоерозионна ефективност на усъвършенстваната почвозащитна технология за минимална и нетрадиционна обработка на почвата с използване на оборски тор, при отглеждане на пшеница на наклонени терени, включваща методите вертикално мулчиране и директна сеитба са по-големи в сравнение с тези ефективности на тради-

ционно използваните, при тази земеделска култура, технологии. При нейното прилагане стойностите на повърхностния воден отток намаляват от 2,6 до 2,9 пъти, а тези на ерозираната почва от 6,3 до 6,5 пъти, в сравнение с площите, отглеждани традиционно по наклона, като този ефект се запазва през целия период на производствения цикъл.

4. Използването на почвозащитна технология за отглеждане на пшеница на наклонени терени, 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 1,8 пъти, а ерозираната почва до 3,4 пъти, както и съдейства за увеличаването на средния добив на зърно с 7,7 % (с 338,0 kg/ha) и на пшенична слама с 8,4 % (с 284,7 kg/ha), в сравнение с традиционно отглежданите посеви по наклона, като това нарастване, спрямо площите обработвани традиционно в напречно направление е съответно с 3,0 % (с 137,3 kg/ha) при зърното и с 4,3 % (с 151,0 kg/ha) при пшеничната слама.

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.

Chaney, Suift. (2007). Studies on aggregate stability: II The effect of humic substances on the stability of reformed aggregates ; Edinburgh School of Agriculture, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JG, UK ; European Journal of Soil Science (Impact Factor: 2.65). 37(2):337 - 343.

Dimitrov P.D., Beloev H.I., Tsvetkova E., Ilieva D.K., Stoyanov K.E., Georgieva G.M. (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 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.

Eswaran, H., Lal, R. and Reich, P.F. (2001) Land Degradation: An Overview. Responses to Land Degradation. Proceedings of the 2nd International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen. Oxford Press, New Delhi

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.

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.