

Изследване на промените в съдържанието на хранителни елементи и органично вещество в почвата при отглеждане на царевица на ерозиран карбонатен чернозем

Гергана Николова, Петър Димитров

A study on changes in the soil organic matter and nutrients content in maize growing on eroded calcareous chernozem. Under the influence of the water erosion a change occur in a number of physical, chemical and biological properties of the soil. This results in a significant reduction in soil quality and productivity. One of the leading soil fertility properties is the content of available nutrients.

The process of nutrients loss from the soil exposed to water erosion can be influenced by means of the tillage and the appended anti-erosion practices.

The aim of this study is to investigate the changes in the concentration of available forms of macronutrients and organic matter eroded of calcareous chernozem under influence of water erosion and under apply of anti-erosion technologies.

Keywords: water erosion, soil organic matter, soil organic carbon, nutrients, vertical mulching, surface mulch, compost.

ВЪВЕДЕНИЕ

Под влияние на водната ерозия на почвата 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 [5]. Ерозионните процеси разрушават най-плодородния повърхностен пласт на почвата и довеждат до съществено влошаване на нейните агрохимични качества.

От площите подложени на действието на водна ерозия се изнасят хранителни елементи като азот, фосфор, калий, калций и др., както с твърдия, така и с течния отток [9]. В изследванията проведени от Young (1989) се доказва, че почвата, която се губи при ерозия съдържа три пъти по-високи нива на макроелементи в сравнение с почвата останала след протичане на ерозионния процес [10]. Наред с това, според Bertol (2003) при изследване на влиянието на различни системи за управление на земите върху загубата на нейното качество и продуктивност, най-значителни са тези процеси при използване на конвенционални обработки при отглеждане на културите [6]. Азотът и фосфорът са основните хранителни вещества, които определят плодородието на почвата, както и Ca, Mg, K и почвеното органично вещество, а те също са и основния обект на загуби под влияние на водна ерозия [7, 8]. Тези загуби се повлияват от типа на почвата, културата, която се отглежда, почвеното плодородие; наклона на терена; количество, начин и време за внасяне на органични и неорганични торове; интензивност, количество и момент на възникване на валежите; както и от прилаганите практики за управление на земите [6, 7, 8].

В България през последните десет години активно се работи за установяване влиянието на нетрадиционни и редуцирани обработки върху ерозията на почвата и загубите на почвено органично вещество и хранителни елементи в обработваемите земи. У нас са разработени редица технологии за контрол на водната ерозия и за предотвратяване на негативните последици върху почвеното плодородие в резултат на протичане на ерозионните процеси [1, 2, 3, 4].

Целта на настоящата работа е въз основа на проведени изследвания да се представят някои резултати, показващи промените в съдържанието на хранителни елементи и органично вещество на карбонатен чернозем, на наклонени терени, под влияние на действието на водната ерозия и при прилагане на някои противоерозионни технологии, включващи методите повърхностно и вертикално мулчиране с готов компост, разрохкване, прорязване с ходообразуване и браздообразуване с прорязване и ходообразуване при отглеждане на царевица за зърно.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследването е проведено в периода 2012-2014 г. в опитното поле на Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров“ – София, в землището на с. Тръстеник, обл. Русе, при неполивни условия, на средно ерозиран карбонатен чернозем, при среден наклон на терена 5⁰ (8,7 %).

За постигане на целта на изследването е заложен и изведен полски опит, по блоковия метод с царевица за зърно в четири варианта в четири повторения, като са изпитани вариантите:

d₀ – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана по наклона на склона – контрола;

d₁ – посев царевица, отглеждан по традиционна технология, прилагана напречно на склона;

d₂ – посев царевица, отглеждан по противоерозионна технология, включваща повърхностно мулчиране с готов компост, прилагана напречно на склона;

d₃ - посев царевица, отглеждан по противоерозионна технология, включваща основна обработка на почвата без обръщане на пласта – разрохкване и почвозащитните мерки вертикално мулчиране с готов компост, прорязване с ходообразуване едновременно със сеитбата и окопаването, и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, при загърлянето, прилагани напречно на склона.

Проведени са агрохимични, ерозионни и агротехнически изследвания, съгласно утвърдена методика.

Определени са минерален азот и съдържание на хумус по Тюрин, подвижни форми на фосфор и калий по ацетатно-лактатен метод, както в почвата, така и в течния и твърдия отток, събирани и измерени след по-значителни ерозионни валежи. При вертикалното и повърхностно мулчиране е използван компост, отпаден продукт на гъбопроизводството.

Прилагането на противоерозионната технология, включваща методите вертикално мулчиране с готов компост, разрохкване, прорязване с ходообразуване и браздообразуване с прорязване и ходообразуване, приложена напречно на склона води до силно редуциране на повърхностния воден отток и на количеството ерозирана почва, както се вижда от табл.1. Средно за тригодишния период на изследване това намаление достига до 5,4 пъти при повърхностния отток и до 24,3 пъти при изнесената почва. Най-голям е обемът на твърдия и течния отток при варианта с традиционни обработки, извършвани по наклона на склона **d₀**. Най-добър противоерозионен ефект се наблюдава при варианта **d₃**, следван от варианта **d₂** с повърхностно мулчиране с готов компост.

Ефект върху ерозионните показатели има и при прилагането на традиционна технология за отглеждане на царевица, но приложена напречно на склона, като там намаляването на течния и твърдия отток е с 40-50%, спрямо контролата с традиционни обработки по наклона на склона **d₀**.

Прилагането на противоерозионните технологии, включващи методите повърхностно и вертикално мулчиране с готов компост при варианти **d₂** и **d₃**, освен противоерозионния ефект имат и възстановяващ ефект върху съдържанието на органично вещество, микробиологичната активност и оттам върху почвеното плодородие.

Най-добри са агрохимичните показатели на вариант **d₂** с повърхностно мулчиране след сеитба, при непосредствено след разхвърляне на компоста. Вариант **d₃** е с най-добри агрохимични показатели в следващите фази, като при този вариант оказват влияние минималните обработки, дълбочината на внасяне на компоста, както и по-добрият противоерозионен ефект. При този вариант се наблюдават по-високи нива на достъпни форми на азот, фосфор, калий и органично вещество (табл.2).

Най-ниски са нивата на макроелементи и органично вещество при вариант **d₀**, с традиционни обработки, приложени по наклона на склона, който е подложен най-

силно на действието на водна ерозия и е с най-големи загуби на почва и най-голям обем на повърхностния воден отток (табл.2).

Таблица 1.

Общо количество на повърхностния воден отток и ерозирана почва, при опит царевича 2013-2014 г.

Дата	Валеж l/m ²	Повърхностен воден отток m ³ /ha				Ерозирана почва kg/ha			
		Вариант				Вариант			
		d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃
28.05.12	22.0	225.252	123.630	116.768	43.960	3622.0	1446.8	1378.0	168.5
06.08.12	15.5	141.907	73.913	70.909	26.733	1927.8	682.2	655.9	83.9
12.08.12	18.0	174.820	93.762	90.101	33.664	2598.6	981.4	939.0	116.5
27.08.12	12.5	128.957	65.217	62.828	23.960	1855.0	648.1	617.9	76.4
Общо год.	68.0	670.936	356.522	340.606	128.317	10003.4	3758.5	3590.8	445.3
12.06.13	28.0	182.113	105.763	95.932	35.140	2660.0	1014.9	937.1	117.2
13.06.13	12.0	157.183	89.492	79.661	29.533	2054.1	744.2	669.8	88.8
08.07.13	28.5	190.775	114.509	102.203	37.570	2899.1	1116.9	1044.1	128.6
Общо год.	68.5	530.071	309.764	277.796	102.243	7613.2	2876.0	2651.0	334.6
14.05.14	18.0	230.365	141.151	127.135	45.236	3260.2	1293.8	1185.6	145.3
31.05.14	54.0	165.547	93.237	83.027	31.099	2112.9	771.1	699.5	92.1
18.06.14	30.0	200.548	117.410	104.432	39.267	3102.5	1188.9	1104.2	136.2
Общо год.	102.0	596.496	351.798	314.594	115.602	8475.6	3253.8	2989.3	373.6
Средно 2012-14 г.	79.50	642.153	370.615	310.999	115.387	8697.3	3296.1	3077.0	384.5

Таблица 2.

Агрохимични показатели на почвата в различните варианти на опита през различните фази на развитието на културата за периода 2012-2014 г.

Година, вариант	Преди севта				При максимален растеж				След прибиране на опита			
	N-NH ₄ , N-NO ₃ , mg/kg	Достъпен, P ₂ O ₅ , mg/100g	Достъпен, K ₂ O, mg/100g	C, %	N-NH ₄ , N-NO ₃ , mg/kg	Достъпен, P ₂ O ₅ , mg/100g	Достъпен, K ₂ O, mg/100g	C, %	N-NH ₄ , N-NO ₃ , mg/kg	Достъпен, P ₂ O ₅ , mg/100g	Достъпен, K ₂ O, mg/100g	C, %
2012												
d ₀	19.74	8.10	11.05	1.40	16.69	9.81	12.83	1.41	16.21	8.71	12.52	1.38
d ₁	23.81	11.08	11.96	1.48	19.02	9.64	14.39	1.51	17.36	12.11	13.35	1.44
d ₂	36.58	41.04	21.50	1.69	17.85	9.76	14.81	1.55	18.59	15.65	14.06	1.49
d ₃	27.60	12.86	15.16	1.66	23.87	10.85	16.03	1.58	22.56	14.62	15.85	1.51
2013												
d ₀	19.11	10.93	26.19	1.22	23.74	12.84	23.10	1.38	11.26	9.06	13.04	1.30
d ₁	19.28	10.25	26.00	1.29	25.48	12.70	21.81	1.42	17.73	13.74	20.03	1.36
d ₂	44.11	44.75	29.91	1.72	26.19	37.32	27.95	1.55	19.20	20.26	26.82	1.46
d ₃	25.45	34.70	28.34	1.52	32.89	30.51	32.48	1.55	20.90	21.18	30.38	1.50
2014												
d ₀	19.48	16.43	32.32	1.26	17.65	8.47	30.17	1.28	15.75	10.91	28.56	1.22
d ₁	38.24	17.30	35.54	1.28	19.00	10.85	32.32	1.23	31.42	14.46	30.17	1.22
d ₂	44.38	78.66	73.37	2.44	42.76	11.78	34.15	1.43	66.32	16.81	33.15	1.31
d ₃	23.47	29.63	44.67	1.50	26.85	11.83	33.11	1.44	62.67	20.30	32.75	1.42

Водната ерозия причинява деградация на почвата, която е тясно свързана със загубата на хранителни елементи в разтворима форма или с почвените частици. Количествата на изнесените с течния и твърдия отток макроелементи и органичен въглерод, както се вижда от табл. 3, се повлияват от начините на обработка на почвата, фазата на развитието на културата, почвената влажност, количеството на валежите и приложения органичен материал, в случая компост. Обогащването на повърхностния почвен слой с достъпни форми на азот, фосфор, калий и органичен въглерод чрез мулчирането с компост, води до по-високи нива на тези елементи както в

отточните води, така и в седимента. Този ефект е по-слаб при варианта d₃ в сравнение с d₂. При прилагане на вертикалното мулчиране изнасянето на макроелементи с твърдия и течния отток е по-слабо, заради дълбочината на внасяне на компоста и приложените минимални обработки.

Най-висока концентрация на хранителни елементи в седимента са наблюдавани във варианта с повърхностно мулчиране с компост. Най-обогатена на въглерод е ерозираната почва при вариант d₂. При вариант d₃ минималните обработки в комбинация с вертикалното мулчиране водят до по-висока концентрация на макроелементи и органично вещество в почвата и това корелира с по-висока концентрация и в седимента, в сравнение с тази във вариант d₀. Тази тенденция не се наблюдава при измерванията на калий, при които концентрацията на този елемент във вариантите с традиционни обработки, приложени по склона, ерозираната почва е с по-високи концентрации на калий в сравнение с тази във вариант d₃.

Таблица 3.

Съдържание на N-NH₄ (mg/kg), N-NO₃ (mg/kg), P₂O₅ (mg/100g), K₂O (mg/100g), C (%) в ерозираната почва, N-NO₃ (mg/l), P₂O₅ (mg/l), K₂O (mg/l), C (mg/l) в течния отток.

дата	вариант	Твърд отток					Течен отток			
		N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	C, %	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	C
28.05.12	d ₀	33.15	7.15	11.33	58.11	1.60	7.20	1.09	7.8	5.8
	d ₁	30.12	11.20	12.18	58.52	1.62	7.47	1.10	7.6	13.0
	d ₂	52.16	12.11	22.21	63.03	1.84	30.03	1.20	9.8	22.0
	d ₃	23.33	10.50	16.33	60.00	1.74	10.98	1.00	5.7	8.1
06.08.12	d ₀	31.28	8.16	10.18	53.33	1.58	5.20	1.02	6.7	4.2
	d ₁	33.43	12.35	10.12	59.00	1.58	5.00	1.03	6.7	3.2
	d ₂	44.18	10.13	18.33	62.19	1.79	13.84	1.18	10.1	17.2
	d ₃	33.30	18.40	13.20	52.44	1.65	7.20	0.90	6.3	10.1
12.08.12	d ₀	26.23	10.18	9.44	58.88	1.38	4.50	1.01	5.2	6.2
	d ₁	27.77	10.12	9.50	58.00	1.40	4.59	1.00	4.8	5.3
	d ₂	45.13	18.12	20.12	60.01	1.65	10.13	1.10	8.8	13.0
	d ₃	23.12	16.22	14.86	48.88	1.48	7.20	0.92	5.8	2.0
27.08.12	d ₀	19.15	9.80	8.13	44.48	1.24	4.80	0.88	6.2	14.0
	d ₁	21.12	9.00	7.89	50.12	1.28	4.53	0.84	5.8	10.2
	d ₂	25.25	9.95	16.34	52.32	1.46	9.88	0.93	9.7	17.5
	d ₃	18.13	10.44	11.33	46.19	1.35	7.00	0.60	5.2	5.4
12.06.2013	d ₀	37.96	22.65	14.21	57.51	1.26	7.29	1.24	5.5	5.9
	d ₁	23.15	20.02	15.02	48.33	1.29	7.29	1.10	5.3	10.1
	d ₂	29.35	58.69	16.27	69.57	1.77	7.29	1.18	9.6	18.2
	d ₃	17.43	18.59	8.88	41.59	1.45	7.29	1.01	4.6	14.6
13.06.2013	d ₀	32.98	14.33	10.26	54.82	1.35	30.62	1.18	4.5	4.1
	d ₁	18.15	12.80	11.15	53.15	1.36	28.08	1.20	4.8	7.3
	d ₂	21.58	14.39	18.55	59.59	1.65	29.17	1.24	11.3	8.8
	d ₃	14.39	10.87	9.94	31.02	1.35	21.87	0.90	4.1	3.5
08.07.2013	d ₀	14.42	36.07	8.67	30.22	1.22	33.54	0.84	5.1	5.8
	d ₁	25.13	13.66	9.00	30.00	1.28	24.30	0.80	5.4	5.9
	d ₂	36.56	7.31	16.26	57.51	1.57	23.33	1.01	6.6	2.1
	d ₃	24.62	14.07	9.94	16.38	1.44	20.42	0.90	4.5	1.2
14.05.2014	d ₀	17.60	13.00	22.42	52.10	1.51	28.00	0.33	15.2	2.2
	d ₁	23.00	10.12	23.00	54.10	1.52	29.50	0.32	14.8	13.0
	d ₂	53.12	40.80	29.00	60.10	1.69	58.13	0.49	23.3	44.0
	d ₃	34.10	40.20	24.30	58.16	1.56	30.32	0.31	18.2	31.1

31.05.14	d ₀	77.88	12.56	24.47	57.10	1.57	13.13	0.50	14.2	30.7
	d ₁	55.10	30.18	27.73	60.12	1.57	12.10	0.70	13.8	25.2
	d ₂	62.20	57.22	31.41	98.09	1.62	61.77	6.88	25.5	38.4
	d ₃	53.57	31.02	27.71	70.30	1.59	5.84	0.90	17.4	26.2
18.06.14	d ₀	26.92	56.28	13.19	60.10	0.89	18.95	0.60	12.6	20.0
	d ₁	33.11	43.21	12.00	59.14	1.10	17.50	0.59	13.2	22.2
	d ₂	47.38	87.27	34.26	59.68	1.20	21.88	0.66	20.2	30.0
	d ₃	70.87	2.14	23.04	59.39	1.12	11.66	0.50	14.8	26.2

При по-интензивни дъждове, както е случаят на 31.05.2014, се наблюдава и по-висока концентрация на макроелементи и органичен въглерод в ерозираната почва. В началото на сезона, вероятно поради по-слабото развитие на земеделската култура и по-високите количества разтворими хранителни елементи, резултат от приложените торове, концентрациите на тези вещества са по-големи в седимента и при разтворимия азот и фосфор във водния отток.

При последователни ерозионни дъждове, както е случаят с валежите на 12.06.2013 и 13.06.2013 г. при втория валеж са отчетени по-ниски нива на азот, фосфор, калий и въглерод, изнесени със седимента, но нивата в течния отток на тези елементи е по-висок в сравнение с предходния.

Тенденциите при състава на течния отток са сходни, като там износа на калий и фосфор при вариантите с традиционни обработки са с по-висока концентрация от същите при вариант d₃, като пак най-високи са нивата при варианта с повърхностно мулчиране с готов компост.

При изчисляване на общата загуба на макроелементи и органичен въглерод, обаче се наблюдават много по-ниски загуби на хранителни вещества и органичен въглерод при варианти d₁, d₂ и d₃, поради противоерозионния ефект на приложените обработки (напречно на склона), като тези загуби са най-ниски при последния вариант с вертикално мулчиране с готов компост. Това обяснява и най-добрите агрохимични показатели при вариант d₃.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Прилагането на почвозащитните технологии, включващи противоерозионните методи повърхностно мулчиране и вертикално мулчиране с готов компост, в съчетание с минимални обработки при отглеждане на царевица за зърно на наклонени терени водят до значително намаляване на ерозираната почва и повърхностния воден отток в сравнение с прилагане на традиционни обработки по наклона на склона.

2. Прилагането на компост в почвозащитните практики води до увеличаване на концентрацията на достъпни форми на азот, фосфор и калий, както и на органичен въглерод в твърдия и течния отток, което е резултат и от повишеното количество на тези елементи и в повърхностния почвен слой.

3. Независимо от увеличените концентрации на макроелементи и въглерод в ерозираната почва и водния отток при вариантите с повърхностно мулчиране с компост, загубите на хранителни елементи и органично вещество са по-ниски, поради противоерозионния ефект на този метод.

4. При варианта, включващ противоерозионния метод вертикално мулчиране се наблюдава както по-силно редуциране на количеството на ерозираната почва и обема на водния отток, така и по-ниска концентрация на достъпни форми на азот, фосфор, калий и органичен въглерод в сравнение с варианта с повърхностно мулчиране. Това води до значително намаляване на загубите както на почва, така и на съхраняване на внесените с компоста хранителни вещества. В края на сезона, при

този вариант са установени и по-високи нива на достъпни форми на макроелементи и органично вещество в почвата в сравнение с вариантите d_0 , d_1 и d_2 .

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Белолев Хр., П. Димитров, Н. Марков, Г. Цанкова. Технологии за минимална обработка на почвата на склонови земи в условията на устойчиво земеделие. ССА, София, 2008.

[2] Белолев и др. Използване на органични остатъци в земеделието. Университетски издателски център при РУ „А. Кънчев“, Русе, 2011.

[3] Димитров П., А. Лазров, Д. Димитров, Х. Белолев, П. Радулов, С. Вълчинков. Противоерозионна технология за производство на царевица за зърно на наклонени терени. НЦАН, ИП „Н. Пушкиров“, София, 2008.

[4] Димитров П., Х. Белолев, К. Стоянов, Д. Илиева, Г. Георгиева. Изследване ефективността на технология за минимална обработка на царевица за зърно на склонови земи. Международна конференция „Обработка на почвата и екология“, 2009: 49-55.

[5] Станев И.С. Инженерни съоръжения за борба с ерозията на обработваемите земи. Земиздат, С., 1982.

[6] Bertol I.; Eloy Lemos Mello, Jean Cláudio Guadagnin; Almir Luis Vedana Zaparolli, Marcos Roberto Carrafa, Nutrient Losses by Water Erosion, *Scientia Agricola*, v.60, n.3, p.581-586, Jul./Sept. 2003.

[7] Bertol I., Jean Cláudio Guadagnin, Antonio Paz González, André Júlio do Amaral, Leonardo Felipe Brignoni Soil tillage, water erosion, and calcium, magnesium and organic carbon losses, *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.62, n.6, p.578-584, Nov./Dec. 2005.

[8] Bertol I., F.L. Engel, A.L. Mafra, O.J. Bertol, S.R. Ritter. Phosphorus, potassium and organic carbon concentrations in runoff water and sediments under different soil tillage systems during soybean growth *Soil & Tillage Research* 94, 2007, 142–150.

[9] Pimentel D. and Nadia Kounang. Ecology of Soil Erosion in Ecosystems, *Ecosystems*, 1998, 1: 416–426

[10] Young A. *Agroforestry for soil conservation*. Wallingford (UK): CAB. 1989.

За контакти:

маг. биохимик Гергана Славова Николова, Лаборатория за почвени анализи и ерозионни изследвания, ИПАЗР „Никола Пушкиров“ – София, тел 082 888417, e-mail: g1nikolova@abv.bg.

проф. д-р инж. Петър Димитров Димитров, секция „Ерозия на почвата“, ИПАЗР „Никола Пушкиров“ – София, тел. 082 888 542; e-mail: pddimitrov@dir.bg

Докладът е рецензиран.