

DOI: <https://doi.org/10.61308/NGFL7829>

Стопанска ефективност на консервационни практики, включващи предкултура в ротацията пшеница - царевица, отглеждани на наклонени терени

Гергана Кунчева^{1*}, Христо Белоев², Петър Димитров², Атанас Атанасов², Виктор Колчаков¹, Галин Гинчев³, Евгени Енчев²

¹ССА, ИПАЗР „Н. Пушкиров”, София, България

²Русенски университет ”Ангел Кънчев”, гр. Русе, България

³ССА, ИЗС „Образцов чифлик”, гр. Русе, България

E-mail*: g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Резюме

Интензификацията на селското стопанство упражнява значителен натиск върху природните ресурси и води до замърсяване, ускорена ерозия, загуба на почвено органично вещество, загуба на биоразнообразие. Значителни са щетите, причинени от водната ерозия, което налага необходимостта от прилагане на мерки за опазване на почвите и възстановяване на почвеното плодородие при деградирани почви. От препоръчаните мерки за борба с водната ерозия и за подобряване на почвеното качество е прилагането на предкултури, които се засяват между основните култури и се внасят за зелено торене. Друга подходяща практика са минималните обработки. Почвата е незаменим природен ресурс и съхранението на нейното плодородие, както и мерките, които се прилагат за предпазването и от деградационни процеси, имат своето икономическо измерение.

В настоящото проучване е направен анализ на икономическата ефективност от прилагането на минимални обработки и предкултура в ротацията пшеница-царевица на наклонени терени. При изчисляване на икономическият ефект при прилагането на тази почвозащитна практика са включени не само добивите на основните култури, но се отчита и опазването на почвата и почвеното плодородие от водна ерозия. При прилагането на предкултура и минимални обработки за отглеждане на царевица, себестойността на продукцията средно за периода на изследване е 441,0 лв/т, чистият доход е 778,0 лв/ha, а икономическата ефективност е 1,48, а при пшеница, отглеждана в тази ротация, себестойността на продукцията, средно за периода на изследване е 316,0 лв/т, чистият доход е 1023,9 лв/ha, а икономическата ефективност е 1,67.

Ключови думи: почвозащитни технологии, стопанска и почвозащитна ефективност, себестойност, рентабилност

Economic efficiency of conservation practices involving a pre-crop in a wheat-maize rotation grown on sloping terrain

Gergana Kuncheva^{1*}, Hristo Beloev², Petar Dimitrov², Atanas Atanasov², Viktor Kolchakov¹, Galin Ginchev³, Evgeni Enchev²

¹Agricultural Academy, ISSAPP „N. Poushkarov“, Sofia, Bulgaria

²University of Ruse “Angel Kanchev” Ruse Bulgaria

³Agricultural Academy, Institute of Agriculture and Seed Science “Obraztsov Chiflik” – Rousse, Bulgaria

Corresponding author*: g.kuncheva@issapp-pushkarov.org

Citation: Kuncheva, G., Beloev, H., ... & Enchev, E. (2024). Economic efficiency of conservation practices involving a pre-crop in a wheat-maize rotation grown on sloping terrain. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 58(2), 37-45 (Bg).

Abstract

The intensification of agriculture exerts significant pressure on natural resources and leads to pollution, accelerated erosion, loss of soil organic matter, loss of biodiversity. The damages caused by water erosion are serious, and implementation of measures for soil protection and restoration of soil fertility of degraded soils are required. Among the recommended practices for control of water erosion and for soil quality improvement is the application of cover crops, which are seeded between the main crops and been incorporated as green manure. Another appropriate practice is minimum tillage. The soil is an irreplaceable natural resource and the preservation of its fertility as well as the measures that are applied to protect it from degradation processes have their economic dimensions.

In the present study, an analysis of the economic efficiency of the application of minimum tillage and cover crop in the wheat-maize rotation on sloping terrains was carried out. When calculating the economic effect of the application of this soil protection practice, not only the yields of the main crops are included, but also the protection of the soil and soil fertility from water erosion is taken into account. With the application of cover crop and minimum tillage for growing maize, the cost of production on average for the period of study was 441.0 BGN/t, the net income was 778.0 BGN/ha, and the economic efficiency was 1.48, and In wheat grown in this rotation, the cost of production, on average for the research period, was 316.0 BGN/t, the net income was 1023.9 BGN/ha, and the economic efficiency was 1.67.

Key words: soil protection technologies, economic and soil protection efficiency, cost, profitability

Въведение

Интензивните селскостопански системи имат значителен разход на енергия и ресурси, като оказват неблагоприятно въздействие върху агроecosистемите (Stefan, et al., 2021). Водят до намаляване на биоразнообразието (Newbold et al., 2015; Çakmakçı et al., 2023), причиняват обезлесяване и деградация на почвата (Crews et al., 2018; Duff et al., 2021). За разлика от интензивното земеделско производство, системите за устойчиво земеделие дават възможност селското стопанство да гарантира продоволствената сигурност чрез минимизиране на отрицателните въздействия върху околната среда (Çakmakçı et al., 2023). Консервационните обработки на почвата имат редица предимства, тъй като те намаляват почвената ерозия, запазват хранителните елементи и почвеното органично вещество, увеличават инфилтрацията и почвената влага (Wang et. al., 2006). Прилагането на предкултури и минималните обработки се считат за консервационни практики, подходящи за намаляване на деградацията на почвата и за възстановяването на почвените функции. Почвата изпълнява уникална функция и като ресурс в селското стопанство е основна икономическа единица, която не може да се разглежда отделно от другите природни и икономически условия (Angelova & Trunkov, 2003; Kabadzhova, 2022), като почвеното плодородие е основният фактор, влияещ върху разходите за селскостопанска продукция.

Целта на настоящото проучване е да се определи икономическата ефективност на прилагането на минимални обработки с предкултура при сеитбообръщението царевица – пшеница на наклонени терени, като се включва и противоерозионния ефект на приложената практика.

Материали и методи

Изведен е полски опит с пшеница, сорт Авеню и царевица хибрид ДКС5068 на почва Карбонатен чернозем, с наклон на склона 5°, през периода 2021-2023 в опитното поле на

ИПАЗР “Никола Пушкиarov” край с. Тръстеник, обл. Русе. Вариантите, които са изпитвани са: традиционни обработки по наклона на склона (T0), традиционна контурна обработка на почвата (T1) и специфична за културата противоерозионна технология (T2). Вариант T0 за отглеждане на пшеница е в ротация с вариант T0 за отглеждане на царевица, T1 вариант при пшеница се измества от T1 за царевица и противоерозионната ротация (T2) включва минимални обработки за двете култури и покривна култура след пшеница, преди сеитба на царевица, инкорпорирана за зелено торене. Агрехимичните показатели на Карбонатния чернозем в опитното поле в с. Тръстеник са: хумус 2,45%, pH = 8,07, минерален азот (NH_4^+ , NO_3^-) - 65,0 mg/kg, достъпни форми на P_2O_5 - 10,5 mg/100g, K_2O - 75,0 mg/100g.

Извършена е икономическа оценка като са отчетени получените добиви и направените разходи за осъществяване на изпитваните методи и технологии и като към допълнителния доход освен среден добив (National Statistical Institute. Agricultural production prices by year; Ministry of Agriculture and Food. The situation on the grain and oilseed market in Bulgaria, December 2023) се включват и стойността на запазените от ерозията хранителни елементи в почвата. За остойностяване на противоерозионния ефект е използвана разработка, според която почвата и особено хранителните елементи азот, фосфор и калий в един тон от нея, е със стойност, средно за страната, при ниви – 6,55 лв/t почва (Lazarov & Nekova, 2005). Тази цифра беше актуализирана за целите на настоящата разработка, като сме взели предвид инфлацията в сравнение с 2005 година от страницата на НСИ (National Statistical Institute. Inflation calculator) и 6,55 е преизчислено с коефициент 2,172, тъй като ръстът на цените за периода от 2005 до 2023 година е 217,2% и като резултат се получава актуална цена 14,23 лв/t. Това е механично получаване на стойността на загубите, причинени от ерозия на тон почва, като тази стойност изисква прецизно изчисление към новите реалности и нормативни бази.

През отчетния период с помощта на

стационарния метод, с отточни площадки, след всеки валеж е отчитано водното количество, което се е оттекло от повърхността, а също и загубата на почва. Метеорологичните данни са отчитани с автоматична метеорологична станция ATMOS 41.

Определени са още и себестойността на получената продукция от зърно, пшеница и царевица, както и нормата на рентабилност на направените разходи (Dimitrov et al., 2016).

Себестойността (лв/т) е изчислена по формулата:
 $C = 1000 \times \text{производствените разходи} / \text{обща продукция}$

Норма на рентабилност (%)

$Nr = \text{чист доход} / \text{производствените разходи} \times 100$

Икономическата ефективност се изразява в съотношението на икономическите резултати (приходи) спрямо вложените разходи.

Получените резултати от проведеният експеримент са обработени с пакета Statgraphics 2.1.

Резултати

По време на вегетацията през 2021 са отчетени 7 ерозионни валежа с общ обем 132 mm, през 2022 - 3 ерозионни валежа с общ обем 68,1 mm, през 2023 - 2, с общ обем 18,9 mm. През периода най-ниска водообезпеченост е отчетена през 2023. Общият обем на валежите, през потенциалния вегетационен период на 2023, който включва периода от 1 май до 30 септември, е само 64,8 mm. За сравнение през предходните две години на опита, са били съответно 227 mm – за 2021 и 225 mm – за 2022, като 101 mm от тях са валеж, който е паднал на 02 и 03.09.2022 и е извън вегетацията и на двете култури.

Най-значителна загуба на почва се отчита при контролните варианти и при двете култури, които се отглеждат традиционно по наклона на склона. Установено е, че прилагането на традиционна контурна обработка при пшеница, има значителен противоерозионен ефект. Количеството на ерозираната почва е намаляло до 1,92 пъти, при вариант Т1 в

сравнение с вариант Т0 (таблица 1). При варианта, отглеждан с минимални обработки, ерозионните показатели са намалели още по-силно в сравнение с контролния вариант, като ерозираната почва намалява до 3,30 пъти от всички отчетени ерозионни валежи за трите години. Подобна е тенденцията при опита с царевица (таблица 2). Ерозираната почва при вариант Т1 е с от 1,50 до 2,67 пъти и от 1,60 до 3,00 пъти при вариант Т2 в сравнение с контролния вариант Т0.

Освен намаляването на повърхностния воден отток и ерозираната почва, увеличението на добивите при царевицата за периода от 2021 - 2023 е средно с 920,0 kg/ha. Минималните обработки при пшеницата са довели до по-високи добиви от традиционно отглеждания по наклона на склона вариант средно с 278,3 kg/ha, но добивите при Т2 са средно по-ниски от традиционна контурна обработка (Т1), при които увеличението е с 543,0 kg/ha в сравнение с варианта отглеждан по наклона на склона. Сушата настъпила през лятото и есента на 2023 е довела до значителен спад на добивите и при двете култури (таблица 3 и таблица 4).

Като са използвани реализационните цени на зърното, пшеницата и паричната стойност на хранителните елементи в тон неизнесена почва се получава чист доход, средно за периода 2021-2023 801,1 лв/ha при отглеждане на пшеница по наклона на склона, 1109,0 лв/ha при варианта, отглеждан напречно на наклона и варианта с минимални обработки, е дал по-нисък добив, но загубите на почва при него от ерозия са значително по-малки, както и от цената на обработките отпадат две дискования, поради което се получава чист доход от 1023,9 лв/ha. Себестойността, както и нормата на рентабилност, въпреки малко по-ниския добив е близка до тази на пшеницата, отглеждана напречно по традиционна технология.

Данните от таблица 4 показват, че производствените разходи за осъществяване на отглеждане на царевица с предкултура, са средно 1613,9 лв/ha, а приходите от единица площ са 2 332,90 лв/ha. В случаят са пресметнати разходи за сеитба на предкултура (ечемик), като е пресметнато

Таблица 1. Ерозирана почва (kg/ha) по варианти на обработка, опит царевица, 2021-2023
Table 1. Eroded soil (kg/ha) by treatments, maize experiment, 2021-2023

Дата / Data	Количество валеж / Amount of precipitation, l/m ²	Ерозирана почва / Eroded soil kg/ha		
		Вариант / Variant		
		T0	T1	T2
16.05.2021	16	1143,06	674,28	349,14
21.05.2021	11	890,82	461,94	319,98
28.05.2021	18	988,14	576,24	324,84
31.05.2021	15	1386,7	752,7	421,5
16.06.2021	26	1064,6	655	551,5
18.06.2021	21	1148,34	640,98	356,82
26.06.2021	25	1083,3	634,86	328,98
Общо годишно / Annual total	132	7704,96	4396	2652,76
12.06.2022	29,338	851,68	524,1	440,8
Общо годишно / Annual total	29,338	851,68	524,1	440,8
05.05.2023	10,195	616,67	396,16	219,72
Общо годишно / Annual total	10,195	616,67	396,16	219,72

ANOVA: царевица $p=0,0000000865$

Таблица 2. Ерозирана почва (kg/ha) по варианти на обработка, опит пшеница, 2021-2023 година
Table 2. Eroded soil (kg/ha) by treatments, wheat experiment, 2021-2023

Дата/Data	Количество валеж / Amount of precipitation, l/m ²	Ерозирана почва / Eroded soil kg/ha		
		Вариант/ Variant		
		T0	T1	T2
16.05.2021	16	1535,7	736,32	658,74
21.05.2021	11	1249	577,02	495,78
28.05.2021	18	1949,4	769,56	704,64
31.05.2021	15	1293,7	582,12	556,68
16.06.2021	26	1070,9	710,8	670,5
18.06.2021	21	2067,54	818,7	751,38
26.06.2021	25	1744,02	670,56	599,04
Общо годишно / Annual total	132	10910,3	4865,08	4436,76
12.06.2022	29,338	1005,8	657,4	610,27
14.08.2022	28,032	1460,4	960,7	932,3
21.08.2022	12,395	633,9	426	395,5
Общо годишно / Annual total	69,765	3100,1	2044,1	1938,07
05.05.2023	10,195	918,75	400,99	247,03
18.06.2023	8,757	1476,95	649,25	290,6
Общо годишно / Annual total	18,952	2395,7	1050,24	537,63

ANOVA: Ерозирана почва пшеница $p= 0,0000000119$

Таблица 3. Икономическа ефективност на приложените технологии за отглеждане на царевица, през периода 2021-2023

Table 3. Economic efficiency of applied technologies for maize cultivation 2021-2023

Показатели/ Parameters	Изм. Единици/ measure- ment units	2021			2022			2023			Средно за 2021-2023		
		Стойности / Values, лв			Стойности/ Values, лв			Стойности/ Values, лв			Стойности / Values, лв		
		T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Среден добив / Average yield	kg/ha	4100,0	4560,0	4840,0	5190,0	5700,0	6070,0	2120,0	2800,0	3260,0	3803,3	4353,3	4723,3
Производствени разходи / Manu- facturing costs	лв/ha	1386,4	1346,9	1352,9	1662,0	1600,9	1606,4	1973,7	1883,2	1882,3	1674,0	1610,3	1613,9
Обща продукция / Total production	лв/ha	1976,20	2197,90	2332,90	3051,3	3351,1	3568,7	829,4	1095,5	1275,4	1952,3	2214,8	2392,3
Чист доход/ Net income	лв/ha	589,8	851,0	980,0	1389,3	1750,2	1962,3	-1144,3	-787,7	-606,9	278,3	604,5	778,5
Себестойност / Self worth	лв/t	338,2	482,0	482,0	320,2	280,9	264,6	931,0	672,6	577,4	529,8	478,5	441,4
Норма на рентабилност/ Rate of profit- ability	%	42,5	63,2	73,4	83,6	109,3	122,2	-58,0	-41,8	-32,2	22,7	43,6	54,5
Икономическа ефективност / Economic ef- ficiency		1,43	1,63	1,72	1,84	2,09	2,22	0,42	0,58	0,68	1,17	1,38	1,48

Таблица 4. Икономическа ефективност на приложените технологии за отглеждане на пшеница през периода 2021-2023

Table 4. Economic efficiency of applied technologies for wheat cultivation 2021-2023

Показатели/Parameters	Изм. Единици /measurement units	2021			2022			2023			Средно за 2021-2023		
		Стойности / Values, лв			Стойности / Values, лв			Стойности / Values, лв			Стойности / Values, лв		
		T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Среден добив / Average yield	kg/ha	5301,0	5700,0	5425,0	5984,0	6774,0	6335,0	3400,0	3840,0	3760,0	4895,0	5438,0	5173,3
Производствени разходи / Manufacturing costs	лв/ha	1357,4	1335,8	1292,7	1596,2	1566,3	1514,9	1871,5	1833,6	1771,0	1608,4	1578,6	1526,2
Обща продукция / Total production	лв/ha	2046,2	2200,2	2094,1	3703,3	4192,2	3920,5	1479,0	1670,4	1635,6	2409,5	2687,6	2550,1
Чист доход / Net income	лв/ha	688,8	864,4	801,4	2107,1	2625,8	2405,6	-392,5	-163,2	-135,4	801,1	1109,0	1023,9
Себестойност / Self worth	лв/t	256,1	234,4	238,3	266,7	231,2	239,1	550,5	477,5	471,0	357,8	314,4	316,1
Норма на рентабилност / Rate of profitability	%	50,7	64,7	62,9	132,0	167,6	158,8	-21,0	-8,9	-7,6	53,9	74,5	71,4
Икономическа ефективност / Economic efficiency		1,51	1,65	1,62	2,32	2,68	2,59	0,79	0,91	0,92	1,50	1,70	1,67

едно брануване и сеитба със собствени семена. В същото време загубите на почва, вследствие на ерозия на почвата са почти 3 пъти по-ниски от загубите в сравнение с контролния вариант. По тази причина се получава чист доход 778,5 лв/ха средно за периода 2021-2023 година и нормата на рентабилност е най-висока при този вариант.

Икономическата ефективност от прилагането на минимални обработки и предкултура в ротацията пшеница – царевица на наклонени терени при пшеница е 1,67, а при царевица – 1,48, средно за периода. Най-ниска е икономическата ефективност при варианта с най-силно влияние на ерозионни процеси (Т0), както при пшеница, така и при царевица, съответно 1,50 и 1,17, средно за тригодишния период на изследване.

Заклучение

В резултат на проведеното изследване, можем да направим заключение, че прилагането на минимални обработки с внасяне на предкултура в ротацията пшеница – царевица на наклонени терени води до намаляване на загубите на почва от водно ерозионни процеси. Също така тази противоерозионна практика повишава добива на отглежданите култури в сравнение с традиционно отглежданите по наклона на склона. Това съответно води до повишаване на нетните приходи от единица площ, както и до запазване на почвеното плодородие. Получената обща продукция за периода е най-висока при варианти Т2 при двете култури, както и чистият доход. Себестойността на получената продукция е най-висока при вариантите, отглеждани по наклона на склона.

Благодарности

Договор КП-06 Н 46/1 2020 с ФНИ-МОН на тема „Ефективност на противоерозионни агротехнологии за подобряване на качеството и хидрологичния режим на почвата и ограничаване на емисиите на парникови газове”.

Литература

Angelova, V., & Trunkov, I. (2003). *Assessment of agricultural land and perennial crops*. University publishing house “Stopanstvo”, p 7-8 (Bg).

Çakmakçı, R., Salık, M. A., & Çakmakçı, S. (2023). Assessment and principles of environmentally sustainable food and agriculture systems. *Agriculture*, 13(5), 1073. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051073>

Crews, T. E., Carton, W., & Olsson, L. (2018). Is the future of agriculture perennial? Imperatives and opportunities to reinvent agriculture by shifting from annual monocultures to perennial polycultures. *Global Sustainability*, 1, e11.

Dimitrov, P., Beloev, H., & Kuncheva, G. (2016). Efficiency of Advanced System for Minimum and Unconventional Tillage for Maize Production on Slope Lands. *Proceedings of University of Ruse*, 55(1.1), 58-63 (Bg), <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp16/1.1/1.1-13.pdf> (last accessed 01.05.2024).

Duff, H., Hegedus, P. B., Loewen, S., Bass, T., & Maxwell, B. D. (2021). Precision agroecology. *Sustainability*, 14(1), 106.

Kabadzhova, M. (2022). Analysis of Bulgarian green direct payments and cap support. *Ikonomika i upravlenie na selskoto stopanstvo*, 67(1), 15-30 (Bg), https://journal.jaem.info/page/bg/details.php?article_id=549 (last accessed 01.05.2024).

Lazarov, A., & Nekova, D. (2005). Economic assessment of average annual losses of basic nutrients from areal water erosion. *Proceedings of National Conference with international participation “Management, use and protection of soil resources”*, 15-19 May, 2005, pp. 377-380.

Ministry of Agriculture and Food. The situation on the grain and oilseed market in Bulgaria, December 2023. https://www.mzh.government.bg/media/filer_public/2024/04/24/situatsiia_na_pazara_na_zrneni_i_maslodaini_kulturi_-_dekemvri_2023.pdf (last accessed 01.05.2024).

National Statistical Institute. **Agricultural production prices by year** <https://www.nsi.bg/bg/content/843/%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%B5%D0%BB%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%BF%D0%BE-%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8> (last accessed 01.05.2024).

National Statistical Institute. **Inflation calculator** <https://www.nsi.bg/bg/content/2539/%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80-%D0%BD%D0%B0-%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BB%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D1%82%D0%B0> (last accessed 01.05.2024).

Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., ... & Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*,

520(7545), 45-50.

Stefan, L., Hartmann, M., Engbersen, N., Six, J., & Schöb, C. (2021). Positive effects of crop diversity on productivity driven by changes in soil microbial composition. *Frontiers in microbiology*, 12, 660749.

Wang XiaoBin, W. X., Cai DianXiong, C. D., Hoogmoed, W. B., Oenema, O., & Perdok, U. D. (2006). Potential effect of conservation tillage on sustainable land use: a review of global long-term studies. *Pedosphere*, 16(5), 587-595.

Received: 23th May 2024, *Approved:* 10th June 2024,

Published: June 2024