

## ЕНЕРГИЙНА ОЦЕНКА НА ТОРЕНЕТО В ПЕТПОЛНО СЕИТБООБРАЩЕНИЕ ПРИ УСЛОВИЯТА НА КАРБОНАТЕН ЧЕРНОЗЕМ

Иван Христов, Енчо Давидков, Галя Цветанова  
Опитна станция по земеделие – ДП - 3600, гр. Лом  
България, e-mail: [ihristov\\_lom@abv.bg](mailto:ihristov_lom@abv.bg)

## ENERGY VALUATION OF THE FERTILIZATION IN FIVE – FIELD CROP ROTATION IN CALCAREOUS CHERNOZEM ENVIRONMENT

I. Hristov, E. Davidkov, G. Tsvetanova  
*Experimental station of agriculture – Lom, SE -3600, Bulgaria*

### ABSTRACT

The experiment was carried out in the period between 2003 and 2008 in non-irrigated environment of calcareous chernozem. An energy valuation of the mineral fertilization on the crops was carried out as well on the crop-rotation mode: grain maize - winter pea + triticale - wheat - sunflower - spring field pea.

The basic share of the total energy consumption is held by the nitrogen fertilizers followed by the phosphates and the potassium fertilizers whose share is the smallest.

Concerning the crop rotation in general and during the experiment itself, it has been observed that the fertilization has highest indexes of energy efficiency when the fertilization rate is reduced by half ( $T_2$ ) - from 2.7 to 4.4 units and 3.6 for the crop rotation. In the case when independent nitrogen fertilization ( $T_1$ ) was used, it has been observed that the energy return has the smallest rates

*Key words: crop rotation, fertilization, energy, yield, dry matter, consumption.*

### УВОД

На фона на намаляващите енергийни запаси и стремежи към опазване на околната среда напоследък в световната литература се отделя все по-голямо значение на енергетичната оценка на различни звена от системата на земеделие и цели технологии (Pimentel et al., 1973; Pimentel, 1984; Rimar, Mall, 1992).

Подобни изследвания в областта на биоенергетиката има и у нас (Котева, 1996; Митова, 1998; Нанков, 2000; Щерев, Тонев, 1993.). При този вид анализ се отчита съотношението на съвкупната енергия за производството с потребителската енергия на получената продукция изразена в съпоставими единици (MJ).

Разходите за минерално торене са значима част от общото потребление на енергия или общите енергийни разходи и са съществен елемент за по-добри резултати в растениевъдството. В много случаи обаче, е налице тяхното научно необосновано и недостатъчно ефективно използване от гледна точка на енергетическата ефективност (Сегетева, 1983; Simon, 1980), особено характерно за растениевъдното производство през последните години.

Целта на тази разработка беше да се направи енергетична оценка и да се установи енергийната ефективност на торенето в петполно сеитбообращение при условията на карбонатен чернозем в Северозападна България.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Използвани са резултатите от петполното сеитбообращение, при редуване по време и място на следните култури: царевица за зърно, зимен фуражен грах + тритикале, пшеница, слънчоглед и пролетен фуражен грах. Експерименталната дейност обхваща периода 2003-2008 г. Опитът заложихме по блоковия метод, в три повторения, при неполивни условия,

като изпитвахме следните варианти на торене:  $T_1$  – самостоятелно азотно;  $T_2$  – 50 % от оптималната норма и  $T_3$  – оптимално торене определено въз основа на запасеността на почвата и в съответствие с модела за даване препоръки по торене. При всички култури е включен контролен вариант - без торене ( $T_0$ ). По култури и варианти нормите са както следва: царевица за зърно -  $T_1$  -  $N_6$ ;  $T_2$  –  $N_6P_3K_6$  и  $T_3$  –  $N_{12}P_6K_{12}$ ; зимен грах + тритикале -  $T_1$  -  $N_3$ ;  $T_2$  -  $N_3P_4K_3$  и  $T_3$  -  $N_6P_8K_6$ ; пшеница -  $T_1$  -  $N_6$ ;  $T_2$  –  $N_6P_5K_4$  и  $T_3$  –  $N_{12}P_{10}K_8$ ; слънчоглед -  $T_1$  -  $N_4$ ;  $T_2$  –  $N_4P_3K_4$  и  $T_3$  –  $N_8P_6K_8$ ; пролетен фуражен грах -  $T_1$  -  $N_3$ ;  $T_2$  -  $N_3P_4K_3$  и  $T_3$  -  $N_6P_8K_6$ .

За този анализ е определен добива на енергия от културите в сеитбообращението (MJ/da) по варианти на торене, чрез техните енергетични еквиваленти, съответно за основната и допълнителната продукция - подробно описани в друга наша публикация (Христов и др., 2010). Разходите за минерално торене са определени въз основа на фактически внесените азотни, фосфорни и калиеви торове и техните енергийни еквиваленти, които са 77.5 MJ за 1 kg азотен тор (активно вещество), 14.0 MJ за 1 kg фосфорен тор и 9.7 MJ за 1 kg калиев тор (Pimentel, 1984; Petr et al., 1988).

Енергийната оценка на различните норми на торене е направена с помощта на следните показатели: прибавка на добива в сравнение с неторените варианти (основна и допълнителна продукция в абсолютно сухо вещество и обща енергия – съответно в kg/da и MJ/da), прибавка на добива от 1 kg минерален тор и отношението на енергията в прибавката на добива в резултат на торенето към енергията включваща производството и употребата на използваните количества минерални торове на единица площ по Pimentel (Pimentel et al. 1973).

Почвеният подтип в опитния участък е карбонатен чернозем с лек пещъчливо-глинест механичен състав и нестабилна структура. Преди залагане на опита съдържанието на хумус в орния слой е 2.12 % (по Тюрин), а  $pH_{(KCl)}$  - 7.5. Почвата е слабо запасена с азот (16.3 mg/1000 g), средно с фосфор (14.9 mg/100 g) и добре с калий (26 mg/100 g почва).

Валежната сума за периода октомври – март през всичките години на експеримента, е над средната многогодишна – с 2 до 5 %, с изключение на 2006/2007 г., през която сумата е 55% от средната за района. С най-голямо количество и равномерно разпределение на вегетационните валежи, както за зимните така и за пролетните култури се отличава реколтната 2005 г., докато през останалите три години е налице валежен дефицит най-силно изразен през 2007 г. Прави впечатление още, че средните стойности на температурата през вегетационния период както на зимните така и на пролетните култури - през всичките години на проучването особено през последните три (2006, 2007 и 2008) са по-високи от средните многогодишни. Най-голямо е превишението през 2007 г. – от 1.5° до 2.3°C.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Общите енергийни разходи за торене в сеитбообращението, определени въз основа на фактически внесените азотни, фосфорни и калиеви торове и техните енергийни еквиваленти, при варианти на торене  $T_1$  са 1705 MJ/da, при  $T_2$  - 2165 MJ/da и при  $T_3$  - 4330 MJ/da (табл.1.). От резултатите се вижда, че азотните торове заемат основна част от общите енергийни разходи, като относителния им дял е от 78.5 % при второ и пето - до 86.1% при първо сеитбооборотно звено. Делът на енергията за фосфорните торове съставлява от 5.8 % при първо до 14.2 % - при второ и пето звено и калиевите торове от 5.3 % при трето – до 8.1 % при първо сеитбооборотно звено.

Анализът на данните за енергийните разходи по култури показва, че най-ниски и еднакви са те при зимната житно-бобова смеска от второ и пролетния фуражен грах от пето поле -14.5 % от общоенергийните. Разпределението им по варианти на торене е както следва: при  $T_1$  - 232.5 MJ/da, при  $T_2$  - 317.6 MJ/da и при  $T_3$  - 635.2 MJ/da. Най-висок и практически еднакъв е дела на разходите при пшеницата от трето сеитбооборотно звено (26.7 %) и при царевицата (26.3 %) - съответно 465.0,

573.8 и 1147.6 MJ/da и 465.0, 565.2 и 1130.4 MJ/da - по варианти на торене. Енергийните разходи при слънчогледа заемат междинно положение и са 18.0 % от общоенергийните.

От оценката на торенето по култури е установено, че във всички случаи се реализира увеличение на добива, изразено в абсолютно сухо вещество и енергия, спрямо варианта без торене, като същото напълно корелира с нарастването на торовата норма от  $T_1$  към  $T_3$  (табл. 2.). Реализираният ефект е в съответствие с вида на културата и количеството на торовете. Подробен анализ на резултатите за влиянието на този фактор върху продуктивността на културите, изразена с горните показатели е направен в друга наша публикация (Христов, И. и др., 2010).

Според нарастването на добива на абсолютно сухо вещество и енергия от единица площ, в резултат от торенето с намалената наполовина оптимална торова норма ( $T_2$ ), спрямо неторената контрола, културите могат да бъдат подредени в следния низходящ ред: пшеница > царевица > слънчоглед > пролетен фуражен грах > зимен грах + тритикале. При вариантите с оптимално торене ( $T_3$ ) настъпва известна промяна и подреждането е във вида: царевица > пшеница > слънчоглед > зимен грах + тритикале > пролетен фуражен грах. Увеличението на добива на абсолютно сухо вещество при самостоятелното азотно торене (вариант  $T_1$ ) е идентично с това при  $T_2$ , докато при добива на енергия царевицата отстъпва на слънчогледа второто място в реда на подреждане на културите. Общо за сеитбообращението най-голяма е прибавката на добива на абсолютно сухо вещество и енергия при варианта с оптимално торене ( $T_3$ ), който превишава съответно с 42.6 и 41.3 % добива от вариантите с намалената на половина оптимална норма ( $T_2$ ) и близо 3 пъти в сравнение с този получен от едностранното азотно торене ( $T_1$ ).

Прави впечатление, че прираста на добива на абсолютно сухо вещество и енергия, от всеки добавен килограм минерален тор, е най-нисък при вариантите с оптимално торене - при всички култури от сеитбообращението. С изключение на царевицата за зърно, при всички останали култури, най-високи са стойностите на тези два показателя при вариантите със самостоятелното азотно торене ( $T_1$ ). Общото увеличение на добива, спрямо неторените варианти, от прибавката на 1 kg минерален тор, възлиза на 9.9 kg/da абсолютно сухо вещество и 171.9 MJ/da енергия при торене  $T_1$ , 7.3 kg/da и 128.3 MJ/da - при  $T_2$  и 5.2 kg/da и 90.7 MJ/da - при  $T_3$ .

От резултатите в таблицата става ясно, че в условията на опита - при всички култури както и общо за сеитбообращението, най-голяма е енергийната ефективност на торенето при варианта с редуцираната наполовина оптимална норма на торене ( $T_2$ ) – от 2.7 до 4.4 единици и 3.6 за сеитбообращението. Най-висока е ефективността на вложената енергия, при слънчогледа, следва пшеницата, царевицата за зърно, пролетния фуражен грах и най-ниска - при зимната житно-бобова смеска. При торене само с азот ( $T_1$ ) максимален ефект е отчетен при пшеницата, а най-малък – отново при смеската грах + тритикале, съответно 3.4 и 1.2 единици – при 2.2 за сеитбообращението. Стойностите на показателя при вариантите с оптимално торене ( $T_3$ ) са най-високи и еднакви (2.9 единици) при царевицата и слънчогледа и най-ниски при пролетния фуражен грах – 1.9 единици. Общо за сеитбообращението ефективността при този вариант на торене е 2.6 единици.

#### **ИЗВОДИ :**

- ❖ *Енергийните разходи за минерално торене в изследваното сеитбообращение са най-ниски и еднакви при зимната житно-бобова смеска и пролетния фуражен грах. Останалите култури се подреждат в следния възходящ ред: слънчоглед < царевица за зърно < пшеница.*
- ❖ *Азотните торове заемат основна част от общоенергийните разходи, като относителният им дял е от 78.5 до 86.1 %, на фосфорните – от 5.8 до 14.2 % и на калиевите – от 5.3 до 8.1 %.*
- ❖ *При всички култури както и общо за сеитбообращението, най-голяма е енергийната ефективност на торенето при варианта с редуцираната наполовина оптимална норма на торене ( $T_2$ ) – от 2.7 до 4.4 единици и 3.6 за*

**сеитбообращението. Най-малка възвръщаемост на вложената енергия за торене и реализирана при варианта със самостоятелното азотно торене (T<sub>1</sub>).**

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Котева, В. 1996. Енергиен баланс на торенето на ечемик отглеждан на излужена смолница в Югоизточна България. Почвознание агрохимия и екология, 4, 3-6.
2. Митова, Т. 1998. Оценка на различно редуване на полски култури като фактор на устойчиво земеделие. Автореферат на дисертация за научно-образователна степен „доктор”, С.
3. Нанков, М. 2000. Проучване на системи за обработка на почвата на типичен чернозем. Автореферат на дисертация за научно-образователна степен „доктор”, С.
4. Сегетева, В. 1983. Енергетически баланс в растениеводстве (обзор). М.
5. Христов, И., Е. Давидков, Д. Георгиев, П. Петров, В. Ангелова, Г. Цветанова 2010. Добив на суха маса и енергийна продуктивност на културите от петполно сеитбообращение в зависимост от торенето. XX Юбилейна международна научна конференция - Ст. Загора, под печат.
6. Щерев, П., Т. Тонев 1993. В: Проблеми на зърнените и влакнодайните култури в условията на пазарната икономика, Сб. Научни трудове от МНК – Ст. Загора.
7. Pimentel, D. et al. 1973. Food production and the energy crisis. Science, 182.
8. Pimentel, D. 1984. Food and Energy Resources Academic. Press. London.
9. Petr. J. et al. 1988. Yield Formation in the main field crops. Amsterdam, Elsevier.
10. Rimar, J., R. Mall, 1992. Rostl. Vyroba, v. 38 (8).
11. Simon, J. 1980. Energeticke balance s ohledem na intenzifikaci rostlinne vyroby, Listopad.

**Таблица 1.  
Table 1.**

**Енергийни разходи за минерално торене по култури в сеитбообращението  
Energy inputs for mineral fertilization on crops in the crop rotation**

Сеитбооборотно звено Crop rotation link	Варианти на торене* Variants of fertilization	Енергийни разходи за торенето на да Energy inputs for the fertilization in da			
		Общо Total MJ	По видове торове/By line of fertilizers		
			Азотни Nitrogen	Фосфорни Phosphorus	Калиеви Potassium
Царевица за зърно Grain maize	T <sub>1</sub>	465.0	465.0	-	-
	T <sub>2</sub>	565.2	465.0	42.0	58.2
	T <sub>3</sub>	1130.4	930.0	84.0	116.4
Зим.гр.+тритикале Winter peas + Triticale	T <sub>1</sub>	232.5	232.5	-	-
	T <sub>2</sub>	317.6	232.5	56.0	29.1
	T <sub>3</sub>	635.2	465.0	112.0	58.2
Пшеница Wheat	T <sub>1</sub>	465.0	465.0	-	-
	T <sub>2</sub>	573.8	465.0	70.0	38.8
	T <sub>3</sub>	1147.6	930.0	140.0	77.6
Слънчоглед Sunflower	T <sub>1</sub>	310.0	310.0	-	-
	T <sub>2</sub>	390.8	310.0	42.0	38.8
	T <sub>3</sub>	781.6	620.0	84.0	77.6
Пр. фуражен грах Spring fodder peas	T <sub>1</sub>	232.5	232.5	-	-
	T <sub>2</sub>	317.6	232.5	56.0	29.1
	T <sub>3</sub>	635.2	465.0	112.0	58.2
Общо за сеитбообращението Total for the crop rotation	T <sub>1</sub>	1705.0	1705.0	-	-
	T <sub>2</sub>	2165.0	1705.0	266.0	194.0
	T <sub>3</sub>	4330.0	3410.0	532.0	388.0

\* T<sub>0</sub> - Контрола (вариант без торене).

Таблица 2.  
Table 2.

**Енергийна ефективност на минералното торене  
по култури и общо за сеитбообращението**  
**Energy efficiency of the fertilization in the crops and total for the crop rotation**

Варианти на торене Variants of fertilization	Увеличение на добива в резултат на торенето Yield increase as a result of the fertilization		Увеличение на добива на 1 kg минерален тор Yield increase per 1 kg fertilizer		Енергийна ефективност Energy efficiency
	абсолютно сухо в-во absolute dry matter, kg/da	енергия energy, MJ/da	абсолютно сухо в-во absolute dry matter, kg/da	енергия energy, MJ/da	
<b>Царевица за зърно / Grain maize</b>					
T <sub>1</sub>	45.1	709.8	7.5	118.3	1.5
T <sub>2</sub>	117.5	1926.0	7.8	128.4	3.4
T <sub>3</sub>	204.6	3308.4	6.8	110.3	2.9
<b>Зимен грах + тритикале/ Winter peas + Triticale</b>					
T <sub>1</sub>	15.9	285.9	5.3	95.3	1.2
T <sub>2</sub>	48.5	872.1	4.9	87.2	2.7
T <sub>3</sub>	78.5	1411.5	3.9	70.6	2.2
<b>Пшеница/Wheat</b>					
T <sub>1</sub>	93.2	1566.5	15.5	261.1	3.4
T <sub>2</sub>	141.0	2366.2	9.4	157.7	4.1
T <sub>3</sub>	172.9	2890.5	5.8	96.4	2.5
<b>Слънчоглед/Sunflower</b>					
T <sub>1</sub>	35.8	730.9	9.0	182.7	2.4
T <sub>2</sub>	82.8	1700.2	7.5	154.6	4.4
T <sub>3</sub>	109.1	2229.3	5.0	101.3	2.9
<b>Пролетен фуражен грах/Spring fodder peas</b>					
T <sub>1</sub>	28.7	488.0	9.6	162.7	2.1
T <sub>2</sub>	56.4	963.9	5.6	96.4	3.0
T <sub>3</sub>	71.0	1221.0	3.6	61.1	1.9
<b>Общо за сеитбообращението/Total for the crop rotation</b>					
T <sub>1</sub>	218.7	3781.1	9.9	171.9	2.2
T <sub>2</sub>	446.2	7828.4	7.3	128.3	3.6
T <sub>3</sub>	636.1	11060.7	5.2	90.7	2.6

\* T<sub>0</sub> - Контрола (вариант без торене).