

ТОРЕНЕ И ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ ПРИ ЕЧЕМИК СОРТ КАМЕНИЦА

Светла Костадинова, Недялка Йорданова
Аграрен университет, Пловдив

Резюме

Костадинова Светла, Недялка Йорданова, 2010. Торене и енергийна ефективност при ечемик сорт Каменица.

Проучвана е енергийната ефективност при пивоварен ечемик сорт Каменица, отглеждан в следните системи на торене: 1. Неторено; 2. $N_4P_{7.5}K_5$; 3. $N_8P_{7.5}K_5$; 4. $N_{12}P_{7.5}K_5$; 5. N_6P_6 + 6 t/da оборски тор 6. $N_8P_0K_5$; 7. $N_8P_{7.5}K_0$. Най-ефективна и енергийно препоръчителна е органо-минералната система на торене, характеризираща се с най-висока енергийна (h) и възвръщаема ефективност на торовия азот (E_N) и фосфор (E_P). Системата с изключено фосфорно торене $N_8P_0K_5$ е 4,5 пъти по-малко ефективна от аналогичната система, но осигурена с P. Елиминирането на торенето с фосфор при ечемика е неефективно от енергийна гледна точка. Възвръщаемата ефективност от фосфорното торене в ротацията се повишава с 90 % при утрояване на внесения азот от 4 на 12 kg N/da. Калиевото торене на пивоварен ечемик сорт Каменица, отглеждан на алувиална ливадна почва със съдържание на усвоим калий над 45 mg $K_2O/100$ g почва е енергийно неоправдано и временно може да се елиминира.

Ключови думи: ечемик – торене – енергийна ефективност

Abstract

Kostadinova S., N. Yordanova, 2010. Fertilization and Energetic Efficiency at Barley variety Kamunica.

It was studied the energetic efficiency of different fertilizing systems (1. unfertilized; 2. $N_4P_{7.5}K_5$; 3. $N_8P_{7.5}K_5$; 4. $N_{12}P_{7.5}K_5$; 5. N_6P_6 + 6 t manure/da; 6. $N_8P_0K_5$; 7. $N_8P_{7.5}K_0$) at brewing barley variety Kamunica. The mineral-organic system had the highest energetic efficiency (h) and recovered efficiency of nitrogen (E_N) and phosphorus (E_P). It was the most effective and energetic recommendable. The system without phosphorus $N_8P_0K_5$ was 4,5 fold less efficient than the analog system + phosphorus. The elimination of P fertilization at barley was inefficient from the energetic point of view. The recovered efficiency of phosphorus (E_P) in the crops rotation increased by 90% with the triplicate of applied N from 4 to 12 kg/da. The potassium fertilizing of a brewing barley variety Kamunica grown on a medaw soil with available K contents above 45 mg $K_2O/100$ g soil was energetic inefficient and it might be temporary eliminate.

Key words: barley – fertilization – energetic efficiency

УВОД

Актуален проблем на съвременното земеделие е повишаване на енергийната му ефективност, като задължително изискване за устойчиво земеделие (Rodale, 1998). Отчитането на енергийната ефективност от торенето дава възможност за по-

обективна и комплексна оценка на системата на торене в прогресивните технологии (Prasad & Power, 1997). При проучване редуването на полски култури у нас е установено, че енергийната ефективност на минералното торене зависи от биологията на културите, нормата на торене и предшественика (Митова-Трифенова, 1998). Научните изследвания по агротехника на житните култури са насочени към усъвършенстване на отделни звена с цел максимално реализиране на потенциалните заложи на сортовете, в т.ч. и отчитане на енергията, изразходвана в агротехническите звена и приходите на енергия, получена с биомасата при запазващо се почвено плодородие. Торенето е основен източник на енергия в земеделието и използването на торове варира по региони: за развитите страни е около 40%, в развиващите се - около 68%, а за света като цяло е около 45% (Mudahar & Hignett, 1987). Значителното повишаване на добивите през 20 век е резултат от отглеждане на нови високопродуктивни сортове и влагане на по-голямо количество енергия под формата на минерални торове (Faidley, 1992; Patyk & Reinhardt, 1997).

Ефективността на земеделското производство се определя като съотношение между количеството вложена енергия, в т.ч. и от азотните торове, и енергията съдържаща се в получените продукти (Huisbergen et al., 2002). От азотните торове се консумира 92% от вложената енергия, от фосфорните - 9% и от калиевите - 3% (Vockman et al., 1998). По данни на различни автори специфичното енергийно съдържание за азотните торове е 58-90 MJ/kg N, за фосфорните - 10-14 MJ/kg P₂O₅ и за калиевите е 2,27-10 MJ/kg K₂O (Минеев, 2006; Pimentel et al., 1990; Tellarini & Caporali, 2000). По данни на Минеев (2006) енергийната ефективност е от 0,88 при памука до 2,20 единици при картофите. Характерна особеност за всички зърнени култури е, че енерговъзвръщаемостта им е по-голяма от единица.

Целта на настоящето изследване е да се проучи енергийната ефективност на торенето при пивоварен ечемик сорт Каменица в зависимост от системата на торене.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучван е пивоварен ечемик сорт Каменица в рамките на полско сеитбоображение, след предшественик фуражен грах. За четиригодишен период (една ротация) са изследвани следните системи на торене: 1. Неторено; 2. N₄P_{7,5}K₅; 3. N₈P_{7,5}K₅; 4. N₁₂P_{7,5}K₅; 5. N₆P₆K₅ + 6 t/da оборски тор, внесен при окопната култура в сеитбоображението (царевица) в началото на ротацията; 6. N₈P₀K₅; 7. N₈P_{7,5}K₀. Използвано е опитното поле на Катедрата по агрохимия и почвознание при АУ – Пловдив. Почвата е алувиална ливадна с рН вода=7,2. Съдържането на подвижни хранителни вещества в началото на ротацията преди сеитбата на ечемика варира в зависимост от системата на торене: минерален азот – от 53 до 80 mg Nmin/kg почва, подвижен фосфор – от 5,2 до 24,1 mg P₂O₅/100 g почва и усвоим калий от 45 до 60 mg K₂O/100 g почва.

Относително като най-неблагоприятни за растежа и развитието на ечемика могат да се приемат метеорологичните условия през 2003 година, като в нито една от годините не са настъпили резки и силни засушавания и суховеи по време на вегетацията на културата.

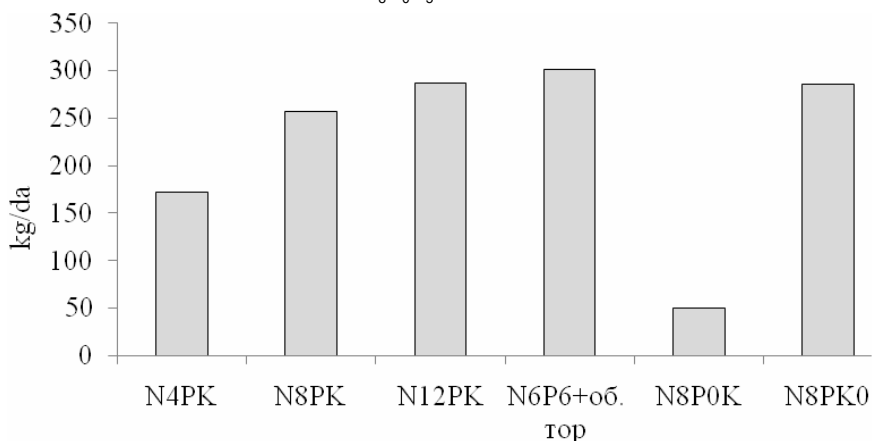
Енергийната ефективност на торенето (h) е изчислена като отношение между получената енергия в допълнителния добив ечемично зърно и вложената енергия под формата на торене (Минеев, 2006). Енергийните еквиваленти (MJ) на един килограм торове са: N – 86,2; P₂O₅ – 12,6; K₂O – 8,3, а на ечемичното зърно – 16,4. Възвръщаемата ефективност (E_N, E_P, E_K) е изчислена като отношение между допълнителното количество акумулирани N, P₂O₅ и K₂O в зърното и приложеното азотно, фосфорно или калиево торене. Усвоените количества N, P₂O₅ и K₂O в зърното са получени след количествен анализ на продукцията за установяване съдържанието

(%) на трите елемента.

За статистическа обработка на получените резултати е приложен дисперсионен анализ (ANOVA) и е определена статистическата достоверност по метода на тест за многофакторно сравняване на Duncan (1955). За доказани са приети само разликите при $\alpha = 0.95$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Получените резултати показват важното значение на торовите норми в проучваните системи на торене за продуктивността на пивоварния ечемик (Фиг. 1). Допълнителният добив зърно средно за четиригодишния проучван период се увеличава с нарастване на азотното торене на фон $P_{7,5}K_5$. Най-висок допълнителен добив от 301 kg/da е получен при органо-минералната система на торене, включваща ниска норма на торов азот 6 kg/da + последствието на 6 t/da оборски тор, внесен в началото на ротацията. В резултат на торово действие и последствие допълнителният добив зърно е увеличен шест пъти, спрямо торовата комбинация с най-нисък допълнителен добив $N_8P_0K_5$.



Фигура 1. Допълнителен добив зърно в резултат на системата на торене средно за периода 2003-2006 година

Изключването на фосфора от торовата система се отразява силно негативно върху продуктивността на пивоварния ечемик (Фиг. 1). Допълнителният добив зърно в резултат на торенето е само 50 kg/da или повече от пет пъти по-малко, спрямо аналогичната система, но осигурена с торов фосфор.

Елиминирането на калиевото торене $N_8P_{7,5}K_0$ не се отразява отрицателно на продуктивността на пивоварния ечемик. Допълнителният добив зърно средно за ротацията е подобен на получения в аналогичната система, но осигурена с 5 kg K_2O /da, вероятно поради добра запасеност на почвата с усвоими калиеви съединения.

Вложената енергия в торенето се определя изключително от количеството на азотното торене, което е най-енергоемко. С 1 kg торов азот се влагат 6,8 пъти повече енергия, спрямо от 1 kg торов фосфор и 10,4 пъти повече, спрямо от 1 kg торов калий. В съответствие с това, и енергията вложена под формата на торене в изследваните системи, нараства с повишаване на азотното торене (Табл. 1). Енергийната ефективност при сорт Каменица варира значително от 0,8 до 11,1 в рамките на проучвания период. Най-ниска ефективност е получена за системата без фосфорно торене, която е 4,5 пъти по-ниска от ефективността на сходната система, но осигурена с торов фосфор. Следователно, системата на торене $N_8P_0K_5$

Торене и енергийна ефективност при ечемик сорт Каменица.

е незадоволителна от енергийна гледна точка. Ефективността ѝ (η) средно за ротацията едва надхвърля единица, като през две от проучваните години стойностите са под едно, което показва енергийна неефективност.

Таблица 1. Енергийна ефективност (η) на системи на торене при ечемик сорт Каменица

Система на торене	Енергия в торенето, MJ	2003	2004	2005	2006	Средно	
						kg/da	% към $N_8P_0K_5$
$N_4P_{7,5}K_5$	481	5,6	6,5	4,2	7,3	5,38 b	525
$N_8P_{7,5}K_5$	826	7,0	4,9	3,0	5,4	4,66 b	455
$N_{12}P_{7,5}K_5$	1170	5,8	4,3	1,9	4,1	3,68 b	359
N_6P_6+6t/da об.тор	517	11,1	10,5	5,5	11,1	8,73 a	852
$N_8P_0K_5$	731	1,5	1,3	0,8	0,9	1,03 c	100
$N_8P_{7,5}K_0$	784	7,7	5,8	3,1	7,3	5,46 b	533
<i>LSD</i>						3,46	

Най-висока енергийна ефективност е получена за органо-минералната система на торене, включваща ниски норми на минерално торене N_6P_6 + последствието на 6 t/da оборски тор, внесен в началото на ротацията. От енергийна гледна точка може да се заключи, че органо-минералното торене на ечемика в проучваното сеитбооразение е най-ефективно. Това потвърждава до голяма степен констатацията за полско сеитбооразение върху същия почвен тип, че органо-минералната система на торене се отличава с добра продуктивност на културите и висока енергийна ефективност (Манолов и др., 1999).

За твърда пшеница сорт „Прогрес» в района на Чирпан е установена енергийната ефективност варираща 3,61-5,03 в зависимост от азотното торене и по-високи стойности на h при ниски азотни норми (Панайотова и Костадинова, 2004). Резултатите за ечемик сорт Каменица, отглеждан върху алувиална ливадна почва, торен с фосфор и калий ежегодно имат близки стойности за енергийна ефективност (3,68 -5,38) при системи с азотни норми 4, 8 и 12 kgN/da. Енергийната ефективност се понижава с нарастване на азотните норми на фона торене $P_{7,5}K_5$, но това се наблюдава като тенденция средно за ротацията (Табл. 1).

Елиминираното калиево торене в торвата комбинация не променя съществено енергийната ефективност, поради добър калиев режим на почвата, висок допълнителен добив ечемично зърно и нисък енергиен еквивалент на един килограм торов калий.

Таблица 2. Възвръщаема ефективност на азотното торене (E_N) при ечемик сорт Каменица

Система на торене	kg N/da	2003	2004	2005	2006	Средно	
						kg/kg	% към $N_8P_0K_5$
$N_4P_{7,5}K_5$	4	0,66	0,76	0,55	0,79	0,69 b	388
$N_8P_{7,5}K_5$	8	0,81	0,62	0,41	0,71	0,64 b	335
$N_{12}P_{7,5}K_5$	12	0,69	0,58	0,28	0,57	0,53 b	280
N_6P_6+6t/da об.тор	6	0,97	0,92	0,64	0,97	0,88 a	595
$N_8P_0K_5$	8	0,21	0,22	0,16	0,17	0,19 c	100
$N_8P_{7,5}K_0$	8	0,75	0,76	0,48	0,80	0,70 b	411
<i>LSD</i>						0,38	

Възвръщаемата ефективност на торенето характеризира количеството на даден хранителен елемент, усвоен от добива зърно в резултат на приложеното минерално торене (Минеев, 2006). Този показател може да се изрази на единица хранителен елемент или в процент. Възвръщаемата ефективност от азота при твърда пшеница е най-висока при норма N_{12} и е 0,62 (Панайотова и Костадинова, 2004). За мека

пшеница сорт Победа е доказано, че при благоприятни хидротермични условия и слабо до умерено засушаване торенето със 6 kg N/da е най-целесъобразно, поради най-висока възвръщаема ефективност. При условия на силно засушаване най-голямо количество азот в зърното на единица торов азот се усвоява при умерени азотни норми от 12 kg N/da и те могат да се препоръчат като енергийно по-ефективни. Стойностите на енергийната ефективност и на възвръщаемата ефективност на азотното торене с 12 kg N/da са най-стабилни и слабо зависят от условията на годината (Костадинова, 2000).

Данните за пивоварен ечемик сорт Каменица показват най-висока възвръщаема ефективност на азота при органо-минералната система с внесен минерален азот 6 kg/da. Тя е близо шест пъти по-висока, спрямо системата с най-ниска стойност на E_N ($N_8P_0K_5$) средно за периода (Табл. 2). Торвата комбинация с изключен фосфор и умерено азотно торене води до възвръщане само на 0,19 единици азот, или количество над три пъти по-малко, спрямо системите с ниска азотна норма $N_4P_{7,5}K_5$ и аналогичната, но торена с фосфор $N_8P_{7,5}K_5$. Може да се заключи, че от енергийна гледна точка изключването на фосфорното торене при ечемика е неефективно.

Възвръщаемата ефективност на азота при употреба на торови норми 4, 8 и 12 kg N/da на фоново торене $P_{7,5}K_5$ се понижава, но разликите средно за ротацията не са съществени. Стойностите на E_N при изключване на калиевото торене в системата не се различават съществено от осигурената с торов калий система (Табл. 2).

Таблица 3. Възвръщаема ефективност на фосфорното торене (E_P) при ечемик сорт Каменица

Система на торене	kg P_2O_5/da	2003	2004	2005	2006	Средно	
						kg/kg	% към $N_4P_{7,5}K_5$
$N_4P_{7,5}K_5$	7,5	0,11	0,23	0,14	0,26	0,19 c	100
$N_8P_{7,5}K_5$	7,5	0,38	0,27	0,19	0,37	0,30 bc	159
$N_{12}P_{7,5}K_5$	7,5	0,43	0,42	0,20	0,39	0,36 ab	190
N_6P_6+6t/da об. тор	6	0,46	0,53	0,31	0,56	0,46 a	244
$N_8P_{7,5}K_0$	7,5	0,35	0,30	0,18	0,44	0,32 abc	168
<i>LSD</i>						0,16	

Възвръщаемостта на 1 килограм фосфор (E_P) при норма 7,5 kg P_2O_5/da в системите с минерално торене на ечемика варира от 0,11 до 0,44 (Табл. 3). Наблюдава се тенденция за по-висока възвръщаема ефективност на фосфора с нарастване на азотното торене. Внасянето на 12 kg N/da в системите с фосфорно-калиево торене $P_{7,5}K_5$ има за резултат доказано по-висока възвръщаема ефективност на фосфора с 90% средно за периода, в сравнение с ниската азотна норма 4 kg N/da. Стойностите на E_P за проучвания период са най-високи при органо-минералното торене. При него в основната продукция се възвръщат средно с 0,27 и с 0,16 единици повече фосфор, спрямо системи на торене $N_4P_{7,5}K_5$ и $N_8P_{7,5}K_5$, съответно. Изключеното калиево торене при ечемика не влияе върху възвръщаемата ефективност на фосфора.

Стойностите на възвръщаемата ефективност на калиевото торене с 5 kg K_2O/da са отрицателни или близки до нула (данните не се прилагат). Изключение от тази констатация сме установили единствено при система на торене $N_{12}P_{7,5}K_5$. Вероятно по-високото азотно торене (12 kg N/da) оказва положителен ефект върху възвръщаемата ефективност на калия. Изчислената за ротацията средна стойност на E_K при торова комбинация $N_{12}P_{7,5}K_5$ е ниска - 0,23 единици. Следователно калиевото торене на пивоварен ечемик сорт Каменица, отглеждан на алувиална ливадна почва със съдържание на усвоим калий над 45 mg $K_2O/100$ g почва е енергийно неефективно и временно може да се елиминира.

ИЗВОДИ

Органо-минералната система на торене, включваща ниски норми на минерално торене N_8P_6 + последствието на 6 t/da оборски тор, внесен в началото на ротацията при пивоварен ечемик сорт Каменица е най-ефективна и енергийно препоръчителна. Има най-високи енергийна ефективност (h) и възвръщаема ефективност на торовия азот E_N и фосфор E_P .

Системата с изключено фосфорно торене $N_8P_0K_5$ е 4,5 пъти по-малко ефективна от аналогичната система, но осигурена с фосфор. Възвръщаемостта на единица торов азот е най-малка (0,19). Елиминираното фосфорно торене на ечемика е неефективно от енергийна гледна точка.

Възвръщаемата ефективност от торенето с фосфор в ротацията се повишава с 90 % при утравяне на внесения азот от 4 на 12 kg N/da.

Калиевото торене при пивоварен ечемик сорт Каменица, отглеждан на алувиална ливадна почва със съдържание на усвоим калий над 45 mg $K_2O/100$ g почва е енергийно неоправдано и временно може да се елиминира.

ЛИТЕРАТУРА

- Костадинова С. (2000).** Реакция на зимна обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.) към нивото на азотно хранене, Дисертация за образователна и научна степен „Доктор”, София
- Манолов И., С. Костадинова, Т. Томов, Ст. Горбанов (1999).** Продуктивност и енергийна ефективност на алтернативни системи на торене в четиригодишно сеитбообращение, ВСИ – Пловдив, Научни трудове, т. XLIV, кн. 1, 323-327
- Минеев В. (2006).** Агрехимия, Московский университет, Москва, 477-482
- Митова-Трифенова, Т. (1998).** Оценка на различното редуване на полски култури като фактор на устойчивото земеделие, Дисертация, София
- Панайотова Г. и С. Костадинова (2004).** Стопанска и енергийна ефективност на азотното торене при твърда пшеница сорт „Прогрес”, Растениевъдни науки, 41, 283-287
- Bockman, O. C., O. Kaarstad & O. H. Lie. (1998).** Energy Use in Agriculture. Agricultural Group Norsk Hydro, Oslo, Norway, 164-172
- Duncan, D. B., 1955.** Multiple range and multiple F-test. *Biometrics*, 11
- Faidley, L. W. (1992).** Energy and Agriculture, In: R.C. Fluck (Editor), Energy in World Agriculture, Vol. 6, Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands, 1-12
- Hulsbergen, K. J., B. Fiel & W. Diepenbrock (2002).** Rates of nitrogen application required to achieve maximum energy efficiency for various crops: results of a long-term experiment. *Fields Crop Research*, 77 (1): 61-76
- Mudahar, M. S. & T. P. Hignett (1987).** Fertilizer and Energy Use. In: Z.R. Hinsel (Editor) Energy in Plant Nutrition and Pest Control, Vol. 2. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands, 1-23
- Patyk, A. & G. A. Reinhardt (1997).** Dungemittel -Energie- und Strombilanzen. Vieweg-Verlag Wiesbaden, 145-189
- Pimentel, D, K. Daznong & M. Gianpietro (1990).** Technological changes in U.S. agricultural energy use, In: S.R. Gliessmann, (Ed.), Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture, Springer-Verlag, New York, 305-321.
- Tellarini, V. & F. Caporali (2000).** An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. *Agrie. Ecosyst. Environ.* 77: 111-123
- Prasad, K. & J. Power (1997).** Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture, CKC Press LLC, USA, 1-4
- Rodale, R. (1998).** Agricultural systems: the importance of sustainability. National Forum, 68: 2-6