

**ТОРЕНЕ И АГРОНОМИЧЕСКА ЕФЕКТИВНОСТ  
ПРИ ЕЧЕМИК СОРТ КАМЕНИЦА**

**Светла Костадинова, Недялка Йорданова, Гиньо Рачовски**  
Аграрен университет, Пловдив

**Резюме**

*Костадинова С., Н. Йорданова, Г. Рачовски, 2010. Торене и агрономическа ефективност при ечемик сорт Каменица*

Проучвана е агрономическата ефективност на азотното торене ( $N_4$ ,  $N_8$  и  $N_{12}$ ) и на системата на торене (органично-минерална, изключено фосфорно  $P_0$  или изключено калиево  $K_0$  торене) при пивоварен ечемик сорт Каменица, отглеждан на алувиална ливадна почва в района на Пловдив. Установено е, че  $AE_G$  варира от 12 до 48 kg зърно/kg N и  $AE_P$  от 1,0 до 1,9 kg зърнен протеин/kg N в зависимост от азотното торене. Системата с органично-минерално торене има най-висока агрономическа ефективност, а системата с изключено фосфорно торене най-ниска -  $AE_P$  е с отрицателен знак и  $AE_G$  средно за период е над пет пъти по-ниска, спрямо аналогичната система на торене, но осигурена с торов фосфор. Изключването на калия от торовата комбинация на сейтбообращението не влияе върху агрономическата ефективност при ечемика.

**Ключови думи:** ечемик – торене – агрономическа ефективност

**Abstract**

*Kostadinova S., N. Yordanova, G. Rachovski, 2010. Fertilization and Agronomic Efficiency at Barley variety Kamenica*

The agronomic efficiency of nitrogen fertilization ( $N_4$ ,  $N_8$  and  $N_{12}$ ) and the fertilizing systems (mineral-organic, excluded  $P_0$  or  $K_0$ ) were studied in brewing barley variety Kamenica, grown on medaw soil in region of Plovdiv. In dependence of nitrogen fertilization  $AE_G$  was varied from 12 up to 48 kg grain/kg N, and  $AE_P$  from 1,0 up to 1,9 kg grain protein/kg N. The mineral-organic system had the highest AE and the system without P fertilization had the lowest AE – the values of  $AE_P$  were negative, and the mean values of  $AE_G$  were five-fold lower, compared to the analog system + P fertilization. The exclusion of potassium had a slight effect on the AE at barley.

**Key words:** barley – fertilization – agronomic efficiency

**УВОД**

Продуктивността на ечемика до голяма степен се определя от условията на годината, нивата на торене, параметрите на посева и заплевеляването (Котева, 2000; Салджиев 2004). Ефективността на торенето при пивоварния ечемик се определя от сложната връзка между добива и съдържанието на сиров протеин в зърното. Известно е, че високите азотни норми повишават продуктивността на ечемика и успоредно с това се увеличава съдържанието на сиров протеин, което

над определени граници се отразява неблагоприятно върху пивоварнотехнологичните му качества (Пеев и Кръстева, 1989).

Ефективното използване на азотното торене е важна цел за подобряване и стабилизиране на продуктивността при ечемика и опазване на природната среда. Висока ефективност на използване на азота, т.е. натрупана суха маса на единица усвоен азот от растението, е свързана с ефективно и навременно разпределение на азота към местата с най-голяма нужда и потребление вътре в растението (Gastal & Lemaire, 2002). Азотната асимилация е тясно свързана с фосфорното хранене, като източник на метаболитна енергия под формата на богати на енергия фосфорсъдържащи съединения и постъпилите в корените минерални иони са главен донор на енергия за дишането (Abrol, 1990). Скоростта на усвояване на азота се понижава при растения страдащи от недостиг на фосфор (Marschner, 1995) и смущения в усвояването на азота могат да се констатират преди да се наблюдават видими промени в растежа на растенията (Le Bot *et al.*, 1994). Връзката между добивите зърно и зърнен протеин и нормите на торене най-често се разглежда като „ефективност на добива“ или „агрономическа ефективност“ и се определя като повишен добив на единица внесен азот или друг хранителен елемент (Below, 1995).

Цел на настоящето изследване е да се проучи агрономическата ефективност на добива зърно и зърнен протеин при пивоварен ечемик сорт Каменица в зависимост от азотното торене и от системата на торене.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучван е пивоварен ечемик сорт Каменица в рамките на полско сейтбообращение, след предшественик фуражен грах. Изследването е проведено на опитното поле на Катедрата по агрохимия и почвование при АУ – Пловдив върху алувиална ливадна почва с pH вода=7,2 и съдържание на подвижни хранителни вещества посочени в **Таблица 1**.

**Таблица 1.** Съдържание на подвижни форми на азот, фосфор и калий в почвата на дълбочина 0 - 30 см

Система на торене	mg /1000g почва		mg /100g почва	
	NH <sub>4</sub> - N	NO <sub>3</sub> - N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Неторено	25,1	27,5	5,2	42,5
2. N <sub>4</sub> P <sub>7,5</sub> K <sub>5</sub>	37,6	28,5	16,3	55,0
3. N <sub>8</sub> P <sub>7,5</sub> K <sub>5</sub>	33,7	31,2	16,8	46,8
4. N <sub>12</sub> P <sub>7,5</sub> K <sub>5</sub>	36,3	36,3	18,1	52,5
5. N <sub>6</sub> P <sub>6</sub> + 6 t/da оборски тор	41,5	38,9	24,1	60,0
6. N <sub>8</sub> P <sub>0</sub> K <sub>5</sub>	40,2	36,3	9,5	50,0
7. N <sub>8</sub> P <sub>7,5</sub> K <sub>0</sub>	28,2	29,8	17,8	45,0

Изпитват се следните системи на торене: 1. Неторено; 2. N<sub>4</sub>P<sub>7,5</sub>K<sub>5</sub>; 3. N<sub>8</sub>P<sub>7,5</sub>K<sub>5</sub>; 4. N<sub>12</sub>P<sub>7,5</sub>K<sub>5</sub>; 5. N<sub>6</sub>P<sub>6</sub> + 6 t/da оборски тор, внесен при окопната култура в сейтбообращението (царевица) в началото на ротацията; 6. N<sub>8</sub>P<sub>0</sub>K<sub>5</sub>; 7. N<sub>8</sub>P<sub>7,5</sub>K<sub>0</sub>. Проучването обхваща четиригодишен период 2003-2006 година. 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.

Отчетени са показателите добив на зърно и сиров протеин. Агрономическата ефективност е изчислена в kg/da зърно (AE<sub>G</sub>) или сиров протеин в зърното (AE<sub>P</sub>) като отношение (Y<sub>F</sub> - Y<sub>C</sub>)/FR, където: Y<sub>F</sub> е добив зърно или зърнен протеин получен при торене; Y<sub>C</sub> е добив зърно или зърнен протеин получен при контролата (без торене);

FR е азотна торова норма (Engels & Marschner, 1995).

Съдържанието на сиров протеин в ечемичното зърно е изчислено от процентното съдържание на азот в зърното умножено по коефициент 5.7 (N% x 5.7).

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  $a = 0.95$ .

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Агрономическата ефективност характеризира способността на растенията да повишават добива в отговор на азотно или друго торене (Novoa & Loomis, 1981; Craswell & Gowdin, 1984) и за ечемик и пшеница зависи в най-голяма степен от азотното торене и климатичните условия (Delogua *et al.*, 1998). В предишно проучване за района на Пловдив при благоприятни хидротермични условия на отглеждане, пшеницата има най-високи стойности на агрономическа ефективност при торене с 6 kg N/da:  $AE_G = 35$  kg зърно /kg N и  $AE_P = 3,29$  kg зърнен протеин/kg N, а в неблагоприятни климатични условия най-ефективно е торене  $N_{12}$ .

**Таблица 2.** Влияние на азотното торене  
върху агрономическата ефективност (kg/kg) при еchemик сорт Каменица

Норми	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	Средно
$AE_G$					
$N_4$	41	48	31	45	41a
$N_8$	44	31	19	29	31ab
$N_{12}$	34	26	12	21	23b
$AE_P$					
$N_4$	1,5	1,3	1,2	1,4	1,4a
$N_8$	1,9	1,9	1,4	1,3	1,6a
$N_{12}$	1,2	1,5	1,1	1,0	1,2a

Допълнителният добив зърно на един килограм торов азот варира значително в зависимост от азотната норма и годината (**Табл. 2**). Най-ниска стойност  $AE_G$  (12 kg/kg) се наблюдава при торене  $N_{12}$  през 2005 година, а най-висока при торене  $N_4$  през 2004 година – 48 kg/kg. Относно агрономическата ефективност на зърното средно за ротацията 2003-2006 година, най-ефективна е ниската азотна норма  $N_4$ . При нея се получават 41 kg допълнително зърно на kg торов азот и стойностите на  $AE_G$  са относително стабилни за проучвания период. Удвояването на азотната норма ( $N_8$ ) води до понижаване с 10 kg/kg на агрономическата ефективност на зърното, а нейното утвърждането ( $N_{12}$ ) с 18 kg/kg, макар и разликите да са доказани единствено между торови нива  $N_4$  и  $N_{12}$  ( $LSD = 17,2$ ).

При оценка влиянието на азотното торене върху пивоварния еchemик особено важно е да се проследи в какви граници и абсолютни стойности се изменя съдържанието на белтъчните вещества, които са решаващ показател на пивоварните качества на сировината и технико-икономическата ефективност на производството на малц и пиво. Пивоварен еchemик сорт Каменица, отглеждан при условията на настоящето сеитбообращение се характеризира със съдържание на сиров протеин в зърното под 11%. Вероятно поради това стойностите на агрономическата ефективност на добива сиров протеин са по-ниски от цитирани в други публикации за пшеница (Delogua *et al.*, 1998; Kostsdinova, 2003).

Допълнителният добив зърнен протеин на килограм торов азот ( $AE_P$ ) при пивоварен еchemик Каменица е величина определено по-стабилна и слабо зависи

от нормата на азотно торене в рамките на нива 4 - 12 kg N / da средно за четиригодишния изследван период (**Табл. 2**). Агрономическата ефективност на добива зърнен протеин нараства с 14% при удвояване на азотното торене ( $N_8$ ) и намалява почти с толкова при тройната азотна норма ( $N_{12}$ ), но разликите на се математически доказани. Рангът на вариране между най-високата (1,9) и най-ниска (1,0) стойности на  $AE_p$  при ечемика за изследваната ротация е почти двукратен. Въпреки това, изменениета в допълнителния добив зърнен протеин на килограм торов азот по години е много по-слабо, ако се съпостави с четирикратната разлика между най-ниска (12) и най-висока (48) стойности на  $AE_g$  за проучвания период.

**Таблица 3.** Влияние на системата на торене  
върху агрономическата ефективност (kg/kg) при ечемик сорт Каменица

Система на торене	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	Средно
$AE_g$					
$N_6P_6$ +оборски тор	58	55	29	49	48a
$N_8P_0$	9	7	4	5	6b
$N_8K_0$	46	35	19	37	34a
$AE_p$					
$N_6$ +оборски тор	2,5	2,0	0,8	2,4	1,9
$N_8P_0$	-0,1	-0,3	-0,5	0,0	-0,2
$N_8K_0$	2,0	0,6	0,3	1,5	1,1

Системата на торене оказва съществено влияние върху агрономическата ефективност на добива зърно и зърнен протеин, които са най-високи при органично-минерално торене, включващо ниска норма на торов азот 6 kg/da) + последействието на 6 t/da оборски тор, внесен в началото на ротацията (**Табл. 3**). В резултат на съвместно торово действие и последействие  $AE_g$  при пивоварния ечемик се увеличава осем пъти, спрямо системата с елиминирано фосфорно торене в сейтбообращението ( $LSD=19,6$ ). Резултатите ясно показват продължителното последействие на оборския тор, което трябва да се има предвид в земеделската практика при отглеждане на полски култури в сейтбообращения.

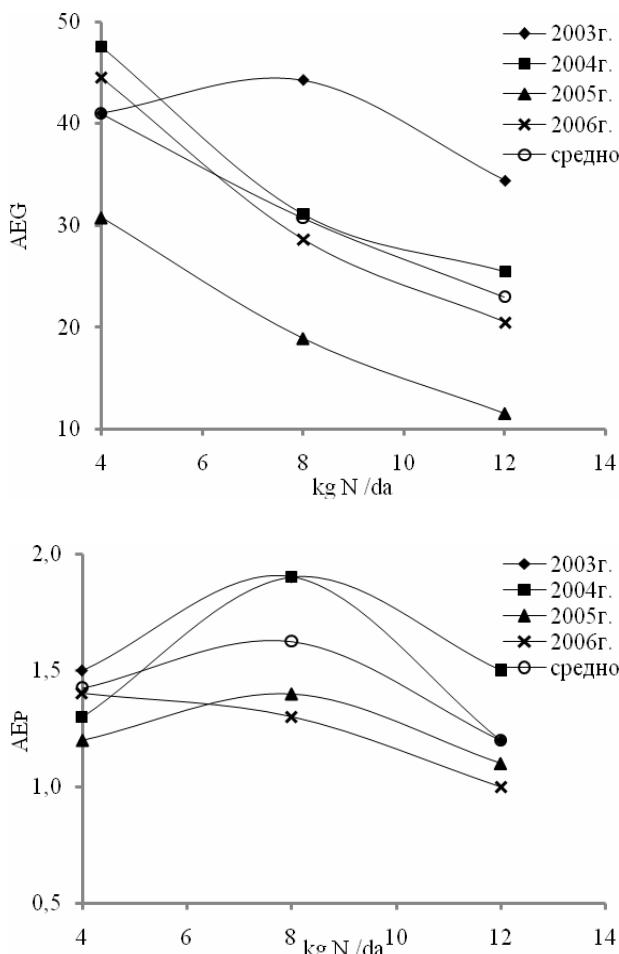
**Таблица 4.** Зависимости на агрономическата ефективност  
при ечемик сорт Каменица от азотното торене

Година	$AE_g$	$AE_p$
2003	$y = 24,6 + 5,72x - 0,41x^2$	$y = 0,003 + 0,51x - 0,03x^2$
2004	$y = 74,6 - 8,12x + 0,34x^2$	$y = 0,3 + 0,52x - 0,03x^2$
2005	$y = 47,1 - 4,66x + 0,14x^2$	$y = 0,5 + 0,24x - 0,02x^2$
2006	$y = 68,1 - 6,87x + 0,24x^2$	$y = 1,3 + 0,05x - 0,006x^2$
Средно	$y = 53,6 - 3,48x + 0,08x^2$	$y = 0,60 + 0,28x - 0,02x^2$

Изключването на фосфора от торовата комбинация се отразява изключително неблагоприятно върху агрономическата ефективност при пивоварния ечемик (**Табл. 3**). Средно за периода на изследване  $AE_g=6$  и е над пет пъти по-ниска, спрямо аналогичната система на торене, но осигурена с торов фосфор. Това кореспондира с наши резултати за пшеница, където при неблагоприятни хидротермични условия на отглеждане и изключено фосфорно торене  $AE_g=7,8$  (Kostadinova, 2003). Торенето на ечемичен сорт Каменица с 8 kg N/da, отглеждан в система без фосфорно торене, е неефективно по отношение на  $AE_p$ , която има нулева или отрицателни стойности. Следователно, при житните култури със слята повърхност торенето с фосфорни торове трябва да бъде задължителна практика.

Елиминирането на калия от торовата комбинация на сейтбообращението не оказва влияние върху агрономичеката ефективност на ечемика. Това се дължи

вероятно на добрата запасеност на почвата с усвоими калиеви съединения (**Табл. 1**), при което продуктивността на ечемика е много сходна до тази в аналогичната система на торене, но с внасяне на калиев тор.



**Фигура 1.** Агрономическа ефективност на добива зърното ( $AE_G$ ) и зърнен протеин ( $AE_P$ ) в зависимост от азотното торене

Зависимостите на агрономическата ефективност от приложеното азотно торене при ечемика не са праволинейни (**Фиг. 1 и Табл. 4**). В резултат на проведенния регресионен анализ моделираните зависимости са представени с уравнения от втора степен и са установени високи стойности на коефициентите на детерминация. Регресионният модел показва, че с изключение на 2003 година, агрономическата ефективност на добива зърно ( $AE_G$ ) намалява с нарастване на азотната торова норма. Данните за агрономическата ефективност на добива зърнен протеин показват, че повишаването на  $AE_P$  в зависимост от азотното торене става със забавяне.

## ИЗВОДИ

Агрономическата ефективност при пивоварен ечемик Каменица варира от 12 до 48 kg зърно/kg N и от 1,0 до 1,9 kg зърнен протеин/kg N в зависимост от азотното торене. Допълнителният добив зърнен протеин на килограм торов азот ( $AE_p$ ) слабо зависи от азотното торене в рамките на нива 4 - 12 kg N/da средно за четиригодишен период.

Системата с органично-минерално торене (6 kgN/da + последействието на 6 t/da оборски тор, внесен в началото на ротацията) е с най-висока агрономическа ефективност, което доказва необходимостта от торене с оборски тор на полски култури в сейтбообращения.

Изключването на фосфора от торовата комбинация се отразява изключително неблагоприятно върху агрономическата ефективност при пивоварния ечемик, като  $AE_p$  е нулева или с отрицателен знак. Допълнителният добив зърно на килограм торов азот ( $AE_G$ ) средно за периода е над пет пъти по-малко, спрямо аналогичната система на торене, но осигурена с торов фосфор. Следователно, при житните култури със слята повърхност торенето с фосфорни торове трябва да бъде задължителна практика.

Изключването на калия от торовата комбинация на сейтбообращението при почва добре запасена с усвоими калиеви съединения не оказва влияние върху агрономическата ефективност при ечемика.

## ЛИТЕРАТУРА

- Котева В. (2000).** Влияние на торенето и почвеното плодородие върху параметрите на посева и добива на ечемик, отглеждан на излужена смолница в Югоизточна България, *Растениевъдни науки* 37 (10), 873-878
- Пеев П. и А. Кръстева (1989).** Физико-химични показатели на пивоварен ечемик при нарастващи норми на балансирано азотно торене, *Растениевъдни науки* 26 (4), 18- 22
- Салджиев И. (2004).** Влияние на някои агротехнически фактори върху добива на ечемик, *Растениевъдни науки* 41 (4), 312-316
- Abrol, Y.P. (1990).** Nitrogen in Higher Plants, Research Studies Press Ltd, London, UK
- Below, F. (1995).** Nitrogen Metabolism and Crop Productivity, In: M. Passarakli (Ed.), Handbook of Plant and Crop Physiology, Dekker, Inc., New York, 275-300
- Duncan, D.B. (1955).** Multiple range and multiple F- test, *Biometrics*, 11
- Engels C. & H. Marschner, (1995).** Plant Uptake and Utilization of Nitrogen In: P.E. Bacon (Editor), Nitrogen Fertilization in the Environment, Marcel Dekker, Inc., New York, 41-67
- Gastal, F. & G. Lemaire (2002).** Nitrogen uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 53, No 370, 789-799
- Craswell A. & P. Gowdin (1984).** The efficiency of N fertilizers applied to cereals in different climates, *Advances in Plant Nutrition*, Vol. 1, 1-55
- Delogua G., L. Cattivellia, N. Pecchionia, M. Stancha (1998).** Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and in winter wheat, *European Journal of Agronomy*, Vol. 9, 1, 11-20
- Le Bot, J., D. Pilbeam, E. Kirkby (1994).** Plant mineral nutrition in crop production, In: A.S. Basra (Ed.), Mechanisms of Plant Growth and Improved Productivity Modern Approaches, Marcel Dekker, Inc., New York, 33-45
- Kostsdinova S. (2003).** Nitrogen fertilization and agronomic efficiency at winter wheat, *Ecology and Future*, Vol. II, No 1, 33-36
- Novoa, R. & R. Loomis (1981).** Nitrogen and plant production, *Plant and Soil*, 58, 177-204