

**АГРОНОМИЧЕСКИ ЕФЕКТ И ИКОНОМИЧЕСКА ЕФЕКТИВНОСТ
НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНОТО МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ С РАЗЛИЧНИ НОРМИ
И СЪОТНОШЕНИЯ ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА НА ПШЕНИЦАТА**
I. АГРОНОМИЧЕСКИ ЕФЕКТ НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНОТО МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ

Нечо Нанков, Маргарита Нанкова

Добруджански Земеделски Институт, Генерал Тошево

Резюме

Нанков Н., М. Нанкова, 2007. Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене с различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата. I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене.

В стационарен полски опит (Luvic Faeeozem) с редуване на пшеница и царевица в двуполка от 1967 г. се изследва влиянието на продължителното минерално торене с различни норми и съотношения между азота, фосфора и калия в процеса на формиране на стопанска част на продукцията и физичните качества на зърното. В опита се изпитва сорт „Енола“, отглеждан при комбинирането на 4 азотни и фосфорни норми - 0, 6, 12 и 18 kg/da и три калиеви - 0, 6 и 12 kg/da. Изследването обхваща периода 2001-2007 г. Изследването очертава като най-значими за продуктивността на пшеницата комплексът от метеорологични условия и торенето. Агрономическият ефект от широката гама норми и съотношения между основните макроелементи води до силно изразена диференциация, изразяваща се в сходство и разлике помежду им на базата на продуктивността на сорт Енола. Самостоятелното фосфорно торене е с най-висок ефект върху добива при ежегодно внасяне от норма 18 kg P₂O₅/da. Увеличаване нормата на самостоятелното калиево торене над 6 K₂O/da силно намалява продуктивността на пшеницата. Положителната роля на комбинираното фосфорно-калиево торене в отсъствие на азот е добре изразена в години с валежи за вегетационния период под 250 mm. Нарастващите азотни норми самостоятелно и при комбиниране с нарастващи фосфорни и калиеви норми в различни съотношения водят до повишаване на продуктивността и добива зърно от 1 kg азот. Азотно-калиевото торене, независимо от нормите и съотношенията е с нисък ефект, проявяващ се особено силно при азотните норми от 6 и 12 kg/da. Най-силно изразен ефект върху продуктивността има азотно-фосфорното торене, като нормата и съотношението между двета елемента е от решаващо значение. Средно за периода съотношението N:P=1:3 гарантира максимален ефект от продължителното азотно торене с 6 kg N/da. За нормата 12 kgN/da този ефект е постигнат при съотношение N:P=2:1. Ежегодното използване на високи азотни норми (18 kg/da) е ефективно само при включването на калий при съотношение между макроелементите N:P:K=3:1:1. Ефектът на 1 kg азот силно се влияе от метеорологичните условия на изследваните години, а също и от съотношението между макроелементите при торенето. Ефектът на 1-ца самостоятелно внесен азот върху добива зърно намалява с нарастване на нормата. Съчетаването на азота (норми 6 и 12 kgN/da) с фосфор, а при високите азотни норми (18 kg N/da) и с калий води до увеличаване производителността на 1 kg азот съответно

с 32,7%, 22,7% и 20,0%, спрямо самостоятелното внасяне на азота.

Ключови думи: пшеница; торене с азот, фосфор и калий; съотношение между макроелементите; ефект на 1 kg азот върху добива

Abstract

Nankov N., M. Nankova, 2007. Agronomic effect and economic efficiency of long-term mineral fertilization with different norms and ratios on wheat productivity. I. Agronomic effect of long-term mineral fertilization.

A stationary field trial (Luvic Faeozem) with wheat and maize two-field crop rotation initiated in 1967 has been investigating the effect of long-term mineral fertilization with different norms and ratios of nitrogen, phosphorus and potassium on the process of formation of the economic part of the produce and the physical properties of grain. The trial involved the wheat variety Enola grown by combining 4 nitrogen and phosphorus norms: 0, 6, 12 and 18 kg/da and three potassium norms: 0, 6 and 12 kg/da. This investigation encompassed the period 2001 – 2007. The study found out that the complex of meteorological conditions and fertilization was most significant for wheat productivity. The agronomic effect of the wide range of norms and ratios between the main macro elements lead to a distinct differentiation expressed in similarities and differences between them on the basis of variety Enola productivity. The independent phosphorus fertilization had highest effect on yield at annual application with norm 18 kg P₂O₅/da. The increasing of the independent potassium fertilization norm above 6 K₂O/da strongly decreased wheat productivity. The positive role of combined phosphorus and potassium fertilization in the absence of nitrogen was well expressed in years with precipitation less than 250 mm during the vegetation period. The increasing nitrogen norms used independently and in combination with increasing phosphorus and potassium norms at various ratios lead to increase of productivity and grain yield per 1 kg nitrogen. The nitrogen and potassium fertilization, regardless of the norms and ratios, had the lowest effect most evident at the nitrogen norms 6 and 12 kg/da. Nitrogen-phosphorus fertilization had the highest effect on productivity, the norm and ratio between the two elements being decisive. Averaged for the period, the ratio N:P = 1:3 provided maximum effect of long-term nitrogen fertilization with 6 kg N/da. For the norm 12 kg N/da this effect was achieved at ratio N:P = 2:1. The annual use of high nitrogen norms (18 kg/da) was efficient only by involving potassium at ratio between the macro elements N:P:K = 3:1:1. The effect of 1 kg nitrogen was strongly affected by the meteorological conditions during the investigated years, as well as by the ratio between the macro elements used in fertilization. The effect per unit independently applied nitrogen on grain yield decreased with the increasing of the norm. The combination of nitrogen (norms 6 and 12 kg N/da) with phosphorus, and with potassium at the high nitrogen norms (18 kg N/da) lead to increase of productivity per 1 kg nitrogen with 32.7 %, 22.7 % and 20.0 %, respectively in comparison to independent nitrogen use.

Key words: Wheat – Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization – ratio of macro elements – effect per 1 kg nitrogen on yield

УВОД

Специфичните условия на Североизточна България, характеризиращи се с преобладаване на сравнително богати черноземни почви и засушлив климат обуславят необходимостта от системно и подробно проучване на минералното торене на пшеницата (Петрова, 1984). Задълбочени изследвания са проведени и върху параметрите на високо продуктивен посев при неполивни условия (Касимов, 1989)

Минералното торене наред с други елементи от агротехниката влияе върху толерантността на земеделските култури при засушаване, като при това определящи са не само торовите норми, но и съотношенията на хранителните елементи в тях.

Много често високите торови норми или неподходящите съотношения между макроелементите водят до получаването на отрицателни резултати от торенето (Нанкова, 2006)

Настоящото изследване има за задача да покаже ефекта от продължителното внасяне на азот, фосфор и калий в различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата - сорт Енола, както и ефекта от 1 kg азот върху добива при различни метеорологични условия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е заложен през 1967 г. (Мария Петрова) в опитното поле на Добруджански земеделски институт (Luvic Faecozem) по метода решетков квадрат при пълно разгръщане на схемата (4 x 4 x 3 = 48) в четири повторения с големина на опитната парцела 63 m², а на реколтната - 20 m². Изпитват се 4 азотни и фосфорни норми - 0, 6, 12 и 18 kg/da и три калиеви - 0, 6 и 12 kg/da. В опита е включен и допълнителен вариант - N₁₈P₁₈K₁₈, с което броят изпитваните варианти на самостоятелно и комбинирано минерално торене е 49.

През годините на извеждането му са участвали сортовете Безостая 1 (1967-1970), Аврора (1971-1973), Садово 1 (1974-1980), Враца (1981-1982) и Плиска (1983-2000). От 2001 г. опитът се извежда със сорт "Енола". Сортът е създаден по метода на между сортовата хибридизация и представлява белокласа осилеста пшеница с червено зърно (Костов, 2004).

Периодът на изследване обхваща 7 години, различаващи се драстично по своите метеорологичните условия. Количеството на есенно-зимните запаси от влага варира в твърде широк диапазон през изследвания период (табл. 1). Същият е с най-високи стойности през реколтната 2005 г с превишение над средно многогодишната им сума (1953-2000) с 32,6%. Реколтните 2003 и 2004 г също се характеризират с по-високи стойности на есенно-зимните валежи в сравнение с многогодишните данни. При тях превищението е съответно с 30,6 и 21,3%, а формирания есенно-зимен запас от влага през 2001/2002 г е приблизително равен на средно многогодишните данни.

Таблица 1. Есенно-зимни валежи, mm

Година	Месец	X	XI	XII	I	II	III	Сума
1952-2000		37,3	51,1	40,5	31,2	34,0	32,8	226,9
2001		5,7	22,0	1,5	14,8	42,3	47,8	134,1
2002		0,5	39,3	41,3	43,0	10,4	103,4	237,9
2003		130,4	28,5	38,6	25,6	48,5	23,5	295,1
2004		95,4	30,9	43,2	62,9	18,5	24,4	275,3
2005		13,8	17,0	67,0	85,2	82,4	35,5	300,9
2006		24,7	55,8	46,1	19,4	29,8	68,4	244,2
2007		7,3	33,9	11,3	34,7	11,7	21,3	120,2

През изследвания период две от годините (рек. 2001 и 2007) се характеризират с есенно-зимно влагозапасяване по-ниско от 47-годишния период. От тях по-голямо засушаване е установено през рек. 2007.

Годините от изследвания период се различават съществено и по количеството и разпределението на вегетационните валежи (табл. 2). Единствено рек. 2004 и 2005 г. се характеризират с количества, не само надхвърлящи средните от многогодишния период, но и сравнително благоприятно разпределени. Останалите години се отличават с количества на пролетно-летните валежи под средните многогодишни. С особено драстични засушавания се отличават рек. 2001 и 2007 г., през които зимните житни са получили съответно 41,2 и 31,8 % от средно многогодишните за периода на пролетно-лятна вегетация.

**Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене
с различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата.**
I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене.

Таблица 2. Вегетационни валежи

Година \ Месец	IV	V	VI	VII	Сума
1953-2000	44,6	49,5	66,8	50,3	211,2
2001	18,4	28,9	35,0	4,8	87,1
2002	36,2	9,1	25,8	116,5	187,6
2003	17,9	18,3	29,0	48,2	113,4
2004	2,2	93,7	71,2	84,6	251,7
2005	21,6	51,3	48,0	98,8	219,7
2006	35,5	94,4	29,8	63,2	222,9
2007	30,6	20,2	16,3		67,1

За целия вегетационен период на пшеницата с по-висока сума на валежите от средно многогодишния период се отличават рек. 2004 и 2005 г. (фиг.1). С много ниска сума на валежите са рек. 2001 и 2007, както през есенно-зимния, така и през пролетнолетния период на вегетация. Цялостния комплекс на метеорологичната характеристика ги определя като изключително неблагоприятни за изява продуктивните възможности на пшеницата.



Фиг. 1. Сума на валежите през вегетационния период на пшеницата по години

За дългогодишния период на метеорологична статистика само две години се открояват с подобни драстични условия на засушаване - рек. 1968 (261,0 mm) и рек. 1974 (273,2 mm). При същите обаче сумата от вегетационните валежи е по-висока от тази на рек. 2001 и 2007 г.

РЕЗУЛТАТИ

Добивът зърно в крайната фаза варира в широки граници в зависимост от торовата норма (фактор А) и годините на изследване (фактор В). Самостоятелното влияние на факторите е изразено с максимална степен на достоверност (табл. 3). Влиянието на метеорологичните условия през изследваните години е по-силно изразено от това на фактора торене. Взаимодействието между двета фактора също е статистически достоверно.

Участието на разгърната схема от комбинации и норми между трите основни макроелемента и продължителното им ежегодно внасяне дава възможност,

използвайки продуктивните възможности на сорт Енола, за установяване приликите и разликите между отделните торови варианти (Табл. 4). На базата на статистическия анализ на сумата от квадратите 49-те торови варианта са разпределени в 14 групи в зависимост от размера на получените средни добиви за периода 2001-2007 г. Установени са такива норми и съотношения между азота, фосфора и калия, при които формирани добиви отделят съответно даден торов вариант самостоятелно в отделна група. При голям брой торови варианти е установено сходно влияние на различните норми и съотношения върху продуктивността на сорта, поради което същите попадат в еднакви групи. Най-съществено различие е установено при 9 вар. $N_0P_0K_{12}$ (1-ва група) и 43 вар. $N_{18}P_6K_6$ (14-та група). Присъствието на 4 нива на азотно и фосфорно торене и две нива на калиево изисква изследване влиянието на отделните торови съотношения при всяко едно от 4-те азотни нива.

Таблица 3. Анализ на вариансите на добива зърно

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected model	53977234,99 ^a	342	157828,172	66,758	0.000
Intercept	214517010,8	1	214517010,8	90736,5	0.000
Fertilization (A)	16863334,202	48	351319,463	148,601	0.000
Years (B)	30421679,443	6	5070279,907	2144,63	0.000
A x B	6692221,345	288	23236,88	9,829	0.000
Error	2432735,496	1029	2364,174		
Total	270926981,3	1372			
Corrected Total	56409970,487	1371			

a -R.Squared = ,957 (Adjusted R Squared = ,943)

Таблица 4. Статистическо групиране на торовите варианти за изследвания период (Dunn's procedure)

№ вар	Вид на варианта	Добив, kg/da	Стат. групи №	№ вар	Вид на варианта	Добив, kg/da	Стат. групи №
9	$N_0P_0K_{12}$	177.62	1	3	$N_{12}P_0K_0$	458.80	10-11
1	$N_0P_0K_0$	192.64	1 - 2	22	$N_{18}P_{18}K_0$	460.36	10-11
8	$N_0P_0K_6$	195.77	1 - 2 - 3	4	$N_{18}P_0K_0$	467.17	11-12
6	$N_0P_{12}K_0$	202.94	1 - 2 - 3	18	$N_{12}P_0K_6$	467.24	11-12
29	$N_0P_{18}K_6$	206.75	2 - 3 - 4	24	$N_{18}P_0K_{12}$	469.89	11-12-13
5	$N_0P_6K_0$	210.97	2 - 3 - 4 - 5	47	$N_{18}P_{18}K_6$	472.99	11-12-13-14
28	$N_0P_{12}K_{12}$	211.71	2 - 3 - 4 - 5	21	$N_{18}P_{12}K_0$	475.17	11-12-13-14
26	$N_0P_6K_{12}$	217.66	2 - 3 - 4 - 5	38	$N_{12}P_6K_{12}$	475.05	11-12-13-14
27	$N_0P_{12}K_6$	220.29	2 - 3 - 4 - 5	20	$N_{18}P_6K_0$	477.43	11-12-13-14
30	$N_0P_{18}K_{12}$	223.52	3 - 4 - 5	45	$N_{18}P_{12}K_6$	478.19	11-12-13-14
25	$N_0P_6K_6$	232.84	4 - 5	23	$N_{18}P_0K_6$	481.00	11-12-13-14
7	$N_0P_{18}K_0$	238.35	5	39	$N_{12}P_{12}K_6$	485.34	11-12-13-14
14	$N_6P_0K_{12}$	377.65	6	48	$N_{18}P_{18}K_{12}$	485.89	11-12-13-14
13	$N_6P_0K_6$	380.81	6 - 7	44	$N_{18}P_6K_{12}$	487.75	11-12-13-14
2	$N_6P_0K_0$	381.13	6 - 7	42	$N_{12}P_{18}K_{12}$	488.24	11-12-13-14
32	$N_6P_6K_{12}$	398.28	6 - 7 - 8	17	$N_{12}P_{18}K_0$	488.55	11-12-13-14
33	$N_6P_{12}K_6$	401.32	6 - 7 - 8	37	$N_{12}P_6K_6$	489.13	11-12-13-14
34	$N_6P_{12}K_{12}$	404.14	6 - 7 - 8	16	$N_{12}P_{12}K_0$	492.42	12-13-14
36	$N_6P_{18}K_{12}$	409.59	7 - 8 - 9	41	$N_{12}P_{18}K_6$	493.95	12-13-14
11	$N_6P_{12}K_0$	410.40	8 - 9	46	$N_{18}P_{18}K_{12}$	494.14	12-13-14
10	$N_6P_6K_0$	413.05	8 - 9	40	$N_{12}P_{12}K_{12}$	494.72	12-13-14
31	$N_6P_6K_6$	415.47	8 - 9	15	$N_{12}P_6K_0$	494.97	12-13-14
35	$N_6P_{18}K_6$	416.26	8 - 9	49	$N_{18}P_{18}K_{18}$	500.03	13-14
19	$N_{12}P_0K_{12}$	418.25	8 - 9	43	$N_{18}P_6K_6$	504.67	14
12	$N_6P_{18}K_0$	435.89	9 - 10				

**Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене
с различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата.
I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене.**

Средно за периода при торовите варианти без участие на азота получените резултати за продуктивността се разпределят статистически в 5 групи (табл. 5).

Таблица 5. Статистическо групиране на добива от различните торови комбинации между азота, фосфора и калия в зависимост от нормата на азотно торене средно 2001-2007 г. (Dunn's procedure)

Торови варианти	Групи				
	a	b	c	d	e
<u>При норма 0 kg/da (N=28)</u>					
N ₀ P ₀ K ₁₂	177.63				
N ₀ P ₀ K ₀	192.64	192.64			
N ₀ P ₀ K ₆	195.77	195.77			
N ₀ P ₁₂ K ₀		202.94	202.94		
N ₀ P ₁₈ K ₆		206.75	206.75		
N ₀ P ₆ K ₀		210.97	210.97		
N ₀ P ₁₂ K ₁₂		211.71	211.71	211.71	
N ₀ P ₆ K ₁₂			217.66	217.66	211.66
N ₀ P ₁₂ K ₆			220.29	220.29	220.29
N ₀ P ₁₈ K ₁₂			223.52	223.52	223.52
N ₀ P ₆ K ₆				232.84	232.84
N ₀ P ₁₈ K ₀					238.35
<u>При норма 6 kg/da (N=28)</u>					
N ₆ P ₀ K ₁₂	377.65				
N ₆ P ₀ K ₆	380.81				
N ₆ P ₀ K ₀	381.13				
N ₆ P ₆ K ₁₂	398.30	398.30			
N ₆ P ₁₂ K ₆	401.32	401.32			
N ₆ P ₁₂ K ₁₂	404.14	404.14			
N ₆ P ₁₈ K ₁₂		409.59	409.59		
N ₆ P ₁₂ K ₀		410.40	410.40		
N ₆ P ₆ K ₀		413.05	413.05		
N ₆ P ₆ K ₆		415.47	415.47		
N ₆ P ₁₈ K ₆		416.26	416.26		
N ₆ P ₁₈ K ₀			435.89		
<u>При норма 12 kg/da (N=28)</u>					
N ₁₂ P ₀ K ₁₂	418.25				
N ₁₂ P ₀ K ₀		458.80			
N ₁₂ P ₀ K ₆		467.24	467.24		
N ₁₂ P ₆ K ₁₂		475.05	475.05		
N ₁₂ P ₁₂ K ₆		485.34	485.34		
N ₁₂ P ₁₈ K ₁₂		488.24	488.24		
N ₁₂ P ₁₈ K ₀		488.55	488.55		
N ₁₂ P ₆ K ₆		489.13	489.13		
N ₁₂ P ₁₂ K ₀			492.42		
N ₁₂ P ₁₈ K ₆			493.95		
N ₁₂ P ₁₂ K ₁₂			494.72		
N ₁₂ P ₆ K ₀			494.97		
<u>При норма 18 kg/da (N=28)</u>					
N ₁₈ P ₁₈ K ₀	460.36				
N ₁₈ P ₀ K ₀	467.17	467.17			
N ₁₈ P ₀ K ₁₂	469.89	469.89	469.89		
N ₁₈ P ₁₈ K ₆	472.99	472.99	472.99		
N ₁₈ P ₁₂ K ₀	474.17	474.17	474.17		
N ₁₈ P ₆ K ₀	477.43	477.43	477.43		
N ₁₈ P ₁₂ K ₆	478.19	478.19	478.19		
N ₁₈ P ₀ K ₆	481.00	481.00	481.00		
N ₁₈ P ₁₈ K ₁₂	485.89	485.89	485.89		
N ₁₈ P ₆ K ₁₂	487.75	487.75	487.75		
N ₁₈ P ₁₂ K ₁₂	494.14	494.14	494.14		
N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈		500.02	500.02		
N ₁₈ P ₆ K ₆			504.67		

Независимо от тази диференциация в стойностите голяма част от вариантите показват сходство помежду си. По-съществени са различията между контролния вариант и самостоятелното калиево торене с вариантите на комбинирано фосфорно-калиево торене, независимо от внесената норма. Най-ясно е изразена разликата между самостоятелното калиево и самостоятелното фосфорно торене, съответно от норми 12 и 18 kg/da.

Диференциацията в продуктивността на сорта при включване на азота и при трите торови норми е по-слабо изразена. Независимо от този факт, резултатите показват, че при торовите комбинации, в които азотът участва от норма 18 kg/da средната продуктивност на сорта е по-слабо се влияе от нормата и съотношението с фосфора и калия в сравнение с нормите на азота 6 и 12 kg/da.

Различията между отделните години на изследване са много добре проявени (Табл. 6). Комплексното действие на метеорологичните фактори върху продуктивността на сорта отделят единствено реколтните 2004 г. и 2006 г. е една и съща група, най-силно открояваща се спрямо останалите години. Всяка една от последните попада самостоятелно в отделна група, което потвърждава голямото различие между тях в това отношение.

Таблица 6. Сравняване средната продуктивност (kg/d) на сорта в зависимост от годината на изследване (using the Dunn's procedure, N=196)

Години на изследване	Групи					
	a	b	c	d	e	f
2003	99.48					
2007		309.55				
2001			360.58			
2005				392.18		
2002					521.88	
2006						541.43
2004						542.82

Резултатите от анализа за установяване различията между торовите варианти върху ефекта на 1-ца азот в зависимост от азотната норма показват, че средно за периода най-голяма диференциация е установена при внасяне на 6 kg N/da. (табл. 7). Торовите варианти се разпределят 4 групи, като най-големи различия в ефекта на 1-ца азот са установени при вариантите $N_6P_0K_{12}$ и $N_6P_{18}K_0$, които попадат самостоятелно съответно в групи А и D. Най-несъществени различия в агрономическия ефект на 1-ца азот от норма 6 kg/da са установени при вариантите $N_6P_{12}K_{12}$, $N_6P_{18}K_{12}$ и $N_6P_{12}K_0$, чийто стойности попадат в 4-те групи.

Двукратното увеличаване на азотната норма стеснява диференциацията между торовите варианти по този показател до 2 групи. Ефекта на 1 kg азот върху добива е по-слабо изразен при торене с $N_{12}P_0K_{12}$ (А). Всички останали варианти на торене попадат в група В, като установените различия между тях са несъществени.

Увеличаване на азотното торене до 18 kg/da запазва диференциацията между торовите варианти също в 2 групи. Различията в ефекта на 1-ца азот от тази норма върху продуктивността на сорта са най-ясно изразени при торене с $N_{18}P_{18}K_0$ (А) и $N_{18}P_6K_6$ (В). При всички останали торови варианти диференциацията в стойностите за ефекта от 1 kg азот от тази норма е слабо изразена и същите се определят и в двете групи, за разлика от ефекта на 1-ца азот при норма 12 kg/da.

Метеорологичните условия през изследвания период оказват много силно влияние върху агрономическия ефект на 1-ца азот в зависимост от внесената норма (Табл. 8). Агрономическият ефект на 1-ца азот от норма 6 kg/da разпределя изследваните години в 5 групи. С най-голямо различие една от друга се отличават реколтните 2003 (А) и 2004 и 2006, които попадат заедно в група D. Останалите години от изследването се разпределят по двойки също в самостоятелни групи

**Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене
с различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата.
I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене.**

Таблица 7. Различия между торовите варианти по отношение ефекта от 1 kg азот, внесен от норми N₆, N₁₂ и N₁₈ върху прибавката в добива зърно - kg (Duncan, N = 28)

№	Вид	Групиране на вариантите с норма N ₆				Групиране на вариантите с норма N ₁₂				Групиране на вариантите с норма N ₁₈			
		a	b	c	d	№	Вид	a	b	№	Вид	a	b
14	N ₆ P ₀ K ₁₂	30.8				19	N ₁₂ P ₀ K ₁₂	18.8		22	N ₁₈ P ₀ K ₀	14.8	
13	N ₆ P ₀ K ₆	31.3	31.3			3	N ₁₂ P ₀ K ₆			4	N ₁₈ P ₀ K ₀	15.2	15.2
2	N ₆ P ₀ K ₀	31.4	31.4			18	N ₁₂ P ₀ K ₆			24	N ₁₈ P ₀ K ₁₂	15.4	15.4
32	N ₆ P ₆ K ₁₂	34.3	34.3			38	N ₁₂ P ₆ K ₁₂			47	N ₁₈ P ₁₈ K ₆	15.5	15.5
33	N ₆ P ₁₂ K ₆	34.8	34.8			39	N ₁₂ P ₁₂ K ₆			24.4	N ₁₈ P ₁₂ K ₀	15.6	15.6
34	N ₆ P ₁₂ K ₁₂	35.2	35.2			42	N ₁₂ P ₁₈ K ₁₂			20	N ₁₈ P ₆ K ₀	15.8	15.8
36	N ₆ P ₁₈ K ₁₂	36.1	36.1			17	N ₁₂ P ₁₈ K ₀			45	N ₁₈ P ₁₂ K ₆	15.9	15.9
11	N ₆ P ₁₂ K ₀	36.3	36.3			37	N ₁₂ P ₆ K ₆			24.7	N ₁₈ P ₀ K ₆	16.0	16.0
10	N ₆ P ₆ K ₀	36.7	36.7			16	N ₁₂ P ₁₂ K ₀			25.0	N ₁₈ P ₁₈ K ₁₂	16.3	16.3
31	N ₆ P ₆ K ₆					41	N ₁₂ P ₁₈ K ₆			44	N ₁₈ P ₆ K ₁₂	16.4	16.4
35	N ₆ P ₁₈ K ₆					40	N ₁₂ P ₁₂ K ₁₂			46	N ₁₈ P ₁₂ K ₁₂	16.7	16.7
12	N ₆ P ₁₈ K ₀					40.5	N ₁₂ P ₆ K ₀			25.2	N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈	17.1	17.1
						15				43	N ₁₈ P ₆ K ₆	17.3	

Полученият добив от 1-ца азот от норма 12 kg/da в най-голяма степен диференцира метеорологичните условия на изследваните години по групи. Реколтните 2004 и 2006 г. са със сходен и най-силно проявен ефект на 1-ца азот. Останалите години също ясно се различават помежду си.

При азотно торене с 18 kg/da получените резултати за ефекта на 1-ца азот върху продуктивността на сорт Енола водят до по-слабо изразена диференциация в сравнение с нормата N₁₂. Наблюдават се обаче интересни сходства и различия. Ефекта от 1-ца азот при най-високата торова норма поставя годините 2005, 2001 и 2007 в една група (В), непосредствено след изключително неблагоприятната 2003 г. Всички останали години съществено се различават помежду си, включително и 2004 и 2006, които при предходните норми на азота се определяха със сходство в ефекта на 1-ца азот върху продуктивността.

Таблица 8. Влияние на годините на изследване върху ефекта от 1-ца азот в зависимост от торовата норма (Duncan, N=48 -52)

Години	Групи					
	a	b	c	d	e	f
<u>При норма 6 kg/da (N=48)</u>						
2003	6.11					
2007		27.57				
2005			28.28			
2002				38.62		
2001					40.06	
2004						51.00
2006						54.46
<u>При норма 12 kg/da (N=48)</u>						
2003	6.09					
2005		15.70				
2007			18.23			
2001				20.35		
2002					23.35	
2004						41.42
2006						41.82
<u>При норма 18 kg/da (N=52)</u>						
2003	4.71					
2005		10.79				
2001			11.11			
2007			11.40			
2002				15.24		
2006					28.44	
2004						30.44

ОБСЪЖДАНЕ

Продуктивността е основният критерий за ефекта от отделните агротехнически елементи, главен от които е минералното торене. Продължителните и целенасочени изследвания в Добруджански земеделски институт Г.Тошево при условията на слабо излужен чернозем показват, че между хранителните елементи азотът е основният, определящ добива фактор, независимо от комбинацията му с други агротехнически фактори. Като втори, лимитиращ добива фактор от хранителните елементи е фосфорът (Господинов, 1981, Петрова, 1984) Ефектът върху добива в резултат от продължителното ежегодно внасяне на голяма комбинация от торови норми и съотношения между основните макроелементи се простира в много широк диапазон.

**Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене
с различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата.
I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене.**

Средната прибавка за изследвания период в опита над добива зърно от не торената контрола е 176,6 kg/dka. Същата варира от отрицателно влияние на самостоятелното калиево торене с 12 kg/dka (-12,6 kg/dka) до увеличение с 272,3 kg/dka при ежегодно торене с $N_{18}P_6K_6$.

Отчетливо се откроява неблагоприятното влияние на продължителното системно самостоятелното калиево торене с 12 kg/da върху продуктивността на пшеницата. Освен този и вариантите на торене: $N_0P_{18}K_0$, $N_6P_0K_{12}$ и $N_{18}P_6K_6$ са обособени в самостоятелни с нарастваща степен на различимост в сравнение с всички останали торови варианти в опита. Безспорно не включването на азота в торовата комбинация не води до съществено увеличаване на продуктивността. Самостоятелното ежегодно фосфорно торене от норма 18 kg/da обаче, продължава доказано да влияе положително върху размера на добива. Фосфорно-калиевото торене от норми 6 и 12 kg/da е с добре изразено сходство по отношение размера на добива.

Самостоятелното азотно и азотно-калиево торене по-слабо влияе върху продуктивността на пшеницата в сравнение с всички останали в групата торови варианти с норма на азота 6 kg/da. Много добре е изразена положителната роля на фосфорното торене при включването му към азотно-калиевите комбинации или само като азотно-фосфорно торене. При последната съотношението в полза на фосфора ($N:P:K= 1:3:0$) повишава продуктивността и дори носи белези на сходство с продължителното самостоятелно азотно торене с 12 kg/da и ежегодното азотно-фосфорно торене с 18 kg/da.

Средно за периода по-слабо е изразена диференциацията в продуктивността на сорта при азотно торене с норми 12 и 18 kg/da в съчетание с нормите на фосфора и калия. Така от самостоятелното азотно торене с 12 kg/da до всички комбинации при азотната норма 18 kg/da продуктивността на сорт Енола варира от 458,8 kg/da до 504,7 kg/da при ежегодно торене с $N_{18}P_6K_6$. Размерът на азотната норма при азотно-фосфорните комбинации е определящ за ефекта върху добива. Размерът на фосфорната норма силно влияе върху агрономическия ефекта на ниските азотни норми. Слабо излужения чернозем в опитния участък, много добре запасен с усвоим за растенията фосфор ($N_6P_{18}K_0$), осигурява прибавка в добива над самостоятелното азотно торене с 6 kg/da от 14,4%. Продължителното ежегодно торене с 12 и 18 kg/da азот трябва бъде в съчетание с 6 kg/da фосфор. По-високите фосфорни норми не водят до повишаване на добива и са неизгодни във всяко отношение. Азотно-фосфорното торене в съотношение $N:P:K=2:1:0$ и $N:P:K=3:1:0$ води до прибавка в добива, получават 7,8 и 2,1% съответно над самостоятелното азотно торене с 12 и 18 kg/da. Включването на калий към азотно-фосфорното торене е агрономически най-ефективно единствено при варианта $N_{18}P_6K_6$, където осигурява прибавка от 5,9% до 9,8% над азотно-фосфорното торене с нарастващи фосфорни норми в комбинация с 18 kg N/da.

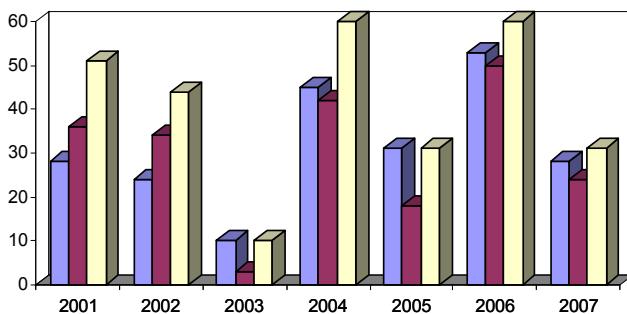
Метеорологичните условия оказват много силно влияние върху ефекта на минералното торене, респективно и върху продуктивността. В резултат на това средните добиви на сорта в опита варират от 110,3 kg/da (2003 г.) до 590,8 kg/dka (2004 г.). Както беше отбелязано метеорологичните условия на годината са основният лимитиращ добива фактор. Годините с приблизително балансирано съотношение между есенно-зимните и пролетно-летните валежи при обща сума на валежите за вегетационния период около и над 500 mm се отличават с висока продуктивност. При естественото ниво на плодородие на опитния участък добива от сорт Енола варира от 53 kg/da (2003) до 313 kg/da (2002). Фосфорно-калиевото торене в различни норми и съотношения влияе различно върху средната продуктивност от тези варианти и размера на прибавката. Основна причина за този факт са именно изтъкнатите различия между изследваните години. Например, средно за вариантите на РК торене с най-висока прибавка над $N_0P_0K_0$ е 2001 г. - 70,7 kg/da. Единствено през 2003 и 2005 г. при тези варианти прибавката има отрицателни стойности, съответно -11,0 и -20,0

kg/da.

С висока динамика се променя продуктивността на сорта при включването на азота. С най-висока прибавка в добива над контролния вариант при торовите комбинации на нормата 6 kg N/da се характеризира 2006 г (+327.5 kg/da), а най-ниската е през 2003 г (+ 34,5 kg/da). При самостоятелното внасяне на тази азотна норма средно за периода ефекта от 1 kg азот върху добива е 31 kg зърно.

По години на изследване същият обаче варира от 10 kg зърно (2003) до 53 kg зърно (2006). Средно за всички торови варианти това вариране по години е съответно от 6,1 до 54,5 kg зърно за посочените години. Варирането в минималните и максимални стойности на този ефект в комбинация с РК също бележи значително вариране (фиг. 2). Същото е от 3 kg през 2003 г. ($N_6P_6K_0$) до 60 kg през 2004 г. ($N_6P_{18}K_0$, $N_6P_{18}K_6$) и 2006 г. ($N_6P_6K_0$).

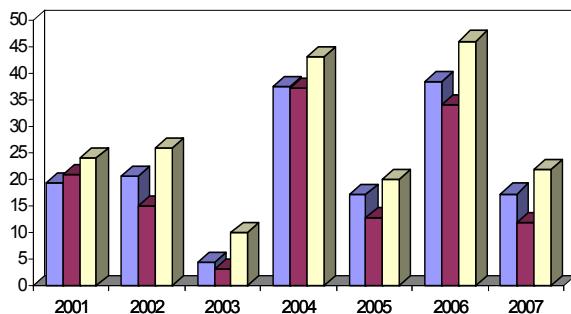
■ Самостоятелно ■ Мин. □ Макс.



Фиг. 2. Продуктивност (kg зърно) на 1 kg N от норма 6 kg N/da при самостоятелно внасяне и минимален и максимален ефект на същия при комбиниране с фосфор и калий по години на изследване

Увеличаване нормата на азотното торене до 12 kg/da още повече засилва ролята на метеорологичния фактор и задълбочава различията между годините (Фиг. 3).

■ Самостоятелно ■ Мин. □ Макс.

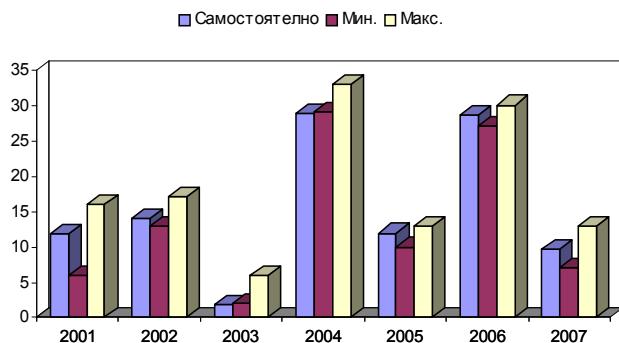


Фиг. 3. Продуктивност (kg зърно) на 1 kg N от норма 12 kg N/da при самостоятелно внасяне и минимален и максимален ефект на същия при комбиниране с фосфор и калий по години на изследване

Получените добиви от 1 kg азот обаче, естествено са по-ниски. При самостоятелното внасяне на тази азотна норма те варират от 5 kg зърно (2003) до 38 kg зърно (2006). При комбинациите с фосфор и калий варирането при минималната прибавка в този добив е от 3 kg (2003) до 34 kg (2006), а при максималната - съответно от 10 kg (2003) до 46 kg (2006).

**Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене
с различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата.
I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене.**

Комбинирането на различните торови норми на фосфора и калия с азотната норма 18 kg/da водят до получаването на най-нисък ефект от 1 kg азот (фиг.4). Същото важи и за самостоятелното внасяне на тази азотна норма, който варира от 2 до 29 kg зърно отново съответно за 2003 и 2006 г. По-съществени различия между минималните и максимални вариации в добива от 1 kg азот на фон на PK торене са установени през 2001 и 2007 г. През останалите години тези различия са само 3-4 kg зърно.



Фиг. 4. Продуктивност (kg зърно) на 1 kg N от норма 18 kg N/da при самостоятелно внасяне и минимален и максимален ефект на същия при комбиниране с фосфор и калий по години на изследване

ИЗВОДИ

Проведеното изследване очертаava като най-значими за продуктивността на пшеницата комплексът от метеорологични условия и торенето. Агрономическият ефект от широката гама норми и съотношения между основните макроелементи води до силно изразена диференциация, изразяваща се в сходство и различие помежду им на базата на продуктивността на сорт Енола.

Самостоятелното фосфорно торене е с най-висок ефект върху добива при ежегодно внасяне от норма 18 kg P₂O₅/da. Увеличаване нормата на самостоятелното калиево торене над 6 K₂O/da силно намалява продуктивността на пшеницата. Положителната роля на комбинираното фосфорно-калиево торене в отсъствие на азот е добре изразена в години с валежи за вегетационния период под 250 mm.

Нарастващите азотни норми самостоятелно и при комбиниране с нарастващи фосфорни и калиеви норми в различни съотношения води до повишаване на продуктивността и добива зърно от 1 kg азот.

Азотно-калиевото торене, независимо от нормите и съотношенията е с нисък ефект, проявяващ се особено силно при азотните норми от 6 и 12 kg/da. Най-силно изразен ефект върху продуктивността има азотно-фосфорното торене, като нормата и съотношението между двета елемента е от решаващо значение. Средно за периода съотношението N:P=1:3 гарантира максимален ефект от продължителното азотно торене с 6 kg N/da. За нормата 12 kgN/da този ефект е постигнат при съотношение N:P=2:1. Ежегодното използване на високи азотни норми (18 kg/da) е ефективно само при включването на калий при съотношение между макроелементите N:P:K=3:1:1.

Ефектът на 1 kg азот силно се влияе от метеорологичните условия на изследваните години, а също и от съотношението между макроелементите при торенето. Ефектът на 1-ца самостоятелно внесен азот върху добива зърно намалява с нарастване на нормата. Съчетаването на азота (норми 6 и 12 kgN/da) с фосфор, а при високите азотни норми (18 kg N/da) и с калий води до увеличаване производителността на 1 kg азот съответно с 32,7% , 22,7% и 20,0%, спрямо самостоятелното внасяне азота.

ЛИТЕРАТУРА

- Господинов, М., 1981.** Влияние на нормите на торене върху пшеницата при различна запасеност на слабоизлужение чернозем с хранителни вещества. Автореферат за научна степен "Кандидат на селскостопанските науки".
- Касимов, И. 1989.** Формиране и параметри на високопродуктивен посев от зимна мека пшеница в Добруджа. Автореферат за научна степен "Доктор на селскостопанските науки".
- Костов, К., 2004.** Сертификат за нов сорт растения № 10595/30.11.2004 г., с. 2.
- Нанкова, М., Е. Пенчев, 2006.** Влияние на продължителното минерално торене върху процеса на формиране на продуктивността и физичните качества на сорт Енола (*Triticum aestivum L.*). Изследвания върху полски култури, Том III-1, 125-135.
- Петрова, М., 1984.** Оптимизиране торенето на пшеницата, отглеждана върху излужен чернозем. София

**Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене
с различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата.
I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене.**
