

**ЕФЕКТ НА МИНЕРАЛНОТО ТОРЕНЕ С АЗОТ, ФОСФОР И  
КАЛИЙ ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА НА ПШЕНИЦАТА ПРИ  
ПРОДЪЛЖИТЕЛНО НАТРУПВАНЕ НА ХРАНИТЕЛНИ ВЕЩЕСТВА  
В СЛАБО ИЗЛУЖЕН ЧЕРНОЗЕМ (*HAPLIC CHERNOZEMS*)**

**Маргарита Нанкова\*, Мария Петрова, Митко Господинов, Христофор Кирчев\*\***

\*Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

\*\* Аграрен университет - Пловдив

**Резюме**

*Нанкова, М., М, Петрова, М, Господинов, Х, Кирчев, 2012. Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (Haplic Chernozems). FCS 8(1):143-160*

В стационарен полски опит (*Haplic Chernozems*) в **двуполно редуване на пшеница и царевица**, заложен през 1967 г. е изследвано влиянието на продължителното минерално торене с различни норми и съотношения между азота, фосфора и калия върху продуктивността на пшеницата. В опита се изпитват 4 азотни и фосфорни норми - 0, 60, 120 и 180 kg/ha и три калиеви - 0, 60 и 120 kg/ha. Изследването обхваща периода 1967-2007 г.

Минералното торене, проучено чрез 49 комбинации на норми и съотношения азота, фосфора и калия, влияе с различна сила върху продуктивността на пшеницата през 40-годишния период на изследване. Независимо от високата степен на достоверност на влиянието му, метеорологичният фактор има решаващо влияние върху размера на добива от пшеницата.

Средната продуктивност от 12-те РК комбинации в съчетание с нарастващите норми на азота е съответно 2232 kg/ha, **4299 kg/ha**, **4922 kg/ha** и **4743 kg/ha**. Съответното увеличение спрямо комбинациите без участие на азота е с 93,4%, 121,4% и 112,3%. **Самостоятелното азотно торене също прогресивно увеличава продуктивността спрямо  $N_0P_0K_0$  съответно с 83,0%, 110,1% и 116,0%.**

Най-висок среден добив във вариантите без азотно торене е получен при системно торене с  $N_{60}P_{180}K_0$ , който превишава контролния вариант (2092 kg/ha) със 7,3%, а превишението над средния за групата е с 6,9%. Варирането на добивите през годините на изследване е от 425 kg/ha (2003) до **3688 kg/ha (1968)**.

Най-високи и стабилни през годините добиви в комбинациите на  $N_{60}$  с РК са установени при варианта  $N_{60}P_{180}K_0$  – 4574 kg/ha, **където увеличението спрямо самостоятелното  $N_{60}P_0K_0$  е с 13,4%**, а спрямо средното за групата – с 5,4%. Амплитудата на вариране на добивите за 40 години е от 892,2 kg/ha (2003) до **7118,8 kg/ha (1997)**.

От гледна точка на продуктивността, комбинациите на нормата 120 kg N/ha с РК са с най-голямо стопанско значение, като особено внимание заслужават

Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (Haplic Chernozems)

съотношенията **N:P:K=1:1:1 (5164 kg/ha)** и **N:P:K=1:0,5:0 (5124 kg/ha)**. При тези варианти превишението на добива спрямо самостоятелното внасяне на тази норма е съответно с 17,5% и 16,6%. През годините добивите варират от 1256,5 kg/ha (2003) до 7015,9 kg/ha (2006).

Продължителното използване на най-високата азотна норма, независимо от съотношението ѝ с PK е неефективно. Средните добиви от тази азотна група отстъпват на получените от групата на  $N_{120}$  с 3,5%. С максимална средна продуктивност е системното внасяне на  $N_{180}P_{60}K_{60}$  – 4969 kg/ha. Амплитудата на вариране на добивите за 40 години е от 1374,0 kg/ha (2003) до 7441,9 kg/ha (1997).

Наблюдава се тенденция на намаляване съотношението N:P с увеличаване нормата на азота. При системното прилагане на високи азотни норми калиевото торене е агрономически оправдано в норма 60 kg  $K_2O$ /ha.

**Ключови думи:** пшеница, добиви, 40-годишно минерално торене с NPK

## Abstract

*Nankova M., M. Petrova, M. Gospodinov and H. Kirchev, 2012. Effect of mineral fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium on wheat productivity under long-term accumulation of nutrients in slightly leached chernozem soil (Haplic Chernozems). FCS 8(1):143-160*

In a stationary field trial (Haplic Chernozems), in two field crop rotation of wheat and maize initiated in 1967, the effect of long term mineral fertilization with various nitrogen, phosphorus and potassium norms and ratios on wheat productivity was investigated. The trial involved 4 nitrogen and phosphorus norms (0, 60, 120 and 180 kg/ha). The investigation encompassed the period 1967 – 2007.

Mineral fertilization was studied through 49 combinations of norms and ratios of nitrogen, phosphorus and potassium and had variable effect on wheat productivity during the 40-year period of study. Regardless of the high significance of its effect, the meteorological factor had a decisive influence on the size of wheat yield.

The mean productivity from the 12 phosphorus and potassium combinations added to increasing nitrogen norms was respectively 2232 kg/ha, 4299 kg/ha, 4922 kg/ha and 4743 kg/ha. The respective increase according to the combinations without nitrogen was with 93,4%, 121,4% and 112,3%. The independent nitrogen fertilization also progressively increased productivity according to the  $N_0P_0K_0$  variant with 83.0%, 110.1% and 116.0%, respectively.

Highest mean yield in the variants without nitrogen fertilization was obtained after systematic fertilization with  $N_0P_{180}K_0$ , exceeding the check variant (2092 kg/ha) with 7.3%, and the surplus to the yield averaged for the entire group was 6.9 %. Yield variation during the years of investigation was from 425 kg/ha (2003) to 3688 kg/ha (1968).

Highest and stable yields after applying  $N_{60}$  combinations with PK were found in the variant  $N_{60}P_{180}K_0$  – 4574 kg/ha, where the increase according to the independent fertilization with  $N_{60}P_0K_0$  was with 13.4%, and the increase according to the fertilization averaged for the group was with 5.4%. The amplitude of yield variation during the 40 years of investigation was from 892.2 kg/ha (2003) to 7118.8 kg/ha (1997).

From productivity point of view, the combinations of the norm of 120 kg N/ha with PK had highest economic significance, especially important being the ratios N:P:K=1:1:1 (5164 kg/ha) and N:P:K=1:0,5:0 (5124 kg/ha). In these variants the yield exceeded the yields obtained after independent application of this norm with 17.5 and 16.5 %, respectively. During the period of study yield variation was from 1256,5 kg/ha (2003) to 7015,9 kg/ha (2006).

The long-term application of the highest nitrogen norm was inefficient regardless of its ratio with PK. The mean yields from this nitrogen group conceded to the yields obtained after using  $N_{120}$  with 3.5 %. Maximum mean productivity was obtained after systematic

introduction of  $N_{180}P_{60}K_{60}$  – 4969 kg/ha. The amplitude of yield variation during the 40 years of investigation was from 1374.0 kg/ha (2003) to 7441.9 kg/ha (1997).

A tendency was observed toward lower N:P ratio with the increase of the nitrogen norm. After systematic application of high nitrogen norms potassium fertilization was justifiable at norm 60 kg  $K_2O$ /ha.

**Key words:** wheat, yields, 40 years mineral fertilization with NPK

## УВОД

Продължителните експерименти осигуряват възможност и са едно от важните средства за установяване устойчивото управление на системите в земеделието. При съвременното земеделско производство реализацията на потенциала на културите е свързан с оценката е управлението на редица фактори, един от най-мощните, от които е минералното торене. Вероятно най-старият и все още продължаващ експеримент с торене (Broadbalk Experiment) е заложен от John B. Lawes в Ротамстед през 1843 г. (Goulding et al., 2000). В архивите на Ротамстед е посочено, че добивът от контролния вариант от началото на експеримента е около  $1 \text{ t ha}^{-1}$ , а при пълно торене добивите през последните години при използването на ниско стъблени сортове превишава  $11 \text{ t ha}^{-1}$  (Rothamsted Research, 2006). Най-старият торев експеримент в САЩ (Morrow Plots) е заложен през 1876 в университета в Илинойс (Khan et al., 2007). Подобни продължителни торови опити се водят на всякъде по света, тъй като те играят съществена роля при анализиране стабилността на добивите при конкретни агрометеорологични условия и в съчетание с минерално торене се натрупва база данни за влиянието им върху почвените агрохимични и агрофизични характеристики; баланса на хранителните елементи; секвестрирането на въглерода; влиянието върху околната среда и други. Takahashi (2007) при продължителен торев експеримент, заложен през 1981 на Andosols, установява, че NP торене в продължение на 23 години допринася за получаване на най-висок добив от пшеницата. Същият автор изследва и влиянието на минералното торене върху настъпилите промени във фосфатния режим на андосолите.

У нас подобни експерименти също има, но с далеч по-малка продължителност (Станчев и др. 1964, 1965; Filipov, 1976; Koteva, 1992, 2010; Panayotova, 2005; Томов и др. 2007). На територията на Североизточна България влиянието на продължителното системно минерално торене върху продуктивността на пшеницата започва в началото на 2-рата половина на миналия век (Петрова, 1984; Господинов, 1981; Нанкова, Пенчев, 2006; Нанков, Нанкова, 2007).

Целта на настоящото проучване е характеризирани ефекта от продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (*Haplic Chernozems*) в резултат на системно 40 годишно минералното торене с азот, фосфор и калий в различни норми и съотношения върху продуктивността на пшеницата.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Добруджански земеделски институт е разположен в източната равнинна част на Добруджа. Почвената покривка е представена предимно от слабо излужени черноземи, формирани върху лъос. Същите се отличават със сравнително мощен хумусен хоризонт (60-80 cm), тежко пясъчливо-глинест и текстурно недиференциран профил. Съдържанието на физична глина е 45-60%, а на органично вещество до 3,0-3,5%.

Изследването е проведено в стационарен полски опит, заложен през 1967 г., с двуполно редуване на пшеница-царевица. Влиянието на системното минералното торене върху продуктивността на пшеницата включва изпитването на 4 торови норми за азота и фосфора (0,60, 120 and 180 kg/ha) и три – за калия (0,60 and 120

Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (*Haplic Chernozems*)

kg/ha). Опитът е заложен по метода на “латинския квадрат” при пълно разгръщане на схемата (4 x 4 x 3 = 48 варианта) в четири повторения. За минералното торене са използвани амониев нитрат, троен суперфосфат и калиев хлорид. Нормите на фосфорните и калиеви торове са внасяни след разчертаване на полето по варианти и повторения ръчно, преди основната обработка на почвата. Нормите на азотния тор също се внасят ръчно след разчертаване на полето, преди началото на трайната пролетна вегетация на пшеницата еднократно. През 40-годишния период на изследване (1967-2007) са отглеждани следните сортове *T. aestivum* L. – **Безостая1** (1968-1970); Аврора (1971-1973); Садово 1 (1974-1979); Враца (1980-1982); Плиска (1983-2000); Енола (2001-2007).

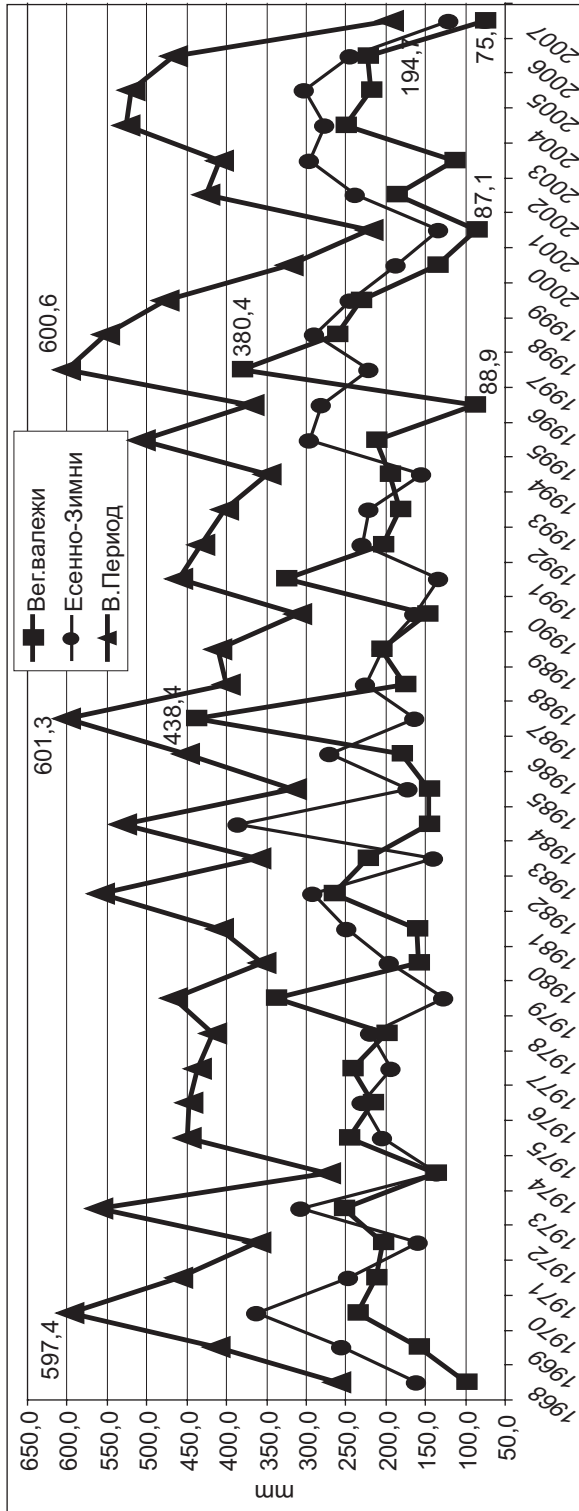
Обработката на почвата е в зависимост от културата. След жътвата на пшеницата и внасянето на минералните торове по варианти се извършва дълбока оран (28-30 cm). След прибиране на царевичката и внасянето на минералните торове по варианти се извършва 3-4 кратни дискувания на дълбочина 10-12 cm, след което се извършва сеитба на пшеницата. И при двете полета основната маса от следжътвените остатъци се изнася. Така по отношение на обработките и в двете полета се прилага алтернативно редуване на оран-дискуване.

Математическият анализ на получените резултати е извършен с помощта на Excel и програмен продукт SPSS 16.0 (2007). **Post-hoc анализите са изразени чрез Waller-Duncan тест (P < 0,05).**

Всяка една от годините през 40 годишния период на проучване по отношение на основните си метеорологични елементи се различава съществено от другите и от средното за периода (Фиг. 1). Есенно-зимните валежи имат средна стойност 222,8 mm, но половината от изследваните годините са под тази стойност. При тях варирането е от 120,2 mm (2007 г.) до 220,4 mm (1993 г.). Варирането при годините, превишаващи средната стойност на есенно-зимните валежи е от 225,5 mm (1988 г.) до 384,4 mm (1984 г.). Така се оформя един много широк спектър от разлики спрямо средната стойност – от -102,6 mm (2007 г.) до + 161,4 mm (1984 г.).

Средните вегетационни валежи за периода 1968-2007 г. е 204,3 mm. Варирането спрямо тази сума е от -129,8 mm (2007 г.) до +234,1 mm (1987 г.), като 51% от годините са с вегетационни валежи под средната стойност. Над 300 mm вегетационни валежи са установени през реколтните 1979, 1987, 1991 и 1997 г. Есенно-зимните и вегетационните валежи са крайно неравномерно разпределени, не само средно за посочените периоди, но и през месеците, които ги формират. Така години с близки суми на валежите през трайната вегетация формират различни условия за развитие и продуктивност на културата, поради различия през есенно-зимния период. В оформената група на крайно неблагоприятните години с дефицит спрямо средното количество валежи за вегетационния период попадат 1968 (-166,1 mm), 1974 (-153,9 mm), 2001 (-205,9 mm) и 2007 г. (-232,4 mm). Същият засяга както есенно-зимните, така и вегетационните валежи.

За агроклиматичния район на Добруджа като сравнително благоприятни години по отношение на валежите през вегетацията на пшеницата могат да бъдат посочени 1973 (+132,7 mm), 1982 (+130,2 mm), 1984 (+103,7 mm), 1987 (+174,2 mm), 1997 (+173,5 mm), 1998 (+123,7 mm) и 2004 г. (+99,9 mm) спрямо средните за 40-годишния период. Тези години обаче са твърде различни по отношение съотношението между есенно-зимните и вегетационните валежи. Да вземем за пример 1997 и 1970 г., които се отличават с приблизително еднакво количество в превишението на валежите спрямо средното за 40-годишния период, съответно със 173,5 mm и 170,3 mm. Последната обаче се характеризира с 4,5 пъти повече есенно-зимни валежи в сравнение с вегетационните, а при 1997 е установен слаб дефицит на есенно-зимните валежи и +176,1 mm вегетационни валежи над средното за 40-годишния период.



Фиг. 1. Валежи (mm) през вегетационния период на пшеницата (1967-2007)

Fig.1. Rainfall (mm) across the vegetation period of wheat (1967-2007)

**Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (*Haplic Chernozems*)**

Средно месечната температура през есенно-зимния период за 40-те изследователски години е 4,1°С, но същата варира от 1,5°С (1987 г.) до 6,8°С (2001 г.). Най-студен месец е януари (-0,1°С), но с твърде широк диапазон на вариране през годините (Табл. 1). Средната температура през периода на трайната пролетна вегетация е 16,3°С. Същата естествено варира по месеци, като най-хладен е април (9,7°С), а най-топъл – юли (21,3°С). Екстремалните температурни амплитуди са ясно изразени. С най-хладен период на трайна пролетна вегетация се отличават 1974, 1978 и 1980 г., а като най-топла – 2007 г.

Средно за вегетационния период на пшеницата реколтната 1978 г. е най-хладна – 1,6°С под средното за периода. Най-топли са 2007 и 2001 г., които превишават средната за 40-годишния период температура съответно с 2,0°С и 1,8°С.

**Таблица 1.** Средно месечни температури за периода 1967-2007 и минимално-максималните им вариации по години

**Table 1.** Average month temperature for period 1967-2007 and their min-max variation by years

Периоди Periods Месеци Month	Средна Месечна Average for month	Минимални/Minimum		Максимални/Maximum	
		Т °С	Години Years	Т °С	Години Years
<b>Есенно-зимни температури / Autumn-winter temperature</b>					
X	11,5	+9,1	1972	+14,4	1975
XI	6,2	+0,3	1989	+10,0	1970
XII	1,8	-3,5	2002	+5,2	1983
I	-0,1	-5,2	1969	+5,4	2007
II	0,9	-6,3	1985	+6,5	2002
III	4,4	-1,6	1987	+9,1	2001
<b>Средно</b>	<b>4,1</b>	<b>+1,5</b>	<b>1987</b>	<b>+6,8 и +6,3</b>	<b>2001 и 2007</b>
<b>Вегетационни температури / Vegetation temperature</b>					
IV	+ 9,7	+6,1	1997	+13,3	1998
V	+15,2	+13,2	1991	+17,7	2003
VI	+19,2	+17,5	1989	+22,1	2007
VII	+21,3	+19,0	1969	+24,7 и +24,4	2001 и 2007
<b>Средно</b>	<b>+ 16,3</b>	<b>+ 15,4</b>	<b>1974,1978,1980</b>	<b>+ 18,1</b>	<b>2007</b>
<b>Средно за вегетационния период / Average for vegetation period</b>					
	<b>+10,2</b>	<b>+ 8,6</b>	1978	<b>+ 12,2 и 12,0</b>	<b>2007 и 2001</b>

Съчетанието на двата основни метеорологични фактора – валежи и температури през изследвания период правят условията за отглеждане на пшеницата уникални и неповторими през годините.

## РЕЗУЛТАТИ

През 40-годишния период на изследване самостоятелното азотно торене, както и комбинирането му с фосфор и калий влияе с различна сила върху продуктивността на пшеницата. Установена е висока степен на достоверност на влиянието на метеорологичния фактор през годините на изследване (фактор А) и минералното торене (фактор В) върху добива на пшеницата. Анализът на дисперсиите показва, че метеорологичните условия през вегетацията има решаващо влияние върху размера на добива от културата (Табл. 2).

**Таблица 2.** Анализ на дисперсиите при използване на азот от норма 0, 60, 120, 180 kg/ha  
**Table 2.** Analysis of the variances of the investigated indices (values of parameter  $p$ )

Фактори / Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>N<sub>0</sub></b>					
Години/Years (A)	10867215,995	39	278646,564	173,954	,000
Торене/Fertilization (B)	206391,476	11	18762,861	11,713	,000
A x B	809228,932	429	1886,315	1,178	,016 <sup>ns</sup>
<b>N<sub>6</sub></b>					
Години/Years (A)	28715982,377	39	736307,240	313,355	,000
Торене/Fertilization (B)	1388944,245	11	126267,659	53,737	,000
A x B	1507016,457	429	3512,859	1,495	,000
<b>N<sub>12</sub></b>					
Години/Years (A)	37677891,840	39	966099,791	311,128	,000
Торене/Fertilization (B)	1955735,960	11	177794,178	57,258	,000
A x B	3623892,895	429	8447,303	2,720	,000
<b>N<sub>18</sub></b>					
Години/Years (A)	420744,238	12	35062,020	12,340	,000
Торене/Fertilization (B)	45574998,057	39	1168589,694	411,271	,000
A x B	4004647,724	468	8556,940	3,012	,000

Тестът на Waller-Duncan дава възможност да се оцени влиянието на метеорологичните условия на всяка една от годините в зависимост от нормите на азотното торене (Табл. 3). Формираните на тази база групи на азота се състоят от по 12 броя варианти с еднакви норми и съотношения между фосфора и калия, т.е. променлива е само азотната норма. Това дава възможност за коректно сравняване на изпитваните азотни норми. Резултатите ясно показват, че в зависимост от нивото на системното минерално торене при отделните групи на азота метеорологичния комплекс на една и съща година поставя същата на различни позиции по отношение влиянието ѝ върху продуктивността. Независимо от нивото на минералното торене единствено 2003 г. се определя като най-неблагоприятната по отношение продуктивността на пшеницата.

Реколтната 1989 попада в групата на много благоприятните за продуктивността на пшеницата години при торовите варианти без участието на азот и при участието му в комбинациите от норми 60 и 120 kg N/ha. При групата варианти с участието на най-високата азотна норма, най-благоприятен се оказва метеорологичния комплекс на 2004 г.

Резултатите от теста на Waller-Duncan ни позволяват по-детайлно да разгледаме влиянието на вида на торовия вариант (от самостоятелно внасяне на 3-те макроелемента до различните видове комбинации между тях). В групата на вариантите, където азотът е изключен от торовата комбинация средно за 40-годишния изследователски период добивите варират от 2040 kg/ha при самостоятелното калиево торене със 120 kg/ha до 2399 kg/ha – при самостоятелното фосфорно торене с 180 kg/ha (Табл.4). Много близка реакция по продуктивност е проявила културата при продължителното внасяне на N<sub>0</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (2342 kg/ha), поради което този вариант носи белезите на сходство с варианта N<sub>0</sub>P<sub>180</sub>K<sub>0</sub>, при практически нищожна разлика от 57 kg/ha.



**Таблица 3.** Влияние на метеорологичния фактор върху добива на пшеницата в зависимост от нормата на азотно торене (**kg/ha**)

**Table 3.** Influence of meteorological factor on the wheat yield according to norm of nitrogen fertilization (**kg/ha**)

Години Years	N <sub>0</sub>		N <sub>60</sub>		N <sub>120</sub>		N <sub>180</sub>	
	Value	Group	Value	Group	Value	Group	Value	Group
1968	3688,0	u	3990,8	hij	4196,3	g	4348,3	i
1969	2378,0	no	3437,1	fg	3719,8	f	3836,4	fgh
1970	2095,0	kl	3343,8	ef	3833,3	f	3874,6	gh
1971	2610,0	q	4037,7	ij	4120,0	g	3070,4	d
1972	3557,0	tu	5007,3	qr	4878,3	i	4667,5	jk
1973	2273,0	mn	3849,4	h	3810,6	f	3740,6	fg
1974	1380,0	bc	2220,0	b	2099,2	b	1758,9	b
1975	2476,0	opq	4483,5	mn	3446,7	e	3107,3	d
1976	3662,0	u	6149,4	v	6636,5	p	6575,0	v
1977	3507,0	tu	5132,1	rs	4865,0	i	4755,4	k
1978	1715,0	efg	3885,2	hi	4099,6	g	3974,2	h
1979	1760,0	fgh	3451,3	fg	3183,8	d	2756,5	c
1980	2260,0	mn	4433,8	lm	5297,5	k	5007,7	lm
1981	1587,0	de	4680,6	o	6339,6	o	6431,9	tu
1982	1258,0	bc	4865,6	pq	6781,3	pq	6740,0	v
1983	1384,0	bc	2385,0	bc	3347,9	de	3109,4	d
1984	1628,0	efg	3475,2	fg	5014,6	ij	5657,5	o
1985	1966,0	jk	2472,5	c	2806,3	c	2586,2	c
1986	3030,0	r	5788,8	u	6983,8	r	6172,9	qr
1987	2217,0	lm	4647,3	no	5050,6	ij	3756,7	fg
1988	1868,0	hij	4749,0	op	4584,0	h	3327,9	e
1989	3443,0	t	6370,8	w	6879,2	qr	6390,4	st
1990	1349,0	bc	3563,5	g	6617,7	p	6353,5	st
1991	2535,0	pq	6184,0	v	5097,9	j	4345,0	i
1992	1797,0	ghi	4324,6	lm	5894,4	mn	5469,2	n
1993	2415,0	op	5219,6	s	5603,3	l	4949,0	l
1994	2387,0	no	4640,6	no	5395,8	k	5127,3	lm
1995	1910,0	ij	4764,8	op	5749,8	lmn	5168,8	m
1996	1469,0	cd	2770,8	d	3729,8	f	4543,3	j
1997	3192,0	s	7118,8	x	6353,5	o	6161,7	qr
1998	1484,0	cd	4000,8	hij	5732,3	lm	6280,0	st
1999	2483,0	opq	5031,9	qr	6210,6	o	6211,2	rst
2000	1754,0	fgh	3220,8	e	5006,7	ij	6098,7	q
2001	2378,0	no	4133,7	jk	4171,4	g	3729,6	fg
2002	3552,0	tu	5452,3	t	5937,1	n	5879,0	p
2003	425,0	a	892,2	a	1256,5	a	1374,0	a
2004	2148,0	lm	5022,5	qr	6933,0	qr	7441,9	x
2005	2391,0	no	4272,1	kl	4456,6	h	4517,7	ij
2006	2117,0	l	5265,3	s	7015,9	r	7117,7	w
2007	1750,0	fgh	3218,5	e	3828,9	f	3679,2	f

В рамките на всяка торова комбинация е установена изключително голяма амплитуда във варирането на добивите през периода на изследване (Табл.5). При всички норми и съотношения между NPK най-ниска е продуктивността през 2003. Това е една от годините, когато добивът от контролния вариант е под 1000 kg/ha. През всички останали години продуктивността на културата е над тази стойност и отразява високото естествено плодородие на слабо излужения чернозем, независимо от продължителността на отглеждане. Максимумът в контролния вариант е постигнат през 1972 (3522,5 kg/ha).



**Таблица 4.** Влияние на фосфорно-калиево торене върху продуктивността на пшеницата в зависимост от нормата на азота (kg/ha)

**Table 4.** Influence of phosphorus-potassium fertilization on the wheat productivity according to nitrogen norm (kg/ha)

Варианти	+ N <sub>0</sub>	+ N <sub>60</sub>	+ N <sub>120</sub>	+ N <sub>180</sub>
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	2092,3 a	3829,0 a	4395,0 b	4517,8 ab
P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	2227,5 b	4437,8 cde	5124,0 cd	4829,9 efg
P <sub>12</sub> K <sub>0</sub>	2260,5 b	4468,3 def	5050,0 c	4737,7 de
P <sub>18</sub> K <sub>0</sub>	2398,8 d	4574,0 g	5107,0 cd	4638,9 cd
P <sub>0</sub> K <sub>6</sub>	2076,5 a	3853,3 a	4459,0 b	4615,4 bc
P <sub>0</sub> K <sub>12</sub>	2039,7 a	3880,3 a	4279,0 a	4477,1 a
P <sub>6</sub> K <sub>6</sub>	2342,5 cd	4483,4 efg	5114,0 cd	4969,1 h
P <sub>6</sub> K <sub>12</sub>	2280,9 bc	4277,6 b	5085,0 cd	4903,1 gh
P <sub>12</sub> K <sub>6</sub>	2281,2 bc	4383,9 cd	5055,0 c	4794,5 ef
P <sub>12</sub> K <sub>12</sub>	2266,5 bc	4344,4 bc	5164,0 d	4848,1 fg
P <sub>18</sub> K <sub>6</sub>	2252,4 b	4495,5 efg	5134,0 cd	4796,9 efg
P <sub>18</sub> K <sub>12</sub>	2263,9 bc	4558,4 fg	5125,0 cd	4804,6 efg
P <sub>18</sub> K <sub>18</sub>	-	-	-	4846,9 fg

**Таблица 5.** Минимално-Максимално вариране в продуктивността в зависимост от торовата комбинация

**Table 5.** Min-Max wheat productivity variation according to fertilizer combination

Варианти	+ N <sub>0</sub>		+ N <sub>60</sub>		+ N <sub>120</sub>		+ N <sub>180</sub>	
	min	max	min	max	min	max	min	max
P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	2003-529,9	1972-3522,5	2003-1128,6	1997-7012,5	2003-1074,5	1997-7412,5	2003-871,8	1997-7300,0
P <sub>6</sub> K <sub>0</sub>	2003-332,4	1977-3995,0	2003-1141,7	1997-7187,5	2003-1258,3	1982-7695,0	2003-1203,6	2006-7436,3
P <sub>12</sub> K <sub>0</sub>	2003-322,5	1968-3982,5	2003-763,5	1997-7216,3	2003-1681,3	1986-7612,5	2003-1417,6	2004-7342,2
P <sub>18</sub> K <sub>0</sub>	2003-459,7	1968-4227,5	2003-959,0	1997-7081,3	2003-1448,0	1986-7725,0	2003-1551,2	1982-7470,0
P <sub>0</sub> K <sub>6</sub>	2003-440,3	1976-3605,0	2003-916,5	1997-6962,5	2003-902,1	1997-7281,3	2003-1360,9	2004-7624,1
P <sub>0</sub> K <sub>12</sub>	2003-313,7	1968-3657,5	2003-761,3	1997-7150,0	2003-862,3	1997-7412,5	2003-1160,3	2004-7443,8
P <sub>6</sub> K <sub>6</sub>	2003-427,8	1976-3855,0	2003-731,9	1997-7412,5	2003-1426,6	1986-7762,5	2003-1474,3	2004-7830,1
P <sub>6</sub> K <sub>12</sub>	2003-429,2	1976-4515,0	2003-724,7	1997-6816,3	2003-1249,3	2004-7407,8	2003-1388,4	2004-7509,8
P <sub>12</sub> K <sub>6</sub>	2003-465,0	1989-3835,0	2003-796,1	1997-7166,3	2003-1188,4	1982-7387,5	2003-1623,4	2004-7713,0
P <sub>12</sub> K <sub>12</sub>	2003-455,1	1976-4877,5	2003-970,6	1997-6962,5	2003-1147,5	1986-7695,0	2003-1646,8	2004-7420,9
P <sub>18</sub> K <sub>6</sub>	2003-525,2	1989-3837,5	2003-702,3	1997-7525,0	2003-1331,0	1989-7460,0	2003-1187,0	2004-7138,1
P <sub>18</sub> K <sub>12</sub>	2003-407,6	1976-3915,0	2003-1109,5	1997-6925,0	2003-1508,3	1982-7550,0	2003-1348,4	2004-7563,2
P <sub>18</sub> K <sub>18</sub>	-	-	-	-	-	-	2003-1625,5	2004-7599,7

Най-високият добив в торовите комбинации без азот е установен при N<sub>0</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> през 1976 - 4877,5 kg/ha. За нарастващите норми на самостоятелно азотно торене най-благоприятна 1997. Максималният добив е получен във варианта N<sub>120</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> -

7412,5 kg/ha.

Всички комбинации с ниската азотна норма се отличават с най-висока продуктивност през 1997, като максимума за 40 годишния период е установен при  $N_{60}P_{180}K_{60}$  – 7525,0 kg/ha.

Комбинации на  $N_{120}$  с РК намират своята максимална изява през годините 1982, 1986 и 1997. Варирането е от 7281,3 kg/ha при  $N_{120}P_0K_{60}$  през 1997 до 7762,5 kg/ha през 1986.

При комбинации на  $N_{180}$  с РК максимални добиви са получени през 1982, 1997, 2004 и 2006. В 10 от 13<sup>-те</sup> изпитвани комбинации максимални добиви са получени през 2004. Варирането им е от 7300,0 kg/ha ( $N_{180}P_0K_0$ ) през 1997 до 7830,1 kg/ha ( $N_{180}P_{60}K_{60}$ ) през 2004. Последният е и максималният добив в опита за 40 годишния период на изследване.

## ОБСЪЖДАНЕ

При обсъждането на получените резултати първото, което прави впечатление по отношение влиянието на метеорологичния фактор, върху продуктивността на пшеницата е, че значително голям брой непоследователни години носят белези на съществено сходство. Такива примери могат да бъдат посочени във всички групи на азота.

При торовите комбинации без участието на азот в групата на много благоприятните години попадат 1968, 1972, 1976, 1977, 1989, 2002. През тези години са засявани различни сортове, а и в резултат на торенето са натрупани различни количества достъпни форми на фосфор и калий. Годините 2001, 1969, 1995 и 2005 г. формират друга такава група, която има известни признаци на подобие с 1980 и 1973 г. от една страна, а от друга – с 1993, 1979 и 1999 г. Този факт по безспорен начин потвърждава силата на влиянието на метеорологичните условия на изследваните години върху продуктивността на културата и по-слабото влияние на актуалното почвено плодородие в резултат на торенето и вида на сорта. Ако сравним реколтните 1974 (Садово 1) и 2007 (Енола), години с най-голямо засушаване, а при последната то може да се определи като драстично, разликата в средната продуктивност на вариантите е 370 kg/ha, което би могло да бъде обяснено от една страна с по-високото средно съдържание на усвоими фосфор и калий, а от друга и с ролята на сорта.

Включването на 60 kg/ha азот към 12<sup>-те</sup> РК комбинации не само повишава добивите с 93,4% спрямо тези без азот, но настъпват и сериозни размествания в позициите на годините. Диференциацията се задълбочава до разпределяне на добивите през 40 годишния период в 24 групи на различие, сходство и еднаквост. Варирането им е от 892 kg/ha (2003 - Енола) до 7119 kg/ha (1997 - Плиска), т.е. разликата е от 6227 kg/ha. С най-неблагоприятно съчетание на метеорологични условия се отличават 2003 и 1974 г. Средната продуктивност на пшеницата през посочените години поставя последните в съседни групи. Ако сравним продуктивността през двете години с най-голямо засушаване, драстичната 2007 г. превишава 1974 г. приблизително с 1000 kg/ha или с 45%.

Повишаването на азотната норма на 120 kg/ha при запазени норми и съотношения на фосфора и калия в известна степен намалява диапазона на вариране на продуктивността в абсолютна стойност. Варирането е от 1257 kg/ha (2003 - Енола) до 7016 kg/ha (2006-Енола), т.е. разликата е от 5759 kg/ha. Това вариране води до обособяване на добивите в значително по-малък брой групи (18) в сравнение с групата варианти с  $N_{60}$ . За сметка на това по-голям брой години попадат в ясно дефинирани групи и много по-малък брой години се характеризират с признаци на подобие със съседни групи. Отново като най-неблагоприятни за продуктивността на пшеницата се очертават 2003 (Енола) и 1974 (Садово 1). Реколтната 2007 г. превишава по среден добив в тази група варианти 1974 г. с 1730 kg/ha или с 82,4%.

Резултатът безапелационно е в полза на по-добрия агрохимически статус на почвата и по-новото поколение сорт. Най-благоприятни за нормата  $N_{120}$  и комбинациите й с РК са реколтните 1986 (Плиска) и 2006 (Енола). При последната, увеличението на добива спрямо най-неблагоприятната - 2003 г. е 5,6 пъти по-голямо. Средно за тази група варианти увеличението на добива спрямо торовите комбинации без азот е със 121,4%, а спрямо добивите в групата на  $N_{60}$  – с 14,5%.

Ежегодното 40-годишно комбиниране на постоянните РК комбинации със 180 kg/ha азот запазва в общи линии по-горе посочените тенденции. Диапазонът на вариране на добивите е от 1374 kg/ha (2003) до 7442 kg/ha (2004), т.е. разлика от 6068 kg/ha, която е по-голяма в сравнение с предходните норми на азота. Посоченият факт се отнася за един и същи сорт, при който в две последователни години е достигнал съответно минимума и максимума в продуктивността си при изпитаните комбинации в тази група на азота. Крайно неблагоприятния комплекс от метеорологичните условия на 2003 и 1974 г. отново излиза на преден план. Средната продуктивност на групата  $N_{180}$  варианти през 2007 г. е с 1920 kg/ha по-голяма в сравнение с тази през 1974 г., или превъзходството е със 109,1%. Диференциацията в добивите при 12-те комбинации е много добре изразена. Същите се разпределят в 24 групи, като 60% от годините показват ясно специфичното си влияние върху продуктивността, без да имат сходство с други години. За сравнение диференциацията при вариантите с  $N_{120}$  е по-малка като брой групи, но е с още по-ясно дефинирани реакции, т.к. 75% от годините са ясно обособени в самостоятелни групи. За вариантите от групата на  $N_0$  това се отнася само за 25% от годините в 40-годишния изследователски период. В тази група признаците на близко или по-далечно сходство преобладават. Силата на влияние на двата най-мощни агротехнически фактори средно за 40-годишния изследователски период се преразпределя в зависимост от нивото на азотното торене (Табл.6). Силата на самостоятелно влияние на минералното торене е най-силно проявено при изпитваните РК комбинации в съчетание с 60 и 120 kg N/ha. Самостоятелното влияние на метеорологичния фактор е най-силно проявено при вариантите с отсъствие на азот в торовите комбинации, както и при включването му от най-високата норма, а взаимодействието между двата фактора, е най-силно проявено при употребата на средни и високи торови норми.

Таблица 6. Сила на влияние на факторите - %

Table 6. Power of factor influence - %

Фактори	$N_0$	$N_6$	$N_{12}$	$N_{18}$
Години/Years (A)	91,45	90,84	87,10	91,15
Торене/Fert (B)	1,74	4,39	4,52	0,84
A * B	6,81	4,77	8,38	8,01

В групата на 12-те торови комбинации между РК без участието на азот много ясно са очертани разликите между варианта с най-висок добив и тези на контролата и самостоятелното калиево торене в двете изпитани норми от една страна и от друга със самостоятелното фосфорно торене с 60 и 120 kg/ha и комбинацията  $N_0P_{180}K_{60}$ . Останалите комбинации между фосфора и калия в съотношения 3:2, 2:2, 1:2 и 2:1, заемат междинна позиция. Те имат връзка както с предходната група «b», така и с варианта  $N_0P_{60}K_{60}$ , който ги свързва, макар и слабо, с варианта с най-висока продуктивност.

В тази група варианти средния добив е 2232 kg/ha. Диференциацията в стойностите на добива не е много силно изразена (4 групи). На практика само при две от тях различията са контрастни. Налице е тенденция за негативно влияние на самостоятелното калиево торене, особено с норма 120 kg/ha, независимо че тези варианти попадат в една група с контролата. На положителния край на полюса е вариантът с най-висок добив -  $N_0P_{180}K_0$ . Вариантите, които остават в средната

**Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (*Haplic Chernozems*)**

позиция в по-голямата си част носят белези на сходство с най-добрия в тази група вариант.

Не може да не коментираме факта, че добивите при самостоятелното Р торене с 60 и 120 kg/ha **макар и без разлика помежду си, превишават тези от контролния вариант и самостоятелното К-торене в посочените норми.** За нормата 60 kg/ha превишението е със 7,2%, а при нормата 120 kg/ha – с **10,8%**.

Различните торови норми и съотношения между фосфора и калия имат положително влияние върху продуктивността на пшеницата и водят до получаването на различна прибавка спрямо контролата (Табл.7). Средно за 40 годишния период внасянето на 60 kg K<sub>2</sub>O/ha на фона на нарастващо фосфорно торене при съотношения Р:К=1:1; 1:0,5 и 1:0,33 води до нарастване на продуктивността по посока на намаляване нормата на фосфорното торене. Използването на нормата 120 kg K<sub>2</sub>O/ha също на фона на нарастващо фосфорно торене има положителен ефект, но същият е по-слабо изразен в сравнение с нормата 60 kg K<sub>2</sub>O/ha и по-слаба диференциация в зависимост от нивото на нормата на фосфора.

**Таблица 7.** Влияние на съотношението Р:К върху продуктивността на пшеницата при торова норма на азота 0 kg/ha

**Table 7.** Influence of P:K ratio on the wheat productivity in nitrogen norm 0 kg/ha

Р:К=1:0; 1:1; 1:2			Р:К=1:0; 1:0,5; 1:1			Р:К=1:0; 1:0,33; 1:0,66		
Варианти	Превишение над N <sub>0</sub>		Варианти	Превишение над N <sub>0</sub>		Варианти	Превишение над N <sub>0</sub>	
	kg/ha	%		kg/ha	%		kg/ha	%
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	135,2	106,46	N <sub>0</sub> P <sub>120</sub> K <sub>0</sub>	168,2	108,04	N <sub>0</sub> P <sub>180</sub> K <sub>0</sub>	306,5	114,65
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	250,2	111,96	N <sub>0</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	188,9	109,03	N <sub>0</sub> P <sub>180</sub> K <sub>60</sub>	160,1	107,65
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	188,6	109,01	N <sub>0</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	174,2	108,33	N <sub>0</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	171,6	108,20
	191,3	109,14		177,1	108,46		212,7	110,17

Получените добиви от всичките 12-те броя варианти на самостоятелно и комбинирано торене с фосфор и калий са най-високи през 1-вото десетилетие (Фиг.2). Средният добив от вариантите е 2763 kg/ha, като максимумът е при вариантите N<sub>0</sub>P<sub>180</sub>K<sub>0</sub> – 2912 kg/ha и N<sub>0</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> – 2940 kg/ha.

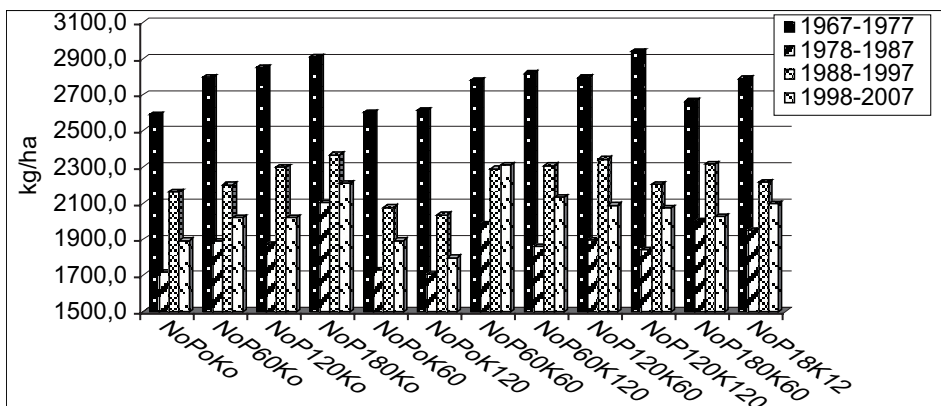
През 2-рото десетилетие са получени най-ниските средни добиви -1881 kg/ha, като с най-висока продуктивност се отличава самостоятелното фосфорно торене (N<sub>0</sub>P<sub>180</sub>K<sub>0</sub>) – 2104 kg/ha. През 3-тото десетилетие добивът от този вариант отново е най-висок (2367 kg/ha), а средният добив от всички варианти е 2236 kg/ha. Периодът 1998-2007 г. се отличава с лек спад в средния добив – 2049 kg/ha, като вариантът с максимална продуктивност е N<sub>0</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 2311 kg/ha.

Същите тези 12 торови комбинации, но с включване на азот от норма 60 kg/ha водят до вариране в стойностите на добива от 3829 kg/ha (N<sub>60</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) до 4574 kg/ha (N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>120</sub>). Формираната разлика от 745 kg/ha **разпределя вариантите в 7 групи, но единствено вариантите, влизащи в група "а" не носят сходни белези с останалите.** Това са самостоятелното азотно торене с 60 kg/ha и **комбинирането му с фосфор от норми 60 и 120 kg/ha, където са получени най-ниските средни добиви за 40-годишния период.** При всички останали варианти се открива по-близко или по-далечно сходство.

Комбинирането на 3-те макроелемента (азота от норма 60 kg/ha в съчетание с фосфор и калий, независимо от нормите и съотношението между тях) води до по-висока продуктивност на пшеницата в сравнение с отсъствието на калий в торовата комбинация. Диапазонът на вариране на добивите при внасяне и на трите макроелемента се стеснява от 4438 kg/ha до 4574 kg/ha – **само 136 kg/ha.**

Промяната в съотношението N:P от 1:1 до 1:3 води до увеличаване на прибавката

над  $N_{60}P_0K_0$  съответно от 608,8 до 745,0 kg/ha (Табл.8). Прибавката на калия от норма 60 kg  $K_2O$ /ha е единствено с ефект върху продуктивността при съотношение между 3-те макроелемента 1:1:1, където увеличението спрямо N:P=1:1 е с 45,6 kg/ha (с 7,49%). При всички останали съотношения N:P включването на калиево торене от норма 60 kg  $K_2O$ /ha не води до получаване на по-висока прибавка. Тази тенденция определено се отнася и за вариантите, включващи калиева норма от 120 kg  $K_2O$ /ha, т.е същите не допринасят за получаване на по-висока прибавка над самостоятелното азотно торене от получената при N:P=1:1.



Фиг. 2. Изменение в продуктивността на пшеницата при PK торене (без азот) по 10-тилетия

Fig 2. Change in wheat productivity in PK fertilization (without N) by 10-years

Таблица 8. Влияние на съотношението N:P върху продуктивността на пшеницата при торова норма на азота 60 kg/ha

Table 8. Influence of N:P ratio on wheat productivity in N fertilization norm 60 kg/ha

	N:P=1:1		N:P=1:2		N:P=1:3			
$N_{60}P_{60}K_0$	608,8	115,90	$N_{60}P_{120}K_0$	639,3	116,70	$N_{60}P_{180}K_0$	745,0	119,46
$N_{60}P_{60}K_{60}$	654,4	117,09	$N_{60}P_{120}K_{60}$	554,9	114,49	$N_{60}P_{180}K_{60}$	666,5	117,41
$N_{60}P_{60}K_{120}$	448,6	111,72	$N_{60}P_{120}K_{120}$	515,4	113,46	$N_{60}P_{180}K_{120}$	729,4	119,05
	570,6	114,90		569,9	114,88		713,6	118,64

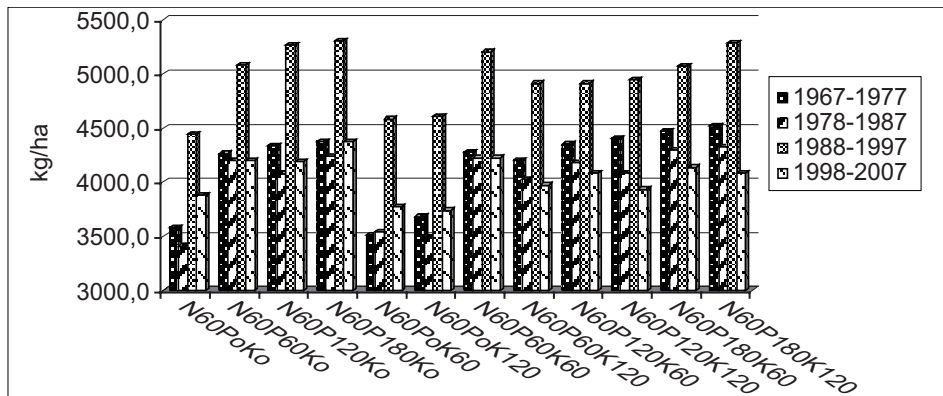
Увеличаване на нормата на калия от 60 на 120 kg/ha определено не води до доказано повишаване на добива при нито една от торовите норми на фосфора на фона на  $N_{60}$ . Това дава основание да се направи извода, че използването на норма от 60 kg  $K_2O$ /ha е агрономически и икономически удовлетворителна.

Вариантите с включване на азот 60 kg/ha към изпитваните варианти с различни норми и съотношения между фосфора и калия се отличават със средна продуктивност за 40 годишния изследователски период 4299 kg/ha (Фиг.3). По десетилетия добивите варират от 4009 kg/ha (2<sup>по</sup>) до 4971 kg/ha (3<sup>по</sup>). През 1<sup>по</sup> и 2<sup>по</sup> десетилетие се отличава вариантът  $N_{60}P_{180}K_{120}$  – съответно 4525 kg/ha и 4330 kg/ha. През 3-то и 4-то десетилетие продуктивността на варианта  $N_{60}P_{180}K_0$  е най-висока – съответно 5307 kg/ha и 4376 kg/ha.

При повишаване нормата на азота в изследваните торови комбинации до 120 kg/ha средния добив се повишава спрямо вариантите без азот със 121,4%, а спрямо тези с 60 kg N/ha – с 14,5%. Диапазонът на вариране на добива е от 4279 kg/ha ( $N_{120}P_0K_{120}$ ) до 5164 kg/ha ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ). Формираната разлика от 885 kg/ha преразпределя добивите в 4 групи, но практически ясно откроява само вариантите с

Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (*Haplic Chernozems*)

азотно-калиево торене и самостоятелно торене с азот 120 kg/ha, където добивите са по-ниски. При всички останали варианти продуктивността варира в тесни граници и сходството между вариантите е много добре изразено.



Фиг. 3. Изменение в продуктивността на пшеницата при РК торене в комбинация с 60 kg N/ha по 10-тилетия

Fig 3. Change in wheat productivity in PK fertilization in combination with 60 kg N/ha by 10-years

Съотношението N:P от норма на азота 120 kg/ha не оказва съществено влияние върху продуктивността средно за 40 годишния период (Табл. 9). От трите изпитани съотношения между N:P прибавката в добива над самостоятелното азотно торене със 120 kg/ha продуктивността е най-висока при N:P=1:0,5 ( $N_{120}P_{60}K_0$ ) – 729,0 kg/ha. Включването на калий към това съотношение не води до повишаване на посочената прибавка.

Таблица 9. Влияние на съотношението N:P върху прибавката в добива от пшеницата спрямо самостоятелното азотно торене със 120 kg/ha

Table 9. Influence of N:P ratio on the addition wheat yield according to independent N fertilization with 120 kg/ha

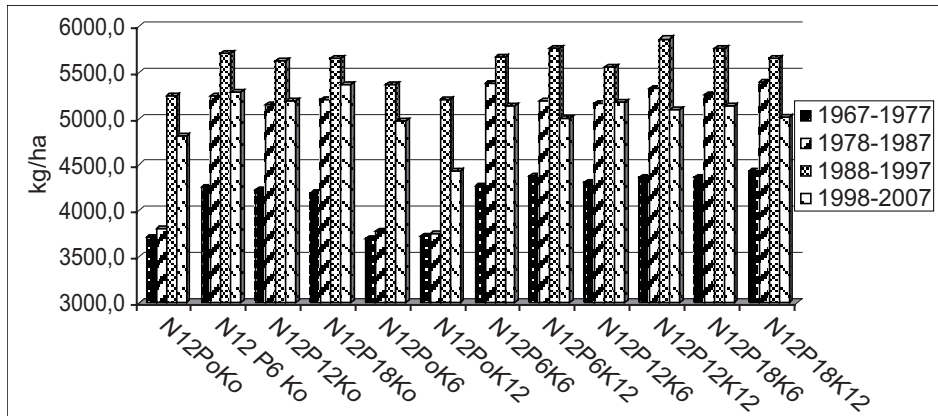
N:P=1:0,5		N:P=1:1		N:P=1:1,5	
$N_{120}P_{60}K_0$	729,0 116,59	$N_{120}P_{120}K_0$	655,0 114,90	$N_{120}P_{180}K_0$	712,0 116,20
$N_{120}P_{60}K_{60}$	719,0 116,36	$N_{120}P_{120}K_{60}$	660,0 115,02	$N_{120}P_{180}K_{60}$	739,0 116,81
$N_{120}P_{60}K_{120}$	690,0 115,70	$N_{120}P_{120}K_{120}$	769,0 117,50	$N_{120}P_{180}K_{120}$	730,0 116,61
	712,7 116,22		694,7 115,81		727,0 116,54

Слаб ефект от включването на калий към посочените съотношения N:P е установен при продължителното торене с  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , където увеличението на продуктивността спрямо варианта  $N_{120}P_{120}K_0$  е само със 114 kg/ha (2,6%).

При съотношение N:P=1:1,5 включването на калий в торовата комбинация води до повишаване на прибавката над самостоятелното азотно торене със 120 kg/ha, като разликите между двете калиеви норми са недоказани (остават в една и съща група).

От гледна точка на продуктивността нормата азот 120 kg/ha както самостоятелно, така и в комбинация с изпитваните норми и съотношения между фосфора и калия, е най-ефективна през 3-тото десетилетие (Фиг.4).





Фиг. 4. Изменение в продуктивността на пшеницата при РК торене в комбинация с  $N_{120}$  по 10-тилетия

Fig 4. Change in wheat productivity in PK fertilization in combination with 120 kg N/ha by 10-years

Добивите през първите десетилетия постепенно нарастват и достигат максимума (5590 kg/ha) през периода 1988-1997 г. През 4-тото десетилетие е установено намаляване на средните добиви с 535 kg/ha, но равнището им се запазва на по-високо ниво спрямо 1-вото и 2-рото десетилетие.

През 1-вото и 2-рото десетилетие с максимална продуктивност е торовият вариант  $N_{120}P_{180}K_{120}$ . През следващите две десетилетия получените добиви сериозно отстъпват на други варианти, където нормата на фосфора и калия е по-ниска или дори калиевото торене отсъства. От гледна точка на устойчиво висока продуктивност най-голямо внимание заслужава вариантът  $N_{120}P_{60}K_0$ . При този вариант при всяко следващо десетилетие продуктивността на културата нараства, независимо от съчетанието на метеорологичните елементи през десетилетията и промяната в сортовия състав. Както се вижда от по-горе коментираните данни този вариант несъществено отстъпва по продуктивност на  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , който е с най-висока продуктивност средно за изпитвания 40-годишен период.

С нарастване нормата на азотното торене до 180 kg/ha ролята на метеорологичния фактор за размера на добива нараства. Влиянието на фактора "минерално торене" е най-силно изразено при торовите комбинации в групата на  $N_{120}$ . Комбинираното влияние на двата фактора е с достоверно влияние върху продуктивността, докато при вариантите без участие на азота е статистически недостоверно.

Средното увеличение на добиви от вариантите на групата на  $N_{180}$  спрямо същите норми и съотношения между фосфора и калия, но без участието на азот е със 106,8%. Добивите обаче спрямо същите комбинации, но при  $N_{120}$  намаляват средно с 3,6%, което показва, че продължителното използване на най-високата азотна норма, независимо от съотношението с фосфор и калий е слабо ефективно. Варирането на добивите в зависимост от вида на торовата комбинация е от 4477 kg/ha ( $N_{180}P_0K_{120}$ ) до 4969 kg/ha ( $N_{180}P_{60}K_{60}$ ), т.е. само 492 kg/ha зърно.

Комбинирането на нормата 180 kg N/ha с нарастваща фосфорна норма и изменение на съотношението N:P от 1:0,33 до 1:1 води до намаляване на продуктивността, а от там и на прибавката над самостоятелното азотно торене със 180 kg N/ha (Табл. 10). При по-високите стойности на това съотношение (1:0,66 и 1:1), ефектът от комбинирането с по-високата калиева норма е по-висок. Независимо от този факт, най-високи добиви при тройните комбинации в тази група са получени при ниското съотношение N:P. В този случай калиевото торене с 60 kg/ha при комбинацията



Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (*Haplic Chernozems*)

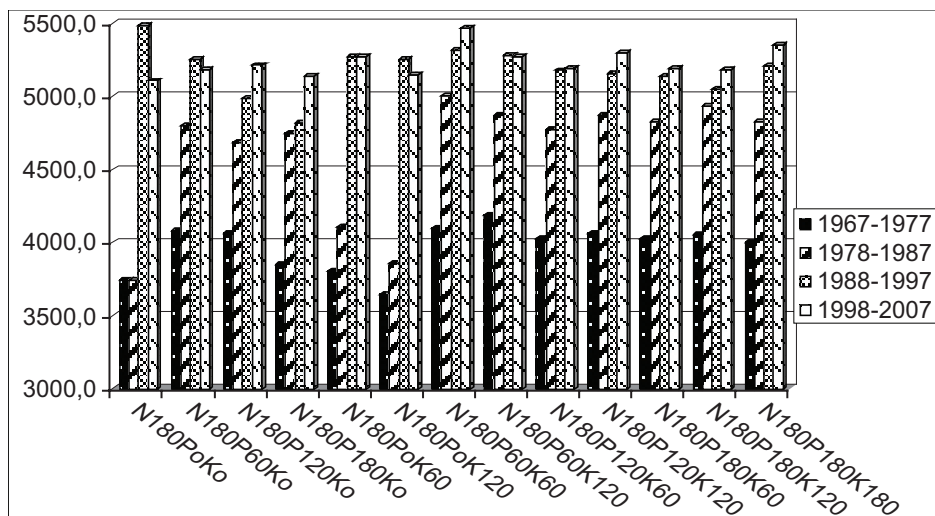
$N_{180}P_{60}K_{60}$  води да получаването на най-високите добиви в тази група – 4969 kg/ha.

**Таблица 10.** Влияние на съотношението N:P върху прибавката в добива от пшеницата спрямо самостоятелното азотно торене със 180 kg/ha

**Table 10.** Influence of N:P ratio on the addition wheat yield according to independent N fertilization with 180 kg/ha

N:P=1:0,33			N:P=1:0,66			N:P=1:1		
$N_{180}P_{60}K_0$	312,1	106,91	$N_{180}P_{120}K_0$	219,9	104,87	$N_{180}P_{180}K_0$	121,1	102,68
$N_{180}P_{60}K_{60}$	451,3	109,99	$N_{180}P_{120}K_{60}$	276,7	106,12	$N_{180}P_{180}K_{60}$	279,1	106,18
$N_{180}P_{60}K_{120}$	385,3	108,53	$N_{180}P_{120}K_{120}$	330,3	107,31	$N_{180}P_{180}K_{120}$	286,8	106,35
	<b>382,9</b>	<b>108,48</b>		<b>275,6</b>	<b>106,10</b>		<b>229,0</b>	<b>105,07</b>

Използването на най-високата торова норма на азота и комбинациите с различни норми на фосфора и калия водят до непрекъснато нарастване на средната продуктивност (Фиг.5). В сравнение с 1-вото десетилетие увеличението на добива през 3-тото и 4-тото е съответно с 30,5% и 31,7%.



**Фиг. 5.** Изменение в продуктивността на пшеницата при РК торене в комбинация с при  $N_{180}$  по 10-тилетия

**Fig. 5.** Change in wheat productivity in PK fertilization in combination with 180 kg N/ha by 10-years

През последните 3 десетилетия с най-висока продуктивност се отличава варианта  $N_{180}P_{60}K_{60}$ , който по добив превишава варианта със самостоятелно азотно торене със 180 kg N/ha средно за 40-годишния период на изследване с 10,0%.

Независимо от непрекъснатото нарастване на добива от пшеницата средно за вариантите в групата на  $N_{180}$  през десетилетията, средните добиви отстъпват на получените от групата на  $N_{120}$  с 3,5%. Петрова (1984) при обобщаване на 8-годишни експериментални данни от този опит, както и при други торови опити заключава, че нормата от 180 kg N/ha не води до увеличаване на добива, а по-скоро до неговото задържане. Същата авторка посочва като най-подходяща след предшественик царевица комбинацията  $N_{120}P_{120}K_0$ .

## ИЗВОДИ

Минералното торене, проучено чрез 49 комбинации на норми и съотношения азота, фосфора и калия, влияе с различна сила върху продуктивността на пшеницата през 40-годишния период на изследване. Независимо от високата степен на достоверност на влиянието му, метеорологичният фактор е по-значимият за продуктивността на пшеницата. Средната продуктивност от 12-те РК комбинации в съчетание с нарастващите норми на азота е съответно 2232 kg/ha, 4299 kg/ha, 4922 kg/ha и 4743 kg/ha. **Съответното увеличение спрямо комбинациите без участие на азота е с 93,4%, 121,4% и 112,3%. Самостоятелното азотно торене също прогресивно увеличава продуктивността спрямо  $N_0P_0K_0$  съответно с 83,0%, 110,1% и 116,0%.**

Най-висок среден добив във вариантите без азотно торене е получен при системно торене с  $N_0P_{180}K_0$ , който превишава контролния вариант (2092 kg/ha) със 7,3%, а превишението над средния за групата е с 6,9%. Варирането на добивите през годините на изследване е от 425 kg/ha (2003) до 3688 kg/ha (1968). Абсолютният добив без участието на азот в торовата комбинация е получен през 1976 от варианта  $N_0P_{120}K_{120}$  – 4875,5 kg/ha.

Най-високи и стабилни през годините добиви в комбинациите на  $N_{60}$  с РК са установени при варианта  $N_{60}P_{180}K_0$  – 4574 kg/ha, където увеличението спрямо самостоятелното  $N_{60}P_0K_0$  е с 13,4%, а спрямо средното за групата – с 5,4%. Амплитудата на вариране на добивите за 40 години е от 892,2 kg/ha (2003) до 7118,8 kg/ha (1997). Метеорологичния комплекс на 1997 дава най-добра възможност за извява на торовите комбинации с участието на  $N_{60}$ , като максимумът е получен при торене с  $N_{60}P_{180}K_{60}$  – 7525,0 kg/ha.

От гледна точка на продуктивността, комбинациите на нормата 120 kg N/ha с РК са с най-голямо стопанско значение, като особено внимание заслужават съотношенията N:P:K=1:1:1 (5164 kg/ha) и N:P:K=1:0,5:0 (5124 kg/ha). При тези варианти превишението на добива спрямо самостоятелното внасяне на тази норма е съответно с 17,5% и 16,6%. През годините добивите варират средно от 1256,5 kg/ha (2003) до 7015,9 kg/ha (2006). Абсолютният добив в тази група на азота е получен през 1986 при системно внасяне на  $N_{120}P_{60}K_{60}$  – 7762,5 kg/ha.

Продължителното използване на най-високата азотна норма, независимо от съотношението ѝ с РК води до задържане или намаляване на добива. Средните добиви от тази азотна група отстъпват на получените от групата на  $N_{120}$  с 3,5%. С максимална средна продуктивност е системното внасяне на  $N_{180}P_{60}K_{60}$  – 4969 kg/ha. Амплитудата на вариране на добивите за 40 години е от 1374,0 kg/ha (2003) до 7441,9 kg/ha (1997). Абсолютният не само в групата, но и за целия изследователски период добив е получен при системно торене с  $N_{180}P_{60}K_{60}$  – 7830,1 kg/ha.

През периода 1967-2007, 22,5% от годините могат да бъдат определени като благоприятни за отглеждането на пшеницата и само 5%, като крайно неблагоприятни.

Наблюдава се тенденция на намаляване съотношението N:P с увеличаване нормата на азота. При системното прилагане на високи азотни норми калиевото торене е агрономически оправдано в норма 60 kg  $K_2O$ /ha.

## ЛИТЕРАТУРА

- Господинов, М., 1981. Влияние на нормите на торене върху пшеницата при различна запасеност на слабоизлужен чернозем с хранителни вещества. Автореферат за научна степен "Кандидат на селскостопанските науки".
- Нанков, Н., М. Нанкова, 2007. Агрономически ефект и икономическа ефективност на продължителното минерално торене с различни норми и съотношения върху

Ефект на минералното торене с азот, фосфор и калий върху продуктивността на пшеницата при продължително натрупване на хранителни вещества в слабо излужен чернозем (*Haplic Chernozems*)

продуктивността на пшеницата. I. Агрономически ефект на продължителното минерално торене. Работна среща, посветена на кръгли годишнини от залагането на трайни опити в ДЗИ-Г.Тошево "Съвременни акценти на изследвания в трайни полски опити", КК "Албена", ДЗИ Г.Тошево 3-5 септември, 2007, *Field Crops Studies, Vol. IV-1: 131-144.*

- 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.
- Станчев, Л., Г. Стоилов, С. Горбанов, Й. Матев**, 1964. Изследвания върху торенето на царевицата при поливни условия I съобщение: Влияние на торенето и химическия състав на зърното, Научни трудове на ВСИ, т. XIII, кн.1:33-46.
- Станчев, Л., Й. Матев, С. Горбанов, Г. Стоилов**, 1965. Изследвания върху торенето на царевицата при поливни условия III съобщение: Последействие на внесените срещу царевицата торове върху добива и качеството на зърното на пшеница сорт Окерман 804, Научни трудове на ВСИ, т. XIV, кн.1:126-142.
- Томов, Т., Г. Рачовски, И. Манолов**, 2007. Трайният полски торов опит на Аграрния университет – възможности за наука и обучение. Изследвания върху полските култури, т. IV-1: 113-121.
- Filipov, Hr.**, 1976. Influence of systemic fertilization with increasing levels on the fertility varieties. Dissertation, Plovdiv.
- Goulding, K.W.T., P.R. Poulton, C.P.Webster, M.T. Howe**, 2000. Nitrate leaching from Broadbalk wheat experiment, Rothamsted, UK, as influenced by fertilizer and manure inputs and the weather. *Soil Use Manage*, 16: 244-250.
- Khan, S.A., R.L. Mulvaney, T.R. Ellsworth, S.W. Boast**, 2007. The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration. *J.Environ.Qual.* 36: 1821-1832.
- Koteva, V.**, 1992. Change in some fertility parameters of Pellic Vertisols under the influence of long-term mineral fertilization in crop-rotation, Dissertation, Sofia.
- Koteva, V.**, 2010. Effects of 45-years mineral fertilization on mobile potassium condition of the Pellic Vertisols. 45<sup>th</sup> Croatian and 5<sup>th</sup> International Symposium of Agriculture: 787-791.
- Kunzova, E., M. Hejcman**, 2009. Yield development of winter wheat over 50 years of FYM, N,P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. *Field Crops Reseach*, 111: 226-234.
- Panayotova, G.**, 2005. Influence of 35-year long mineral fertilization over the agro-chemical characteristics of two-way soil profile of Pellic Vertisols. *Soil Scence, agrochemistry and ecology*, vol. XL: 66-71.
- Rothamsted Research**, 2006. Long-term Experiments-Guide to the Classical and Other Long-term Experiments, Datasets and Sample Archive. Rothamsted Research, UK.
- Takahaski, S., M. Anwar**, 2007. Wheat grain yield, phosphorus uptake and soil phosphorus fraction after 23 years of annual fertilizer application to an Andosol. *Field Crop Research*, 101: 160-171.