

ЕФЕКТИВНОСТ НА ТОРЕНЕТО НА ПШЕНИЦА (*Tr. aestivum*) ПРИ ПРОМЯНА НА НЯКОИ ЕЛЕМЕНТИ В АГРОТЕХНИКАТА. ПАРАМЕТРИ НА ПОСЕВИТЕ И КОМПОНЕНТИ НА ДОБИВА

ЕЛИСАВЕТА ВАСИЛЕВА*, ЗЛАТИНА УР**, ГИНКА РАЧОВСКА**

*Висше училище по агробизнес и развитие на регионите, Пловдив

**Институт по растителни генетични ресурси „К. Малков“, Садово

Efficiency of Fertilization of Wheat (*Tr. aestivum*) under Changing Some Elements in Agrotechnics. Crop Parameters and Yield Components

E. Vasileva*, Z. Ur**, G. Rachovska**

*School of Agribusiness and Regional Development – Plovdiv, Bulgaria

**Institute of Plant Genetic Resources “K. Malkov”, Sadovo, Bulgaria

Abstract

The purpose of this study was to determine the extent of the impact of the combination predecessor – nitrogen fertilizer rate on: The amount of grain yield; Growth and development of crops; Individual parameters and components of crop yield; The quality of grain and biomass yields; Reutilization effectiveness of carbon and nitrogen in the biomass; The use and reutilization of phosphorus, and Efficiency of nitrogen fertilizer for new and current Bulgarian winter wheat varieties. It was found that the introduction of leguminous crop rotation predecessor in most positively affected overall performance and productive crop density, total and productive tillering and plant height. Nitrogen fertilizer rate defines the average number and weight of grain in the class whose values do not differ after various ancestors, but of different fertilizer levels, their differences are statistically proven. The absolute mass of grain and harvest index depend on the genotype and did not change significantly in the increase in fertilization. Grain yield was positively correlated with crop density, total and productive tillering, plant height, number and weight of grain in class.

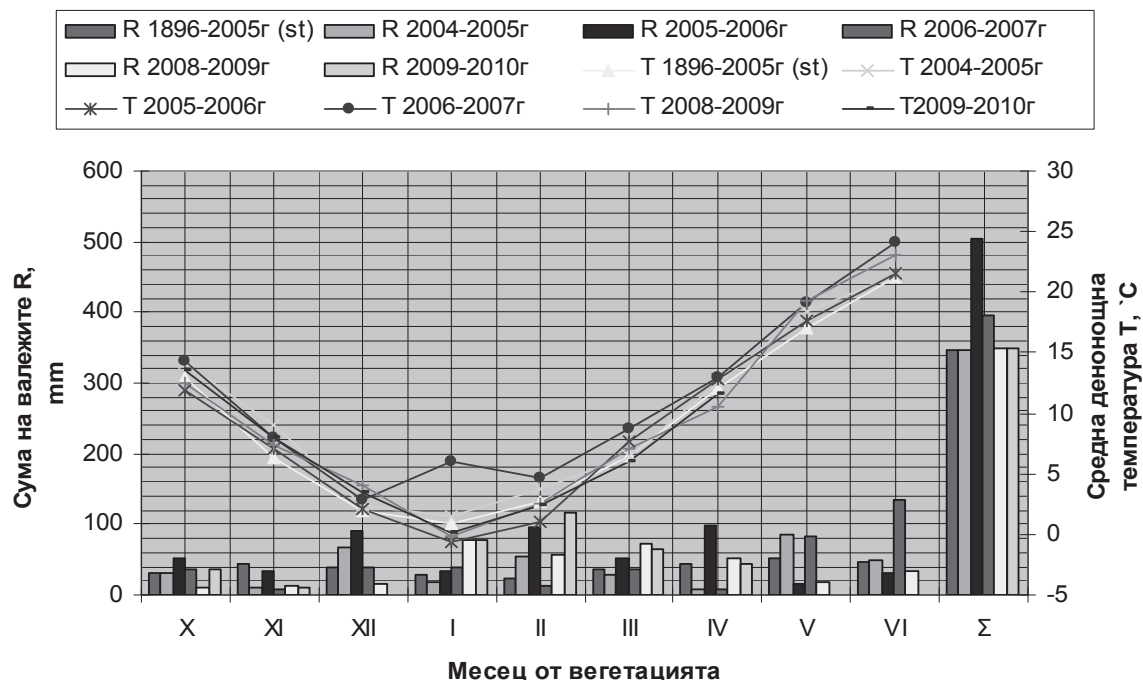
Key words: wheat (*Tr. aestivum*), crop rotation, fertilization, crop parameters, components of yield

През последните няколко години в научната литература се води задочна дискусия за значението на отделните компоненти на добива. Fischer (2008) енергично защитава концепцията, че зърненият добив при съвременните сортове е лимитиран от следцъфтежния sink – KNO (брой зърна на 1 m²) и че този показател е основна причина, определяща добива. Според автора пшеничната реколта може да бъде променена с прогрес в селекцията, за да се помогне основно на баланса source: sink по време на наливане на зърното. От друга страна, Sinclair, Jamieson (2008) тълкуват броя зърна като следствие на способността на културите да акумулират ресурси. Основна точка на съгласие на авторите с Fischer е, че доцъфтежната акумулация е от решаващо значение за броя зърна, а основното несъгласие – че след цъфтежа добивът зависи от броя формиращи зърна на единица площ.

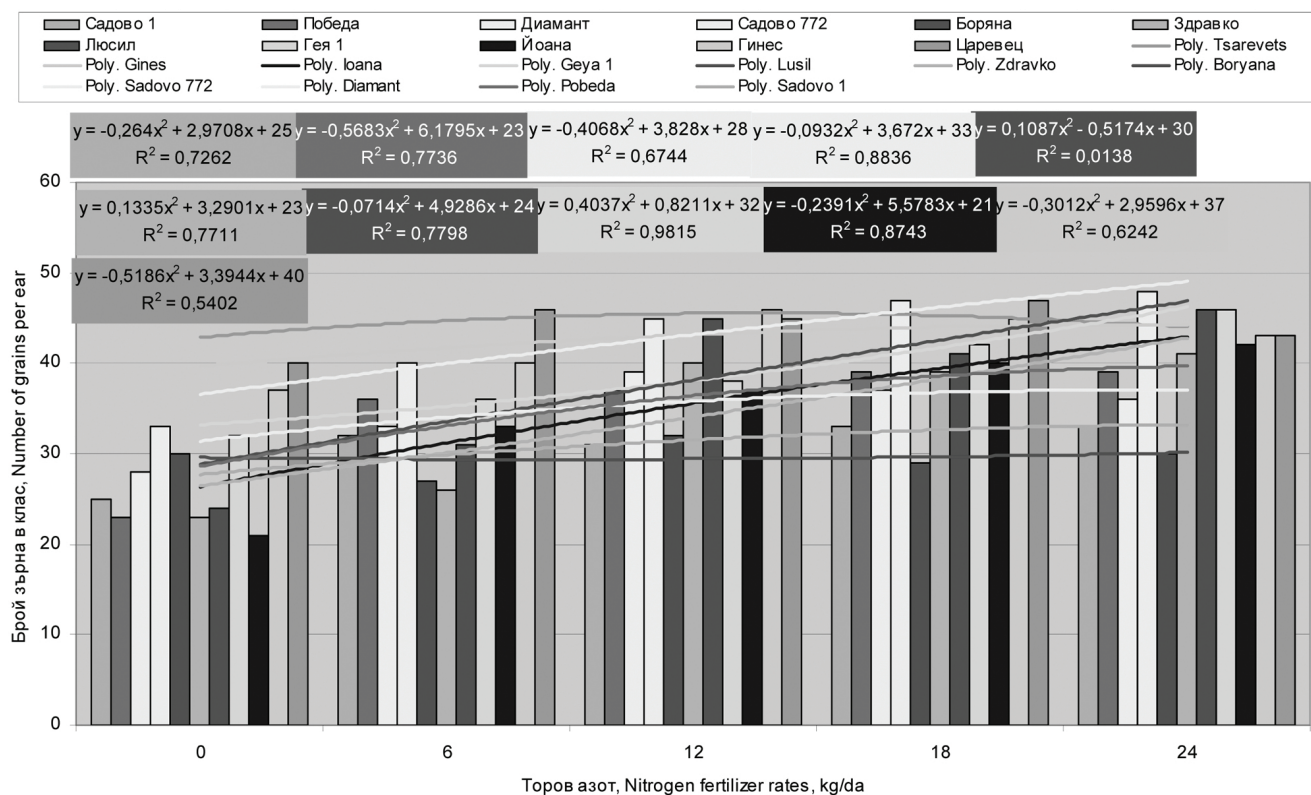
При проучване на еволюционните аспекти на компромиса между броя и големината на зърната при едногодишните култури Sadras (2007) установява, че за разлика от царевицата и слънчогледа при пшеницата начинът на растението да реагира на наличността на ресурси е чрез броя на семената, а не чрез размера им. Тези изводи се потвърждават и от Alvaro et al. (2008). Еволюционните и генетични проучвания показват висока пластичност на броя на семената и тясна изменчивост на размера в резултат от стабилизиране на естествения отбор. При пшеницата селекцията засилва естест-

вения отбор, като културните видове запазват висока пластичност на броя на семената.

Според Dogan, Bilgili (2010) редукцията на зърнения добив, независимо от предшественика, се дължи на понижението на показателите: брой зърна на едно растение, маса на зърното на растение и брой растения на квадратен метър. Бобовият предшественик в сравнение с небобовия позитивно повлиява добива, височината на растенията, броя семена на растение, масата на семената на едно растение, продуктивното братене и абсолютната маса на зърното. И след двата предшественика добивът се повлиява позитивно от торенето, като оптималната доза е N₁₅. Резултатите от изследванията на Kelley, Sweeney (2007) показват, че основните компоненти на добива, повлияли върху разликите в зърнения добив между различните предшественици и прилагане на азотно торене, са брой класове на единица площ и брой зърна в клас. Guang-cail et al. (2009) установяват, че височината на растенията и броят зърна в клас са в положителна корелация със зърнения добив; има доказани разлики при височината на растенията и абсолютната маса на зърното при различните равнища на торене; броят зърна в клас и добивът на зърно се увеличават с увеличението на торовия азот от 15 до 30 kg/da. Valério et al. (2009) търсят идеалната растителна структура на посева в зависимост от продуктивната братимост на сортовете и отчитат, че гъстотата на посева е от основно значение при слабобратящите



Фиг. 1. Агрометеорологични условия
Fig. 1. Agrometeorological conditions



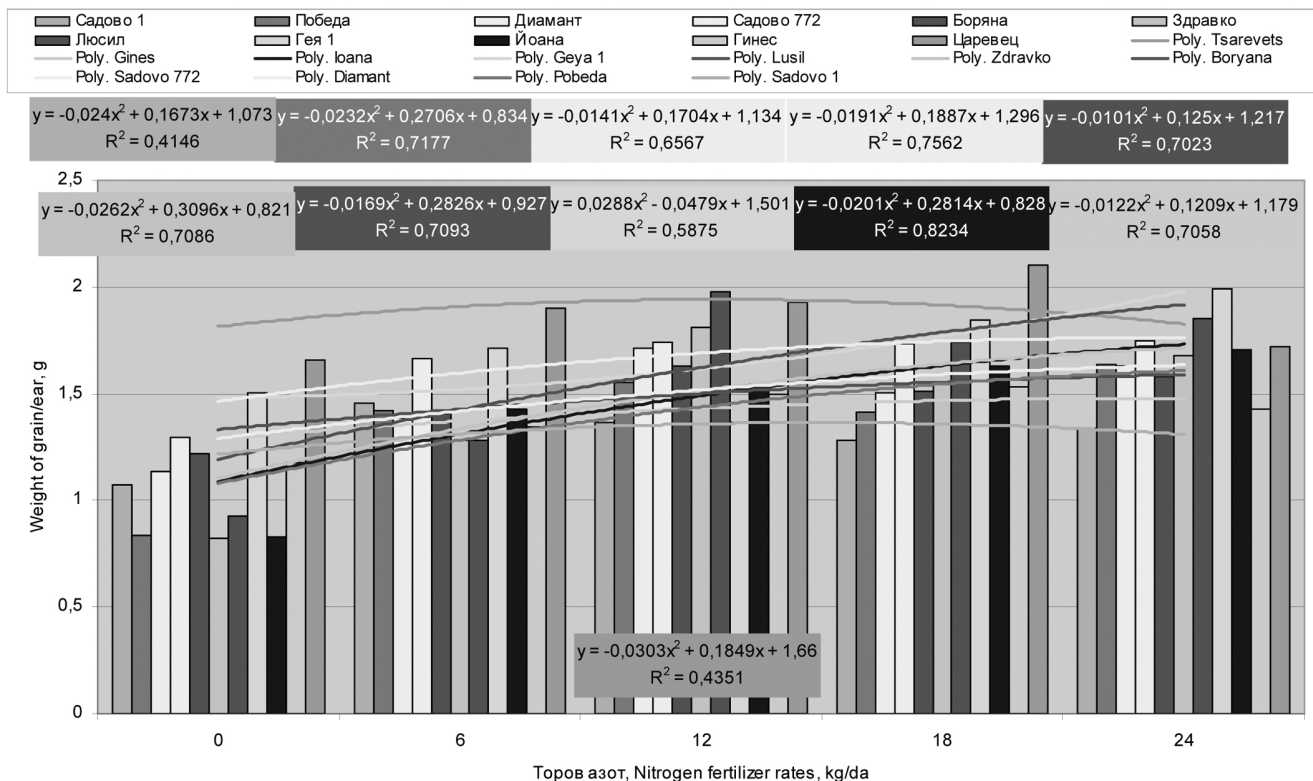
Фиг. 2. Брой зърна в клас
Fig. 2. Number of grains per ear

сортове, при които е определяща за абсолютната маса на зърното и за зърнения добив.

Целта на настоящото изследване беше да се установи степента на въздействие на комбинацията предшественик – азотна торова норма върху отделните параметри на посевите и компоненти на добива.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За целта на изследването са използвани петгодишни данни от полски торови опити, проведени в опитното поле на ИРГР – Садово върху Канеловидна Смолница (Pellic Vertisol, FAO). Опитите са залгани по метода на дробните парцелки в три повторения с по пет равнища на азотно торене: 0, 6, 12, 18



Фиг. 3. Маса на зърното в клас, g
Fig. 3. Weight of grain/ear, g

и 24 kg/da върху фон 8 kg/da P₂O₅. В изпитването са включените 11 сорта: Гей 1, Садово 772, Гинес 1322, Садово 1, Диамант, Царевец, Боряна, Здравко, Люсил, Победа и Йоана. През периода 2005 – 2007 г. като предшественик е използван съвместен редови посев от житни култури (сорго, просо и царевица), а през 2009 – 2010 г. – самостоятелен посев от нахут. Агrometeorologичните условия са без значими отклонения от климатичната норма за района и позволяват да се съпостави ефектът от различните предшественици. Единствено през месец януари 2007 г. температурите са по-високи от нормалните (фиг. 1). Сумата на валежите се изравнява с нормалната през 2005, 2009 и 2010 г. и я надвишава през 2006 и 2007 реколтни години. Уточняваме, че падналите през 2007 г. валежите бяха неравномерно разпределени по месеци и фази. Най-голямо количество валежи паднаха през третата десетдневка на месец май (74 mm/m²) и първата десетдневка на юни, когато за два дни (на 6. VI и 7. VI) са отчетени 125,3 mm/m². С изключение на изпитваните фактори, останалите агротехнологични практики са провеждани по възприетата за района технология, за пшеницата. По време на вегетацията са взимани растителни проби (1/4 метровки) от всяко повторение при настъпване на фенофазите вретене, цъфтеж и пълна зрялост. Извършени са биометрични измервания на взетите проби, химични анализи за съдържание на азот и фосфор, и статистическа обработка на всички получени данни чрез дисперсионен, корелационен, вариационен и регресионен анализ.

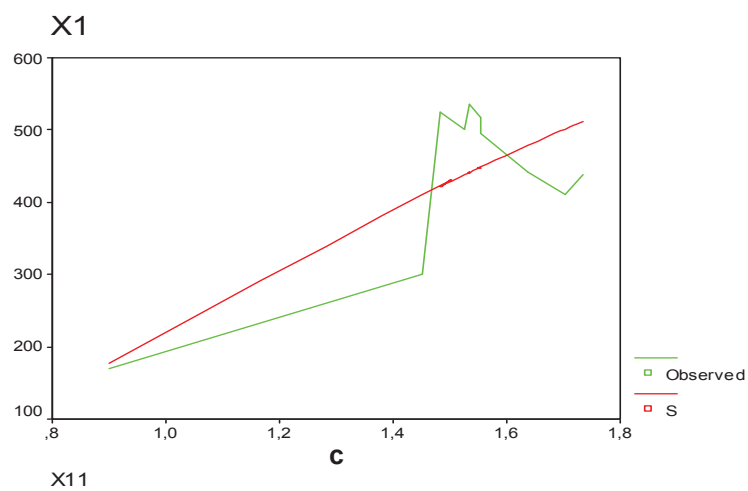
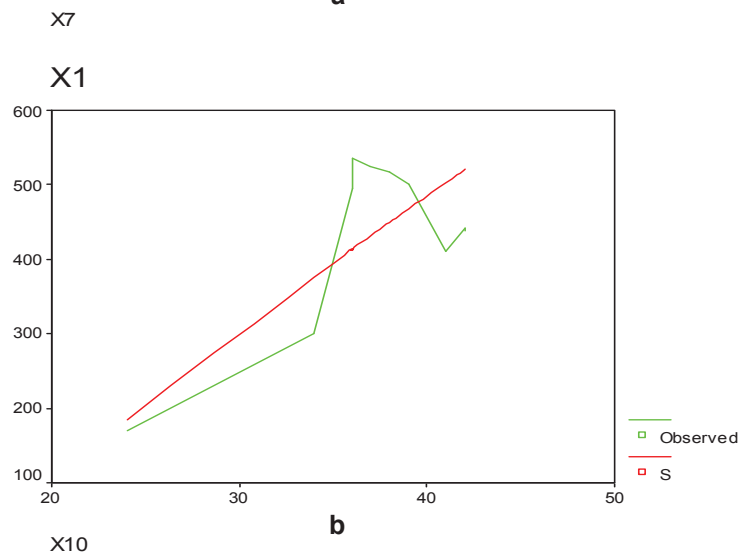
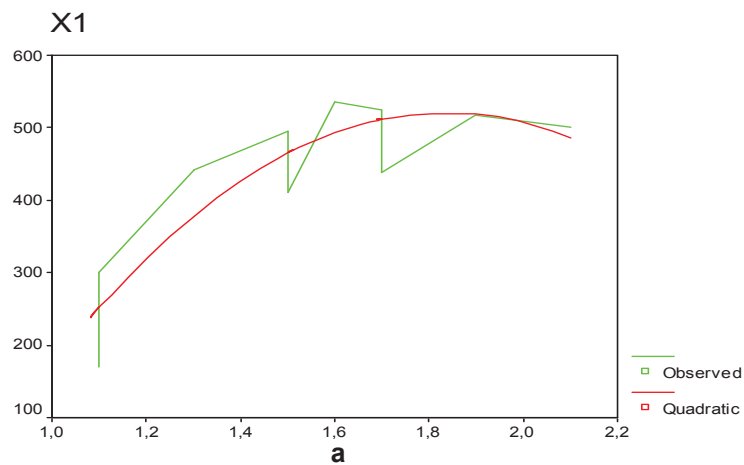
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Доказани разлики между сортовете има само за показателите брой класове на единица площ и абсо-

лютна маса на зърното (табл. 1). Гей 1 е с по-рядък класоносен стъблостой в сравнение с останалите сортове, Здравко е с по-ниска, а Боряна – с по-висока маса на 1000 зърна. По останалите показатели всички сортове са в групата на стандарта Садово 1. По сортове най-силно е варирането от торенето на общото и продуктивно братене; слабо до средно по сила е варирането на общата гъстота и гъстотата на класовете на квадратен метър, височината на растенията, броя и масата на зърната в клас. Вариационният анализ показва също, че масата на 1000 зърна и жътвеният индекс зависят основно от сорта и слабо варират от азотното торене.

В стойностите на жътвения индекс и масата на зърното в клас не се наблюдават доказани различия след различните предшественици (табл. 2), а варирането от генотипа и азотното торене е съответно средно и силно. За останалите показатели разликите след житен и бобов предшественик са доказани при ниво на значимост $p = 0,01\%$. Бобовият предшественик намалява варирането на общото братене, гъстотата на класовете, височината на растенията и броя на зърната в клас. Вариационният коефициент показва слабо вариране на абсолютната маса на зърното от генотипа и азотното торене, независимо от предшественика.

Промяната в нормите на торене не са се отразили значимо върху гъстотата на посева, общото братене, масата на 1000 зърна и жътвения индекс. Гъстотата на посева варира най-силно на фон N₁₂ и N₁₈, общото братене и жътвеният индекс – на нулев фон на торене, а масата на 1000 зърна варира слабо от генотипа и предшественика на всички торови равнища. При увеличение на торовата норма са от-



Аргумент (x)		Функция (y)		Модел	R ²	R ² коригиран	β ₁	β ₂	β ₃
X7	Продуктивно братене, бр. класове/растение	X1	Добив на зърно, kg/da	$y = a + bx + cx^2$	0,799	0,743	5,105	-4,363	
X10	Брой зърна в клас	X1	Добив на зърно, kg/da	$y = \exp(a+b/x)$	0,724	0,689	-0,851		
X11	Маса на зърното в клас, g	X1	Добив на зърно, kg/da	$y = \exp(a + b/x)$	0,738	0,705	-0,859		

Фиг. 4. Регресионни зависимости
Fig. 4. Regression dependences

Таблица 1. Вариационен анализ по сортове на структурните елементи на добива и жътвения индекс
Table 1. Variance analysis by varieties of structural components of yield and harvest inde

Показател		Садово 1	Победа	Диамант	Садово 772	Боряна	Здравко	Люсил	Гей 1	Йоана	Гинес	Царевец
Гъстота на посева, брой раст./m ²	M	304	320	302	278	268	322	264	265	292	303	385
	S	56	36	65	58	41	80	16	63	28	16	43
	R	18	11	21	21	15	25	6	24	10	5	11
	Sm%	9	6	11	10	8	12	3	12	5	3	6
Общо братене, средно брой братя/растение	M	2,9	2,8	2,6	2,6	3,5	2,8	3,0	2,8	2,8	3,1	3,7
	S	0,6	0,9	0,9	0,6	0,6	0,8	0,5	1,0	0,7	0,8	0,4
	R	20	33	33	22	18	28	17	34	26	27	11
	Sm%	10	17	17	11	9	14	8	17	13	14	5
Продуктивно братене, брой класове/раст.	M	1,3	1,2	1,6	1,4	1,1	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4	1,7
	S	0,4	0,3	0,4	0,6	0,2	0,6	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2
	R	31	27	26	42	17	44	32	42	16	31	12
	Sm%	16	13	13	21	9	22	16	21	8	16	6
Гъстота на класовете, брой класове/m ²	M	494 *	399	478	403	584	357	382	329 -	441	461	628
	S	108	92	112	55	92	56	71	83	67	69	64
	R	22	23	23	14	16	16	19	25	15	15	10
	Sm%	11	12	12	7	8	8	9	13	8	7	5
Височина на растенията, cm	M	81	83	78	79	*	70	79	69	73	86	122
	S	16	16	14	15	*	15	9	10	12	18	4
	R	20	19	18	19	*	21	11	15	16	21	4
	Sm%	10	9	9	10	*	11	5	7	8	11	2
Брой на зърната в клас	M	31	35	36	41	30	34	37	38	35	43	44
	S	6	7	9	10	2	9	10	6	8	9	3
	R	20	19	24	25	6	25	26	15	24	21	6
	Sm%	10	10	12	12	3	13	13	8	12	10	3
Маса на зърното в клас, g	M	1,402	1,372	1,425	1,606	1,539	1,430	1,556	1,685	1,428	1,408	1,862
	S	0,314	0,315	0,437	0,402	0,344	0,392	0,440	0,427	0,350	0,326	0,176
	R	22	23	31	25	22	27	28	25	25	23	9
	Sm%	11	11	15	13	11	14	14	13	12	12	5
Маса на 1000 зърна, g	M	41*	38	41	40	48++	37 -	39	44	41	30	41
	S	3	2	4	3	1	2	1	2	2	2	1
	R	7	7	9	8	2	4	3	4	4	5	3
	Sm%	3	3	5	4	1	2	2	2	2	3	1
Жътвен индекс, %	M	31	28	26	26	37	33	28	27	28	28	20
	S	4	5	4	1	4	12	4	5	5	6	3
	R	12	18	14	4	11	36	15	19	20	20	14
	Sm%	6	9	7	2	6	18	8	10	10	10	7

M - средно; S - средно квадратно отклонение; R - вариационен коефициент; Sm% - показател на точността.

четени доказани различия в стойностите на показателите продуктивно братене, гъстота на класовете, височина на растенията, брой и маса на зърното в клас. В същото време тези показатели варират значително от генотипа и предшественика особено на по-ниските равнища на торене (табл. 3).

Средният брой на зърната в един клас (фиг. 2) и масата на зърното в клас (фиг. 3) са двата показателя, за които от най-голямо значение е азотната торова норма, без разлика от предшественика. Максималните им стойности са при торене с най-високата торова норма 24 kg/da токов азот. Относителният дял на вариацията от торенето е най-голям при сорт Гей 1 за броя зърна в клас ($R^2 = 0,982$) и при сорт Йоана за маса на зърното в клас ($R^2 = 0,823$).

Корелационният анализ показва следните поло-

жителни зависимости (табл. 4): между броя на зърната в клас и масата на зърната в клас ($r = 0,965$). Общото братене положително корелира с продуктивното братене ($r = 0,802$), броя на зърната в клас ($r = 0,701$) и масата на зърното в клас ($r = 0,718$). Зависимостта на височината на растенията с гъстотата на посева ($r = 0,765$), общата братимост ($r = 0,949$) и продуктивна братимост ($r = 0,786$) е също положителна. Добивът на зърно е в положителна корелация с гъстотата на посева ($r = 0,648$), общото братене ($r = 0,956$), продуктивно братене ($r = 0,766$), височината на растенията ($r = 0,944$), броя на зърната в клас ($r = 0,697$) и масата на зърното в клас ($r = 0,716$).

Регресионната зависимост на добива с част от тези показатели, които често се използват като критерии в селекцията, е онагледена на фиг. 4.

Таблица 2. Вариационен анализ на структурните елементи на добива в зависимост от предшественика

Table 2. Variance analysis of yields structural elements by previous culture

Показател	Предшественик	Житен	Бобов
Гъстота на посева, брой раст./m ²	M	294	377+++
	S	45	86
	R	15	23
	Sm%	2	3
Гъстота на класовете, бр. класове/m ²	M	416	625+++
	S	82	69
	R	20	11
	Sm%	3	2
Маса на зърното в клас, g	M	1,485	1,530
	S	0,590	0,507
	R	40	33
	Sm%	5	5
Общо братене, среден брой братя/растение	M	2,9	3,8+++
	S	0,7	0,3
	R	24	8
	Sm%	3	1
Височина на растенията, cm	M	77	111+++
	S	13	9
	R	16	8
	Sm%	2	1
Маса на 1000 зърна, g	M	39	43+++
	S	4	3
	R	11	8
	Sm%	2	1
Продуктивно братене, бр. класове/растение	M	1,4	1,8+++
	S	0,5	0,5
	R	39	26
	Sm%	5	4
Брой на зърната в клас	M	37	37
	S	7	5
	R	20	14
	Sm%	3	2
Жътвен индекс, %	M	29	22
	S	6	5
	R	20	21
	Sm%	3	3

Таблица 3. Вариационен анализ на компонентите на добива при нарастващи равнища на торене с азот

Table 3. Variance analysis of yield components by increasing levels of nitrogen fertilization

Показател	Торов N, kg/da	0	6	12	18	24
Гъстота на посева, бр. раст./m ²	M	341	331	309	338	333
	S	75	107	104	86	69
	R	22	32	34	26	21
	Sm%	6	8	8	6	5
Общо братене, ср. бр. братя/растение	M	2,5	3,2	3,5	3,5	3,6
	S	1,2	0,6	0,7	0,6	0,7
	R	48	19	19	18	19
	Sm%	12	5	5	4	5
Продуктивно братене, бр. класове/растение	M	1,3	1,3	1,6+	1,5	1,9++
	S	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
	R	29	31	26	37	30
	Sm%	7	8	7	9	8
Гъстота на класовете, брой класове/m ²	M	444	480	513	524	576+
	S	145	134	134	118	112
	R	33	28	26	23	20
	Sm%	8	7	7	6	5
Височина на растенията, cm	M	74	88	93+	97++	95+
	S	26	17	17	14	14
	R	35	19	18	15	15
	Sm%	9	5	5	4	4
Брой на зърната в клас	M	29	35+	39+++	40+++	41+++
	S	7	6	6	6	6
	R	24	16	15	15	14
	Sm%	6	4	4	4	4
Маса на зърното в клас, g	M	1,169	1,485++	1,613+++	1,602+++	1,649+++
	S	0,402	0,537	0,473	0,476	0,435
	R	34	36	29	30	26
	Sm%	9	9	7	7	7
Маса на 1000 зърна, g	M	41	44	43	43	39
	S	6	4	4	4	4
	R	14	8	10	9	10
	Sm%	3	2	2	2	2
Жътвен индекс, %	M	28	26	27	27	24
	S	9	5	7	7	5
	R	32	21	25	27	20
	Sm%	8	5	6	7	5

Таблица 4. Корелационни коефициенти

Table 4. Correlation coefficients

	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17
X1	0,825**	0,918**	0,860**	0,648*	0,956**	0,766**	0,399	0,944**	0,697*	0,716*	0,520	-0,531	0,753*	-0,455	-0,523	0,054
X2	1,000	0,936**	0,972**	0,803**	0,852**	0,851**	0,472	0,943**	0,283	0,279	0,387	-0,608	0,706*	-0,492	-0,571	-0,189
X3		1,000	0,906**	0,648*	0,946**	0,929**	0,558	0,949**	0,582	0,559	0,344	-0,489	0,596	-0,290	-0,379	0,100
X4			1,000	0,814**	0,867**	0,786**	0,393	0,961**	0,286	0,332	0,505	-0,654*	0,804**	-0,605	-0,669*	-0,298
X5				1,000	0,539	0,504	0,253	0,765**	-0,035	-0,002	0,325	-0,638*	0,858**	-0,797**	-0,833**	-0,331
X6					1,000	0,802**	0,408	0,949**	0,701*	0,718*	0,572	-0,535	0,638*	-0,325	-0,410	0,020
X7						1,000	0,613	0,786**	0,516	0,462	0,020	-0,339	0,376	-0,077	-0,169	0,275
X8							1,000	0,390	0,279	0,161	-0,161	0,387	0,039	0,171	0,203	0,309
X9								1,000	0,490	0,515	0,570	-0,645*	0,784**	-0,530	-0,608	-0,148
X10									1,000	0,965**	0,248	-0,099	0,164	0,172	0,107	0,579
X11										1,000	0,371	-0,211	0,265	0,047	-0,018	0,454
X12											1,000	-0,508	0,599	-0,517	-0,545	-0,589
X13												1,000	-0,740*	0,702*	0,806**	0,391

	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28
X5	0,065	-0,513	0,076	0,462	-0,048	0,118	0,322	-0,078	-0,099	-0,097	0,698*
X6	-0,505	-0,077	-0,472	0,765**	0,465	0,523	0,162	0,490	0,500	0,523	0,847**
X7	-0,418	0,118	-0,295	0,895**	0,657*	0,607	-0,062	0,672*	0,671*	0,625	0,935*
X8	-0,721*	0,271	-0,690*	0,686*	0,621	0,400	-0,772**	0,672*	0,684*	0,710*	0,578
X9	-0,340	-0,280	-0,315	0,733*	0,312	0,398	0,252	0,319	0,322	0,345	0,895**
X10	-0,713*	0,575	-0,639*	0,666*	0,722*	0,829**	-0,073	0,744*	0,756*	0,785**	0,385
X11	-0,626	0,469	-0,589	0,570	0,567	0,725*	0,057	0,605	0,620	0,646*	0,341
X12	-0,135	-0,565	-0,266	-0,032	-0,282	-0,202	0,423	-0,275	-0,260	-0,148	0,227
X13	-0,388	0,536	-0,417	-0,201	0,205	-0,055	-0,877**	0,231	0,248	0,303	-0,487
	X29	X38	X37	X36	X35		X34	X33	X32	X31	X30
X5	0,282	0,649*	-0,151	-0,939**	-0,343		-0,117	-0,239	-0,332	-0,828**	0,738*
X6	0,749*	0,957**	0,318	-0,641*	-0,660*		0,423	0,386	-0,135	-0,855**	0,913**
X7	0,865**	0,766**	0,590	-0,431	-0,693*		0,681*	0,558	0,034	-0,857**	0,895**
X8	0,634*	0,399	0,418	-0,152	-0,814**		0,577	0,486	0,755*	-0,541	0,558
X9	0,647*	0,945**	0,182	-0,817**	-0,614		0,260	0,176	-0,228	-0,952**	0,951**
X10	0,799**	0,697*	0,506	-0,125	-0,503		0,653*	0,801**	0,095	-0,341	0,557
X11	0,717*	0,717*	0,405	-0,183	-0,369		0,530	0,695*	-0,030	-0,343	0,532
X12	-0,058	0,520	-0,419	-0,530	-0,158		-0,396	-0,329	-0,334	-0,344	0,308
X13	-0,120	-0,531	0,086	0,716*	-0,094		0,153	0,258	0,880**	0,551	-0,500

Легенда към таблица 4

X1	Добив, kg/da	X19	Азот в биомасата, цъфтеж, %
X2	Надземна биомаса, вретенене, kg/da	X20	Фосфор в биомасата, цъфтеж, %
X3	Надземна биомаса, цъфтеж, kg/da	X21	Азот в биомасата, пълна зрялост, %
X4	Надземна биомаса, пълна зрялост, kg/da	X22	Фосфор в сламата, %
X5	Гъстота на посева, бр. раст./m ²	X23	Азот в зърното, %
X6	Обща братимост, ср. бр. братя/раст.	X24	Фосфор в зърното, %
X7	Продуктивна братимост, бр. класове/раст.	X25	Фосфор, kg/da, вретенене
X8	Бр. класове/m ²	X26	Фосфор, kg/da, цъфтеж
X9	Височина на растенията, cm	X27	Фосфор, kg/da, пълна зрялост
X10	Бр. зърна в клас	X28	Протеин, kg/da, вретенене
X11	Маса на зърното в клас, g	X29	Протеин, kg/da, цъфтеж
X12	Маса на 1000 зърна, g	X30	Протеин, kg/da, пълна зрялост
X13	Жътвен индекс, %	X31	НЖИ, %
X14	Маса на зърното от пряка асимилация, kg/da	X32	РЖИ, %
X15	Реутилизация, kg/da	X33	Реутилизация на азота, %
X16	Ефективност на реутилизация, %	X34	Реутилизация на фосфора, %
X17	Азот в биомасата, вретенене, %	X35	Коефициент на използване на азота от торовете, %
X18	Фосфор в биомасата, вретенене, %	X36	Ефективност на реутилизация на азота, %
		X37	Ефективност на реутилизация на фосфора, %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При въвеждане на бобов предшественик в сеит-бообращението най-силно положително се повлияват показателите обща и продуктивна гъстота на посева, общо и продуктивно братене, и височина на растенията. Азотната торова норма е определяща за средния брой и масата на зърното в клас, чиито стойности не се различават след различните предшественици, но на различните торови равнища разликите им са статистически доказани. Масата на 1000 зърна и жътвеният индекс зависят основно от генотипа и не се променят съществено при увеличение на торенето. Добивът на зърно е в положителна корелация с гъстотата на посева, общото и продуктивно братене, височината на растенията, броя и масата на зърното в клас.

ЛИТЕРАТУРА

- Alvaro, F. et al. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in Mediterranean durum wheat. *Agronomy Journal*, 100, 2, 361-370
- Dogan, R., U. Bilgili. 2010. Effects of previous crop and

N-fertilization on seed yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under rain-fed Mediterranean conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16, 6, 733-739

Fischer, R. 2008. The importance of grain or kernel number in wheat: a replay to Sinclair and Jamieson. *Field Crops Research*, 105, 15-21

Guang-cail, Z. et al. 2009. Grain yield and protein components responding to the amount and rate of nitrogen application in winter wheat. *Journal of Triticeae Crops*, 09-02

Kelley, K., D. Sweeney. 2007. Placement of preplant liquid nitrogen and phosphorus fertilizer rate affects no-till wheat following different summer crops. *Agronomy Journal*, 99, 1009-1017

Sadras, V. 2007. Evolutionary aspects of the trade-off between seed size and number in crops. *Field Crops Research*, 100, 125-138

Sinclair, T., P. Jamieson. 2008. Yield and grain number of wheat: a correlation or causal relationship? Authors response to "The importance of grain or kernel number in wheat: a reply to Sinclair and Jamieson" by R. A. Fischer. *Field Crops Research*, 105, 22-26

Valério, I. et al. 2009. Seeding density in wheat genotypes as a function of tillering potential. *Scientia Agricola*, 66, 1.