

**РЕАКЦИЯ НА ПШЕНИЦА И ЦАРЕВИЦА КЪМ МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ
В УСЛОВИЯТА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА МОНОКУЛТУРА**

Тони К. Тонев

Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево

Резюме

Тонев, Т.К. 2007. Реакция на пшеница и царевица към минерално торене в условията на продължителна монокултура

Анализирани са резултати от траен полски опит, който се извежда в Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево от 1957 г. (2-полка пшеница – царевица), а през 1960 г. в съседство започва изпитването на две монокултури – пшеница и царевица. От средата на 60-те до края на 90-те години в сейтбообразованията се изпитват две нива на минерално торене – “обикновено” ($N_{120}P_{100}$ при монокултурите + K_{40}) и “интензивно” ($N_{180}P_{150}$, при монокултурите + K_{80}). От есента на 1999 г. торовите парцелки са разделени на 4 торови норми при спазване на съотношението $N:P:K = 1:0,8:0,5$, както следва: $T_1 - N_0P_0K_0$; $T_2 - N_{60}P_{50}$ (+ K_{30} при монокултурите); $T_3 - N_{120}P_{100}$ (+ K_{60}); $T_4 - N_{180}P_{150}$ (+ K_{90}). За настоящото изследване са използвани данни от 6-годишен период (2001-2006 г.), когато в опита е отглеждан сортът пшеница Енола, но на всеки 2 години са сменяни използвани хибриди царевица (Евелина, Русе-424 и Кларика). Установено е, че при правилно прилагане на възприетите в технологията практики, намалението на добива на зърно при продължително монокултурно отглеждане на пшеница, в сравнение с редуването след царевица за зърно, е средно с 11,9 %. Варирането във величината на добива по години, обаче, е по-високо. Използването на предсейтбена оран при бъзменното отглеждане на пшеницата дава предимства през години с редуцирана сума на валежите. Пшеницата, отглеждана като монокултура, проявява по-висока отзивчивост към нарастващо азотно торене (при съотношение $N:P:K = 1:0,8:0,5$) и изисква за формиране на максимален добив средно с 30 kg/ha по-висока азотна норма. И при двата начина на редуване ефектът от прилагане на единица азот намалява с нарастване на торовата норма. При изследване на структурните елементи и при двата начина на редуване най-висока корелация с добива се изчислява с височината на посева; броят на класоносните стъбла е показател, който е най-малко свързан с компонентите на класа, а най-висока вариабилност по години се отчита при масата на зърното от 1 клас. Царевицата проявява добрата си самопоносимост при отглеждане с оптимални норми на минерално торене, а при отглеждане без прилагане на торене добивът на зърно при бъзменно отглеждане съставлява 83,3 % от добива при редуване с пшеница. Подобно на пшеницата, царевицата отглеждана като монокултура, проявява по-висока отзивчивост към нарастващо азотно торене (при съотношение $N:P:K = 1:0,8:0,5$) и изисква за формиране на максимален добив средно с 60 kg/ha по-висока азотна норма. В сравнение с пшеницата, относителният ефект на азотното торене при монокултурното отглеждане на царевица е двукратно по-нисък, което се дължи на доминиращото значение на овлажняването за формирането на добива. При изследване на структурните елементи и при двата начина на редуване при царевицата

Реакция на пшеница и царевица към минерално торене в условията на продължителна монокултура

се установява, че най-показателен за нивото на добива признак е височината на посева.

Ключови думи: пшеница – царевица – продължителна монокултура – NPK-торене – добив на зърно – компоненти на добива

Abstract

Tonev, T.K. 2007. Response of winter wheat and grain maize grown with mineral fertilization in a long-term continuous crop

The results from a long-term field trial carried out at Dobroudja Agricultural Institute – General Toshevo since 1957 (two-field crop rotation) were analyzed; in close proximity to this trial the testing of two continuous crops, wheat and maize, was initiated in 1960. From the mid - 60's till the end of the 90's two levels of mineral fertilization were tested in crop rotation: "common" ($N_{120}P_{100}$, in the continuous crops + K_{40}) and "intensive" ($N_{180}P_{150}$, in the continuous crops + K_{80}). Since the autumn of 1999 the fertilization plots were divided into 4 fertilization norms, observing the ratio N:P:K = 1:0.8:0.5 as follows: $T_1 - N_0P_0K_0$; $T_2 - N_{60}P_{50}$ (+ K_{80} in the continuous crops); $T_3 - N_{120}P_{100}$ (+ K_{60}); $T_4 - N_{180}P_{150}$ (+ K_{90}). In this study data from a six-year period (2001-2006) were used, when wheat variety Enola was grown in the trial, but every two years the maize hybrids were changed (Evelina, Rousse-424 and Clarica). It was established that in correctly observing the accepted agricultural practices, grain yield decrease under long term growing of wheat in continuous crop was with a mean of 11.9 % in comparison to crop rotation with grain maize. The variation in yield value by year was however higher. The use of pre-sowing ploughing in continuous growing of wheat was advantageous in those years when the precipitation sum was lower. Wheat grown as continuous crop demonstrated higher responsiveness to increasing nitrogen fertilization (at ratio N:P:K = 1:0.8:0.5) and required a mean nitrogen norm higher with 30 kg/ha for maximum yield formation. In both types of crop rotation the effect per nitrogen unit decreased with the increase of the fertilization norm. In investigating the structural elements of yield, in both types of crop rotation highest correlation with yield was calculated for crop height; the number of spike-bearing stems was an index which was least related to the spike components, and highest variability by years was registered for grain weight per spike. Maize exhibited its good self-compatibility when grown with optimal mineral fertilization norms; when grown without fertilization, grain yield from the continuous crop amounted to 83.3 % of the yield obtained in crop rotation with wheat. Similar to wheat, maize grown as continuous crop demonstrated higher responsiveness to increasing nitrogen fertilization (at ratio N:P:K = 1:0.8:0.5) and required a nitrogen norm with averagely 60 kg/ha more for maximum yield formation. In comparison to wheat, the relative effect of nitrogen fertilization in continuous growing of maize was two times lower due to the dominant importance of moisture for yield formation. Investigating the structural elements of yield, it was established that in both types of crop rotation with maize the character crop height was most indicative for the yield level.

Key words: winter wheat – maize – long-term continuous crop – NPK-fertilization – grain yield – yield components

УВОД

Изследванията върху отглеждането на пшеница в краткотрайна и продължителна монокултура при условия на Североизточна България имат 50-годишна история. В една от първите публикации (Василев и Щерева; 1973), базирана на резултати от трайни полски опити в Карнобат и Генерал Тошево, се установява, че средното намаление на добива при монокултурно отглеждане е 10-15 %, в сравнение с добива след предшественик царевица за зърно. Средно за 26 години (1961-1986 г.) Щерева и др. (1989) установяват, че негативното влияние на монокултурното отглеждане е

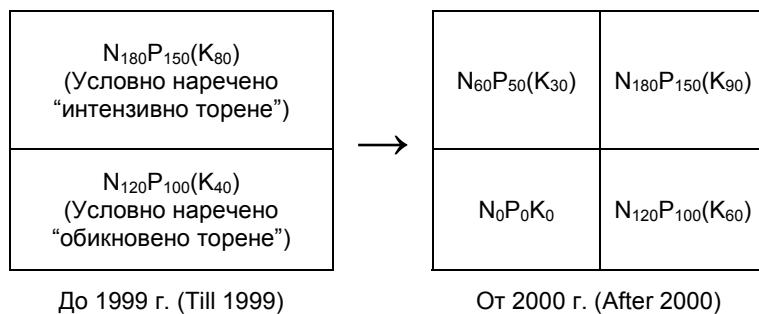
18,4 %, което през 1980 г. достига 45,5 %. В последващи изследвания самопонасимостта при пшеницата е анализирана и от гледна точка на измененията в агрохимичната характеристика на почвата (Джонева и др., 1976; Нанкова и др., 1994 и 1996), биологичната й активност (Талева и Щерева, 1977), риска от базични и коренови гниенета (Петков и др., 1991), качеството на зърното (Щерева и др., 1988; Щерева и др., 1989; Stoeva & Tonev, 2003). За разлика от пшеницата, резултатите от опита с царевица за зърно са слабо анализирани.

Целта на настоящото изследване е да се направи сравнителна оценка на ефекта от нарастващото минерално торене при зимната пшеница и царевицата, отглеждани в продължителни монокултури, съпоставен с ефекта от торенето в продължителното редуване на двете култури в 2-полно сейтбообращение.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Анализирани са резултати от траен полски опит, който се извежда в Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево от 1957 г. През същата година е заложено изпитването на двуполката пшеница – царевица, която в настоящото изследване изпълнява ролята на контрола. През 1960 г. в съседство започва изпитването на две монокултури – пшеница и царевица.

От средата на 60-те до края на 90-те години в тези три сейтбообращения се изпитват две нива на минерално торене (Kg/ha), условно приети като: "обикновено торене" ($N_{120}P_{100}$, при монокултурите + K_{40}) и "интензивно торене" ($N_{180}P_{150}$, при монокултурите + K_{80}). От есента на 1999 г. торовите парцелки са разделени по дължина на две (фиг. 1) и започва изпитването на 4 торови норми при спазване на възприетото в опита съотношение между макроторовете N:P:K = 1:0,8:0,5, както следва: $T_1 - N_0P_0K_0$; $T_2 - N_{60}P_{50}$ (+ K_{30} при монокултурите); $T_3 - N_{120}P_{100}$ (+ K_{60}); $T_4 - N_{180}P_{150}$ (+ K_{90}). Внасянето на торовете става във възприетите в технологията на отглеждане на двете култури срокове, а именно: РК при монокултурата пшеница се внасят преди предсейтбената оран, при царевица (монокултура и 2-полно сейтбообращение) – преди основната обработка на почвата; фосфорното торене на пшеницата след предшественик царевица става преди първото дискуване; азотното торене при пшеницата се извършва еднократно, като късно зимно подхранване, а при царевицата – също еднократно, но предсейтбено.



До 1999 г. (Till 1999)

От 2000 г. (After 2000)

Фиг. 1. Промяна на вариантите на торене в опита през 2000 г.

Fig. 1. Change of the variants of mineral fertilization after 2000

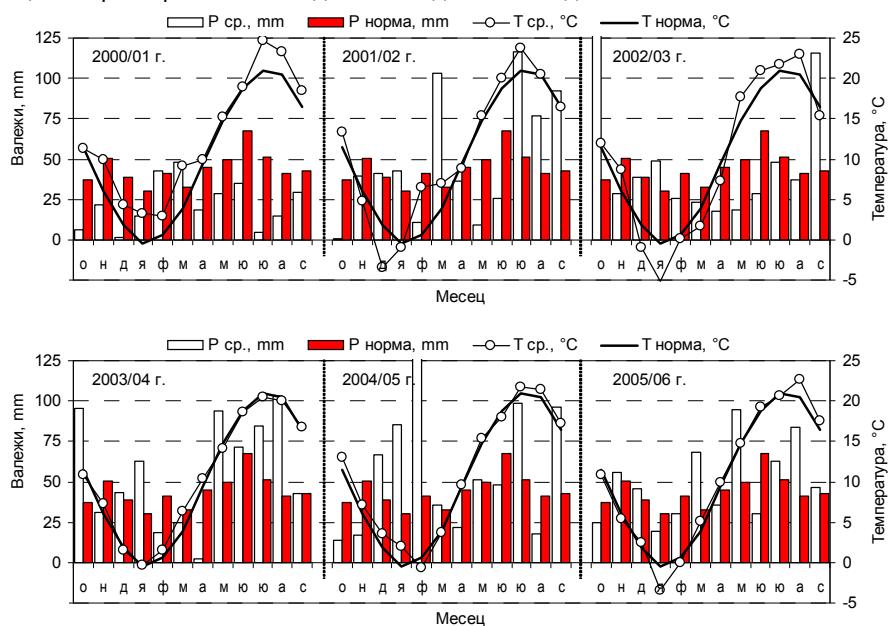
От залагането на опита няколократно са сменяни използваните генотипове, като най-продължително са засявани сорт пшеница Плиска (18 години) и хибрида царевица Pioneer 3737 (10 години). За настоящото изследване са използвани данни от 6-годишен период (2001-2006 г.), когато в опита е отглеждан сортът пшеница Енола, но на всеки 2 години са сменяни използваните хибриди царевица (Евелина, Русе-424 и Кларика) – близки по ранозрятост по класификацията на ФАО.

Реакция на пшеница и царевица към минерално торене в условията на продължителна монокултура

Добивът на зърно от пшеница е определян от реколтни парцели $22,5 \text{ m}^2$, като прибирането е директно, с парцелков комбайн. Добивът на зърно от царевица е определян от реколтни парцели 20 m^2 , след ръчно прибиране на кочаните и преизчисляване чрез относителния дял на зърното в кочана при стандартна влага. При пшеницата и царевицата към пълна зрялост са вземани представителни пробы за определяне на компонентите на добива, както следва:

- При пшеница – височина на растенията (cm), брой класоносни стъбла/ m^2 , дължина на 1 клас (cm), брой зърна в 1 клас, маса на зърното в 1 клас (g), маса на 1000 зърна (g);
- При царевица – височина на растенията (cm), брой кочани на 1 растение, дължина на 1 кочан (cm), диаметър на 1 кочан (осреднен от 2 измервания, cm), маса на зърното в 1 кочан (g), маса на 1000 зърна (g).

Периодът на изследването включва години с разнообразни условия и може да бъде приет за представителен за условията на Североизточна България (фиг. 2). Общите характеристики на отделните години са следните:



- 2000/01 г. – сушава през зимния и пролетния период; условията за презимуване на пшеницата – благоприятни; екстремално суха и гореща през летните месеци и есента; условия за отглеждане на царевица липсват (в производството голямата площ от царевицата е силажирана);
- 2001/02 г. – сушата продължава през есента и не позволява поникване на есенниците (то настъпва в края на януари); пролетните месеци са благоприятни за есенниците и добивите са добри; летните месеци са благоприятни за царевицата и добивите са високи;
- 2002/03 г. – есента е оптимално влажна и топла, и липсват условия за закаляване на есенниците; рязко застудяване през декември е причина за мащабно измръзване на есенните зърнено-житни и добивите от тях са ниски; валежите през летните месеци са под нормата, а температурите на въздуха – по-високи – въпреки това годината може да се приеме за средна по отношение на условията за отглеждане

на царевица;

♦ 2003/04 г. – условията през есента и зимата са благоприятни за презимуване на пшеницата; през март и април настъпва ранно пролетно засушаване, което културата преодолява през май и получените добиви са сравнително високи; целият лятен период с обилни валежи при температури около нормата – получени са рекордни добиви от царевица, но и висок естествен инфекциозен фон на фузариум;

♦ 2004/05 г. – наднормената сума на валежите продължава до февруари 2005 г.; условията за презимуване на пшеницата са благоприятни; през март настъпва епифитотия на фузариум по класа, която редуцира силно добива и физичните качества на зърното; условията за отглеждане на царевица са благоприятни;

♦ 2005/06 г. – през зимните месеци пада само един валеж от сняг със стопанско значение; в края на януари са регистрирани температури около и под -20 °C без снежна покривка, което е причина за частично разреждане на посевите от измръзване; условията през пролетта и лятото са благоприятни за получаването на високи добиви то двете култури.

Изследването е представително за условията на слабо излужените черноземи на равнинна Добруджа, които, според Йоловски и др. (1959), се характеризират със сравнително мощен хумусен хоризонт (60-80 см), неутрална реакция и средно съдържание на хумус и общ азот в орница, слаба запасеност с общ и подвижен фосфор, и добра с калий.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

I. Пшеница

Добивът на зърно от сорта Енола, отглеждан безсменно през 6-годишния период варира под влияние на проученото минерално торене между 1167 kg/ha (реколтна 2003 г., торене с $N_{120}P_{100}K_{60}$) и 7740 kg/ha (реколтна 2006 г., торене с $N_{180}P_{150}K_{90}$) – табл. 1. Средно за периода и за изпитаните нива на минерално торене е получен добив от 3585 kg/ha, а варирането на средните нива на добива по години е между 1273 и 6022 kg/ha, т.е. 4749 kg/ha (132,5 % спрямо средния за културата). Сравнен със средния добив след предшественик царевица за зърно, добивът от продължителната монокултура е с 11,9 % по нисък, а относителното вариране на средния добив от пшеница, отглеждана в 2-полно сейтбообращение е по-слабо – между 1393 и 5891 kg/ha (т.е. 110,6 % спрямо средния). Тази тенденция е едно от преимуществата на правилното редуване на културите в сейтбообращения, а по отношение на същия опит е констатирана и в предшестващо наше изследване (Тонев и Щерева, 1996).

По-високият среден добив от пшеница, отглеждана в контролното сейтбообращение, се дължи най-вече на реколтната 2002 г., през която средното превишение е значително – с 2324 kg/ha (79,6 %). През годината с епифитотия на фузариум (2005 г.), обаче, средният добив на зърно в продължителната монокултура превишава добива в 2-полното сейтбообращение с 485 kg/ha (14,2 %). Това се дължи на по-високата инфекция, resp. влошенните физични качества на зърното, при отглеждане след предшественик царевица за зърно – установени от прецизно изследване върху компонентите на класа в същия опит (Tonev et al., 2007). По-благоприятни условия за растежа и развитието на пшеницата, отглеждана като монокултура, са налице и през най-сухата година (2000/01 г.). През същата година извършването на предсейтбена оран в опита с монокултура е предимство за акумулирането на влага през есенно-зимния период и превишението в добива спрямо предшественик царевица е чувствително при високите NPK-норми – до 13,7 %. Вероятно по-различна преценка за влиянието на условията на такива години може да бъде направена при друга схема на опита. При настоящата не е възможно сейтбата

Таблица 1. Добив на зърно от пшеница в зависимост от селитбообрашението и изпитаното минерално торене, kg/ha
Table 1. Grain yield of winter wheat depending on crop rotation and mineral fertilization, kg/ha

Variant	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06		Средно	
	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%		
N ₀ P ₀ K ₀	1947	1680	1346	2033	2787	3916	140,5	3656	3656	2787	3840	188,9	160,0	
N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	3768	c	193,5	2443	a	145,2	1246	92,6	3840	c	232,4	4102	c	
N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	4094	c	210,3	3760	c	223,4	1167	86,7	4724	c	256,0	4758	c	
N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	4005	c	205,7	3790	c	225,2	1334	99,1	5205	c	170,7	7740	c	
Средно	3454		2918		1273		3951		3891		3067		6022	
N ₀ P ₀	2329		4080		701		3103		2910		2910		3585	
O ₀ N ₆₀ P ₅₀	3442	c	147,8	5220	b	127,9	1456	c	207,7	5066	c	163,3	3746	c
N ₁₂₀ P ₁₀₀	3600	c	154,6	5867	c	143,8	1662	c	237,1	5712	c	184,1	3994	c
N ₁₈₀ P ₁₅₀	3605	c	154,8	5800	c	142,2	1753	c	250,1	7036	c	226,7	3816	c
Средно	3244		5242		1393		5229		3406		3406		5891	
GD5%	351		748		355		691		339		553		211	
GD1%	477		1019		483		941		461		753		279	
GD0,1%	644		1374		651		1269		622		1016		359	

Забележки: (1) Относителният добив е спрямо неторения вариант; (2) ^{a,b,c} – Статистически достоверни разлики спрямо неторения вариант за нива на P , съответно 5, 1 и 0,1 %
 Notes: (1) Relative yield was calculated according to non-fertilized variant; (2) ^{a,b,c} – Significant differences according to non-fertilized variant at level of $P = 5$, 1 and 0,1 %, respectively

на пшеницата, отглеждана като монокултура, да бъде извършена по-рано от сеитбата след предшественик царевица за зърно. От друга страна, по-късната сеитба, според Петков и др. (1989), намалява риска от инфекция с коренови и базични гниенета при монокултурното отглеждане.

Прилагането на нарастващи азотни норми (във възприетото съотношение с фосфор и калий) е агрономически фактор с висок ефект върху добива на зърно от пшеница. Средно за 6-годишен период добивът на зърно при монокултурното отглеждане нараства при внасяне на N_{60} РК с 56,6 % спрямо неторения вариант; при торене с N_{120} – с 83,5 % (17,2 % спрямо N_{60}); при торене с N_{180} – с 99,5 % (8,7 % спрямо N_{120}). Следователно, в съответствие с утвърденото разбиране, с нарастване на азотната норма ефектът на единица вложен азот намалява.

По-висок относителен ефект на минералното торене е отчетен през годините с по-добро обезпечаване с влага през пролетта (2001/02, 2003/04 и 2005/06 г.). Като години със специфични условия по отношение ефекта от торенето могат да бъдат посочени 2000/01 г., 2002/03 г. и 2004/05 г. Първата година от тази група е представителна за условия на екстремално засушаване. Тя се характеризира с нисък добив на неторения вариант и по-високи от очакваните добиви от торените варианти. Както вече беше отбелязано по-горе, основна причина за по-доброто състояние на торените посеви е извършването на предсейтбена оран,resp. подобрения воден режим в почвата при лимитирана сума на валежите. Опитната 2002/03 г. е годината със силно разредени от измръзване посеви, с вторично заплевеляване през май и юни. При субоптималната гъстота на тези посеви, без съмнение ефектът от минералното торене е нетипичен за културата. По-слабото влияние на нарастващото минерално торене върху добива от пшеница през реколтната 2005 г. се дължи на епифитотията от фузариум – с нарастване на торовата норма, от една страна, се увеличава делът на видимо заразените класове, а, от друга страна, намалява абсолютната маса на зърното във видимо здравите класове. Паралелно с абсолютното намаляване на добива по причина на заразата с фузариум, той намалява и по технологични причини – изхвърляне на неизхранените зърна при механизираното прибиране на културата. Тези причини намират потвърждение и в данните, касаещи отглеждането на пшеницата след предшественик царевица за зърно.

Таблица 2. Самостоятелен ефект на начина на редуване (RT) и минералното торене (MF), и комбиниран ефект (RT x MF), определени чрез F-критерия по години и средно за периода върху добива от пшеница

Table 2. Independent effect of rotation type (RT) and mineral fertilization (MF), and combined effect (RT x MF) due to F-criteria values per years and average for the period on winter wheat grain yield

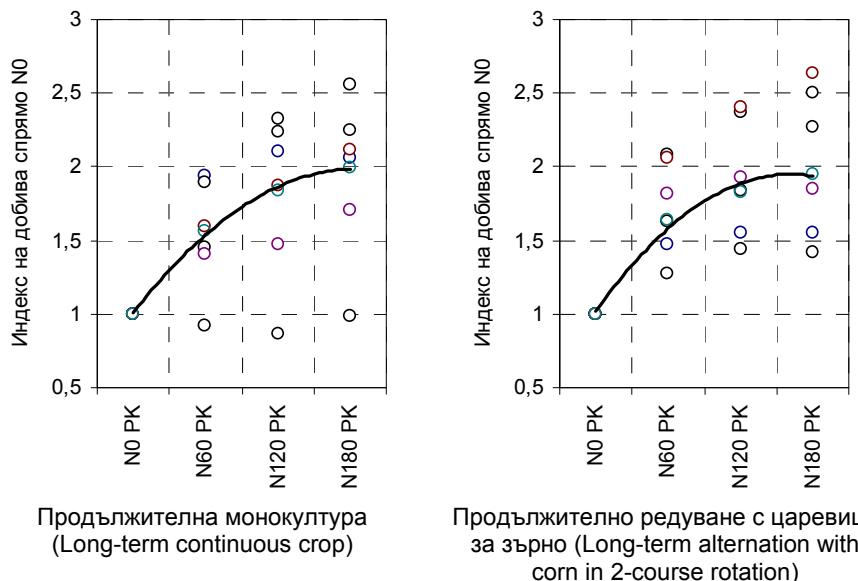
Година, период (Year, Period)	Самостоятелен ефект (Independent effect)		Комбиниран ефект (Combined effect)		
	Начин на редуване (Rotation type) RT	Минерално торене (Mineral fertilization) MF	RT x MF	Средно за 6 г. с условията на годината (With year conditions) YC	
				RT x YC	MF x YC
2001	35.89***	23.67***	14.78***		
2002	3.36	38.97***	1.30		
2003	4.83	3.61	4.37		
2004	35.20***	38.10***	2.01		
2005	48.05***	33.69***	11.34***		
2006	83.12***	69.76***	7.43***		
2001-2006	36.50***	186.35***	1.15	35.66***	11.00***

*** - Статистическа достоверност на F за нива на P 0,1 % (** - Statistical significance of F for rate of P 0,1 %)

Реакция на пшеница и царевица към минерално торене в условията на продължителна монокултура

Резултатите от двуфакторните и многофакторния дисперсионни анализи (табл. 2), базирани на стойността на F-критерия за самостоятелния и комбинирания ефект на проучените фактори, потвърждават направения по-горе коментар и дават основание да се направят следните заключения:

- В многогодишен аспект нарастващото минерално торене е с по-силно изразено влияние върху величината на добива от пшеница, в сравнение с начина на редуване (монокултура или след предшественик царевица).
- Типът на сейтбообразчието проявява по-силно своето влияние върху добива под влияние на условията на годината.
- Двата изследвани фактора на агротехниката оказват достоверно комбинирано влияние върху добива на зърно през специфични в агроеокологично отношение години (при екстремална суша, обилни валежи или епифитотия).



Фиг. 3. Теоретично изменение на относителния индекс на добива от пшеница под влияние на нарастващото минералното торене и начина на редуване
Fig. 3. Theoretical change of winter wheat yield index depending on increasing mineral fertilization and rotation type

При прилагане на възприетата за оптимална торова норма – $N_{120}P_{100}K_{60}$ (Клочков и др., 1988; Касимов и др., 1999), отглеждането на пшеницата при редуване с царевица дава средно с 12,7 % по-висок добив на зърно, в сравнение с монокултурното отглеждане. Увеличаването на торовата норма до $N_{180}PK$ води до нарастване и на добива на зърно, което при монокултурата е статистически достоверно през 2 от годините, а при отглеждането в 2-полка – през 3 години. Очевидно е, че реакцията на пшеницата към нарастващото минерално торене е твърде близка след двата предшественика. За изследване на този ефект, независимо от достигнатите абсолютни нива на добива, е използван относителен индекс на добива, изчислен като отношение на добива от всяко ниво на торене спрямо добива от неторенния вариант след същия предшественик. По този начин е съхранена вариабилността по години, но данните са приведени към сравняеми стойности в многогодишен аспект и се изменят в диапазона от 0,87 до 2,56. Представените на фиг. 3 експериментални индекси и кривите на теоретичното им изменение показват, че колкото по-висока е торовата норма, толкова по-голямо е варирането на добива между отделните години. Теоретичното изменение на добива под влияние на нарастващата торова норма и в двата типа на

сейтбообращение е подобно и следва параболична крива. Теоретичните максимуми на добива след двата предшественика са при по-висока от приетата за оптimalна норма на торене – $N_{150}P$ при отглеждане след царевица за зърно и $N_{180}PK$ при отглеждане като продължителна монокултура. Тези резултати са твърде близки до изводите на Петрова (1982), което може да се тълкува като трайна тенденция в реакцията на културата към минерално торене в условията на слабо излужения чернозем на Добруджа.

Компонентите на добива от пшеница са представени като средни стойности за изпитаните нива на минерално торене (табл. 3) и по години за възприетата като оптималната торова норма (табл. 4).

Таблица 3. Компоненти на добива на зърно от пшеница – по нива на

минерално торене и средно за периода на изследването

Table 3. Yield components in winter wheat – by fertilization rates and average for the period 2001-2006

Сейтбообращение (Crop rotation)	Минерално торене (Mineral fertilization)	Бой класоносни стъбла/м ² (Nb spikes/m ²)	Вис. на раст., см (Plant height, cm)	Дължина на 1 клас, см (Spike length, cm)	Брой зърна в 1 клас (Nb grains in a spike)	Маса на зърн. от 1 кл., г (Grain weight in spike, g)	Маса на 1000 зърна, г (1000-grain weight, g)	Хектолит. маса, kg (Hectoliter weight, Kg)
Монокултура (Continuous winter wheat)	$N_0P_0K_0$ $N_{60}P_{50}K_{30}$ $N_{120}P_{100}K_{60}$ $N_{180}P_{150}K_{90}$	363 418 437 480	56,7 66,9 69,4 70,4	8,1 9,5 9,8 10,1	35,3 40,8 43,2 45,5	1,49 1,75 1,82 1,92	41,83 42,35 42,78 40,73	78,0 78,2 78,2 77,8
2-полно (2-course rotation 'corn – wheat')	N_0P_0 $N_{60}P_{50}$ $N_{120}P_{100}$ $N_{180}P_{150}$	441 505 513 521	57,5 65,2 69,7 70,2	7,8 9,0 9,6 9,7	33,4 39,2 42,8 43,6	1,49 1,70 1,74 1,82	42,28 42,07 40,78 40,35	79,4 77,9 77,2 76,0

Данните показват, че нарастващото NPK-торене влияе най-слабо върху физичните показатели на зърното – маса на 1000 зърна и хектолитрова маса, а изменя положително останалите компоненти, подобно на величината на добива, но в по-ниска степен. В крайна сметка тенденцията към нарастване на броя на класоносните стъбла (до 32 %) и на всеки от компонентите на класа (до 24 % при дължината на класа; до 31 % при броя на зърната в класа; до 29 % при масата на зърното в класа) с увеличаване на торовата норма, се мултилицира върху добива на зърно. Влиянието на условията на годината върху същите показатели, особено при монокултурно отглеждане на пшеницата, е по-значително и относителното им вариране, спрямо средните за периода стойности, е, както следва:

- ♦ при височината на растенията – между 58,4 и 122,1 %;
- ♦ при броя на класоносните стъбла – между 82,2 и 129,1 %;
- ♦ при дължината на класа – между 75,5 и 112,2 %;
- ♦ при броя на зърната в класа – между 66,7 и 124,1 %;
- ♦ при масата на зърната в 1 клас – между 55,0 и 135,2 %.

За установяване на зависимостта между добива на зърно от пшеница и неговите компоненти е направен корелационен анализ, който показва. Тази зависимост е по-добре изразена при продължителната монокултура, но се потвърждава и при данните след предшественик царевица за зърно. Най-висока положителна степен на корелация се установява с височината на посева ($r = +0,910^{***}$ в монокултурата и $+0,780^{**}$ в двуполката). Броят на класоносните стъбла, в рамките на оптималната норма на сейтба, е показател, чието изменение е в най-малка степен свързано с компонентите на класа

Таблица 4. Компоненти на добива на зърно от пшеница – по години, от оптималната норма на торене ($N_{120}P_{100}K_{60}$)
Table 4. Yield components in winter wheat – per years in the variant of optimal rate of mineral fertilization ($N_{120}P_{100}K_{60}$)

Показател (Indices)		2001	2002	2003	2004	2005	2006	Cp. (Av.)
Монокултура пшеница	Височина на растенията, cm (Plant height, cm)	75,8	67,3	40,5	69,3	78,5	84,7	69,4
	Брой класоносни стъбла/ m^2 (Spike numbers per m^2)	381	364	407	572	454	444	432
	Дължина на 1 клас, cm (Spike length, cm)	10,1	11,0	7,4	9,1	10,6	10,5	9,8
	Брой зърна в 1 клас (Grains number per a spike)	42,7	51,2	28,8	38,6	44,4	53,6	43,2
	Маса на зърното в 1 клас, g (Grains weight per spike, g)	1,82	2,42	1,00	1,46	1,77	2,46	1,82
	Маса на 1000 зърна, g (1000-grain weight, g)	40,12	48,15	33,27	43,42	45,20	46,53	42,78
	Хектолитрова маса, kg (Hectoliter weight, kg)	81,5	78,2	73,4	79,2	77,2	79,5	78,2
2-полно сеитбообразение	Височина на растенията, cm (Plant height, cm)	71,6	72,7	42,5	69,2	80,9	81,3	69,7
	Брой класоносни стъбла/ m^2 (Spike numbers per m^2)	537	444	509	594	476	520	513
	Дължина на 1 клас, cm (Spike length, cm)	9,4	11,3	8,1	9,8	9,9	9,0	9,6
	Брой зърна в 1 клас (Grains number per a spike)	42,3	58,8	28,3	43,9	40,2	43,0	42,8
	Маса на зърното в 1 клас, g (Grains weight per spike, g)	1,62	2,41	1,07	1,99	1,46	1,91	1,74
	Маса на 1000 зърна, g (1000-grain weight, g)	33,98	41,17	36,00	45,33	45,07	43,12	40,78
	Хектолитрова маса, kg (Hectoliter weight, kg)	78,3	77,1	70,5	80,8	77,1	79,4	77,2

и физичните свойства на зърното. Корелационните връзки в групата показатели, характеризиращи класа – дължина, брой и маса на зърната, са с висока степен на статистическа достоверност и след двата предшественика – пшеница и царевица, а по стойности са, както следва:

- ◆ между дължината и броя зърна – $r = +0,931^{***}$ и $+0,924^{***}$;
- ◆ между дължината и масата на зърната – $r = +0,881^{***}$ и $+0,781^{**}$;
- ◆ между броя и масата на зърната – $r = +0,981^{***}$ и $+0,940^{***}$.

Анализът върху отглеждането на културата пшеница в продължителна монокултура с прилагане на нарастващи норми на минерално торене и сравнено с продължителното й редуване с царевица за зърно в 2-полно сеитбообразение, дава основание да се направи следното **обобщение**:

- ◆ При правилно прилагане на възприетите в технологията практики намалението на добива на зърно при продължително монокултурно отглеждане е средно с 11,9 %. Варирането във величината на добива под влияние на условията на годината, обаче, е по-високо. Използването на предсейтбена оран при безсменното отглеждане на пшеницата дава предимства през години с редуцирана сума на валежите.

- ◆ Пшеницата, отглеждана като монокултура, проявява по-висока отзивчивост към нарастващо азотно торене (при съотношение $N:P:K = 1:0,8:0,5$) и изисква за

формиране на максимален добив средно с 30 kg/ha по-висока азотна норма. И при двата начина на редуване ефектът от прилагане на единица азот намалява с нарастване на торовата норма.

◆ При изследване на структурните елементи и при двата начина на сейтбооборот най-висока корелация с добива се изчислява с височината на посева. Броят на класоносните стъбла е показател, който е най-малко свързан с компонентите на класа, а най-висока вариабилност по години се отчита при масата на зърното от 1 клас.

II. Царевица

Царевицата е култура с относително добра самопоносимост. Ето защо, популярно е виждането, че ако се налага да се използва повторката и краткотрайната монокултура като агрономическа практика, най-добре е то да става при царевицата (Джумалиева и др., 1976). Известно е, също така, че царевицата е сред културите с най-висок продуктивен потенциал и е силно взискателна към овлажняването. Добрите водно-физични свойства на слабо излужените черноземи и по-малката честота на засушливи периоди правят Добруджа един от главните райони за производство на царевица в България при неполивни условия.

Класическите разбириания за тази култура намират в различна степен потвърждение в резултатите от настоящото изследване. Високата чувствителност на царевицата към засушаване е добре изразена чрез добива от първата година на изследването – 2001 г. (табл. 5). През останалите 5 години (2002-2006 г.) получените средни добиви на зърно са по-скоро високи – между 6,90 и 11,18 t/ha при монокултурното отглеждане и между 7,55 и 11,64 t/ha след предшественик пшеница. При сравняване добивите при двата начина на редуване се установяват следните особености:

◆ Средно за 6 години царевицата за зърно, отглеждана като продължителна монокултура при възприетото за оптимално минерално торене (N_{120} PK) дава с 3,6 % по-нисък добив, спрямо царевицата, отглеждана в 2-полно сейтбообращение след предшественик пшеница. През една от годините (2003 г.) понижението е равно на средното за периода, през две от годините (2002 и 2006 г.) то е значително по ниско – 86,1 и 89,7 спрямо двуполката, а през останалите три (2001, 2004 и 2005 г.) добивът на зърно при монокултурно отглеждане превишава добива след контролния предшественик пшеница.

◆ Средно за 6 години добивът на зърно от неторена царевица, отглеждана като монокултура, е по-нисък от добива след предшественик пшеница с 16,7 %. През същия период само през една от годините (2002 г.) разликата между двата начина на редуване без прилагане на минерално торене е незначителна. Влошаването на самопоносимостта при неторената царевица е зависимост, която Джумалиева и Василев (1986) обясняват с високите нужди на царевицата от хранителни вещества, които в много по-малка степен се задоволяват при безсменно отглеждане. Това е и основната причина за по-високият ефект от прилагане на нарастващо минерално торене при царевицата, отглеждана като продължителна монокултура.

Средно за 6 години добивът на зърно от царевица нараства пропорционално с увеличаване на азотната норма в диапазона 0-180 kg/ha N от 5,72 на 8,60 t/ha, т.е. с 50,3 %. Най-високо относително нарастване се отчита между неторения вариант и торене с N_{60} PK – с 24,4 %. Ефектът от прилагане на по-високи норми системно намалява, както следва – до 19,0 % между N_{120} и N_{60} , и до 1,7 % между максималната и оптималната торови норми. Царевицата, отглеждана след предшественик пшеница в 2-полно сейтбообращение, също се влияе положително от нарастващото минерално торене, но общият ефект е двукратно по-нисък, достигайки средно за периода 25,3 %.

Таблица 5. Добив на зърно от царевица в зависимост от селтбообразчилието и изпитаното минерално торене, t/ha
Table 5. Corn grain yield depending on crop rotation and mineral fertilization, t/ha

Вариант Variant	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06		Средно % t/ha
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	
NoP ₀ K ₀	0,73		7,21		6,07		8,32		7,01		4,98		5,72
N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	0,28 ^A	38,4	8,02	111,4	6,50	107,1	11,12 ^C	133,6	9,86 ^C	140,6	6,91 ^C	138,7	
N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	0,31 ^A	42,1	8,91 ^B	123,7	7,83 ^C	129,0	12,63 ^C	151,8	11,97 ^C	170,8	9,09 ^C	182,5	
N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0,30 ^A	40,4	9,27 ^C	128,6	7,22 ^B	119,1	12,65 ^C	152,0	11,86 ^C	169,3	10,28 ^C	206,4	
Средно	0,40		8,35		6,90		11,18		10,18		7,81		7,47
NoP ₀	1,14		7,34		6,96		10,36		9,07		6,33		6,87
N ₆₀ P ₅₀	0,90		78,5	9,40 ^A	128,1	7,71	110,7	12,06 ^A	116,4	9,71	107,0	7,55 ^C	119,2
N ₁₂₀ P ₁₀₀	0,30 ^C	26,6	10,35 ^C	141,0	8,11 ^B	116,5	12,18 ^B	117,6	11,55 ^C	127,3	10,13 ^C	160,0	8,77 ^C
N ₁₈₀ P ₁₅₀	0,38 ^C	33,1	10,35 ^C	140,9	7,41	106,4	11,94 ^A	115,3	11,45 ^B	126,1	10,12 ^C	159,8	8,61 ^C
Средно	0,68		9,36		7,55		11,64		10,45		8,53		8,03
GD5%	0,33		0,91		0,80		1,30		1,27		0,65		0,37
GD1%	0,46		1,24		1,09		1,77		1,72		0,89		0,49
GD _{0,1%}	0,61		1,67		1,48		2,39		2,39		1,20		0,63

Забележки: (1) Относителният добив е спрямо неторения вариант; (2) ^{A,B,C} – Статистически достоверни разлики спрямо неторения вариант за нива на P , съответно 5, 1 и 0,1 %
 Notes: (1) Relative yield was calculated according to non-fertilized variant; (2) ^{A,B,C} – Significant differences according to non-fertilized variant at level of $P = 5$, 1 and 0,1 %, respectively

Специфична по отношение на ефекта от нарастващата минерална норма е екстремално сухата 2001 г. През същата година прилагането на минерално торене въобще има негативен ефект върху добива на зърно от царевица. Поради твърде ниските нива на добива през същата година, обаче, това противоречиво на тенденцията влияние има слабо отражение върху средните за периода стойности.

Резултатите от дисперсионния анализ на данните по години и средно за периода (табл. 6) са красноречиви за това, че начинът на редуване има значително по-слаб самостоятелен ефект върху добива на зърно от царевица, в сравнение с минералното торене. Статистически достоверно комбинирано влияние на тези проучени фактори върху добива се установява средно за периода на изследването, а условията на годината оказват силно влияние върху ефект от нарастващата минерална норма.

Таблица 6. Самостоятелен ефект на начина на редуване (RT) и минералното торене (MF), и комбиниран ефект (RT x MF), определени чрез F-критерия по години и средно за периода върху добива от царевица,

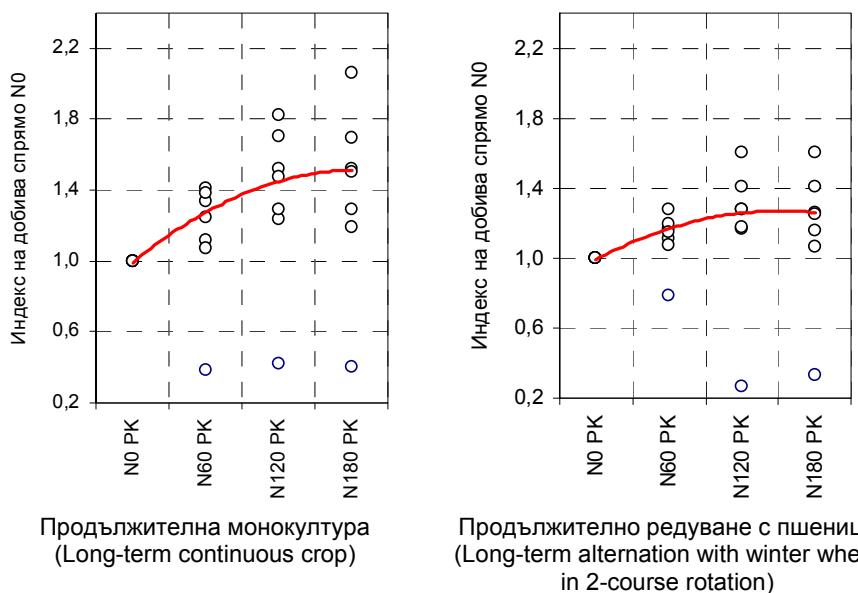
Table 6. Independent effect of rotation type (RT) and mineral fertilization (MF), and combined effect (RT x MF) due to F-criteria values per years and average for the period on corn grain yield

Година, период (Year, Period)	Самостоятелен ефект (Independent effect)		Комбиниран ефект (Combined effect)		
	Начин на редуване (Rotation type) RT	Минерално торене (Mineral fertilization) MF	RT x MF	Средно за 6 г. с условията на годината (With year conditions) YC	
				RT x YC	MF x YC
2001	1,94	8,47***	1,08		
2002	6,84*	14,13***	2,12		
2003	0,01	5,69**	1,78		
2004	3,94	8,14***	2,40		
2005	3,62	15,06***	2,64		
2006	18,77***	93,09***	2,17		
2001-2006	19,69***	70,67***	3,83*	0,88	8,10***

* , ** , *** - Статистическа достоверност на F за нива на Р съответно 5, 1 и 0,1 % (** - Statistical significance of F for rates of P 5, 1 and 0,1 %, respectively)

Различията между двете изследвани култури – пшеница и царевица, по отношение на отзивчивостта им към азотно торене (на оптимален РК-фон) личат много добре при сравняване на относителният ефект от нарастващите норми, както при безсменно отглеждане, така и при редуване в двуполка. В сравнение с пшеницата, царевицата проявява като цяло по-слаба отзивчивост на торене. Заедно с това, правилното редуване прави отглеждането на царевицата по-икономично.

Изчислените теоретични трендове на добива под влияние на нарастващата азотна норма (фиг. 4) потвърждават направения по-горе анализ и показват, че за постигане на максимален добив при безсменно отглеждане на царевицата се изисква най-високата изпитана азотна норма и средният ефект спрямо N_0 е в границите на 50 %. При равни и по-високи абсолютни нива на добива при високите норми на торене, относителният ефект от нарастващото азотно торене при отглеждане на царевицата след пшеница е почти двукратно по-нисък, а максимум на добива се получава при прилагане на нормата N_{120} РК. Очевидно е, че, въпреки високия биологичен потенциал на царевицата, респ. износ на макроелементи, лимитирацият фактор за получаването на висок добив в условията на Добруджа не е от технологично естество (в случая минералното торене), а овлажняването.



Фиг. 4. Теоретично изменение на относителния индекс на добива от царевица под влияние на нарастващото минералното торене и начина на редуване
Fig. 4. Theoretical change of corn yield index depending on increasing mineral fertilization and rotation type

Таблица 7. Компоненти на добива на зърно от царевица – по нива

на минерално торене и средно за периода на изследването

Table 7. Yield components in grain maize – by fertilization rates and average for the period 2001-2006

Селскообращение (Crop rotation)	Минерално торене (Mineral fertilization)	Височина на раст., см (Plant height, cm)	Брой кочани на 1 раст. (Nb corn-cobs per plant)	Дължина на кочана, см (Cob-cob length, cm)	Диаметър на 1 кочан, см (Corn-cob diameter, cm)	Маса на зърното в 1 кочан, г (Grain weight in a cob, g)	Маса на 1000 зърна, г (1000-grain weight, g)
Монокултура (Long-term continuous corn)	N ₀ P ₀ K ₀	169,0	0,9	14,3	3,5	114,25	290,48
	N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	184,9	1,1	15,5	3,9	133,00	291,84
	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	185,0	1,2	15,6	3,9	137,82	314,67
	N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	188,6	1,2	16,5	4,1	146,00	315,09
2-полно (2- course rotation 'wheat – corn')	N ₀ P ₀	176,1	1,0	15,0	3,9	125,67	296,69
	N ₆₀ P ₅₀	183,9	1,1	16,0	3,9	136,55	319,27
	N ₁₂₀ P ₁₀₀	185,6	1,1	16,3	4,1	144,45	326,48
	N ₁₈₀ P ₁₅₀	187,0	1,2	16,3	4,1	150,72	325,69

Анализът върху компонентите на добива при царевицата по норми на торене (средно за периода на изследването) и по години (средно за начина на редуване) показва, че за най-устойчив на влияния от екологичен и технологичен характер, и поради това, генетически детерминиран, е признака диаметъра на кочана (табл. 7 и 8). Нарастващата азотна норма (при възприетото съотношение с Р и К) оказва

положително влияние върху всеки от изследваните компоненти на добива и в това отношение не се очертава специфични различия под влияние на начина на редуване – безсменно или в двуполка. Специфично проявление по отношение броя на кочаните на едно растение се наблюдава през 2005 г., когато добивът на зърно се формира най-вече за сметка на увеличения брой кочани, а средните стойности на дължината и диаметъра на 1 кочан са по-ниски, най-вероятно в резултат от компенсаторна реакция на културата.

Таблица 8. Компоненти на добива на зърно от царевица – по години
и средно за проучените норми на торене

Table 8. Yield components in grain maize – per years and average
for studied rates of fertilization

Показател (Indices)		2001	2002	2003	2004	2005	2006	Cр. (Av.)
Монокултура царевица	Височина на растенията, см (Plant height, cm)	132,8	170,3	155,0	238,1	196,5	198,5	181,9
	Брой кочани на 1 раст. (Nb of corn-cobs per plant)	0,5	1,1	0,9	1,1	1,7	1,3	1,1
	Дължина на 1 кочан, см (Cob length, cm)	8,6	16,4	18,1	20,3	13,8	15,9	15,5
	Диаметър на 1 кочан, см (Cob diameter, cm)	2,8	4,3	4,5	4,1	3,5	4,0	3,9
	Маса на зърн. в 1 кочан, г (Grain weight in a cob, g)	33,8	129,6	184,9	195,8	122,7	129,9	132,8
	Маса на 1000 зърна, г (1000-grain weight, g)	220,1	378,2	318,6	365,7	292,9	242,6	303,0
2-полно сейтбоощение	Височина на растенията, см (Plant height, cm)	144,9	172,0	157,4	232,2	195,7	196,8	183,1
	Брой кочани на 1 раст. (Nb of corn-cobs per plant)	0,5	1,0	0,9	1,3	1,7	1,4	1,1
	Дължина на 1 кочан, см (Cob length, cm)	9,7	16,9	18,7	20,4	14,0	15,6	15,9
	Диаметър на 1 кочан, см (Cob diameter, cm)	3,2	4,2	4,6	4,1	3,9	3,9	4,0
	Маса на зърн. в 1 кочан, г (Grain weight in a cob, g)	50,2	151,0	197,4	184,5	120,6	132,4	139,3
	Маса на 1000 зърна, г (1000-grain weight, g)	224,3	383,0	352,2	376,5	288,7	277,4	317,0

Корелационният анализ на данните показва, че добивът на зърно корелира достоверно и положително със всички изследвани компоненти на добива, като най-високи стойности на r са изчислени с височината на растенията ($+0,856^{***}$ за монокултурното отглеждане и $+0,806^{***}$ след предшественик пшеница). Много добре изразени и положителни са взаимовръзките между компонентите на кочана – дължина, диаметър и маса на зърното в 1 кочан. Колкото по-голяма е дължината на кочана, толкова по-голям е неговия диаметър ($r = +0,890^{***}$ при безсменно отглеждане и $+0,856^{***}$ при отглеждане след пшеница). С най-висока степен на статистическа достоверност е корелацията между дължината на кочана и масата на зърното ($r = +0,977^{***}$ при безсменно отглеждане и $+0,972^{**}$ при отглеждане в двуполка с пшеница).

Анализът върху отглеждането на културата царевица в продължителна монокултура с прилагане на нарастващи норми на минерално торене и сравнено с продължителното й редуване с пшеница в 2-полно сейтбоощение, дава основание да се направи следното **обобщение**:

Реакция на пшеница и царевица към минерално торене в условията на продължителна монокултура

- ◆ Царевицата проявява добрата си самопоносимост при отглеждане с оптimalни норми на минерално торене, а при отглеждане без прилагане на торене добивът на зърно при безсменно отглеждане съставлява 83,3 % от добива при редуване с пшеница.
- ◆ Подобно на пшеницата, царевицата отглеждана като монокултура, проявява по-висока отзивчивост към нарастващо азотно торене (при съотношение N:P:K = 1:0,8:0,5) и изисква за формиране на максимален добив средно с 60 kg/ha по-висока азотна норма. В сравнение с пшеницата, относителният ефект на азотното торене при монокултурното отглеждане на царевица е двукратно по-нисък, което се дължи на доминиращото значение на овлажняването за формирането на добива.
- ◆ При изследване на структурните елементи и при двата начина на редуване при царевицата се установява, че най-показателен за нивото на добива признак е височината на посева.

ЛИТЕРАТУРА

- Василев, А., Л. Щерева (1973)** Отглеждане на пшеницата като монокултура, В сб.: Проблеми на селекцията и агротехниката на пшеницата, С., 393-402.
- Джонева, Л., Л. Щерева, С. Кръстанов (1976)** Промени на органичното вещество в слабо излужен чернозем от Южна Добруджа под влияние на агротехниката, *Почвознание и агрохимия*, XI, № 6: 59-65.
- Джумалиева, Д., Д. Георгиев, И. Калайджиев, К. Константинова (1976)** Нови тенденции по проблема за редуване на полските култури във връзка с концентрацията и специализацията на селскостопанското производство, Междунар. науч.-техн. конференция "Земеустроство и използване на поземлените ресурси", 28-29 окт. 1976 г., Плевен, Сб. доклади, 74-88.
- Джумалиева, Д., А. Василев (1986)** Поносимост и самопоносимост на полските култури, В. кн.: Сейтбообращения при интензивното земеделие, Зеиздат, С., 74-128.
- Йолевски, М., К. Мачева, П. Петков (1959)** Почвите в опитното поле на Добруджанския институт, *Научни трудове на ДСНИ*, № 3: 5-47.
- Касимов, И., И. Панайотов, К. Костов, Т. Тонев, П. Янков, М. Нанкова, И. Илиев, П. Димитров, Г. Събев, Д. Георгиев (1999)** Обикновена зимна пшеница, *Земеделие плюс*, № 3: 11-22.
- Клочков, Б., А. Караванов, А. Димов, Б. Симеонов, В. Ковачев, Д. Давидов, Д. Иванов, Г. Господинов, Г. Събев, И. Димитров, И. Калинов, И. Луков, Г. Москов, И. Панайотов, Л. Щерева, М. Господинов, М. Кръстева, М. Йолевски, М. Петкова, Н. Дончев, П. Иванов, П. Палазов, П. Щерев, Т. Захариев, Х. Контев, Х. Филипов, Я. Георгиева (1988)** Технология за производство на пшеница по агроекологични райони, В сб.: Технологии за производство на зърнени култури, НАПС, С., 3-49.
- Нанкова М., Т. Тонев, Л. Щерева (1994)** Изменения питательного режима слабо выщелоченного чернозема в зависимости от длительного удобрения и чередования культур, Юбилейная научная конференция "50 лет МНИИПК", 14-16 июня 1994, Бэлць, Молдова.
- Нанкова М., Т. Тонев, Л. Щерева (1996)** Фракционен състав на хумуса на слабо излужен чернозем в зависимост от продължителното торене и типа на сейтбообращението; II. Влияние на типа на сейтбообращението, *Почвознание, агрохимия и екология*, (XXXI), т. III: 115-117.
- Петков, П., Л. Щерева, Б. Клочков (1989)** Влияние на някои агротехнически мероприятия върху развитието на базичното гниене и добивите от пшеницата, отглеждана на стърнище, Научни трудове на Юбилейна научна сесия "25 години КОС Ямбол", 56-62.

- Петков, П., Т. Тонев, Л. Щерева (1991)** Влияние на сейтбооборота, торенето и сортовите особености на пшеницата върху нападението от коренови и базични гниенета, Национална научно-техническа конференция "Космос - природа - човек '91", 29-30 октомври 1991 г., Ямбол.
- Петрова, М. (1982)** Оптимизиране на минералното торене на зимната мека пшеница, отглеждана в условията на изложен чернозем, Автореферат на докторска дисертация, С.
- Талева, А., Л. Щерева (1977)** Изменения на микрофлората от ризосферната зона на пшеницата под влияние на минералното торене и обработката на почвата, IV Национален конгрес по микробиология, София, Сборник доклади, 289-294.
- Тонев Т., Л. Щерева (1996)** Резултати от отглеждане на пшеница в продължителна монокултура и двуполка за периода 1983-1992 г., *Почвопроявление, агрохимия и екология*, № 1: 29-33.
- Щерева, Л., И. Стоева, М. Нанкова (1989)** Продуктивност на пшеницата и качеството на зърното при продължително отглеждане в двуполка царевица – пшеница и монокултура, Научни трудове на Юбилейна научна сесия "25 години КОС Ямбол", 30-36.
- Stoeva, I. and T. Tonev (2003)** Yield and quality performance of winter wheat variety Pliska during 15 years of cropping with different fertilization level and rotation, *Bulg. J. Agric. Sci.*, 9, No. 3: 297-303.
- Tonev, T.K., V. Kiryakova & G. Milev (2007)** Spike components change after epiphytoty of fusarium head blight in winter wheat caused by some agronomy factors; I. Effect of long-term crop rotation, mineral fertilization and sowing term, *Communications in Biometry and Crop Science* (In press).

Реакция на пшеница и царевица към минерално торене в условията на продължителна монокултура
