

ЗАВИСИМОСТ МЕЖДУ ТЕМПЕРАТУРАТА НА ПОСЕВА ОТ ПШЕНИЦА И ДОБИВА

Георги Стоименов, Вера Ценова, Йорданка Киркова
Институт по почвознание "Никола Пушкарров", София

Резюме

Стоименов, Г., В. Ценова, Й. Киркова. 2007. Зависимост между температурата на посева от пшеница и добива

Тригодишен полски опит с пшеница сорт Садово 1 е изведен на излужена ливадно-канелена почва в Цалапица, обл. Пловдив. Реализирани са варианти с различен предшественик, третиране с биоторове, като от всички варианти има неполивна контрола и вариант поливан по показанията на Инфрачервен термометър. Всички варианти са в три повторения. Добивът при варианта с предшественик фасул е 1,4 пъти по-висок в сравнение с този с предшественик пшеница при неполивни и поливни условия, а напояването повишава добива 1,8 пъти и при двата предшественика. Третирането с биоторове подобрява сухоустойчивостта на културата и ефективността на използване на водата. Получени са зависимости "добив - подадена вода" (за поливните варианти тя е сума от валежите за периода X-VI+поливки) с $R^2 = 0,929$ и "добив- брой дни с $dT>0$ ", с $R^2 = 0,830$.

Ключови думи: Пшеница – температура на посева – температурна разлика (dT) – добив

Abstract

Stoimenov, G., V. Tzenova & Y. Kirkova. 2007. Correlation between wheat canopy temperature and yield

A three year field experiment with wheat Sadovo 1 was carried out on leached meadow-cinnamonic soil in Tzalapitza, Plovdiv region. Variants with different predecessors and two bio-fertilizers were realized under non-irrigated and irrigated conditions by infrared thermometer. All variants were in 3 replications. The yield in the variant wheat after bean was 1.4 times higher than in the variant wheat after wheat under non irrigated and irrigated conditions. The irrigation increased 1.8 times the yield after the two predecessors. The bio-fertilizers improved drought resistance and crop water use efficiency. The following correlations were obtained: "yield - water supplied" (for the variants with irrigation it was the sum of precipitation during the period October – June + total irrigation depth), with $R^2=0,929$ and "yield- number of days with $dT>0$ " with $R^2=0,830$.

Key words: Winter wheat – canopy temperature – temperature difference (dT) – grain yield

УВОД

През последните няколко десетилетия, независимо от общото повишение на добива от зърнени култури, се регистрират и големи колебания на многогодишния му ход, което предполага, че винаги метеорологичните условия са оказвали влияние

върху хлебния и фуражен баланс на страната и изхранването на населението. Неблагоприятни за това се смятат тези агрометеорологични условия, при които добивите падат под 50 % от средните многогодишни стойности на основните земеделски култури. Затова в нашата страна отдавна се проявява интерес към многогодишните колебания на метеорологичните елементи, като особено внимание се отделя на сумата на валежите през вегетационния период (Славов и Русева, 2000).

Неравномерното разпределение на валежите по години и месеци често нанася големи щети на земеделието. Нашата страна се намира в зоната на неустойчивото овлажняване. Ето защо се налага да се развият научните и организационни условия за събиране и съхранение на оскъдните водни ресурси и икономичното им използване в площите на селскостопанските култури.

Влагообеспечеността на селскостопанските култури има решаващо значение за отглеждането им. Най-точната оценка на условията на овлажнение може да се направи по съдържанието на продуктивна влага в почвата, защото това е влагата, която те реално ползват. Закономерностите на формиране на запасите на продуктивна влага в почвата и тяхната количествена оценка в различните климатични райони и при различни почвени типове и климатични зони най-точно определят размера на добива от зърно.

През втората половина на миналия век многогодишните колебания на продуктивните почвени влагозапаси при черноземите в Северна България показват, че в коренообитаемия слой при зимната пшеница до дълбочина 1 m те непрекъснато намаляват, особено изразено през пролетно-лятната вегетация. При естествено овлажнение още през първите години на настоящия век продуктивните почвени влагозапаси спадат под оптималната влага (70% ППВ), особено през периода "изкласяване- узряване" от фенологичното развитие на пшеницата. Това увеличава вероятността добивите от зимна пшеница да паднат под средните многогодишни стойности, което пък създава затруднения в изхранването на населението. Затова според учените от НИХМ при БАН е необходимо да се внесат корекции в агротехниката на пшеницата и осигуряването на водни ресурси за напояване на зимната пшеница.

Моментът за напояване засега се определя или по съдържанието на влага в почвата, или по климатични фактори (Kutilek and Nielsen, 1994), в някои случаи (най-често при научни изследвания-посредством сорбционни преобразуватели на почвена влага т.н. гипсови блокчета (Киркова, 1984; Колев и др., 1983) или тензиометри (Kolev et al., 1985). Често чрез визуални наблюдения върху културите се съставя график за напояване (Smajstria et al., 1997). Като последица от този субективен метод на лице е понякога избързване или закъсняване с поливките. Така, ценната и скъпа вода се разходва субективно.

Много автори (Heerman and Duke, 1978; Hatfield, 1980; Howel et al., 1984; Pinter and Reginato, 1981, 1982; Walker and Hatfield, 1983; Hatfield, 1990; Gardner et al., 1992; Стоименов, 2001; Kirkova and Stoimenov, 2003, Киркова, 2003) използват за оценка на водния статус на растенията разликата в температурата на посева (T_c), измерена с инфрачервен термометър (ИЧТ) и температурата на околния въздух (T_a). Тази разлика включва интегралното влияние на водата и атмосферната среда и се проявява като подобър индикатор на воден стрес на растенията от наличната влажност, която е зависещ само от почвата индекс (Chopra et al., 1990). Тя може да се използва за определяне момента за напояване и на необходимата поливна норма (Kirkova and Stoimenov, 2007). Това е бърз метод, не изисква предварително залагане в почвата на стационарни датчици. Той позволява автоматизация на поливния процес (Wanjura and Upchurch, 1992; Wanjura et al., 1993, 1995; Wanjura et al., 1995; Abraham, 1999; Peters and Evett, 2005) и не е скъп.

От различните автори, работили по този метод са получени зависимости между температурната разлика и почвената влажност (Hatfield, 1983; Reginato and Carrot, 1987; Стоименов, 2001; Kirkova and Stoimenov, 2003; Киркова, 2003), влагозапаса в коренообитаемия слой (Стоименов, 2001; Киркова и Стоименов, 2001; Киркова, 2003),

евапотранспирацията (Стоименов, 2001; Киркова, 2003; Kirkova and Stoimenov, 2007), поливната норма (Киркова, 2003; Kirkova and Stoimenov, 2007), с добива (Walker and Hatfield, 1983; Smith et al., 1985), водния потенциал на листа (Pinter and Reginato, 1981; O'Toole et al., 1984; Jackson, 1991; Стоименов, 2001), и ефективността на използване на водата (Киркова, 2003).

Целта на настоящото изследване да се установи влиянието на температурата на посев от пшеница през различни периоди от нейното фенологично развитие върху добива от културата.

МЕТОДИ И АПАРАТУРА

Тригодишен (2004-2006 г.) опит с пшеница сорт Садово 1 е изведен на излужена ливадно-канелена почва в Опитно поле на ИП "Н. Пушкиров" – с. Цалапица, обл. Пловдив. През 2004 г. опитът е с 2 варианта: с предшественик фасул и с предшественик пшеница. През 2005 г. вариантите са: неторен, оптимално торен с NPK (100% NPK), 50 % NPK + биотор "Хумустим", 100% NPK + "Хумустим". През 2006 г. опитът е със следните варианти : 70% NPK + биотор "Хумусил", 100% NPK+ "Хумусил", 100% NPK, неторено + зелено торене (заравяне на растителни отпадаци през есента) и неторен.

Всички тези варианти са и с 2 подварианта на влажностен режим: неполивен и поливен по показанията на ИЧТ. Всички варианти са в три повторения. Поливките (по 60mm) са реализирани чрез дъждуване на 02.05. и 25.05.2004 г., на 28.04., 04.05 и 18.05. 2005 и с една поливка на 25.05.2006 г.

Измерванията с Инфрачервения термометър се правят ежедневно в 14 часа. Определен е добивът зърно от всички варианти и повторения.

ОПИТНИ РЕЗУЛТАТИ

Сумата валежи за периода от засяване до прибиране (X-VI) за експерименталните години е най-малка през първата и най-голяма през последната (2006), а сумата валежи през пролетния вегетационен период (III-VI) е най-висока за 2004 г., когато най-много валежи са паднали в края на периода (юни), следвана от 2006 г., когато най-малка е сумата валежи през май и най-малка е сумата валежи за 2005 г., когато най-много валежи са паднали през май (табл. 1). В нея са дадени освен това и сумите от валежите за периодите III-V и IV-VI, с цел оценка коя от сумите корелира най-добре с крайния добив.

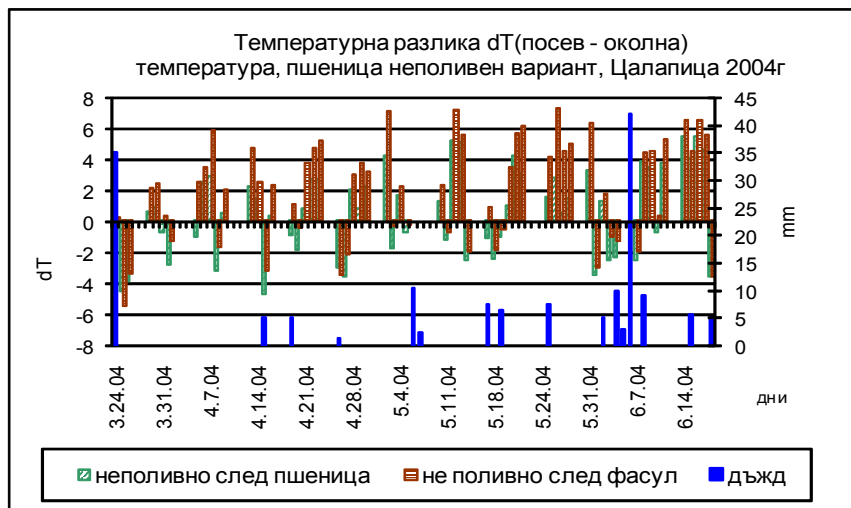
Таблица 1. Месечни суми валежи през вегетационния период на пшеницата през експерименталните години, l/m²

Table 1. Month precipitation sum during vegetation period of experimental years, l/m²

Месеци и периоди	Година		
	2004	2005	2006
III	57	18,2	65,7
IV	11,3	7,5	46
V	34,5	75	19
VI	97	28	54,8
Сума III-VI	199,8	128,7	185,5
Сума III-V	102,8	100,7	130,7
Сума IV-VI	142,8	110,5	119,8
Сума X-VI	356,8	376,5	470,0

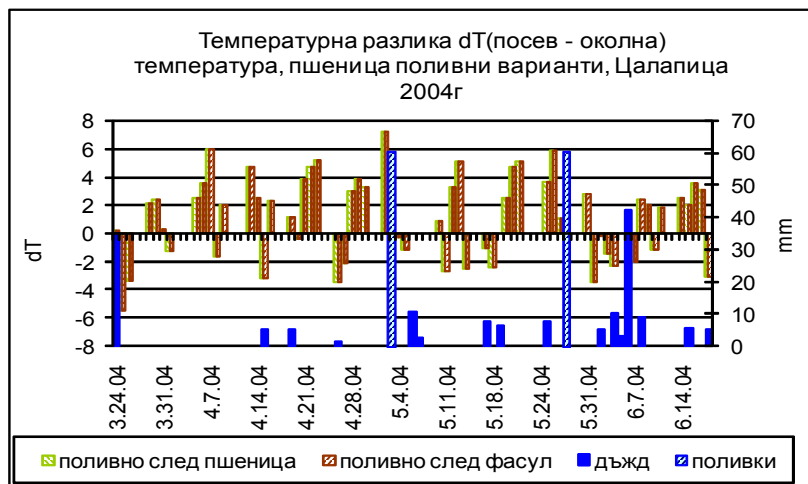
Падналите през март 2004 г. валежи причиняват dT < 0 в края на март и началото на април и поддържат след това dT около +2 °C за варианта пшеница след пшеница

и 4-6 °C за варианта пшеница след фасул (фиг. 1,а). Отрицателните стойности на dT са в дни, когато е било по-хладно. Стойностите на dT са по-ниски при варианта пшеница след пшеница, тъй като при варианта пшеница след фасул е с по-голяма акумулирана биомаса, за която е изчерпано по-голямо количество вода за формирането ѝ. Малките валежи през април и май (до 10mm) причиняват $dT < 0$ за кратко, включително и по-големите в началото на Юни. След това посевът пожълтява-навлиза във фаза узряване. След подадените 2 поливки (на 02 и 25.05) в поливния вариант (фиг. 1,б) dT става също отрицателно за кратко време.



Фиг.1а. Температурна разлика dT (Т посев – Т околна температура) при пшеница неполивен вариант през 2004 г.

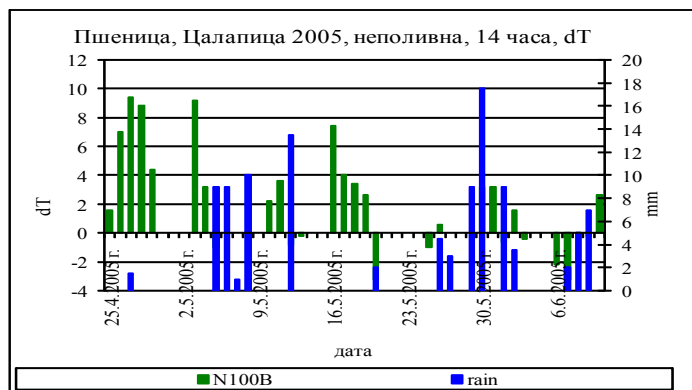
Fig 1a. Temperature difference dT (T canopy – T environmental air), non irrigated variant, 2004.



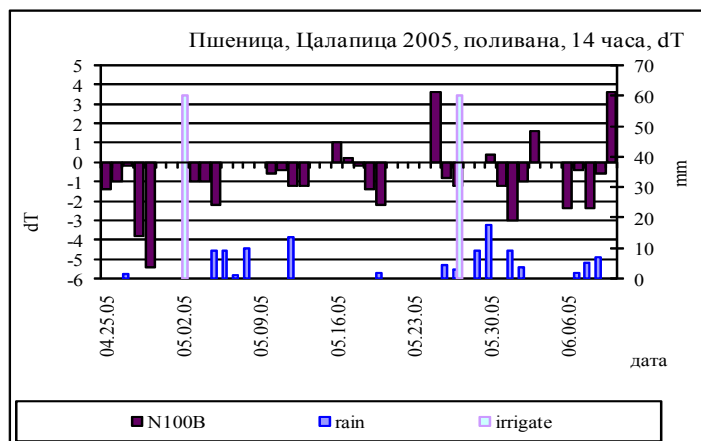
Фиг. 1б. Температурна разлика dT (Т посев – Т околна температура) при пшеница поливен вариант, 2004 г.

Fig.1b. Temperature difference (T canopy – T environmental air), irrigated variant, 2004.

През м. март и април 2005 г. валежите са незначителни и dT е положителна още в края на април. През май нито един от падналите валежи не надвишава 20 mm и едва в края на май и началото на юни температурната разлика е за кратко отрицателна (фиг. 2,а). В поливния вариант първата поливка е подадена още на 28.04 и последвалите я на 4 и 18 май поддържат за по-дълго време $dT < 0$ (фиг.2,б).



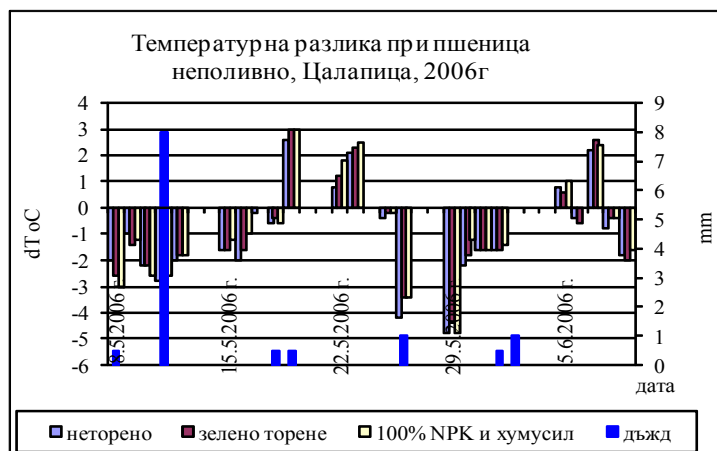
Фиг. 2а. Температурна разлика при неполивна пшеница, 2005 г.
Fig. 2a. Temperature difference, non irrigated variant, 2005



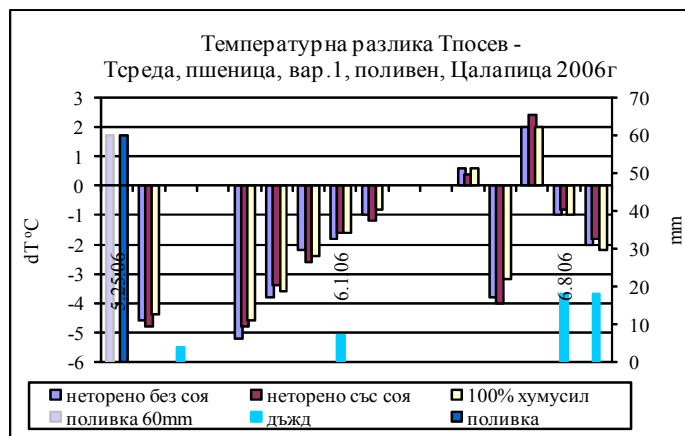
Фиг. 2б. Температурна разлика при поливна пшеница, 2005 г.
Fig. 2b. Temperature difference, irrigated variant, 2005.

През м. март и април 2006 г. са паднали над 100 mm валежи и dT става положителна едва 20-24.05. (фиг.3а). След подадената поливка на 25.05. dT става отрицателна и се покачва след това в края на първата десетдневка на юни (фиг. 3б).

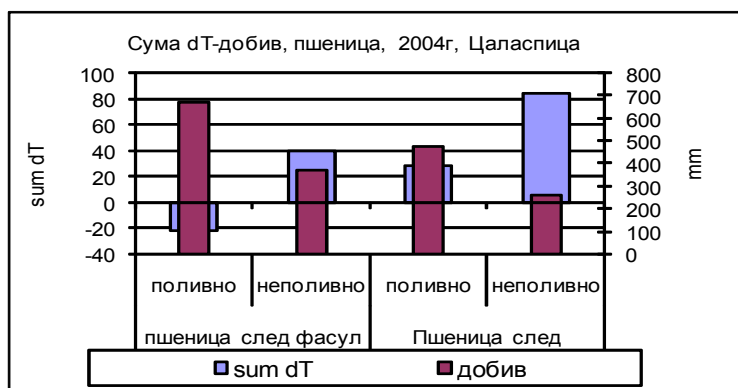
На фиг. 4,а са показани сумите от температурните разлики между температурата на посева, измерена с инфрачервения термометър (T_c) и тази на околния въздух (T_a) и добива на двата варианта (с предшественик фасул и с предшественик пшеница) през 2004 г., поливно и неполивно за всеки от вариантите. Най-голяма е сумата dT за варианта пшеница след пшеница неполивен и съответно-добива най-нисък, следван от пшеница след фасул (неполивен), пшеница след пшеница, поливен и най-малка е сумата от dT и съответно най-висок добива при варианта пшеница след фасул, поливен.



Фиг. 3а. Температурна разлика при неполивна пшеница, 2006 г.
 Fig. 3a. Temperature difference, non-irrigated variant, 2006.



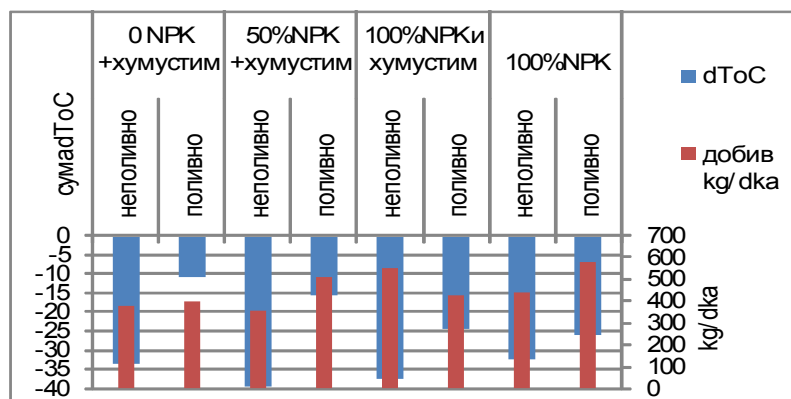
Фиг. 3б. Температурна разлика при поливна пшеница, 2006 г.
 Fig. 3b. Temperature difference, irrigated variant, 2006.



Фиг. 4а. Зависимост между сумата dT и добива през 2004 г.
 Fig. 4a. Correlation between dT sum and yield, 2004

В резултат на поливките и при двата варианта добивът се увеличава 1,8 пъти, а повишението на добива в резултат на предшественик фасул добивът се повишава 1,4 пъти както при поливния, така и при неполивния вариант. Следователно, по-силно е влиянието върху добива на напояването, отколкото на предшественика.

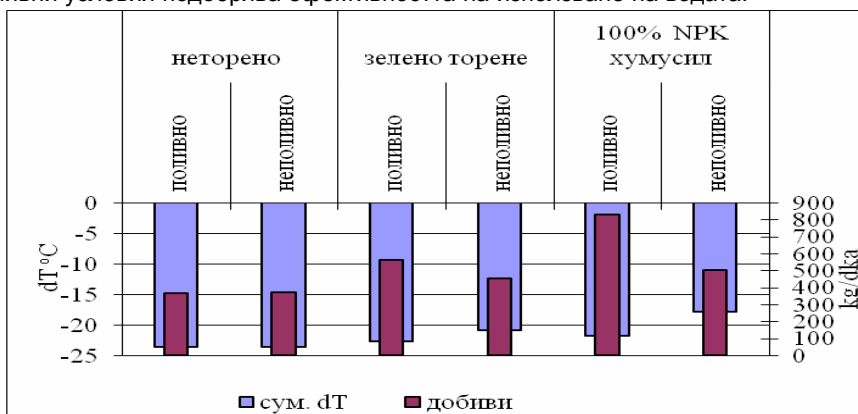
През 2005 г. сума $dT > 0$ при неполивни условия за 4-те варианта, като е най-голяма при 100% NPK, следвана от 0 NPK, 100 % NPK + хумустим и най-ниска при 50 % NPK + хумустим. При поливния вариант сумата dT е най-голяма при варианта 100%NPK, следван от 100% NPK + хумустим, 50% NPK + хумустим, и най-малка при 0 NPK (фиг.4,б). При поливния вариант добивът е най-висок при 100% NPK, следван от 50% NPK + хумустим, а при неполивния - за 100% NPK + хумустим, въз основа на което може да се предположи, че третирането с хумустим повишава сухоустойчивостта на културата.



Фиг. 4б. Зависимости между сумата dT и добива през 2005 г.

Fig. 4b. Correlation between dT sum and yield, 2005

През 2006 г. сумата от dT е най-голяма при неторения вариант и без зелено торене – поливно и неполивно, следвана от неторена със зелено торене- поливно и 100 % NPK + хумусил поливно (фиг. 4,в) и е най-малка за варианта 100 % NPK + х-л-неполивно. На същата фигура добивът е най-висок за варианта 100 % NPK + х-л-поливно, следван от неторен със зелено торене. От неполивните варианти добивът е най-голям за варианта със 100 % NPK + х-л. Това дава основание да се предположи, че третирането с биотор хумусил повишава сухоустойчивостта на културата и при поливни условия подобрява ефективността на използване на водата.

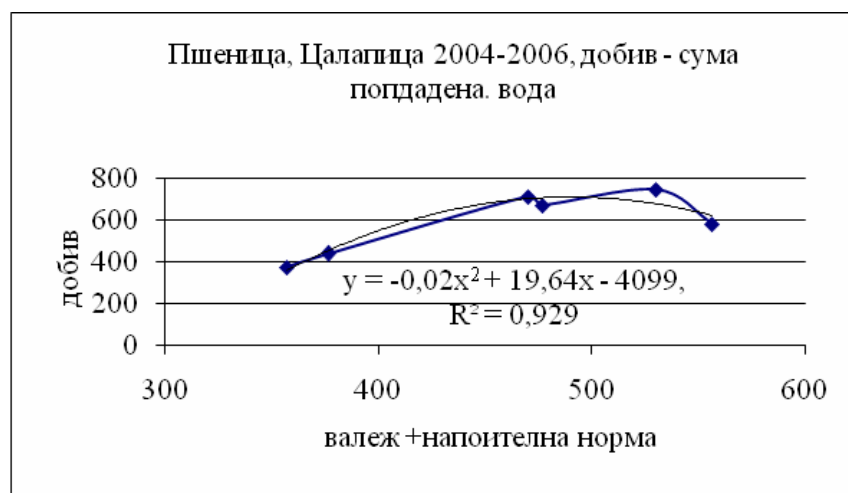


Фиг. 4в. Зависимости между dT и добива през 2005 г.

Fig. 4c. Correlation between dT -sum and yield, 2006

Зависимостите “сума dT - подадена вода” и “сума dT - добив” за трите години може да се прави само за варианта 100 % NPK, тъй като само той се повтаря в 3-те години.

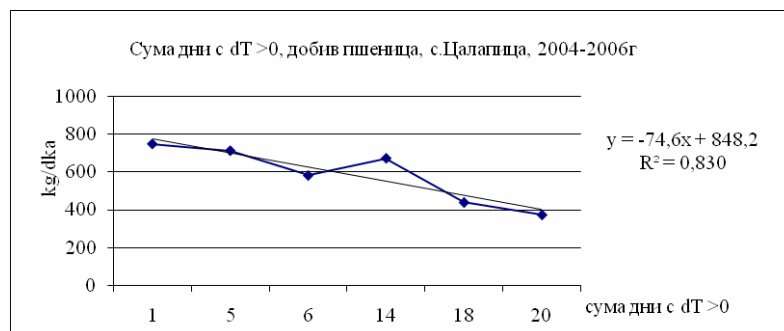
Зависимостта “добив- подадена вода”, която за неполивния вариант е сумата от валежите през вегетационния период (X-VI), а за поливния + поливките е дадена на фиг. 5. Тя има вида на традиционната крива “добив-вода” – уравнение от втора степен и е с коефициент на детерминация $R^2 = 0,929$. Занижените стойности след максимума са за 2005 г. Зависимостите “подадена вода - добив” за периодиите III-VI, III-V, IV-VI са с $R^2 < 0,5$.



Фиг. 5. Теоретични зависимости между добива и подадената вода (2004-2006)

Fig. 5. Theoretical correlation between yield and water supplied (2004-2006)

Зависимостта “добив – брой дни с dT > 0” (фиг. 6) се описва с уравнение от I-ва степен и е с $R^2=0,830$. Подобна зависимост е получена за соя с $R^2=0,9$ (Ценова и Киркова, 2007), но е от данни за 2006 г., с 5 различни влажностни режима. Подобна зависимост са получили и Kadam and Taware (1994) за слънчоглед.



Фиг. 6. Зависимост между добива и броя на дните с dT > 0 (2004-2006)

Fig. 6. Correlation between yield and number of days with dT > 0 (2004-2006)

ИЗВОДИ

За региона на изследването и климатичната година при предшественик фасул добивът се повишава 1,4 пъти при поливния и неполивния варианти, в сравнение с

предшественик пшеница, а при поливане по показанията на ИЧТ добивът се повишава 1,8 пъти при двата предшественика.

Използването на биоторове подобрява сухоустойчивостта на културата и ефективността на използване на водата.

Получени са зависимости със силна корелация: “добив - подадена вода” при поливане по показанията на ИЧТ с $R^2= 0,929$ и “добив - брой на дни с $dT>0$, с $R^2=0$, 830.

ЛИТЕРАТУРА

- Киркова, Й., 1984**, Разработка и изследване на сорбционни преобразуватели на почвена влага, Дисертация, София.
- Киркова, Й., 2003**, Ефективност на използване на водата при различни поливни режими на културите, Хабилит. труд, ИП “Н.Пушкарров”, София.
- Колев, Н.В. и др., 1983**, Цифрово устройство за измерване на съпротивителни преобразуватели на почвена влага, *Селскостопанска техника*, № 3.
- Славов, Н., М. Русева, 2005**, Агроклиматична оценка на валежите през вегетационния период за последното столетие, *Земеделие*, № 12, 5-7.
- Стоименов, Г., 2001**, Оценка и управление на водния режим на растенията с електронни устройства за преодоляване на водния стрес, Дисертация, ИП “Н.Пушкарров”, София.
- Ценова, В, Й. Киркова, 2007**, Влияние на климата и поливния режим върху температурата на посев от соя, Научни доклади от международна конференция, 13-17 май, ИП “Н.Пушкарров”, София, ч.1, 468-477.
- Chopra, et al., 1990**, On Remote Sensing for Agric. Application, Proc. Natl. Symp. IARI, New Delhi, Dec. 6- 8, pp. 197- 203.
- Gardner, B.R., Nielsen D.C., Shock C.C., 1992**, Infrared thermometry and the crop water stress index. II. Sampling procedures and interpretation. *J. Prod. Agric.*; 5: 466-475 b.
- Hatfield, J.L., 1983**. The utilization of thermal infrared radiation measurements from grain sorghum as a method of assessing their irrigation requirements. *Irrig. Sci.*, 3: 259-268.
- Hatfield, J.L., 1990**, Measuring plant stress with an infrared thermometer. *Hort Science*, 25: 1535-1538.
- Heermann, D.F., Duke H.R., 1978**, Evaluation of crop water stress under limited irrigation. St. Joseph, MI: ASAE, ASAE Paper 78, 2556.
- Howell, T.A., Hatfield J.L., Yamada H., Davis K.R., 1984**, Evaluation of cotton canopy temperature to detect crop water stress. *Trans. ASAE* ; 27: 84-88.
- Jackson, S.H., 1991**, Relationship between normalized leaf water potential and crop water stress index values for acala cotton. *Agric. Water Manage*; 20:109-118.
- Kadam, J.R. and D.R. Taware, 1994**, Assessing crop water stress by infrared thermometry under different soil moisture regimes of sunflower, paper 1.9, Proceedings of 17th European Regional conf. of ICID, Varna, Bulgaria.
- Kirkova, Y. N. Kolev, G. Stoimenov, K. Penev, 2002**, Measurement of heat and water balance elements in irrigated maize field, Proc.of Int.Conf. “Soils under Global Change-a Challenge” for the 21st Century, v. 1, Constanta, Romania, September 3-6, pp. 265-275.
- Kirkova, Y., G. Stoimenov, 2003**, Plant water status information by infrared thermometer, Materials of Intern. Conf. “Information technologies, information and metering systems and equipment in studying agricultural production processes, AGROINFO- 2003, Novosibirsk, pp. 426-432.
- Kirkova, Y., G. Stoimenov, 2007**, On the possibility to irrigate effectively and automatically , Region.Conference of ICID, Italy, 3- 5 September (под печат)
- Kolev, N.V., Y. Kirkova, G. Kerchev, I. Sotirov, 1985**, Physical methods and technical

- devices for evaluation of soil moisture, *International Agrophysics*, vol. 1, 107-114.
- Kutilek, M., Nielsen Don R., 1994**, Soil hydrology, Catena Verlag, 38162, Crenalengen – Destedt, Germany, p. 363.
- Noble, A., P.S. Hema, E.K. Saritha, S.S. Keiappaji, 1999**, Irrigation automation based on soil electrical conductivity and leaf temperature College of Agricultural Engineering and Technology, Kerala Agricultural University, Tavanur, Malappuram, Kerala 679573, India.
- O'Toole, J.C., Turner N.C., Namuco O.P., Dingkuhn M., Gomez K.A., 1984**, Comparison of some crop water stress measurement methods. *Crop Sci.*, 24: 1121-1128.
- Peters, R. T. and S.R.Evett, 2006**, Using crop canopy temperature to eliminate irrigation gesswork, Center- Pivot Automation, USDA-ARS Cropping Systems Research Laboratory, Lubbock, Texas, 9-10.
- Pinter, P.J. Jr., and R.J. Reginato. 1981**. Thermal infrared techniques for assessing plant water stress. p. 1–9. *In* Irrigation Scheduling for Water and Energy Conservation in the 80s. Proc. Am. Soc. Agric. Eng. Irrig. Scheduling Conf., Chicago, IL. 14–15 Dec. 1981. ASAE, St. Joseph, MI.
- Pinter P.J., Jr., Reginato R.J., 1982**, A thermal infrared technique for monitoring cotton water stress and scheduling irrigation. *Trans. ASAE*, 25: 1651-1655.
- Reginato, R.J., and D.J. Garrot, Jr. 1987**. Irrigation scheduling with the crop water stress index. p. 7–10. *In* Western Cotton Production Conf. Summary Proc., Phoenix, AZ. 18–20 August, 1987. Cotton Growers Assoc., Memphis, TN.
- Smajstria, A.G. et al, 1997**, Basic Irrigation Scheduling in Florida, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, bul. 249, 3-8.
- Smith, R.G.C., Barrs H.D., Stainer J.L., Stapper M., 1985**, Relationship between wheat yield and foliage temperature: Theory and its application to infrared measurements. *Agric. For. Meteorol.*, 36: 129-143.
- Walker G.K., Hatfield J.L., 1983**, Stress measurement using foliage temperature. *Agron. J.*, 75:623-629.
- Wanjura, D.F., D.R. Upchurch, and J.R. Mahan. 1992**. Automated irrigation based on threshold canopy temperature. *Trans. ASAE*, 35:153-159.
- Wanjura, D.F., D.R. Upchurch, and J.R. Mahan. 1993**. Canopy temperature controlled irrigationscheduling. *Acta Horticulturae* 335: 477-490.
- Wanjura, D.F., D.R. Upchurch, and J.R. Mahan. 1995a**. Control of irrigation scheduling using temperature-time thresholds. *Trans. ASAE*, 38(2): 403-409.
- Wanjura, D.F., D.R. Upchurch, G. Sassenrath-Cole, and W.R. DeTar. 1995b**. Calculating timethresholds for irrigation scheduling. *In* Proceedings of the 1995 Beltwide Cotton Conferences, Jan. 4-7, 1995, San Antonio, TX.

Забележка: Резултатите от настоящото изследване получени по договор с МОН № му-сс 1603/2006.