

НАПОЯВАНЕ И ТОРЕНЕ НА ЦАРЕВИЦА ЗА ЗЪРНО ПРИ ВИСОКИ ПОДПОЧВЕНИ ВОДИ

Милена Мотева¹, Спаска Калчева²

¹Институт по мелиорации и механизация, София

²Лесотехнически университет, София

Резюме

Мотева, М., С. Калчева. 2006. Напояване и торене на царевица за зърно при високи подпочвени води.

Голяма част от обработваемите земи в нашата страна са в райони с високи подпочвени води с изградени системи за отводняване. При съвременните условия на затопляне и засушаване е необходимо на подпочвените води да се гледа като на воден ресурс за задоволяване на потребностите на културите от вода. От друга страна при напояване е необходимо обезпечаване на нормални условия за растеж и развитие на растенията, което е свързано с предпазване от вторично заблатяване и засоляване и замърсяване на почвата и подпочвените води с елементите на минералното хранене. Целта на настоящото изследване е да се установят подходящи нива на торене и размер на поливните норми за отглеждане на царевица за зърно в условия на високи подпочвени води на излужена канелена горска почва, при които не се допуска замърсяване на почвата и подпочвените води и което да гарантира запазване на почвеното плодородие и чистотата на произведената продукция. На базата на двугодишен полски опит в дренажни лизиметри на излужена канелена горска почва в района на София е установено взаимодействието на три торови норми и три влажностни режима в почвата при променливи нива на подпочвените води. Представени са резултати за елементите на поливния режим, добивите, участието на подпочвените води в евапотранспирацията и коефициенти за корекция на евапотранспирацията. Направена оценка за риска от надхвърляне на пределно допустимата концентрация на нитрати в подпочвените води при различните варианти. Установено е, че през суhi години малките торови норми не допринасят съществено за увеличение на добива, докато през влажни години торенето е от съществено значение. Увеличение на добива може да се очаква при малки степени на нарастване на торовата норма. В условията на високи подпочвени води, отмяната на поливка през вегетативната фаза не влияе съществено за намаление на добива. За да се избегне замърсяването на подпочвените води с нитрати в началото на вегетацията, е подходящо азотният тор да се внася неколкократно в малки количества.

Ключови думи: Царевица - Лизиметри - Високи подпочвени води - Поливен режим – Торене - Пределно допустими концентрации

Abstract

Moteva, M, S. Kalcheva. 2006. Irrigation and fertilization of grain maize grown at shallow subsoil waters.

A lot of arable lands in Bulgaria are situated in territories with shallow underground waters, where drainage systems are built. It is important these waters to be considered a resource for meeting crops' water demands in the contemporary conditions of warming and drought. From another point of view, irrigation in such territories may cause salinization and water logging, as well as subsoil water pollution. The aim of this investigation was to establish both proper fertilization levels and water application depths at maize (grain), when grown on leached red cinnamonic soil with shallow subsoil waters, avoiding hazard of soil and subsoil water pollution, and to guarantee soil fertility and crop purity conservation. A two-year drainage lysimeter experiment was conducted in Sofia region to establish the interaction of three levels of fertilization and three soil water regimes at inconstant subsoil water level. Results such as irrigation scheduling parameters, yields, subsoil water share in evapotranspiration, and correction evapotranspiration coefficients are presented. An assessment of the hazard of overcoming the utmost concentration of nitrates in the subsoil waters at the different experimental conditions was made. It was established that the small fertilization steps in dry years did not substantially impact the yield whereas in wet years the yield increased with small rises of the fertilization level. Subsoil waters compensated to a great extent the water deficit when the first application was spared. To avoid subsoil water pollution, the first portions of the applied fertilizer should be small and the essential part of it should be applied during the second half of the vegetation period.

Key words: Maize - Lysimeters - Shallow subsoil waters - Irrigation scheduling – Fertilization - Utmost concentration

УВОД

Глобалното затопляне и продължителните засушавания напоследък в нашата страна създават сериозни затруднения за отглеждане на земеделските култури. Все повече намаляват водните ресурси за напояване, което освен за намаляване на добивите, е причина и за повишаване екологичния риск от торене, пръскане с пестициди и др. Към поливните технологии се предявяват изисквания за икономично използване на поливната вода; предпазване на поливните площи от вторично заблатяване и засоляване, предпазване на почвата и подпочвените води от замърсяване с елементи на минералното хранене, обезпечаване на нормални условия за растеж и развитие на културите.

Голяма част от обработваемите земи в нашата страна са разположени в райони с високи подпочвени води. На много от тях са изградени системи за отводняване. При несъобразено с нивото на подпочвените води напояване често се предизвиква неговото повишаване. В други случаи тези площи въобще не се напояват. За избягване на тези две, отразяващи се негативно на почвеното плодородие, крайности поливният режим следва да бъде диференциран спрямо нивата и динамиката на подпочвените води. Изследвания за количественото участие на подпочвените води в евапотранспирацията на някои култури, както и за измиването на торовете по дълбочината на почвения профил при различните видове почви у нас са провеждани от отделни автори. Установено е, че царевица за зърно може бъде отглеждана без напояване на излучена каленена горска почва при постоянно ниво на подпочвените води 90-120 см, а най-висока продуктивност в опитни условия е получена при напояване при променливо ниво на подпочвените води 80-100-150 см. Участието на подпочвените води в евапотранспирацията при тези нива и напояване е съответно

51%-49%-25% по основни подпериоди от развитието на културата: поникване-изметляване, изметляване-млечна зрялост, млечна зрялост-восъчна зрялост (Калчева, 1995). През сухи години броят на поливките се редуцира с 1-2, без това съществено да се отразява на добива.

Изследванията по отношение загубата на азот по дълбочина на почвения профил при различните култури показват, че царевицата заема средно положение между културите със слята повърхност и угарта (Райков, 1984). Измиването на азота под формата на нитрати е по-високо при високите торови норми и зависи от методите на разпределение на тора, от поливната технология и параметрите на поливния режим – предполивната влажност, поливната норма, както и от количеството и разпределението на валежите през и извън вегетационния период, от динамиката на нивото на подпочвените води и др. При торене и напояване при високи подпочвени води реална опасност представлява повишаването на концентрацията на нитрати в подпочвените води над пределно допустимите граници, регламентирани в Наредба №2 от 16.10.2000. Popova et al., 1996 установяват, че с увеличаване на торовата норма от N_{20} до N_{40} при излужена канелена горска почва, в подпочвените води на 2 м дълбочина под формата на нитрати се измива 7% до 20% от азота, но в дълбоките хоризонти и дълбоките подпочвените води под 3-3,5 м практически не се наблюдава замърсяване. Торовият азот се изразходва и трансформира в зоната на кореновата дейност. Независимо от нормата на торене, съдържанието на нитрати в дренажния отток е ниско в експериментите на Банишка, 2005 на същия почвен вид. При неполивни условия, обаче, в края на вегетацията то е над пределно допустимата концентрация.

Целта на настоящото изследване е да се установят подходящи нива на азотно торене и поливни норми при царевица за зърно в условия на високи подпочвени води на излужена канелена горска почва, при които да не се допуска замърсяване на почвата и подпочвените води с нитрати.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

През периода 2001-2002 г. в опитно поле Челопечене, София е проведен полски опит в 9 броя дренажни лизиметри с царевица за зърно, среднокъсен хиbrid Кнежа 530. Почвата в лизиметрите е излужена канелена горска в ненарушено състояние.

На Таблица 1 са представени вариантите на опита. При всички варианти се симулира естествено дрениране на подпочвените води от 80 см през периода поникване-

Таблица 1. Описание на вариантите
Table 1. Variants

Вар. №	N норма	Ниво на подпоч- вените води (cm)	Дълбочина на навлажняване (cm)
Ненапоявани варианти			
1	6	80 – 100 – 140	-
2	9	80 – 100 – 140	-
3	18	80 – 100 – 140	-
Варианти с оптимален поливен режим			
4	6	80 – 100 – 140	40 – 40 – 100
5	9	80 – 100 – 140	40 – 40 – 100
6	18	80 – 100 – 140	40 – 40 – 100
Варианти с отмяна на първата поливка			
7	6	80 – 100 – 140	* - 40 – 100
8	9	80 – 100 – 140	* - 40 – 100
9	18	80 – 100 – 140	* - 40 – 100

Забележка: * - не се провежда поливка

Напояване и торене на царевица за зърно при високи подпочвени води.

изметляване до 100 и 140 см през следващите периоди от развитието на културата.

Изпитани са три торови норми – 6, 9 и 18 kg N/da в комбинация с три влажностни режима в почвата – естествено овлажняние, оптимално напояване и напояване с отмяна на първата поливка през вегетативната фаза. За оптимална предполивна влажност е приета 80% от пределната полска влагаемост (ППВ). Поливните норми, както и дълбочините на навлажняване са съобразени режима на подпочвените води.

За установяване измиването на нитратите в подпочвените води периодично са вземани водни пробы от дъното на лизиметрите.

Корекционните кофициенти за участие на подпочвените води в евапотранспирацията са изчислени по формулата:

$$K_{(n.e.)} (ET - P/P/ET)$$

Почвата е леко песъчливо-глинеста. Еднометровият почвен слой се характеризира със следните водно-физични свойства: пределна полска влагаемост (ППВ) – 21,3% от масата на абсолютно сухата почва, обемно тегло при ППВ – 1,50 g/cm³, влажност на завяхване (B3) – 12,3% от масата на абсолютно сухата почва, воден запас при ППВ – 327,7 mm.

Обезпечеността на метеорологичните фактори през двете години са представени на табл. 2.

Таблица 2. Обезпеченост на метеорологичните фактори

Table 2. Probability of the meteorological factors

Година	Период (месеци)					
	IV-IX	V-IX	IV-VI	V-VI	VI-VIII	VII-VIII
<i>Обезпеченост на сумата на валежите (%)</i>						
2001	37,1	55,0	31,1	53,0	-	76,8
2002	17,3	13,3	86,7	82,7	-	9,3
<i>Обезпеченост на сумата на температурите (%)</i>						
2001	33,1	21,1	-	-	29,2	19,2
2002	39,1	31,1	-	-	25,2	35,1

И двете години са влажни предвид целия вегетационен период април-септември, а по отношение на традиционно поливния сезон юли-август 2002 г. е влажна, е 2001 г. – средно суха. И през двете години се проявява характерното за нашата страна лятно засушаване, като през 2001 г. то обхваща втората и третата десетдневка на юли, а през 2002 г. – третата на юни и първата на юли. За разлика от 2001, през 2002 г. основното количество летни валежи пада през месеците юли и август (фиг. 1).

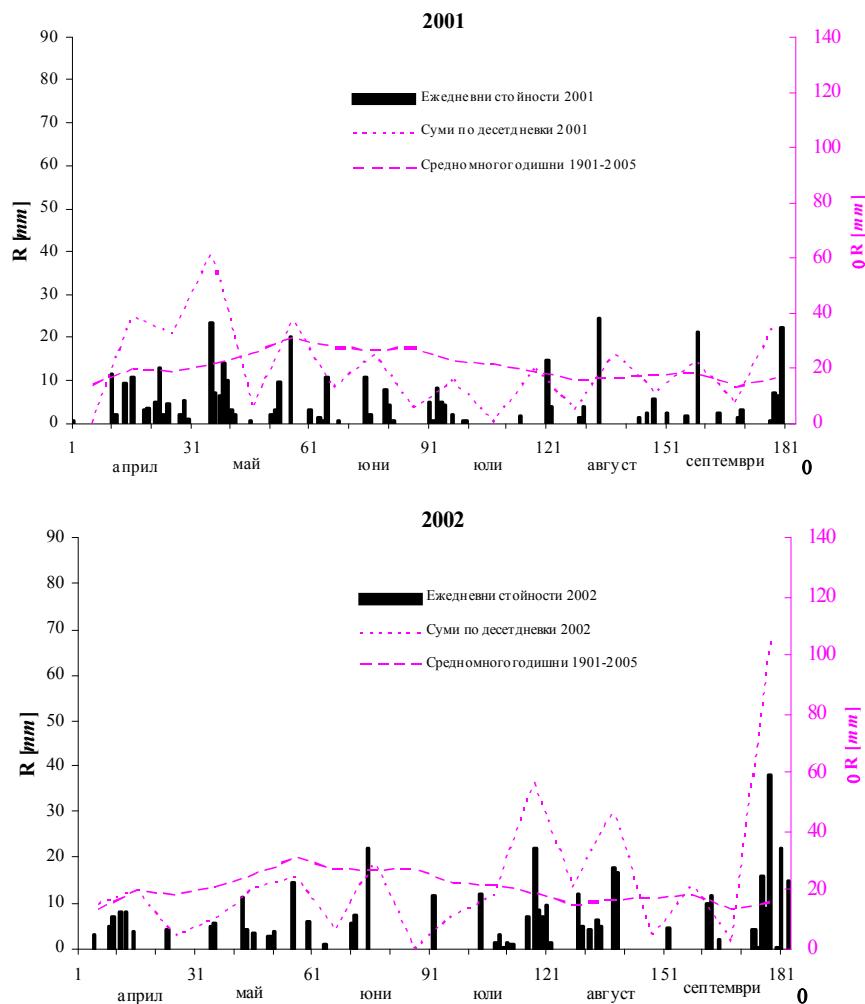
РЕЗУЛТАТИ

И през двете години на изследване оптимален поливен режим е реализиран чрез две поливки с напоителна норма 73,5 mm. При вариантите с нарушен поливен режим бе реализирана само една поливка – през най-периода на най-голяма критичност към влагата – изметляване–млечна зрялост в размер 44,1 mm. И през двете години не възникна необходимост от поливка в периода на узряването. Увеличаването на торовата норма при естествено овлажняние доведе до увеличение на добива с около 260 kg/da, при оптимална влажност в почвата – с около 440 kg/da, а при воден дефицит през вегетативната фаза – с около 350 kg/da.

През 2001 г. не се доказва взаимодействие на изследваните фактори, докато през 2002 г., през която периодът юли-август е влажен, то бе налице.

През 2001 г. двете увеличения на торовата норма са доказано влияние за увеличение на добива – съответно 160 kg/da (16%) при 9 kg N/da и 230 kg/da (24%)

при 18 kg N/da само при оптимален поливен режим (табл. 3). При естествено овлажняне и при нарушен поливен режим увеличението от 6 на 9 kg N/da доведе до около 5% увеличение на добива, което е статистически недоказано. При тези варианти само трикратното увеличение на внесения азот – от 6 на 18 kg/da доведе до много добре доказано увеличение на добива - 16-27% (50-90 kg/da).



Фигура 1. Разпределение на валежите през вегетационния период
Figure 1. Precipitation distribution within the vegetation period

При влажните условия през поливния сезон на 2002 г. торенето е с много добре доказан ефект при всички варианти на влажност в почвата – 28-40% (220-270 kg/da) при увеличение на азота от 6 на 9 kg/da и 50-85% (340-650 kg/da) при увеличение от 6 на 18 kg N/da (Таблица 4).

Напояването през 2001 г. (сухи условия през юли-август) е с много добре доказано влияние независимо от степента на торене. Най-голямо увеличение – 29-38% или 260-300 kg/da се наблюдава при оптимален поливен режим. Увеличението при отмяна на първата поливка е 15-36% (табл. 5).

Таблица 3. Главно действие на торенето през 2001 г.
Table 3. Main impact of fertilization in 2001

Фактор торене (kg N/da)	Фактор напояване														
	Без напояване					Оптимално напояване					С отмяна на първа поливка				
Фактор торене (kg N/da)	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Раз- лика \pm	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика \pm	Док.	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика \pm	Док.	
6	1	695,3	St.	4	956,0	St.	7	946,1	St.	946,1	996,5	105,3	50,4	-	
9	2	731,5	105,2	-	5	1113,9	116,5	157,9	+++	8	996,5	105,3	50,4	+	
18	3	884,8	127,3	189,5	+++	6	1185,4	124,0	229,4	+++	9	1095,0	115,7	148,9	+++
$GD_{5\%} = 86,0 \text{ kg/da}$													$GD_{0,1\%} = 116,0 \text{ kg/da}$		

Таблица 4. Главно действие на торенето през 2002 г.
Table 4 Main impact of fertilization in 2002

Фактор торене (kg N/da)	Фактор напояване														
	Без напояване					Оптимално напояване					С отмяна на първа поливка				
Фактор торене (kg N/da)	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Раз- лика \pm	Док.	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика \pm	Док.	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика \pm	Док.
6	1	647,1	St.	4	773,1	St.	7	672,1	St.	672,1	946,7	140,9	274,6	+++	
9	2	863,2	133,4	216,1	+++	5	991,5	128,2	218,4	+++	8	946,7	140,9	274,6	+++
18	3	984,9	152,2	337,8	+++	6	1424,6	184,3	651,5	+++	9	1217,0	181,1	544,9	+++
$GD_{5\%} = 97,6 \text{ kg/da}$													$GD_{0,1\%} = 131,7 \text{ kg/da}$		

Напояване и торене на царевица за зърно при високи подпочвени води.

Таблица 5. Главно действие на напояването през 2001 г.
Table 5. Main impact of irrigation in 2001

Фактор напояване	Фактор торене						N ₁₈					
	N ₆			N ₉			N ₉			N ₁₈		
Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика ±	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика ±	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика ±	Док.
Без напояване	1	695,3	St.	2	731,5	St.	3	884,8	St.	300,6	+++	
Оптимално	4	956,0	137,7	260,8	+++	5	1113,9	129,0	382,4	+++	6	1185,4
Отмяна 1 поливка	7	946,1	136,1	250,8	+++	8	996,5	115,4	265,0	+++	9	1095,0
							GD _{1%} = 116,0 kg/da					GD _{0,1%} = 154,2 kg/da

Таблица 6. Главно действие на напояването през 2002 г.
Table 6. Main impact of irrigation in 2002

Фактор напояване	Фактор торене						N ₁₈					
	N ₆			N ₉			N ₉			N ₁₈		
Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика ±	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика ±	Вар. №	Добив зърно (kg/da)	Относ. добив (%)	Разлика ±	Док.
Без напояване	1	647,1	St.	2	863,2	St.	3	984,9	St.	439,7	+++	
Оптимално	4	773,1	119,5	126,0	+	5	991,5	114,9	128,3	+	6	1424,6
Отмяна 1 поливка	7	672,1	103,9	25,0	-	8	946,7	109,7	83,5	-	9	1217,0
							GD _{1%} = 145,9 kg/da					GD _{0,1%} = 194,0 kg/da

Напояване и торене на царевица за зърно при високи подпочвени води.

През 2002 г. напояването е с много добре доказан ефект само при високата торова норма. Увеличението на добива е 45% (440 kg/da) при оптимален поливен режим и 24% (230 kg/da) при воден дефицит през вегетативната фаза (табл. 6).

Участието на подпочвените води в евапотранспирацията по основни подпериоди от развитието при естествено овлажнение е съответно 89%-36%-26%, при оптимално водоосигуряване – 58%-24%-24%, а при отмяна на първата поливка – 89%-24%-31% (табл. 7).

Корекционните коефициенти при оптимално напояване са представени в табл. 8. При най-малката торова норма те са 0,56-0,78-0,65 по подпериоди, при увеличение на азота с 3 kg/da са 0,31-0,73-0,54, а при трикратно увеличение на нормата на торене - 0,38-0,80-0,60. Получените коефициенти са аналогични на получените до момента от предишни изследвания на други автори.

Таблица 7. Участие на подпочвените води в евапотранспирацията по подпериоди от вегетацията, средно от експеримента (%)

Table 7. Underground water share in evapotranspiration per phenological stages

Условия на опита	9-лист – изметляване			Изметляване-млечна зрялост			Млечна зрялост-восьчна зрялост		
	2001	2002	Средно	2001	2002	Средно	2001	2002	Средно
Естеств. овлажн.	77	100	89	46	25	36	26	-	26
Оптим. навлажн.	55	61	58	35	14	24	43	-	43
Отмяна на 1-ва поливка	79	100	89	35	14	24	31	-	31
Средно	70	87	79	39	18	28	33	-	33

Таблица 8. Коефициенти за корекция на евапотранспирацията $K_{(п.в.)}$

Table 8. Evapotranspiration correction coefficients

Азотна норма	9-лист – изметляване			Изметляване-млечна зрялост			Млечна зрялост-восьчна зрялост		
	2001	2002	Средно	2001	2002	Средно	2001	2002	Средно
N_6	0,59	0,53	0,56	0,57	0,99	0,78	0,55	0,76	0,65
N_9	0,37	0,26	0,31	0,70	0,76	0,73	0,56	0,51	0,54
N_{18}	0,38	0,37	0,38	0,68	0,92	0,80	0,54	0,65	0,60
Средно			0,42			0,77			0,60

Концентрацията на нитратен азот в подпочвените води е най-висока през вегетативната фаза (табл. 9). При някои варианти тя надхвърля пределно допустимата по нашите стандарти концентрация от 50 mg/l. Зависимост между торовите норми и концентрацията на азот в подпочвените води се наблюдава само в дополивния период. Най-висока - до 117 mg/l - е при най-високата норма на торене, а най-ниска – при най-малката норма. С израстване на културата, при което изнасянето на хранителни вещества от почвата се интензифицира, тази концентрация намалява до незначителни стойности. В края на вегетацията при затихване на вегетативните функции и намаляване на евапотранспирацията тя отново нараства.

Таблица 9. Нитратно съдържание в подпочвените води
през 2001 (mg N-NO₃/l)

Table 9. Nitrate contents in the subsoil waters in 2001 (mg N-NO₃/l)

Вариант	Естествено овлажняние			Оптимален поливен режим			Поливен режим с отменяне на първата поливка		
	N ₆	N ₉	N ₁₈	N ₆	N ₉	N ₁₈	N ₆	N ₉	N ₁₈
	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8
22 май	19,84	27,28	59,52	44,64	81,84	143,8	54,6	57,04	337,3
18 юни	32,24	44,64	54,56	57,04	94,24	181,0	47,12	74,40	806,0
4 юли	4,96	14,88	34,72	24,80	9,92	22,32	7,44	17,36	473,7
20 юли	2,48	12,40	4,96	7,44	12,40	7,44	7,44	7,44	14,88
2 авг.	9,92	14,88	14,88	17,36	12,40	7,44	14,88	17,36	195,9
15 авг.	12,40	14,88	7,44	12,40	746,5	17,36	4,96	19,84	86,80
21 септ.	24,80	19,84	19,84	19,84	57,04	19,84	19,84	12,40	37,20

ОБСЪЖДАНЕ

С проведенния експеримент се илюстрира: 1) ролята на подпочвените води за частично задоволяване потребностите на царевицата от вода; 2) баланса между подпочвени води, поливен режим и нива на торене при три алтернативи на почвена влажност: естествено овлажнение, оптимална влажност в почвата и воден дефицит през вегетативната фаза от развитието на културата.

Средно около 36% от евапотранспирацията на царевичните растения при естествена влажност през периода на най-голяма критичност към влагата изметляване-млечна зрялост се обуславя от приход от подпочвените води. Този дял през периода поникване-изметляване е около 89%.

Най-високи добиви както през сухи, така и през влажни години се получават при оптимален поливен режим и торене с висока торова норма N₁₈, при което, концентрацията на нитратен азот в подпочвените води през периода поникване-изметляване е над пределно допустимата. За да се избегне това замърсяване, е подходящо разделяне на азотния тор на малки количества за неколкократно внасяне през вегетативната фаза. Така то ще бъде усвоявано своевременно и няма да се задържа в почвения разтвор.

През сухи години малките увеличения на торовите норми (от 6 на 9 kg N/da) нямат значение за добива. През влажни години - обратно - увеличение на добива може да се очаква и при малки степени на нарастване на нормата на торене.

Отмяната на поливка в условия на високи подпочвени води през вегетативната фаза не влияе съществено за намаляване на добива, особено при ниските торови норми. Това доказва, че през тази първа фенофаза потребностите на културите от вода в голяма степен се задоволяват от подпочвените води. При високата норма на торене N₁₈ отмяната на поливка обуславя добре доказано намаление на добива както през сухата, така и през влажната година. Следователно, независимо от присъствието на високи подпочвени води, интензифицирането на торенето изисква съответно интензивно ниво и на фактора вода при условие поливната норма и времето за напояване да бъдат съобразени с нивото на подпочвените води.

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

За запазване на почвеното плодородие при напояване на царевица за зърно в условия на високи подпочвени води е необходимо поливният режим да бъде съобразен с динамиката им през вегетационния период. При определяне срока на поливките следва да се вземат предвид предложените коефициенти за участие на подпочвените води в евапотранспирацията на културата, а дълбочината на навлажняване и поливната норма – с нивото на подпочвените води;

При недостиг на вода за напояване е възможно отмяна на поливка през вегетативната фаза, при което може да се очаква намаление на добива с 5-13% в зависимост от метеорологичните условия и нивото на азотно торене;

Увеличение на добива при малки увеличения на тортовите норми (3 kg N/da) може да се очаква само през влажни години.

За избягване замърсяването на подпочвените води с нитрати над пределнодопустимите концентрации е необходимо азотният тор да бъде внасян в малки количества неколкократно през вегетативната фаза.

ЛИТЕРАТУРА

- Банишка, Н. 2005.** Установяване на оптималния отводнително–навлажнителен режим при отглеждане на царевица за зърно в условия на високи подпочвени води. Екология и бъдеще, № 2–3, 109–114.
- Калчева, С. (1991)** Участие на подпочвените води в евапотранспирацията на селскостопанските култури, Д. София, 134 с.
- ***Наредба № 2 от 16.10.2000 г.** за опазване на водите от замърсяване с нитрати от земеделски източници, обн. ДВ, бр. 87 от 24.10.2000 г.
- Райков, Л. 1984.** Проблеми на замърсяването на почвата. Под ред. Земиздат, С., 165 с.
- Popova, Z., V. Kutev, E. Ikonomova, I. Varlev, 1998.** Irrigation and cropping technique to prevent natural water pollution. Additional papers of 1st Inter-regional conference of environment-water: innovative issues in irrigation and drainage. Lisbon, Portugal, 16-18 September 1998. Publ. By Portuguese National Committee of ICID, 3-11.