

Studying the effect of presowing electromagnetic treatment on the lengths of roots and sprouts of triticale seed cultivar Respect

Kiril Sirakov, Ivan Palov, Ana Stoilova, Angelina Muhova

Изследване влиянието на предсеитбената електромагнитна обработка върху дължините на корените и кълновете на семена от тритикале, сорт Респект

Кирил Сираков, Иван Палов, Ана Стоилова, Ангелина Мухова

Abstract: After pre-sowing electromagnetic treatments, with screw device, of triticale seeds, cultivar Respect, laboratory studies on the number of roots and lengths of roots and sprouts were carried out. Regression equations were found. The surfaces and lines of response of the studied parameters were built. On their basis they were established the values of controllable factors that would have beneficial effects on the development of laboratory parameters number and lengths of the roots, lengths of the sprouts, namely: exposure time (factor x_2) $t=(6...14)$ s, and duration of staying of seeds from the treatment to their sowing in laboratory conditions (factor x_3) $T=(10...14)$ days.

Key words: triticale seeds, cultivar Respect, pre-sowing electromagnetic treatments, number of roots, lengths of the roots and sprouts

ВЪВЕДЕНИЕ

След проучване на възможностите за оптимални предсеитбени електромагнитни обработки на семена от тритикале българските сортове Бумеранг и Колорит [5] работата е продължена със семена тритикале сорт Респект.

Цел на изследването е след анализ на получените повърхнини и линии на отклик да се определят оптималните стойности на управляемите фактори на предсеитбените електромагнитни обработки, стимулиращи развитието на семена от тритикале, сорт Респект.

ОБЕКТ И МЕТОДИКА

Обект на изследването са повърхнините и линиите на отклик на наблюдаваните параметри: брой израснали корени $N_{кор.}$, техните дължини $l_{кор.}$ и дължините на кълновете $l_{кълн}$ на семена от българския сорт тритикале Респект.

Семената от тритикале сорт Респект са предсеитбено електромагнитно обработени с устройството [2] по симетричен композиционен план В3 [1].

Като управляеми фактори на предсеитбената електромагнитна обработка са избрани: напрежението между електродите – U , kV, продължителността на въздействието τ , s и продължителността на престоя T , денонощия на семената от обработката до засяването им в лабораторни условия.

Обработката на получените резултати за броя на израсналите корени $N_{кор.}$, дължините на корените $l_{кор.}$ и на кълновете $l_{кълн}$ и получаването на повърхнините и линиите им на отклик е извършено с програмния продукт Statistika 8 [3].

Ефектите (\hat{Y}_i , в %/к – процент спрямо контролните (необработени) семена) от въздействието на предсеитбените електромагнитни обработки върху наблюдаваните параметри са получени по намерените им уравнения – модели, показани в [5].

За целта по-долу са разгледани по три случая за всеки наблюдаван параметър. По тези случаи единият от използваните фактори се изключва.

Тогава, при взаимодействието на останалите два фактора се получава уравнението на повърхнината и линиите на отклик за конкретния лабораторен параметър.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В табл.1 са показани матрицата на планиране на експеримента по план В3 [1] и резултатите от лабораторните изследвания на израсналите от семената на тритикале, сорт Респект: брой $N_{кор.}$, дължините на корените $l_{кор.}$ и дължините на кълновете $l_{кълн.}$

Таблица 1

Матрицата на планиране на експеримента по план В3 и резултати от изследванията (през 2015г.) на: броя на корените $N_{кор.}$, дължините на корените $l_{кор.}$ и дължините на кълновете $l_{кълн.}$ на семена от тритикале, сорт Респект

Вариант №	Управляеми фактори						Семена от тритикале, сорт: Респект		
	U		τ		T		$N_{кор.}$	$l_{кор.}$	$l_{кълн.}$
	-	kV	-	s	-	дни			
1	1	5	1	50	1	21	100,7	85,0	83,6
2	-1	1	1	50	1	21	98,6	76,6	92,3
3	1	5	-1	10	1	21	102,8	81,8	86,9
4	-1	1	-1	10	1	21	104,9	122,7	84,2
5	1	5	1	50	-1	7	102,8	81,8	102,0
6	-1	1	1	50	-1	7	62,9	89,2	92,8
7	1	5	-1	10	-1	7	96,5	82,9	96,0
8	-1	1	-1	10	-1	7	100,7	95,5	92,3
9	1	5	0	30	0	14	98,6	95,5	99,8
10	-1	1	0	30	0	14	96,5	100,7	108,5
11	0	3	1	50	0	14	98,6	102,8	91,2
12	0	3	-1	10	0	14	132,2	78,7	86,9
13	0	3	0	30	1	21	100,7	99,7	82,0
14	0	3	0	30	-1	7	102,8	82,9	100,4

Като са използвани получените в [5] уравнения на регресия за броя на корените $N_{кор.}$, дължините на корените $l_{кор.}$ и дължините на кълновете $l_{кълн.}$, по-долу, в табличен вид са показани техните коефициенти b_i – табл.2. Тези коефициенти са закръглени до третия знак след десетичната запетая.

Таблица 2

Коефициенти b_i на регресия на уравненията за броя на корените $N_{кор.}$, дължините на корените $l_{кор.}$ и дължините на кълновете $l_{кълн.}$ на семена от тритикале сорт Респект

Изследвани параметри	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
Брой корени - $N_{кор.}$	109,222	3,777	-7,343	4,196	6,032	-4,458	2,885	-11,670	6,163	-7,474
Дъл. на корените - $l_{кор.}$	95,323	-5,769	-2,622	3,357	6,818	-1,573	-4,458	2,754	-4,589	-4,065
Дъл. на кълна - $l_{кълн.}$	96,549	-0,162	1,565	-5,450	-0,742	-2,361	-0,203	7,588	-7,520	-5,362

На базата на уравненията, чиито коефициенти са показани в табл.2, са получени повърхнините и линиите на отклик за семената на тритикале, сорт Респект при следните случаи:

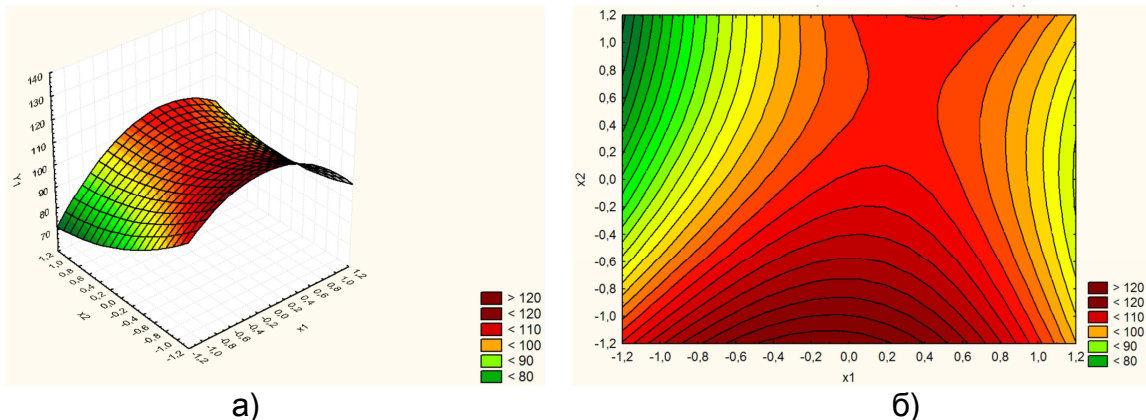
Случай 1 за броя $N_{кор.}$ на израсналите корени от семената на тритикале, сорт Респект:

Тук факторът x_3 – продължителност на престоя T до засяването се изключва.

Тогава, при взаимодействието на факторите x_1 и x_2 , уравнението на повърхнината и линиите на отклик за $N_{кор.}$ се получава от следния вид:

$$\hat{Y}_{P1. N_{кор.}} = 106,348 + 3,776 x_1 - 7,343 x_2 + 6,032 x_1 x_2 - 13,394 x_1^2 + 4,438 x_2^2 \quad (1)$$

Построените повърхнина и линии на отклик за броя на израсналите корени $N_{кор.}$ са показани на фиг.1.



Фиг.1. Повърхнина (а) и линии (б) на отклик на броя на израсналите корени $N_{кор.}$ от семената на тритикале, сорт Респект при изключено влияние на фактора x_3 (Т)

Стойностите на $\hat{Y}_{N_{кор.}}$ (на броя на израсналите корени) от модела (1), в %/к, са означени в цифров вид по вертикалната ос на фиг.1.а и в цветово изражение в дясно на двете фигури – фиг.1а и фиг.1б. При това зоните, оцветени от светло червен до тъмно кафяв цвят показват, че при такива стойности на управляемите фактори се предвижда стимулиране на броя на израсналите корени. За случая от фиг.1.а и фиг.1.б след предсеитбена електромагнитна обработка с $x_1 = (-1, 2 \dots 1, 1)$ и $x_2 = (-1, 2 \dots 0, 2)$ се очаква увеличаване на броя на израсналите корени.

Там където, на фиг.1., са тъмнозелените и светлозелени полета, напр. при $x_1 = (-0, 7 \dots -1, 2)$ и $x_2 = (-0, 55 \dots 1, 2)$ се очаква предсеитбеното въздействие да бъде потискащо.

Анализът на повърхнините и линиите на отклик, от [4,5] за броя на израсналите корени от семената на тритикале, сортове Бумеранг и Колорит, които съответстват на тези от фиг.1. показва, че те имат различен характер. Това може да се обясни с родовите особености на трите сорта тритикале.

Случай 2 за броя $N_{кор.}$ на израсналите корени от семената на тритикале сорт Респект:

Тук факторът x_2 – продължителност на електромагнитното въздействие τ се изключва. Тогава при взаимодействието на факторите x_1 и x_3 се получава следното уравнение на повърхнината и линиите на отклик за броя на израсналите корени $N_{кор.}$ от семената на тритикале, сорт Респект:

$$\hat{Y}_{P2. N_{кор.}} = 111,593 + 3,776 x_1 + 4,196 x_3 - 4,458 x_1 x_3 - 10,247 x_1^2 - 6,052 x_3^2 \quad (2)$$

Случай 3 за броя $N_{кор.}$ на израсналите корени от семената на тритикале сорт Колорит:

Тук факторът x_1 – приложено напрежение U между електродите се изключва.

Тогава при взаимодействието на факторите x_2 и x_3 се получава следното уравнение на повърхнината и линиите на отклик за броя на израсналите корени $N_{кор.}$ от семената на тритикале, сорт Респект:

$$\hat{Y}_{P3. N_{кор.}} = 104,734 - 7,343 x_2 + 4,196 x_3 + 2,885 x_2 x_3 + 3,470 x_2^2 - 10,167 x_3^2 \quad (3)$$

Повърхнините и линиите на отклик – брой израснали корени $N_{кор.}$ за случаите 2 и 3 не са показани.

От анализа на получените повърхнини и линии на отклик за израсналите корени от семената на тритикале сорт Респект може да се констатира какви ще бъдат ефектите $\hat{Y}_{Pi. N_{кор.}}$ на управляемите фактори на въздействие върху броя на корените – стимулиращи, или потискащи в съответните зони на действие.

Такива данни, със зоните на действие, са показани в табл. 3. Там са отразени и ефектите от тези взаимодействия когато факторите x_j са на средното си ниво – 0.

Таблица 3

Зони на управляемите фактори, чиито взаимодействия $\hat{Y}_{Pi. N_{кор.}}$ стимулират или потискат броя на израсналите корени $N_{кор.}$ от семена на тритикале, сорт Респект

Ефект $\hat{Y}_{Pi. N_{кор.}}$ от взаимодействието на управляемите фактори на електромагнитната обработка					
при средно ниво на факторите		стимулиращ		потискащ	
x_j	$\hat{Y}_{Pi. N_{кор.}}$, %/к	при x_j	$\hat{Y}_{Pi. N_{кор.}}$, %/к	при x_j	$\hat{Y}_{Pi. N_{кор.}}$, %/к
Случай 1 – изключване на фактор x_3					
$x_1 = 0$ $x_2 = 0$	106,4	$x_1 = (-0,6 \dots 0,55)$ $x_2 = (-1,2 \dots -0,8)$	над 110	$x_1 = (-1,2 \dots -0,7)$ $x_2 = (0 \dots 1,2)$	под 98
Случай 2 – изключване на фактор x_2					
$x_1 = 0$ $x_3 = 0$	111,6	$x_1 = (-0,4 \dots 0,7)$ $x_3 = (-0,4 \dots 0,8)$	над 105	$x_1 = (-1,2 \dots -0,7)$ $x_3 = (-1,2 \dots -0,6)$	под 98
Случай 3 – изключване на фактор x_1					
$x_2 = 0$ $x_3 = 0$	104,7	$x_2 = (-1,2 \dots -0,6)$ $x_3 = (-0,6 \dots 0,8)$	над 105	$x_2 = (0,1 \dots 1,2)$ $x_3 = (-0,6 \dots -1,2)$	под 98

За по-лесно преминаване от относителни в натурални единици се използват данните от табл.4. Те произтичат от стойностите на управляемите фактори на съответните нива: долно -1, средно 0, и горно +1.

От фиг.1.,табл.3. и табл.4 може да се заключи, че ако факторите x_1 , x_2 и x_3 са на нулевите си нива, т.е. $U=3kV$, $\tau=30s$ и $T=14$ ден., то се очаква стимулиращо въздействие върху израсналите брой корени до 110%/к.

От фиг.1. и табл.3., и при помощта на табл.4 може да се констатира, че стимулиращо въздействие върху броя $N_{кор.}$ на израсналите корени би могло да се получи при обработка на семената с фактори, имащи следните стойности:

$$x_1 = (-0,6...0,55), \text{ т.е. } U = (1,8...4,1)kV;$$

$$x_2 = (-1,2...-0,8), \text{ т.е. } \tau = (6...14)s;$$

$$x_3 = (-0,6...0,8) \text{ т.е. } T \approx (10...20) \text{ ден.}$$

Таблица 4

Стойности на управляеми фактори на предсеитбената електромагнитна обработка на семена от тритикале сорт Респект в относителни и натурални единици

Фактори	-1	0	+1	Стойност на фактора за стъпка 0,1 деление
x_1	1 kV	3kV	5kV	0,2kV
x_2	10 s	30 s	50 s	2s
x_3	7 дни	14 дни	21 дни	0,7 дни

От фиг.1.б може да се установи, че при използване на горните стойности на управляемите фактори, параметърът на оптимизация - брой корени $N_{кор.}$ би следвало да се увеличи с (10...20)%, т.е. спрямо броя на корените от контролните семена това увеличение ще е (110...120)%/к.

Съгласно уравненията на регресия, чиито коефициенти b_i са показани в табл.2, са построени повърхнините и линиите на отклик – дължина на корените – $\ell_{кор.}$ на електромагнитно обработените семена от тритикале, сорт Респект при следните случаи:

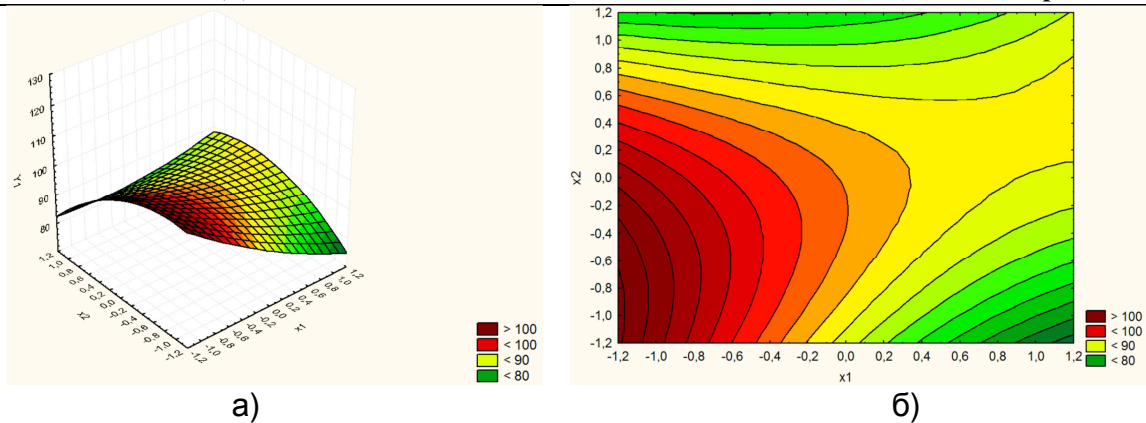
Случай 1 за дължините $\ell_{кор.}$ на израсналите корени от семената на тритикале сорт Респект:

Тук факторът x_3 – продължителност на престоя T до засяването се изключва.

Тогава, при взаимодействието на факторите x_1 и x_2 , уравнението на повърхнината и линиите на отклик за $\ell_{кор.}$ се получава от следния вид:

$$\hat{Y}_{P.I. \ell_{кор.}} = 93,760 - 5,769 x_1 - 2,622 x_2 + 6,818 x_1 x_2 + 1,816 x_1^2 - 5,528 x_2^2 \quad (4)$$

На фиг.2. са показани, построените по уравнение (4) повърхнина и линии на отклик – дължина на корените $\ell_{кор.}$ на семената от тритикале, сорт Респект.



Фиг.2. Повърхнина (а) и линии (б) на отклик на дължините на корените $l_{кор}$ на семената от тритикале, сорт Респект при изключено влияние на фактора x_3 (Т)

Съгласно фиг.2. се очаква, че при електромагнитни обработки на семената със стойности на управляемите фактори $x_1^{\circ} = (-1, 2 \dots -1, 1)$ и $x_2^{\circ} = (-0, 1 \dots -1, 2)$ дължините на корените $l_{кор}$ на електромагнитно обработените семена да са $>100\%/к$.

От фиг.2 може да се констатира, че ефектът от предсеитбеното електромагнитно въздействие е по-скоро потискащ. Така в тъмнозелените и жълтите области на дължините на корените $l_{кор}$ са едва в границите $(80 \dots 90)\%/к$.

Сравнението на повърхнината и линиите на отклик за сорт Респект от фиг.2 със съответстващите за сортове Бумеранг и Колорит [4,5], показва различие във формата. Това може да се обясни с родовите качества, които са специфични за трите сорта тритикале.

Случай 2 за дължините $l_{кор}$ на израсналите корени от семената на тритикале сорт Респект:

Тук факторът x_2 – продължителност на електромагнитното въздействие τ се изключва. Тогава при взаимодействието на факторите x_1 и x_3 се получава следното уравнение на повърхнината и линиите на отклик за дължината на израсналите корени $l_{кор}$ от семената на тритикале, сорт Респект:

$$\hat{Y}_{P2. l_{кор}} = 93,558 - 5,769 x_1^{\circ} + 3,357 x_3^{\circ} - 1,573 x_1^{\circ} x_3^{\circ} + 1,695 x_1^{\circ 2} - 5,124 x_3^{\circ 2} . \quad (5)$$

Случай 3 за дължините $l_{кор}$ на израсналите корени от семената на тритикале сорт Колорит:

Тук факторът x_1 – приложено напрежение U между електродите се изключва. Тогава при взаимодействието на факторите x_2 и x_3 се получава следното уравнение на повърхнината и линиите на отклик за дължините $l_{кор}$ на израсналите корени от семената на тритикале, сорт Респект:

$$\hat{Y}_{P3. l_{кор}} = 96,383 - 2,622 x_2^{\circ} + 3,357 x_3^{\circ} - 4,458 x_2^{\circ} x_3^{\circ} - 3,954 x_2^{\circ 2} - 3,429 x_3^{\circ 2} . \quad (6)$$

Повърхнините и линиите на отклик – дължините $l_{кор}$ на корените за случаите 2 и 3 не са показани.

Зоните на действие на електромагнитното поле - стимулиращи, или потискащи, определени със съответни стойности на управляемите фактори, са показани в

табл.5. Там са отразени и ефектите от тези взаимодействия когато факторите x_j са на средното си ниво – 0.

Таблица 5
 Зони на управляемите фактори, чиито взаимодействия $\hat{Y}_{Pi. \ell_{кор.}}$ стимулират или потискат дължините на корените $\ell_{кор.}$ от семена на тритикале, сорт Респект

Ефект $\hat{Y}_{Pi. \ell_{кор.}}$ от взаимодействието на управляемите фактори на електромагнитната обработка					
при средно ниво на факторите		стимулиращ		потискащ	
x_j	$\hat{Y}_{Pi. \ell_{кор.}}$ %/к	при x_j	$\hat{Y}_{Pi. \ell_{кор.}}$ %/к	при x_j	$\hat{Y}_{Pi. \ell_{кор.}}$ %/к
Случай 1 – изключване на фактор x_3					
$x_1 = 0$ $x_2 = 0$	93,8	$x_1 = (-1,2 \dots -1,0)$ $x_2 = (-1,2 \dots -0,6)$	над 105	$x_1 = (-1,2 \dots -0,4)$ $x_2 = (-1,2 \dots 1,2)$	под 98
Случай 2 – изключване на фактор x_2					
$x_1 = 0$ $x_3 = 0$	93,6	$x_1 = (-1,2 \dots -1,0)$ $x_3 = (0,3 \dots 0,7)$	над 102	$x_1 = (-0,5 \dots 1,2)$ $x_3 = (-1,2 \dots 1,2)$	под 98
Случай 3 – изключване на фактор x_1					
$x_2 = 0$ $x_3 = 0$	96,4	Липсва стимулиращ ефект.		Очаква се потискащ ефект при всички стойности на управляемите фактори.	под 98

От фиг.2. табл.4 и табл.5. може да се заключи, че ако факторите x_1 , x_2 и x_3 са на нулевите си нива, т.е. $U=3kV$, $\tau=30s$ и $T=14$ ден., се очаква, потискащо въздействие и то такава, че дължините $\ell_{кор.}$ на израсналите корени са в границите (93,8...96,4)%/к.

Според фиг.2., табл.4. и табл.5. може да се установи, че стимулиращо въздействие (повече от 100%/к) върху дължините на корените $\ell_{кор.}$ би могло да се очаква при въздействие върху семената с фактори, имащи следните стойности:

$$x_1 = (-1,2 \dots -1,0), \text{ т.е. } U = (0,6 \dots 1,0)kV;$$

$$x_2 = (-1,2 \dots -0,6), \text{ т.е. } \tau = (6 \dots 18)s;$$

$$x_3 = (0,3 \dots 0,7) \text{ т.е. } T \approx (16 \dots 19) \text{ ден.}$$

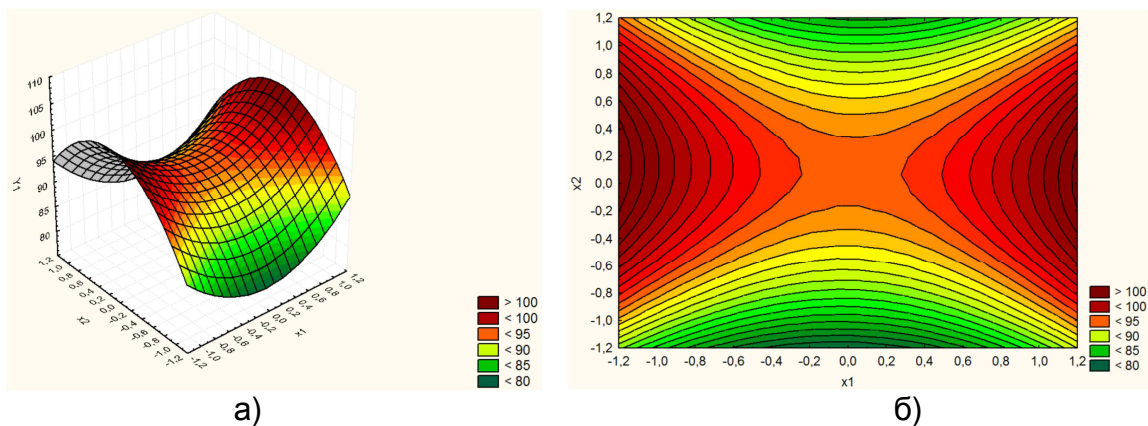
Съгласно уравненията на регресия, чиито коефициенти b_i са показани в табл.2 са построени повърхнините и линиите на отклик – дължина на кълновете $\ell_{кълн}$ на електромагнитно обработените семена от тритикале, сорт Респект при следните случаи:

Случай 1 за дължините $\ell_{\text{кълн}}$ на кълновете от семената на тритикале сорт Колорит:

Тук факторът x_3 – продължителност на престоя T до засяването на семената се изключва. Тогава, при взаимодействието на факторите x_1 и x_2 , уравнението на повърхнината и линиите на отклик за $\ell_{\text{кълн}}$ се получава от следния вид:

$$\hat{Y}_{P1. \ell_{\text{кълн}}} = 94,487 - 0,162 x_1 + 1,565 x_2 - 0,742 x_1 x_2 + 6,350 x_1^2 - 8,758 x_2^2. \quad (7)$$

На фиг.3. са показани, построените, по уравнение (7) повърхнина и линии на отклик – дължина на кълновете $\ell_{\text{кълн}}$ на семената от тритикале, сорт Респект.



Фиг.3. Повърхнина (а) и линии (б) на отклик на дължините на кълновете $\ell_{\text{кълн}}$ на семената от тритикале, сорт Респект при изключено влияние на фактора x_3 (T)

Зоните, от фиг.3, с цвят тъмно кафяво показват, че при такива стойности на управляемите фактори се предвижда стимулиране на дължините на израсналите кълнове. За случая от фиг.1а и фиг.1б след предсеитбена електромагнитна обработка с $x_1 = (-1, 2 \dots -1, 0)$ и $x_2 = (-1, 0 \dots 1, 2)$ и $x_1 = (1, 0 \dots 1, 2)$ $x_2 = (-0, 6 \dots 0, 4)$ и се очаква увеличаване на дължината на израсналите кълнове.

От фиг.3 може да се констатира, че там където са светлочервените до тъмнозелените полета, напр. при $x_1 = (-1, 2 \dots 1, 2)$ и $x_2 = (-1, 2 \dots 0, 0)$ и $x_1 = (-1, 1 \dots 1, 1)$ и $x_2 = (0, 0 \dots 1, 2)$ се очаква предсеитбеното въздействие да бъде потискащо. Анализът на повърхнините и линиите на отклик за $\ell_{\text{кълн}}$ на семената от сорт Респект от фиг.3 с подобните им от [4] за сорт Колорит показва една сходимост във формата им, но не и в стойностното изражение на потискащия и стимулиращи ефекти.

Случай 2 за дължините $\ell_{\text{кълн}}$ на кълновете от семената на тритикале сорт Респект:

Тук факторът x_2 – продължителност на електромагнитното въздействие τ се изключва, а от взаимодействието на факторите x_1 и x_3 се получава следното уравнение на повърхнината и линиите на отклик за дължината на израсналите кълнове $\ell_{\text{кълн}}$ от семената на тритикале, сорт Респект:

$$\hat{Y}_{P2. \ell_{\text{кълн}}} = 93,657 - 0,162 x_1 - 5,450 x_3 - 2,361 x_1 x_3 + 5,852 x_1^2 - 7,097 x_3^2 \quad (8)$$

Случай 3 за дължините $l_{\text{кълн}}$ на кълновете от семената на тритикале сорт Респект:

Тук факторът x_1 – приложено напрежение U между електродите се изключва.

Тогава при взаимодействието на факторите x_2 и x_3 се получава следното уравнение на повърхнината и линиите на отклик за дължините $l_{\text{кълн}}$ на израсналите кълнове $l_{\text{кълн}}$ от семената на тритикале, сорт Респект:

$$\hat{Y}_{P3, l_{\text{кълн}}} = 99,467 + 1,565 x_2 - 5,450 x_3 - 0,202 x_2 x_3 - 5,769 x_2^2 - 3,611 x_3^2 \quad (9)$$

Повърхнините и линиите на отклик – дължини $l_{\text{кълн}}$ на кълновете за случаите 2 и 3 не са показани.

От анализа на получените повърхнини и линии на отклик при взаимодействията на отделните фактори може да се констатира какви ще бъдат ефектите им $\hat{Y}_{Pi, l_{\text{кълн}}}$ върху дължините на кълновете $l_{\text{кълн}}$ – стимулиращи, или потискащи.

В табл.6. са показани и ефектите $\hat{Y}_{Pi, l_{\text{кълн}}}$ върху $l_{\text{кълн}}$ от въздействието на предсеитбените електромагнитни обработки и управляемите фактори, при които те се получават.

Таблица 6

Зони на управляемите фактори, чиито взаимодействия $\hat{Y}_{Pi, l_{\text{кълн}}}$ стимулират или потискат дължините на кълновете $l_{\text{кълн}}$ от семена на тритикале сорт Респект

Ефект $\hat{Y}_{Pi, l_{\text{кълн}}}$ от взаимодействието на управляемите фактори на електромагнитната обработка					
при средно ниво на факторите		стимулиращ		потискащ	
x_j	$\hat{Y}_{Pi, l_{\text{кълн}}}$, %/к	при x_j	$\hat{Y}_{Pi, l_{\text{кълн}}}$, %/к	при x_j	$\hat{Y}_{Pi, l_{\text{кълн}}}$, %/к
Случай 1 – изключване на фактор x_3					
$x_1 = 0$ $x_2 = 0$	94,5	$x_1 = (-1,1 \dots -1,2)$ $x_2 = (-0,2 \dots 0,4)$ $x_1 = (1,1 \dots 1,2)$ $x_2 = (-0,2 \dots 0,2)$	над 102	$x_1 = (-0,7 \dots 0,8)$ $x_2 = (-1,2 \dots 1,2)$	под 98
Случай 2 – изключване на фактор x_2					
$x_1 = 0$ $x_3 = 0$	93,7	$x_1 = (-1,2 \dots -1,1)$ $x_3 = (-0,5 \dots 0,1)$ $x_1 = (1,1 \dots 1,2)$ $x_3 = (-1,1 \dots 0,0)$	над 101	$x_1 = (-0,9 \dots 0,9)$ $x_3 = (0,2 \dots 1,2)$	под 98

Случай 3 – изключване на фактор x_1					
$x_2 = 0$ $x_3 = 0$	99,5	$x_2 = (-0,1 \dots 0,4)$ $x_3 = (-1,2 \dots -0,5)$	над 101	$x_2 = (-1,2 \dots 1,2)$ $x_3 = (0,3 \dots 1,2)$	под 98

От фиг.3. и табл.6. може да се констатира, че след предсеитбена електромагнитна обработка на семената от тритикале, сорт Респект и при подобрите стойности на управляемите фактори може да се очаква стимулиращо въздействие - (1..2)% върху развитието на дължините на кълновете.

Тези ефекти са получени при обработки с управляеми фактори, имащи следните стойности:

$$x_1 = (-1,2 \dots -1,1), \text{ т.е. } U = (0,8 \dots 1,0) \text{ kV}; \quad x_1 = (1,1 \dots 1,2), \text{ т.е. } U = (5,2 \dots 5,4) \text{ kV};$$

$$x_2 = (-0,1 \dots 0,2), \text{ т.е. } \tau = (28 \dots 34) \text{ s};$$

$$x_3 = (-1,1 \dots 0,0), \text{ т.е. } T \approx (6 \dots 14) \text{ ден.}$$

Анализът на данните от фиг.1, фиг.2 и фиг.3, както и посочените ефекти с ниски стойности в табл.1, табл.3, табл.5 и табл.6 показва, че извършената предсеитбена електромагнитна обработка на семената от тритикале, сорт Респект, с използваните стойности на управляемите фактори, не се е оказала достатъчно ефективна за стимулиране дължината на кълновете на семената от тритикале, сорт Респект. Съществуват някои малки изключения, при които дължините на кълновете са стимулирани – т.напр. при вариант на обработка 5 (табл.1) - $U = 5 \text{ kV}$, $\tau = 50 \text{ s}$ и $T = 7$ ден. кълновете са с дължина 102%/к, а при вариант 10 (с $U = 1 \text{ kV}$, $\tau = 10 \text{ s}$ и $T = 14$ ден.) – с 108,5%/к. С изключение на вариант 14 (с $U = 3 \text{ kV}$, $\tau = 30 \text{ s}$ и $T = 7$ ден.), където израсналите кънове от обработените семена са дължини 100,4%/к, то при останалите, неописани тук, варианти $\ell_{\text{кълн}}$ са с по-малки дължина от контролните, която е в границите (82,0...99,8)%/к.

След анализ на получените стойности на управляемите фактори и тяхното влияние върху наблюдаваните параметри: брой израснали корени $N_{\text{кор.}}$, дължини на корените $\ell_{\text{кор.}}$ и на кълновете $\ell_{\text{кълн}}$ са установени следните граници на факторите на въздействие, оказващи известно положително взаимодействие (100%/к):

- продължителност на въздействието $\tau = (6 \dots 14) \text{ s}$;

- продължителност на престоя от обработката до засяването $T = (10 \dots 14) \text{ ден.}$

На този етап на изследването не може да се препоръча конкретна стойност, или диапазон от стойности на фактора напрежение между електродите $U, \text{ kV}$. За трите наблюдавани параметъра (брой корени, и дължини на корените и кълновете) са установени различни граници на напрежението, които оказват стимулиращо влияние, напр. за брой на корените $N_{\text{кор.}}$ необходимото напрежение е в границите $U = (1,8 \dots 4,1) \text{ kV}$, за дължините на корените $\ell_{\text{кор.}}$ - $U = (0,6 \dots 1,0) \text{ kV}$ и за дължините на кълновете $\ell_{\text{кълн}}$ - $U = (0,8 \dots 1,0) \text{ kV}$ и $U = (5,2 \dots 5,4) \text{ kV}$.

Отбелязаните граници не дават възможност за предложение на общи стойности на напрежението, удовлетворяващи стимулирането на трите наблюдавани параметъра.

ИЗВОДИ

1. С видоизменено винтово устройство [2], по симетричен композиционен план ВЗ, са извършени предсеитбени електромагнитни обработки на семена от тритикале сорт Респект. Използвани са три управляеми фактора на въздействие: напрежение между електродите на обработващото устройство U, kV , продължителност на въздействие τ, s и продължителност на престоя T , денонощия на семената от обработката до засяването им в лабораторни условия

2. Построени са повърхнините и линиите на отклик на броя на израсналите корени, дължините на корените и дължините на кълновете на семена от тритикале, сорт Колорит. На тяхна основа са намерени са границите на продължителността на въздействие τ, s и престой T , ден., на семената от тритикале, сорт Респект от обработката до засяването, които биха въздействали благотворно върху броя на израсналите корени и дължините на корените и кълновете, а именно: $\tau=(6...14)s$ и $T=(10...14)$ ден.

3. Не са установени стойности и граници на промяна на управляемия фактор напрежение U, kV , между електродите, които биха оказали комплексно стимулиращо въздействие върху семената на тритикале, сорт Респект.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Митков Ат., Д. Минков, Статистически методи за изследване и оптимизиране на селскостопанската техника, София, Земиздат, I част-1989, II част-1993.

[2] Патент за изобретение на България №30631, Устройство за предсеитбена електрическа обработка на посевен материал, А 01С 1/00, А01 N 21/00, Автори: П. Терзиев, Ив. Палов, Ст. Стефанов, Р. Радев.

[3]. <https://support.software.dell.com/statistica/8.0/release-notes-guides> - програмен продукт Statistika 8

[4] Muhova A., Sirakov K., A.Stoilova, St.Stefanova-Dobreva, Iv.Palov, Study the effects of pre-sowing electromagnetic treatment of some laboratory parameters on triticale seeds // International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE", Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions", №10(14), Vol.6., Dubai, UAE, 2016, p.40-45. ISSN 2413-1032

[5] Sirakov K., A.Stoilova, A.Muhova, Iv.Palov, St.Stefanova-Dobreva, Study the effect of pre-sowing electromagnetic treatments on laboratory germination vigor and germination of seeds of bulgarian triticale varieties // International Scientific and Practical Conference "WORLD SCIENCE", Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions", №10(14), Vol.6., Dubai, UAE, 2016, p.31-40. ISSN 2413-1032

За контакти:

1. доц. д-р инж. Кирил Сираков, катедра: "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "А. Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017 Русе, България, e-mail: csirakov@uni-ruse.bg

2. проф. д-р инж. Иван Палов, катедра: "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "А. Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017, Русе, България, e-mail: ipalov@uni-ruse.bg

3. проф. дн Ана Стоилова, Институт по полски култури, Чирпан, България, e-mail: saldzhieva@abv.bg

4. Ангелина Мухова, Институт по полски култури, Чирпан, България, e-mail: muhova.angelina@gmail.com