

***ВПЛИВ ГАМЕТОЦИДІВ НА ФОРМУВАННЯ ЧОЛОВІЧОЇ
СТЕРИЛЬНОСТІ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО***

В. С. Мельник, В. К. Рябчун
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

Вивчено стерилізуючу дію гаметоцидів етрел, дибутилфталат та 1,3-дибромпропан на сорти тритикале ярого. Високу стерилізуючу дію забезпечив гаметоцид ДБФ у сорту Соловей харківський – 92,3 % (96,6 % у 2010 р. та 88,1 % у 2009р.) Вищий рівень чоловічої стерильності проявляється при обробці рослин гаметоцидами на IV етапі органогенезу – на початку фази трубкування. ДБФ знижує висоту рослин на 4,6 - 9,1 %, не впливаючи на кількість зерен в колосі та їх масу. 1,3-дибромпропан істотного впливу на елементи структури рослин не має, але проявляє нижчу стерилізуючу дію. Обробка рослин етрелом найбільш негативно впливає на висоту рослин, кількість зерен у колосі та їх масу.

Тритикале яре, гаметоцид, чоловіча стерильність, етрел, ДБФ, 1,3-дибромпропан

Створення гібридів тритикале та їх впровадження у виробництво дозволить значно підвищити валові збори зерна, особливо у посушливих умовах. Порівняно з пшеницею, біологічні особливості тритикале забезпечують більш широкі можливості для гібридної селекції.

У самоzapильних культур створення гетерозисних гібридів пов'язане з необхідністю обов'язкової чоловічої стерильності материнських компонентів. При комерційному виробництві гібридів найбільш поширеними методами стерилізації рослин є використання цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) та гаметоцидів. Застосування цих методів дозволило зареєструвати ряд гібридів пшениці м'якої, які забезпечують значно вищу урожайність зерна порівняно з сортами [1, 2]. Кожен з методів створення гетерозисних гібридів має як свої переваги, так і недоліки. При створенні гібридів пшениці та тритикале на основі ЦЧС найбільш ефективним є використання джерела стерильної цитоплазми *Triticum timopheevi*, що гарантовано забезпечує високу чоловічу стерильність материнської форми [3, 4]. При цьому є необхідність ство-

рення стерильного аналогу, закріплювача стерильності та підбору відновлювача фертильності, а також розмноження насіння цих компонентів. Такі заходи подовжують період створення гібриду порівняно з використанням гаметоцидної технології. Використання гаметоцидів для стерилізації материнського компоненту дозволяє значно прискорити процес створення гібриду за рахунок можливості швидкої стерилізації материнських форм на великих площах ділянок гібридизації безпосередньо в рік одержання гібридного насіння.

Ефективність гаметоциду визначається високою часткою стерилізації чоловічого компоненту квітки без впливу на материнський компонент і відсутністю негативного впливу на ріст, розвиток оброблених рослин. Крім того, досить важливою є пластичність у використанні, тобто ефективна дія на різні генотипи та якомога ширший діапазон часу, коли стерилізація є ефективною. З екологічної точки зору, компоненти гаметоциду не повинні накопичуватися в органах рослини та ґрунті, бути безпечними для навколишнього середовища. Для багатьох культур (кукурудза, жито, ячмінь, овес, просо, льон, баклажан, салат, цукровий буряк) були знайдені такі гаметоциди, що відповідають зазначеним вимогам і здатні забезпечувати 100 % чоловічу стерильність [5]. Для пшениці та тритикале питання пошуку гаметоциду, придатного для використання у виробничих умовах, залишалось досить довгий час відкритим, доки у 1997 р. фірмою Monsanto не було створено гаметоцид Genesis, який при використанні на пшениці відповідає основним вимогам, що дозволяють виробляти гібридне насіння.

Гаметоцид Genesis (діюча речовина клофенсет), зареєстрований в США та Європі, широко використовують для виробництва гібридів. Але у Франції, де створено найбільшу кількість гібридів пшениці, більш широко використовують новіший гаметоцид Croisor (діюча речовина сінтофен), створений фірмою Hübnerova для використання на злакових культурах. Середній рівень стерилізуючої дії на пшениці м'якій становить 98,2% при урожайності гібридного насіння 5 т/га.

З використанням цих гаметоцидів виробляється насіння гібридів м'якої пшениці Hyno-Precia, Hyno-Rista, Hyno-Seha та інші [6, 7, 8, 9]. Стосовно тритикале, на основі цих гаметоцидів у Франції було створено перші F₁ гібриди озимого типу розвитку для комерційного виробництва: Clint (1998 р.), Kador (1999 р.) та Hyno-Trical (2001 р.). Але вони так і не були зареєстровані внаслідок того, що вищенаведені гаметоциди, хоча і мали високу стерилізуючу дію, але не забезпечували таких стабільних результатів стерилізації на тритикале, як на пшениці [10, 11]. У відповідності до діючих Європейських стандартів при виробництві гібридного насіння тритикале з використанням гаметоцидів гібридність повинна бути не меншою за 95 % [12, 13]. Для тритикале досі не знайдено гаме-

тоциду, здатного забезпечувати стабільно високу стерилізацію. Навіть при її досягненні гаметоциди Genesis і Croisor ефективні тільки на окремих генотипах. Внаслідок цього єдиний гібрид тритикале НУТ Prime, який було зареєстровано у 2010 р. у Франції, створено з використанням ЦЧС [14]. Але, порівняно з пшеницею, у тритикале виникає більше труднощів, пов'язаних зі створенням і підтримкою стерильності материнського компонента. На сьогодні створено дуже невелику кількість закріплювачів стерильності. З урахуванням цього, значна увага приділяється вивченню можливостей використання гаметоцидів на тритикале, що може значно прискорити створення гібридів.

Метою наших досліджень було встановити рівень стерилізуючої дії нових гаметоцидів дибутілфталат та 1,3-дибромпропан на формування чоловічої стерильності у сортів тритикале ярого та їх вплив на ріст і розвиток рослин.

Методика та умови проведення досліджень. Дослідження проведено в лабораторії селекції тритикале ярого Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН у 2009 – 2010 рр. Обробку 10 рослин кожного сорту у двох повтореннях проводили водним розчином гаметоцидів етрел 0,6 %, дибутілфталат (ДБФ) 2,0 % та 1,3-дибромпропан 2,5 % на IV, V, VI та VII етапах органогенезу за Куперман Ф. М. [15], повторну обробку – через 4 доби після першої. Контрольні рослини обробляли дистильованою водою. Стерилізуючу дію гаметоцидів визначали за відношенням кількості зерен стерилізованого до кількості зерен контрольного колосся. Вплив гаметоцида на ріст і розвиток рослин визначали за зміною висоти рослин, довжини колосу, кількості колосків і зерен в колосі, маси зерна з колосу та маси 1000 зерен при вільному цвітінні оброблених рослин порівняно з контролем. Статистичну обробку результатів проводили за Б. А. Доспеховим [16].

Умови 2009 р. були несприятливими за температурним режимом і вологозабезпеченістю для розвитку тритикале ярого. Значна весняна посуха негативно вплинула на ріст, розвиток рослин та формування стеблестою. Недостатня кількість вологи спостерігалась протягом всього вегетаційного періоду. Умови 2010 р. були більш сприятливими. Спостерігався дефіцит вологи в квітні та травні, що негативно вплинуло на формування висоти рослин та продуктивної кущистості. Опади у другій декаді червня сприяли формуванню рослинами колосу та нормальному зав'язуванню зерна. Але дуже високі температури повітря та посуха, які спостерігались під час фази наливу зерна (на початку липня), призвели до формування зерен з низькою масою.

Результати та обговорення. Вивчення ефективності використання хімічних речовин етрелу (діюча речовина етефон), дибутілфталату (ДБФ) та 1,3-дибромпропану, які мають гаметоцидну дію на пшеницю

м'яку [17, 18], показало, що ці речовини проявляють різний вплив на чоловічий гаметофіт тритикале ярого та в окремі роки здатні забезпечувати чоловічу стерильність на рівні 95,0 - 96,6 %, але в середньому за роками стерилізуюча дія гаметоцидів коливалась від 10,2 % до 92,3 %. Виявлено значну диференціацію сортів за чутливістю до гаметоциду та залежно від строку його застосування.

При застосуванні гаметоциду етрел на сортах тритикале ярого найбільшої ефективності можна досягти, обробляючи рослини на IV та VI етапах органогенезу. В середньому по сортах на цих етапах етрел забезпечує чоловічу стерильність в 73,8 % та 71,2 % квіток відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Стерилізуюча дія гаметоциду етрел залежно від сорту та етапу органогенезу тритикале ярого, 2009 – 2010 рр.

Сорт	Частка стерильних квіток, %			
	Етап органогенезу			
	IV	V	VI	VII
Аіст харківський	89,8	69,2	76,0	76,9
Хлібодар харківський	73,4	71,4	66,5	10,2
Соловей харківський	75,2	70,9	85,2	47,8
Коровай харківський	69,0	44,4	72,9	55,6
Легінь харківський	61,7	48,1	55,5	20,0
Середнє	73,8	60,8	71,2	42,1
НІР ₀₅	2,6			

Максимальну дію цей гаметоцид забезпечив при обробці сорту Аіст харківський на IV етапі органогенезу (в середньому 89,8 % з коливанням від 83,6 % до 95,0 % по роках). Дещо менший рівень стерильності цього сорту забезпечує обробка на VI та VII етапах органогенезу (76,0 % - 76,9 % відповідно).

Сорт Хлібодар харківський має нижчу чутливість до гаметоциду етрел порівняно з сортом Аіст харківський. Максимальна стерилізуюча дія – 73,4 % - спостерігалась при обробці на IV етапі органогенезу. При обробці на наступних 3-х етапах ефективність стерилізації різко знижувалась і становила відповідно 71,4 %; 66,5 % та 10,2 %.

На відміну від інших сортів, сорти Соловей харківський та Коровай харківський найбільше реагують на застосування гаметоциду етрел при його нанесенні в період VI етапу органогенезу. У сорту Соловей харківський в середньому по роках чоловіча стерильність квіток при обробці на VI етапі органогенезу становила 85,2 % (відповідно 95,0 та 75,2 у 2009 та 2010 рр.). Сорт Коровай харківський мав нижчу стерильність – 72,9 %.

Ефективність стерилізації препаратом етрел сорту Легінь харківський була найнижчою серед усіх досліджуваних сортів. Максимальна частка стерильних квіток становила 61,7 % при обробці рослин на IV етапі органогенезу.

Таким чином, найбільшої ефективності стерилізації рослин тритикале ярого гаметоцидом етрел можна досягти, обробляючи сорти Аіст харківський та Хлібодар харківський на IV етапі органогенезу, а сорти Соловей харківський та Коровай харківський – на VI етапі органогенезу. В цих варіантах середня по роках стерильність становить залежно від сорту 72,9 - 89,8 %, а в окремі роки досягає 95,0 %. Одержані результати свідчать про генотипову специфічність реакції тритикале ярого на обробку гаметоцидом етрел та її залежність від фази та умов обробки кожної материнської форми гібриду. Стерилізуюча ефективність його була близькою до вимог Європейського стандарту у сортів Аіст харківський (IV етап) та Соловей харківський (VI етап).

Дибутилфталат забезпечив стерильність сортів тритикале ярого від 30,4 до 92,3 %, залежно від сорту та строку обробки рослин (табл. 2).

Таблиця 2

Стерилізуюча дія гаметоциду ДБФ на тритикале яре залежно від сорту та етапу органогенезу, 2009 – 2010 рр.

Сорт	Частка стерильних квіток, %			
	Етап органогенезу			
	IV	V	VI	VII
Аіст харківський	67,3	38,5	63,1	38,5
Хлібодар харківський	74,2	53,6	54,2	42,9
Соловей харківський	92,3	70,4	72,9	30,4
Коровай харківський	54,4	63,0	39,5	51,9
Легінь харківський	61,8	55,6	38,0	51,5
Середнє	70,0	56,2	53,5	43,0
НІР ₀₅	1,8			

В середньому по сортах оптимальною є обробка рослин ДБФ на IV етапі органогенезу, при якій середній рівень квіток з чоловічою стерильністю становив 70,0 %, за винятком сорту Коровай харківський, у якого кращий результат (63,0 %) одержано на V етапі органогенезу.

Найвищу стерилізуючу дію цей гаметоцид мав на сорті Соловей харківський при його застосуванні на IV етапі органогенезу – 92,3 % (від 88,1 % до 96,5 % відповідно у 2009 та 2010 рр.). При застосуванні гаметоциду ДБФ на V та VI етапах органогенезу знижено рівень чоловічої стерильності відповідно до 70,4 % та 72,9 %. Обробка рослин сорту Соловей харківський цим препаратом на VII етапі органогенезу була

малоефективною, рівень стерильності становив 30,4 %.

У сорту Хлібодар харківський найвищий рівень стерилізації гаметоцидом ДБФ становив 74,2 % при обробці рослин на IV етапі органогенезу. При обробці на V та VI етапах стерильність квіток знаходилась на рівні 53,6 - 54,2 %.

На сорті Аїст харківський гаметоцид ДБФ мав низьку стерилізуючу дію. Рівень стерильності чоловічих квіток був дещо вищим при обробці рослин на IV та VI етапах органогенезу (67,3 % та 63,1 % відповідно) та нижчу – на V та VII етапах органогенезу (38,5 %). Сорти Коровай харківський та Легінь харківський мали досить низьку чутливість чоловічого гаметофіту до гаметоциду ДБФ. На відміну від інших сортів, Коровай харківський мав вищий показник стерильності (63,0 %) при обробці рослин на V етапі органогенезу. У сорта Легінь харківський рівень стерильності коливався від 38,0 до 61,8 %, залежно від фази обробки. Найвищим він був при обробці під час IV етапу, а найнижчим – під час VI етапу органогенезу.

Вивчення ефективності гаметоциду ДБФ показало, що існує значна диференціація сортів за реакцією на цей препарат. Найбільш ефективним є його застосування на сортах Соловей харківський та Хлібодар харківський під час проходження рослинами IV етапу органогенезу. У першого сорту цей рівень близький до Європейського стандарту.

При проведенні обробки сортів тритикале ярого гаметоцидом 1,3-дибромпропан частка стерильних квіток коливалась від 15,0 до 80,0 %, залежно від сорту та строку обробки (табл. 3). У всіх досліджуваних сортів більш ефективною є обробка рослин на IV етапі органогенезу. Високий рівень стерильності у цьому варіанті мали сорти Соловей харківський (80,0 %), Легінь харківський (76,0 %) та Аїст харківський (73,0 %). Найбільш стабільний ефект стерилізації по різних строках обробки спостерігався у сорту Соловей харківський, який коливався від 80,0 % при обробці на IV етапі органогенезу до 70,0 % при обробці на VI етапі органогенезу. При обробці рослин гаметоцидом 1,3-дибромпропан найбільш чутливим до фази обробки був сорт Легінь харківський, у якого рівень стерильності знизився від 70,4 % (при обробці на IV етапі) до 15,0 % (при обробці на VI етапі).

Для сорту Легінь харківський застосування гаметоциду 1,3-дибромпропан є найбільш ефективним на IV етапі органогенезу.

В результаті обробки рослин в чотири строки було встановлено, що найвищий рівень стерилізації квіток при використанні різних гаметоцидів досягається переважно на IV етапі органогенезу, але досліджувані гаметоциди не забезпечують рівень вимог Європейського стандарту.

Одночасно зі стерилізацією гаметоциди проявляють певну дію на рослини, зокрема на висоту та елементи продуктивності.

Таблиця 3

Стерилізуюча дія гаметоциду 1,3-дибромпропан на тритикале яре залежно від сорту та етапу органогенезу, 2009 – 2010 рр.

Сорт	Частка стерильних квіток, %			
	Етап органогенезу			
	IV	V	VI	VII
Аіст харківський	73,0	65,8	48,6	48,0
Хлібодар харківський	61,0	58,7	32,6	24,0
Соловей харківський	80,0	76,9	70,1	74,0
Коровай харківський	62,0	55,0	21,4	32,0
Легінь харківський	76,0	54,9	15,2	15,0
Середне	70,4	62,3	37,6	38,6
НІР ₀₅	2,6			

Найбільший пригнічуючий ефект на висоту рослин спостерігався при обробці рослин етрелом. Залежно від строку обробки висота рослин знижувалась на 14,2 - 28,7 см (14 - 28 %) (табл. 4).

Обробка рослин гаметоцидом ДБФ також викликала зниження висоти рослин за усіх строків обробки – на 4,7 - 9,2 см (4,6 - 9,1 %), але значно менше, порівняно з етрелом. Обробка цим гаметоцидом на IV етапі органогенезу найменше впливає на висоту рослин.

В середньому по сортах гаметоцид 1,3-дибромпропан не має істотного впливу на висоту рослин тритикале ярого.

На зміну довжини колосу гаметоциди мали менший вплив, ніж на висоту рослин. Суттєве зниження довжини колоса спостерігалось тільки при обробці рослин гаметоцидом етрел на V етапі органогенезу (на 0,6 см).

На кількість колосків у колосі гаметоциди не впливали. Це пов'язано з тим, що закладання колосків відбувається ще до IV етапу органогенезу (перший строк обробки). Але більшість гаметоцидів негативно впливають на розвиток квіток у колосі, що в свою чергу призводить до зниження озерненості колосу.

При обробці рослин гаметоцидом 1,3-дибромпропан на V етапі органогенезу кількість зерен у колосі знаходилась на рівні контролю. При обробці рослин цим гаметоцидом на інших етапах розвитку кількість зерен знижувалась несуттєво (на 1 – 3 шт.). Обробка рослин гаметоцидами етрел на IV та V етапах органогенезу має значний вплив на озерненість колосу. Кількість зерен відповідно знижувалась на 5 та 8 шт. порівняно з контролем. У варіантах з обробкою рослин гаметоцидами етрел та ДБФ на IV – VII етапах органогенезу також спостерігалось зниження озерненості колосу, але на статистично недостовірному рівні. Це свідчить про те, що у більшості варіантів обробки гаметоциди не викликали жіночої стерильності квіток.

Таблиця 4

Вплив гаметоцидів на ріст і розвиток тритикале ярого залежно від строку обробки, при вільному цвітінні оброблених рослин, 2009 – 2010 рр.

Гаметоцид	Етап органогенезу			
	IV	V	VI	VII
Висота, см				
Контроль	101,5	102,0	101,6	102,0
етрел	79,2*	73,3*	77,7*	87,8*
ДБФ	96,8*	96,1*	92,4*	94,7*
1,3-дибромпропан	102,1	100,1	99,9	101,1
НІР ₀₅	4,51			
Довжина колоса, см				
Контроль	7,3	7,4	7,5	7,4
етрел	7,0	6,8*	7,0	7,2
ДБФ	7,2	7,1	7,0	7,5
1,3-дибромпропан	7,3	7,3	7,2	6,9
НІР ₀₅	0,58			
Кількість колосків у колосі, шт.				
Контроль	19	20	20	19
етрел	20	19	19	20
ДБФ	19	19	20	20
1,3-дибромпропан	20	20	19	18*
НІР ₀₅	1,22			
Кількість зерен з колоса при вільному запиленні, шт.				
Контроль	23	23	22	23
етрел	18*	15*	19	19
ДБФ	21	22	21	24
1,3-дибромпропан	22	23	20	20
НІР ₀₅	4,24			
Маса зерна з колоса при вільному запиленні, г				
Контроль	0,93	0,91	0,92	0,91
етрел	0,67*	0,64*	0,73*	0,76
ДБФ	0,84	0,87	0,83	0,91
1,3-дибромпропан	0,90	0,95	0,89	0,97
НІР ₀₅	0,19			
Маса 1000 зерен при вільному запиленні, г				
Контроль	41,08	40,79	41,90	39,99
етрел	36,12*	44,43*	39,77	39,69
ДБФ	41,31	41,20	38,94	39,08
1,3-дибромпропан	41,97	42,90	43,26	41,29
НІР ₀₅	3,62			

Примітка * – суттєво на 0,05 % рівні значущості.

Етрел суттєво впливає на зниження маси зерна з колосу при обробці рослин на IV, V та VI етапах органогенезу. При обробці ДБФ та 1,3- дибромпропаном маса зерна з колосу значно не знижувалась або була на рівні контролю.

Гаметоциди також можуть негативно вплинути на масу зернівки. Суттєве зниження маси 1000 зерен спостерігалось при обробці гаметоцидом етрел на IV та V етапах органогенезу (на 5,0 та 3,6 г відповідно).

В результаті досліджень було встановлено специфічність дії гаметоцидів на кожному генотипі. Для сорту Соловей харківський підібрано ефективний гаметоцид дибутилфталат, який в середньому по роках забезпечує 92,3 % чоловічої стерильності, але змінюється в різні роки (88,1 % у 2009р. та 96,6 % у 2010 р.). Він при цьому не знижує зав'язуємість насіння при вільному запиленні та не впливає на озерненість колоса та крупність зерна. Враховуючи вимоги до виробництва гібридного насіння, необхідного рівня було досягнуто в окремі роки також і при використанні етрелу на сортах Соловей харківський та Аіст харківський у 2009 р. (95,0 %). Але цей гаметоцид недоцільно використовувати для стерилізації тритикале ярого, оскільки він значно знижує рівень прояву цінних господарських ознак, в тому числі зернову продуктивність.

Вцілому, найвищої стерилізації було досягнуто при обробці рослин на IV етапі органогенезу на початку трубкування рослин. Подібні результати були отримані Sarga V. T., Sharma G. C., Hughes J. L. у 1974 р. на сорті гексаплоїдного тритикале 6ТА 131 при обробці гаметоцидом RH-531 перед або на початку трубкування [19]. Для гаметоцидів Croisog та Genesis при використанні їх на тритикале фаза обробки не підібрана, а рекомендована як для пшениці – на VI - VII етапах органогенезу [7, 20]. Дослідження механізму впливу гаметоцидів на різні види рослин, проведені на молекулярному рівні, показали, що стерильність зумовлюється порушеннями мейозу материнських клітин пилку [6, 21]. Оптимальний строк обробки залежить від швидкості включення гаметоциду в метаболізм рослини та досягнення його максимальної дії під час мейозу в генеративних клітинах. Саме з цим може бути пов'язана нестабільність стерилізуючої дії гаметоцидів по роках, як було в наших дослідженнях, і за даними інших авторів, які вивчали дію гаметоцидів Genesis та Croisog на тритикале. Якщо посушливі умови навесні призвели до невіривності посіву, то цілком можливе одночасне проходження мейозу у квітках рослин, і в цьому випадку високий ефект може забезпечити тільки така хімічна речовина, яка має більш тривалу дію в самій рослині. Досягнення у створенні універсальних гаметоцидів на багатьох видах рослин, в т.ч. і на пшениці м'якої озимій (Genesis), свідчить про можливість пошуку хімічної речовини подібної дії і для трити-

кале ярого. Інший шлях – підбір окремих генотипів, найбільш чутливих до гаметоциду. Прикладом такого підходу є фірма Du Pont, яка розробила технологію виробництва гібридів пшениці з використанням гаметоциду Croisog на власних лініях та сортах, створивши методику виробництва гібридів пшениці м'якої. З 2002 р. власник технології та F₁ гібридів є фірма Saaten Union [2].

В наших дослідженнях показано, що гаметоцид ДБФ здатний забезпечувати високий рівень чоловічої стерильності сорту Соловей харківський (92,3 %) при обробці на IV етапі органогенезу. Доцільно спрямувати подальші дослідження стосовно його використання на значно ширшому наборі генотипів. А також продовжити пошук більш універсального гаметоциду для тритикале ярого.

Висновки. Високу стерилізуючу дію забезпечив гаметоцид ДБФ на сорті Соловей харківський – 92,3 % (96,6 % у 2010 р. та 88,1 % у 2009р.), а також етрел на сортах Аіст харківський та Соловей харківський – відповідно 89,8 % та 85,2 %.

Сорти Соловей харківський та Аіст харківський є більш чутливим до стерилізації, у яких всі гаметоциди забезпечили високу частку стерильних квіток на IV етапі органогенезу (67,3 - 92,3 %). Сорти Коровай харківський та Легінь харківський є найменш чутливими до хімічної стерилізації досліджуваними гаметоцидами.

Встановлено, що найвищий рівень стерилізації квіток тритикале ярого гаметоцидами переважно проявляється при обробці рослин на IV етапі органогенезу – на початку фази трубкування.

Гаметоцид ДБФ знижує висоту рослин на 4,6-9,1 %, істотно не впливає на кількість зерен в колосі та їх масу. Гаметоцид 1,3-дибромпропан в середньому істотно впливає на елементи структури рослин не має, але проявляє нижчу стерилізуючу дію. Обробка рослин етрелом найбільш негативно впливає на висоту рослин, кількість зерен у колосі та їх масу.

Диференціація за реакцією сортів на обробку різними гаметоцидами свідчить про ймовірність забезпечення вищого рівня стерилізації при вивченні широкого набору сортів та доцільність пошуку універсальних гаметоцидів.

Список використаних джерел

1. *Adunga A.* A comparison of cytoplasmic and chemically-induced male sterility system for hybrid performance in wheat (*Triticum aestivum* L.) / A. Adunga, G. S. Nanda, N. S. Bains // *Acta Agronomica Hungarica.* – 2006. – V. 54. – № 1. – P. 109–120.
2. *Rhade W.* Hybridweizen - Erfolge brauchen langen Atem / W. Rhade //

- Nordsaat Saatucht und SAATEN-UNION übernehmen Hybridweizen-Programm von Du Pont / W. Rhade. – 2002. – P. 4502.
3. *Goral H.* Grain yield and other agronomic traits in winter triticale F₁ hybrids based on *Triticum timopheevi* cytoplasm / H. Goral, L. Spiss, H. Wos, B. Wos // *Acta Agraria et Silvestria. – Series Agraria.* – 2005. – V. 45. – P. 3–9.
 4. *Weissman S.* Hybrid triticale – prospects for research and breeding – Part I: Why hybrids? / S. Weissman, E. A. Weissman // *Proceedings of the 5th International triticale symposium, V II, June30 – July 5.* – Poland. – 2005. – P. 187 – 191.
 5. *Adhikari N. R.* Chemical Emasculation in Plant Breeding / Institute of Agriculture and Animal Science Tribhuvan University, 2012 // електронна сторінка <http://aahuuu.com/archives/8517>.
 6. *Mahajan V.* Screening chemical hybridizing agents for development of hybrid wheat / V. Mahajan // *Current science.* – 2000. – V. 78 (3). – P. 235–239.
 7. *HongWei L.* Cytological observation on male sterile anther and pollen development induced by chemical hybridizing agent GENESIS in wheat / L. HongWei, Z. GaiSheng, L. BingHua // *Acta Botanica Boreali-Occidentalia.* – 2004. – V. 24. – № 12. – P. 2282–2285.
 8. Saatin Union: Hystar hybrid winter wheat / *Agronomy notes 2011* // електронна сторінка <http://www.saaten-union.co.uk/index.cfm/portal/1/nav/228/article/5705.html>
 9. *Oettler G.* Prospects for hybrid breeding in winter triticale: I. Heterosis and combining ability for agronomic traits in European elite germplasm / G. Oettler, S. H. Tams, H. F. Utz, E. Bauer, A. E. Melchinger // *Crop Science of America.* – 2005. – V. 45. – P. 1476–1482.
 10. *Bouguennec A.* Triticale in France / A. Bouguennec, M. Bernard, L. Jestin // *Triticale improvement and production.* – FAO Plant Production and protection paper. – 2004. – V. 179. – P. 109–114.
 11. *Vyhnánek T.* Analyzing the efficiency of the Genesis gametocide in triticale (x *Triticosecale* Wittmack) / T. Vyhnánek, J. Bednar // *Folia Universitatis Agriculturae stetinensis.* – 2000. – V. 82. – P. 293–298.
 12. OECD Scheme for the Varietal Certification of Cereal Seed, Annex VIII to the decision // *OECD Seed Schemes 2011: Rules and Regulations.* – 2011. – P. 99–108.
 13. The Cereal Seeds Regulations // *Statutory Instrument No. 2196.* – England, 26 August 1999.
 14. *Weissmann E.* Hybrid Triticale / Präsentation - DLG Feldtage 2010 // електронна сторінка <http://www.hybrid-triticale.de/>
 15. *Куперман Ф. М.* Биологические основы культуры пшеницы. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1953. – Т. 2. – 299 с.

16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
17. Федин М. А. Гаметоциды и их применение в селекции / М. А. Федин, Т. А. Кузнецова. – М: ВАСХНИЛ, 1977. – 47 с.
18. Воробьев А. А. О механизме действия гаметоцидов как агентов, нарушающих нормальное развитие мужского гаметофита / А. А. Воробьев, Е. Г. Смирнова, Л. Е. Бакеева, Л. С. Ягужинский // Доклады Академии наук. – 2005. – Т. 405. – № 3. – С. 1–4.
19. Sapra V. T. Chemical induction of male sterility in hexaploid triticale / V. T. Sapra, G. C. Sharma, J. L. Hughes // Euphytica. – 1974. – V. 23. – № 3. – P. 685–690.
20. Parodi P. C. Male sterility induced by the chemical hybridizing agent clofencet on wheat, *Triticum aestivum* and *T. turgidum* var. *Durum* / P. C. Parodi, M. De Los Angeles Gaju // Ciencia e investigación agraria. – 2009. – V. 36. – № 2. – P. 267–276.
21. Sharma G. C. Chemical hybridizing agents (CHA) – a tool for hybrid seed production – a review / G. C. Sharma, N. S. Sharma // Agricultural Reviews. – 2005. – V. 26. – № 2. – P. 114–123.

Изучена стерилизующая способность гаметоцидов этрел, дибутилфталат, 1,3-дибромпропан на сортах тритикале ярового. Высокий уровень стерилизации обеспечил гаметоцид ДБФ у сорта Соловей харьковский – 92,3 % (96,6 % в 2010 г. и 88,1 % в 2009 г.). Наиболее эффективна обработка тритикале ярового гаметоцидами на IV этапе органогенеза – в начале фазы выхода в трубку. ДБФ снижает высоту растений на 4,6 %, не влияя на количество и массу зерна с колоса. 1,3-дибромпропан существенного влияния на элементы структуры растения не оказывает, но проявляет более низкий стерилизующий эффект. Обработка растений этрелом наиболее негативно влияет на высоту растений, количество и массу зерна с колоса.

The male sterility induced by the chemical hybridizing agents ethrel, 1,3-dibromopropane and dibutyl phthalate on spring triticale varieties was studied. Significant differentiation of genotypic response to a period of treatment, depending on chemical hybridizing agent was established. The highest level of male sterility was achieved when chemical hybridizing agents when applied during the 4th stage of organogenesis. Dibutyl phthalate reduces plant height by 4,6 %, without affecting the number and weight of grains per ear. 1,3-dibromopropane does not have significant impact on the plant elements, but exhibits a lower sterilizing effect. Application of ethrel have most negative affect to plant height, number and weight of grain per ear.