

УДК 633.111:57.085.2

ОСОБЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ РІВНЯ ЧУТЛИВОСТІ ДО АНДРОГЕНЕЗУ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ В КУЛЬТУРІ ПИЛЯКІВ

С.О. ІГНАТОВА, М.В. ЖОСОНАР, К.І. ЛОБАНОВА

*Південний біотехнологічний центр в рослинництві Української академії аграрних наук
65036 Одеса, Овідіопольська дорога, 3*

Досліджено особливості андрогенезу *in vitro* різних генотипів м'якої пшениці, що різняться за системами генів фотоперіодичної чутливості, тривалості яровизації та періодом сходи—колосіння. Вивчено морфогенез *in vitro* мікроспор у культурі пиляків ліній сорту Mercia із заміщеними хромосомами 2A, 2B, 2D від сорту Ciano. Показано значну роль систем генів росту й розвитку в ефективності ембріодогенезу, регенерації в культурі пиляків м'якої пшениці.

Ключові слова: культура пиляків пшениці, *in vitro*, генотип, новоутворення, регенерація рослин.

Розробка біотехнологічних методів з метою їх використання в теоретичних і прикладних дослідженнях нині особливо актуальна. Важливим методом створення нового вихідного матеріалу, прискорення окремих етапів селекції головних хлібних злаків є культура *in vitro* пиляків м'якої пшениці. З літературних даних відомо, що рівень андрогенезу *in vitro* визначається генотипом донорних рослин. Сорти озимої м'якої пшениці різняться за чутливістю до андрогенезу *in vitro*, а при вивченні великої кількості генотипів більшість із них характеризуються невисоким рівнем гаплопродукції в культурі пиляків. Виходячи з цього, важливо виявити генетичну складову ефективності морфогенезу в культурі пиляків м'якої пшениці.

Метою нашої роботи було вивчення генотипної детермінації андрогенезу в культурі пиляків, виявлення участі в цьому процесі окремих хромосом і систем генів.

Методика

Як донорний матеріал для культури пиляків використовували: сорти озимої м'якої пшениці — Лютесценс 155, Одеська червоноколоса, Чайка, Миронівська 808, Одеська 16, Ульянівка, Лан, Вимпел одеський; сорти англійської селекції — Mercia, Avalon, Ciano, Norman, Brimstone, Brigand та їх заміщені лінії за системою генів Ppd-D1; сорт Mercia й лінії, отримані на основі цього сорту із заміщеними 2A, 2B, 2D хромосомами; майже ізогенні лінії (BC₉) за системою генів Ppd-A1 сорту Миронівська 808 (відділ генетики Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннезнавства та сортовивчення — СГІ — НЦНС); майже ізогенні лінії (BC₉) за системою генів Vrd сорту Еритроспермум 604 (від-

діл генетики СГІ — НЦНС); гібриди, що різняться тривалістю періоду сходи—колосіння — [Зірка × Зразкова] × Леля, [Зірка × Зразкова] × Ніконія, [Зірка × Зразкова] × Куяльник, [Зірка × Зразкова] × Кірія, Багіра × Леля, Багіра × Бунчук (лабораторія селекції інтенсивних сортів пшениці СГІ—НЦНС).

Насінневий матеріал сорту Mercia, лінії із заміщенням по другій гомеологічній групі хромосом, ізогенна лінія за системою генів Prp-D1 було отримано в Англії [15], передано для генетичних досліджень в СГІ—НЦНС і люб'язно надано для досліджень у культурі *in vitro* (результати наведено в табл. 1, 2); зразок сорту Mercia, ефективність андрогенезу *in vitro* якого наведено в табл. 3, є лінією з популяції вихідного сорту, яку було відібрано через кілька років у відділі генетики СГІ—НЦНС.

Донорні рослини вирощували в польових умовах. За стандартну методику культивування пиляків пшениці обрано таку схему: донорні рослини пшениці для наступного введення в культуру *in vitro* відбирали, коли більша частина мікроспор у пиляках знаходилась у фазі вакуолізації; фазу розвитку мікроспор у пиляках визначали цитологічним методом на тимчасових препаратах, забарвлених ацетокарміном [7] під мікроскопом Orton; попередню холодову обробку зрізаних пагонів із колосками проводили у воді за температури 2—4 °С у темряві протягом 3 діб; колоски поверхнево стерилізували насиченим розчином гіпохлориту кальцію за прийнятою методикою [4]; ізольовані пиляки висаджували на індукційне поживне середовище 190-2 [14] у модифікації — з додаванням 1,5 мг/л 2,4-Д, 90 г/л сахарози, 400 мг/л проліну, 400 мг/л глутаміну, 0,5 мг/л кінетину; висаджені пиляки культивували перші 3 доби у темряві за температури 30 °С, далі — за 24 °С до появи новоутворень. Під новоутвореннями розуміли ембріюди, ембріонально-клітинні комплекси та калюси, сформовані на поверхні пиляків із мікроспор унаслідок андрогенезу *in vitro*. Ембріогенними вважали пиляки зі сформованими новоутвореннями на поверхні. Для проходження темної фази культивування новоутворення переносили на поживне середовище МС у модифікації — 30 г/л сахарози, 0,5 мг/л кінетину, 200 мг/л проліну, 200 мг/л глутаміну. Новоутворення культивували у темряві 3—4 тижні до появи на їх поверхні центрів регенерації, далі такі структури вирощували за умов 16-годинного фотоперіоду, інтенсивності освітлення — 10 000 лк, температури 24 °С до формування рослин. Як показник загальної регенерації наведено сумарну кількість зелених та альбіносних рослин у відсотках від кількості висаджених пиляків. Зелені рослини пересаджували на безгормональне поживне середовище МС, яровизували (за температури 2—4 °С, 16-годинного фотоперіоду, інтенсивності освітлення 3000—3500 лк). Відсоток морфогенних пиляків, новоутворень і регенерації рослин для кожного генотипу розраховували від кількості висаджених пиляків. Отримані результати оброблені статистично [1]. В усіх таблицях наведено похибку середньої арифметичної [1].

Результати та обговорення

З літературних даних відомо, що проходження процесу андрогенезу *in vitro* у м'якої пшениці контролює мультигенна система, встановлено роль окремих хромосом у цьому процесі [9—12]. Так, за результатами різних авторів індукцію морфогенезу контролюють гени, що знаходяться на хромосомах 5A [9], 7A й 1B [11], а регенерацію рослин — гени на

хромосомах 2A, 2B, 3A, 5B [12, 13], 2D [10, 11]. Отже, ефективність гаплопродукції в культурі пиляків пшениці безсумнівно визначається генотипом донорних рослин, однак залишається дискусійним питання щодо ролі окремих хромосом, генів чи генетичних систем, а також фізіологічних чинників у процесі андрогенезу *in vitro*. Тому важливо визначити генетичний контроль етапів гаплопродукції в культурі пиляків озимої м'якої пшениці.

Досліджено ефективність андрогенезу *in vitro* трьох ліній озимої м'якої пшениці сорту Mercia, що різняться від вихідного сорту заміщеними хромосомами 2A, 2B, 2D від мексиканського ярого сорту м'якої пшениці Ciano, який характеризується високими показниками морфогенезу в культурі пиляків [15]. Кращою за всіма показниками гаплопродукційного процесу виявилась лінія із заміщенням у геномі хромосоми 2D. У цього генотипу значно підвищена ефективність морфогенетичних реакцій у культурі пиляків порівняно з іншими генотипами, особливо з лінією із заміщеною хромосомою 2A. Кількість отриманих ембріогенних пиляків (16,45 %) і новоутворень (35,28 %) у лінії із заміщеною хромосомою 2D перевищила цей показник вихідного сорту Mercia (відповідно 5,89 і 9,53 %) в 3 рази. Частота регенерації зелених рослин у цієї лінії (10,06 %) відрізнялась у 4 рази порівняно із вихідним сортом (2,68 %) та в 10 разів порівняно з лініями із заміщеними по 2A (1,01 %) і 2B (1,15 %) хромосомами (див. табл. 1).

Так, виявлено участь хромосоми 2D м'якої пшениці в ефективності андрогенезу в культурі пиляків, що узгоджується з даними Торп [12, 13], Жакац та співавт. [11].

У лінії із заміщеною хромосомою 2D, що різнилась високими показниками індукції новоутворень і регенерації рослин, визначено лока-

ТАБЛИЦЯ 1. Ефективність етапів гаплопродукції сорту озимої пшениці Mercia порівняно з його заміщеними лініями

Сорт, лінія	Кількість висаджених пиляків, шт.	Кількість, шт/%**		Частота регенерації			
		ембріогенних пиляків	новоутворень	зелених рослин		альбіносних рослин	
				шт.	%**	шт.	%**
Сорт Mercia	871	52/5,89±1,68	86/9,53±3,07	23	2,68±0,60	1	0,09±0,09
Лінія із заміщеною хромосомою 2A	713	25/3,51±2,17	62/8,68±1,95	7	1,01±1,01	0	0,00
2B	1434	88/6,13±1,08	148/10,36±1,82	15	1,15±0,40	0	0,00
2D	612	101/16,45±3,94*	216/35,28±7,37*	62	10,06±2,51	2	0,24±0,16

*Різниця вірогідна за порівняння сорту з іншими лініями за $p < 0,05$.

**Тут і в табл. 2, 3: Середньозарифметичний відсоток ембріогенних пиляків, новоутворень, рослин у розрахунку на 1 колос.

лізацію домінантного гена *Ppd-D1a*, який характеризує слабку фотоперіодичну чутливість (ФПЧ), пов'язану зі швидкістю дозрівання м'якої пшениці. Тому наступним етапом роботи було залучення до експериментів донорного матеріалу різних генотипів озимої м'якої пшениці, що різняться за ФПЧ та потребою в яровизації.

Вивчення ефективності етапів андрогенезу *in vitro* в культурі пиляків генотипів озимої м'якої пшениці, що різняться за фотоперіодичною чутливістю та тривалістю яровизації. Досліджено морфогенез у культурі пиляків ізогенних ліній за системою генів *Ppd-A1* сорту Миронівська 808. Вищі показники гаплопродукції на етапі формування новоутворень порівняно із сортом Миронівська 808 мали вивчені ізогенні лінії. Показники частоти регенерації зелених рослин як у ліній, так і в сорту наближались до нуля. Отже, виявлено сильний вплив генотипу нечутливого сорту Миронівська 808 на результативність морфогенезу в культурі пиляків ізогенних ліній, отриманих на його основі.

Наступним етапом роботи було вивчення особливостей андрогенезу *in vitro* у генотипів пшениці англійської селекції, що різнилися за системою генів *Ppd-D1*, які обумовлюють чутливість до фотоперіоду. Проаналізувавши дані табл. 2, зазначимо, що за рівнем андрогенезу *in vitro* чітко виділяється група з трьох сортів — *Ciano*, *Avalon*, *Mercia* — із високими показниками ембріодогенезу (відповідно 67,82, 40,93, 26,08 %) та регенерації зелених рослин (відповідно 8,06, 4,81, 5,61 %). Серед них особливо цікавим є сорт *Ciano* з рецесивним алелем гена *Ppd-D1b*, в якого виявлено найвищі рівні ембріогенних пиляків, новоутворень, регенерації зелених рослин. Лінія *Ciano* з домінантним геном *Ppd-D1a* має нижчий рівень гаплопродукції. Що стосується сортів *Brimstone*, *Brigand*, то в кожній парі цих генотипів зразки з рецесивним алелем генів *Ppd-D1b* давали вищий результат порівняно зі зразками з домінантним геном *Ppd-D1a* за всіма показниками морфогенезу в культурі пиляків. Отже, незважаючи на деяке варіювання показників андрогенезу *in vitro*, у двох зазначених вище груп сортів виявлено таку тенденцію: зразки сортів з рецесивним алелем гена *Ppd-D1* мали вищі показники порівняно зі зразками з домінантним алелем гена.

У наступній серії експериментів на колекційних зразках, що різнилися за тривалістю яровизації (ТЯ), вивчено морфогенез у культурі пиляків майже ізогенних за системою генів *Vrd* ліній сорту Еритроспермум 604. З'ясовано, що найвищим рівнем новоутворень (7,31 %) характеризувалась майже ізогенна лінія з потребою в ТЯ 30 діб (*Vrd 2*). Регенераційна здатність цих ліній (відповідно 3,81 і 3,02 %) також була вдвічі вищою порівняно із сортом Еритроспермум 604 (0,88 %) з потребою в ТЯ 50 діб (рис. 1).

Наведені дані вказують на те, що генотипи озимої пшениці із системою генів *Vrd* мають високі показники гаплопродукції, особливо регенераційної здатності отриманих новоутворень.

З метою виявлення генотипних особливостей у культурі пиляків сортів і ліній озимої пшениці з різним ступенем ФПЧ й різною потребою в ТЯ, досліджено ефективність андрогенезу *in vitro* 11 колекційних зразків, контрастних за цими ознаками. Сорти Миронівська 808, Одеська 16, Ульяновка, *Mercia*, *Avalon* мають сильну ФПЧ і ТЯ 50 діб. Миронівська 808 *Vrd 1* — сильну ФПЧ, ТЯ 35 діб; Чайка — сильну ФПЧ, ТЯ 30 діб, Еритроспермум 604 *Vrd 2* — середню ФПЧ, ТЯ 30 діб, Одеська червоноколоса, Лан, Вимпел одеський — слабку ФПЧ, ТЯ 30 діб.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ УРОВНЯ ОТЗЫВЧИВОСТИ

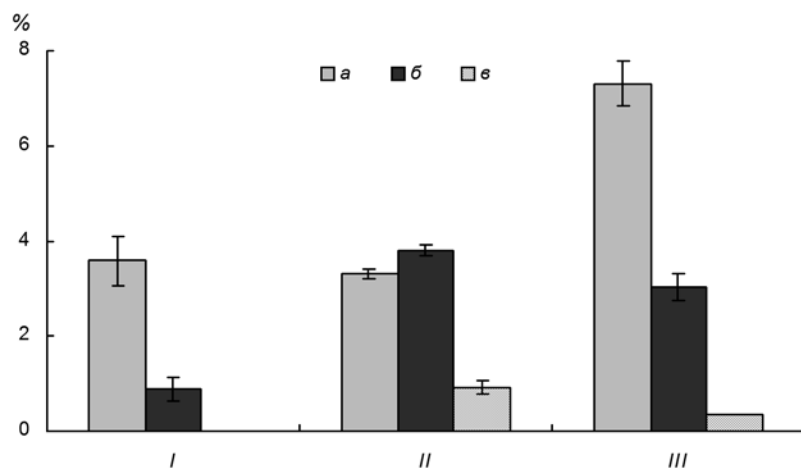


Рис. 1. Ефективність гаплопродукції сорту Еритроспермум 604 і майже ізогенних ліній за системою генів Vrd:

I — сорт vrd 1 vrd 2, ТЯ 50 діб; *II* — лінія Vrd 1 vrd 2, ТЯ 20 діб; *III* — лінія vrd 1 Vrd 2, ТЯ 30 діб; *a* — кількість новоутворень; *b* — частота регенерації зелених рослин; *c* — частота регенерації альбіносних рослин

На підставі наведених даних можна дійти висновку, що кращими генотипами за рівнем новоутворень є сорти Одеська червоноколоса (19,78 %), Мерсія (15,69 %), Лан (11,06 %), лінія Еритроспермум 604 Vrd 2 (7,29 %) і сорт Чайка (6,91 %, рис. 2).

За показником регенерації зелених рослин виділяються сорт Вимпел одеський (5,36 %) із тривалістю яровизації 40 діб та сорти Чайка (4,86 %), Одеська червоноколоса (4,13 %), лінія Еритроспермум 604 Vrd 2 (3,19 %). Сорт Лан, що мав значну кількість сформованих новоутворень (11,06 %), не виявив високої здатності до регенерації зелених рослин (2,39 %). Сорт Одеська 16 має низьку здатність до регенерації зелених рослин (1,49 %), але водночас — високий рівень спонтанної диплоїдизації. Генотипи зі слабкою ФПЧ і ТЯ 20—40 діб вирізнялись високим

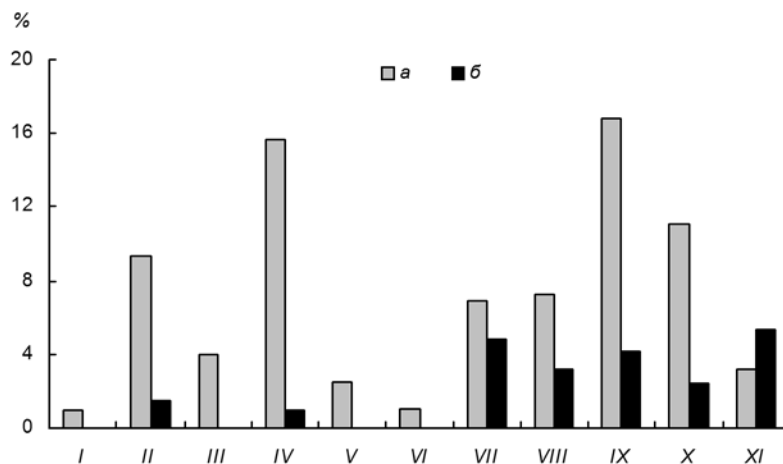


Рис. 2. Показники андрогенезу для різних за фотоперіодичною чутливістю та тривалістю яровизації генотипів озимої м'якої пшениці:

I — Миронівська 808; *II* — Одеська 16; *III* — Ульяновка; *IV* — Мерсія; *V* — Avalon; *VI* — Миронівська 808 Vrd 1; *VII* — Чайка; *VIII* — Еритроспермум 604 Vrd 2; *IX* — Одеська червоноколоса; *X* — Лан; *XI* — Вимпел одеський

ТАБЛИЦЯ 2. Показники галлопродукції генотипів озимої м'якої пшениці, що містять різні алелі гена *Ppd-D1*

Генотип	Кількість пшляків, шт.	Частота, шт./%**					альбіносних рослин	загальної регенерації
		ембріотенних пшляків	новоутворень	зелених рослин	альбіносних рослин	загальної регенерації		
Avatar	Лінія Ppd-D1a	262	21/8,28±0,45	21/8,28±0,45	1/0,34±0,24	0/0,00	1/0,34±0,24	1/0,34±0,24
	Сорт Ppd-D1b	774	132/17,07±1,32*	316/40,93±1,2*	37/4,81±0,22*	22/2,87±0,56*	57/7,35±0,53*	57/7,35±0,53*
Ciano	Лінія Ppd-D1a	996	149/14,99±1,48	397/39,98±3,15	78/7,87±0,95	49/4,98±0,44	128/12,85±1,35	128/12,85±1,35
	Сорт Ppd-D1b	340	83/24,48±0,45*	230/67,82±2,63*	27/8,06±0,55	36/10,73±1,15*	64/18,80±1,25*	64/18,80±1,25*
Merzia	Лінія Ppd-D1a	769	44/5,75±0,48	75/9,76±1,05	20/2,61±0,19	1/0,13±0,10	21/2,74±0,21	21/2,74±0,21
	Сорт Ppd-D1b	871	127/14,59/0,69*	227/26,08±0,86*	49/5,61±0,26*	7/0,79±0,14*	56/6,40±0,36*	56/6,40±0,36*
Norman	Лінія Ppd-D1a	480	6/1,23±0,28	8/1,80±0,46	1/0,21±0,17	1/0,19±0,15	2/0,41±0,20	2/0,41±0,20
	Сорт Ppd-D1b	500	8/1,72±0,29	9/1,93±0,26	1/0,18±0,15	0/0,00	1/0,18±0,15	1/0,18±0,15
Brimstone	Лінія Ppd-D1a	765	4/0,52±0,11	6/0,78±0,19	3/0,39±0,13	0/0,00	3/0,39±0,13	3/0,39±0,13
	Сорт Ppd-D1b	500	19/3,82±0,48*	22/4,41±0,54*	24/4,85±0,49*	2/0,39±0,14	26/5,24±0,47*	26/5,24±0,47*
Brigand	Лінія Ppd-D1a	400	1/0,22±0,15	2/0,45±0,31	1/0,22±0,15	1/0,22±0,15	2/0,45±0,31	2/0,45±0,31
	Сорт Ppd-D1b	800	7/0,86±0,15*	9/1,11±0,21	5/0,62±0,22	3/0,34±0,14	9/1,10±0,27	9/1,10±0,27

*Різниця вірогідна за порівняння сорту з відповідною лінією за $p < 0,05$.

ТАБЛИЦА 3. Регенерация растений в культуре пшеницы озимой мягкой пшеницы в генотипе, что различается за продолжительностью периода сходности колосия та сходности — вакуолизована микроспора

Вариант	Тривалість періоду, доба		Кількість пиляків, шт.	Кількість новоутворень, шт/%**	Регенерація рослин від кількості висаджених пиляків, шт/%**	
	С—ВМК	С—К			зелених	загальна
1. [Зірка × Зразкова] × Лея	209	211	578	61/10,65±1,72*	41/7,18±0,89*	45/7,87±0,88*
2. [Зірка × Зразкова] × Кузальник	213	215	526	10/2,01±1,76	0	0
3. [Зірка × Зразкова] × Кірія	213	216	436	0	0	0
4. Батіра × Лея	204	207	182	14/8,04±1,56*	6/3,44±0,67*	8/4,59±0,89*
5. Батіра × Бунчук	214	216	435	0	0	0
6. Лютеценс 155	177	182	346	35/10,03 ±0,75*	10/2,93±1,06*	12/3,49±0,86*
7. Мерсія	188	193	505	4/0,71±0,71	0	0
8. Одеська червоноколоса	181	187	397	17/5,05±0,97	2/0,71±0,45	3/0,9±0,43
9. Чайка	186	192	350	17/5,01±1,87	1/0,32±0,32	2/0,6±0,35

*Різниця вірогідна за $p \leq 0,05$ за порівняння гібрида № 1 з № 2, 3, гібрида № 4 з № 5, лінії № 6 з лінією № 7 і сортами № 8, 9.

рівнем утворення зелених рослин, але разом із зеленими рослинами регенерували й альбіносні. Сорт Миронівська 808 та його ізогенна лінія за генами Vrd 1, сорти Ульянівка, Avalon взагалі нездатні до регенерації. Загалом можна зауважити тенденцію до збільшення показників андрогенезу *in vitro* у генотипів зі слабкою фотоперіодичною чутливістю й нетривалим періодом яровизації (30—40 діб). Наприклад, сорти Одеська червоноколоса, Чайка, Мерсія, Лан, Вимпел одеський, лінія Еритроспермум 604 Vrd 2 (група генотипів, слабкочутливих до фотоперіоду з 30—40-добовою потребою в яровизації) пересічно характеризуються вірогідно вищими показниками в культурі пиляків порівняно з групою генотипів, сильночутливих до тривалості фотоперіоду й 50—60-добовою потребою в яровизації. Генотипи характеризувались вірогідно вищими частотою регенерації й виходом зі сформованих новоутворень зелених рослин порівняно з групою генотипів, яким для переходу до розвитку генеративних органів потрібен триваліший період.

Регенерація рослин у культурі пиляків озимої м'якої пшениці в генотипів із різною тривалістю періоду сходи—колосіння. Нині у селекції озимої м'якої пшениці на півдні України велику увагу приділяють створенню високопродуктивних скоростиглих сортів із нетривалим періодом сходи—колосіння (С—К). На думку вчених, створення такого матеріалу може бути визначальним чинником у виявленні генотипом оптимального фізіологічного стану для ефективної реалізації адаптивного потенціалу рослин [5, 6]. У дослідженнях низки авторів [2, 8] показано, що саме фізіологічний стан донорного матеріалу є чинником, що визначає результативність методу культури пиляків. Завданням цієї серії дослідів було вивчення рівня зв'язку між фізіологічною ознакою тривалість періоду сходи—колосіння і показниками андрогенезу *in vitro* у різних гібридів і сортів озимої м'якої пшениці, що відрізнялись за згаданою ознакою.

Встановлено, що найвищі показники андрогенезу *in vitro* як на етапі формування новоутворень, так і на етапі регенерації рослин, мали генотипи з нетривалим періодом сходи—колосіння (див. табл. 3).

Гібрид [Зірка × Зразкова] × Леля характеризувався високими показниками регенерації (7,87 %) і нетривалим періодом С—К (211 діб), тоді як у генотипів із тривалішим періодом С—К (215, 216 діб) показники андрогенезу були значно нижчі ($p < 0,05$). Так, у гібридів [Зірка × Зразкова] × Кірія (216 діб) новоутворення не формувались, у гібридної форми [Зірка × Зразкова] × Куяльник (215 діб) їх було мало і в подальшому вони не виявили здатності до регенерації. Така ж тенденція зберігалась і серед гібридного потомства інших батьківських форм. Наприклад, гібрид Багіра × Леля з раннім колосінням і тривалістю періоду С—К 207 діб характеризувався високими показниками андрогенезу: рівень новоутворень — 8,04, регенерації — 4,59 %. У гібридної форми Багіра × Бунчук із пізнім колосінням формування новоутворень і регенерації рослин не виявлено (див. табл. 3).

Серед досліджених сортів і ліній також встановлено тенденцію до найвищих показників морфогенезу в культурі пиляків у генотипів з нетривалим періодом С—К. Так, максимальні рівні сформованих новоутворень (10,03 %) і регенерації рослин (3,49 %) виявлено у лінії Лютесценс 155, яка характеризувалась найкоротшим періодом сходи—колосіння (182 доби). Лінія Мерсія з найтривалішим періодом сходи—колосіння (193 доби) мала найменшу чутливість до андрогенезу в культурі *in vitro* (рівень новоутворень — 0,71 %, рослин не отримано) (див. табл. 3).

Період розвитку рослин сходи—колосіння включає стадію розвитку пиляка, мікроспори в якому вакуолізовані (ВМК), тобто пиляки містять мікроспори, що знаходяться у фазі вакуолізації. З цього періоду пиляки вводяться в культуру *in vitro*, а початий *in vivo* розвиток мікроспор за гаметофітною програмою припиняється. Подальший розвиток мікроспор у пиляках відбувається в умовах *in vitro* за спорофітною програмою. У ході дослідження визначено календарну дату, що відповідала фазі розвитку рослин, коли в пиляках перших пагонів мікроспори знаходились у фазі вакуолізації, а також тривалість періоду сходи—вакуолізована мікроспора. Генотипи з ранішим колосінням раніше проходили фазу вакуолізованої мікроспори. Найвищий рівень регенерації зелених рослин (2,93 %) серед досліджених сортів і ліній у культурі пиляків озимої м'якої пшениці мала лінія Лютесценс 155 з нетривалим періодом сходи—вакуолізована мікроспора — 177 діб (див. табл. 3). З огляду на те, що у фазу ВМК пиляки вводяться у культуру *in vitro* і розвиток мікроспор перемикається на спорофітний шлях, використання цього показника для оцінювання гаплопродукційної здатності різних генотипів пшениці, на нашу думку, є коректнішим. Так, показник тривалість періоду сходи—вакуолізована мікроспора запропоновано як критерій для відбору з різних популяцій найчутливіших до андрогенезу генотипів м'якої пшениці. Встановлено, що вірогідно вищими ($p \leq 0,05$) показниками ембріодогенезу та регенерації рослин у культурі пиляків вирізнялись гібриди з нетривалим періодом сходи—вакуолізована мікроспора: [Зірка × Зразкова] × Леля — 209 діб, Багіра × Леля — 204 доби (див. табл. 3). Виходячи з цього, можна вважати, що тривалість періоду сходи—вакуолізована мікроспора є важливим показником для оцінювання ефективності регенерації в культурі пиляків озимої м'якої пшениці. Запропоновано використовувати його для добору найчутливіших до андрогенезу зразків у культурі пиляків озимої м'якої пшениці.

Отже, наведені дані відбивають важливість ознак фотоперіодичної чутливості, тривалості яровізації й періоду сходи—колосіння донорного матеріалу для результативності гаплопродукційної системи у культурі пиляків. Виявлено велику роль генетичних систем генів *Prpd*, *Vrd* та фізіологічної ознаки скоростиглості озимої м'якої пшениці в андрогенезі *in vitro*.

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 423 с.
2. Дьячук Т.И. Технологические и селекционные аспекты гаплоидии (на примере пшеницы и ячменя): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Саратов, 2003. — 49 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов. — М.: Высш. шк., 1973. — 343 с.
4. Лукьянюк С.Ф. Методы культуры тканей и органов в селекции растений. Методические рекомендации. — Одесса: ВСГИ, 1980. — 21 с.
5. Нарган Т.П. Залежність господарсько-корисних ознак озимої м'якої пшениці від тривалості вегетаційного періоду // Зб. наук. праць СГІ-НЦНС. — 2004. — Вип. 4, № 44. — С. 56—62.
6. Нарган Т.П., Лыфенко С.Ф. Эффективность отбора по признаку продолжительность периода всходы—колошение при селекции озимой пшеницы // Факторы экспериментальной эволюции организмов. — К.: Логос, 2003. — С. 174—179.
7. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. — М.: Агропромиздат, 1988. — 270 с.
8. Приходько Н.И. Влияние условий выращивания донорных растений на андрогенез в культуре пыльников пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Генетические исследования злаковых культур. Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике, селекции. — 1989. — 128. — С. 86—89.

9. Henry Y., Bernard S., Bernard M. et al. Nuclear gametophytic genes from chromosome arm 1RS improve regeneration of wheat microspore-derived embryos // *Genome*. — 1993. — **36**, N 5. — P. 808—814.
10. Sarrafi A. Genetic control for embryo and haploid production and potential use of doubled haploid lines for detection of QTLs in cereals // *Haploids in Higher Plants III: Intern. Conf.* (12—15 Febr., 2006: abstracts). — Viena, 2006. — P. 28.
11. Szacskas E., Geza K., Jans P., Beata B. Substation analysis of callus induction and plant regeneration from anther culture in wheat (*Tr. aestivum* L.) // *Plant Cell. Rep.* — 1988. — 7. — P. 127—129.
12. Torp A.M., Hansen A.L., Andersen S.B. Chromosomal regions associated with green plant regeneration in wheat (*Tr. aestivum* L.) anther culture // *Euphytica*. — 2001. — **119**. — P. 377—387.
13. Torp A.M., Hansen A.L., Holme J.B., Andersen S.B. Genetic markers for haploid formation in wheat anther culture // 9 Intern. Wheat Genet. Symp. Proceed. Canada. — 1998. — 3. — P. 156—161.
14. Wang X., Hu H. The effect of potato II medium for triticale anther culture // *Plant Sci. Lett.* — 1984. — **36**. — P. 237—239.
15. Worland T., Snape I.W. Genetik basis of worldwide wheat varietal improvement // *World Wheat Book*. — London; Paris; New York, 2001. — P. 59—100.

Отримано 30.04.2009

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ УРОВНЯ ОТЗЫВЧИВОСТИ К АНДРОГЕНЕЗУ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ

С.А. Игнатова, М.В. Жосонарь, Е.И. Лобанова

Южный биотехнологический центр в растениеводстве Украинской академии аграрных наук, Одесса

Исследованы особенности андрогенеза *in vitro* различных генотипов мягкой пшеницы, различающихся по системам генов фотопериодической чувствительности, длительности яровизации и периоду всходы—колошение. Изучен морфогенез *in vitro* микроспор в культуре пыльников линий сорта Mercia с замещенными хромосомами 2A, 2B, 2D от сорта Ciano. Показана значительная роль систем генов роста и развития в эффективности эмбриогенеза, регенерации в культуре пыльников мягкой пшеницы.

FEATURES OF MANIFESTATION OF THE RESPONSIVENESS LEVEL TO ANDROGENESIS BETWEEN DIFFERENT GENOTYPES OF COMMON WHEAT IN THE ANTHR CULTURE

S.A. Ignatova, M.V. Jhsonar, E.I. Lobanova

South Plant Biotechnological Centre, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences
3 Ovidiopol'ska road, Odesa, 65036, Ukraine

The peculiarities of the androgenesis *in vitro* in the genotypes differed by system of genes of photoperiod sensitiveness, duration of vernalization and period of «sprouts — heading» were investigated. The haploproduction ability of genotypes was studied in substitution lines of the variety Mercia for chromosomes 2A, 2B, 2D from Ciano. The considerable role of the systems of genes of growth and development in effectiveness of haploproduction process of common wheat was shown.

Key words: wheat, anther culture, *in vitro*, haploproduction.