

МУТАЦІЙНА МІНЛИВІСТЬ ТА УСПАДКУВАННЯ МАРКЕРНИХ ОЗНАК У ГІБРИДНО-МУТАНТНИХ ПОПУЛЯЦІЙ F₂M₂ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ



Досліджено вплив обробки мутагенами гібридного насіння на генетичну мінливість у гібридних популяціях другого покоління озимої пшениці. Показано, що обробка мутагенами в помірних дозах призводить до відхилення розщеплення за маркерними ознаками порівняно з контролем у бік збільшення чи зменшення рецесивів. Виявлено, що у комбінаціях схрещувань, де однією з батьківських форм була червоноколоса, обробка гамма-променями в дозі 100 Гр призводить до значно більшого відхилення у порівнянні з контролем.

© В.І. ДУБОВИЙ, С.О. ХОМЕНКО, Т.В. ЧУГУНКОВА, 2004

Вступ. В мутаційній селекції використовуються різні методи для створення нових сортів [1–4], у тому числі поєднання комбінаційної та мутаційної мінливості. Одним із перспективних напрямків селекції є обробка мутагенними чинниками гібридів першого і наступних поколінь [4–7], яка дозволяє розширити можливості рекомбінації ознак батьків у потомстві гібридів шляхом розриву тісного зчеплення між деякими ознаками в результаті хромосомних перебудов, викликаних мутагенами. Поєднання комбінаційної та мутаційної мінливості можна розглядати як спосіб підвищення диференціації селекційного матеріалу за основними адаптивними ознаками та добору в стресових умовах форм з підвищеною стійкістю до абіотичних та біотичних факторів, які складаються протягом вегетації рослин [7]. За даними ряду авторів [1, 2, 4], завдяки цьому методу підвищується частота рекомбінаційної та мутаційної мінливості та розширюється її спектр.

За даними Моргуна [1], загальна кількість районованих сортів, отриманих методом експериментального мутагенезу, у світі досягає понад 1920, з них пшениці м'якої — 154 сорти. В Україні районовано 29 сортів озимої м'якої та твердої пшениці, створених за участю спонтанних та індукованих мутацій, що становить 64,4 % загальної кількості районованих сортів, в їх числі сорти, створені за допомогою лише індукованих мутацій та з використанням поєднання мутагенезу і гібридизації, складають 20 %.

Оскільки методичні аспекти роботи з гібридно-мутантними популяціями опрацьовані поки що недостатньо [8], вивчення закономірностей поєднання мутаційної мінливості з комбінативною є актуальним.

Мета наших досліджень — вивчити вплив обробки гібридного насіння мутагенами на генетичну мінливість у F₂M₂.

Успадкування господарсько цінних ознак (продуктивність, стійкість до хвороб, тривалість вегетаційного періоду) є досить складним, тому генетичну мінливість досліджували на маркерних ознаках: безостість (остистість), колір колосся (червоний, білий) та зерна (червоний, білий), які легко піддаються обліку.

Наші дослідження є складовою НТП «Зернові та олійні культури» згідно з тематичним планом лабораторії селекції інтенсивних сортів озимої пшениці Миронівського інституту.

Матеріали та методи. У дослідженнях використали гібридні комбінації від схрещування сортів і константних ліній, контрастних за однією чи кількома ознаками: безості — Крижинка, Миронівська 808, Мільтурум 31217, остисті — Експромт, Альбатрос одеський, Ферругінеум 31143, Донська напівкарликова, Грекум 30513. З них червоне забарвлення колосся мають Мільтурум 31217 та Ферругінеум 31143, решта — білоколосі, біле забарвлення зерна — Грекум 30513, у решти зерно червоного кольору.

Отримане від схрещування гібридне насіння перед сівбою обробили (експозиція 18 год) такими мутагенами: N-нітрозоетилсечовиною дозою 0,01 % (НЕС), N-нітрозометилсечовиною (НМС) дозою 0,005 % і гамма-променями (γ -п) дозою 100 Гр. Обробку проводили в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України. Контроль — гібридне насіння, замочене у воді. Оброблене насіння разом із стандартами та батьківськими формами вивчали у польових

умовах 2000/2001 рр. Сівбу F_1M_1 проводили ручними саджалками з площею живлення для кожної рослини 10×15 см.

Гібридно-мутантні популяції F_2M_2 сіяли під урожай 2002 р. насінням з головного колоса по попереднику зайнятий пар сівалкою СКС-6-10 рядками завдовжки 1,5 м з міжряддям 30 см. Кількість рядків одного варіанту різна (10–75) і залежить від кількості відібраних колосків у F_1M_1 .

Фенологічні спостереження здійснювали згідно із загальноприйнятою методикою [9]. Підраховували рослини з безостим (остистим) та червоним (білим) колоссям на всіх варіантах обробки. Під час обмолоту підраховано кількість рослин з червоним і білим зерном.

Для аналізу успадкування маркерних ознак використовували критерій χ^2 [10].

Результати досліджень та їх обговорення. Рослини F_1M_1 мали однорідний зовнішній вигляд, хоча й відрізнялися за датою колосіння від

Таблиця 1

Успадкування ознаки безостість (остистість) у F_2M_2 озимої пшениці при схрещуванні контрастних за ознакою сортів та ліній

Комбінація схрещування	Варіант дії мутагена	Кількість фенотипів		χ^2 3 : 1
		домінантних (безостих)	рецесивних (остистих)	
Крижинка $\times$ Експромт	Контроль	594	199	0,004
	НЕС 0,01 %	579	252	11,152
	НМС 0,005 %	415	183	8,837
	γ -п 100 Гр	565	239	9,579
Альбатрос одеський $\times$ Мільтурум 31217	Контроль	307	111	0,246
	НЕС 0,01 %	227	118	15,584
	НМС 0,005 %	326	184	33,383
	γ -п 100 Гр	309	223	62,537
Крижинка $\times$ Ферругінеум 31143	Контроль	430	169	3,299
	НЕС 0,01 %	259	138	16,679
	НМС 0,005 %	513	246	19,030
	γ -п 100 Гр	588	344	56,771
Миронівська 808 $\times$ Донська напівкарликова	Контроль	258	96	0,848
	НЕС 0,01 %	320	144	9,012
	НМС 0,005 %	261	105	2,656
	γ -п 100 Гр	192	97	11,304
Мільтурум 31217 $\times$ Грекум 30513	Контроль	375	136	0,710
	НЕС 0,01 %	329	168	20,540
	НМС 0,005 %	273	123	7,758
	γ -п 100 Гр	334	192	37,113

Примітка. $\chi^2 = 3,84$ при $P_{0,05}$.

контролю [11]. Домінували безостість, червоний колір колосся та зерна. У комбінаціях з контрастними за ознакою безостість (остистість) батьківськими формами гібриди мали остюкоподібні закінчення колоскової луски завдовжки 1,0–1,5 см.

У F_2M_2 підрахунок рослин за ознакою безостість (остистість) показав, що обробка мутагенами змінює характер успадкування. В контрольних варіантах відзначено розщеплення 3:1, що характерно для моногібридного успадкування, тоді як у варіантах з мутагенною обробкою це співвідношення змінювалось у бік збільшення кількості остистих форм (табл. 1). Оцінка за критерієм χ^2 показала достовірні статистично значущі відхилення від очікуваних розщеплень. При цьому виявилось, що в комбінаціях, де однією з батьківських форм є червоноколо-

са, відхилення істотно збільшується. Приміром, у комбінації Крижинка $\times$ Експромт χ^2 становить від 8,837 до 11,152, тоді як у комбінації Крижинка $\times$ Ферругінеум 31143 — від 16,679 до 56,771, а в комбінації Альбатрос одеський $\times$ Мільтурум 31217 — від 15,584 до 62,537. Слід зазначити, що існують відомості про вищу загальну мутабільність червоноколоських форм пшениці при обробці гамма-променями [12].

Подібні результати отримані і під час вивчення успадкування кольору колосся. В контрольних варіантах співвідношення рослин з червоним і білим забарвленням колосся дорівнює 15:1, що характерно для дигібридного успадкування [13]. На варіантах з мутагенною обробкою спостерігалось відхилення від очікуваного співвідношення у бік збільшення як до-

Успадкування кольору колосся та зерна у F_2M_2 озимої пшениці при схрещуванні контрастних за ознакою сортів та ліній

Таблиця 2

Комбінація схрещування	Варіант дії мутагена	Кількість фенотипів		χ^2 3 : 1
		домінантних (безостих)	рецесивних (остистих)	
За кольором колосся				
Альбатрос одеський × Мільтурум 31217	Контроль	387	31	0,828
	НЕС 0,01 %	300	45	14,038
	НМС 0,005 %	466	44	3,657
	γ-п 100 Гр	471	61	14,259
Крижинка × Ферругінеум 31143	Контроль	566	33	0,562
	НЕС 0,01 %	389	8	36,0591
	НМС 0,005 %	733	26	8,303
	γ-п 100 Гр	896	36	14,304
Грекум 30513 × Мільтурум 31217	Контроль	650	37	0,8761
	НЕС 0,01 %	531	11	6,468
	НМС 0,005 %	656	19	13,595
	γ-п 100 Гр	438	16	5,757
За кольором зерна				
Грекум 30513 × Альбатрос одеський	Контроль	531	32	0,308
	НЕС 0,01 %	606	23	7,220
	НМС 0,005 %	527	54	9,190
	γ-п 100 Гр	432	46	9,284
Мільтурум 31217 × Грекум 30513	Контроль	478	33	0,038
	НЕС 0,01 %	478	19	4,997
	НМС 0,005 %	359	37	6,467
	γ-п 100 Гр	481	45	4,770

Примітка. $\chi^2 = 3,84$ при $P_{0,05}$.

мінантних, так і рецесивних форм (табл. 2). Так, в комбінації Альбатрос одеський × Мільтурум 31217 у варіантах з обробкою НЕС 0,01% та γ-п 100 Гр збільшується кількість рослин з білим колоссям, а в комбінаціях Крижинка × Ферругінеум 31143 та Грекум 30513 × Мільтурум 31217 вона зменшується порівняно з контролем. При цьому у варіанті з обробкою НМС 0,005 % у комбінації Альбатрос одеський × Мільтурум 31217 розщеплення наближується до теоретичного.

Мутагени спричинили відхилення також в успадкуванні кольору зерна (табл. 2) у бік збільшення домінантів (при обробці НЕС 0,01 %) та рецесивів (при обробці НМС 0,005 % і γ-п 100 Гр).

Крім змін успадкування спостерігали появу нових ознак, відсутніх у контролі (табл. 3). В комбінаціях Миронівська 808 × Донська напівкарликова (варіант обробки НЕС 0,01 %), Альбатрос одеський × Мільтурум 31217 (НЕС 0,01 %) та Грекум 30513 × Мільтурум 31217 (γ-п 100 Гр) відзначено депресію росту й розвитку у деяких рослин. Це виражається у невеликій висоті рослин порівняно з контролем, настанні фази повного колосіння на 7–10 днів пізніше, ніж у решти рослин цього варіанту, а також у невеликих (завдовжки 4–6 см) колосках з щуплим, слабо налитим зерном.

В комбінації Крижинка × Експромт (γ-п 100 Гр) виявлено рослину з чорними остюками, білим колоссям та червоним зерном, що відповідає різновидності нігріарістатум. В комбінації Миронівська 808 × Донська напівкарликова відібрали рослину з антоціановим забарвленням стебла, листя та колосся. Карликові рослини (висотою до 60 см) виявлено практично у всіх комбінаціях, але найбільше в комбінації Альбатрос одеський × Мільтурум 31217 (варіанти обробки НЕС 0,01 %, НМС 0,005 % та γ-п 100 Гр).

Майже у всіх комбінаціях схрещування спостерігали мутації з скверхедним та напівскверхедним колоссям.

Були відібрані рослини, стійкі до борошністої роси (8–9 балів), які виявлені в комбінаціях схрещування Крижинка × Експромт. Слід зазначити, що в цій комбінації у всіх варіантах обробки мутагенами нами відібрано від 7 до 10 стійких рослин. Це може бути пов'я-

зано з відносно високою стійкістю сорту Експромт (до 7 балів).

У комбінаціях схрещування Крижинка × Експромт та Альбатрос одеський × Мільтурум 31217 виділено найбільшу кількість рослин з підвищеною кущистістю, що поєднувалась з карликовістю цих форм. У більшості комбінацій схрещувань виділено рослини з раннім колосінням (на рівні Донської напівкарликової). Кількість таких рослин не залежала від варіанту обробки. Так, в комбінації Грекум 30513 × Альбатрос одеський найбільшу кількість рослин (4 шт.) виділено при обробці НЕС 0,01 % та 5 рослин при обробці γ-п 100 Гр. В комбінації схрещування Крижинка × Ферругінеум 31143 ранньостиглих рослин не виявлено.

Наші дослідження дозволили виявити відхилення від теоретичного розщеплення в успадкуванні ознаки безостості (остистості) в бік збільшення рецесивів. Крім того, в комбінаціях, де одним з батьківських компонентів була червоноколоса форма, відхилень виявлено більше. В усіх комбінаціях схрещування при обробці різними мутагенами в помірних дозах виявлені мутантні форми, які несуть господарсько корисні ознаки: карликові форми, рослини з підвищеною кущистістю, довгим крупним колосом, раннім колосінням, стійкі до борошністої роси. Це свідчить про перспективність поєднання комбінаційної та мутаційної мінливості, завдяки чому збільшується генетичне різноманіття в гібридно-мутантних популяціях.

Таким чином, поєднання рекомбіногенезу з мутагенезом призводить до відхилення від теоретичного розщеплення в бік появи більшої кількості рослин з домінантною чи рецесивною ознакою залежно від генотипу гібрида і мутагенного чинника. Проведений аналіз свідчить, що відмінності по комбінаціях схрещувань в залежності від обробки мутагенами не мають чіткої закономірності. Спектр одержаних мутацій більш залежав від комбінації схрещування, ніж від використаного мутагенного чинника. Разом з тим обробка гамма-променями в дозі 100 Гр призводить до значно більшого відхилення від контролю у варіантах, де одним з батьківських компонентів була червоноколоса форма озимої пшениці. Спостерігали появу рослин з новими ознаками, відсут-

Таблиця 3
Спектр морфо-біологічних мутацій у F₂M₂, індукованих дією мутагенів на гібридне насіння озимої пшениці

Гібридні комбінації	Варіант дії мутагена	Типи мутацій (кількість рослин, шт.)																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Крижинка × Експромт	Контроль	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	HEC	2	1	3	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7	0
	HMC	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	10	0
	γ-п	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	1
Миронівська 808 × Донська напівкарликова	Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HEC	2	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	4	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	HMC	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	2	3	2	0	0	0	0	1	3	0	0
	γ-п	0	0	1	0	1	2	2	0	2	1	0	1	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Альбатрос одеський × Мільтурум 31217	Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HEC	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0
	HMC	0	1	6	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	3	0	0
	γ-п	0	0	3	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	1
Грекум 30513 × Альбатрос одеський	Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	HEC	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0
	HMC	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	γ-п	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Грекум 30513 × Мільтурум 31217	Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	HEC	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0
	HMC	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	γ-п	0	3	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Крижинка × Ферругінеум 31143	Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HEC	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	HMC	0	2	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0
	γ-п	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	5	0	0	0

Примітка. 1 — високорослі; 2 — низькорослі; 3 — карлики; 4 — рослини з підвищеною куцистістю; 5 — довгий колос; 6 — дрібний колос; 7 — крупний колос; 8 — щільний колос; 9 — рихлий колос; 10 — спельтоїдний; 11 — стерильний колос; 12 — колос з додатковими колосками збоку; 13 — скверхеда; 14 — напівскверхеда; 15 — листок біля основи колосу; 16 — колос з редукованими колосками з одного боку; 17 — широке листя; 18 — антоціанове забарвлення листя; 19 — пізніє колосіння (пізніше на 14–20 днів); 20 — раннє колосіння; 21 — стійкі до борошністої роси (8–9 балів); 22 — рослини з чорними остюками.

німи в контролі. Завдяки цьому розширюється спектр генетичної мінливості в гібридно-мутантних популяціях і збільшується можливість добору цінних форм для подальшої селекційної роботи.

SUMMARY. Influence of hybrid seed treatment with mutagenes on genetic variability in hybrid populations of the second generation of winter wheat has been investigated. Treatment with mutagenes in moderate doses results in deviation of segregation of marker traits as compared to control towards either increase or decrease of the ratio of recessive alleles. It was shown that in crossing combinations with red-ear form as one of the parental components, treatment with gamma rays at the dose of 100 Gy leads to significantly larger deviations of disintegration comparing to control.

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние обработки мутагенами гибридных семян на генетическую изменчивость в гибридных популяциях второго поколения озимой пшеницы. Показано, что обработка мутагенами в умеренных дозах ведет к отклонению расщепления по маркерным признакам по сравнению с контролем в сторону увеличения или уменьшения рецессивов. Выявлено, что в комбинациях скрещивания, где одним из родительских компонентов была красноколосая форма, обработка гамма-лучами в дозе 100 Гр привела к значительно большим отклонениям по сравнению с контролем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Моргу́н В.В. Спонтанна та індукована мутаційна мінливість і її використання в селекції рослин // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. — К.: Логос, 2001. — 2. — С. 144–174.
2. Моргу́н В.В., Логвиненко В.Ф. Мутаційна селекція пшениці. — К.: Наук. думка, 1995. — 626 с.
3. Гирко В.С., Волощук С.И. Генетическая активность химических и физических мутагенных факторов в культуре незрелых зародышей пшеницы // Цитология и генетика. — 1999. — 33, № 4. — С. 33–42.
4. Поляков А.В., Тарасенков И.И. Обработка семян F_1 гетерозисных гибридов овощного гороха химическими мутагенами как метод получения высокопродуктивных линий, устойчивых к неблагоприятным климатическим условиям // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции : Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. — Л., 1981. — Ч. 2. — С. 138–139.
5. Васильківський С.П., Власенко В.А. Розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу в селекції зернових культур // Наук.-техн. бюл. Миронів. ін-ту пшениці. — 2002. — Вип. 2. — С. 12–17.
6. IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture international atomic energy agency // Mutat. Breed. Newslett. Joint FAO. — Vienna, 1997. — № 43. — P. 39–56.
7. Власенко В.А., Шелепов В.В., Животков Л.О. та ін. Напрямки та результати селекційної роботи по озимій пшениці при використанні гібридно-мутантної мінливості // Вчимося господарювати : Матеріали наук.-практ. семінару молодих вчених та спеціалістів (22–23 лист. 1999 р., Київ-Чабани). — Київ, 1999. — Ч. 2. — С. 44–45.
8. Власенко В.А., Шелепов В.В., Животков Л.А., Маринка С.Н. Особенности селекционного отбора в гибридно-мутантных популяциях озимой пшеницы // Физиология и биохимия культур. растений. — 1999. — 31, № 1. — С. 36–41.
9. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / Під ред. В.В. Волкодава. — Киев, 2000. — Вип. 1. — 100 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 349 с.
11. Маринка С.М., Хоменко С.О., Шелепов В.В., Власенко В.А. Польова схожість та довжина вегетаційного періоду F_1M_1 озимой пшениці // Наук.-техн. бюл. Миронів. ін-ту пшениці. — 2002. — Вип. 2. — С. 54–63.
12. Володин В.Г., Мушинская Л.Г. Изучение частоты возникновения радиационных мутантов у пшеницы из коллекции ВИР // Экспериментальный мутагенез. — М.: Наука, 1967. — 317 с.
13. Филипченко Ю.А. Генетика мягких пшениц. — М.: Наука, 1979. — 309 с.

Надійшла 13.07.04