

УДК 633.11.575.24

Вплив мутагенних чинників на рослини F_1M_1 та M_1 пшениці м'якої озимої

Кириленко В. В., доктор сільськогосподарських наук
Хоменко С. О., кандидат сільськогосподарських наук
Волющук С. І., кандидат сільськогосподарських наук
Юрченко Т. В., кандидат сільськогосподарських наук
Васильківський С. П., доктор сільськогосподарських наук

*Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН
 Україна, 08853, с. Центральне, Миронівський район Київської обл.
 e-mail: verakurulenko@ukr.net*

Мета. Встановити вплив мутагенів на процеси росту і розвитку рослин гібридно-го потомства (F_1M_1) та сортів (M_1) пшениці озимої, отриманих із обробленого насіння. **Методика.** У 2006–2013 рр. насіння гібридів F_1 та сортів обробляли хімічними мутагенами N-нітрозо-N-етил-сечовина (НЕС), N-нітрозо-N-метил-сечовина (НМС), 1,4-біс-діазацетилбутан (ДАБ), диметилсульфат (ДМС) у різних концентраціях. Сухе насіння також опромінювали гамма-променями у дозі 100 Гр. **Результати.** У 2007 р. за дії НМС 0,025 % схожість насіння у 52,2 % гібридних комбінацій суттєво перевищувала контрольний варіант. У 2011 р. за обробки насіння мутагенами (НЕС 0,01 %, НМС 0,0125 %, ДМС 0,0125 %) вищу за контроль польову схожість за переважно стимулювальної дії двох мутагенів (НЕС 0,01 % та НМС 0,0125 %) мали 57,8 % гібридних комбінацій. Достовірно високу стимулювальну дію мутагену ДМС 0,05 % (2012 р.) на польову схожість насіння гібридів виявили у 67 % комбінацій, тоді як за обробки ДМС 0,0125 % (2011 р.) – лише у 33 %. У 2012 р. серед восьми сортів, насіння яких було оброблено ДАБ 0,05 %, у шести виявили стимулювальну дію мутагену на рівень польової схожості. У 2007/08 р. відмічено перевищення рівня перезимівлі порівняно з контролем у гібридів після обробки НЕС 0,005 % та НМС 0,025 % (47,7 % та 54,5 % комбінацій). У 2011/12 р. за обробки насіння НЕС 0,01 % рівень перезимівлі контролю перевищили 27 % комбінацій, тоді як за обробки мутагенами НМС 0,0125 % та ДМС 0,0125 % – 20 % комбінацій. У 2012/13 р. за обробки насіння гібридів мутагенами НЕС 0,05 % та ДМС 0,05 % істотно перевищували контроль за рівнем перезимівлі рослини комбінацій Романтика / ТАМ 107 та Ермак / Деметра (передано на ДСВ як сорт МІП Валенсія), а також сортів Деметра (за обробки ДМС 0,05 %) і Волошкава (ДАБ 0,05 %). Проведені у 2008, 2011 і 2012 рр. фенологічні спостереження засвідчили, що для більшості гібридів F_1M_1 та сортів M_1 дати колосіння не виходили за межі 1–3 днів раніше або пізніше за контроль. Однак в окремих варіантах зустрічаються відхилення від контролю на 7 і 5 днів, що є істотним. **Висновки.** Виявлено пригнічувальну або стимулювальну дію хімічних і фізичних мутагенів на генотипи пшениці озимої (як гібриди, так і сорти). Залежно від типу, концентрації мутагену та генотипу така дія проявлялась за показниками польової схожості, перезимівлі та настання дати колосіння у рослин F_1M_1 та M_1 , отриманих з обробленого насіння.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, гібрид, насіння, мутаген, концентрація, доза, схожість, перезимівля, дата колосіння

Вступ. Для цілеспрямованого генетичного поліпшення сортів пшениці та отримання цінного вихідного матеріалу високий потенціал має мутаційна селекція. Ефективність індукованого мутагенезу для селекції полягає в

тому, що в результаті мутації гени набувають нового стану, змінюючи одну або кілька бажаних ознак сорту чи гібридно-мутантних популяцій, але не модифікуючи увесь геном.

Основною перевагою мутаційної селекції є створення вихідного матеріалу за рахунок індукованих змін генів, які у природних умовах рідко мутують.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Спонтанні та індуковані мутації – постійне і основне джерело різноманіття у природі, вони є вихідним матеріалом для подальшої рекомбінаційної мінливості [1].

Станом на 2010 р. світова колекція сортів мутантного походження різних сільськогосподарських культур налічувала понад 3200 зразків, у тому числі 255 сортів пшениці [2]. Значних успіхів у цьому напрямі досягли українські вчені. В Інституті фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРТ) та Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП) методом мутаційної селекції створено низку сортів, що поєднують високий потенціал продуктивності з доброю якістю зерна, високою зимостійкістю та іншими господарськи цінними ознаками [3].

Основною стратегією експериментального мутагенезу є створення вихідного матеріалу з поліпшеними господарськи цінними ознаками (висота рослин, скоростиглість, форма зернівки, стійкість до біо- та абіотичних чинників довкілля, підвищена продуктивність та якість зерна) [4–6].

Широке використання індукованих мутацій у селекції пшениці озимої потребує вирішення ряду завдань, одне з яких – дослідити ефективність дії окремих мутагенів, частоту і спектр корисних мутацій у гібридних популяціях. Створення сортів пшениці м'якої озимої з комплексом цінних господарських ознак потребує подальшої розробки теоретичних і практичних основ мутаційної селекції. Дію мутагенів, починаючи з першого покоління (M_1), вивчають багато вчених, але чіткої залежності між процесами, що відбуваються у першому поколінні, і виходом мутацій у вищих поколіннях, досі не встановлено [7–12]. Об'єкту, на який діяли мутагенами, приділяли недостатню увагу. Переважну більшість робіт виконано на генетично однорідному і гомозиготному матеріалі (сортах і константних лініях). На теперішній час немає одностайної думки щодо ефективності використання гібридного матеріалу для обробки мутагенами.

Мета досліджень – дослідити особливості росту і розвитку рослин гібридного потомства (F_1M_1) та сортів (M_1) пшениці озимої, отриманих із насіння, обробленого мутагенами.

Матеріал і методика. До гібридизації залучали високопродуктивні сорти пшениці м'якої озимої з високими показниками якості зерна, високою та середньою морозо-, посухостійкістю. Для створення нового селекційного матеріалу щороку формували комбінації схрещувань, компоненти яких різнилися за морфологічними ознаками (безостість/остистість, тривалість вегетаційного періоду, висота рослин та ін.).

Упродовж 2006–2013 рр. в ІФРГ та МІП насіння сортів пшениці озимої та гібридів F_1 обробляли за методикою Н. Н. Зоз [13] хімічними мутагенами N-нітрузо-N-етил-сечовина (НЕС, концентрації 0,005 %, 0,01 %, 0,025 %, 0,05 %), N-нітрузо-N-метил-сечовина (НМС, 0,0025 %, 0,005 %, 0,01 %, 0,0125 %, 0,025 %, 0,05 %), 1,4-бисдіазаацетилбутан (ДАБ, 0,05 %, 0,2 %), диметилсульфат (ДМС, 0,01 %, 0,0125 %, 0,05 %). Експозиція обробки 18 годин. Контроль – замочене у воді насіння гібридів та сортів без обробки мутагеном. Сухе насіння також опромінювали гамма-променями у дозі 100 Гр (контроль – сухе неопромінене насіння). Оброблене насіння та контроль висівали в польових умовах лабораторії селекції озимої пшениці МІП.

Обговорення результатів. Передумовою наших досліджень було отримання гібридів F_1 від схрещування цінних генотипів пшениці озимої для наступної обробки насіння мутагенами. Найвищі показники зав'язування насіння (понад 80 %) спостерігали в комбінаціях схрещування ТАМ 200 / Панна (2006 р.), Есаул / Вдала, Краснодарка / Миронівська ранньостигла, Дальницька / Колумбія, Василина / Дальницька (2007 р.), ТАМ 101 / Батько // Богдана, Ермак / Деметра, ТАМ 200 / Веснянка // Ремеслівна (2008 р.), ТАМ 200 / Розкішна // Колос Миронівщини, Нива Київщини / Калинова (2009 р.), Романтика / ТАМ 107 (2010 р.), Деметра / Актер (2011 р.), Косовиця / Монотип (2012 р.), Світанок Миронівський / Ремеслівна, Мирич / Поверна (2013 р.).

При використанні методу експериментального мутагенезу в селекції пшениці м'якої озимої велике значення має аналіз схожості обробленого мутагенами гібридного насіння. Подальші особливості росту і розвитку рослин залежать від активності мутагенів і генетичної реакції рослинного організму на дію мутагену [14, 15].

З метою підвищення ефективності генетико-селекційної роботи досліджують ступінь токсичного впливу мутагенних чинників на ріст і розвиток рослин у M_1 , визначають реакцію генотипів на мутагенний вплив [16, 17]. Специфічну чутливість досліджуваних гібридів пшениці озимої до дії хімічних мутагенів відзначали вже за схожості насіння та життєздатністю рослин у перший рік вегетації. Як правило, схожість насіння озимої пшениці після дії мутагенів буває нижчою, ніж у контролі [18–22]. Слід зазначити, що польова схожість, як і лабораторна, не може бути точним показником впливу мутагену на рослини F_1M_1 , M_1 , але є першим із показників, які використовують для аналізу дії мутагенних чинників.

Результати *польової схожості* насіння гібридних комбінацій після обробки мутагенами у 2007, 2011, 2012 рр. представлені на рисунках 1, 2 та в таблиці 1.

Аналіз даних свідчить, що у 2007 р. за дії НМС (0,025 %) у 52,2 % гібридних комбінацій схожість насіння суттєво перевищувала контрольний варіант (рис. 1). Високу схожість насіння відмітили у родин від схрещування ТАМ 200 / Ремеслівна (95 %), Злагода / Лан 25 // Володарка (92 %), Фортуна

/ Миронівська остиста (90 %), Dlor / Миронівська остиста (89 %), Parine / Херсонська безоста (89 %), Памяти Калиненко / Володарка (88 %), ТАМ 200 / Подолянка (88 %).

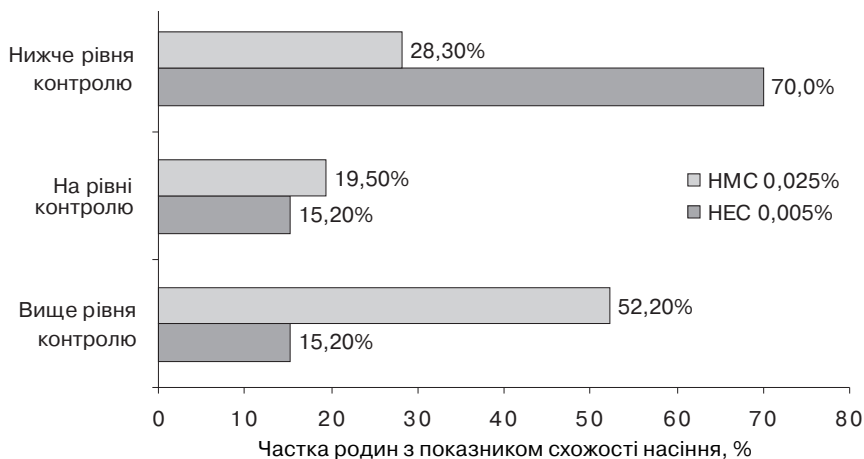


Рис. 1. Польова схожість насіння гібридів F_1M_1 пшениці озимої, 2007 р.

За обробки HEC 0,005 % 70 % комбінацій мали нижчу від контролю польову схожість гібридного насіння (див. рис. 1). Так, найбільшу пригнічувальну дію мутагену на польову схожість насіння виявлено у комбінаціях Подолянка / Миронівська остиста (-22 %), ТАМ 107 / Володарка (-14 %), Памяти Калиненко / Володарка (-11 %), ТАМ 200 / Батько (-10 %), Памяти Калиненко / Ремеслівна (-10 %).

У 2011 р. за обробки насіння гібридів F_1M_1 мутагенами (HEC 0,01 %, HMC 0,0125 %, ДМС 0,0125 %) вищу за контроль польову схожість мали 67 % гібридних комбінацій за переважно стимулювальної дії двох мутагенів (HEC 0,01 % та HMC 0,0125 %). Виявлено вищу за контроль польову схожість насіння за трьома варіантами обробки мутагенів у дев'яти родин: Богдана / Станична, Грасія / Литанівка, Tilek / Панна, Smuga / Овідій, (CTV 2 / ТА 2460) / Перлина Лісостепу // Експромт /// Крижинка, (BE/7/№ 6-411) / Миронівська 29 // Наталка, Наталка / (BE/7/№ 6-411) // Миронівська 29, Ukrainka / Крижинка // Сніжана, (KS 90 WGRC 10:Sib / KS 92) / EP 24220 // Складний гібрид к. 53716 /// EP 24220 (табл. 1).

Зниження польової схожості гібридного насіння, обробленого розчином ДМС 0,0125 %, спостерігали у більшості комбінацій. Найвищий рівень пригнічення польової схожості насіння зафіксовано у разі застосування ДМС 0,0125 % у комбінації Юбилейная 100 / Золотоколоса (72 %), Наталка / (BE/7/№ 6-411) // Миронівська 29 (72 %), ТАМ 200 / Миронівська ранньостигла // Романтика (76 %). Проте у комбінації (BE/7/№ 6-411) / Ми-

ронівська 29 // Наталка схожість насіння була на рівні 90 % і вірогідно перевищувала контроль.

Таблиця 1. Польова схожість насіння гібридів F_1M_1 пшениці озимої залежно від дії мутагенів, 2011 р.

Комбінація схрещувань	Польова схожість за варіантами обробки, %			
	контроль	НЕС 0,01 %	НМС 0,0125 %	ДМС 0,0125 %
Колумбія / Розкішна	82	79	88	80
Богдана / Станична	88	90	85	84
Гасія / Литанівка	85	90	88	84
Юбилейная 100 / Золотоколоса	82	86	80	72
Тілек / Панна	77	87	87	82
Smuga / Овідій	78	89	88	79
ТАМ 200 / МИР ранньостигла // Романтика	90	82	90	76
Українка / Крижинка // Сніжана	78	88	100	78
(СТВ 2/ТА 2460) / Перлина				
Лісостепу // Експромт /// Крижинка	76	94	76	86
(ВЕ/7/№ 6-411) / МИР 29 // Наталка	86	90	92	90
Наталка / (ВЕ/7/№ 6-411) // МИР 29	84	70	90	72
Українка / Крижинка // Сніжана	86	96	88	84
Золотоколоса / Литанівка // Колос МИР	88	84	94	78
(Сніжана / Українка // Крижинка) // Фаворитка	90	76	88	90
(KS 90 WGRC 10:Sib/KS 92) / EP 24220 // Складний гібрид к. 53716 /// EP 24220	78	88	82	82
x	83,2	85,9	87,7	81,1
max	90	96	100	90
min	76	70	76	72
V, %	5,7	7,7	6,3	6,6
σ	4,71	6,61	5,52	5,33
Sx	1,22	1,71	1,43	1,38

Примітка. МИР – миронівська, Миронівщини; EP – еритроспермум

У 2012 р. досліджували гібридні комбінації F_1M_1 пшениці озимої за обробки насіння мутагенами НЕС 0,05 %, НМС 0,05 %, ДМС 0,05 % (рис. 2).

Достовірно високу стимулювальну дію на польову схожість насіння гібридів (у 67 % комбінацій) виявили при застосуванні мутагену ДМС 0,05 %, тоді як за обробки ДМС 0,0125 % (2011 р.) – лише у 33 %. Аналіз даних варіантів обробки свідчить, що схожість насіння була найвищою у гібридів від схрещування Деметра / Ермак, Ювіляр Миронівський / Ясногірка.

Ймовірно, що зменшена доза мутагену ДМС 0,0125 % (2011 р.) пригнічує польову схожість гібридного насіння, а дози мутагенів ДМС 0,05 % (2012 р.), НЕС 0,01 % (2011 р.) та НМС 0,0125 % (2011 р.) – стимулюють її.

Польова схожість і виживання рослин M_1 , одержаних після обробки насіння сортів мутагенами, також можуть бути тестом чутливості до дії

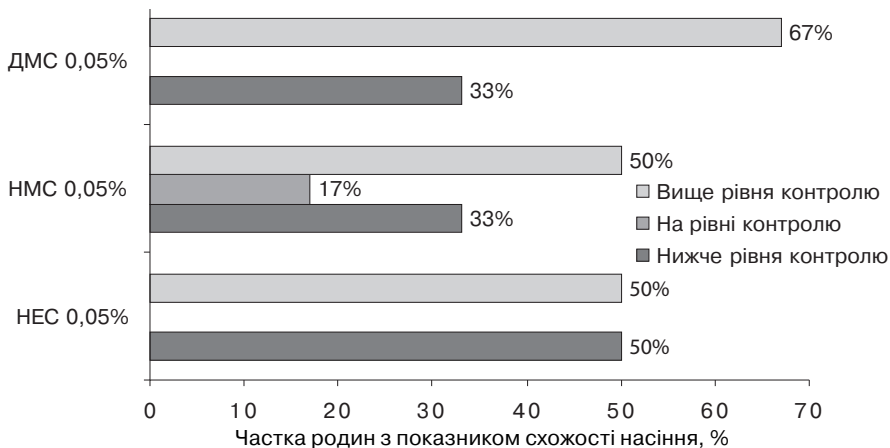


Рис. 2. Польова схожість насіння гібридів F_1M_1 пшениці озимої, 2012 р.

мутагенів [21, 22]. Згідно з отриманими у 2012 р. результатами обробки насіння сортів пшениці озимої досліджуваними мутагенами, у поколінні M_1 існувала залежність між показниками схожості, генотипом та мутагеном (рис. 3).

Порівняно з іншими мутагенами серед восьми сортів, насіння яких оброблено ДАБ 0,05 %, у шести виявили стимулювальну дію на рівень польової схожості M_1 : Волошкова (+8 % до контролю), Деметра (+6 %), Ювіляр Миронівський (+4 %), Калинова (+2 %), Ермак (+2 %), Батько (+2 %).

При застосуванні НМС 0,05 % у шести сортів польова схожість залежно від генотипу знижувалась на 2–26 % порівняно з контролем. Найбільше зниження схожості насіння (-26 % до контролю) відмічено у сорту Калинова. Зниження виявлено також у сортів Волошкова (-12 %), Деметра (-10 %), Ермак (-6 %), ТАМ 107 (-4 %).

Багато високопродуктивних сортів не мають достатньої морозостійкості, що звужує ареал їх використання та потребує розробки селекційних методів для підвищення морозо-, зимостійкості. Вживання у зимовий період рослин F_1M_1 та M_1 з обробленого мутагенами насіння, як правило, нижче порівняно з контролем і, відповідно, характеризує ступінь впливу мутагенних чинників [23, 24].

Кількість рослин, що *перезимували*, підраховували на початку відновлення весняної вегетації (відсоток від кількості рослин, що зійшли восени). У 2007/08 р. найкраще перезимували гібриди F_1M_1 за обробки насіння мутагенами НЕС 0,005 % та НМС 0,025 % (рис. 4). Відповідно 47,7 % і 54,5 % комбінацій достовірно перевищували контроль за рівнем перезимівлі рослин, а саме за дії на насіння НЕС 0,005 % – Подолянка / Батько (+23 %), Етюд / Подолянка // Фаворитка (+8 %), НМС 0,025 % – Фортуна / Фаворитка, Панна

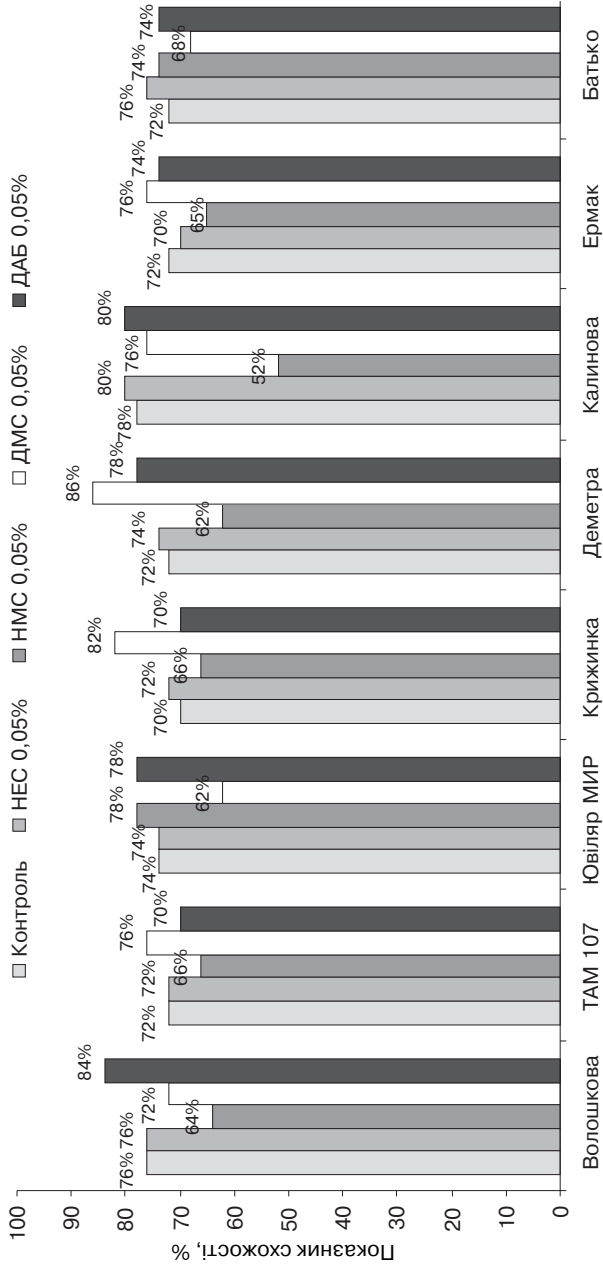


Рис. 3. Польова схожість насіння сортів М₁ пшениці озимої, 2012 р.

/ Етюд // Володарка (+8 %). Рівень перезимівлі рослин інших гібридних комбінацій за дії хімічних мутагенів знижувався.

Найгірше перезимували рослини F_1M_1 за обробки насіння гамма-променями дозою 100 Гр (рис. 4). У 74,6 % комбінацій відмічали зниження рівня перезимівлі порівняно з контролем, зокрема у Подолянка / Миронівська остиста (-29 %), Ермак / Миронівська остиста (-18 %), Длор / Веснянка (-17 %), Северодонская / Етюд // Фаворитка (-16 %), Памяти Калиненко / Володарка, ТАМ 200 / Миронівська остиста (-15 %).

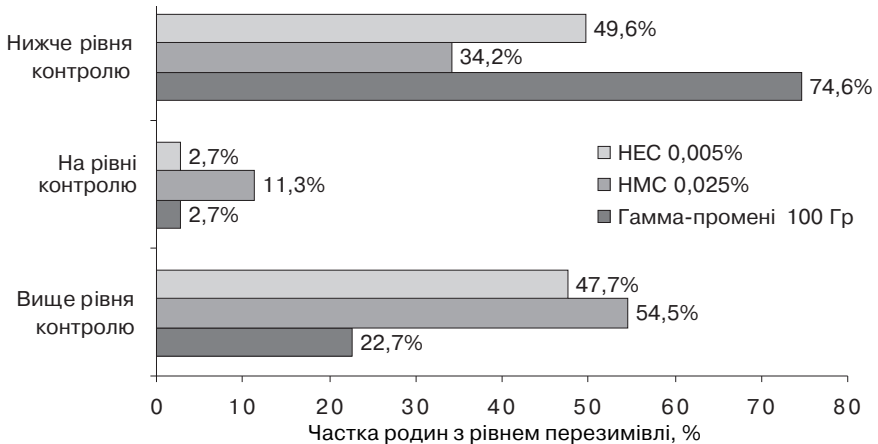


Рис. 4. Рівень перезимівлі рослин F_1M_1 пшениці озимої, 2007/08 р.

У 2011/12 р. обробка насіння мутагенами знижувала рівень перезимівлі більшості комбінацій схрещування порівняно з контролем (рис. 5). Вищий за контроль рівень перезимівлі спостерігали за обробки насіння НЕС 0,01 % у родин Богдана / Станична (+21 % до контролю), (СТВ 2/ТА 2460) / Перлина Лісостепу // Експромт /// Крижинка (+20 %), Юбилейная 100 / Золотоколоса (+8 %). За обробки насіння мутагенами НМС 0,0125 % та ДМС 0,0125 % рівень перезимівлі у 20 % родин був вищим за контроль. У 70 % комбінацій схрещування відмічено зниження рівня перезимівлі рослин на варіанті обробки насіння ДМС 0,0125 %.

Найвищий рівень перезимівлі спостерігали у гібридів Богдана / Станична у варіантах НЕС 0,01 % (+21 % до контролю); НМС 0,0125 % (+12 %); ДМС 0,0125 % (+15 %); (СТВ 2/ТА 2460) / Перлина Лісостепу // Експромт // Крижинка – НЕС 0,01 % (+20 %), ДМС 0,0125 % (+18 %); (ВЕ/7/№ 6-411) / Миронівська 29 // Наталка – НМС 0,0125 % +8 %), ДМС 0,0125 % (+14 %).

У 2012/13 р. рівень перезимівлі рослин гібридних комбінацій та сортів пшениці озимої після обробки насіння НЕС 0,05 %, НМС 0,05 %, ДМС 0,05 %, ДАБ

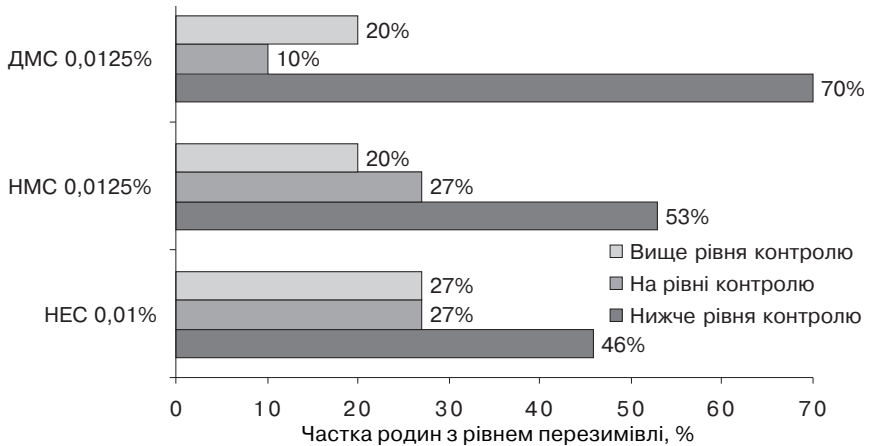


Рис. 5. Рівень перезимівлі рослин F_1M_1 пшениці озимої, 2011/12 р.

0,05 % був різний (рис. 6, 7). Особливо сильне пригнічення його виявлено на варіантах обробки насіння НЕС 0,05 % у комбінації схрещування Калинова / Батько (- 24 %) та на варіанті ДАБ 0,05 % – Романтика / ТАМ 107 (-8 %) (рис. 6).

Слід зазначити, що за дії на насіння гібридів F_1 мутагенів НЕС 0,05 % та ДМС 0,05 % ступінь перезимівлі рослин достовірно перевищував контроль у комбінаціях Романтика / ТАМ 107 та Ермак / Деметра.

У 2012/13 р. за дії мутагенів у M_1 пшениці озимої було виявлено сортові відмінності за рівнем перезимівлі (рис. 7). Наші дані узгоджуються з результатами досліджень ряду авторів [24, 25]. Найвищий рівень пригнічення зафіксовано за обробки насіння: сорт Калинова + НМС 0,05 % (-26 % порівняно з контролем), Ювіляр Миронівський + ДМС 0,05 % (-20 %), Деметра + НМС 0,05 % (-19 %). Достовірно перевищували контроль за рівнем перезимівлі сорти Деметра + ДМС 0,05 % (86 %), Волошкова + ДАБ 0,05 % (80 %).

Слід зазначити, що обробка насіння сортів пшениці озимої ДАБ 0,05 % не пригнічувала перезимівлю рослин (винаток – сорт Крижинка), а навпаки, спостерігалось підвищення рівня даної ознаки.

Дата колосіння – одна з важливих біологічних і господарськи цінних ознак пшениці озимої. У наших дослідженнях було проаналізовано дати колосіння гібридів першого покоління (F_1) та рослин з насіння F_1 , обробленого мутагенами (F_1M_1). Дати повного колосіння всіх зазначених форм у 2008, 2011, 2012 рр. представлені на рисунках 8, 9 і в таблиці 2.

Проведені у 2008 р. фенологічні спостереження показали, що рослини більшості гібридів F_1M_1 колосились на рівні контролю, а деякі розбіжності в датах колосіння не виходили за межі 1–3 діб як у бік скорочення, так і подовження тривалості цього періоду (рис. 8).

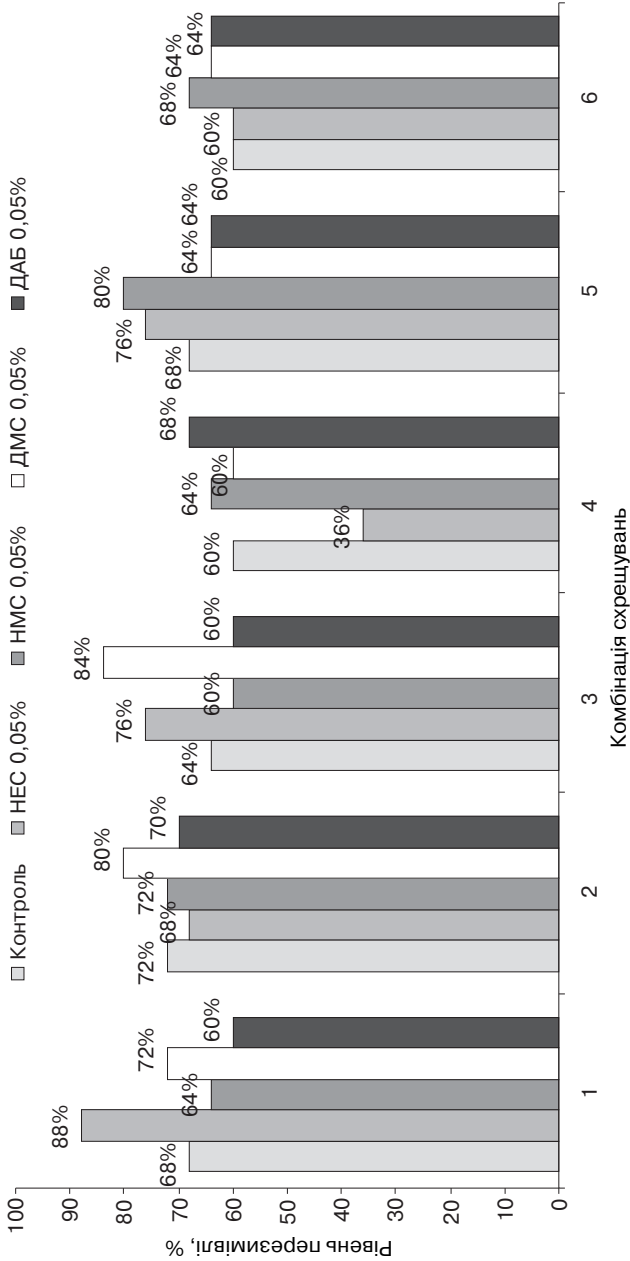


Рис. 6. Рівень перезимівлі рослин F₁М₁ пшениці озимої, 2012/13 р.
Примітка. 1. Романтика / ТАМ 107; 2. Ювіляр МИР / Ясногірка; 3. Ермак / Деметра; 4. Калинова / Батько;
 5. Калинова / Подолянка; 6. Росток / Ермак

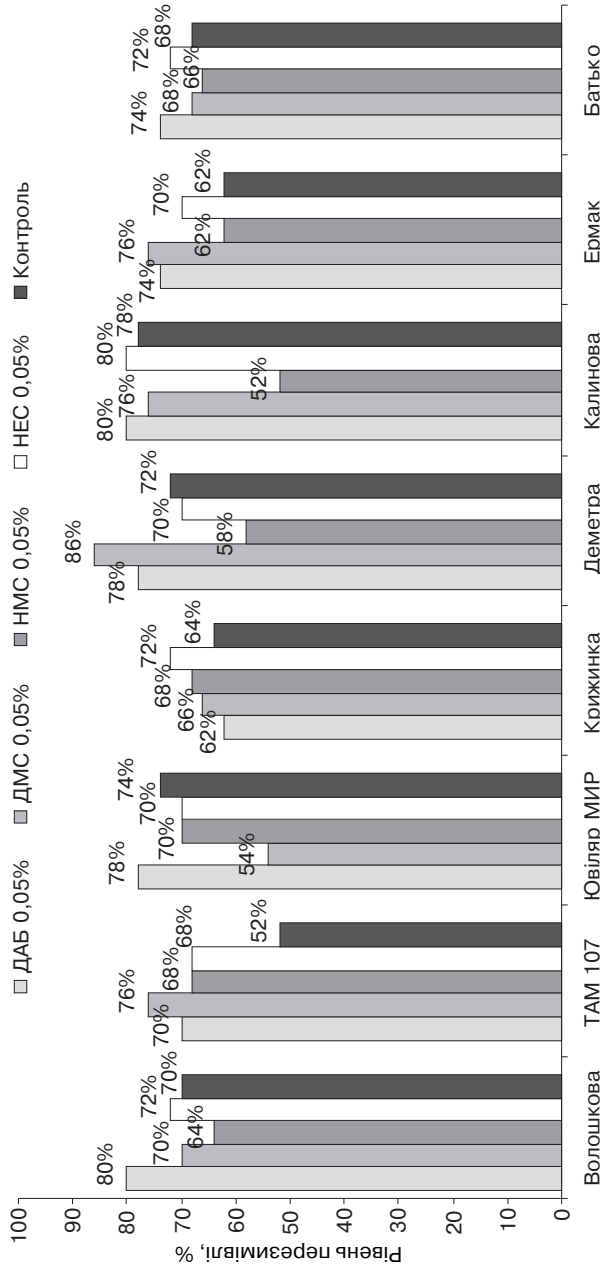


Рис. 7. Рівень перезимівлі рослин М₁ пшениці озимої, 2012/13 р.

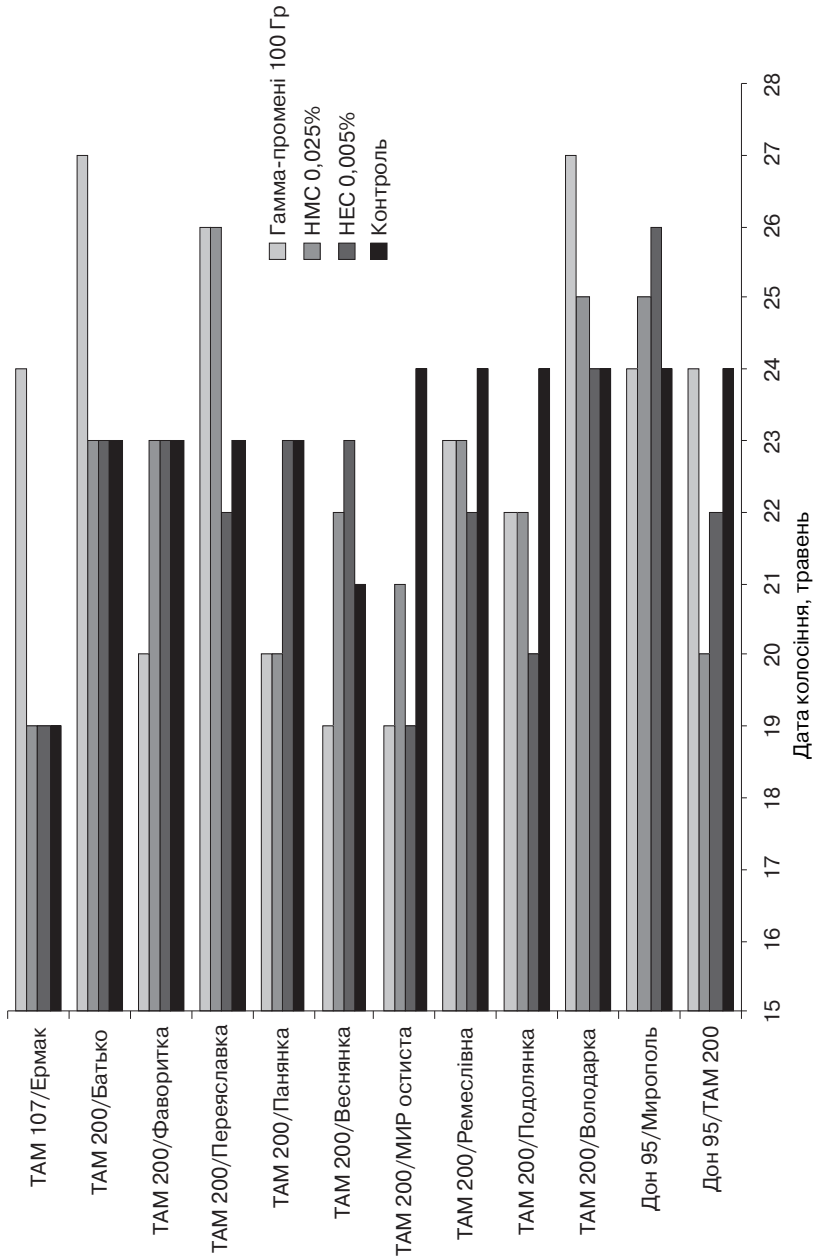


Рис. 8. Дати колосіння рослин гібридів F₁M₁ пшениці озимої залежно від генотипу та мутагену, 2008 р.

Однак в окремих варіантах зустрічали відхилення від контролю на 5 діб, що є істотним. Так, у контролі рослини гібридної комбінації ТАМ 200 / Миронівська остиста виколюшувались 24 травня, на варіантах НЕС 0,005 % і γ -п 100 Гр – 19 травня, тобто на 5 діб раніше за контроль. Рослини гібридної комбінації ТАМ 107 / Ермак у контролі та у варіантах за обробкою насіння мутагенами НЕС 0,005 % і НМС 0,025 % виколюшувались 19 травня, а у варіанті з опроміненням насіння – 24 травня, тобто на п'ять діб пізніше.

Крім того, за обробки насіння мутагенами збільшувалась різниця *max-min* у настанні дати колосіння порівняно з контролем. Так, у контролі дата колосіння у шести номерів зафіксована 24 травня, у п'яти – 23 травня, по одному номеру – 21 та 19 травня. Тобто, розмах (*max-min*) дат колосіння гібридних комбінацій становив п'ять діб. На варіантах із застосуванням НЕС 0,005 % і НМС 0,025 % у настанні дати колосіння популяцій зафіксовано різницю в сім діб. Найраніше колосіння відмічали 19 травня, найпізніше – 26 травня. На варіанті з опроміненням насіння γ -п 100 Гр така різниця становила вісім діб, тобто 19 і 27 травня. Це вказує на те, що різниця у термінах колосіння обумовлюється не лише генотипом, а й впливом мутагенів.

Аналогічно з 2008 р. варіювання у настанні дати колосіння виявлено у 2011 та 2012 рр. Слід зазначити, що у 2011 р. за обробки насіння НЕС 0,01% термін початку колосіння порівняно з контролем суттєво подовжився у гібридів Юбилейная 100 / Золотоколоса, Грасія / Литанівка, Годувальниця одеська / Грасія (на 7, 5, 4 діб відповідно). А за обробки НМС 0,0125 % колосіння у гібриду Богдана / Станична настало на 4 доби раніше за контроль (рис. 9).

У 2012 р. обробка насіння гібридів F_1 хімічними мутагенами майже не впливала на строки колосіння рослин F_1M_1 порівняно з контролем. Деякі розбіжності в датах колосіння не виходили за межі 1–3 діб у бік як скорочення, так і подовження, крім варіанту обробки ДМС 0,05 % насіння комбінації Калинова / Батько, у якому спостерігали відхилення дати колосіння у бік пізньостиглості на 4 доби (табл. 2).

У варіантах із застосуванням для обробки насіння сортів однакових доз НМС, НЕС, ДМС, ДАБ (0,05 %) у M_1 виявили незначне варіювання дати колосіння. Так, за обробки насіння НМС, НЕС, ДМС дати колосіння незалежно від сорту не виходили за межі 1–3 діб у бік як скорочення, так і подовження порівняно з контрольним варіантом. Найраніше настання колосіння (на 5 діб) спостерігали за дії ДМС 0,05 % у сорту Ювіляр Миронівський.

Для розширення мінливості за комплексом господарськи цінних ознак у Миронівському інституті пшениці шляхом поєднання комбінативної та мутаційної мінливості за обробки мутагенами насіння гібридів пшениці озимої створено новий перспективний вихідний матеріал. Методом індивідуального добору колоса з гібридно-мутантної популяції від схрещування високопродуктивних сортів Ермак (Росія) / Деметра (МІП, Інститут захис-

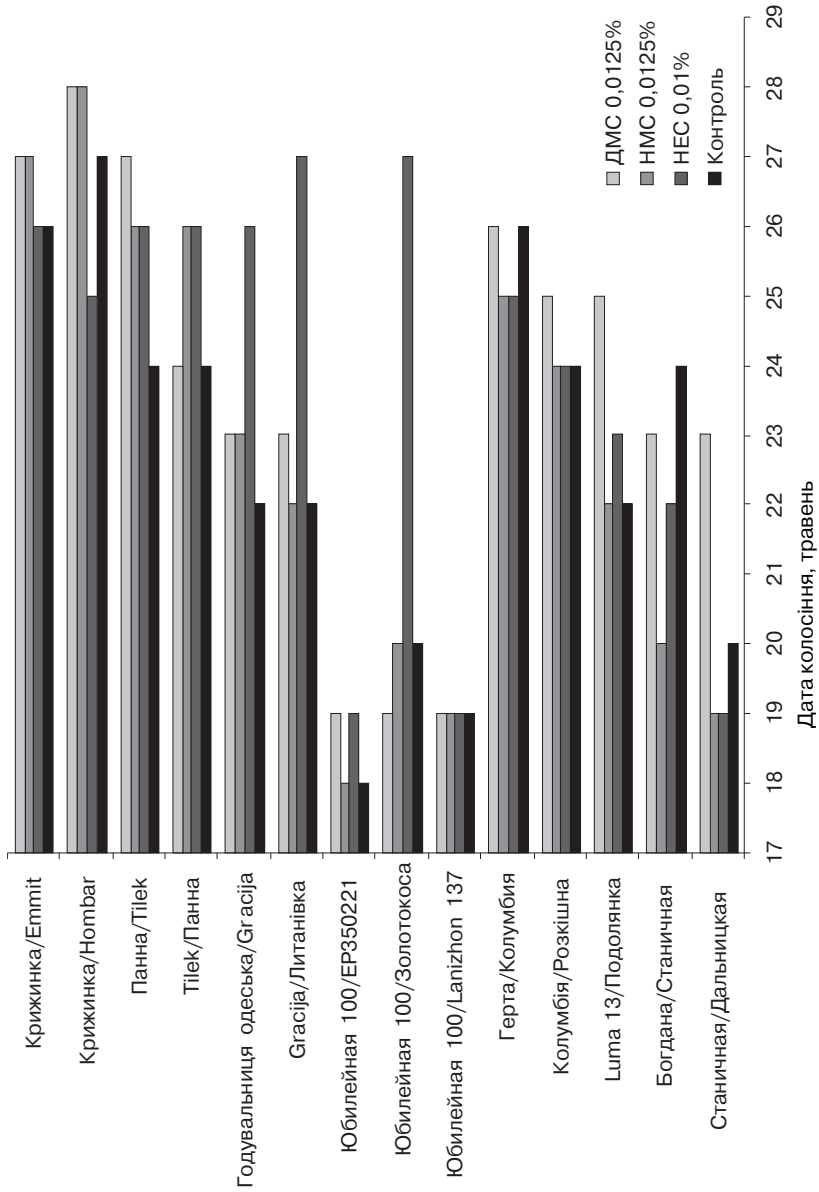


Рис. 9. Дати колосіння рослин гібридів F₁M₁ пшениці озимієї залежно від генотипу та мутагену, 2011 р.

Таблиця 2. Дати колосіння рослин гібридів F₁M₁ пшениці озимої, 2012 р.

Комбінація схрещування	Дата колосіння за варіантами обробки (число, місяць)								
	контроль	НМС 0,05%		НЕС 0,05%		ДМС 0,05%		ДАБ 0,05%	
		дата	±	дата	±	дата	±	дата	±
Романтика / ТАМ 107	14.05	13.05	-1 ¹	13.05	-1	13.05	-1	15.05	+1 ²
Ювіляр МИР / Ясногірка	15.05	15.05	0	15.05	0	15.05	0	18.05	+1
Деметра / Ермак	15.05	15.05	0	14.05	-1	14.05	-1	14.05	-1
Калинова / Подолянка	17.05	15.05	-2	15.05	-2	15.05	-2	17.05	0
Калинова / Батько	16.05	17.05	+1	18.05	+2	20.05	+4	19.05	+3
Росток / Ермак	15.05	16.05	+1	16.05	+1	16.05	+1	17.05	+2
max	17.05	17.05	+1	18.05	+2	20.05	+4	19.05	+3
min	14.05	13.05	-2	13.05	-2	13.05	-2	14.05	-1

Примітка. 1 – колосіння раніше контролю (-); 2 – колосіння пізніше контролю (+)

ту рослин НААН) + НМС 0,005 % створено сорт пшениці м'якої озимої МПП Валенсія, переданий на державне сортовипробування України у 2015 р. та внесений до Державного реєстру України у 2017 р.

Висновки. Виявлено пригнічувальну або стимулювальну дію хімічних і фізичних мутагенів на генотипи пшениці озимої (як гібриди, так і сорти). Залежно від типу мутагену, концентрації і генотипу ця дія проявлялась за показниками польової схожості, перезимівлі та настання дати колосіння у рослин у F₁M₁ та M₁, отриманих з обробленого мутагенами насіння.

Результати досліджень указують на можливість використання мутагенів для розширення діапазону формотворчого процесу в селекції пшениці м'якої озимої та отримання у наступних поколіннях змінених форм з цінними господарськими ознаками.

Список використаних джерел

1. Рапопорт И. А. Индукция иммунитета как очередная задача химического мутагенеза и примерный расчет материала для оптимальной обработки. *Химические супермутagens в селекции*. Москва : Наука, 1975. С. 5–32.
2. Joint FAO/IAEA Mutant Variety Database. URL: <https://mvd.iaea.org/>
3. Власенко В. А., Хоменко С. О., Маринка С. М. Результати селекційної роботи методом експериментального мутагенезу. *Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (1912–2012)* / за ред. В. С. Кочмарського. Миронівка : [б. в.], 2012. С. 185–200.
4. Mullarkey M., Jones P. Isolation and analysis of thermotolerant mutants of wheat. *J. Exp. Bot.* 2000. Vol. 51, N 342. P. 139–146.
5. Хоменко С. О. Створення вихідного матеріалу для селекції озимої м'якої пшениці шляхом обробки насіння гібридів мутагенами : автореф. дис. канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція рослин» / Інститут землеробства УААН. Київ, 2006. 20 с.
6. Кириленко В. В. Методи створення вихідного матеріалу пшениці озимої, стійкого до несприятливих чинників довкілля Лісостепу України : автореф. дис. ... доктора с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво» / ДУ Інститут зернового господарства НААН. Дніпро, 2016. 41 с.
7. Володин В. Г., Савченко А. П. Экспериментальный мутагенез. Минск : Наука и техника, 1967. 110 с.

8. Борейко А. М. Химические мутагены и возможные достижения в селекции растений. *Новые сорта, созданные методом химического мутагенеза*. Москва : Наука, 1988. С. 70–72.
9. Васильківський С. П. Формотворчий процес і добір у поколіннях генетично нестабільних мутантів озимої пшениці. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 207–211.
10. Оксьом В. П. Вплив мутагенних чинників на рослини M_1 озимої пшениці та його зв'язок із частотою змінених форм у другому поколінні. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2010. Т. 42, № 2. С. 153–162.
11. Моргун В. В., Оксьом В. П. Створення генетично-поліпшених ліній пшениці озимої за допомогою індукування мікромутацій. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2011. № 2. 18 с. URL: http://nd.nubip.edu.ua/2011_2/11mvv.pdf
12. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Мутация пшеницы и радиация. *Зерно*. 2010. № 4. С. 70–74.
13. Зоз Н. Н. Методика использования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур. *Мутационная селекция*. Москва : Наука, 1968. С. 23–27.
14. Driscoll C. J., Biefel L. M., Darvey N. L. An analysis of frequencies of chromosome configurations in wheat and wheat hybrids. *Genetics*. 1979. Vol. 91, No 4. P. 755–767.
15. Chowdhury R. K. Induced quantitative variation in wheat. *Wheat Inform. Serv.* 1982. Vol. 54. P. 27–31.
16. Делоне Л. Н. Мутации мягкой пшеницы и их селекционное использование. *Записки Харьковского СХИ*. 1938. Вып. 1. С. 43–57.
17. Васильковский С. П., Князюк В. И. Влияние химических мутагенов на полевую всхожесть семян и мутабельность сортов озимой пшеницы. *Прогресс в селекции озимой пшеницы как фактор интенсификации производства зерна*: сб. науч. тр. / Мироновский НИИ селекции и семеноводства пшеницы. 1988. С. 18–20.
18. Симинел В. Д., Палади Н. И. Сочетание гибридной и мутационной изменчивости в селекции пшеницы. Кишинев : Штиинца, 1977. 112 с.
19. Сальникова Т. В. Факторы, влияющие на спектр и типы мутантов при химическом мутагенезе (на примере мутантных сортов). *Химический мутагенез и качество сельскохозяйственной продукции*. Москва : Наука, 1983. С. 38–51.
20. Vorojevic K., Vorojevic S. Mutation breeding in wheats. *Induced mutations and plant improvement*. Vienna, 1972. P. 237–251.
21. Демченко С. И., Иванов В. П. Стимуляция – эффект малых доз. *Природа*. 1997. № 1. С. 16–20.
22. Маринка С. М., Хоменко С. О., Шелепов В. В., Власенко В. А. Польова схожість та довжина вегетаційного періоду F_1M_1 озимої пшениці. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла УААН*. Київ : Аграрна наука, 2002. Вип. 2. С. 54–63.
23. Кушев В. В. Механизм генетической рекомбинации. Москва : Наука, 1971. 246 с.
24. Васильковский С. П., Князюк В. И., Кашуба Ф. Ф. Эффективность химического мутагенеза в создании исходного материала для селекции озимой пшеницы. *Интенсификация селекционного процесса зерновых культур*: сб. науч. тр. / Мироновский НИИ селекции и семеноводства пшеницы. Миронівка, 1987. С. 69–75.
25. Kharkwal M. C., Shu Q. Y. The Role of Induced Mutations in World Food Security. *Induced Plant Mutations in the Genomics Era*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2009. P. 33–38.

References

1. Rapoport, I. A. (1975). The induction of immunity as the next task of chemical mutagenesis and an approximate calculation of the material for optimal treatment. In *Khimicheskie supermutageny v selektsii* [Chemical Supermutagens in Plant Breeding] (pp. 5–32). Moscow: Nauka. [in Russian]
2. Joint FAO/IAEA Mutant Variety Database. Retrieved from <https://mvd.iaea.org/>
3. Vlasenko, V. A., Khomenko, S. O., & Marynka, S. M. (2012). Results of breeding work by the method of experimental mutagenesis. In V. S. Kochmarskyi (Ed.). *Myronivskiy instytut pshenytsi imeni V. M. Remesla NAAN Ukrainy (1912–2012)* [The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine (1912-2012)] (pp. 185–200). Myronivka: N.p. [in Ukrainian]
4. Mullarkey, M., & Jones, P. (2000). Isolation and analysis of the termotolerant mutants of wheat. *J. Exp. Bot.*, 51(342), 139–146.
5. Khomenko, S. O. (2006). *Stvorennia vykhidnoho maretialu dlia selektsii ozymoi miakoi pshenytsi shliakhom obrobky nasinnia hibrydivmutahenamy* [Creation of initial material for winter common bread wheat breeding by treating hybrid seeds with mutagens] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Institute of Agriculture of the UAAS, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
6. Kyrylenko, V. V. (2016). *Metody stvorennia vykhidnoho materialu pshenytsi ozymoi stiikoho do nespriyatlyvykh chynnykiv dovkillia Lisostepu Ukrainy* [Methods of creating the source material of winter wheat resistant to unfavorable environmental factors of the Forest-Steppe of Ukraine] (Extended Abstract of Dr. Agric. Sci. Diss.). SE Institute of Grain Crops of NAAS, Dnipro, Ukraine. [in Ukrainian]
7. Volodin, V. G., & Savchenko, A. P. (1967). *Ekspyrymental'nyy mutagenez* [Experimental Mutagenesis]. Minsk: Nauka i tekhnika. [in Russian]
8. Boreyko, A. M. (1988). Chemical mutagens and possible achievements in plant breeding. In *Novyye sorta, sozdannyye metodom khimicheskogo mutageneza* [New Varieties Created by Method of Chemical Mutagenesis] (pp. 70–72). Moscow: Nauka. [in Russian]
9. Vasylykivskiy, S. P. (2001). Formation process and selection in generations of genetically unstable mutants of winter wheat. In *Henetyka i Selektsiia v Ukraini na Mezhi Tysyacholit* [Genetics and Breeding in Ukraine on the Border of Millennia] (Vol. I, pp. 207–211). Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
10. Oksem, V. P. (2010). Influence of mutagenic factors on winter wheat M_1 plants and its relation with the frequency of altered forms in the second generation. *Fiziologiya i Biokhimiya Kultiviruyemykh Rasteniy* [Physiology and Biochemistry Cult. Plants], 42(2), 153–162. [in Ukrainian]
11. Morgun, V. V., & Oksem, V. P. (2011). Creation of genetically improved lines of winter wheat with inducing micromutations. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy* [Scientific reports NULES of Ukraine], 2. Retrieved from http://nd.nubip.edu.ua/2011_2/11mvv.pdf [in Ukrainian]
12. Burdenyuk-Tarasevich, L. A. (2010). Wheat mutation and radiation. *Zerno* [Grain], 4, 70–74. [in Russian]
13. Zoz, N. N. (1968). Method of using chemical mutagens in crop breeding. In *Mutatsionnaya selektsiya* [Mutation Breeding] (pp. 23–27). Moscow: Nauka. [in Russian]
14. Driscoll, C. J., Bieligi, L. M., & Darvey, N. L. (1979). An analysis of frequencies of chromosome configurations in wheat and wheat hybrids. *Genetics*, 91(4), 755–767.
15. Chowdhury, R. K. (1982). Induced quantitative variation in wheat. *Wheat Inform. Serv.*, 54, 27–31.
16. Delone, L. N. (1938). Mutations of common wheat and their use in breeding. *Zapiski Khar'kovskogo SKhI* [Memoirs of Khar'kov Agricultural Institute], 1, 43–57. [in Russian]

17. Vasil'kovskiy, S. P., & Knyazyuk, V. I. (1988). Influence of chemical mutagens on field germination of seeds and mutability of winter wheat varieties. In *Progress v selektsii ozimoy pshenytsy kak faktor intensivifikatsii proizvodstva zerna* [Progress in Winter Wheat Breeding as a Factor of Intensification of Grain Production] (pp. 18–20). Mironovka Research Institute of Wheat Breeding and Seed Production. [in Russian]
18. Siminel, V. D., & Paladi, N. I. (1977). *Sochetanie gibridnoy i mutatsionnoy izmenchivosti v selektsii pshenytsy* [Combination of Hybrid and Mutation Variability in Wheat Breeding]. Chisinau: Stiinta. [in Russian]
19. Sal'nikova, T. V. (1983). Factors influencing on the spectrum and types of mutants in chemical mutagenesis (by the example of mutant varieties). *Khimicheskiy mutagenез i kachestvo sel'skokhozyaystvennoy produktsii* [Chemical Mutagenesis and Quality of Agricultural Products] (pp. 38–51). Moscow: Nauka. [in Russian]
20. Borojevic, K., & Borojevic, S. (1972). Mutation breeding in wheats. In *Induced Mutations and Plant Improvement* (pp. 237–251). Vienna: IAEA/FAO.
21. Demchenko, S. I., & Ivanov, V. P. (1997). Stimulation – the effect of small doses. *Priroda* [Nature], 1, 16–20. [in Russian]
22. Marynka, S. M., Khomenko, S. O., Shelepov, V. V., & Vlasenko, V. A. (2002). Field germination and cropping season duration of winter wheat F₁M₁. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Myronivskoho instytutu pshenytsi im. V. M. Remesla UAAN* [Scientific and Technical Bulletin of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of UAAS], 2, 54–63. [in Ukrainian]
23. Kushev, V. V. (1971). *Mekhanizm geneticheskoy rekombinatsii* [Mechanism of Genetic Recombination]. Moscow: Nauka. [in Russian]
24. Vasil'kovskiy, S. P., Knyazyuk, V. I., & Kashuba, F. F. (1987). The efficiency of chemical mutagenesis in creation of source material for winter wheat breeding. In *Intensifikatsiya selektsionnogo protsessu zernovykh kul'tur* [Intensification in breeding process of grain crops] (pp. 69–75). Mironovka Research Institute of Wheat Breeding and Seed Production. [in Russian]
25. Kharkwal, M. C., & Shu, Q. Y. (2009). The role of induced mutations in world food security. In Q. Y. Shu (Ed.), *Induced Plant Mutations in the Genomics Era* (pp. 33–38). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Влияние мутагенных факторов на растения F₁M₁ и M₁ пшеницы мягкой озимой

Кириленко В. В., доктор сельскохозяйственных наук
Хоменко С. О., кандидат сельскохозяйственных наук
Волощук С. И., кандидат сельскохозяйственных наук
Юрченко Т. В., кандидат сельскохозяйственных наук
Васильковский С. П., доктор сельскохозяйственных наук

Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесла НААН
Украина, 08853, с. Центральное, Мироновский район Киевской обл.
e-mail: verakurulenko@ukr.net

Цель. Установить влияние мутагенов на процессы роста и развития растений гибридного потомства (F₁M₁) и сортов (M₁) пшеницы озимой, полученных из обработанных семян. **Методика.** В 2006–2013 гг. семена гибридов F₁ и сортов обрабатывали химическими мутагенами N-нитрозо-N-этил-мочевина (НЭМ), N-нитрозо-N-метил-мочевина (НММ), 1,4-бисдиазоацетилбутан (ДАБ), диметилсульфат (ДМС) в разных концентрациях. Сухие семена также облучали гамма-лучами в дозе 100 Гр. **Результаты.** В 2007 г. при воздействии НММ 0,025 % всхожесть семян у 52,2 % гибридных

комбинаций существенно превышала контроль. В 2011 г. при обработке семян мутагенами (НЭМ 0,01 %, НММ 0,0125 %, ДМС 0,0125 %) более высокую, чем у контроля полевую всхожесть при преимущественно стимулирующем воздействии двух мутагенов (НЭМ 0,01 % и НММ 0,0125 %) имели 57,8 % гибридных комбинаций. Достоверно высокое стимулирующее воздействие мутагена ДМС 0,05 % (2012 г.) на полевую всхожесть семян гибридов выявили у 67 % комбинаций, тогда как при обработке ДМС 0,0125 % (2011 г.) – лишь у 33 %. В 2012 г. среди восьми сортов, семена которых были обработаны ДАБ 0,05 %, у шести выявили стимулирующее воздействие мутагена на уровень полевой всхожести. В 2007/08 г. отмечено превышение уровня перезимовки по сравнению с контролем у гибридов после обработки НЭМ 0,005% и НММ 0,025 % (47,7 % и 54,5 % комбинаций). В 2011/12 г. при обработке семян НЭМ 0,01 % по уровню перезимовки превышали контроль 27 % комбинаций, тогда как при обработке мутагенами НММ 0,0125 % и ДМС 0,0125 % – 20 % комбинаций. В 2012/13 г. при обработке семян гибридов мутагенами НЭМ 0,05 % и ДМС 0,05 % существенно превысили контроль по уровню перезимовки растения гибридных комбинаций Романтика / TAM 107 и Ермак / Деметра (передана на ГСИ как сорт МП Валенсия), а также сортов Деметра (при обработке ДМС 0,05 %) и Волошкова (ДАБ 0,05 %). Проведенные в 2008, 2011 и 2012 гг. фенологические наблюдения показали, что для большинства гибридов F_1M_1 и сортов М, даты колошения не выходили за пределы 1–3 дней раньше или позже по сравнению с контролем. Однако в отдельных вариантах встречаются отклонения от контроля на 7 и 5 дней, что является существенным. **Выводы.** Выявлено угнетающее или стимулирующее воздействие химических и физических мутагенов на генотипы пшеницы озимой (как гибриды, так и сорта). В зависимости от типа, концентрации мутагена и генотипа такое воздействие проявлялась по показателям полевой всхожести, перезимовки и наступления даты колошения у растений F_1M_1 и M_1 , полученных из обработанных семян.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, гибрид, семена, мутаген, концентрация, доза, всхожесть, перезимовка, дата колошения

The influence of mutagenic factors on F_1M_1 and M_1 plants of bread winter wheat

Kyrylenko V. V., Doctor of Agricultural Sciences

Khomenko S. O., Candidate of Agricultural Sciences

Voloshchuk S. I., Candidate of Agricultural Sciences

Yurchenko T. V., Candidate of Agricultural Sciences

Vasylykivskiy S. P., Doctor of Agricultural Sciences

The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS

Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, Ukraine, 08853

e-mail: verakurulenko@ukr.net

Purpose. To determine the influence of mutagens on plant growth and development of hybrid progenies (F_1M_1) and varieties (M_1) of winter wheat obtained from seeds treated.

Methods. In 2006–2013, seeds of F_1 hybrids and varieties were treated with chemical mutagens N-nitroso-N-ethyl-urea (NEU), N-nitroso-N-methyl urea (NMU), 1,4-bis(diazoacetyl)butane (DAB), dimethyl sulfate (DMS) at various concentrations. Dry seeds were also irradiated with gamma rays at dose of 100 Gy. **Results.** In 2007, when treating seeds with NMU 0.025 %, germination in 52.2 % of hybrid combinations was significantly over control. In 2011, when treating seeds with mutagens (NEU 0.01 %, NMU 0.0125 %, DMS 0.0125 %), 57.8 % of hybrid combinations exceeded the control for field germination under predominantly stimulating action of the two mutagens (NEU 0.01 % and NMU 0.0125 %). A significantly high stimulating effect the mutagen DMS 0.05 % (in 2012) on field germination of hybrid seeds

was detected in 67 % of combinations, while when treating seeds with DMS 0.0125 % (in 2011), it was only in 33 % of combinations. In 2012, among eight varieties which seeds were treated with DAB 0.05 % six of them showed the stimulating effect of the mutagen on field germination level. In the winter of 2007–2008, excess over the control overwintering level in hybrids after treatment with NEU 0.005 % and NMU 0.025% was noted (in 47.7 % and 54.5% of combinations resp.). In 2011–2012, when treating seeds with NEU 0.01 %, the overwintering level exceeded the control in 27 % of combinations, while when treating with the mutagens NMU 0.0125 % and DMS 0.0125 %, it did in 20 % of combinations. In 2012–2013, when treating hybrid seeds with the mutagens NEU 0.05 % and DMU 0.05 %, overwintering level of plants significantly exceeded the control in hybrid combinations Romantika / TAM 107 and Yermak / Demetra (the latter was submitted to State Variety Testing as the variety MIP Valensiia) and also in the varieties Demetra when treating with DMS 0.05 %, and Voloshkova (DAB 0.05 %). Phenological observations conducted in 2008, 2011 and 2012 showed that for the most of F_1M_1 hybrids and M_1 varieties heading dates did not exceed 1–3 days earlier or later than in the control. However, in some cases there are deviations from the control for 7 and 5 days which are rather significantly. **Conclusions.** It was revealed either inhibiting or stimulating effects of chemical and physical mutagens on winter wheat hybrids and varieties. Depending on kind of mutagen, concentration and genotype, these effects occurred in the parameters of field germination, overwintering level and heading date of F_1M_1 and M_1 plants grown from seeds treated with the mutagens.

Key words: *bread winter wheat, hybrid, seeds, mutagen, concentration, dose, germination, overwintering, heading date*