

УДК 575.224:2.4.:633.11.

СТВОРЕННЯ ГЕНЕТИЧНО-ПОЛІПШЕНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДУКУВАННЯ МІКРОМУТАЦІЙ

В.В. МОРГУН, академік НАН України, доктор біологічних наук

В.П. ОКСЬОМ, молодший науковий співробітник

Вивчено ефективність мутагенних чинників в індукуванні мікрмутантів, поліпшених за показниками продуктивності та стійкості проти несприятливих умов середовища. Розроблена стратегія покращення сортів за окремими кількісними ознаками зі збереженням типовості і прояву інших господарськоцінних ознак на рівні вихідного сорту шляхом послаблення негативних кореляційних зв'язків

Ключові слова: пшениця озима (*Triticum aestivum L.*), мутаген, доза, концентрація, продуктивність, елементи структури врожаю

Нині пшениця відіграє провідну роль у харчовому забезпеченні людства. Завдяки високій екологічній пластичності вона має широкий ареал розповсюдження і займає домінуючі площі культивування у світі. Аналізуючи продовольчу, демографічну, екологічну ситуацію у світі, науковці схиляються до думки, що і в подальшому значення пшениці невпинно зростатиме, і саме ця культура стане найважливішою на земній кулі [7, 11, 12, 20, 23, 24]. Зважаючи на це, проблема підвищення врожайності пшениці, якості зерна, екологічної пластичності та стійкості проти абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища набувають неабиякої актуальності. Успіх у вирішенні цих питань головним чином залежить від ефективності генетичного поліпшення сортів пшениці [11, 12].

Для цілеспрямованого генетичного поліпшення сортів пшениці та отримання цінного селекційного матеріалу велике значення має мутаційна

селекція [13], яка впродовж років не втрачає своєї ефективності. Методом експериментального мутагенезу на кінець 2010 року в світі одержано 243 сорти пшениці [1]. В Україні в цьому напрямі досягнуто значних успіхів, зокрема під загальним керівництвом академіка НАН України Моргуна В.В. селекціонерами Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та Миронівського інституту пшениці ім. Ремесла створено сорти з високим потенціалом продуктивності в поєднанні з такими господарськоцінними ознаками, як якість, зимостійкість та ін. [12].

В історії мутаційної селекції відомі непоодинокі приклади революційних проривів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур. Світова практика свідчить, що більшість мутантних сортів створено при застосуванні фізичних мутагенів (в основному гамма-променів) у близьких до критичних для рослин дозах, поряд з цим значна увага приділяється також пошуку нових ефективних хімічних і фізичних мутагенних чинників. Широкого впровадження набувають сорти-носії макромутацій, про використання мікрмутантів у виробництві є лише поодинокі повідомлення. Як правило, при виникненні макромутацій значно порушується збалансованість генотипу і адаптаційна здатність рослин. Мікрмутатії менше позначаються на генотиповій збалансованості, а отже на життєздатності та пристосованості організму. Імовірність виникнення мікрмутантів значно вища від інших типів мутацій. На нашу думку, індукування мікрмутатій може вирішити проблеми селекції пшениці озимої щодо підвищення продуктивності, вмісту та якості білка, стійкості проти несприятливих умов середовища і патогенних організмів, а також порушити існуючі негативні кореляційні зв'язки між господарськоцінними ознаками.

Метою роботи була розробка методів індукції і скринінгу господарськоцінних мікрмутантів озимої пшениці.

Матеріали і методика дослідження. З метою розробки методів генетичного поліпшення сортів озимої пшениці за допомогою індукованих мікрмутатій проводили лабораторні дослідження у відділі

експериментального мутагенезу, польові - на базі дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, розташованого в смт Глеваха Васильківського району Київської області, впродовж 2006-2010 рр.

Для отримання і вивчення першого-третього покоління рослин після дії мутагену, були використані сорти селекції Одеського селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення УААН: Скарбниця, Заможність, Єдність [6, 8] Для одержання M_1 зразки сухого насіння трьох сортів озимої пшениці піддавали одноразовому опроміненню гамма-променями в дозах 100, 150 і 200 Гр. Серед хімічних мутагенних чинників для отримання M_1 застосовували нітрозоетилсечовину (НЕС) в концентрації 0,005 %, 0,025%, 0,05% та 1,4-бісдіазаоцетилбутан (ДАБ) в концентрації 0,1% і 0,2 %.

Для встановлення впливу мутагенних факторів у першому поколінні визначали показники польової схожості і виживаності рослин, а також проводили структурний аналіз рослин M_1 . Для цього відбирали по 30 рослин з кожного варіанта. При аналізі визначали висоту рослини, загальну і продуктивну кущистість, довжину головного колосу, кількість колосків в ньому, кількість зерен і масу зерна в головному колосі, масу зерна з рослини, масу 1000 насінин.

Оцінку частоти і спектра хромосомних аберацій проводили за допомогою ана-телофазного методу на тимчасових давлених препаратах. Вибірка становила понад 500 клітин на варіант. Препарати аналізували під мікроскопом Amplivae при збільшенні 15x90. При цьому виявляли клітини з абераціями: одиничні і подвійні фрагменти, хромосомні й хроматидні мости та інші порушення мітотичного циклу [16].

В поколінні M_2 всього вивчали 12140 ліній трьох сортів. Обліковували і виділяли змінені форми в поколінні M_2 , ретельно оглядаючи сім'ї і рослини впродовж вегетаційного періоду, в M_3 перевіряли успадкування мутантних ознак.

Також вивчали індуковані мутанти поколінь M_4 - M_{10} , десяти сортів та ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження в конкурсному, попередньому та контрольному випробуваннях, лінії мікрмутантів M_4 - M_{10} , індуковані при застосуванні фізичних мутагенів – гамма-променів в дозах 50, 100, 150, 200, 250 Гр і хімічних мутагенів – НЕС в концентраціях 0,005 %, 0,01 %, 0,025 %, 0,03 %, НМС – в концентраціях 0,0025 %, 0,005 %, 0,01 %, 0,0125 %, ДАБ – в концентраціях 0,05%, 0,1%, 0,2%, НМБ 0,01 %, застосовували комбінації мутагенів ДАБ 0,2 % + НЕС 0,005 % і гамма-промені 100 Гр + НЕС 0,005 %.

В M_3 - M_{10} обліковували урожайність і на основі трирічних даних (за винятком окремих форм, де використовувались дворічні дані) визначали фактичний приріст урожаю порівняно з вихідною формою. Для встановлення основних елементів структури врожаю, які впливали на кінцеву врожайність проводили структурний аналіз.

Кращі мікрмутанти тестували на стійкість проти несприятливих умов навколишнього середовища. Зимо- і морозостійкість мікрмутантів визначали після проморожування рослин у штучних (модернізованій камері низьких температур КНТ-1 лабораторії штучного клімату ІФРГ) та природних умовах зимівлі – рослини вирощували у залізобетонних жолобах із ґрунтом, піднятих над рівнем землі [10].

Вміст білка і клейковини в зерні визначали експрес-методом на приладі Parten Inframatic 8600 [19], а показник седиментації SDS-30 – згідно з рекомендаціями науковців Селекційно-генетичного інституту УААН [18]. Основною характеристикою методу SDS-30 є висока кореляційна залежність показника ($r = 0,87-0,92$) з міжнародно визнаними показниками хлібопекарської якості борошна пшениці – силою борошна (W) та індексом еластичності тіста (Ie).

Для встановлення константності вихідного матеріалу та досліджуваних мікрмутантів і приналежності їх генотипу до вихідного сорту (виключення можливості вивчення домішки як мікрмутатції) визначали локуси запасних

білків гліадинів і глютенінів. Електрофорез клейковинних білків виконували за методикою Ф.О. Поперелі [17], що є модифікацією методики ISTA.

Статистичну обробку результатів проводили згідно із загальноприйнятими методиками [9] за допомогою комп'ютерної програми SPSS 13.0.

Результати досліджень та їх обговорення. Одним із провідних моментів нашої роботи на початкових етапах було встановлення ступеня впливу мутагенних чинників різної природи на хромосомний апарат клітин озимої пшениці з майбутнім узгодженням отриманих результатів з показниками пригнічення рослин у першому поколінні і частотою мутацій в M_2 - M_3 . Встановлення чітких залежностей між процесами, що відбуваються на клітинному рівні в M_1 і виходом мутацій в наступних поколіннях, на нашу думку, відкриває можливість раціонального використання мінімальних вибірок вихідного матеріалу в поєднанні з максимально ефективними результатами, і тому нині є надзвичайно актуальним.

На основі отриманих експериментальних даних, з метою збільшення результативності виділення корисних мікромутацій, рекомендовано застосовувати попереднє тестування доз та концентрацій мутагенів у лабораторних (за тестом хромосомних аберацій) та польових умовах за визначенням параметрів росту і розвитку покоління M_1 . Для подальшої детальної селекційної роботи, з метою виділення корисних мікромутацій, рекомендовано проводити добір у варіантах, в яких частота хромосомних аберацій становить 18,0-35,0% після дії гамма-променів, 4,0-16,0% у випадку використання НЕС і 3,0-6,0 % при дії ДАБ. За характеристиками розвитку рослин покоління M_1 основну увагу слід приділяти варіантам, в яких виявлено незначну депресію [14, 15].

В мутаційній селекції скринінг мутацій в M_2 - M_3 є основною ланкою досліджень. Геніальні сім'ї, родоначальники майбутніх сортів, виділяють саме в M_2 - M_3 , і, не зважаючи на чисельні дані про генетичну нестабільність в старших поколіннях мутантів і добір у них перспективних зразків [4, 5],

світовий досвід показує, що відсоток створених мутантних сортів добраних у M_2 - M_3 значно вищий [22, 21].

У процесі класифікації виділених мутантів всі лінії розділяли на мікро- і макромутанти. Лінії-носії мутацій з різким фенотиповим проявом відносили до макромутантів. В результаті виконаної роботи вдалося виділити низку оригінальних макромутантів, які ретельно вивчали. Зокрема були виділені оригінальні напівкарликові та високорослі форми, мутанти за строками досягання, відмінні за структурою і кольором колоса, мутації що виходили за межі різновидності вихідного сорту.

Мутації, які не мали різкого фенотипового прояву, відносили до мікромутацій. Мікромутанти мали зміни в генотипі, які не проявлялись фенотипово, а ідентифікувались шляхом вивчення кількісних ознак рослин, біохімічних аналізів, вирощування рослин у жорстких умовах, за яких можна було виділити адаптовані до цих умов мутанти.

Аналіз частоти мутацій в поколіннях M_2 - M_3 сортів Заможність, Єдність і Скарбниця показує високу ефективність використання хімічних та фізичних мутагенів для розширення спадкової мінливості пшениці озимої. Мутагенні чинники різної природи в різних концентраціях та дозах помітно відрізнялися від контрольних варіантів та між собою за загальною частотою індукованих мутацій (табл. 1). Загальна частота і спектр мутацій в M_2 - M_3 залежить головним чином від генотипу вихідного сорту та мутагенного чинника, і становить 2,21-7,83 % при 28 типах мутантних змін у сорту Єдність, 6,41-22,68 % при 27 типах мутантних змін у сорту Скарбниця і 5,3-18,39% при 29 типах мутантних змін у сорту Заможність.

Головну увагу в роботі приділяли скринінгу мікромутацій. В M_2 - M_3 добирали продуктивні форми, форми з підвищеною кущистістю, крупним продуктивним колосом, великим зерном, мутанти з підвищеним вмістом білка, мутанти з пролонгованим функціонуванням прапорцевого листа, з товстим стеблом, з широкою листовою пластиною. Частота практично-цінних мутацій значно залежала від природи мутагенних чинників та генотипу сортів і

становила 1,03-3,21% у сорту Єдність, 1,45-5,03% у сорту Скарбниця і 2,03-4,87% у сорту Заможність.

1. Загальна частота мікро- та макромутацій в поколіннях М₂-М₃, сортів пшениці озимої: Єдність, Скарбниця, Заможність

Варіант обробки мутагенами	Частота мутацій, %		
	Єдність	Скарбниця	Заможність
Контроль (вода)	0,20 ± 0,20	0,60 ± 0,35	0,44 ± 0,31
Гамма промені 100 Гр	2,21 ± 0,65	8,84 ± 1,27	5,16 ± 0,99
Гамма промені 150 Гр	5,02 ± 0,97*	18,25 ± 1,99*	7,71 ± 1,33
Гамма промені 200 Гр	5,62 ± 1,03	22,68 ± 2,19	14,51 ± 1,96*
НЕС 0,005 %	2,61 ± 0,71	6,41 ± 1,13	5,30 ± 1,13
НЕС 0,025 %	4,22 ± 0,90	12,50 ± 1,59*	16,67 ± 1,89*
НЕС 0,05 %	7,83 ± 1,20*	22,33 ± 2,40*	18,39 ± 2,08
ДАБ 0,1 %	5,22 ± 1,00	6,76 ± 1,23	7,32 ± 1,17
ДАБ 0,2 %	7,23 ± 1,16	11,65 ± 1,44*	11,65 ± 1,44*

Примітка. Різниця з контролем статистично вірогідна в усіх варіантах із застосуванням мутагенних чинників за $p \leq 0,05$

* – Різниця з попереднім варіантом обробки в межах одного мутагенного чинника вірогідна за $p \leq 0,05$

В М₂-М₃ нами виділено мікрмутанти, які за урожайністю переважають вихідні сорти на 5-10 % і більше (табл. 2). Мутагенні чинники за ефективністю індукування продуктивних мікрмутантів розмістились у такому порядку: НЕС 0,025 % > НЕС 0,005 % > гамма-промені 150 Гр > ДАБ 0,2 % > гамма-промені 100 Гр > ДАБ 0,1 % > гамма-промені 200 Гр > НЕС 0,05 %.

Таким чином, в індукуванні продуктивних мікрмутантів найефективнішими виявились помірні і низькі дози та концентрації фізичних і хімічних мутагенів. Високі (близькі до критичних) дози і концентрації були високоактивними в індукуванні широкого спектра оригінальних макромутацій, але з незадовільною частотою індукували мікрмутатії за продуктивністю.

2. Кількість виділених продуктивних мікрмутантів у М₃, що за показником врожайності на 5-10% і більше перевищують вихідні сорти

Варіант	Виділено продуктивних мікрмутантів сортів						Всього продуктивних мікрмутантів	
	Єдність		Скарбниця		Заможність		шт.	%
	шт.	%	шт.	%	шт.	%		
Контроль (вода)	1	3,7	1	2,7	1	5,0	3	3,6
Гамма промені 100 Гр	3	11,1	3	8,1	4	20,0	10	11,9
Гамма промені 150 Гр	4	14,8	5	13,5	5	25,0	14	16,7
Гамма промені 200 Гр	1	3,7	2	5,4	2	10,0	5	6,0
НЕС 0,005 %	5	18,5	7	18,9	2	10,0	14	16,7
НЕС 0,025 %	4	14,8	8	21,6	3	15,0	15	17,9
НЕС 0,05 %	2	7,4	2	5,4	0	0,0	4	4,8
ДАБ 0,1 %	3	11,1	4	10,8	1	5,0	8	9,5
ДАБ 0,2 %	4	14,8	5	13,5	2	10,0	11	13,1
Разом:	27	100,0	37	100,0	20	100,0	84	100,0

Головним завданням генетичного поліпшення є таке покращення окремих показників, яке б не призводило до погіршення інших господарсько цінних ознак, пов'язаних між собою негативними кореляційними зв'язками. Так, існує безліч даних про негативні кореляції між вмістом білка в зерні, показниками його якості і елементами структури врожайності [2, 3]. Сорт Скарбниця є одним з кращих за хлібопекарськими властивостями серед асортименту сортів, що вирощуються на території України. Тому виділені продуктивні мікрмутанти цього сорту досконало аналізувались за вмістом білка в зерні і показником седиментації (SDS-30). На основі отриманих даних нами проведено порівняння виділених мікрмутантів з вихідною формою за вище переліченими показниками (табл. 3, 4).

Вміст білка в зерні 24 із 37 вивчених ліній зберігали на рівні вихідного сорту, в дев'яти мікрмутантів спостерігали негативну тенденцію до зниження його в зерні на 5-10% за підвищення урожайності. Суттєвого відхилення за цим

показником на 10 % і більше, як в негативний, так і позитивний бік не виявлено. Встановлено, що шляхом індукування продуктивних мікромутацій можна покращувати вихідні сорти, підвищуючи їх генетичний потенціал продуктивності, не порушуючи загальної цілісності рослинного організму, зберігаючи прояв інших господарсько-цінних характеристик на рівні вихідного сорту – в цьому випадку це стосується вмісту білка в зерні пшениці озимої. Не поліпшуючи безпосередньо вміст білка в зерні, підвищується інша характеристика, пов'язана з цією ознакою – валовий збір сирого протеїну з одиниці площі.

3. Кореляційна сітка за ознакою вміст білка в зерні у мікромутантів пшениці озимої, що перевищують вихідний сорт Скарбниця за продуктивністю на 5-10 % і більше

Варіант	Кількість сімей з вмістом білка в зерні в порівняно з вихідним сортом:				
	< на 10 і більше % (< 13,5 %)	< на 5-10 % (13,5-14,2 %)	на рівні вихідного сорту (14,3-15,7 %)	> на 5-10 % (15,8-16,5 %)	> на 10 і більше % (> 16,5 %)
Контроль (вода)	-	-	1	-	-
Гамма промені 100 Гр	-	-	2	1	-
Гамма промені 150 Гр	-	-	4	1	-
Гамма промені 200 Гр	-	-	2	-	-
НЕС 0,005 %	-	-	5	2	-
НЕС 0,025 %	-	5	3	-	-
НЕС 0,05 %	-	-	2	-	-
ДАБ 0,1 %	-	1	3	-	-
ДАБ 0,2 %	-	3	2	-	-
ВСЬОГО:	0	9	24	4	-

4. Кореляційна сітка за показником седиментації (SDS-30) у мікрмутантів пшениці озимої, що перевищують вихідний сорт Скарбниця за продуктивністю на 5-10 % і більше

Варіант	Кількість сімей з показником седиментації (SDS-30) порівняно з вихідним сортом:				
	< на 10 і більше % (< 75 мл)	< на 5-10 % (75-78 мл)	на рівні вихідного сорту (79-87 мл)	> на 5-10 % (88-91 мл)	> на 10 і більше % (> 91 мл)
Контроль (вода)	-	-	1	-	-
Гамма промені 100 Гр	-	-	1	2	-
Гамма промені 150 Гр	-	-	1	4	-
Гамма промені 200 Гр	-	-	1	1	-
НЕС 0,005 %	1	-	5	1	-
НЕС 0,025 %	-	-	6	2	-
НЕС 0,05 %	-	-	2	-	-
ДАБ 0,1 %	-	-	3	1	-
ДАБ 0,2 %	-	-	3	2	-
Разом:	1	0	23	13	0

Також 37 продуктивних мікрмутантів Скарбниці аналізували за показником седиментації (табл. 4). Як і у випадку з показником вміст білка в зерні, основний масив ліній розмістився в діапазоні, що відповідає вихідному сорту – 23 з 37 продуктивних мікрмутантів мали показник седиментації на рівні сорту Скарбниця, 13 ліній незначно перевищували вихідний сорт за цим показником в межах статистичної похибки і лише одна лінія відзначалась значним зниженням показника седиментації.

Скринінг мікрмутантів за продуктивністю, якістю зерна та стійкістю проти несприятливих умов в поколіннях $M_4 - M_{10}$ базувався на вивченні мутантних форм за врожайністю, структурним аналізом за компонентами врожайності, аналізом вмісту білка та клейковини, показниками

хлібопекарських властивостей, проморожуванням у камері низьких температур та аналізом виживання рослин у результаті зимівлі в жолобах.

У результаті аналізу масиву мутантних ліній різних сортів озимої пшениці з 2007 до 2009 року виділено продуктивні мікрмутанти, які за господарськими і морфологічними характеристиками повністю ідентичні вихідним сортам, але при цьому забезпечують збільшення врожаю порівняно з вихідною формою на 5-10 % і більше (табл. 5). Серед вивчених нами мутагенів, найефективнішими в індукуванні продуктивних мікрмутантів були ДАБ у концентрації 0,05 %, НЕС у концентрації 0,01 % та гамма-промені в дозі 100-150 гр. Встановлено, що для індукування мікрмутантів з підвищеною продуктивністю необхідно в першу чергу використовувати низькі та помірні концентрації і дози хімічних та фізичних мутагенних чинників.

Для прикладу, в конкурсному випробуванні з 2007 до 2009 року проаналізовано 22 мутантні лінії М₇-М₉ сорту Смуглянка, отримані при використанні як мутагени ДАБ, НЕС, НМС, гамма-промені, НМБ в різних дозах і концентраціях. На основі трирічних даних встановлено, що виділені мікрмутанти забезпечували приріст урожаю порівняно з вихідною формою до 11,4 %. Найефективнішими в індукуванні корисних мікрмутантів виявився ДАБ у концентрації 0,05%. Коротко охарактеризуємо кращі з ліній. Мікрмутант 55/09, індукований гамма-променями в дозі 50 Гр, за три роки випробувань забезпечив приріст урожаю до вихідної форми +10,6 ц/га (11,4 %). За роки випробувань приріст становив від 7,6 до 14,3 ц/га. В результаті структурного аналізу елементів продуктивності встановлено, що висока врожайність мутанта порівняно з вихідною формою формувалась за рахунок маси 1000 зерен, яка становила 56,0 г (у сорту Смуглянка 43,4 г.). Внаслідок цього підвищувалась маса зерна з рослини і головного колосу. Мікрмутант мав укорочене на 7,5 см стебло порівняно з вихідним сортом. Заслуговує на увагу мікрмутант 42/09, індукований НМБ в концентрації 0,01 %, який за трирічними даними забезпечив приріст урожаю до вихідного сорту 10,3 ц/га (11,1 %), а за роками - від 7,5 до 12,8 ц/га. На основі структурного

5. Урожайність кращих мікрмутантів М₇-М₉ сортів Смуглянка, Експромт і М₄-М₆ сорту Єрмак у 2007 – 2009 рр (у конкурсному і попередньому випробуванні)

Лінія		Врожайність зерна, ц/га				Прибавка до вихідної форми, ц/га
Селекційний номер	Назва (походження)	2009 р.	2008 р.	2007 р.	Середня	
77/09	Смуглянка, вих. сорт	92,4	98,0	89,2	93,2	
38/09	Смуглянка, ДАБ 0,05 %	98,5*	102,0*	99,5*	100,0	+ 6,8
40/09	Смуглянка, ДАБ 0,05 %	101,5*	100,0	102,0*	101,2	+ 8,0
41/09	Смуглянка, ДАБ 0,05 %	101,5*	105,5*	101,5*	102,8	+ 9,6
42/09	Смуглянка, НМБ 0,01 %	103,0*	105,5*	102,0*	103,5	+ 10,3
55/09	Смуглянка, 50 Гр	100,0*	108,0*	103,5*	103,8	+ 10,6
57/09	Смуглянка, НЕС 0,01 %	100,5*	104,5*	79,3*	94,8	+ 1,6
72/09	Смуглянка, 200 Гр	96,0	111,4*	100,4*	102,6	+ 9,4
НІР _{0,05%}		3,7	3,2	4,2		
2919/09	Експромт, вих. сорт	77,6	97,0	90,4	88,3	
2922/09	Експромт, ДАБ 0,05 %	84,5*	106,0*	93,5	94,7	+6,4
2924/09	Експромт, НМС 0,01 %	86,2*	109,4*	101,2*	98,9	+10,6
2927/09	Експромт, ДАБ 0,05 %	90,3*	104,4*	94,0*	96,2	+7,9
2928/09	Експромт, ДАБ 0,05 %	102,0*	90,3*	93,6*	95,3	+7,0
2932/09	Експромт, 50 Гр	83,4*	103,3*	91,5	92,7	+4,4
2942/09	Експромт, 100 Гр	87,2*	106,1*	94,5*	95,9	+7,6
НІР _{0,05%}		4,3	5,1	3,2		
2970/09	Єрмак, вих. сорт	77,7	79,0	65,2	74,0	
2971/09	Єрмак, НЕС 0,01 %	80,8	93,0*	79,7*	84,5	+ 10,5
2972/09	Єрмак, 100 Гр	85,5*	99,3*	85,2*	90,0	+ 16,0
2973/09	Єрмак, 150 Гр	82,1*	94,4*	79,7*	85,4	+ 11,4
2974/09	Єрмак, НЕС 0,01 %	86,2*	88,8*	77,7*	84,2	+ 10,2
НІР _{0,05%}		3,2	4,4	5,7		

* Різниця порівняно з вихідним сортом вірогідна при $p \leq 0,05$

аналізу встановлено, що приріст урожаю сформований за рахунок підвищеної порівняно з вихідною формою продуктивної кущистості, яка становила 3,6 стебел на рослину, що на 0,7 більше за вихідний сорт. Мікрмутант

характеризувався більшою кількістю колосків на головному колосі, а саме 17,1 при 15,8 у вихідного сорту, проте вплив цього показника на кінцеву продуктивність порівняно з продуктивною куцистістю був мінімальним. Відхилення за всіма іншими елементами структури врожаю було мінімальним і знаходилось в межах статистичної похибки.

На основі вивчення мікрмутантів сортів пшениці озимої Смуглянка і Експромт за дії низьких температур в умовах штучного клімату та в природних умовах перезимівлі, встановлено, що мутагени можуть індукувати мутацію генів, які детермінують підвищення зимо- та морозостійкості, не знижуючи потенціалу продуктивності вихідного сорту. Відібрано мутантні генотипи, які поєднують підвищену морозо- та зимостійкість з підвищеною врожайністю порівняно з вихідною формою. В природному середовищі і умовах штучного клімату найвищу стійкість проти дії низьких температур виявили мікрмутанти сорту Експромт 2928/09 (виживання рослин до 88,0 %), 18/09 (виживання рослин до 73,0 %) і 2922/09 (виживання рослин до 70,0 %), що поєднують в одному генотипі підвищену морозостійкість з вищою продуктивністю порівняно з вихідним сортом, виживаність якого становила 27,0-28,0%. Перелічені мікрмутанти індуковані ДАБ в концентрації 0,05 %, що вказує на його високу ефективність в індукції цього типу мікрмутацій. На генетичному рівні, це може бути мутація в кількох окремих локусах, пов'язаних з морозостійкістю і продуктивністю, які непов'язані між собою, або ж приріст врожаю може забезпечуватись за рахунок підвищеної зимо- та морозостійкості. На прикладі сорту Смуглянка показана можливість індукування мікрмутантів з підвищеним рівнем продуктивності без втрати потенційної морозо- та зимостійкості, характерної для вихідного сорту. Незначний відсоток з виділених мікрмутантів мав знижену порівняно з вихідними сортами морозо- та зимостійкість, що пояснюється мутацією в локусах тісно зчеплених з детермінацією морозо- та зимостійкості. Останнє необхідно враховувати, і з огляду на це, детально аналізувати мутанти за комплексом господарсько цінних характеристик. Серед мутагенних чинників найефективнішими в індуванні морозо- і зимостійких форм виявився ДАБ в концентрації 0,05 %, а за ним

розмістилися гамма-промені в дозі 100 Гр, НМС в концентрації 0,01 %, НЕС в концентрації 0,01%. Це підтверджує раніше зроблений висновок щодо високої ефективності в індукуванні господарсько-цінних мікрмутантів низьких і помірних концентрацій хімічних і доз фізичних мутагенних чинників.

Характерною рисою виділених господарсько-цінних мікрмутантів було те, що при збільшенні урожайності чи морозо- та зимостійкості порівняно з вихідною формою не спостерігали достовірного зниження показників якості. У виділених за продуктивністю мікрмутантів сорту Смуглянка, вміст білка в зерні коливався в межах 13,6-14,7% , сирі клейковини – 29,1-31,7 %, у вихідної форми, відповідно 14,2 і 30,5 %. Аналогічну ситуацію спостерігали і серед мікрмутантів, індукованих на іншому вихідному матеріалі. Лише в окремих випадках відзначали зниження показників якості при підвищенні продуктивності порівняно з вихідною формою.

При генетичному поліпшенні сортів варто вести добір мікрмутантів за продуктивністю, стійкістю проти умов навколишнього середовища з обов'язковою умовою перевірки показників якості та відбирати лише ті форми, що не характеризуються втратою якісних характеристик у результаті мутацій. Таким чином, буде збільшуватись продуктивність і вихід сирого протеїну з одиниці площі.

З метою тестування вихідних форм на генетичну чистоту, а також визначення відповідності мікрмутантів генотипу вихідного сорту нами проведено аналіз за спектрами запасних білків. Головна мета проведення цього аналізу полягала у встановленні генетичної чистоти і гомогенності вихідних форм для виключення можливості скринінгу біотипів у гетерогенної форми з подальшим вивченням їх як мікро- чи макромутантів. Вихідні форми за спектрами запасних білків були генетично константними і не містили поліморфних біотипів за локусами запасних білків. Мікрмутанти вивчених сортів за генетичними формулами запасних білків відповідали вихідним сортам.

Зважаючи на вище наведені дані щодо ефективності індукування мікрмутантів з підвищеними показниками продуктивності, та стійкості проти

несприятливих умов середовища ми пропонуємо у практиці селекції та виробництва використовувати: кращі мікрмутанти як нові сорти, в селекційних програмах залучаючи їх до схем гібридизації, у процесі насінництва розмножуючи кращі форми для заміни використовуваних в виробництві.

Розроблений нами метод індукування мікрмутаций рекомендується використовувати в селекційних установах з метою поліпшення відомих, особливо-цінних сортів.

Кращі продуктивні мікрмутанти сорту Смоглянка – 55/09 і 42/09, а також мікрмутант сорту Експромт – 2924/09 рекомендовано використовувати в подальшій селекційній роботі та продовжити вивчення їх на предмет передачі в Державне сортовипробування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Артемчук І. П. Розробка методів підвищення частоти і розширення спектра індукованих мутацій озимої пшениці: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.0-.15 “Генетика” / І. П. Артемчук. – К., 2007. – 20 с.
2. Бебякин В. М. Адаптивность высокобелковых линий яровой мягкой пшеницы как исходного материала для селекции по накоплению и распределению азота в вегетативных органах и зерновках / В. М. Бебякин, И. Л. Тер-Асатурова, Д. Р. Каргалиев // Сельскохозяйственная биология. – 2001. – № 3. – С. 43-48.
3. Бебякин В. М. Теоретические предпосылки к повышению содержания белка в зерне / В. М. Бебякин // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 4. – С. 13 – 15.
4. Бурденюк-Тарасевич Л. Мутант. Пшеница и радиация / Л. Бурденюк-Тарасевич // Зерно.– 2010. – Т. 48, № 4. – С. 70 – 74.
5. Васильківський С. П. Формотворчий процес і добір у поколіннях генетично нестабільних мутантів озимої пшениці / С. П. Васильківський // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К.: Логос, 2001. – Т. 2. – С. 207 – 211.

6. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2009 році: витяг станом на 15.04.2009 року / Міністерство аграрної політики України. Офіц. вид. – К.: ТОВ «Алефа», 2009. – 243 с. – (Нормативний документ Мінагрополітики України).
7. Жученко А. А. Ресурсний потенціал виробництва зерна в Росії (теорія і практика) / А. А. Жученко. – М.: Агрорус, 2004. – 1112 с.
8. Каталог сортів та гібридів зернових, зернобобових, олійних, кормових культур Селекційно-генетичного інституту: [каталог]. – [Одеса: СГІ – НЦНС – 2008]. – 176 с.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: «Высшая школа», 1990. – 350 с.
10. Моргун В. В. Зимо- і морозостійкість озимих злакових культур / В. В. Моргун, П. С. Майор // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К.: Логос, 2009. – Т.2 – С. 105 – 165.
11. Моргун В. В. Мутаційна селекція пшениці / В. В. Моргун, В. Ф. Логвиненко. – К.: Наукова думка, 1995. – 627 с.
12. Моргун В. В. Фізіологічні основи отримання високих урожаїв пшениці / В. В. Моргун, В. В. Швартау, Д.А. Кірізій // Физиология и биохимия культурных растений. – 2008. – Т. 40, № 6. – С. 463 –479.
13. Моргун В.В. Спонтанна та індукована мутаційна мінливість та її використання в селекції рослин // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – 2001. – Т. 2. С. 144 – 174
14. Оксьом В. П. Вплив мутагенних чинників на рослини M_1 озимої пшениці та його зв'язок із частотою змінених форм у другому поколінні / В. П. Оксьом // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42, № 2. – С. 153 – 162.
15. Оксьом В. П. Частота і спектр хромосомних аберацій, як тест чутливості до дії мутагенних чинників на прикладі озимої пшениці / В. П. Оксьом // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42, № 3. – С. 232-239.

16. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271с.
17. Попереля Ф. О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці / Ф. О. Попереля // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України : Збірник наукових праць СГІ. – Одеса, 1996. – С. 117 – 132.
18. Рибалка О. І. Оцінка якості зерна пшениці на ранніх етапах селекції / О. І. Рибалка, М. В. Червоніс, М. А. Литвиненко // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 1. – С.44 – 48.
19. Техническая характеристика прибора Infrmatic 8600 series. http://www.perten.com/pages/ProductPage___124.aspx.
20. Climate change: Can wheat beat the heat ? / R. Ortiza, K. Sayrea, B. Govaerts [at al.] // Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2008. – V. 126, № 1-2. – P. 46 – 58.
21. Kharkwa M. C. The Role of Induced Mutations in World Food Security / M. C. Kharkwa, Q. Y. Shu // Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 2009. – 33 – 38.
22. Officially released mutant varieties - the FAO/IAEA Database / M. Maluszynski, K. Nichterlein, L. Van-Zanten [at al.] // Mutation Breeding Review. – 2000. – №12. – P. 1 – 84.
23. Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity? / D. Hoisington, M. Khairallah, T. Reeves [at al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. – 1999. – V. 96. – P. 5937–5943.
24. Rosegrant M. W. Global food projections to 2020: implications for investment / M. W. Rosegrant, M. C. Agcaoili-Sombilla, N. D. Perez. –Washington: DC, IFPRI, 1995. – 54 p.

СОЗДАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ-УЛУТШЕННЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ ПОМОЩИ ИНДУЦИРОВАНИЯ МИКРОМУТАЦИЙ

В.В. МОРГУН, академик НАН Украины, доктор биологических наук

В.П. ОКСЕМ, младший научный сотрудник

Изучена эффективность мутагенных факторов в индуцировании микромутантов улучшенных по показателям продуктивности и устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Разработана стратегия улучшения сортов по отдельным количественным признакам с сохранением типичности и проявления других хозяйственно-ценных признаков на уровне исходного сорта путем ослабления отрицательных корреляционных связей.

Ключевые слова: пшеница озимая, мутаген, доза, концентрация, продуктивность, элементы структуры урожая.

CREATION OF GENETICALLY IMPROVED LINES OF WINTER WHEAT WITH INDUCING MICROMUTATIONS

V.V. MORGUN, academician National Academy of Sciences of Ukraine,
Doctor of Biological Sciences

V.P. OKSEM, Junior Researcher

It was studied the efficiency of mutagen factors on the induction of micromutants, that was improved to the indices of productivity and resistance to disadvantage conditions of environment. The strategy of breed improvement to the quantitative signs from preservation of typicalness and display of other economic-valuable signs at level of an initial grade by easing of negative correlation.