

УДК 575.224:2.4.:633.11.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МУТАГЕННИХ ЧИННИКІВ В ІНДУКУВАННІ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ МІКРОМУТАЦІЙ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

В.В. МОРГУН, В.П. ОКСЬОМ

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17
e-mail: oksem_yova@ukr.net*

Вивчено ефективність застосування мутагенних чинників в індукованні господарсько-цінних мікромутацій озимої пшениці. Встановлено, що за допомогою мутагенних чинників можна поліпшувати сорти озимої пшениці шляхом індукування мікромутацій, які підвищують продуктивність, морозо- та зимостійкість, вміст білка в зерні порівняно з вихідними сортами. Показано, що практично кожна із вивчених ліній з мікромутаціями має власний механізм досягнення високого рівня продуктивності. В індукованні господарсько-цінних мікромутацій найефективнішими є помірні й низькі дози та концентрації фізичних і хімічних мутагенних чинників.

Ключові слова: озима пшениця (*Triticum aestivum* L.), мутаген, доза, концентрація, продуктивність, вміст білка в зерні, морозостійкість.

Найбільшим джерелом харчування всього людства є пшениця (*T. aestivum* L.). Вважають, що третина людства щоденно споживає зерно пшениці, підготовлене чи перероблене різними способами. У світі потреба виробництва пшениці невпинно зростає, і за різними прогнозами до 2020 р. вона становитиме від 840 до 1050 млн т зерна на рік. В останні роки у світі щорічно виробляють близько 600 млн т зерна пшениці, отже, врожайність цієї культури до 2020 р. необхідно підвищувати на 1,6–2,6 % в рік [6]. Це питання особливо актуальне для України, де посівні площі озимої пшениці залежно від року змінюються в межах 4,5–7,6 млн га, що становить 38 % усього зернового клину [10]. Згідно з простим математичним підрахунком, збільшення вмісту білка в зерні всього на 1 % в масштабах сучасного світового виробництва пшениці дасть додатково 6 млн т білка. Тому збільшення кількості й підвищення якості білка пшениці — один із головних шляхів подолання дефіциту протеїну в харчуванні людини [3]. Великі ризики для виробництва пшениці пов'язані з глобальними змінами клімату. В зв'язку з цим вкрай важливо розширити адаптивний потенціал сортів, що може зм'якшити вплив цих змін [9, 10].

Одним із найреальніших і найефективніших шляхів подолання продовольчого дефіциту є створення нових сортів пшениці з високими генетичним потенціалом урожайності, якістю і стійкістю до несприятливих умов середовища. На сьогодні високоефективним є метод індукованого мутагенезу, який дає змогу отримувати мутації, в тім числі й господарсько-цінні, з частотою, що в десятки і сотні разів перевищує спонтанний рівень. Мутаційна селекція дає нові форми рослин із рідкісними ознака-

ми, цілеспрямовано поліпшує сорти, на 3—4 роки скорочує строки створення нових сортів [8—10, 12, 14].

Широко впроваджуються сорти—носії макромутацій [14]. Про використання рослин з мікромутаціями у виробництві є лише поодинокі повідомлення [13]. Як правило, в разі макромутацій значно порушуються збалансованість генотипу і пристосованість рослини. Водночас мікромутації меншою мірою позначаються на генотипній збалансованості, й отже, на життєздатності та пристосованості організму. Імовірність виникнення мікромутацій істотно вища, ніж інших типів мутацій. Тому ми вважаємо, що саме вони допоможуть вирішити проблеми селекції озимої пшениці на підвищення продуктивності, вмісту та якості білка, стійкості до несприятливих умов середовища, патогенних організмів й інших полігенних господарсько-цінних ознак.

Методика

У період 2006—2010 рр. на базі Дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (сmt Глеваха Васильківського р-ну Київської обл.) ми вивчали індуковані мутанти в поколіннях M_1 — M_{10} сортів і ліній озимої м'якої пшениці різного екологічного походження: Скарбниця, Заможність, Єдність (M_1 — M_4), Смуглянка, Експромт (M_7 — M_9), Куяльник, Єрмак (M_5 — M_7) та ін.

Вивчено лінії рослин з мікромутаціями поколінь M_1 — M_{10} , індукованими із застосуванням фізичних мутагенів (гамма-промені дозами 50, 100, 150, 200, 250 Гр), хімічних мутагенів (НЕС концентраціями 0,005; 0,01; 0,025; 0,03; 0,05 %; НМС концентраціями 0,0025; 0,005; 0,01; 0,0125 %; ДАБ концентраціями 0,05; 0,10; 0,20 %; НМБ 0,01 %, а також їх комбінації (ДАБ 0,2 % + НЕС 0,005 %; гамма-промені 100 Гр + НЕС 0,005 %).

Лінії озимої пшениці з мікромутаціями вивчали в конкурсному, попередньому і контрольному сортовипробуваннях. Норма висіву — 5,0 млн схожих насінин на 1 га, повторність — три- та одноразова (в контрольному випробуванні), розмір ділянки — 20 м² (в конкурсному випробуванні) і 10 м². Протягом вегетації — від сходів до збирання врожаю — вели фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин: фіксували фази розвитку рослин та відхилення від вихідних форм. Виконували облік урожайності й на основі трирічних даних (за винятком окремих форм, де використовували дворічні дані) визначали фактичну прибавку врожаю щодо вихідної форми. Для встановлення основних елементів структури врожаю, які впливали на кінцеву урожайність, проводили структурний аналіз, для чого відбирали по 30 рослин із кожного варіанта.

Вміст білка в зерні визначали експрес-методом на приладі Parten Inframatic 8600.

Кращі лінії з мікромутаціями тестували на стійкість до несприятливих умов середовища. Зимо- і морозостійкість визначали після проморожування рослин у штучних (модернізована камера низьких температур КНТ-1 лабораторії штучного клімату ІФРГ) та природних умовах зимівлі (рослини вирощували у піднятих над рівнем землі залізобетонних жолобах із ґрунтом) [8].

Для встановлення константності вихідного матеріалу й досліджуваних ліній з мікромутаціями, належності їх генотипу до вихідного сорту (виключення можливості вивчення домішки як мікромутації) визначали

локуси запасних білків гліадинів і глютенінів. Клейковинні білки піддавали електрофорезу за методикою Поперелі [11], що є модифікацією методики ISTA.

Дані оброблено статистично за загальноприйнятими методиками [7] з використанням комп'ютерної програми SPSS 13.0.

Результати та обговорення

Роботу з вивчення ефективності мутагенних чинників розпочинали з визначення характеру їх дії на клітинному рівні за тестом хромосомних аберацій і рівнем пригнічення рослин покоління M_1 . З метою збільшення результативності виділення корисних мікромутацій рекомендовано попереднє тестування доз і концентрацій мутагенів у лабораторних (за тестом хромосомних аберацій) та польових умовах за результатами вивчення параметрів росту і розвитку покоління M_1 . За тестом хромосомних аберацій для подальшого детального селекційного опрацювання з метою виділення корисних мікромутацій рекомендовано залишати варіанти, в яких частота аберацій становила 18,0–35,0 % за дії гамма-променів, 4,0–16,0 % — у разі використання НЕС і 3,0–6,0 % — за дії ДАБ. За параметрами розвитку рослин покоління M_1 основну увагу потрібно приділяти варіантам, в яких виявлено незначну депресію.

Характеристикою інтенсивності мутаційного процесу є частота мутацій у поколіннях M_2 – M_3 [9]. У мутаційній селекції скринінг мутацій в M_2 – M_3 , по суті, є основною ланкою досліджень.

Унікальні родини, родоначальники майбутніх сортів виділяють саме в цих поколіннях і, незважаючи на численні дані щодо генетичної нестабільності в старших поколіннях мутантів і добір серед них перспективних зразків [4, 5], світовий досвід показує, що відсоток створених мутантних сортів, дібраних у поколіннях M_2 – M_3 , значно вищий [14].

Аналіз частоти мутацій у поколіннях M_2 – M_3 сортів Заможність, Єдність, Скарбниця підтвердив високу ефективність хімічних і фізичних мутагенів для розширення спадкової мінливості озимої пшениці. Мутагенні чинники різної природи, концентрацій і доз помітно відрізнялися від контрольних варіантів та між собою за загальною частотою індукованих мутацій (табл. 1). Загальна частота і спектр мутацій у поколіннях M_2 – M_3 залежали в основному від генотипу вихідного сорту й мутагенного чинника і становили 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.

Градація мутагенних чинників за ефективністю індукції мутацій така: НЕС > ДАБ > гамма-промені — для сорту Єдність, гамма-промені > НЕС > ДАБ — для сорту Скарбниця, НЕС > гамма-промені > ДАБ — для сорту Заможність.

За дії найвищих доз НЕС і гамма-променів залежність виходу мутацій від дози чи концентрації для всіх сортів втрачала лінійний характер. Максимальні дози хімічних і фізичних мутагенів залежно від генетичних особливостей сортів на певному, близькому до граничного, рівні втрачають здатність до подальшого розширення формоутворювального процесу.

В усіх трьох сортів озимої пшениці мутації найчастіше виявлялись за такими ознаками, як остистість/безостистість колоса, висота рослин (особливо часто індукувались високорослі форми), пізньо- і ранньо-

ТАБЛИЦЯ 1. Загальна частота мікро- та макромутацій у поколіннях M_2 — M_3 сортів озимої пшениці Єдність, Скарбниця, Заможність

Варіант	Частота мутацій, %, у пшениці сорту		
	Єдність	Скарбниця	Заможність
Контроль (вода)	0,20±0,20	0,60±0,35	0,44±0,31
Гамма-промені, Гр			
100	2,21±0,65	8,84±1,27	5,16±0,99
150	5,02±0,97*	18,25±1,99*	7,71±1,33
200	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
0,025	4,22±0,90	12,50±1,59*	16,67±1,89*
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
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 $p_{0,05}$.

*Різниця з попереднім варіантом обробки в межах одного мутагенного чинника вірогідна за $p_{0,05\%}$.

стиглість, інтенсивність воскового нальоту. Частота таких мутацій, як скверхедний і спельтоїдний колос, колос із червоним і антоціановим забарвленням, карликові форми, червоне стебло, сферококоїд та інші була низькою. Виявлено специфіку гамма-променів в індукуванні короткостеблових, напівкарликових і карликових форм. Найбільшу частку мутацій цих типів зафіксовано в разі застосування доз гамма-променів 150 і 200 Гр, за дії інших мутагенів їх частка була значно меншою. Як правило, мутанти з різким фенотипним проявом індукувались з високою частотою близькими до критичних дозами і концентраціями мутагенів, низькі й помірні їх дози індукували мутації, пов'язані зі значними перебудовами в морфотипі рослини, значно рідше.

Головну увагу в роботі приділяли скринінгу мікромутацій. У поколіннях M_2 — M_3 добирали продуктивні форми, мутанти з підвищеною кущистістю, великим продуктивним колосом, крупним зерном, підвищеним вмістом білка, пролонгованим функціонуванням прапорцевого листка, товстим стеблом, широкою листовою пластинкою. Частота практично-цінних мутацій, яка великою мірою залежала від природи мутагенних чинників і генотипу сортів, становила 1,03—3,21 % для сорту Єдність, 1,45—5,03 % — для сорту Скарбниця і 2,03—4,87 % — для сорту Заможність.

У поколінні M_3 ми виділили лінії з мікромутаціями, які за урожайністю переважали вихідні сорти на 5—10 % і більше (табл. 2). У сорту Єдність виділено 27 продуктивних ліній, серед мутантних ліній сорту Скарбниця — 37 ліній з мікромутаціями за продуктивністю, у сорту Заможність 20. Ми встановили, що найбільше високоврожайних ліній у всіх вивчених сортах озимої пшениці індуковано за дії НЕС концентрацією 0,025 %, (15 ліній з мікромутаціями), незначно поступалися за ефективністю НЕС концентрацією 0,005% і гамма-промені дозою 150 Гр

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУТАГЕННЫХ ФАКТОРОВ

ТАБЛИЦЯ 2. Кількість виділених продуктивних ліній озимої пшениці з мікромутаціями у поколінні M_3 сортів Єдність, Скарбниця, Заможність

Варіант	Виділено продуктивних ліній з мікромутаціями						Всього продуктивних ліній з мікромутаціями	
	Єдність		Скарбниця		Заможність		шт.	%
	шт.	%	шт.	%	шт.	%		
Контроль (вода)	1	3,7	1	2,7	1	5,0	3	3,6
Гамма-промені, Гр								
100	3	11,1	3	8,1	4	20,0	10	11,9
150	4	14,8	5	13,5	5	25,0	14	16,7
200	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
0,025	4	14,8	8	21,6	3	15,0	15	17,9
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
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

(по 14 ліній з мікромутаціями). Ефективними виявились ДАБ концентрацією 0,2 % (11 ліній з мікромутаціями), гамма-промені дозою 100 Гр (10 ліній з мікромутаціями) і ДАБ концентрацією 0,1 % (8 ліній з мікромутаціями). Високі дози гамма-променів і НЕС в індукуванні продуктивних ліній з мікромутаціями були низькоєфективними.

За ефективністю індукування продуктивних ліній з мікромутаціями мутагенні чинники 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 %.

Отже, найефективнішими виявились помірні й 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 мікромутації за продуктивністю.

Головним завданням генетичного поліпшення є підвищення окремих кількісних показників, яке б у свою чергу, не призводило до погіршення інших господарсько-цінних ознак, пов'язаних між собою негативними кореляційними зв'язками. Так, відомо безліч даних щодо негативних кореляцій між вмістом білка в зерні, показниками його якості та елементами структури врожайності [2]. Сорт Скарбниця є одним із кращих за хлібопекарськими якостями серед сортів, що вирощуються на території України, тому виділені продуктивні лінії з мікромутаціями цього сорту ми досконало аналізували за показником «вміст білка в зерні». На основі отриманих даних побудовано кореляційну сітку (табл. 3). За цим показником 24 із 37 вивчених ліній з мікромутаціями зберігали вміст білка на рівні вихідного сорту, в 9 ліній спостерігалась

ТАБЛИЦЯ 3. Кореляційна сітка за ознакою «вміст білка в зерні» у ліній озимої пшениці з мікромутаціями, що перевищували вихідний сорт Скарбниця за продуктивністю на 5–10 % і більше

Варіант	Кількість родин із показником «вміст білка в зерні» порівняно з вихідним сортом, шт.				
	Більш як на 10 % (<13,5 %)	Більше на 5–10 % (13,5–14,2 %)	На рівні вихідного сорту (14,3–15,7 %)	Менше на 5–10 % (15,8–16,5 %)	Менш як на 10 % (> 16,5 %)
Контроль (вода)	0	0	1	0	0
Гамма-промені, Гр					
100	0	0	2	1	0
150	0	0	4	1	0
200	0	0	2	0	0
НЕС, %					
0,005	0	0	5	2	0
0,025	0	5	3	0	0
0,05	0	0	2	0	0
ДАБ, %					
0,1	0	1	3	0	0
0,2	0	3	2	0	0
Разом	0	9	24	4	0

тенденція до зниження вмісту білка в зерні з підвищенням урожайності на 5–10 %. Відхилення за цим показником на 10 % і більше як у негативний, так і в позитивний бік не виявлено.

Виявлено закономірність, що шляхом індукування продуктивних мікромутацій можна поліпшувати вихідні сорти через підвищення їх генетичного потенціалу продуктивності, при цьому не порушується загальна цілісність рослинного організму, інші господарсько-цінні характеристики зберігаються на рівні вихідного сорту (в даному випадку це стосується показника «вміст білка в зерні» озимої пшениці). Тим самим, без безпосереднього поліпшення цього показника підвищується інша характеристика, прямо пов'язана з ним — валовий збір сирого протеїну з гектара. Аналогічні дані отримано і за показником седиментації.

Крім поколінь M_2 – M_3 ми проаналізували 282 мутантні лінії в старших поколіннях 10 сортів озимої пшениці (покоління M_4 – M_{10}) й розділили всі лінії на такі, що несуть мікро- і макромутації. Макромутаціями вважали мутації з різким фенотипним проявом. У результаті було виділено низку оригінальних макромутацій, зокрема напівкарликові й високорослі форми, мутанти за строками стиглості та форми, відмінні за структурою і кольором колоса, мутації, що виходили за межі різновиду вихідного сорту.

Мутації без різкого фенотипного прояву вважали мікромутаціями. Такі мікромутації характеризувались змінами у генотипі, які не виявлялись фенотипно, а ідентифікувались при вивченні кількісних ознак рослин, біохімічних аналізах, вирощуванні рослин у жорстких умовах, за яких можна було виділити стійкі мутанти. Скринінг ліній з мікромутаціями за продуктивністю, якістю зерна, стійкістю до несприятливих

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУТАГЕННЫХ ФАКТОРОВ

умов у поколіннях M_4 — M_{10} ґрунтувався на всебічному вивченні мутантних форм (див. вище).

У період 2007—2009 рр. в результаті аналізу масиву мутантних ліній різних сортів озимої пшениці виділено продуктивні лінії з мікромутаціями, які за господарськими і морфологічними характеристиками були повністю ідентичними вихідним сортам, але при цьому забезпечували збільшення врожаю порівняно з вихідною формою на 5—10 % і більше (табл. 4). Серед вивчених мутагенів найефективнішими в індукуванні продуктивних мікромутацій виявились ДАБ концентрацією 0,05 %, НЕС концентрацією 0,01 % і гамма-промені дозою 100—150 Гр. Встановлено, що для індукування мікромутацій із підвищеною продуктивністю насамперед потрібно використовувати низькі й помірні концентрації та дози хімічних і фізичних мутагенних чинників.

Вивчення структури врожаю для селекціонера має винятково важливе практичне значення і дає можливість зрозуміти «механізм» формування врожайності сорту чи селекційної лінії [1]. У результаті структурного аналізу дібраних ліній з мікромутаціями із подальшою статистичною обробкою встановлено, що остаточну продуктивність в ос-

ТАБЛИЦЯ 4. Характеристика за врожайністю кращих ліній озимої пшениці з мікромутаціями у поколіннях M_7 — M_9 сортів Смуглянка та Експромт у 2007—2009 рр. (з конкурсного і попереднього випробування)

Лінія	Походження	Урожайність, ц/га				Приріст відносно вихідної форми, ц/га
		2009 р.	2008 р.	2007 р.	Середня за три роки	
Смуглянка						
77/09	Вихідний сорт	92,4	98,0	89,2	93,2	
38/09	ДАБ, 0,05 %	98,5*	102,0*	99,5*	100,0	+6,8
40/09	ДАБ, 0,05 %	101,5*	100,0	102,0*	101,2	+8,0
41/09	ДАБ, 0,05 %	101,5*	105,5*	101,5*	102,8	+9,6
42/09	НМБ, 0,01 %	103,0*	105,5*	102,0*	103,5	+10,3
55/09	50 Гр	100,0*	108,0*	103,5*	103,8	+10,6
57/09	НЕС, 0,01 %	100,5*	104,5*	79,3*	94,8	+1,6
72/09	200 Гр	96,0	111,4*	100,4*	102,6	+9,4
$НІР_{0,05}$		3,7	3,2	4,2		
Експромт						
2919/09	Вихідний сорт	77,6	97,0	90,4	88,3	
2922/09	ДАБ, 0,05 %	84,5*	106,0*	93,5	94,7	+6,4
2924/09	НМС, 0,01 %	86,2*	109,4*	101,2*	98,9	+10,6
2927/09	ДАБ, 0,05 %	90,3*	104,4*	94,0*	96,2	+7,9
2928/09	ДАБ, 0,05 %	102,0*	90,3*	93,6*	95,3	+7,0
2932/09	50 Гр	83,4*	103,3*	91,5	92,7	+4,4
2942/09	100 Гр	87,2*	106,1*	94,5*	95,9	+7,6
$НІР_{0,05}$		4,3	5,1	3,2		

*Різниця з вихідним сортом вірогідна за $p_{0,05}$.

новному визначали такі показники, як маса 1000 зернин, маса і кількість зернин із головного колоса, кількість продуктивних стебел. В окремих ліній з мікромутаціями остаточно продуктивність визначалася одночасним перевищенням показників кількох з перелічених ознак. Отже, результати структурного аналізу підтвердили, що перевищення продуктивності кожної лінії з мікромутацією порівняно з вихідною формою, як правило, формується за своїм характерним тільки для неї механізмом.

У результаті вивчення ліній з мікромутаціями сортів озимої пшениці Смуглянка і Експромт за дії низьких температур в умовах штучного клімату та в природних умовах перезимівлі встановлено, що мутагени можуть спричинювати мутацію генів, які детермінують підвищення зимової морозостійкості без зниження потенціалу продуктивності вихідного сорту. Дібрано мутантні генотипи, в яких поєднані підвищені морозо- та зимостійкість з вищою урожайністю порівняно з вихідною формою. У природному середовищі та в умовах штучного клімату найстійкішими до дії низьких температур виявились лінії з мікромутаціями сорту Експромт 2928/09, 18/09 і 2922/09 (виживання рослин відповідно до 88,0; 73,0 і 70,0 %), в генотипі яких поєднувались підвищені морозостійкість і продуктивність порівняно з вихідним сортом. Для порівняння: виживання рослин вихідного сорту становило 27,0—28,0 %. Перелічені лінії з мікромутаціями індуковані ДАБ концентрацією 0,05 %, що вказує на його високу ефективність. На генетичному рівні це можуть бути мутації в кількох окремих не пов'язаних між собою локусах, відповідальних за морозостійкість і продуктивність, або ж прибавка врожаю може забезпечуватись підвищеними зимо- й морозостійкістю. На прикладі пшениці сорту Смуглянка, продемонстровано можливість індукування рослин з мікромутаціями з вищою продуктивністю без втрати потенційних морозо- й зимостійкості, характерних для вихідного сорту. Однак незначний відсоток виділених ліній з мікромутаціями мав знижену порівняно з вихідними сортами морозо- й зимостійкість, що пояснюється мутаціями в локусах генів, які тісно зчеплені з детермінацією морозо- та зимостійкості. Останній факт обов'язково потрібно враховувати, а також з огляду на це детально аналізувати мутанти за комплексом господарсько-цінних характеристик. Серед мутагенних чинників найефективнішим щодо індукування морозо- та зимостійких форм виявився ДАБ концентрацією 0,05 %, за ним — гамма-промені дозою 100 Гр, НМС концентрацією 0,01 % та НЕС концентрацією 0,01 %. Це підтвердило сформульований раніше висновок високої ефективності в індуванні господарсько-цінних мікромутацій низьких і помірних концентрацій та доз хімічних і фізичних мутагенних чинників.

Характерною ознакою виділених ліній з господарсько-цінними мікромутаціями було те, що зі збільшенням урожайності чи морозо- й зимостійкості порівняно з вихідною формою показники їх якості достовірно не знижувались. У виділених за продуктивністю ліній з мікромутаціями сорту Смуглянка вміст білка в зерні коливався в межах 13,6—14,7 % (у вихідної форми середній вміст білка 14,2 %), вміст сирової клейковини — 29,1—31,7 % (у вихідної форми — 30,5 %). Подібна ситуація спостерігалась і серед ліній з мікромутаціями, індукованих на іншому вихідному матеріалі: показники якості з підвищенням продуктивності порівняно з вихідною формою знижувались лише в окремих випадках.

Мутанти за вмістом білка — доволі рідкісне явище [9]. Проаналізовано значну вибірку індукованих мутантів, виділено зразки з підвище-

ною якістю зерна. Серед них вірогідне перевищення вмісту білка в зерні мали лише лінія з мікромутацією сорту Експромт 2928/09, індукована ДАБ концентрацією 0,05 % (вміст білка в зерні 15,6 %, у вихідного сорту — 14,1 %, високий вміст білка в її зерні поєднувався з більшою врожайністю порівняно з вихідним сортом), та лінія з мікромутацією сорту Куяльник 2967/09 (вміст білка в її зерні поєднувався з більшою врожайністю і становив 15,0 %, у вихідного сорту — 13,6 %).

За генетичного поліпшення сортів лінії з мікромутаціями варто добирати за продуктивністю, стійкістю до умов навколишнього середовища, перевіряти показники якості й обирати лише ті форми, які не втрачають якісних характеристик у результаті мутацій. Тим самим буде збільшено продуктивність і вихід сирого протеїну з одиниці площі посіву.

Ми проаналізували спектри запасних білків з метою тестування вихідних форм та встановлення відповідності ліній з мікромутаціями генотипу вихідного сорту. Головна мета аналізу — визначення генетичної чистоти і гомогенності вихідних форм для виключення можливості скринінгу біотипів у гетерогенної форми з наступним помилковим вивченням їх як рослин з мікро- чи макромутаціями. Вихідні форми за спектрами запасних білків були генетично константними і не містили поліморфних біотипів за локусами запасних білків. Лінії з мікромутаціями за генетичними формулами запасних білків відповідали вихідним сортам, тобто ми виділили лінії з мікромутаціями, а не близькі за морфотипом сортові домішки.

Розроблений нами метод індукування мікромутацій рекомендовано використовувати в селекційних установах для поліпшення відомих особливо цінних сортів. Кращі продуктивні лінії з мікромутаціями сорту Смуглянка 55/09 і 42/09, а також лінія з мікромутацією сорту Експромт 2924/09 рекомендовано застосовувати в подальшій селекційній роботі для продовження їх вивчення з метою передачі в Державне сортовицтво.

1. Агафонов Н.С., Торон Е.А., Торон А.А. К методике изучения структуры урожая // Селекция и семеноводство. — 2005. — № 4. — С. 7—12.
2. Бебякин В.М. Теоретические предпосылки к повышению содержания белка в зерне // Там же. — 1983. — № 4. — С. 13—15.
3. Беспалова Л.А., Боровик А.Н. Сорт озимой шарозерной пшеницы Шарда (T. sphaerosocum Регс.) — достижение в селекции на высокое качество зерна // Вісн. Білоцерків. аграр. ун-ту. — 2008. — 52. — С. 36—39.
4. Бурденюк-Тарасевич Л.М. Мутант. Пшеница и радиация // Зерно. — 2010. — 48, № 4. — С. 70—74.
5. Васильківський С.П. Формотворчий процес і добір у поколіннях генетично нестабільних мутантів озимі пшениці // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. — К.: Логос, 2001. — 2. — С. 207—211.
6. Денич С. Исследования в области селекции пшеницы // Материалы междунар. семинара: «Современные тенденции в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур». — Ялта, 2006. — С. 101—113.
7. Лакін Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 350 с.
8. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. — К.: Наук. думка, 1995. — 627 с.
9. Моргун В.В., Майор П.С. Зимо- і морозостійкість озимих злакових культур // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. — К.: Логос, 2009. — 2. — С. 105—165.
10. Моргун В.В., Швартау В.В., Кірізій Д.А. Фізіологічні основи отримання високих врожаїв пшениці // Фізіологія і біохімія культ. растений. — 2008. — 40, № 6. — С. 463—479.
11. Попереля Ф.О. Три основні генетичні системи якості зерна озимі м'якої пшениці // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України: Зб. наук. праць. — Одеса, 1996. — С. 117—132.

12. Пухальский В.А. Проблемы генетической теории селекции растений // Вестн. ВОГиС. — 2005. — 9, № 3. — С. 306—316.
13. Ahloowalia B.S., Maluszynski M., Nichterlein K. Global impact of mutation-derived varieties // Euphytica. — 2004. — 135, № 2. — P. 187—204.
14. D'Souza S.F., Reddy K.S., Badigannavar A.M. Mutation breeding in oilseeds and grain legumes in India: accomplishments and socio-economic impact // Induced Plant Mutations in the Genomics Era. — Rome: FAO, 2009. — P. 55—57.

Отримано 18.02.2011

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУТАГЕННЫХ ФАКТОРОВ В ИНДУКЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ МИКРОМУТАЦИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В.В. Моргун, В.П. Оксем

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Изучена эффективность использования мутагенных факторов в индукции хозяйственно-ценных микромутаций озимой пшеницы. Установлено, что использование мутагенных факторов с целью улучшения сортов озимой пшеницы дает возможность индуцировать микромутации, которые повышают продуктивность, морозо- и зимостойкость, а также содержание белка в зерне по сравнению с исходными сортами. Показано, что практически каждая из изученных линий с микромутациями имеет собственный механизм достижения высокого уровня продуктивности. В индукции хозяйственно-ценных микромутаций наиболее эффективны умеренные и низкие дозы и концентрации физических и химических мутагенных факторов.

EFFECTIVENESS OF MUTAGENIC FACTORS IN INDUCTION OF THE ECONOMICALLY VALUABLE WINTER WHEAT MICROMUTATIONS

V.V. Morgun, V.P. Oksem

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylykivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

Effectiveness of mutagenic factors in induction of the economically valuable winter wheat micro-mutations was studied. Use of mutagenic factors in order to improve the varieties of winter wheat allows to induce micromutations that increased agricultural productivity, frost and winter resistance, as well as protein content in the grain in comparison to the original varieties. It was shown that practically each of the studied lines with micromutations has its mechanism to achieve a high level of productivity. In induction of economically valuable micromutations the most effective are the moderate and low doses of physical and chemical mutagenic factors.

Key words: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), mutagen, dose, concentration, productivity, content of protein in the grain, frost resistance.