

УДК 635. 656: 631.52

© 2011

В. Д. Бугайов, М. І. Кондратенко, кандидати сільськогосподарських наук

Інститут кормів НААН

ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ВИДІВ ХІМІЧНИХ МУТАГЕНІВ У СЕЛЕКЦІЇ ГОРОХУ НА ПІДВИЩЕННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

Представлено результати дослідження з вивчення обробки насіння сортів гороху новими видами хімічних мутагенів за різних концентрацій та при різних експозиціях. Проведена оцінка виживаності рослин окремих сортів цієї культури в польових умовах після обробки даними мутагенами та встановлено ефективність відбору перспективних мутантних форм в експериментальному матеріалі.

Ключові слова: горох, мутагенез, насіння, сорти, добір.

Одним з найефективніших методів підвищення врожайності, стійкості до абіотичних і біотичних факторів середовища є генетичне вдосконалення рослин та створення нових сортів. Використання у світовій практиці землеробства порівняно невеликої кількості найбільш інтенсивних сортів гороху та залучення їх до гібридизації для створення вихідного матеріалу призводить до збільшення спорідненості його генофонду, що, в свою чергу, підвищує втрати врожаю від епіфітотій та дії несприятливих умов середовища. Тому розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу набуває особливої актуальності. Основним джерелом генотипової мінливості, створення генетичної гетерогенності в еволюції рослин і селекції є гібридизація і мутації. При цьому в гороху рекомбіногенез у деякій мірі обмежений через невеликий об'єм геному ($2n = 14$).

Індуковані мутанти є якісно новими формами із зміненими генетичними системами, що сформувалися у вихідних сортів природним і штучним добором у процесі селекції. Використання в селекції гороху індукованих мутантів дає змогу одержати новий матеріал, який поєднує мутаційну та рекомбінативну мінливість. Досліди з експериментального мутагенезу в колишньому Радянському Союзі розпочаті у 30-х роках 20 ст. [1]. Так, за допомогою даного методу М. М. Терещенком та іншими дослідниками отримано високоврожайні сорти гороху і численні мутанти. В результаті була створена значна кількість форм гороху зі зміненим габітусом, які цікаві для практичної селекції. Серед цих мутантів є форми, які відрізняються високою продуктивністю, низькорослістю, штаббовим стеблом, вели-

ким насінням, підвищеною кількістю бобів, скоростиглістю, порівняно стійкі до вилягання та з іншими типами змін [2, 3].

Встановлені можливості трансресій за продуктивністю при схрещуванні двох ранньостиглих форм, одна з яких була отримана шляхом мутагенезу. Так, були виділені продуктивні лінії в результаті гібридизації ранньостиглого сорту Тимірязевський 49 з отриманими від нього мутантами та при схрещуванні неаллельних мутантів між собою. Збільшення продуктивності в цьому випадку відбулося за рахунок збільшення числа бобів на плодоносі [4].

Для одержання нового вихідного матеріалу в селекції гороху окрім основного методу внутрішньовидової гібридизації останніми роками в Інституті кормів все ширше використовується метод хімічного мутагенезу.

Матеріал і методика досліджень. Використання методу хімічного мутагенезу в селекції гороху в Інституті кормів було розпочато в 2007 році шляхом обробки насіння сортів гороху розчинами хімічних мутагенів різної концентрації. Досліджувалися п'ять видів мутагенів похідних N – нітрозодіалкіламіна та речовин з підвищеною алкілюючою здатністю з умовними назвами: Д-7; ДМССОНПІР-ІІІ; ДМССО-12; Д-2ДМС-ІІВ; ДТЕАДМС-11, які були одержані з Інституту біоорганічної хімії і нафтохімії НАН України. Для досліджень були використані сорти селекції Інституту кормів НААН та Уладово-Люлінецької СДС - Світязь та Елегант. Насіння даних сортів оброблялося розчинами мутагенів за концентрації 0,005, 0,05, 0,5 і 1%, при експозиції 4, 7, 10 та 17 годин. У кожному варіанті обробляли по 100 насінин.

У 2008 році разом з Д-7 використовувалися два нових види хімічних мутагенів похідних N – нітрозодіалкіламіна та речовин з підвищеною алкілюючою здатністю: Д-5 і Д-6, а спектр сортів було розширено до чотирьох. Для отримання мутантів M_1 проводилася обробка насіння сортів Світязь, Грант, Комбайновий 1 і Дамир 4 розчинами цих мутагенів за концентрації 0,05, 0,5 і 5%, при експозиції 24 години. В кожному варіанті обробляли по 100 насінин.

Посів розсадників M_1 проводили широкорядним способом ділянками завдовжки 1 м з розрахунку 50 шт. нас./ділянку.

Вживаність рослин в розсаднику M_1 розраховували за формулою:

$$X = k/n * 100, \text{ де}$$

X – вживаність, %;

k – кількість рослин, що збереглася на момент збирання, шт.;

n – кількість висіяних насінин, шт.

Після проведення негативної браковки в розсаднику M_1 усі рослини з даного розсадника висівалися в розсаднику M_2 . Відбори мутантних форм розпочинали в M_2 , в окремих випадках продовжували в M_3 . За основні кри-

терії відбору були взяті ознаки структури зернової продуктивності гороху, такі як «кількість плодоносних вузлів стебла», «кількість бобів на одну рослину», «кількість бобів на один плодоносний вузол», «кількість насінин на одну рослину», «маса насіння з однієї рослини», «маса 1000 насінин» і «кількість насінин на один біб». Крім цих ознак аналізувалися усі інші зміни морфологічних і біологічних господарсько-цінних ознак рослини.

Технологія вирощування загальноприйнята для зони Лісостепу. Посів проводили у максимально ранні строки. Протягом вегетації проводився догляд за посівами, відмічалися основні фази росту і розвитку рослин.

Результати досліджень. Процент виживаності рослин гороху М₁ отриманих при обробці насіння сортів Елегант та Світязь розчинами хімічних мутагенів наведений в таблиці 1.

1. Виживаність рослин гороху при обробці насіння розчинами мутагенів, % 2007 рік

Варіант		Сорт Елегант		Сорт Світязь	
Концентрація, %	Експозиція, год.	Виживаність, %	%, до контролю	Виживаність, %	%, до контролю
Контроль (сух.)		90,7±11,3	100	88,7±9,8	100
0,005	4	83,3*±8,7	91,8	74,4±7,2	83,9
	7	78,2±9,3	86,2	70,3±7,4	79,3
	10	75,3±7,7	83,0	64,4±4,8	72,6
	17	70,7±2,1	77,9	55,7±4,1	62,8
0,05	4	72,1±7,1	79,5	60,5±3,2	68,2
	7	70,7±10,3	77,9	61,5±5,1	69,3
	10	68,3±11,2	75,3	60,3±1,2	68,0
0,5	17	70,6±3,9	77,8	52,9±4,6	59,6
	4	55,7±3,7	61,4	50,3±2,4	56,7
	7	51,2±4,1	56,4	49,7±2,8	56,0
	10	53,9±4,4	59,4	42,4±3,9	47,8
1	17	44,7±5,6	49,3	43,0±2,7	48,5
	4	49,1±6,3	54,1	50,6±6,9	57,0
	7	46,8±3,1	51,6	46,8±4,5	52,8
	10	47,8±3,0	52,7	46,2±4,1	52,1
	17	40,2±4,2	44,3	44,4±3,3	50,1

Примітка: * – середнє по п'яти видах мутагенів: Д-7; ДМССОНПІР-ІІІ; ДМССО-12; Д-2ДМС-ІІВ; ДТЕАДМС-11; контроль – сухе насіння.

Як свідчать дані таблиці 1, в експериментальному матеріалі наявна досить чітка залежність «концентрація-ефект» та «експозиція-ефект» за процентом виживаності рослин гороху в польових умовах. Так, у розрізі концентрацій найбільша виживаність відмічена у варіантах 0,005% і 0,05% в той час як найменша – при 0,5% і 1%, відповідно. При цьому процент виживаності знижувався від найменшої експозиції – 4 години до найбільшої експозиції – 17 годин в усіх концентраціях, хоча дана залежність не

була лінійною. Аналогічні результати отримані як в сорту Елегант, так і в сорту Світязь. Мутантний матеріал M_1 після проведення негативної браковки був висіяний для отримання покоління M_2 .

У таблиці 2 наведено дані ефективності відборів рослин з імовірними мутантними змінами в родинях M_2 , отриманих шляхом обробки насіння сортів Елегант та Світязь розчинами хімічних мутагенів за різних концентрацій та експозицій.

Як свідчать дані таблиці 2 при збільшенні концентрації мутагенів середній процент відборів збільшується. Так, за концентрації 0,005% в сорту Елегант M_2 при експозиціях 4, 7, 10 і 17 годин відбиралися 1,2, 1,7, 2,4 і 2,9% від загальної кількості проаналізованих рослин, за 0,05% – 2,0, 2,1, 3,3 і 3,8%, 0,5% – 3,3, 3,7, 3,5 і 2,0% і 1% – 12,1, 3,8, 1,6 і 0,0% мутантів, відповідно. Аналогічні результати отримані в сорту Світязь. За концентрації 0,005% процент відборів по чотирьох експозиціях 4, 7, 10 і 17 годин становив 1,3, 1,9, 6,2 і 6,8%, за 0,05% – 1,6, 3,8, 3,9 і 7,7%, 0,5% – 9,2, 4,2, 3,1 і 2,0% та 1% – 8,4, 6,8, 4,1 і 2,2% рослин з імовірними мутантними змінами. Слід відмітити, що процент відборів за більшості концентрацій мутагенів у сорту Світязь був вищим порівняно з сортом Елегант. Це можна пояснити в деякій мірі вищою мутабільністю сорту Світязь. При співставленні даних таблиці 2 з таблицею 1 потрібно відмітити, що процент відборів зростає зворотно пропорційно проценту виживаності рослин. Так, найбільша кількість відборів мутантних форм у сорту Елегант була проведена за концентрації мутагенів 1% і експозиції 4 і 7 годин – 12,1 і 3,8%, за якої виживаність рослин була однією з найменших серед усіх варіантів і становила $49,1 \pm 6,3$ і $46,8 \pm 3,1\%$, відповідно. Внаслідок цього можна зробити висновок, що найбільш ефективними концентраціями даних хімічних мутагенів є 0,5 і 1%. При цьому виживаність рослин буде становити приблизно 50%. Проте внаслідок низької виживаності абсолютна кількість відібраних рослин з мутаційними змінами в цих варіантах виявляється меншою. Аналізуючи таблицю 2 в розрізі експозицій слід зазначити, що за концентрацій 0,005 і 0,05% при збільшенні тривалості експозицій з 4 до 17 годин процент відбору форм з імовірними мутаційними змінами зростає, однак за концентрацій 0,5 і 1% ця тенденція проявляється не так чітко і навіть спостерігається протилежний ефект – кількість відібраних рослин зменшується. Це можна пояснити тим, що зі збільшенням концентрації мутагенів при тривалій експозиції кількість корисних мутацій збільшується незначно в той час як процент загиблих рослин суттєво підвищується. Внаслідок цього вдається відібрати менше мутантних рослин. Ця тенденція спостерігалася як у сорту Елегант, так і у сорту Світязь.

2. Відбори мутантних форм з мутантних сімей гороху M₂, 2008 р.

	Сорти	Концентрація, %																			
		0,005					0,05					0,5					1				
		експозиція, год.			експозиція, год.			експозиція, год.			експозиція, год.			експозиція, год.			експозиція, год.				
Кількість проаналізованих рослин, шт.	1*	4	7	10	17	4	7	10	17	4	7	10	17	4	7	10	17	4	7	10	17
	2	1058	995	956	893	918	893	867	893	701	650	676	561	625	587	625	548	638	587	587	561
Кількість відібраних рослин, шт.	1	12	17	23	26	19	19	29	34	23	24	23	11	76	22	10	0				
	2	12	17	50	48	12	29	29	51	58	26	17	11	53	40	24	13				
% відбору	1	1,2**	1,7	2,4	2,9	2,0	2,1	3,3	3,8	3,3	3,7	3,5	2,0	12,1	3,8	1,6	0,0				
	2	1,3	1,9	6,2	6,8	1,6	3,8	3,9	7,7	9,2	4,2	3,1	2,0	8,4	6,8	4,1	2,2				

Примітки: * – 1 – сорт Елегант; 2 – сорт Світязь; ** – середнє по п'яти видах мутагенів: Д-7; ДМССОНПІР-ІІІ; ДМССО-12; Д-2ДМС-ІІВ; ДТЕАДМС-І

1.

Слід зазначити, що найбільший процент рослин з імовірними мутантними змінами за основними ознаками зернової продуктивності був отриманий за концентрації цих мутагенів 0,5 і 1% при експозиціях в 4 і 7 годин. Враховуючи процент виживаності рослин, потрібно відмітити, що найбільш ефективними варіантами отримання перспективного вихідного матеріалу буде також обробка насіння за концентрації 0,005% і експозиції 10 і 17 годин, та за концентрації 0,05% і експозиції 17 годин. На це вказує абсолютна кількість відібраних рослин з імовірними мутантними змінами.

У 2008 році була проведена обробка насіння чотирьох сортів гороху: Світязь, Грант, Комбайновий 1 і Дамир 4 мутагенами Д-5, Д-6 і Д-7 в концентраціях 0,05, 0,5 і 5%, при експозиції 7 годин, всього 9 варіантів. При цьому лише насіння сорту Світязь оброблялося у всіх варіантах, інші сорти були використані в трьох варіантах. Дані виживаності рослин гороху у польових умовах наведені в таблиці 3.

3. Виживаність рослин гороху при обробці насіння розчинами мутагенів, %, 2008 рік

Варіант		Сорт			
Мутаген	Концентрація, %	Світязь	Грант	Комбайновий 1	Дамир 4
Контроль (дист. вода)		87,3 ± 8,3	88,1 ± 9,6	85,6 ± 5,2	85,9 ± 4,2
Д-5	0,05	75,3 ± 2,8	76,7 ± 4,4	83,4 ± 3,1	84,4 ± 4,9
	%, до контролю	86,3	87,1	97,4	98,3
	0,5	63,9 ± 4,2	-	-	-
	%, до контролю	73,2			
	5	47,1 ± 5,2	-	-	-
	%, до контролю	54,0			
Д-6	0,05	74,9 ± 3,3	-	-	-
	%, до контролю	85,8			
	0,5	62,7 ± 5,6	71,7 ± 3,1	79,8 ± 4,5	71,1 ± 7,9
	%, до контролю	71,8	81,4	93,2	47,8
	5	52,1 ± 2,2	-	-	-
	%, до контролю	59,7			
Д-7	0,05	61,2 ± 3,8	-	-	-
	%, до контролю	70,1			
	0,5	56,3 ± 4,1	-	-	-
	%, до контролю	64,5			
	5	52,2 ± 3,3	52,4 ± 2,8	43,7 ± 5,2	43,2 ± 5,4
	%, до контролю	59,8	70,8	62,7	50,3

Примітка: експозиція – 7 годин; контроль – насіння оброблене дистильованою водою.

Як свідчать дані табл. 3, виживаність рослин гороху зменшувалася від найменшої концентрації мутагенів – 0,05% до найбільшої – 5%. При цьому слід відзначити відсутність сортової специфічності за показником виживаності в експериментальному матеріалі, оскільки рівень даного по-

казника в досліджуваних сортів за однакових умов був практично однако-
вим.

У таблиці 4 наведені дані ефективності відборів рослин з імовірними мутантними змінами з мутантних родин М₂ і М₃, отриманих шляхом обробки насіння сортів Світязь, Грант, Комбайновий 1 і Дамир 4 розчинами хімічних мутагенів за різних концентрацій. При збільшенні концентрації мутагенів процент відборів у варіантах з сортами Світязь і Комбайновий 1 має тенденцію до збільшення, однак у варіантах з сортами Грант та Дамир 4 наявна протилежна тенденція. Так, по сорту Грант у варіанті мутаген Д-5 за концентрації 0,05% було відібрано 5,9% рослин, у варіанті Д-6–0,5% – 1,4% а у варіанті Д-7–5% – 2,2%. По сорту Дамир 4 у варіанті Д-5 – 0,05% було відібрано 3,6% рослин, Д-6 – 0,5% – 0% і Д-7–5% – 1,7%, відповідно. В цілому найбільша кількість рослин була відібрана у варіантах: сорт Світязь мутаген Д-7 за концентрації 5% – 11,5% (58 шт.), сорт Грант Д-5–0,05% – 5,9% (44 шт.) і сорт Світязь Д-6–5% – 5,6% (28 шт.).

4. Відбори мутантних форм з мутантних сімей гороху М₂-М₃, 2009— 2010 рр.

Покоління	Сорт	Мутаген	Концентрація, %	Кількість проаналізованих рослин, шт.	Кількість відібраних рослин, шт.	%, відбору
М ₂	1*	Д-5	0,05	750	8	1,1
			0,5	600	0	0
			5	450	9	2,1
		Д-6	0,05	750	0	0
			0,5	600	12	2,0
			5	500	28	5,6
		Д-7	0,05	600	13	2,2
			0,5	550	0	0,0
			5	500	58	11,5
	2	Д-5	0,05	750	44	5,9
			0,5	700	10	1,4
			5	600	13	2,2
3	Д-5	0,05	850	11	1,3	
		0,5	800	27	3,4	
		5	550	6	1,1	
4	Д-5	0,05	850	31	3,6	
		0,5	400	0	0,0	
		5	400	7	1,7	
М ₃	1	Д-5	0,05	2000	28	1,4
			0,5	1600	62	3,9
			5	1200	47	3,9
			0,05	2000	96	4,8

Примітка: * – 1 – сорт Світязь; 2 – сорт Грант; 3 – сорт Комбайновий 1; 4 – сорт Дамир 4; експозиція – 7 годин.

У 2010 році після проведення негативної браковки нами було пересіяно частину матеріалу M_2 сорту Світязь для отримання покоління M_3 . При цьому в M_3 у всіх чотирьох досліджуваних варіантах було відібрано відносно більше рослин ніж в M_2 в 2009 році. Так, у варіанті з мутагеном Д-5 за концентрації 0,05% в M_2 відібрано 1,1% рослин, 0,5% – 0 та 5% – 2,1% рослин, а в M_3 у цих же варіантах було відібрано 1,4%, 3,9% і 3,9% рослин, відповідно. У варіанті мутаген Д-6 за концентрації 0,05% в M_2 не відібрано жодної рослини а в M_3 – 4,8% рослин.

Висновки. Встановлено досить чітку залежність «концентрація-ефект» та «експозиція-ефект» за процентом виживаності рослин у польових умовах при обробці насіння гороху новими видами мутагенних речовин: Д-7; ДМССОНПІР-ІІІ; ДМССО-12; Д-2ДМС-ІІВ; ДТЕАДМС-11. У розрізі концентрацій найбільша виживаність була у варіантах 0,005% і 0,05% у той час як найменша – при 0,5% і 1%, відповідно. Процент виживаності знижувався від найменшої експозиції – 4 години до найбільшої експозиції – 17 годин в усіх концентраціях, хоча дана залежність не була лінійною. При обробці насіння гороху мутагенами Д-5 і Д-6 були отримані аналогічні результати зменшення виживаності при збільшенні концентрації мутагенних речовин незалежно від сорту, що досліджувався.

Найбільший процент рослин з імовірними мутантними змінами за основними ознаками зернової продуктивності при обробці насіння сортів Елегант і Світязь розчинами мутагенів Д-7; ДМССОНПІР-ІІІ; ДМССО-12; Д-2ДМС-ІІВ; ДТЕАДМС-11 був отриманий в концентраціях 0,5 і 1% та експозиціях 4 і 7 годин. Враховуючи процент виживаності рослин, слід зазначити, що ефективними варіантами отримання перспективного вихідного матеріалу є також обробка насіння за концентрації 0,005% і експозиції 10 і 17 годин та за концентрації 0,05% і експозиції 17 годин. При збільшенні концентрації мутагенів Д-5, Д-6 і Д-7 від 0,05 до 5% і експозиції 7 годин процент відборів рослин з імовірними мутантними змінами у сортів Світязь і Комбайновий 1 зростає, однак у варіантах з сортами Грант та Дамир 4 спостерігалася протилежна тенденція. Слід відзначити відносно більшу кількість відібраних мутантних рослин в поколінні M_3 порівняно з поколінням M_2 в сорту Світязь.

Відібраний мутантний матеріал у подальшому буде досліджуватися в селекційних розсадниках з метою отримання інформації про його врожайність та стійкість до несприятливих абіотичних і біотичних факторів.

Бібліографічний список

1. Спеціальна селекція і насінництво польових культур // Навч. пос., за ред. В. В. Кириченка, Харків., 2010 р., 462 с.
2. Дебелый Г. А., Бежанидзе О. И. Новый сорт гороха Немчиновский 85 // Селекция и семеноводство. – М.: 1987. – № 3. – С. 33—35.

3. Терещенко Н. М. Использование гамма-лучей в селекции гороха // Генетика. – М.: 1965. – № 4. – С. 175—176.

4. Зеленов А. Н. О селекции раннеспелых сортов гороха // Селекция и семеноводство. – М.: 2000. – № 3. – С. 4—8.

Бугайов В. Д., Кондратенко М. И. Использование новых видов химических мутагенов в селекции гороха на повышение зерновой продуктивности // Корми і кормовиробництво. – 2011. – Вип. 70. – С.—3—11.

Представлены результаты исследований по изучению обработки семян сортов гороха новыми видами химических мутагенов при разных концентрациях и при разных экспозициях. Проведена оценка выживаемости растений отдельных сортов этой культуры в полевых условиях после обработки данными мутагенами и установлено эффективность отбора мутантных форм в экспериментальном материале.

Bugayov V. D., Kondratenko M. I. Usage of new types of chemical mutagens in pea breeding to increase grain productivity // Feeds and Feed Production. – 2011. – Issue 70. – P. 3—11.

Results of researches investigating seed treatment of pea varieties by new chemical mutagens in different concentrations and in different expositions are stated. Assessment of plant survival of some varieties of this crop in field conditions after treatment by these mutagens is carried out and the efficacy of mutant form selection on the experimental material is determined.