

УДК 631.527.528.62:
633.854.54
© 2019

ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ПОХІДНИХ ДИМЕТИЛСУЛЬФАТУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ СПАДКОВИХ ЗМІН У ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

А.В. Тігова¹, А.І. Сорока²

*²доктор сільськогосподарських наук
Інститут олійних культур НААН*

*вул. Інститутська, 1, с. Сонячне Запорізького р-ну Запорізької обл., 69063, Україна
e-mail: ¹anna.tigova@gmail.com, ²imkua@gmail.com*

Надійшла 5.02.2019

Мета. Виявити ефективність індукування мутацій льону олійного за допомогою нових хімічних мутагенів, похідних диметилсульфату — ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, установити спрямованість їхньої дії порівняно з вихідною сполукою і створити на цій основі новий вихідний матеріал для селекції. **Методи.** Польовий, лабораторний, математико-статистичний. **Результати.** Установлено, що завдяки обробці насіння льону двох сортів новими хімічними мутагенами ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 у концентраціях 0,5 і 0,05% отримано в поколінні M_2 широкий спектр мутацій (29 типів). Вони були розділені на 6 груп — 4 групи зі змінами морфологічного типу та по одній групі зі змінами фізіологічного та біохімічного типів. У результаті отримано колекцію мутантних зразків, які є донорами маркерних і господарсько-цінних ознак, а також різних за біохімічним складом олії. **Висновки.** Для індукції мутацій з порушенням синтезу хлорофілу найефективнішим виявився мутаген ДГ-9, для мутацій структури стебла, пагонів і листків — мутагени ДГ-7 (для сорту Айсберг) і ДГ-6 (для сорту Сонячний), для мутацій квітки — ДГ-2, а також ДГ-9 (для сорту Айсберг) і ДГ-7 (для сорту Сонячний), для мутацій забарвлення насіння у сорту Айсберг — мутагени ДГ-2 і ДГ-9, у сорту Сонячний — мутагени ДГ-2 і ДГ-7 і для мутацій за фізіологічними ознаками росту та розвитку — мутаген ДГ-2. Найефективнішим при зміні біохімічних показників олії у насінні був мутаген ДГ-2.

Ключові слова: льон, мутагенез, хімічний мутаген, диметилсульфат, мутація, жирнокислотний склад олії.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-08>

Мутації є основою спадкової мінливості всіх живих організмів. Будь-які зміни генетичного матеріалу можуть бути індуковані фізичними (ультрафіолетове випромінювання, короткохвильова радіація та ін.), біологічними (віруси, бактерії) і хімічними мутагенами з набагато більшою частотою, ніж спонтанні мутації [1–4].

Метод індукованого мутагенезу дає можливість отримувати цінний селекційний матеріал зі спадково зміненими властивостями та

ознаками. На думку Й.А. Рапопорта [5], створення мутантних сортів ґрунтується на великій частоті нових корисних мутацій, які мобілізують ознаки, недосяжні за інших методів селекції. За допомогою експериментального мутагенезу можна примусити працювати ще приховану частину спектра мутацій, отримуючи стабільний генний стан з новими цінними властивостями та ознаками.

Перевага методу експериментального мутагенезу порівняно з методами гібридизації

полягає в коротшому терміні, за який можна отримати цінний селекційний матеріал. Це дає змогу виводити сорти майже удвічі швидше. Проте роботи з мутаційної селекції виконують в обмежених масштабах, що поступаються за обсягом в 50–500 разів селекції, проведеної на основі гібридизації [1, 5].

Проте, нині за допомогою методу експериментального мутагенезу створено близько 3218 мутантних сортів різних сільськогосподарських культур, зокрема зернові, олійні, бобові, овочеві, фруктові та декоративні рослини. Вирощування мутантних сортів різних сільськогосподарських культур значно поліпшило рівень продовольчої безпеки, завдяки чому кількість продуктів харчування в усьому світі збільшилася [6, 7].

Однією з культур, яка набуває все більшого значення, є льон олійний. Це цінна, безвідходна культура, олію якої використовують у різних галузях народного господарства та в медицині. Вирощування льону олійного зумовлюється його значною економічною ефективністю. Через високу олійність (45–50%) і потенційну врожайність (2,0–2,5 т/га) він є дуже цікавим для виробників. Розвиток галузі льонарства в сучасних умовах неможливий без виробництва високоякісної та конкурентоспроможної продукції, основою якої є, насамперед, висока врожайність. Одним з основних чинників підвищення врожайності льону залишається виведення і впровадження у виробництво нових високопродуктивних сортів з маркерними й оригінальними ознаками, які б відповідали вимогам товаровиробників і переробників.

Успішне вирішення завдань щодо одержання такого матеріалу можливе з застосуванням високоефективних методів, зокрема методу індукованого мутагенезу. Цей метод дає змогу за короткий термін створити новий вихідний матеріал із різноманітними морфологічними й фізіологічними ознаками, біохімічними показниками, підвищити частоту та розширити спектр оригінальних мутацій. Водночас з використанням класичних хімічних мутагенів тривають дослідження нових сполук, здатних викликати мутації, оскільки існує потреба індукувати певні зміни з вищою частотою. Крім того,

необхідність охорони навколишнього середовища визначає пошук речовин, що характеризуються високим мутагенним ефектом і меншою токсичністю. Одними з таких речовин могли б бути похідні диметилсульфату (ДМС) — хімічного мутагену, ефективність якого вже доведено у попередніх дослідженнях на ряді культур. Однак на культурі льону дію ДМС вивчено недостатньо, а різні похідні цієї речовини й зовсім не досліджено. З огляду на це вивчення ефективності дії нових хімічних мутагенів, синтезованих на основі ДМС (серія ДГ), є вкрай важливим та актуальним.

Мета досліджень — виявити ефективність індукування мутацій льону олійного за допомогою нових хімічних мутагенів ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, установити спрямованість їхньої дії порівняно з вихідною сполукою (мутагеном ДМС) і створити на цій основі новий вихідний матеріал для селекції.

Матеріали та методи досліджень. Упродовж 2014–2018 рр. в Інституті олійних культур НААН проводили досліди на двох сортах льону олійного *Linum humile* Mill. — Айсберг та Сонячний (сорт Айсберг створено в цьому самому інституті). Квітки сорту Айсберг білого кольору, зіркоподібної форми, насіння — темно-коричневе, маса 1000 насінин — 7,7 г. Вирізняється високим йодним числом олії (17,6), стійкістю до посухи, вилягання, фузаріозного в'янення. З 2001 р. занесений до Реєстру сортів рослин України [8].

Сорт льону олійного Сонячний створено в Інституті льону (Білорусь). Квітки блакитного кольору з фіолетовим відтінком. Насіння жовтого кольору, маса 1000 насінин — 5,2–5,5 г. Вирізняється специфічним жирно-кислотним складом зі зменшеним до 10% умістом ліноленової кислоти [9, 10].

Мутагени серії ДГ (ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7 і ДГ-9) є новими хімічними сполуками, похідними ДМС, синтезованими в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України і надані нам кандидатом хімічних наук П.Г. Дульневим. Сутність мутагенної дії ДМС полягає в реакції алкілування молекули ДНК уведенням етильних або метильних груп. Також з літературних даних відомо, що ДМС часто зумовлює розриви хромосом і більшість возз'єднань відбувається

внутрішньохромосомно, що призводить до утворення великої кількості хромосомних інверсій [11–13].

Повітряносухе насіння цих двох сортів льону обробляли водними розчинами хімічних мутагенів ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 і ДМС у концентрації 0,05 і 0,5% упродовж 16 год. У кожному варіанті використовували по 300 насінин в одній повторності. На контролі (К) насіння відповідних сортів замочували в дистильованій воді. Після обробки насіння промивали протягом 1 год у проточній воді, після чого того самого дня висівали в ґрунт для отримання покоління M_1 . У літературі є дані про зниження пошкодження насіння при його промиванні у воді, при цьому летальність і стерильність за незмінної мутабельності різко знижуються [14].

З індивідуальних рослин M_1 збирали насіння і висівали наступного року для одержання покоління M_2 . У цьому поколінні проводили пошук мутацій морфологічного та фізіологічного типів на різних стадіях розвитку, які згодом оцінювали і за біохімічними показниками. Остаточну частоту мутацій підраховували після підтвердження їх успадкування в наступному поколінні M_3 . Частоту

мутацій вираховували як співвідношення числа мутантних сімей і загальної їх кількості. Олійність насіння визначали за масою знежиреного залишку в апараті Сокслета, а жирно-кислотний склад олії — методом газорідинної хроматографії метилових ефірів на хроматографі «HEWLETT PACRARD HP 6890».

Результати досліджень. Завдяки обробці насіння льону новими хімічними мутагенами ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 у концентраціях 0,5 і 0,05% отримано в поколінні M_2 широкий спектр мутацій (29 типів). Вони були розділені на 6 груп: 4 групи зі змінами морфологічного типу та по одній групі зі змінами фізіологічного та біохімічного типів (табл. 1–3):

I. Мутації з порушенням синтезу хлорофілу у сходів і дорослих рослин (8 типів): *albina, viridis-albina, xantha, chlorine, viridis, lutescent, striata, corroded*.

II. Мутації структури стебла, пагонів і листків (5 типів): *три сім'ядолі, високорослі рослини, низькорослі рослини, карлики, зигзагоподібне стебло*.

III. Мутації квітки: зміна забарвлення пелюсток віночка і пиляків, форми пелюсток і бутонів (6 типів): *світло-блакитні пелюстки, кремові*

1. Загальна частота індукованих морфологічних мутацій у *Linum humile* Mill. у поколінні M_2 (2016–2018 рр.), %

Група мутацій	Мутаген (0,5–0,05%)					
	К	ДГ-2	ДГ-6	ДГ-7	ДГ-9	ДМС
<i>Сорт Айсберг</i>						
Усього сімей, шт.	100	210	107	209	219	106
I	0,00	2,85±1,15	1,96±1,34	7,46±1,82	10,95±2,11	0,00
II	0,00	3,81±1,32	0,00	3,83±1,33	1,82±0,90	0,00
III	0,00	6,68±1,72	0,00	1,98±0,96	3,65±1,27	0,00
IV	0,00	2,88±1,15	0,00	1,98±0,96	2,74±1,10	0,00
Усього мутацій, %	0,00	16,22±2,54	1,96±1,34	15,25±2,49	19,16±2,66	0,00
<i>Сорт Сонячний</i>						
Усього сімей, шт.	100	205	124	202	206	105
I	0,00	10,76±2,16	9,70±2,66	10,89±2,19	18,43±2,70	0,95±0,95
II	0,00	0,00	2,91±1,51	1,98±0,98	0,00	0,00
III	0,00	10,72±2,16	1,94±1,24	6,93±1,79	3,88±1,34	1,90±1,33
IV	0,00	10,70±2,16	5,82±2,10	5,94±1,66	2,91±1,17	0,95±0,95
Усього мутацій, %	0,00	32,18±3,26	20,37±3,62	25,74±3,08	25,22±3,02	2,85±1,62

Примітка: I — мутації з порушенням синтезу хлорофілу; II — мутації структури стебла, пагонів і листя; III — мутації квітки (зміна забарвлення пелюсток віночка і пиляків, форми пелюсток і бутонів); IV — мутації забарвлення насіння.

2. Загальна частота фізіологічних мутацій індукованих у *Linum humile* Mill. у поколінні M_2 (2016–2018 рр.), %

Група мутацій	Мутаген (0,5–0,05%)					
	К	ДГ-2	ДГ-6	ДГ-7	ДГ-9	ДМС
<i>Сорт Айсберг</i>						
Усього сімей, шт.	100	210	107	209	219	106
Ранньостиглі рослини	0,00	0,96±0,67	0,00	0,99±0,68	0,92±0,64	0,00
Пізньюстиглі рослини	0,00	0,94±0,66	0,00	0,00	0,00	0,94±0,94
Стерильні рослини	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Усього мутацій, %	0,00	1,90±0,94	0,00	0,99±0,68	0,92±0,64	0,94±0,94
<i>Сорт Сонячний</i>						
Усього сімей, шт.	100	205	124	202	206	105
Ранньостиглі рослини	0,00	0,98±0,69	0,00	0,99±0,70	0,00	0,00
Пізньюстиглі рослини	0,00	0,97±0,68	0,00	0,99±0,70	0,00	0,95±0,95
Стерильні рослини	0,00	0,97±0,68	0,00	0,00	0,00	0,00
Усього мутацій, %	0,00	2,92±1,18	0,00	1,98±0,98	0,00	0,95±0,95

пиляки; блакитні пелюстки, блакитні пиляки; змінена форма пелюсток; блідо-рожеві пелюстки, кремові пиляки; білі пелюстки, кремові пиляки; віночок, який не розкривається.

IV. Мутації забарвлення насіння (4 типи): жовте, коричневе, гірчичне, строкате.

V. Мутації за фізіологічними ознаками росту і розвитку (4 типи): *ранньостиглі рослини,*

пізньюстиглі рослини, стерильні рослини, порушення розвитку насіння.

VI. Мутації за біохімічними показниками (2 типи): *олійність, жирнокислотний склад олії.*

Мутагени серії ДГ, як і класичний мутаген ДМС, зумовлювали появу спадкових змін морфологічного характеру з різною

3. Розмах мінливості у мутантів *Linum humile* Mill. за біохімічними показниками в поколінні M_2 (2016–2018 рр.), %

Мутаген (0,5–0,05%)/ Біохімічний показник	К	ДГ-2 (min-max)	ДГ-6 (min-max)	ДГ-7 (min-max)	ДГ-9 (min-max)	ДМС (min-max)
<i>Сорт Айсберг</i>						
Олійність	47,23	6,97–42,12	45,28–47,09	44,69–47,75	44,08–48,88	39,46–44,51
Кислота:						
пальмітинова (C16:0)	6,16	5,90–6,96	6,18–6,54	5,06–6,81	5,34–6,59	6,02–6,76
стеаринова (C18:0)	3,71	1,63–4,13	2,39–6,54	1,36–4,15	1,93–3,29	2,47–4,48
олеїнова (C18:1)	19,54	16,67–18,84	16,36–17,95	15,11–20,39	15,61–18,22	15,87–20,33
лінолева (C18:2)	19,27	12,03–35,15	11,02–17,72	12,05–25,75	14,40–32,00	44,12–57,41
ліноленова (C18:3)	51,31	39,63–60,77	55,51–63,56	49,68–63,02	43,45–59,64	3,06–26,25
<i>Сорт Сонячний</i>						
Олійність	40,69	39,66–45,65	45,28–47,09	41,18–44,63	39,46–44,51	43,91–46,69
Кислота:						
пальмітинова (C16:0)	6,05	5,94–6,92	6,18–6,54	6,24–6,86	6,02–6,76	6,44–6,88
стеаринова (C18:0)	5,81	1,19–3,93	2,39–6,54	1,95–4,10	2,47–4,48	1,71–2,52
олеїнова (C18:1)	20,03	16,20–20,82	16,36–17,95	16,67–22,34	15,87–20,33	16,04–19,68
лінолева (C18:2)	66,53	11,72–65,25	11,02–17,72	18,77–68,32	44,12–57,41	23,06–42,62
ліноленова (C18:3)	1,59	6,71–60,74	55,51–63,56	4,24–46,22	3,06–26,25	29,19–54,57

Примітка: min-max — мінімальне та максимальне значення показника; R — розмах мінливості.

частотою у різних групах. Ефективність дії кожного мутагену прямо пропорційна частоті мутації, індукованої ним. Однак досліджені сполуки істотно різнилися за спектром мутацій. Так, мутаген ДГ-2 виявився найефективнішим для отримання групи мутацій квітки, що включала зміну забарвлення пелюсток віночка і пиляків, форму пелюсток і бутонів як для сорту Сонячний, так і для сорту Айсберг. Серед усіх досліджених мутагенів цей мутаген ініціював максимальну частоту мутацій зміни забарвлення пелюсток віночка і пиляків. Вона у сорту Айсберг становила 6,68%, у сорту Сонячний — 10,72%. Водночас частота мутацій, зумовлена класичним мутагеном ДМС, у цій групі була істотно меншою: у сорту Сонячний — 1,90%, а в сорту Айсберг таких мутацій взагалі не виявлено (див. табл. 1). Крім мутацій квітки, мутаген ДГ-2 був дієвим для індукції мутацій інших типів, що свідчить про ефективність його використання.

Мутаген ДГ-6 характеризувався вузьким спектром дії. Він був ефективним за ініціювання хлорофілдефіцитних змін. У сорту Айсберг він викликав 1,96% мутацій і лише цього типу, у сорту Сонячний порушення синтезу хлорофілу спостерігали у 9,70% сімей. У сорту Сонячний цей мутаген викликав й інші зміни. Так, він був ефективнішим за вихідну сполуку при індукції мутацій структури стебла, листків і забарвлення насіння.

Мутаген ДГ-7 мав широкий спектр дії, оскільки в обох сортів він стимулював появу всіх досліджених типів мутацій. Максимально ефективним для сортів Айсберг і Сонячний мутаген ДГ-7 був за індукції мутацій з порушенням синтезу хлорофілу, що становила 7,46 і 10,89%, відповідно. Частота змін інших типів також була досить високою та перевищувала вихідну речовину.

Мутаген ДГ-9 також характеризувався широким спектром дії. Як і ДГ-7 він викликав мутації з порушенням синтезу хлорофілу в обох досліджених сортів з максимальною частотою, яка становила 10,95% у сорту Айсберг та 18,43% у сорту Сонячний. Змін інших типів сполука ДГ-9 ініціювала хоч і менше, проте їхня частота була все одно вищою за частоту змін, зумовлених вихідною речовиною ДМС. Мутаген ДГ-9 був неефективним лише для індукції мутацій

структури стебла, пагонів і листків у сорту Сонячний.

Мутаген ДМС виявився малоефективним порівняно з новими хімічними мутагенами серії ДГ, синтезованими на його основі. У сорту Айсберг він не викликав жодного типу морфологічних змін. У сорту Сонячний цей мутаген також був малоефективним порівняно з новими хімічними мутагенами.

Щодо ініціації мутацій за фізіологічними ознаками росту та розвитку, то в цьому разі ефективним виявився мутаген ДГ-2, який стимулював появу ранньо- і пізньостиглих рослин у сорту Айсберг з частотою 0,96 та 0,94%, відповідно (див. табл. 2). У сорту Сонячний, крім мутацій цього типу, така сполука викликала появу стерильних рослин з частотою 0,97%.

Мутаген ДГ-6 виявився неефективним у плані стимулювання фізіологічних мутацій, що свідчить про недоцільність його використання у цьому напрямі.

Обробка мутагеном ДГ-7 стимулювала появу ранньостиглих рослин у обох досліджених сортів з однаковою частотою 0,99%. Крім того, у сорту Сонячний ця сполука з такою самою частотою викликала появу рослин з пізнішим строком досягання.

Мутаген ДГ-9 виявився ефективним лише для сорту Айсберг за індукції рослин ранньостиглого типу.

Вихідна сполука — ДМС щодо індукції мутацій за фізіологічними ознаками росту та розвитку була ефективною для індукції рослин пізньостиглого типу і викликала їх появу з частотою 0,94–0,95% у обох досліджених сортів.

Отже, найефективнішим для індукції мутацій за фізіологічними ознаками росту та розвитку виявився мутаген ДГ-2, хоча й інші випробувані хімічні мутагени також мали позитивний ефект.

Крім наведених вище змін, ДМС і його похідні викликали мутації на біохімічному рівні. Наприклад, якщо загальна олійність насіння сорту Айсберг на контролі становила 47,23%, то за обробки мутагенами ДГ-7 і ДГ-9 були виділені мутанти, які за цим показником перевищували контроль (див. табл. 3). За обробки мутагеном ДГ-2 виявлено найбільший розмах мінливості, що становив 35,15% порівняно

з іншими мутагенами. Це свідчить про великі можливості використання цього мутагену для впливу на досліджений показник. У сорту Сонячний загальна олійність контролю — 40,69%. Завдяки обробці мутагенами в усіх випадках отримано мутантів, які перевищували контроль за цією ознакою. Найбільший розмах мінливості виявлено за обробки мутагенами ДГ-2 та ДГ-9 — 5,99 і 5,05%, відповідно.

Щодо жирно-кислотного складу олії насіння обох сортів льону олійного, то варто зазначити, що нові мутагенні сполуки зумовили істотні зміни у співвідношенні всіх основних жирних кислот. Їхня кількість варіювала як у бік збільшення, так і зменшення, що дає змогу добирати мутанти найрізноманітнішого напрямку використання. Наприклад, щодо пальмітинової кислоти, то розмах мінливості її вмісту в олії коливався від 0,36 до 1,75%, причому найнижчий рівень становив 5,06%, а найвищий — 6,96%, за контрольного значення 6,05–6,16%. Найрізкіший зсув кількості пальмітинової кислоти у сортів Айсберг та Сонячний викликали відповідно мутагени ДГ-7 та ДГ-2.

На відміну від пальмітинової кислоти, обробка новими хімічними мутагенами найчастіше знижувала рівень стеаринової кислоти щодо контролю. Так, серед мутантів сорту Сонячний не виявлено високостеаринових зразків, а максимально низький рівень цієї кислоти був зафіксований за обробки мутагеном ДГ-2 і становив лише 1,19%. У сорту Айсберг ситуація була іншою. Усі мутагени, крім ДГ-9, викликали мінливість цього показника не лише у бік зменшення, а й збільшення. Максимальним розмахом мінливості 4,15% характеризувалася сполука ДГ-6, яка індукувала збільшення рівня стеаринової кислоти до 6,54%.

Рівень олеїнової кислоти у більшості отриманих мутантів був нижчим або на рівні контролю. Мутанти з підвищеним рівнем цієї

кислоти в обох сортів виявлено за обробки мутагеном ДГ-7. Крім того, цей мутаген викликав і найбільший розмах мінливості за вмістом кислоти. При обробці вихідним мутагеном ДМС мутантних зразків, які б перевищували контроль за показником вмісту олеїнової кислоти, не виявлено.

Рівень варіації лінолевої кислоти у досліджених мутантних зразків істотно залежав від сорту. У генотипу з високим вихідним умістом цієї кислоти мутації в основному спричинили зменшення її кількості. У сорту Айсберг, де лінолева кислота була на рівні 19,27%, випробувані нові мутагени викликали зміни різної спрямованості. Так, тестовані мутанти мали вміст лінолевої кислоти 11,02–35,15%. Найбільший розмах мінливості в обох генотипів викликав мутаген ДГ-2 — від 23,1 до 53,5. Саме цю речовину варто використовувати у селекційних дослідженнях, спрямованих на збільшення генетичного різноманіття за лінолевою кислотою.

Оскільки вміст лінолевої кислоти корелює з умістом лінолевої, то у досліджених мутантів льону зі зниженим рівнем лінолевої кислоти обробка хімічними мутагенами призвела до збільшення кількості лінолевої кислоти. Особливо це помітно у мутантів сорту Сонячний, де вихідний вміст цієї кислоти був менше 2%. Очевидно, випробувані мутагени викликали зворотні мутації одного з локусів генів групи *FAD3*, які, згідно з літературними даними, відповідають за синтез десатураз, що формують 3-й подвійний зв'язок у молекулі лінолевої кислоти, перетворюючи її у такий спосіб на ліноленову. Найбільший розмах мінливості за ліноленовою кислотою спостерігали за обробки мутагеном ДГ-2, він становив 21,14 (у сорту Айсберг) і 54,03% (у сорту Сонячний), мінімальне значення для цього показника було на рівні 7%, максимальне — близько 61%.

Висновки

Доведено ефективність використання нових хімічних мутагенів, похідних диметилсульфату — ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 для отримання широкого спектра мутантних ліній та зразків за морфологічними,

фізіологічними та біохімічними ознаками. Установлено, що сорт Айсберг характеризувався вузьким спектром морфо-фізіологічних змін (16 типів) порівняно з сортом Сонячний (22 типи). Показано, що

частота морфологічних і фізіологічних мутацій у поколінні M_2 була досить високою і залежала від генотипу сорту та концентрації мутагену. Частота морфологічних мутацій була на рівні 1,96–16,22% (сорт Айсберг) і 20,37–32,18% (сорт Сонячний), фізіологічних — 0,92–1,90% (сорт Айсберг) і 1,98–2,92% (сорт Сонячний). Розмах мінливості за рівнем олійності та жирних кислот був досить широкий (0,36–54,03%), що дає змогу використовувати нові хімічні

мутагени у селекційних дослідженнях різної спрямованості.

Збільшення генетичної різноманітності за цими показниками дає змогу вести наукову роботу та отримувати нові сорти льону олійного як з новими маркерними, так і з господарсько-цінними ознаками, наприклад, забарвленням квітки та насіння, висотою рослин, тривалістю вегетаційного періоду, різним рівнем олійності та жирних кислот.

Тигова А.В.¹, Сорока А.І.²

Институт масличных культур НААН, ул. Институтская, 1, пос. Солнечный Запорожского р-на Запорожской обл., 69063, Украина; e-mail: ¹anna.tigova@gmail.com, ²imkua@gmail.com

Использование новых производных диметилсульфата для получения наследственных изменений у льна масличного

Цель. Выявить эффективность индуцирования мутаций льна масличного с помощью новых химических мутагенов, производных диметилсульфата — ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, установить направленность их действия по сравнению с исходным веществом и создать на этой основе новый исходный материал для селекции. **Методы.** Полевой, лабораторный, математико-статистический. **Результаты.** Установлено, что благодаря обработке семян льна двух сортов новыми химическими мутагенами ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 в концентрациях 0,5 и 0,05% получен в поколении M_2 широкий спектр мутаций (29 типов). Они были разделены на 6 групп: 4 группы с изменениями морфологического типа и по одной группе с изменениями физиологического и биохимического типов. В результате получена коллекция мутантных образцов, которые являются донорами маркерных и хозяйственно-ценных признаков, а также различных по биохимическому составу масла. **Выводы.** Для индукции мутаций с нарушением синтеза хлорофилла наиболее эффективным оказался мутаген ДГ-9, для мутаций структуры стебля, побегов и листьев — мутагены ДГ-7 (для сорта Айсберг) и ДГ-6 (для сорта Солнечный), для мутаций цветка — ДГ-2, а также ДГ-9 (для сорта Айсберг) и ДГ-7 (для сорта Солнечный), для мутаций окраски семян у сорта Айсберг — мутагены ДГ-2 и ДГ-9, у сорта Солнечный — мутагены ДГ-2 и ДГ-7 и для мутаций по физиологическим признакам роста и развития — мутаген ДГ-2. Наиболее эффективным при изменении биохимических показателей масла в семенах был мутаген ДГ-2.

Ключевые слова: лен, мутагенез, химический мутаген, диметилсульфат, мутация, жирнокислотный состав масла.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-08>

Tihova A.¹, Soroka A.²

Institute of olive crops of NAAS, Instytutska Str., 1, Soniachnyi, Zaporizhzhia district, Zaporizhzhia oblast 69063, Ukraine; e-mail: ¹anna.tigova@gmail.com, ²imkua@gmail.com

Use of new derivatives of dimethyl sulphate for deriving hereditary variations at oil flux

The purpose. To determine efficiency of induction of mutations of oil flux by means of new chemical mutagens, derivatives of dimethyl sulphate — DG-2, DG-6, DG-7, DG-9, to establish directedness of their action in comparison with initial substance and to create on this basis of new initial stock for selection. **Methods.** Field, laboratory, mathematical-statistical. **Results.** It is established that owing to treatment of seeds of flux of two varieties by new chemical mutagens DG-2, DG-6, DG-7, and DG-9 in densities of 0,5 and 0,05 % the wide spectrum of mutations (29 types) is gained in generation M_2 . They were divided into 6 groups: 4 groups with changes of morphological type, one group with changes of physiological type, and one — with biochemical type. As a result the collection is gained of mutant samples which are donors of marker and economic-valuable attributes, and also different on biochemical contents of oil. **Conclusions.** For induction of mutations with breaking synthesis of chlorophyll pigment the most effective was mutagen DG-9, for mutations of structure of stalk, shoots and leaves — mutagens DG-7 (for variety Iceberg) and DG-6 (for variety Solnechnyi), for mutations of flower — DG-2, and also DG-9 (for variety Iceberg) and DG-7 (for variety Solnechnyi), for mutations of colour of seeds at variety Iceberg — mutagens DG-2 and DG-9, at variety Solnechnyi — mutagens DG-2 and DG-7, and for mutations to physiological attributes of growth and development — mutagen DG-2. The most effective at change of biochemical indexes of oil in seeds was mutagen DG-2.

Key words: flux, mutagenesis, chemical mutagen, dimethyl sulphate, mutation, content of fat oils.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-08>

Бібліографія

1. Кротова Л.А. Химический мутагенез как метод создания исходного материала для селекции мягкой пшеницы. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*. 2015. № 2 (2). С. 13–17.
2. Гуляев В.Г., Дубінін П.О. Селекція і насінництво польових культур з основами генетики. Київ, 1982. 349 с.
3. Моргунов В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. Київ: Наукова думка, 1995. 652 с.
4. Fisher C.L., Pei G.K. Modification of a PCR — based site-directed mutagenesis method. *Biotechniques*. 1997. V. 23. P. 570–574.
5. Рапопорт И.А. Химические мутагены в селекции культурных растений на повышенную утилизацию минеральных удобрений. Улучшение культурных растений и химический мутагенез. Москва: Наука, 1982. С. 3–25.
6. Kharkwal M.C., Pandey R.N., Pawar S.E. Mutation breeding for crop improvement. *Plant Breeding — Mendelian to Molecular Approaches*. 2004. P. 601–645.
7. Bahadur B., Venkat Rajam M., Sahijram L., Krishnamurthy K. Induced mutations and crop improvement. *Development and organization of cell types and tissues*. 2015. V. 1. P. 593–617. doi: 10.1007/978-81-322-2286-6_23
8. Гаврилюк М.М., Салатенко В.Н., Чехов А.В. Олійні культури в Україні. Київ: Основа, 2007. 416 с.
9. Феськова Е.В., Леонтьев В.Н., Тутков В.В. Семена льна масличного сорта Солнечный — источник биологически активных веществ. *Химия и технология органических веществ*. 2009. № 4. Т 1. С. 201–203.
10. Лях В.О., Перетятко А.О. Индукованый хімічним мутагеном спектр спадкових змін у льону олійного сорту Сонячний. *Актуальні питання біології, екології та хімії*. 2016. № 2. Т. 12. С. 16–24.
11. Mahla H., Shekhawat A., Kumar D. A Study on EMS and Gamma Mutagenesis of Clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). *Plant Mutation Reports*. 2010. V. 2, № 2. P. 28–32.
12. Rajarajan D., Saraswathi R., Sassikumar D., Ganesh S. Fixation of lethal dose and effect of Ethyl Methane Sulphonate induced mutagenesis in Rice Adt (R) 47. *Life Sciences Leaflets*. 2014. V. 57. P. 65–72.
13. Talebi A., Talebi Am., Shahrokhifar B. Ethyl methane sulphonate (EMS) induced mutagenesis in malaysian rice (cv.MR219) for lethal dose determination. *American j. of plant sciences*. 2012. V. 3. №12. P. 1661–1665. doi: 10.4236/ajps.2012.312202
14. Зоз Н.Н. Специфичність хімічного мутагенеза на растениях. *Специфичность химического мутагенеза*. Москва: Наука, 1968. С. 162–171.