

Materials and methods. The content and isomeric composition of tocopherols were determined in compliance with the National Standard of Ukraine DSTU EN 12822: 2005. The total antioxidant activity (AOA) in pea seeds was evaluated with stable radical DPPH • (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). All the experiments were carried out in triplicate. The test material was 30 pea accessions of different eco-geographical origin (varieties bred in the Plant Production Institute as well as varieties of other originators) harvested in 2011-2012 and 2015-2016.

Results and discussion. The evaluation of the total AOA of 28 grain pea accessions showed the variability range in the range of 39.89% -50.34% in 2015 (equivalent of chlorogenic acid (AChGA) 374.6-473.1 µg/g), and in 2016 the range was 41.56% - 61.46% (AChGA 559.5-829.1 µg/g). The average AOA across the experiment was 47.33% (AChGA – 443.7 µg/g) and 52.39% (AChGA - 706.1 µg/g) in 2015 and 2016, respectively. In this sample, the range of phenotypic variability of the total AOA was 39.89% - 61.46%, of the environmental variability - 47.33% - 52.39%, and of the genotypic variability - 44.32% -55.69%. Basing on the results obtained, we assume that the eco-geographical origin of pea accessions does not influence the total AOA. The correlations between the total AOA (equivalent of chlorogenic acid) and the yield capacity as well as between the total AOA and protein content in pea seeds were weak and insignificant. Analysis of the content and isomeric composition of tocopherols in pea seeds with different states of the *R* and *Rb* genes showed that over 90% of tocopherols are represented by γ -isomer. The total amount of tocopherols was higher in accession 'Violená' (*RRrbrb*) - 10.94 mg/%. .

Conclusions. Thus, the evaluation of pea accessions for the total antioxidant activity showed the range of variability across grain pea accessions of 44.32% to 55.69%. To confirm the assumption about absence of effect of the eco-geographical origin of pea accessions on the total AOA, further investigations should be carried out in a larger sample. No significant relationships between the total AOA and the yield capacity or the protein content in pea seeds were noted. It was shown that over 90% of pea tocopherols were represented by γ -isomer. To confirm significant differences in the total AOA of the pea accession - the *rb* gene carrier, it is necessary to analyze the sample of national collection accessions of the *Pisum sativum* L. species.

Keywords: pea (*Pisum sativum* L.), seeds, antioxidant activity, DPPH, *R* and *rb* genes

УДК 631.528:635.24

БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОЛІЇ НАСІННЯ МУТАНТНИХ ФОРМ СОНЯШНИКУ

Васько В. О.¹, Супрун О. Г.²

¹ Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, Україна

² Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Україна

У Харківському національному аграрному університеті ім. В. В. Докучаєва (ХНАУ) проведено дослідження зі створення мутантних форм соняшнику зі змінним складом олії. Мутанти одержано в результаті обробки насіння 12 самозапилених ліній соняшника супермутагеном диметилсульфат (ДМС) у концентраціях 0,01 % і 0,05 % та опромінення γ -променями в дозах 120 Гр і 150 Гр. У M_3 виділено зразки з підвищеним вмістом бегенової (0,80–0,85 %), лінолевої (60,57–70,79 %), пальмітолеїнової (0,71–0,80 %) кислоти. Виділені мутантні форми можна рекомендувати до використання в селекційному процесі як генетичні джерела цінних господарських селекційних та господарських ознак.

Ключові слова: гама-промені, диметилсульфат, мутагенез, мутація, ненасичена жирна кислота, насичена жирна кислота, соняшник, олія.

Вступ. У селекції рослин актуальними є дослідження зі створення генотипів, які на фоні несприятливих умов середовища здатні не тільки зберігати економічно виправданий рівень продуктивності, але і формувати продукцію високої якості. Олія з насіння соняшника з переважанням тих чи інших жирних кислот має особливі властивості, які обумовлюють напрямки її використання і призначення. Висока цінність соняшникової олії полягає у тому, що вона містить близько 90 % ненасичених жирних кислот, особливо лінолевої і олеїнової. Найважливішою біологічною функцією поліненасичених жирних кислот є їх участь у синтезі тканинних гормонів, які знижують виділення шлункового соку й зменшують його кислотність. Вони є медіаторами запального процесу й алергічних реакцій, відіграють важливу роль у регуляції діяльності нирок, впливають на різні ендокринні залози.

Бегенова кислота має широке використання у світі як один з компонентів косметичних кремів, кондиціонерів для волосся. Лінії з підвищеним вмістом цієї кислоти можуть сприяти в майбутньому її виробництву з олії соняшника та відмові від експорту олії рослин що не мають широкого поширення в Європі: капуасу, морінга, понгамії, авелланського горіху.

Аналіз літературних даних, постановка проблеми. З усіх запасних речовин, що входять до складу насіння рослин, жири мають найнижчу стійкість до окислення при зберіганні і переробці. Процеси окислення у найменшій мірі виявляються у високоолеїнової олії. Легше за олеїнову окислюється більш ненасичена лінолева кислота, тому зниження її концентрації за рахунок збільшення вмісту олеїнової кислоти підвищує стійкість олії до окислення. R. H. Purdy прийшов до висновку, що чим вищою є концентрація гліцеридів олеїнової кислоти, тим вище окислювальна стабільність олії соняшнику [1].

Як повідомляють П. С. Попов зі співробітниками, на долю олеїнової кислоти в олії поширених сортів і гібридів соняшнику припадає в середньому 25–35 % від суми жирних кислот, на долю лінолевої – 55–65 % [2], насичені кислоти (пальмітинова і стеаринова) складають 8–10 %. Ці кислоти складають не менше 99 % олії з ядра сім'янки соняшнику.

За даними Н. Ф. Дублянської та Л. В. Супрунової, іноді, окрім цих кислот, до складу олії з ядра соняшнику входять ще дві ненасичені кислоти: пальмітолеїнова (до 2 %) і ліноленова (до 0,8 %) [3].

Як указує В. А. Васін, жирнокислотний склад олії насіння соняшника формується під впливом декількох чинників, найважливішим із яких є генотип насіння, який обумовлює співвідношення жирних кислот, причому жирнокислотний склад окремої насінини соняшника визначається генотипом материнської рослини і, в першу чергу, генотипом зародку [4].

В. А. Васін, З. Г. Писанець за біохімічною характеристикою олії насіння окремих морфологічних мутантів соняшнику виділили зразки з чіткими маркерними ознаками, в олії яких виявлено зміну співвідношення ненасичених жирних кислот, а саме вміст лінолевої кислоти підвищився у окремих мутантів лінії ЗЛ 169Б на 8,7 %, 11,6 %, лінії ЗЛ 102Б на 11,5 %, а лінії ЗЛ 9Б на 18,4 %. Автори дійшли висновку, що зміна на біохімічному рівні найчастіше відбувалася у мутантів з найбільш яскравою зміною морфології [5].

Слід відзначити внесок L. Velasco et al. [6], які отримали мутанти з підвищеним вмістом пальмітинової кислоти в поколінні M₁ і M₂ (5 – 29 %), обробивши чотири зразки сорту Передовик розчином етилметансульфоната.

К. М. Макляк, В. В. Кириченком із співробітниками [7, 8] створено понад 97 мутантних високоолеїнових (75–92 %), високопальмітинових (25 %), низькопальмітинових і низькостеаринових (із сумою цих кислот не більше 8 %) форм.

J. M. Fernandez-Martinez et al. [9] створили мутант з високим вмістом пальмітинової кислоти (\approx 30 %), пальмітоолеїнової (\approx 7 %) на фоні високого вмісту олеїнової кислоти. Мутант було створено методом рентгенівського опромінення сухого насіння інбредної лінії з нормальним вмістом пальмітинової (\approx 3 %) і високим вмістом олеїнової (\approx 88 %)

кислоти. К. І. Солдатовим створено низькорослі мутанти з підвищеним вмістом олеїнової кислоти [10].

Таким чином, проблема зміни жирнокислотного складу олії є актуальною, так як саме цей показник визначає напрям використання тієї чи іншої форми соняшника.

Мета і задачі досліджень. Метою наших досліджень було виявлення зміни жирнокислотного складу олії і виділення мутацій з високим вмістом ненасичених жирних кислот. Для цього визначали склад олії у морфологічних мутантів соняшника в M_3 .

Матеріал і методика. Вихідним матеріалом були 12 самозапилених ліній соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (ІР ім. В. Я. Юр'єва), насіння яких обробляли мутагенами: одноразово опромінювали гамма-променями в дозах 120 Гр та 150 Гр (джерело випромінювання – ^{60}Co); обробляли супермутагеном диметилсульфат (ДМС) у концентрації 0,01 % і 0,05 %. Контролем було замочене в дистильованій воді насіння. Висівали рослини M_3 і вихідні лінії в один рік.

У лабораторії генетики, біотехнології та якості ІР ім. В. Я. Юр'єва визначали жирнокислотний склад олії насіння самозапилених ліній методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот на газовому хроматографі «Селміхром 2». Рослини для аналізу ізолювали під час цвітіння пергаментними ізоляторами.

Обговорення результатів. У результаті дії ДМС на лінію Х 06 134 В у M_3 виділено морфологічні мутантні форми зі зміненим співвідношенням ненасичених жирних кислот: 1) «антоціановий відтінок листків», у результаті дії ДМС 0,01 % концентрації, вміст олеїнової кислоти становить 30,05 % (26,50 % у контролі), ліноленої – 0,25 % (0,20 % у контролі), бегенової – 0,27 % (при 0,58 % у контролі); 2) «золота верхівка», індукована ДМС 0,05 % концентрації, вміст пальмітинової кислоти 8,03 % (7,23 % у контролі), пальмітолеїнової 0,57 % (0,44 % у контролі), стеаринової 6,24 % (5,11 % у контролі), ліноленої – 0,34 % (0,20 % у контролі).

У лінії Х 201 В у результаті дії ДМС 0,05 % концентрації індуковано мутантну форму з «багатолистковість» та зміненим співвідношенням між ненасиченими жирними кислотами: стеаринова – 4,95 % (3,87 % у контролі), ліолева – 70,79 % (62,75 % у контролі), бегенова – 0,37 % (при 0,24 % у контролі). У цієї ж лінії виділено мутантну форму з лимонним забарвленням язичкових квіток, індуковану гамма-променями у дозі 120 Гр, у якій виявлено відмінності по жирнокислотному складу порівняно з контролем: пальмітинова – 7,25 % (6,67 % у контролі), пальмітолеїнова – 0,80 % (0,47 % у контролі), ліолева – 70,54 % (62,75 % у контролі).

У результаті дії ДМС 0,01 % і 0,05 % концентрації на лінію Х 1334 В виділено мутантні форми з підвищеним вмістом бегенової кислоти 0,83–0,85 %, при 0,64 % у зразка без обробки.

У мутантних форм лінії Х 06 135 В у результаті дії ДМС (0,01 %, 0,05 % концентрації) встановлено зміну співвідношення жирнокислотного складу. Так, після обробки ДМС 0,01 % вміст кислот у олії був наступним: 8 % стеаринової (5,62 % у контролі), 37,22 % олеїнової (34,93 % у контролі), 0,17 % ейкозаної (0,10 % у контролі), 0,25 % ейкозеної (при 0,20 у контролі); після обробки ДМС 0,05 % – ліолевої 54,32 % (49,33 % у контролі), бегенової 0,47 % (0,38 % у контролі).

З лінії Од 973 Б у результаті дії мутагенів у M_3 відібрано мутантні форми зі зміною жирнокислотного складу олії. Так, після обробки гамма-променями у дозі 120 Гр збільшився вміст пальмітинової кислоти до 7,75 % (6,83 % у контролі), пальмітолеїнової до 0,71 % (0,40 % у контролі), ліолевої – 59,95 % (56,45 % у контролі); в результаті дії ДМС 0,01 % концентрації виділено форми, що містять у собі 0,17 % ейкозеної кислоти (0,10 % у контролі) та 0,53 % бегенової кислоти (0,30 % у контролі). Після обробки ДМС 0,05 % концентрації у мутантних форм вміст ліолевої кислоти становив 0,28 % (0,15 % у контролі), ейкозаної кислоти – 0,26 % (0,12 % у контролі), ейкозеної кислоти – 0,20 % (0,10 % у контролі) та підвищився вміст бегенової кислоти 0,80 % (0,30 % у контролі).

З лінії Х 1002 Б виділено мутантну форму, для якої характерним є підвищений вміст ліолевої кислоти – 60,57 %, порівняно з 49,60 % у контролі.

Характеристика мутантних форм соняшнику за вмістом жирних кислот (вміст метилових ефірів жирних кислот, % до суми кислот),
2016 р.

| Вихідна лінія, мутантна форма | Мутаген | Пальмі- | Пальміт- | Стеари- | Олеї- | Ліно- | Ліноле- | Эйкозано- | Эйкозе- | Бегенова |
|----------------------------------|------------------|---------|----------|---------|-------|-------|---------|------------|---------|----------|
| | | тинова | олеїнова | нова | нова | лева | нова | (Арахінова | нова | |
| | | C16:0 | C16:1 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | C20:0 | C20:1 | C22:0 |
| X 06 134 В | контроль | 7,23 | 0,44 | 5,11 | 26,50 | 59,65 | 0,20 | 0,17 | 0,12 | 0,58 |
| X 06-134В (488*) | ДМС 0,01% | 7,65 | 0,48 | 5,20 | 30,05 | 55,75 | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,27 |
| X 06-134В (505*) | ДМС 0,05% | 8,03 | 0,57 | 6,24 | 25,44 | 58,55 | 0,34 | 0,15 | 0,15 | 0,53 |
| X 201 В | контроль | 6,67 | 0,47 | 3,87 | 25,34 | 62,75 | 0,28 | 0,28 | 0,10 | 0,24 |
| X 201 В (742*) | ДМС 0,05% | 6,40 | 0,41 | 4,95 | 16,72 | 70,79 | 0,15 | 0,14 | 0,07 | 0,37 |
| X 201 В (694*) | ДМС 0,01% | 6,71 | 0,56 | 4,00 | 25,34 | 62,85 | 0,13 | 0,10 | 0,10 | 0,21 |
| X 201В (1133*) | γ-промені 120 Гр | 7,25 | 0,80 | 3,47 | 17,55 | 70,54 | 0,12 | 0,10 | 0,06 | 0,11 |
| X 1334 В | контроль | 3,43 | 0,11 | 3,78 | 87,28 | 3,51 | 0,35 | 0,27 | 0,63 | 0,64 |
| X 1334 В (659*) | ДМС 0,05% | 3,29 | 0,11 | 3,54 | 89,10 | 2,00 | 0,30 | 0,16 | 0,65 | 0,85 |
| X 1334 В (642*) | ДМС 0,05% | 3,71 | 0,12 | 3,52 | 88,48 | 2,15 | 0,30 | 0,24 | 0,63 | 0,85 |
| X 1334 В (628*) | ДМС 0,01% | 3,83 | 0,17 | 3,85 | 87,25 | 2,75 | 0,47 | 0,32 | 0,52 | 0,84 |
| X 1334 В (609*) | ДМС 0,01% | 3,54 | 0,15 | 3,40 | 86,90 | 3,92 | 0,35 | 0,27 | 0,64 | 0,83 |
| X 06-135 В | контроль | 8,85 | 0,42 | 5,62 | 34,93 | 49,33 | 0,17 | 0,10 | 0,20 | 0,38 |
| X 06-135 В (1e*) | ДМС 0,05% | 6,02 | 0,33 | 5,83 | 32,54 | 54,32 | 0,15 | 0,14 | 0,20 | 0,47 |
| X 06-135 В (93*) | ДМС 0,01% | 5,93 | 0,17 | 8,00 | 37,22 | 47,71 | 0,20 | 0,17 | 0,25 | 0,35 |
| Од 973 Б | контроль | 6,83 | 0,40 | 5,47 | 30,18 | 56,45 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,30 |
| Од 973 Б (1077*) | γ-промені 120 Гр | 7,75 | 0,71 | 5,08 | 25,70 | 59,95 | 0,15 | 0,14 | 0,12 | 0,40 |
| Од 973 Б (553*) | ДМС 0,05% | 6,38 | 0,40 | 5,38 | 31,58 | 54,72 | 0,28 | 0,26 | 0,20 | 0,80 |
| Од 973 Б (525*) | ДМС 0,01% | 7,00 | 0,43 | 5,02 | 29,25 | 57,33 | 0,15 | 0,12 | 0,17 | 0,53 |
| X 1002 Б (227*) | контроль | 7,95 | 0,68 | 5,35 | 35,65 | 49,60 | 0,15 | 0,10 | 0,23 | 0,29 |
| | ДМС 0,05% | 7,62 | 0,51 | 4,85 | 25,78 | 60,57 | 0,15 | 0,13 | 0,20 | 0,20 |

Примітка * – номер рядка мутантної форми у полі

Висновки. Таким чином, у результаті аналізу біохімічного складу олії насіння М₃ ліній соняшнику, отриманих в результаті дії мутагенів (гама-променів у дозі 120 Гр та 150 Гр та ДМС 0,01 % і 0,05 % концентрації) виділено морфологічні мутанти, в олії яких виявлено зміну співвідношення жирних кислот. Проте морфологічні ознаки, які з'явилися у мутантних форм у результаті дії мутагенами, не були пов'язані зі зміною співвідношення жирних кислот, так як зміну співвідношення жирних кислот також було виявлено у мутантних форм, які не мали подібних ознак. Зокрема, на вміст жирних кислот можуть впливати погодні умови, тому необхідно проводити подальші дослідження виділених мутантних форм.

Список використаних джерел

1. Purdy R. H. Oxidative stability of high oleic sunflower and safflower. *J. Am. Chem. Soc.* 1985. Vol. 62, № 3. P. 523–525.
2. Попов П. С., Демури́н Я. Н., Рукина З. Е., Ефименко С. Г. Новые типы масла из семян подсолнечника. *Технические культуры.* 1992. № 3. С. 13–16.
3. Дублянская Н. Ф., Супрунова Л. В. Жирнокислотный состав масла районированных и перспективных сортов подсолнечника. *Масложировая промышленность.* 1969. № 2. С.6–9.
4. Васін В. А. Генетична мінливість соняшника при обробці етилметансульфонатом зрілого та незрілого насіння. Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2008.
5. Васін В. А. Писанець З. Г. Біохімічна характеристика олії насіння окремих морфологічних мутантів соняшника. *Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького.* 2011. № 1. С. 11–15.
6. Velasco L., Perez-Vich B., Fernandez-Martinez J. M. A new sunflower mutant with increased levels of palmitic acid in seed. *Helia.* 2008. Vol. 31, Nr. 48. P. 55–60.
7. Кириченко В. В. Повякало В. І. Хімічні мутагени та поліпшення ліній соняшнику. *Селекція і насінництво.* 1988. Вип. 80. С. 19–22.
8. Макляк К. М., Кириченко В. В. Брагін О. М. Селекція нових ліній-закріплювачів стерильності соняшнику. *Селекція і насінництво.* 2009. Вип. 97. С. 13–19.
9. Fernandez-Martinez J. M., Mancha M., Osorio J., Garces R. Sunflower mutant containing high levels of palmitic acid in high oleic background. *Euphytica.* 1997. V. 97. P. 113–116.
10. Soldatov K. I. Chemical mutagenesis in sunflower breeding. *Proceeding of 7th Internat. Sunflower Conf.* 1976. P. 352–357.

References

1. Purdy RH. Oxidative stability of high oleic sunflower and safflower. *J. Am. Chem. Soc.* 1985; 62(3): 523–525.
2. Popov PS, Demurin YaN, Rukina ZE, Yefimenko SG. New types of oil from sunflower seeds. *Tekhnicheskkiye kultury.* 1992; 3: 13–16.
3. Dublianskaya NF, Suprunova LV. Fatty acid composition of oil of released and promising sunflower varieties. *Maslozhrovovaya promyshlennost.* 1969; 2: 6–9.
4. Vasin VA. Genetic variability of sunflower upon ethylmethane sulfonate treatment of ripe and unripe seeds. [dissertation]. Kyiv, 2008.
5. Vasin VA, Pysanets ZG. Biochemical characterization of oil from seeds of some morphological mutants of sunflower. *Biologichnyi visnyk Melitopolskogo derzhavnogo pedagogichnogo universytetu.* 2011; 1: 11–15.
6. Velasco L, Perez-Vich B, Fernandez-Martinez JM. A new sunflower mutant with increased levels of palmitic acid in seed. *Helia.* 2008; 31(48): 55–60.
7. Kyrychenko VV, Poviakalo VI. Chemical mutagens and improving sunflower lines. *Sel. nasinn.* 1988; 80: 19–22.
8. Makliak KM, Kyrychenko VV, Bragin OM. Breeding of new lines- sunflower sterility fixers. *Sel. nasinn.* 2009; 97: 13–19.
9. Fernandez-Martinez JM, Mancha M, Osorio J, Garces R. Sunflower mutant containing high levels of palmitic acid in high oleic background. *Euphytica.* 1997; 97: 113–116.
10. Soldatov KI. Chemical mutagenesis in sunflower breeding. *Proceeding of 7th Internat. Sunflower Conf.* 1976. P. 352–357.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАСЛА СЕМЯН МУТАНТНЫХ ФОРМ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Васько В. А.¹, Супрун О. Г.²

¹ Харьковский национальный аграрный университет имени В. В. Докучаева, Украина

² Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, Украина

Цель и задачи исследований. Целью наших исследований было выявление изменений жирнокислотного состава масла и выделение мутаций с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот. Для этого определяли состав масла у морфологических мутантов подсолнечника в М₃.

Материал и методика. Исходным материалом были 12 самоопыленных линий подсолнечника селекции Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, семена которых обрабатывали мутагенами: одновременно облучали гамма-лучами в дозах 120 Гр и 150 Гр (источник излучения ⁶⁰Co), обрабатывали супермутагеном диметилсульфат (ДМС) в 0,01 % и 0,05 % концентрации. Контролем были замоченные в дистиллированной воде семена. Высевали растения М₃ и исходные линии в 2016 году.

В лаборатории генетики, биотехнологии и качества ИР им. В. Я. Юрьева НААН определяли жирнокислотный состав масла семян самоопыленных линий методом газовой хроматографии метиловых эфиров жирных кислот на газовом хроматографе «Селмихром 2». Растения для анализа изолировали во время цветения пергаментными изоляторами.

Обсуждение результатов. В результате анализа биохимического состава масла семян М₃ линий подсолнечника, полученных в результате воздействия гамма-лучей (120 Гр, 150 Гр) и ДМС (0,01 %, 0,05 %) нами были выделены морфологические мутанты, в масле которых были выявлены изменения соотношения ненасыщенных жирных кислот. Так, у линии Х 06-134 В выделены мутантные формы с доминантной мутацией «антоциановый оттенок листьев» (ДМС 0,01 %) и мутантные формы с доминантной хлорофильной мутацией «золотая верхушка» (ДМС 0,05 %); у линии Х 201 В индуцирована мутантная форма с признаком «многолиственность» (198 шт. листьев) (действие ДМС 0,05 %) и мутантная форма с лимонной окраской язычковых цветков (оранжевая в контроле) (действие гамма-лучей в дозе 120 Гр).

В результате исследований были выделены формы с повышенным содержанием бегеновой кислоты (воздействие ДМС 0,01 %, 0,05 %) – Х 1334 В – 0,85 % (0,64 % в контроле) Од 973 Б – 0,80 % (0,30 % в контроле), формы с повышенным содержанием линолевой кислоты Х 201 В – 70,79 % (62,75 % в контроле) (воздействие ДМС 0,05 %), Х 201 В (воздействие гамма лучей в дозе 120 Гр) – 70,54 % (62,75 % в контроле), Х 1002 Б (воздействие ДМС 0,05 %) – 60,57 % (49,69 % в контроле); формы с повышенным содержанием пальмитолеиновой кислоты Х 201 В (воздействие гамма-лучей в дозе 120 Гр) – 0,80 % (0,47 % в контроле), Од 973 Б (воздействие гамма-лучей в дозе 120 Гр) – 0,71 % (0,40 % в контроле).

Выводы. Таким образом, в результате анализа биохимического состава масла семян М₃ линий подсолнечника, полученных в результате воздействия мутагенами (гамма-лучи в дозе 120 Гр и 150 Гр, а также ДМС в 0,01 % и 0,05 % концентрации) выделены морфологические мутанты, в масле которых определены изменения соотношения жирных кислот. Но морфологические признаки, появившиеся у мутантных форм в результате воздействия мутагенами, не были связаны с изменением соотношения жирных кислот, так как подобные изменения также были обнаружены и у мутантных форм, не имеющих таких морфологических признаков. В частности, на содержание жирных кислот могут влиять погодные условия, поэтому необходимо проведение дальнейших исследований выделенных мутантных форм.

Эти формы можно рекомендовать к использованию в селекционных программах как генетические источники ценных хозяйственных признаков. Полученные линии с повышенным содержанием бегеновой кислоты могут способствовать ее производству из масла подсолнечника и тем самым – отказа от экспорта масла растений, не имеющих широкого распространения в Европе.

Ключевые слова: гамма-лучи, диметилсульфат, мутагенез, мутация, ненасыщенная жирная кислота, насыщенная жирная кислота, подсолнечник, масло

BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF OIL FROM SEEDS OF SUNFLOWER MUTANTS

Vasko V. O.¹, Suprun O. G.²

¹ Kharkiv National Agrarian University nd. a V. V. Dokuchaiev, Ukraine

² Plant Production Institute nd. a V. Ya. Yuriev of NAAS, Ukraine

The aim and tasks of the study. The objective of our studies was to detect changes in the fatty acid composition of oil and to identify mutations with high content of unsaturated fatty acids. To accomplish this, the oil composition of M₃ sunflower morphological mutants was determined.

Materials and methods. The starting material was 12 self-pollinated sunflower lines bred at the Plant Production Institute named after VYa Yuryev of NAAS; their seeds were treated with mutagens: they were single-step irradiated with gamma rays at a dose of 120 Gy or 150 Gy (radiation source - ⁶⁰Co) or treated with super mutagen dimethyl sulphate (DMS) at a concentration of 0.01% or 0.05%. Seeds soaked in distilled water were taken as control ones. M₃ plants and source lines were sown in 2016.

The fatty acid composition of oil from seeds of self-pollinated lines was determined by gas chromatography of methyl esters of fatty acids on a gas chromatograph "SelmiChrome 2" in the Laboratory of Genetics, Biotechnology and Quality of PPI nd. a VYa Yuryeva NAAS. Test plants were isolated during anthesis with parchment isolators.

Results and discussion. Analyzing the biochemical composition of oil from seeds of M₃ sunflower lines obtained as a result of exposure to gamma rays (120 Gy, 150 Gy) and DMS (0.01%, 0.05%), we identified morphological mutants with altered ratios of unsaturated fatty acids. For example, mutant forms with a dominant mutation "anthocyanin hue of leaves" (0.01% DMS) and mutant forms with a dominant chlorophyll mutation "golden top" (0.05% DMS) were detected in line Kh 06-134 V shows; a mutant form with the trait of "multifoliateness" (198 leaves) (0.05% DMS) and a mutant form with lemon color of ray flowers (orange in control) (gamma rays, 120 Gy) were induced in line Kh 201 V.

In the studies, forms with increased content of behenic acid (exposure to 0.01% or 0.05% DMS), Kh 1334 V (0.85%; [0.64% in the control]), Od 973 B (0.80%; [0.30% in the control]) were detected. There were also forms with increased content of linoleic acid: Kh 201 V (70.79%; [62.75% in the control]; exposure to 0.05% DMS), Kh 201 V (70.54% [62.75% in the control]; exposure to gamma rays, 120 Gy), Kh 1002 V (60.57%, [49.69% in the control]; exposure to 0.05% DMS); form with increased content of palmitoleic acid: Kh 201 V (0.80%, [0.47% in the control]; exposure to gamma rays, 120 Gy), Od 973 B (0.71 %, [0.40% in the control]; exposure to gamma rays, 120 Gy).

Conclusions. Thus, analysis of the biochemical composition of oil from seeds of M₃ sunflower lines resulted from mutagen action (gamma rays at a dose of 120 Gy or 150 Gy and DMS in 0.01% or 0.05% concentration) detected morphological mutants with altered ratios of fatty acids in oil. However, morphological features that appeared in mutant forms as a result of mutagen action were not associated with changes in the ratios of fatty acids, since similar changes were also found in mutant forms that did not have such morphological features. In particular, the fatty acid content can be influenced by weather conditions; therefore, further studies of these mutant forms are necessary.

These mutants can be recommended for use in breeding programs as genetic sources of valuable economic traits. The lines with increased content of behenic acid can contribute to its production from sunflower oil and thereby to quitting export of oil from plants that are not widespread in Europe.

Key words: gamma rays, dimethyl sulfate, mutagenesis, mutation, unsaturated fatty acid, saturated fatty acid, sunflower, oil