

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

НАЗАРЕНКО МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 631.95:633.11:575.21:575.22:574.24

**ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕКУРЕНТНОГО МУТАГЕНЕЗУ
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

спеціальність 03.00.16 – екологія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

М. М. Назаренко

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий консультант:

Лихолат Юрій Васильович,

доктор біологічних наук, професор

ДНІПРО – 2020

АНОТАЦІЯ

Назаренко М.М. Еколого-генетичні основи рекурентного мутагенезу пшениці озимої. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Дніпровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпро, 2020.

Дисертаційна робота присвячена пошуку шляхів оптимізації системи формотворчий чинник – його доза чи концентрація – генотип вихідної форми – антропоїчна екосистема для прогнозування наслідків мутагенної дії вже на перших етапах програм з експериментального мутагенезу, підвищення стабільності рослинних систем в залежності від впливу зовнішніх екогенетичних чинників, з'ясування особливостей реалізації потенціалу агрономічно-цінних ознак в агроекосистемах, що є надзвичайно актуальним питанням, дослідженим в запропонованій роботі, вдосконаленню існуючих методів оцінки вихідного та отриманого матеріалу з метою підвищення ефективності використання екогенетичної варіативності та розширення меж її реалізації, особливостям однократної та рекурентної дії формотворчих чинників та залежності отриманих ефектів від адаптивної відповіді рослинних систем.

Метою дисертаційної роботи було обґрунтувати еколого-генетичні основи рекурентного мутагенезу пшениці м'якої шляхом виявлення адаптаційної відповіді системи «генотип-мутагенний чинник» та виявити способи усунення негативних наслідків і використання позитивних ефектів цих адаптаційних генетично-зумовлених механізмів в агроценозах.

Були виявлені особливості прояву депресії в першому поколінні в залежності від генотипу, природи та кількості екогенетичного чинника; визначена специфічність дії чинників на клітинному рівні та встановлено її зв'язок з проявом на рівні рослинного організму; виявили особливості та межі реалізації ознак продуктивності та якості, можливості використання потенційних здатностей як в оптимальних так і в граничних умовах; встановили

частоту та спектр спадкових змін, особливості їх виникнення в залежності від суб'єкту дії, природи чинника, його дози або концентрації; виявили закономірності прояву позитивних змін за продуктивністю та іншими цінними ознаками; довели можливість створення форм з високими потенційними значеннями агрономічно-цінних ознак та широкими межами їх реалізації; встановили ефективність окремих екогенетичних чинників та їх доз або концентрацій в індукції змін в залежності від генотипу вихідної форми; розробили методи оцінки отриманих форм за окремими цінними ознаками якості та стійкості до абіотичних стресів. Встановлено, що надійними показниками рівню депресії в першому поколінні є схожість та виживання рослин, фертильність пилку, показники структури врожайності (висота рослин, вага зерна з колосу, маса тисячі зерен, а для хімічних чинників також і вага зерна з рослини). Гамма-промені обумовлюють суттєво вищий рівень депресії, ніж хімічні чинники. Для сортів, створених без використання мутагену, характерний однаковий рівень депресії, незалежно від природи екогенетичного чинника. Рівень депресії зростає зі зростанням кількості чинника з високою кореляцією, при критичних дозах можливе порушення цієї закономірності.

Доведено, що у сортів пшениці озимої шкодочинність за окремими параметрами може бути мінімізована за рахунок використання особливостей генотипу. У випадку дії чинником на сорт, отриманий тим самим мутагеном, ймовірна проява стимулюючого ефекту.

Виявлено, що високі дози та концентрації екогенетичних чинників викликають високі частоти спадкових змін та підвищують рівень мінливості, але частота мутацій необов'язково зростає лінійно при збільшенні дози чи концентрації. При переході від високих до критичних доз (гамма-промені, від 200 до 250 Гр) ймовірно зниження рівня мінливості та частоти виникнення нових форм.

Виявлено, що хімічний мутагенез на клітинному рівні та рівні рослинного організму ефективний для радіомутантів, гамма-промені – для хемомутантів, для сортів, отриманих методом польової гібридизації різниця за

природою мутагену не спостерігається. При застосуванні мутагенного чинника, що не використовувався при створенні сорту не відбувається ніяких змін за будь-якими показниками на клітинному рівні. Усі параметри схожі з такими ж у сортів, отриманих без мутагенної дії.

Доведено, що досліджені сорти характеризуються набагато меншою чутливістю до рекурентної дії тим же мутагеном, за допомогою якого ці сорти були отримані. Радіомутанти менш чутливі до гамма-променів, мутанти, отримані в результаті хімічного мутагенезу, – до повторної дії тим самим хімічним мутагеном. Врожайні лінії отримуються при поєднанні екогенетичного чинника та сорту тільки в тих випадках, коли використовується мутаген інший, ніж був застосований при створенні сорту, або використовується сорт, отриманий в результаті рекомбінаційної селекції, без використання жодного мутагенного чинника.

Отримано врожайні лінії при використанні гамма-променів у дозі 100 Гр, хімічних чинників НМС 0,0125 % та НЕС 0,01 %. Оптимальним для отримання ліній з високою зерною продуктивністю є використання помірних доз гамма-променів та хімічних чинників. Використання високих доз та концентрацій має значення для отримання лише системних мутацій, карликів, напівкарликів та ультраранньостиглих форм. Успіх в цьому напрямку не залежить від генотип-мутагенної взаємодії. За ефективністю мутагени розподіляються таким чином (від високої до низької): гамма-промені → НМС → НЕС → ДМС, ДАБ.

Показано, що частота хромосомних аберацій безпосередньо залежить від таких факторів як генотип, доза чи концентрація, природа чинника, при цьому суб'єкти мутагенної дії (вихідні сорти) чітко групуються за цими показниками, в залежності від методу їх отримання. Частота хромосомних аберацій суттєво знижується при дії того ж самого чинника, що був застосований при отриманні даного сорту, незалежно від природи.

Доведено наявність сильного зв'язку між рівнем депресії та частотою хромосомних аберацій в першому поколінні та мінливістю в наступних

поколіннях. Майбутню успішність використання того чи іншого суб'єкту екогенетичної дії можна спрогнозувати уже в першому поколінні

Показано, що співвідношення в спектрі між фрагментами та мостами є надійним показником природи чинника і більше 1 при дії хімічних мутагенів та менше 1 – гамма-променів. В спектрі при дії хімічних чинників більш ймовірне виникнення комплексних змін (декількох хромосомних перебудов одночасно).

Гамма-промені індукують видимі зміни з більшою частотою та будь-якого типу з найвищим рівнем мінливості. Серед хімічних чинників вищий вплив на усі параметри від депресії до частоти та спектру мутації має ДМС, потім НМС, НЕС, ДАБ.

Показано, що хімічні чинники мають свої, властиві або частково властиві лише їм якості при індукції окремих типів мутацій. Для індукції ранньостиглих форм варто використовувати НЕС, стерильності – ДМС, низькостеблових форм – НМС та ДМС, мутантів з крупним зерном – ДАБ, форм, стійких до хвороб НЕС та ДАБ. Для індукції системних мутацій, мутацій за структурою колосу та взагалі при генетичних дослідженнях для максимальної варіативності отриманих форм варто вживати ДМС. Для створення нових продуктивних форм доведена перевага серед хімічних мутагенів нітрососечовин низьких концентрацій.

При підвищенні дози чи концентрації чиннику кількість різких морфологічних мутацій зростає та характерна більша ймовірність отримання комплексних мутацій (дві чи три змінені ознаки у однієї рослини чи лінії). Морфотип отриманих мутантів все менш схожий на вихідну форму.

Серед хімічних мутагенів лише дія ДМС схожа з дією гамма-променів за спектром та частотою змін окремої ознаки в середньому за мінливістю. Хімічні мутагени є більш ефективними ніж гамма-промені, коли необхідна висока ймовірність отримання мутації за окремою ознакою.

Для дії мутагену характерним є послаблення прояву певної ознаки ніж її посилення, незалежно від того, яку роль відіграє ця ознака в життєдіяльності

рослини. Ймовірність виникнення нової ознаки, якої не було у батьківської форми, мінімальна.

Розроблено основи використання специфічності дії чинників за частотами певних ознак в спектрі та мутабільністю окремих сортів. Виникнення певних мутаційних випадків залежить від сорту. Може спостерігатися як різке суттєве збагачення, так і звуження спектру мутацій, особливо для хімічних чинників. Найбільш впливовим фактором при аналізі частоти мутацій є фактор «генотип», потім «доза» чи «концентрація» мутагену, потім – «природа» мутагену. Для сучасних сортів пшениці м'якої озимої характерна невелика частка спонтанних мутацій, за виключенням сортів, отриманих методом термомутагенезу.

Встановлена залежність між активністю гідрофобних зв'язків та формуванням якості білку; вміст білку у ліній з високою потенційною якістю знижується при обробці колоса в період наливу зерна розчинами речовин, що знижують кількість мембранозалежних рибосом.

Запропоновано експрес-метод оцінки посухостійкості сортів та ліній озимої пшениці за співвідношенням активності фотосистем, що дає можливість швидко і надійно визначити вихідний матеріал для селекції на посухостійкість. Встановлено, що кращими за посухостійкістю виявилися лінії пшениці м'якої озимої за меншим співвідношенням ФС-II та ФС-I.

Чим більш досконалий вихідний сорт чи лінія тим більша ймовірність отримання кращої лінії з поліпшеними зміненими ознаками.

Доведена можливість отримання форм що поєднують високу екологічну пластичність та здатні максимально реалізувати наявний високий генетичний потенціал агрономічно-цінних ознак, здатні ефективно використати як сприятливі агроекологічні умови, так і підвищити ефективність використання чинників в несприятливих умовах..

Ключові слова: пшениця м'яка озима, екогенетичні чинники, рекурентна депресивна та формотворча дія, генотип-мутагена взаємодія.

ABSTRACT

Nazarenko M.M. Ecology-genetics foundations of winter wheat recurrent mutagenesis. – Qualification science work on manuscript rules.

Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences by specialty 03.00.16 «Ecology». – Dnipro State Agrarian and Economic university. –Dnipro, 2020.

The dissertation is dedicated to finding the ways to optimize the system of forming factor – its dose or concentration – genotype of the initial form – antropical ecosystem for predicting the effects of mutagenic activity in the early stages of programs on experimental mutagenesis, enhancement of the stability of plant systems depending on the influence of external ecogenetic factors, identification of peculiarities of fulfillment of the potential of agronomically valuable features in agroecosystems is an extremely topical issue, studied in this paper, which also considers the problem of improvement of existing methods of assessment of the source and obtained material in order to increase the efficiency of using ecogenetic variability and extending the limits of its implementation, as well as the peculiarities of the one-time and recurrent effects of form-forming factors and the dependence of the effects obtained on the adaptive response of plant systems.

The purpose of the dissertation was to justify the ecological-genetic basis of recurrent mutagenesis of bread wheat by identifying the adaptive response of the genotype-mutagenic factor system and to identify ways of avoiding the negative effects and utilizing the positive effects of these adaptive genetically determined mechanisms in agrocenoses.

The peculiarities of manifestation of depression in the first generation were revealed, depending on the genotype, nature and quantity of the ecogenetic factor; the specificity of the factors acting on the cellular level and its relationship with the manifestation at the level of the plant has been established; the features and limits of implementation of production and quality attributes have been defined, the possibility of using potential capabilities both in optimal and in the boundary conditions; the frequency and range of hereditary changes, peculiarities of their occurrence

depending on the subject of action, the nature of the factor, its dose or concentration have been established; the patterns of manifestation of positive changes in terms of productivity and other selectively valuable features have been identified; to prove the possibility of creating forms with high potential values of agronomically valuable features and wide limits of their implementation; the efficiency of certain ecogenetic factors and their doses or concentrations in inducing changes, depending on the genotype of the original form have been established; to develop methods for evaluating the received forms on the basis of certain valuable attributes of quality and resistance to abiotic stresses. It was established that the reliable indices of the level of depression in the first generation are the similarity and survival of plants, pollen fertility, indicators of yield structure (height of plants, weight of grain head, weight of one thousand grains, and for chemical factors – the weight of grain per plant). Gamma rays cause a significantly higher level of depression than the chemical factors. The varieties created without the use of mutagen are characterized by the same level of depression, regardless of the nature of ecogenetic factor. The level of depression increases with an increase in the number of highly correlated factors, and with critical doses this pattern interruption may occur.

It has been proved that in winter wheat varieties the harmfulness by individual parameters can be minimized by using the genotype peculiarities. In the event of a factor affecting the variety, obtained by the same mutagen, a stimulating effect may possibly occur.

High doses and concentrations of ecogenetic factors have been found to cause high rates of hereditary changes and increase variability, however the frequency of mutations does not necessarily increase linearly with increasing dose or concentration. In the transition from high to critical (gamma rays, from 200 to 250 Gy), the decrease in variability and frequency of new forms appearing is possible.

It was discovered that the chemical mutagenesis is effective on the cell and whole plant level for radio-mutants, gamma rays – for chemo-mutants, for varieties obtained by the method of field hybridization the difference by mutagen nature is not observed. With the application of a mutagenic factor that was not used for the

creation of a variety, no changes occur by any indicators at the cellular level. All parameters are similar to those of the varieties obtained without the mutagenic action.

It has been proved that the studied varieties are characterized by much less sensitivity to the recurrent action of the same mutagen, through which these varieties have been obtained. Radio-mutants are less sensitive to gamma rays, the mutants obtained as a result of chemical mutagenesis, - to a repeatable action by the same chemical mutagen. The yielding lines are obtained by combining the ecogenetic factor and the variety only with the use mutagen other than the one used at the creation of the variety, or with the use of a variety obtained as a result of recombination selection, without the use of any mutagenic factor.

Productive lines were obtained using gamma rays at a dose of 100 Gy, chemical factors of NMU (nitrosomethylurea) of 0.0125% and NEU (nitrosoethylurea) of 0.01%. The use of moderate doses of gamma rays and chemical agents is optimal for obtaining high grain yielding lines. The use of high doses and concentrations is important for obtaining systemic mutations, dwarfs, half-carasses and ultra-early forms only. The success in this area does not depend on genotype and mutagenic interaction. By efficiency the mutagens are distributed in the following way (from high to low): gamma rays → NMU → NEU → DMS, DAB.

It has been shown that the frequency of chromosomal aberrations directly depends on such factors as genotype, dose or concentration, nature of the factor, while subjects of mutagenic action (initial varieties) are clearly grouped according to these parameters, depending on the method of their obtaining. The frequency of chromosomal aberrations is significantly reduced by the effect of the same factor that was used in obtaining this variety, regardless of its nature.

A strong relation between the level of depression and the frequency of chromosomal aberrations in the first generation and the variability in subsequent generations has been proved. Future success in the use of any given subject of ecogenetic action can be predicted as early as in the first generation

It has been shown that the ratio in the spectrum between fragments and bridges is a reliable indicator of the nature of the factor and is over 1 under the

influence of chemical mutagens and less than 1 – when exposed to gamma rays. In the spectrum under the influence of chemical factors, a more likely occurrence of complex changes (several chromosomal rearrangements simultaneously) is more likely.

Gamma rays induce visible changes with a higher frequency and of any type with the highest variability. Among the chemical factors, DMS, then NMU, NEU, and DAB exercise the greatest effect on all parameters, from depression to the frequency and spectrum of mutation.

It has been shown that chemical factors have their own, inherent or partially intrinsic features at the induction of certain types of mutations. For the induction of early forms it is necessary to use NEU, for sterility – DMS, short-stemmed forms – NMU and DMS, mutants with large grain – DAB, forms resistant to diseases – NEU and DAB. For the induction of system mutations, mutations according to the structure of the head, and generally during the genetic studies, for the maximum variation of the obtained forms it is necessary to use DMS. To create new productive forms, low concentration nitrosoureas have been shown to be advantageous among the chemical mutagens.

With the increase in dose or concentration of the factor, the number of abrupt morphological mutations increases, and is characterized by a greater likelihood of complex mutations (two or three modified characteristics in one plant or a line). Morphotype of the mutants obtained is less similar to the initial form.

Among chemical mutagens, only the DMS action is similar to that of gamma rays by spectrum and the frequency of changes in a single characteristic on the average in variability. Chemical mutagens are more effective than gamma rays when a high probability of a mutation is needed by an individual characteristic.

The action of mutagen is characterized by the weakening display of a certain characteristic, rather than its intensification, regardless of the role of this characteristic in the life of a plant. The probability of a new characteristic, which was not intrinsic in the parental form, is minimal.

The bases of using the specificity of the factors action according to the frequency of certain features in the spectrum and the mutability of individual varieties have been developed. The occurrence of certain mutations depends on the cultivar. Both sharp significant expansion and narrowing of the spectrum of mutations can be observed, especially in terms of chemical factors. The most influential factor in analyzing the frequency of mutations is the "genotype" factor, the second one is the "dose" or "concentration" of the mutagen, and then the "nature" of the mutagen. Modern varieties of soft winter wheat are characterised by a small proportion of spontaneous mutations, except for the varieties obtained by the method of thermomutagenesis.

The dependence between the activity of hydrophobic bonds and the formation of the quality of the protein is established, the protein content in the lines with high potential quality is reduced at the head procession during the period of grain filling with solutions of substances that reduce the number of membrane-dependent ribosomes.

An express method for assessing the drought resistance of varieties and lines of winter wheat by the ratio of photosystem activity has been proposed, which allows quick and reliable determination of the source material for selection for drought resistance. It has been found that the best drought-resistant lines were the soft winter wheat lines, at a lower ratio of FS-II and FS-I.

The better the original variety or line is the greater the likelihood of getting a better line with improved altered characteristic.

The possibility of obtaining forms that combine high ecological plasticity and are able to maximize the existing high genetic potential of agronomically valuable features that can be used effectively as favourable agroecological conditions and increase the efficiency of use of factors under adverse conditions has been proved.

Keywords: bread winter wheat, ecogenetic factors, recurrent depressive and form-generative action, genotype-mutagen interaction.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія та розділ колективної монографії:

1. **Nazarenko M.**, Bezus R., Andrushevych K., Amelina Y., Puhach A., Velychko O., Bilotkach I., Dankevych Y., Dankevych V., Zhukov O., Lykholat Y., Lykholat O., Lykholat T., Khromykh N., Shupranova L., Alekseeva A., Matyukha V., Zadorozhnaya G. Actual aspects of organic agricultural development in Ukraine: [монографія]. Vienna, 2018. 291 с. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання)*

2. **Nazarenko M.**, Okselenko O. Chapter 1. Grows and development of winter wheat plants at first generation after mutagen action. In: Innovations in technical and natural sciences: Monograph, Volume 2/ Nazarenko M., Okselenko O., Abayeva N., Golovachyova V., Baidak Y., Muhamadeyeva R.; ed. by P. Busch; “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna, 2016. – P. 3–15. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання)*

Статті в наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science:

3. **Nazarenko M.** Characteristics of action of nitrosoalkylureas on cell level in winter wheat / Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology.– 2016. – Vol. 24, № 2. – P. 258–263. (Web of Science)

4. **Nazarenko M.** Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / Scientific Papers. Series A. Agronomy.– 2016. – Vol. LIX. – P. 350–353. Режим доступу до статті: <http://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/past-issues?id=644>

5. **Nazarenko M.M.**, Izhboldin O. O. Chromosomal rearrangements caused by gamma-irradiation in winter wheat cells / Biosystems Diversity.— 2017. – Vol. 25, 1. – P. 25–28. Режим доступу до статті: DOI: 10.15421/011704 *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті)* (Web of Science)

6. **Nazarenko M.M.** The influence of radio-mimetic chemical mutagen on chromosomal complex of winter wheat cells / *Regulatory Mechanisms in Biosystems*.— 2017. – Vol. 8, 2. – P. 283–286. Режим доступу до статті: DOI: 10.15421/021744(Web of Science)

7. **Nazarenko M.M.** Rates and spectra of chromosome aberrations in winter wheat cells after dimethylsulfate action / *Ukrainian journal of Ecology*.— 2017. – Vol. 7, 3. – P. 128–133. Режим доступу до статті: DOI: 10.15421/2017_60 (Web of Science)

8. **Nazarenko M., Kharytonov M.** Characterization of wheat mutagen depression after gamma-rays irradiated / *Agriculture and Forestry*. – 2016. – Vol. 62, 4. – P. 267–276. Режим доступу до статті: DOI: 10.17707/AgricultForest.62.4.27 (*проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті*) (Web of Science)

9. **Nazarenko M.** Parameters of winter wheat growing and development after mutagen action / *Bulletin of Transilvania University of Brasov - series II – Forestry, Wood Industry, Agricultural, Food Engineering*.— 2016. – Vol. 9 (58), №2. P. 109–116. Режим доступу до статті: <https://pdfs.semanticscholar.org/ab67/8561a46cc7a341dd4b21d499ffa6b612844a.pdf> (Scopus)

10. **Nazarenko N.N.** Specific Features in the Negative Consequences of a Mutagenic Action/ *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. – 2017. – Vol. 7, 2. – P. 195–196. Режим доступу до статті: DOI: 10.1134/S2079059717020083 (Scopus)

11. **Nazarenko M.** Influence of nitrosoalkylureas on winter wheat plants at first generation after mutagen action/ *Agriculture and Forestry*. – 2017. – Vol. 63, 1. – P. 319–328. Режим доступу до статті: DOI: 10.17707/AgricultForest.63.1.33 (Web of Science)

12. **Nazarenko M., Lykholat Y., Grigoryuk I., Andrusevych K.** Mutagen depression after recurrent chemical mutagen action at first winter wheat generation/ *Agriculture and Forestry*. – 2017. – Vol. 63, 2. – P. 161–170. Режим доступу до

статті: DOI: 10.17707/AgricultForest.63.2.14 (*проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті*) (Web of Science)

13. **Nazarenko M.**, Lykholat Y., Grigoryuk I., Khromykh N. Consequences of mutagen depression caused by dimethylsulfate / Agriculture and Forestry. – 2017. – Vol. 63, 3. – P. 63–73. Режим доступу до статті: DOI: 10.17707/AgricultForest.63.3.07 (*проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті*) (Web of Science)

14. **Nazarenko M.**, Lykholat Y., Grigoryuk I., Khromykh N. Optimal doses and concentrations of mutagens for winter wheat breeding purposes. Part I. Grain productivity / Journal of Central European Agriculture. – 2018. – Vol. 19, 1. – P. 194–205. Режим доступу до статті: DOI: /10.5513/JCEA01/19.1.2037 (*проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті*) (Scopus)

15. Nazarenko M., Beiko V., Bondarenko M. Induced mutations of winter wheat caused by gammarays fixed on plant height and stem structure/ Agriculture and Forestry.– 2019. – Vol. 65, № 3. P. 75–83. Режим доступу до статті: DOI: 10.17707/AgricultForest.65.3.06 (*проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті*) (Scopus)

Статті у наукових фахових виданнях України:

16. Кочмарський В.С., Коломієць Л.А., Колючий В.Т., **Назаренко М.М.**, Маринка С.М. Реалізація генетичного потенціалу пшениці озимої в Лісостепу України / Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2011. – Т. 9, № 1. – С.32–40. (*проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті*)

17. **Назаренко М.М.** Виявлення генетичних джерел для селекції на посухостійкість пшениці озимої за функціонуванням фотосистем / Вісник ДДАУ, 2012, № 2 – С. 56 - 58.

18. **Назаренко М.М.** Особливості мутагенної депресії при дії гамма-променів на прикладі пшениці м'якої озимої / Таврійський науковий вісник. – 2015. – 91. – С. 56–62.

19. **Назаренко М.М.,** Ващенко В.В. Депресія під дією деяких хімічних мутагенів на прикладі пшениці м'якої озимої / Вісник ДДАЕУ, 2015 – № 3(37). – С. 17 – 24. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті)*

20. **Назаренко М.М.** Мутагенна депресія під дією нітрозозалькільних агентів на прикладі пшениці озимої / Таврійський науковий вісник. – 2015. – 93. – С. 68–75.

21. **Назаренко М. М.,** Іжболдін О. О. Спектр та частота мутацій пшениці озимої, викликаних гамма-променями / Таврійський науковий вісник. –2017. – Вип. 97. – С. 89–95. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті)*

22. **Назаренко М.М.** Спектр та частота мутацій пшениці озимої, викликаних нітрозозалькільсечовинами/ Таврійський науковий вісник. –2017. – Вип. 98. – С. 96 – 102.

23. **Назаренко М. М.,** Лихолат Ю. В., Хромих Н. О. Мутації у пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) під дією діметилсульфату / Наукові доповіді НУБіП України.– 2019. –№ 1 (77). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/12579/10908> (дата звернення: 13.03.2019) *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті)*

24. **Назаренко М. М.,** Сологуб І. М. Мутаційна мінливість пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) при хімічному мутагенезі / Вісник Полтавської державної аграрної академії.– 2019. – № 1 (24). С. 56–64. Режим доступу до статті: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.07>. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті)*

Статті у наукових виданнях інших держав:

25. **Назаренко Н.Н.** Негативные последствия мутагенного воздействия/ Экологическая генетика.– 2015. – № 4. – С. 25–26. Режим доступа до статті: <http://dx.doi.org/10.17816/ecogen13425-26>

26. **Nazarenko M.** Relationships between chromosomal aberrations frequency and initial material genotype after mutagen treatment / Revue Ecologie-Environnement. – 2015. – № 11. – С.– 40 - 43. Режим доступа до журналу: <http://fsnv.univ-tiaret.dz/revues.php>

27. **Назаренко Н.Н.** Особенности мутагенной депрессии под действием нитрозоалкильных агентов / Машиностроение и безопасность жизнедеятельности.– 2015. – № 4. – С. 62–65. Режим доступа до журналу: http://www.mbzd.ru/4_2015/

28. **Назаренко Н.Н.** Эффективность индукции мутаций по устойчивости к основным заболеваниям у пшеницы озимой мягкой / Вестник защиты растений.– 2016. – № 3. – С. 118–119. Режим доступа до статті: http://vizr.spb.ru/assets/docs/vestnik/2016/3/Vestnik_16-3-074_Nazarenko.pdf

Статті в інших наукових виданнях:

29. **Назаренко Н.Н.** Зерновая продуктивность новых линий пшеницы мягкой озимой в условиях севера степи Украины / Сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора М. Е. Николаева «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», Горки : БГСХА, 2016. – С. 141 - 145.

30. **Назаренко Н.Н.** Селекционно-ценные мутации у озимой пшеницы под действием химического мутагенеза (ДАБ) / Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», Горки : БГСХА, 2016. – С. 79 - 83.

31. **Назаренко Н.Н.** Влияние особенностей белоксинтезирующего аппарата на качество зерна пшеницы озимой / Сборник статей по материалам

IX Международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», Горки : БГСХА, 2017. – С. 131 - 134.

Свідоцтва.

32. Certificate of Joint FAO/IAEA Mutant Variety Database, ID 4816 / М. Nazarenko // Mutant winter wheat variety Giant. Date of registration 19.11.2018. Режим доступу: <https://mvd.iaea.org/#!/Variety/4816>

33. Certificate of Joint FAO/IAEA Mutant Variety Database, ID 4817 / М. Nazarenko // Mutant winter wheat variety Leana. Date of registration 19.11.2018. Режим доступу: <https://mvd.iaea.org/#!/Variety/4817>

34. Certificate of Joint FAO/IAEA Mutant Variety Database, ID 4838 / М. Nazarenko // Mutant winter wheat variety Deada. Date of registration 02.05.2019. Режим доступу: <https://mvd.iaea.org/#!/Variety/4838>

35. Certificate of Joint FAO/IAEA Mutant Variety Database, ID 4839 / М. Nazarenko // Mutant winter wheat variety Leroy. Date of registration 02.05.2019. Режим доступу: <https://mvd.iaea.org/#!/Variety/4839>

Тези наукових доповідей:

36. **Назаренко М.М.** Використання білкових маркерів в ідентифікації цінних мутацій у озимій пшениці / Матеріали VI міжнар. наук. конф. «Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку», Донецьк, 4–7 жовтня 2010 р. Донецьк, 2010. — С. 323-324.

37. **Назаренко Н.Н.** Использование белковых маркеров для идентификации макро- и микромутаций у озимой пшеницы / Материалы Международной научной конференции "Экология, генетика, селекция на службе человечества" ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии, 2011. Ульяновск, 2011. С. – 41 -42.

38. **Назаренко М.М.** Аналіз генетичного поліморфізму сучасних українських сортів озимій пшениці в ланках первинного насінництва / Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні. Збірник наукових праць, Київ, 2012. – С. 319 - 321.

39. **Назаренко М.М.** Виявлення генетичних джерел для селекції на посухостійкість пшениці озимої за функціонуванням фотосистем / Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні. Матеріали VII Міжнародної конференції молодих учених «Біологія: від молекули до біосфери», (20 – 23 листопада 2012), Харків, 2012. – С. 152.

40. **Назаренко М.М.** Частота та спектр хромосомних аберацій м'якої озимої пшениці під дією гамма-променів / Матеріали II міжнародної конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення», Одеса, 2013. – С. 69-71.

41. **Назаренко М.М.** Прояв генотип-мутагенної взаємодії нітрузоалкілсечовин на клітинному рівні на прикладі пшениці м'якої озимої Матеріали IX міжнародної конференції «Біологія від молекули до біосфери», Харків, 2014. – С. 53-54.

42. **Назаренко М.М.** Виникнення мутацій під дією гама-променів / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті М.М. Чекаліна «Генофонд рослин та його використання в сучасній селекції», Полтава, 2015. – С. 97-98.

43. **Nazarenko M.** Radiation influence on winter wheat plants grown and development / Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпропетровськ, 22–23 жовтня 2015). – Дніпропетровськ: РВВ ДДАЕУ, 2015. – С. 35-36.

44. **Nazarenko M.** Induction of mutations in winter wheat caused by gamma-rays / Матеріали X міжнародної конференції «Біологія від молекули до біосфери», Харків, 2015. – С. 89.

45. **Назаренко Н.Н.** Спектр и частота хромосомных абераций под действием некоторых химических мутагенов / Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, Улан-Удэ (Россия), 23-27 июня 2016 г. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – С. 33–34.

46. **Назаренко М.М.** Депресія під дією деяких хімічних мутагенів на прикладі пшениці озимої / Біологічні дослідження – 2016: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2016. – С. 78 – 79.

47. **Nazarenko M.** Rate and spectra of winter wheat mutations were induced with chemical and physical mutagenesis / Selection, seed production, technologies of cereals and other crops growing : progress and prospects : collection of scientific papers of Intern. scient.-pract. confer. April 25-26, 2016. (PSAEU, Kamianets-Podilskyi). – Ternopil : Krok, 2016. – P. 137 – 139.

48. **Nazarenko M.** Rate and spectra of winter wheat mutations were induced with chemical mutagenesis / Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології. Матеріали IV Міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (12-14 квітня 2016, м. Вінниця, Україна). – Вінниця: ДРУК, 2016. – С. 156 – 157.

49. **Назаренко М.М.** Особливості отримання радіомутантів пшениці м'якої озимої / Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (25-26 травня 2016, м. Дніпропетровськ, Україна). – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. – С. 30 – 31.

50. **Назаренко Н.Н.** Мутации под действием диметилсульфата у пшеницы мягкой озимой / Інноваційні напрями розвитку галузі рослинництва : матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (Харків, 7-8 липня 2016 р.)/ НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. – С. 60 – 62.

51. **Назаренко М.М., Корж С.М.** Получение селекционно- и генетически-ценных мутаций у озимой пшеницы при химическом мутагенезе / Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: Міжнар. конф., тези доп.: Присвячена 110 річчю від дня народження декана агрономічного факультету Ліпеса Веніаміна Ельєвича (10-11 червня 2016 р). – Херсон : РВЦ «Колос», 2016. – С. 46 – 47. (проведення

експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання тез)

52. **Nazarenko M.** Depression of winter wheat mutations caused by nitrothoalcyureas / Current problems of biology and ecology: Materials of International Scientific and Practical Conference (October, 3-7, 2016), – Vinita: DRUK, 2016. – P. 388 – 390.

53. Албул Г.А., **Назаренко М.М.** Випробування сортів пшениці м'якої озимої в умовах Степу України / Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих учених “Сучасний стан і перспективи розвитку аграрного сектору України” (м. Дніпро, 19–20 жовтня 2016 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2016. – С. 3-5. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання тез)*

54. **Nazarenko M.** Winter wheat mutations caused by gamma-rays / Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих учених “Сучасний стан і перспективи розвитку аграрного сектору України” (м. Дніпро, 19–20 жовтня 2016 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2016. – С. 32-34.

55. **Nazarenko M.** Winter wheat mutations caused by chemical and physical mutagens / Сучасний стан родючості чорноземних ґрунтів і шляхи підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Матеріали міжнародної науково-практичної конференціїб 25 листопада 2016 року. – Дніпро: ДДАЕУ, 2016. – P. 175 – 177.

56. **Назаренко Н.Н.** Спектр и частота мутаций у пшеницы озимой под действием нитрозоалкилмочевин / Материалы всероссийская конференция с международным участием «50 лет ВОГиС: успехи и перспективы» (Москва, 8-10 ноября 2016 р.), – ВОГиС, Москва, 2016. – С. 238.

57. **Назаренко М.М.** Мутагенна депресія пшениці озимої під дією нітрозо алкілів / Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Професор С. Л. Франкфурт (1866–1954) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні (до 150-річчя від дня народження)» Київ, 18 листопада 2016 р, Київ, 2016. – С. 106 - 108.

58. **Назаренко М.М.** Вплив хімічних мутагенів на показники росту та розвитку пшениці озимої / Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми агроекології». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2016. – С. 8.

59. **Nazarenko M.** Winter wheat experimental mutagenesis in modern breeding practice / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 22–23 листопада 2016 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2016. – 276 с. – Р. 149 – 151.

60. Іванів Д. О., **Назаренко М.М.** Сучасні методи селекційного процесу / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 22–23 листопада 2016 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2016. – 276 с. – Р. 138 – 141. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання тез)*

61. **Назаренко М.М.** Ефекти генотип-мутагенної взаємодії при дії гамма-променів у пшениці м'якої озимої / Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2017 р.) - Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – С. 93.

62. **Назаренко М. М.** Мутації під дією деяких хімічних мутагенів у пшениці м'якої озимої / Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (25-26 травня 2017, м. Дніпро, Україна). – Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2017. – С. 47-48.

63. **Назаренко М. М.** Спектр та частота мутацій пшениці озимої під дією нітрузоалкілсечовин / Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої

15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (7 червня 2017 р., м. Київ). – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017. – С. 67 - 68.

64. **Назаренко М. М.**, Іжболдін О.О. Удосконалення мутаційної селекції пшениці озимої / Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф. (15-16 червня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський) – Тернопіль : Крок, 2017. – С. 208 - 211. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання тез)*

65. **Nazarenko M.** Rates and spectrs of winter wheat mutation changes under dimethilsulfate action/ Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 15–16 листопада 2017 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2017. – 210 с. – Р. 143 – 144.

66. **Назаренко Н.Н.** Особенности мутагенной депрессии под действием диметилсульфата / Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экология XXI века: синтез образования, науки, производства» (Челябинск, 26–29 сентября 2017 г.). – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2017. – 189 с. – С. 147 – 150.

Науково-методичні рекомендації:

67. **Назаренко М.М.**, Лихолат Ю.В. Депресійна та формотворча активність штучних чинників різного характеру дії у пшениці м'якої озимої. Дніпро., 2018. 31 с. *(проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій)*

ЗМІСТ

| | |
|---|-----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ | 26 |
| ВСТУП | 27 |
| РОЗДІЛ 1. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ ГЕНЕТИКИ | 38 |
| 1.1. Історія розвитку уявлень про екологічну генетику та практичних досліджень в галузі..... | 38 |
| 1.2. Депресійні ефекти в першому поколінні та їх використання для дослідження наслідків екогенетичної дії. | 48 |
| 1.3. Експериментальний мутагенез в підвищенні продуктивності та якості агроecosystem..... | 67 |
| РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 88 |
| 2.1. Характеристика об'єкта досліджень | 88 |
| 2.2. Мутагени, їх особливості застосування та функціональні відмінності | 92 |
| 2.3. Умови проведення досліджень | 94 |
| 2.4. Методика цитогенетичного аналізу..... | 106 |
| 2.5. Методики виявлення та обліків мутацій | 107 |
| РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ГАММА-ПРОМЕНІВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН У МУТАНТНІЙ ПОПУЛЯЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ .. | 115 |
| 3.1. Депресія за показниками росту та розвитку..... | 115 |
| 3.2. Вплив гамма-променів на показники структури врожайності.. | 128 |
| РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ ЕКОГЕНЕТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК МУТАНТНОЇ ПОПУЛЯЦІЇ РОСЛИН ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ | 139 |
| 4.1. Депресія в першому поколінні як наслідок дії нітрозоалкілсечовин..... | 139 |
| 4.2. Вплив нітрозоалкілсечовин на структуру врожайності | 151 |
| 4.3. Прояв депресії в першому поколінні при дії деяких інших хімічних чинників | 166 |

| | |
|---|-----|
| 4.4. Вплив інших хімічних чинників на структуру врожайності,... | 176 |
| РОЗДІЛ 5. ЧАСТОТА ТА СПЕКТР ХРОМОСОМНИХ АБЕРАЦІЙ ПІД ДІЄЮ ГАММА-ПРОМЕНІВ НА ПРИКЛАДІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ | 196 |
| 5.1. Частота порушень на клітинному рівні під дією гамма-променів | 196 |
| 5.2. Типи хромосомних перебудов при дії гамма-променів та їх аналіз | 202 |
| РОЗДІЛ 6. ЧАСТОТА ТА СПЕКТР ХРОМОСОМНИХ АБЕРАЦІЙ ПІД ДІЄЮ ХІМІЧНИХ МУТАГЕНІВ НА ПРИКЛАДІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ..... | 213 |
| 6.1. Частота хромосомних аберацій при дії нітрузоалкілсечовин... | 213 |
| 6.2. Спектр хромосомних аберацій при дії нітрузоалкілсполук та аналіз особливостей дії | 219 |
| 6.3. Частота хромосомних аберацій при дії інших хімічних мутагенів | 224 |
| 6.4. Спектр та аналіз дії для інших хімічних мутагенних чинників..... | 230 |
| РОЗДІЛ 7. МІНЛИВІСТЬ ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ПРИ ДІЇ ГАММА-ПРОМЕНІВ | 244 |
| 7.1. Загальна частота мутацій при дії гамма-опромінення | 244 |
| 7.2. Спектр мутацій під дією гамма-променів. | 253 |
| РОЗДІЛ 8. МІНЛИВІСТЬ ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ПРИ ДІЇ НІТРУЗОАЛКІЛСЕЧОВИН..... | 262 |
| 8.1. Частота мутацій при дії нітрузоалкілсечовин | 262 |
| 8.2. Загальний спектр мутацій при дії нітрузоалкільних сполук..... | 268 |
| РОЗДІЛ 9. ЧАСТОТА ТА СПЕКТР МУТАЦІЙ ПІД ДІЄЮ ІНШИХ ХІМІЧНИХ МУТАГЕНІВ | 279 |
| 9.1. Частота окремих змін під дією інших хімічних мутагенів | 279 |
| 9.2. Спектр спадкових змін при дії інших хімічних | |

| | |
|--|------------|
| чинників..... | 287 |
| РОЗДІЛ 10. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МУТАНТНИХ ФОРМ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНИХ АГРОЦЕНОЗІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ СТЕПУ УКРАЇНИ..... | |
| 10.1. Екологічне випробування як метод добору перспективного вихідного матеріалу. | 303 303 |
| 10.2. Особливості формування високої врожайності при змінах у генетичній структурі популяції..... | 306 |
| 10.3. Особливості формування якості та посухостійкості в нових генотипів..... | 314 |
| ВИСНОВКИ..... | 331 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... | 335 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 336 |
| ДОДАТКИ..... | 380 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

ДДАЕУ – Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ІНРА (INRA) – Національний інститут досліджень в агрономії (Франція)

ННЦ – навчально-науковий центр

НЕС – нітрозоетилсечовина

НМС – нітрозометилсечовина

ДАБ – 1,4-бисдіазаацетилбутан

ДМС – диметилсульфат

МІП – Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН

України

НААН – Національна академія аграрних наук

МТЗ – маса тисячі зерен

ВСТУП

Актуальність теми. Згідно з класичним визначенням академіка Інґе-Вечтмова [44, 329] екологічна генетика як інтегративна дисципліна, що досліджує взаємодії екологічних відношень крізь призму генетичних процесів, - це розділ науки, що вивчає генетичні аспекти взаємодії організмів, а також зміни організмів під дією екологічних чинників, досліджуючи взаємодію генетичних процесів та екологічних відношень [45, 46, 300]. Норма реакції організму, його адаптивні можливості знаходяться під генетичним контролем та безпосередньо залежать від рівня мінливості при дії мутаційного тиску. Адаптивна відповідь на цей тиск є об'єктом дослідження окремої дисципліни у рамках екологічної генетики - генотоксикології [214, 239], поряд з якою виділяють такі розділи як екогеногеографія [213, 215] та фармакогенетика. Генотоксикологія має як фундаментальний аспект (з ідентифікації генетично-активних чинників середовища), так і прикладний (визначення механізмів мутаційної мінливості та їх змін, адаптації організму у відповідь на дію конкретних чинників) [201].

Згідно з Д. М. Гродзинським, фундаментальною особливістю екологічної генетики є узагальнююча, інтегруюча функція, що описує характеристики живого у масштабах біосфери і його мережеві взаємодії з різними абіотичними чинниками [25]. По О.О. Жученко неврахування інтегрованої відповіді організму в мережі взаємодії між генотипом і навколишнім середовищем в контексті складності впливу і особливостях генних систем веде до відсутності системного підходу в екології і дроблення питань і завдань як окремої науки, що призводить до масштабних казусів, наприклад, підвищення продуктивності з поступовим неврахованим зниженням харчової цінності агроценозів [39]. Тому мутаген в екологічній генетиці розглядається в контексті екологічного чинника, що забезпечує мікроеволюційну мінливість ценозів за рахунок зміни генетичної структури популяції, з вивченням специфічності впливу через продуктивність,

чисельність, поширення, біорізноманіття, моніторингові дослідження (мутагенна депресія, хромосомна мінливість) на біосистемах різного рівня.

Прикладний аспект дії мутагенних (екогенетичних) чинників на рослинні системи є проблематикою регіонів, що знаходяться в стані підвищеного антропогенними забруднення різними як фізичними, так і хімічними мутагенами, та вивчається за декількома напрямками [38]. Дослідження за виявленням морфозів та мутацій з використанням рослинних об'єктів проводяться на забруднених територіях у зоні відчуження Чорнобильської атомної електростанції, Південному Уралі, територіях з підвищеним техногенним навантаженням у РФ, Туреччині, Німеччині, Франції, Великій Британії, США [1, 26]. Другим напрямом є використання мутагенів для індукції цінних форм [9]. Хоча пік цих досліджень згідно з даними ФАО-МАГАТЕ припав на 70–80-ті рр. ХХ ст., але це, по-перше, стосується лише прямого використання рослинних форм-мутантів як комерційних сортів [418], по-друге, інтенсивність не стільки знизилася, скільки змістилася на використання мутагенів як додаткового джерела мінливості або як екологічного чинника, що спрощує генетичну трансформу у поєднанні з використанням сучасних методів біотехнології та генетичної трансформації (постійно діючі семінари МАГАТЕ з використання біотехнології разом з мутагенними чинниками, зворотної генетики) [173, 174, 322, 395, 441].

В рамках вищенаведених напрямків існують наступні основні спрямованості в дослідженнях: 1. Ідентифікація факту дії екогенетичного чинника (мутагену) на клітинному рівні та вплив на рослину в цілому [12, 75, 314]. 2. Удосконалення методик ідентифікації та добору мутацій [33, 73, 173, 322]. 3. Встановлення механізму дії та післядії екогенетичних чинників [268, 320, 322]. 4. Особливості генотип-мутагенної взаємодії [332, 377, 412]. 5. Підвищення ефективності ідентифікації корисних мутацій [120, 437]. 6. Виявлення оптимальних доз та концентрацій для формування стабільних високопродуктивних агроєкосистем за змінами генетичної [65, 71, 145, 147]. 7. Вивчення особливостей індукції окремими чинниками [118, 158, 166, 268]. В

світовій практиці досліджень ці питання є дискусійними і потребують додаткового вивчення. Тому пошук шляхів оптимізації системи «екогенетичний чинник – доза, концентрація – генотип вихідної форми – антропічна екосистема» для прогнозування наслідків мутагенної дії на рослинні форми пшениці м'якої вже на перших етапах програм з експериментального мутагенезу, з метою зниження несприятливих наслідків та підвищення позитивних ефектів (збільшення зернової продуктивності, життєздатності насіння і рослинних популяцій), є надзвичайно актуальним питанням в області агроєкології, селекції і генетики. Такий підхід за допомогою мутаційного процесу дозволяє на аутоєкологічному, демоекологічному і синєкологічному рівнях керувати біосистемною варіацією окремих її компонентів, що й висвітлено в дисертаційному дослідженні.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі селекції і насінництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету в рамках наукових тем: «Особливості генетичної активності мутагенних чинників на прикладі пшениці м'якої озимої» (№ державної реєстрації 0115U007017), «Виявлення генетичних ресурсів для селекції пшениці м'якої озимої на якість зерна» (№ державної реєстрації 0115U007016), «Збалансований (сталий) розвиток агросфери і його технологічне та інформаційне забезпечення в умовах техногенно-навантажених територій» (МОН України, № державної реєстрації 0115U002284), «Створити для зони Північного Степу високоадаптивний сорт озимої пшениці м'якої степового еко типу, який по врожайності зерна та зимостійкості перевищує стандартні сорти, з покращеними хлібопекарськими якостями» (№ державної реєстрації 0113U002261), «Організаційно-економічні та агроєкологічні основи виробництва органічної продукції» (МОН України, № державної реєстрації 0116U007413), «Вивести і передати в державне сорто випробування новий сорт озимої пшениці, який на 5-6 ц/га перевищує стандартні сорти за урожайністю зерна поліпшених якостей» (№ державної реєстрації 0112U005328), «Розширити різноманіття м'якої пшениці при використанні мутагенезу та

інтрогресії; створити колекції генетично-цінних ліній» (№ державної реєстрації 0111U004217).

Мета і завдання дослідження. Обґрунтувати еколого-генетичні основи рекурентного мутагенезу пшениці м'якої шляхом виявлення адаптаційної відповіді системи «генотип-мутагенний чинник» та виявити способи усунення негативних наслідків і використання позитивних ефектів цих адаптаційних генетично-зумовлених механізмів в агроценозах.

Для досягнення цієї мети вирішувалися наступні **завдання**:

- виявити особливості прояву депресії в першому поколінні в залежності від генотипу, природи та кількості екогенетичного чинника;
- визначити специфічність дії чинників на клітинному рівні та встановити зв'язок цієї дії з феномом;
- виявити особливості та межі реалізації ознак продуктивності та якості, можливості використання норми реакції за цими ознаками як в оптимальних так і в граничних умовах;
- встановити частоту та спектр спадкових змін, особливості їх виникнення в залежності від суб'єкту дії, природи чинника, його дози або концентрації;
- виявити закономірності прояву позитивних змін в ценозі пшениці за продуктивністю та іншими господарчо-цінними ознаками;
- встановити ефективність окремих екогенетичних чинників та їх доз або концентрацій в індукції змін в залежності від генотипу вихідної форми;
- розробити методи оцінки отриманих форм за окремими цінними ознаками якості та стійкості до абіотичних стрес-чинників;
- довести можливість створення стабільних за зерновою продуктивністю і толерантністю до несприятливих екологічних чинників агроценозів пшениці м'якої озимої в умовах північної частини Степу України.

Об'єкт дослідження - мінливість пшениці м'якої озимої при дії мутагенних чинників різної природи на мутантні та рекомбінантні генотипи.

Предмет дослідження – показники депресії, частоти хромосомних аберацій в першому поколінні після прямої чи рекурентної дії, частоти та спектри викликаних спадкових змін, виникнення нових константних цінних ліній за всіма показниками ознак, мінливість окремих сортів та ознак залежно від природи, дози чи концентрації окремих екогенетичних чинників.

Методи дослідження – індукованого мутагенезу (гамма-опромінення та дія водних розчинів хімічних мутагенів на сухе дозріле насіння, визначення частоти і спектру мутацій в поколіннях $M_2 - M_6$; польовий, біометричний та фізико-хімічний (закладання дослідів, облік та структурний аналіз урожайності, аналіз вмісту білку в поколіннях $M_3 - M_6$ з виділенням перспективних мутантних ліній, екологічне випробування отриманих ліній $M_6 - M_8$); цитологічні (анафазний метод), фізіологічні (аналіз фотосинтетичної активності, посухостійкості), і біохімічні (аналіз якості білку отриманих мутантних ліній), статистичні (оцінка суттєвої різниці середніх значень вибірок за t-критерієм та F- критерієм, кластерний та дисперсійний аналіз).

Наукова новизна одержаних результатів. За результатами наукових досліджень на аутоекологічному і демекологічному рівнях *вперше*:

- доведено зв'язок між частотою та спектром спадкових змін пшениці озимої та методом отримання генотипу як суб'єкту мутагенної дії;
- встановлено, що однократна дія екогенетичного чинника призводить до зниження його формотворчої та депресійної активності при повторних обробках;
- визначені особливості депресії (життєздатності і здатності до репродукції) в першому поколінні в залежності від генотипу пшениці м'якої озимої, особливості прояву наслідків мутагенної депресії, можливість виникнення ефекту стимуляції за окремими показниками;
- виявлено межі, в яких проходить пригнічення життєдіяльності рослин за дії окремих чинників та вплив особливостей генотипу на ці межі;
- встановлено чутливість окремих генотипів до прямої та

рекурентної дії та наведено наукове обґрунтування для часткового попереднього прогнозу такої чутливості;

- визначені особливості виникнення нових рослинних форм залежно від системи – «рослина-мутант- доза, концентрація мутагену-природа мутагену».- та доведена пріоритетність та її зміна при взаємодії компонентів цієї системи в конкретних умовах формотворчого процесу у пшениці озимої;

- встановлені особливості генетичної активності мутагенних чинників на мутантні, мутантно-рекомбінантні, рекомбінатні генотипи;

- виявлено особливості екогенетичних чинників, їх окремих доз чи концентрацій в індукції як загальної частоти мінливості, так і типів змінених ознак, частот спадкових змін за окремими ознаками генотипів пшениці озимої;

- визначена можливість отримання форм пшениці, стабільних за проявом цінних ознак у поєднанні з високим адаптивним потенціалом до умов північної частини Степу України;

- визначені особливості формування господарсько-цінних ознак пшениці м'якої та особливості реалізації її потенціалу в умовах північної частини Степу України;

удосконалено:

- цитологічний метод з оцінки хромосомного апарату клітин рослин пшениці за їх перетвореннями;

- визначення особливостей виникнення окремих типів хромосомних перебудов в клітинах рослин пшениці, їх частот залежно від природи, дози (чи концентрації) мутагенного чиннику, генотипу суб'єкту мутагенної дії;

- методики індукованого мутагенезу з підвищення ефективності окремих мутагенних чинників, їх доз (чи концентрацій) в індукції селекційно-та генетично-цінних мутацій на прикладі пшениці м'якої озимої;

- способи збільшення формотворчого процесу за використання індукованого мутагенезу в селекції пшениці м'якої озимої на принципах екосистемного підходу;

отримали подальший розвиток:

- способи використання помірних доз гамма-променів та концентрацій хімічних мутагенів для розширення формотворчого процесу в селекції пшениці м'якої;
- способи оцінювання ефективності 1,4-бісдіазаацетилбутана (ДАБ) та диметилсульфат (ДМС) як хімічних мутагенів виключно для отримання високої частоти змін деяких конкретних ознак на прикладі пшениці м'якої;
- методи оцінки залежності між активністю гідрофобних зв'язків та формування якості білку, посухостійкістю та співвідношенням активності в рослинах пшениці м'якої окремих фотосистем в умовах на стадії дрібноділянкових дослідів (попереднє та контрольне випробування).

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів експериментальних досліджень запропоновано при доборі вихідних форм для обробки екогенетичними чинниками керуватися тісною кореляційною залежністю між частотою видимих мутацій, частотою хромосомних аберацій та проявом депресії в першому поколінні пшениці м'якої озимої. Доведена ефективність використання різноманіття за господарсько-цінними ознаками сортів-мутантів та ліній-мутантів пшениці з та без рекурентної обробки тими же самими мутагенними чинниками (обробка іншими за природою екогенетичними чинниками – доцільна) в селекційному процесі. З метою ідентифікації мутагенного чинника за хромосомними перетвореннями можна використовувати співвідношення між мостами та фрагментами. Для індукції практично-цінних рослинних форм пшениці рекомендовано використовувати помірні дози гамма-променів 100 Гр та концентрації хімічних мутагенів нітрозометил- (НМС) 0,0125 % та нітрозоетилсечовини (НЕС) 0,01 %. Розроблено пропозиції щодо визначення співвідношення активностей фотосистем I та II для встановлення посухостійких рослинних ліній та впливу обробки речовинами, що знижують кількість мембранозалежних хромосом для визначення високоякісних ліній пшениці озимої.

Отримано перспективні мутантні лінії пшениці м'якої озимої, які є цінними вихідним матеріалом для подальшої селекції і формування продуктивних агроценозів пшениці м'якої озимої за показниками зернової продуктивності і якості насіння та зменшення антропогенного пресингу на довкілля, виключаючи використання синтетичних стимуляторів і регуляторів росту тощо.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням здобувача. Визначення напряму, формулювання гіпотези, розробка програми досліджень, планування схеми експерименту та вибір методик виконано автором особисто. Експериментальні польові та лабораторні дослідження, обробка даних, узагальнення та інтерпретація отриманих результатів проведені самостійно здобувачем або при його безпосередній участі спільно з співробітниками Дніпровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ) та Національного інституту досліджень в агрономії (ІНРА).

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційного дослідження обговорювалися на: VI міжнародній науковій конференції «Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку», Донецьк, 2010 р.; международной научной конференции "Экология, генетика, селекция на службе человечества", ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии, Ульяновск, 2011; міжнародній науковій конференції «Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні», Київ, 2012; VII міжнародній конференції молодих учених «Біологія: від молекули до біосфери», Харків, 2012; международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы научного обеспечения сельского хозяйства республики Казахстан», Кокшетау, 2012; II міжнародної конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення», Одеса, 2013; IX міжнародній конференції «Біологія від молекули до біосфери», Харків, 2014; міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій пам'яті М.М. Чекаліна «Генофонд рослин та його використання в сучасній селекції»,

Полтава, 2015; міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку», м. Дніпропетровськ, 22–23 жовтня 2015; міжнародній школи з екологічної генетики, Санкт-Петербург, РФ, 2015 р.; X міжнародній конференції «Біологія від молекули до біосфери», Харків, 2015; seminar of Modern Agriculture and Soil Science, 2015, Tiaret University of Ibn Khaldoun; V молодежной научной конференции «Актуальные вопросы экологии», Муром, РФ, 2015; всероссийской конференции молодых ученых с международным участием «Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы», Улан-Удэ, РФ, 2016; міжнародній науковій конференції «Біологічні дослідження – 2016», Житомир, 2016 р.; VII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора М. Е. Николаева «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», г. Горки, БГСХА, РБ, 2016; «Selection, seed production, technologies of cereals and other crops growing : progress and prospects», науково-практична конференція, ПДАЕУ, Кам'янець-Подільський, 2016; міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології», Вінниця, 2016; всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів, Дніпропетровськ, 2016; міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні напрями розвитку галузі рослинництва», Харків, 2016; міжнародній науковій конференції «Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах», присвячена 110 річчю від дня народження декана агрономічного факультету Ліпеса Веніаміна Ельєвича, Херсон, 2016; VIII международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», г. Горки, РБ, БГСХА, 2016; International Scientific and Practical Conference «Current problems of biology and ecology», Вінниця, 2016; міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан родючості чорноземних ґрунтів і шляхи підвищення продуктивності сільськогосподарських культур», Дніпро, 2016; всероссийской конференции с

международным участием «50 лет ВОГиС: успехи и перспективы», Москва, РФ, 2016; всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених «Сучасний стан і перспективи розвитку аграрного сектору України», м. Дніпро, 2016; International Symposium ISB-INMA TECH, Bucharest, Romania, 2016; міжнародній науково-практичній конференції «Професор С. Л. Франкфурт (1866–1954) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні (до 150-річчя від дня народження)» Київ, 2016; II міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми агроєкології», Миколаїв, 2016; міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», Дніпро, 2016; международной конференции «Эколого-генетические основы современных агротехнологий», Пушкин, РФ, 2016; International Conference «Agriculture for Life, Life for Agriculture», Buharest, Romania, 2016; международном конгрессе организаций Green Tech-2016, Тамбов, РФ, 2016; IX Международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», Горки, Республика Беларусь, 2017; V міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів, с. Центральне, 2017; міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів, Дніпро, 2017; III міжнародній науково-практичній конференції, присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин, Київ, 2017; всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату», Кам'янець-Подільський, 2017; II міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», Дніпро, 2017; V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экология XXI века: синтез образования, науки, производства», Челябинск, РФ, 2017.

Матеріали дисертації також доповідались на щорічних конференціях професорсько-викладацького складу кафедри селекції і насінництва ДДАЕУ, агрономічного факультету ДДАЕУ, засіданнях експертної комісії Дніпропетровської ОДА з наукових досліджень та наукових конкурсів, семінарів в ДУ «Інститут зернового господарства Степової зони» НААН України, Дніпровському державному аграрно-економічному університету, виставок ДДАЕУ, ДУ ІЗГСЗ НААН України.

Роботи за темою дисертаційного дослідження відзначалися на міжнародному та вітчизняному рівні дипломами, відзначені Дніпропетровською обласною радою, Департаментом освіти і науки Дніпропетровської обласної державної адміністрації, Радою з селекції та генетики РАН.

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковано у 67 наукових працях, у тому числі монографії, розділі монографії, 9 статтях у наукових фахових виданнях України, 13 статтях у наукових періодичних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних Scopus, Web of Science, 4 статтях у наукових виданнях інших держав, 3 статей в інших наукових виданнях, 31 тезах доповідей конференцій та методичних рекомендаціях.

Структура дисертації. Загальний обсяг дисертаційної роботи – 438 сторінок, у т.ч. основного тексту – 311. Робота ілюстрована 45 таблицями, 37 рисунками і складається зі вступу, 10 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, який налічує 448 найменувань, з них 281 – латиницею та 9 додатків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абилов С. К., Глазер В. М., Асланян М. М.. Основы мутагенеза и гентоксикологии. Москва: Нестор-История, 2012. 148 с.
2. Азовцев А. П. Способы учёта мутаций и количественных изменений, возникающих после действия химических мутагенов на изменчивость признаков овса. *Сибирский вестник с.-х. наук*. 2005. № 1. С. 15–19.
3. Артемчук І. П., Логвиненко В. Ф. Вплив експозиції дії мутагенів на частоту мутацій озимої пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2003. Т. 35, № 3. С. 222–228.
4. Ахундзаде В. И. Малые мутации и их использование в селекции // Теория химического мутагенеза. М., 1971. С. 94–108.
5. Баскаев Т. У. Использование мутантных форм озимой пшеницы в качестве исходного материала при селекции на корм в условиях РСО-Алания : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец 06.01.05 «Селекция и семеноводство». Рассвет (Ростовская обл.) : ДЗНИИСХ, 2002. 23 с.
6. Батыгин Н. Ф. О генетических процессах в онтогенезе высших растений. Мутагенез под действием физических факторов. М., 1980. С. 130–147.
7. Богданова Е. Д., Омарова Э. И., Хусаинова Г. К. Морозоустойчивость мутантов пшеницы. Алма-Ата : Наука, 1983. 107 с.
8. Боме Н. А., Вайсфельд Л. И., Арсентьев С. В. Развитие озимой пшеницы под влиянием химического мутагена фосфемиды. *Международный научно-исслед. журн*. 2014. Т. 11 (42). С. 83–90.
9. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Використання генетичної нестабільності чорнобильських мутантів в селекції *Triticum aestivum* L. на адаптивність. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 112-116.

10. Бутенко Р. О. Доза мутагенів як фактор впливу на морфофізіологічні ознаки рослин першого покоління сортів озимої пшениці. *Науковий вісник Ужгородського ун-ту. Сер.: біологія*. 2006. Вип. 18. С. 37–41.
11. Валодзін У. Г. Мутагенез і генетична нестабільність у сельскагаспадарчых раслінау. *Известия Академии Наук Беларуси. Сер. : биол. науки*. 1996. № 1. С. 25–29.
12. Васильківський С. П. Формотворчий процес і добір у поколіннях генетично нестабільних мутантів озимої пшениці. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 207–211.
13. Васильківський С. П. Особливості використання хімічного мутагенезу при створенні вихідного матеріалу для селекції пшениці : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція та насінництво». Одеса, 1999. 40 с.
14. Васильківський С. П., Хоменко Т. М. Кореляційний зв'язок елементів продуктивності та структури головного колоса у мутантних ліній пшениці озимої. *Вісник Білоцерківського держ. аграрного ун-ту*. Біла Церква, 2009. Вип. 59. С. 22–26.
15. Власенко В. А. Вихідний матеріал гібридно-мутантного походження при створенні високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої. *Індукований мутагенез в селекції рослин* : зб. наук. пр. Ін-ту фізіології рослин і генетики НАНУ, Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова. Білоцерківський НАУ. Біла Церква, 2012. С. 110–119.
16. Володин В. Г., Фомина Ж. Н., Авраменко Б. И. Синтетические популяции мутантов растений. Минск, 1990. С. 19–20.
17. Волченко С. Г., Эйгес Н. С., Волченко Г. А. Изучение возможностей прогнозирования эффективности мутагенных воздействий на примере озимой мягкой пшеницы. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2016. Т. 18. С. 171–175.
18. Гайдук Т. Г. До характеристики зернового ринку України. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 12. С. 73–76.

19. Гауль Х. Индуцированные мутации в селекции растений. *Агробиология*. 1965. № 5. С. 12–28.
20. Генетическое изучение мутантов мягкой пшеницы / Л. И. Лайкова, Н. П. Гончаров, О. М. Попова [и др.]. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб., 2009. Т. 166. С. 396–398.
21. Гераськин А. С., Дикарев В. Г., Дикарева Н. С. Влияние раздельного радиоактивного и химического загрязнения на выход цитогенетических нарушений в интеркалярной меристеме ярового ячменя. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2002. Т. 42, № 4. С. 364–368.
22. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М. : Практика, 1998. 459 с.
23. Головин В. П., Корчинский А. А., Серков Л. Н. Экспериментальный мутагенез в адаптивной селекции традиционных и новых культур. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. наук. пр. / за ред. М. В. Роїка. Київ : Аграрна наука, 2003. С. 46–49.
24. Гродзинський Д. М., Коломієць О. Д., Бурденюк Л. А. Колекція чорнобильських мутантів озимої пшениці (Чорнобиль – Київ – Біла Церква, 1986–1999 рр.) / НАН України. Ін-т клітин. біології і генет. інженерії. Київ, 1999. 29 с.
25. Гродзинський Д., Глазко В. Еколого-генетичні пріоритети інтенсифікації рослинництва : А. А. Жученко. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). В двух томах. М.: ООО "Издательство Агрорус", 2004. 1156 с. *Вісник Національної академії наук України*. 2005. № 9. С. 57-62.
26. Груша В. В., Гудков І. М. Вплив мікроелементів та їх комплексонатів на продуктивність рослин і зниження накопичення радіонуклідів. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2007. Т. 39, № 5. С. 432–437.

27. Григорюк И.А., Ткачев В.И., Савинский С.В. Методы исследований и способы оценки устойчивости растений к температуре. Київ : Знание, 1999. 89с.
28. Гудков І. М., Груша В. В. Мікроелементи як блокувальники надходження радіонуклідів у рослини та як радіопротектори. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2004. Т. 36, № 3. С. 205–216.
29. Гулян А. А. Эффективность использования экспериментального мутагенеза в селекции озимой мягкой пшеницы : автореф. дис. на соиск. науч. степ. д-ра с.-х. наук. Ереван, 1999. 36 с.
30. Дем'яненко В. В., Логвиненко В. Ф., Семерунь Т. Б. Вивчення цитогенетичної активності мутагенних чинників на прикладі озимої пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2005. Т. 37, № 4. С. 313–318.
31. Делоне Л. Н. Экспериментальное получение мутаций у пшеницы. Харьков : Держсільгоспвидав, 1934. 55 с.
32. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні у 2004 р. (витяг) / ред. В. В. Волкодав, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. Київ : Алефа, 2003. 230 с.
33. Дубинин Н. П., Пашин Ю. В. Мутагенез и окружающая среда. М. : Наука, 1978. 126 с.
34. Дубовий В. І., Хоменко С. О., Чугункова Т. В. Мутаційна мінливість та успадкування маркерних ознак у гібридомутантних популяцій F_2M_2 озимої м'якої пшениці. *Цитология і генетика*. 2004. № 6. С. 13–18.
35. Дудин Г. П., Лысиков В. Н. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений : монография. Киров : Вятская ГСХА, 2009. 208 с.
36. Егоров Е. В. Аналогия биологического действия сверхмалых химических и физических доз. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2003. Т. 43, № 3. С. 261–264.
37. Журавель В. М., Лях В. О. Господарська цінність індукованих етилметансульфонатом мутантів з морфологічними маркерними ознаками у

сизонасінневих генотипів гірчиці сарептської. *Селекція і насінництво : міжвідом. темат. наук. зб.* Харків, 2006. Вип. 92. С. 103–110.

38. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы. Теория и практика. М., 2004. Т. 1. 690 с.

39. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений. Эколого-генетические основы. М., 2001. Т. 1. 780 с.

40. Зайцева В. М. Цитоморфологическая характеристика мутантов озимой пшеницы. *Индукцированный мутагенез и апомиксис.* Новосибирск, 1980. С. 159–171.

41. Зоз Н. Н. Методика использования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур. *Мутационная селекция.* М. : Наука, 1968. С. 23–27.

42. Зубець М. В. Аграрна наука на сучасному етапі. *Вісник аграрної науки.* 2000. № 9. С. 5–12.

43. Ившин Г. И. О создании селекционных форм вики посевной с использованием облучения пыльцы. *Селекция и семеноводство.* 2002. № 1. С. 22–25.

44. Инге-Вечтомов С. Г. Экологическая генетика. Что это такое? *Соросовский образовательный журнал.* 1998. № 2. С. 59–65.

45. Инге-Вечтомов С. Г., Барабанова Л. В., Даев Е. В., Лучникова Е. М. Влияние экологических отношений на генетические процессы. *Вестник СПбГУ. Сер. Биология.* 1999. № 4. С. 14–31.

46. Инге-Вечтомов С.Г. «Экологическая генетика» в системе генетического образования в Санкт-Петербургском государственном университете. *Экологическая генетика.* 2007. № 1 (5). С.4–7.

47. Калинин И. Г. О селекции и производстве зерна озимой пшеницы. *Селекция и семеноводство.* 1989. № 5. С. 8–13.

48. Каталог сортів рослин Росії, придатних для поширення в Україні на 2004 рік (озимі культури). Київ, 2003. 124 с.

49. Клекка У. Р. Дискриминантный анализ. Факторный, дискриминантный, кластерный анализ. М. : Финансы, 1989. 186 с.
50. Козаченко М. Р. Экспериментальный мутагенез в селекции ячменю. Харків, 2010. 96 с.
51. Коновалов Ю. Б., Берёзкин А. Н., Долгодворова Л. И. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур. М. : Агропромиздат, 1987. 368 с.
52. Корогодина В. Л., Пантелеева А., Ганичева И. Влияние мощности дозы гамма-облучения на митоз и адаптивный ответ клеток первичных корней проростков гороха. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 1998. Т. 38, № 5. С. 643–649.
53. Корочкин Н. А. Взаимосвязь между онтогенезом и филогенезом в свете генетики : Проблема макромутаций (морфологический и молекулярный аспекты). *Генетика*. 2002. Т. 38, № 6. С. 727–738.
54. Кротова Л. А. Получение скороспелых форм яровой мягкой пшеницы с помощью химических мутагенов. *Вестник Алтайского ГАУ*. 2010. № 2 (64). С. 28–31.
55. Кужир Т. Д. Антимутагены и химический мутагенез в системах высших эукариот. Минск, 1999. 267 с.
56. Куимова Е. В., Дудик Г. П. Изменчивость ярового ячменя, индуцированная лазерным красным светом, гамма-лучами и этрелом. *Вестник Вятского пед. ун-та*. 2000. № 3–4. С. 19–22.
57. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
58. Ларченко К. А., Моргун В. В., Хроменко В. О. Эффективність низьких доз мутагенів в індукції селекційно-цінних мутацій кукурудзи. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2002. 34, № 5. С. 419–423.
59. Ларченко К. А., Моргун В. В. Спадкова мінливість рослин кукурудзи при дії наднизьких доз мутагенів. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2002. Т. 34, № 2. С. 102–107.
60. Лукьяненко П. П. Избранные труды. М., 1990. С. 279–284.

61. Лифенко С. П., Литвиненко М. А. Селекція і генетика пшениці в Україні. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 319–336.
62. Лях В. А., Мищенко Л. Ю., Сорока А. И., Полякова И. А. Частота и спектр индуцированных гамма-лучами мутаций у различных генотипов льна масличного. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2001. Т. 33, № 5. С. 414–420.
63. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. *Фізіологія рослин*. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.
64. Мальченко В. В., Гуляев Г. В., Хотяновская Е. Б. Экспериментальный мутагенез озимой пшеницы. Действие химических мутагенов на М1 и частота мутаций в М2. *Генетика*. 1976. № 2. С. 25–35.
65. Мальченко В. В. О прогнозировании урожая при отборе на продуктивность в опытах по экспериментальному мутагенезу. *Генетика*. 1973. № 1. С. 164–166.
66. Маринка С. М., Хоменко С. О., Шелепов В. В., Власенко В. А. Польова всхожістьта довжина вегетаційного періоду F₁M₁ озимої пшениці. *Науково-технічний бюлетень Миронівського ін-ту пшениці*. 2002. Вип. 2. С. 54–63.
67. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы / [В. В. Шелепов, В. М. Маласай, А. Ф. Пензев и др.]. Мироновка, 2004. 524 с.
68. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Поняття про вихідний матеріал у селекції рослин. *Селекція і насінництво с.-г. рослин*. Київ : Вища освіта, 2006. С. 66–70.
69. Молчан И. М. Перспективы использования радиационного мутагенеза в селекции растений. *Селекция и семеноводство*. 1991. № 2. С. 60–62.
70. Молчан И. М., Ильина Л. Г., Кубарев П. И. Спорные вопросы в селекции растений. *Селекция и семеноводство*. 1996. № 1–2. С. 36–51.

71. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутационная селекция пшеницы. Киев : Наук. думка, 1995. 627 с.
72. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутаційна селекція озимої пшениці. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 175–186.
73. Моргун В. В. Спонтанна та індукована мутаційна мінливість і її використання в селекції рослин. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 144–174.
74. Моргун В. В., Санін Є. В., Швартау В. В. Клуб 100 центнерів. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці / Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України; Компанія «Сингента», Швейцарія. Київ : Логос, 2012. Вип. 7. 131 с.
75. Моргун В. В. Экспериментальный мутагенез и его использование в генетическом совершенствовании культурных растений (итоги 30-летних исследований). *Физиология и биохимия культурных растений*. 1996. Т. 28, № 1–2. С. 53–72.
76. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. Київ : Либідь, 2005. 255 с.
77. Мутаційна мінливість / [В. В. Шелепов, М. М. Гаврилюк, М. П. Чебаков та ін.]. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці / під ред. В. В. Шелепова. Миронівка, 2007. С. 149–156.
78. Назаренко М. М. Вживаність і структура врожайності як показники мутагенної депресії у першому поколінні мутантів сортів озимої пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2007. № 5, 39. С. 438–446.
79. Назаренко Н. Н. Частота и спектр хромосомных нарушений в клетках корневой меристемы проростков пшеницы под действием мутагенов. *Вісник ХНАУ. Сер.: Біологія*. 2007. № 3. С. 82–89.
80. Назаренко М. М. Мутагенез в індукції нових цінних форм озимої пшениці. *Науково-технічний бюлетень МПП ім. В. М. Ремесла*. 2010. Вип. 10. С. 48–58.
81. Назаренко М. М. Визначення змін у мутантних ліній озимої пшениці

за запасними білками. *Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту. Агронімія*. 2011. Т. 15 (1). С. 295–299.

82. Назаренко Н. Н. Использование белковых маркеров для идентификации макро- и микромутаций у озимой пшеницы. *Материалы Международной науч. конф. «Экология, генетика, селекция на службе человечества»*. ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии. 2011. С. 41–42.

83. Назаренко М. М. Використання макро- та мікрмутаций для селекції озимої пшениці. *Вісник ДДАУ*. 2011. № 2. С. 51–54.

84. Назаренко М. М. Особливості виникнення змін у гліадинах озимої пшениці, пов'язані з мікро- та мікрмутациями. *Індукований мутагенез в селекції рослин* : зб. наук. пр. Біла Церква, 2012. С. 61–65.

85. Назаренко М. М. Виявлення генетичних джерел для селекції на посухостійкість пшениці озимої за функціонуванням фотосистем. *Вісник ДДАУ*. 2012. № 2. С. 56–58.

86. Назаренко М. М. Розширення різноманіття вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої озимої. *Генетичні ресурси рослин*. 2012. Вип. 9. С. 147–154.

87. Назаренко Н. Н. Частота та спектр хромосомних аберацій м'якої озимої пшениці під дією гамма-променів. *Матеріали II міжнародної конф. «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення»*. Одеса, 2013. С. 69–71.

88. Назаренко Н. Н. Прояв генотип-мутагенної взаємодії нітрозозалкілсечовин на клітинному рівні на прикладі пшениці м'якої озимої. *Матеріали IX міжнародної конф. «Біологія від молекули до біосфери»*. Харків, 2014. С. 53–54.

89. Назаренко Н. Н. Особенности воздействия гамма-лучей на хромосомный аппарат клетки на примере пшеницы мягкой озимой. *Вестник Тамбовского гос. ун-та. Сер. : Естественные и техн. науки*. 2015. Т. 20, № 2. С. 449–452.

90. Назаренко М. М. Особливості мутагенної депресії при дії гамма-променів на прикладі пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 2 (91). С. 56–62.
91. Назаренко Н. Н., Ващенко В. В. Депресія під дією деяких хімічних мутагенів на прикладі пшениці м'якої озимої. *Вісник ДДАЕУ*. 2015. № 3 (37). С. 17–24.
92. Назаренко М. М. Виникнення мутацій під дією гамма-променів. *Матеріали міжнародної науково-практичної конф., присвяченої пам'яті М. М. Чекаліна «Генофонд рослин та його використання в сучасній селекції»*. Полтава, 2015. С. 97–98.
93. Назаренко Н. Н. Негативные последствия мутагенного воздействия. *Экологическая генетика*. 2015. № 4. С. 25–26.
94. Назаренко М. М. Мутагенна депресія під дією нітрозозалькільних агентів на прикладі пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2015. 93. С. 68–75.
95. Назаренко Н. Н. Спектр и частота хромосомных aberrаций под действием некоторых химических мутагенов. *Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы* : материалы Всерос. конф. молодых ученых, Улан-Удэ (Россия), 23–27 июня 2016 г. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. С. 35–36.
96. Назаренко М. М. Депресія під дією деяких хімічних мутагенів на прикладі пшениці озимої. *Біологічні дослідження – 2016* : зб. наук. пр. Житомир : ПП «Рута», 2016. С. 78–79.
97. Назаренко Н. Н. Особенности мутагенной депрессии под действием нитрозозалькільных агентов. *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. 2015. № 4. С. 62–65.
98. Назаренко Н. Н. Эффективность индукции мутаций по устойчивости к основным заболеваниям у пшеницы озимой мягкой. *Вестник защиты растений*. 2016. № 3. С. 117–118.
99. Назаренко Н. Н. Зерновая продуктивность новых линий пшеницы мягкой озимой в условиях севера степи Украины. *Сборник статей по*

материалам VII Международной научно-практической конф., посвященной 80-летию профессора М. Е. Николаева «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур». Горки : БГСХА, 2016. С. 141–145.

100. Назаренко М. М. Особливості отримання радіомутантів пшениці м'якої озимої. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конф. молодих вчених і спеціалістів «Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України»* (25–26 травня 2016 р., м. Дніпропетровськ, Україна). Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. С. 30–31.

101. Назаренко Н. Н. Мутации под действием диметилсульфата у пшеницы мягкой озимой. *Інноваційні напрями розвитку галузі рослинництва : матеріали міжнарод. науково-практ. конф. молодих вчених* (Харків, 7–8 липня 2016 р.). Харків : Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2016. – С. 60–62.

102. Назаренко М. М., Корж С. М. Получение селекционно- и генетически-ценных мутаций у озимой пшеницы при химическом мутагенезе. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах* : тези доп. Міжнарод. конф., присвяченої 110-річчю від дня народження декана агроном. фак-ту Ліпеса Веніаміна Ельєвича (10–11 черв. 2016 р.). Херсон : РВЦ «Колос», 2016. С. 46–47.

103. Назаренко Н. Н. Селекционно-ценные мутации у озимой пшеницы под действием химического мутагенеза (ДАБ). *Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конф. «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур»*. Горки : БГСХА, 2016. С. 79–83.

104. Назаренко Н. Н. Частота и спектр хромосомных aberrаций после воздействия некоторыми химическими мутагенами. *Вестник Тамбовского гос. ун-та. Сер. : Естественные и техн. науки*. 2016. Т. 21, № 5. С. 1897–1901.

105. Назаренко М. М. Напрями розвитку сучасної селекції. Здоров'я рослин : Озимі зернові – пшениця, ячмінь, жито : довідник. Київ, 2016. Розд. 6. С. 150–153.

106. Назаренко Н. Н. Спектр и частота мутаций у пшеницы озимой под

действием нитрозоалкилмочевин. *Материалы всероссийской конф. с международным участием «50 лет ВОГиС: успехи и перспективы»* (Москва, 8–10 ноября 2016 р.). Москва, 2016. С. 238.

107. Назаренко М. М. Вплив хімічних мутагенів на показники росту та розвитку пшениці озимої. *Матеріали II міжнародної науково-практичної конф. «Сучасні проблеми агроєкології»*. Миколаїв : Миколаїв. ДСДС ІЗЗ, 2016. С. 8.

108. Назаренко М. М., Іжболдін О. О. Спектр та частота мутацій пшениці озимої, викликаних гамма-променями. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 89–95.

109. Назаренко Н. Н. Влияние особенностей белоксинтезирующего аппарата на качество зерна пшеницы озимой. *Сборник статей по материалам IX Международной научно-практической конф. «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур»*. Горки : БГСХА, 2017. С. 131–134.

110. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М. : Агропромиздат, 1988. 271 с.

111. Полякова И. А., Лях В. А., Мищенко Л. Ю. Мутационная изменчивость при облучении гамма-лучами семян льна сорта Циан и радиомутантов, полученных на его основе. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2004. Т. 36, № 2. С. 146–150.

112. Поползухина Н. А. О генетической природе мутаций у растений яровой мягкой пшеницы. *Сельскохозяйственная биология. Сер.: Биология растений*. 2003. № 3. С. 108–111.

113. Прийлин О., Шнайдер Т., Тойхвер М. Генетические особенности сортов и индуцированных мутантов мягкой пшеницы. Таллин, 1988. С. 227–235; 281–282.

114. Проніна О. В. Методичні вказівки до спецпрактикуму «Експериментальний мутагенез» для студентів біологічного ф-ту / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ : Укр. фітосоціологічний центр, 2002. 24 с.

115. Пучков Ю. М., Алфимов В. А., Жогин А. Ф. Использование макромутаций в селекции пшеницы на качество и продуктивность. *Вестник с.-х. науки*. 1984. № 1. С. 94–102.
116. Пыльнев В. М. Изменение зимостойкости озимой пшеницы под влиянием мутагенов. *Химический мутагенез и проблемы селекции*. М., 1991. С. 122–142.
117. Рапопорт И. А. Определение частоты неизвестных ранее мутаций при опытах по химическому мутагенезу в селекции. *Химический мутагенез и создание сортов интенсивного типа*. М., 1977. С. 3–36.
118. Рапопорт И. А. Особенности и механизм действия супермутагенов. *Супермутагены*. М. : Наука, 1966. С. 9–33.
119. Рапопорт И. А. Избранные труды. Гены, эволюция. М. : Наука, 1996. – 250 с.
120. Рапопорт И. А. Химический мутагенез. Теория и практика. [Репринт]. М. : Наука, 1993. 87 с.
121. Рапопорт И. А. Признаки и механизм действия супермутагенов. М. : Знание, 1966. С. 19–23.
122. Рачовска Г., Мингова М. Обогащаване на генетичните ресурси за продуктивност и качество при зимна та обикновена пшеница через експериментален мутагенез. *Растительные науки*. 2001. 38. С. 302–305.
123. Ремесло В. Н. Способ получения исходного материала для селекции озимых злаков : а. с. № 897176.
124. Рутц Р. И. Селекционный центр СибНИИСХ – флагман сибирской селекции. *Вестник ВОГиС*. 2005. № 3. С. 407–414.
125. Рыскаль Г. В. Роль различных факторов в экспериментальном мутагенезе у пшеницы. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1989. № 5. С. 2–5.
126. Рыскаль Р. В. Роль макромутаций пшеницы в селекции. *Химический мутагенез и задачи с.-х. производства*. М., 1993. С. 40–42.

127. Рябчун В. К., Богуславський Р. Л., Кір'ян М. В. Використання генетичних ресурсів рослин для селекції сільськогосподарських культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. 12. С. 12–14.

128. Сальникова Т. В., Боброва А. В., Досмайлова О. И. Содержание белка и аминокислотный состав зерна у индуцированных плотноколосых и сферококкоидных мутантов мягкой пшеницы. *Генетика*. 1985. Т. 21, № 5. С. 828–838.

129. Сальникова Т. В., Григорова Н. В., Абрамов В. И., Костяновский Р. Г. Исследование эффективности и механизма действия химических мутагенов в различных растительных системах. *Генетика*. 1994. Т. 30, № 5. С. 657–665.

130. Сапегин А. А. Рентгеномутации как источник новых сортов сельскохозяйственных растений. *Природа*. 1934. № 9. С. 28–32.

131. Сапегин А. А. Ход развития колоса пшеницы. *Доклады АН СССР*. 1938. № 3. С. 241–244.

132. Семихатова О.А., Чулановская М.В. Манометрические методы изучения дыхания и фотосинтеза растений. JL: Наука, 1965. 168 с.

133. Серебряный А. М., Зоз Н. Н. Радиационный адаптивный ответ у пшеницы. Феноменология и вероятный механизм. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2001. Т. 41, № 5. С. 589–598.

134. Серебряный А. М., Зоз Н. Н., Морозова И. С. К механизму антимуtagenеза у растений. *Генетика*. 2005. Т. 41, № 5. С. 676–679.

135. Симонов В. К., Кильчевский В. С. Биометрическая генетика. Москва, 1995. 256 с.

136. Сичкаръ В. И., Шкварников П. К., Марьюшкин В. Ф. Изменчивость количественных признаков у озимой пшеницы, индуцированная химическими соединениями. *Генетика*. 1975. Т. 11, № 2. С. 5–13.

137. Созинов А. А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М. : Наука, 1985. 272 с.

138. Созинов А. А., Колючий В. Т., Животков Л. А. Сопряженность глиадиновых маркеров с хозяйственными признаками, выявляемая при анализе питомников сортоиспытания. *Агробиотехнология растений и животных* : тез. докл. междунаrod. конф. Киев, 1997. С. 162–163.

139. Сорти та технології вирощування високих урожаїв озимої пшениці / під ред. Моргун В. В. Київ, 2010. 135 с.

140. Тарчевский И.А. Основы фотосинтеза. Москва : Высшая школа, 1977. 121 с.

141. Терентьев П. В., Ростова Н. С. Практикум по биометрии. Л., 1978. 152 с.

142. Тихончук П. В. Основные итоги и направления селекции сельскохозяйственных культур в Дальневосточном госагроуниверситете. *Селекция и семеноводство с.-х. культур – основа подъема сельского хозяйства дальневосточного региона* : сб. науч. тр. Новосибирск, 2000. С. 90–101.

143. Ульяненко Л. Н., Круглов С. В., Филипас А. С., Алексахин Р. М. Продуктивность растений озимой пшеницы под влиянием ионизирующего излучения и климатических факторов. *Сельскохозяйственная биология*. 2001. № 5. С. 69–74.

144. Филонченко П.А., Мазильников Г.В. Особенности белоксинтезирующего аппарата озимых растений пшеницы. *Сб. научн. трудов МНШССП*. 1989. С. 72–76.

145. Хоменко С. О. Створення вихідного матеріалу для селекції озимої м'якої пшениці шляхом обробки насіння гібридів мутагенами : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція рослин». Київ, 2006. 22 с.

146. Хоменко С. О. Ефективність обробки гібридів мутагенами для створення конкурентоспроможних сортів пшениці озимої м'якої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 25–31.

147. Хоменко С. О. Формообразовательный процесс у гибридомутантных популяций озимой пшеницы. *Генетика в XXI веке: современное состояние и*

перспективы развития : тр. Международ. конф. по генетике и селекции, Москва, 12 июня 2004. г. Москва, 2004. Т. 1. С. 89.

148. Хоменко Т. М. Створення вихідного матеріалу в селекції озимої пшениці на базі індукованих мутацій : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція рослин». Одеса, 2006. 23 с.

149. Цыганков В. И. Индуцированный мутагенез в селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность и адаптивность к условиям Западного Казахстана. *Достижения науки и техники АПК*. 2001. № 6. С. 19–22.

150. Цыганков В. И. Использование индуцированного мутагенеза при создании сортов и линий яровой твердой пшеницы для сухостепных условий Казахстана. *Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та*. 2012. № 3 (35). С.45–48.

151. Червоніс М. В. Удосконалення системи методів визначення якості зерна озимої м'якої пшениці в процесі селекції : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція рослин». Одеса, 2004. 22 с.

152. Шамаль Н. В. Цитогенетические нарушения у проростков ячменя под действием гамма-облучения семян и засухи. *Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук*. 2006. № 1. С. 72–75.

153. Шевцов В. М. Селекционное использование индуцированных мутаций в свете идей Вавилова. *Химический мутагенез и проблемы селекции*. М., 1991. С. 146–154.

154. Шелепов В. В., Коломиец Л. А. Термический мутагенез как фактор создания высокозимостойких сортов пшеницы. *Селекция, семеноводство и возделывание полевых культур* : материалы международ. научно-практ. конф. «Проблемы аграрного производства Южного региона России (ландшафтная система земледелия, плодородие почв, селекция и семеноводство)», посв. 100-лет. юбилею Северо-Донецкой с.-х. опыт. станции (1904–2004), Ростов-на-Дону, 7–9 июня 2004 г. Ростов-н/Д., 2004. С. 339–343.

155. Шкварников П. К. Современные задачи исследований по экспериментальному получению и практическому использованию мутаций у растений. *Генетика*. 1966. № 6. С. 7–19.

156. Шкварников П. К. Исследования по экспериментальному мутагенезу и мутационной селекции растений в СССР. *Экспериментальный мутагенез в селекции*. М. : Колос, 1972. 361 с.

157. Шкварников П. К. Мутации и селекция. *Земледелие*. 1965. № 6. С. 42–47.

158. Щербаков В. К. Мутации в эволюции и селекции растений. М. : Колос, 1982. 327 с.

159. Эйгес Н. С., Вайсфельд Л. И., Волченко Г. А. Адаптивные свойства сортов и мутантов озимой пшеницы *Triticum aestivum* L. *Материалы международ. научно-практ. конф., посвящённой 100-летию со дня рождения А. Р. Жебрака и 70-летию образованию кафедры генетики в Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, Москва, 26–27 февр., 2002*. М., 2002. С. 369–370.

160. Эйгес Н. С. Некоторые пути использования ценных признаков мутантов озимой пшеницы, полученных методом химического мутагенеза на сорте ППГ 186. *Отдалённая гибридизация. Современное состояние и перспективы развития* : тр. Международ. конф. по отдалённой гибридизации, Москва, 16–17 дек., 2003. М., 2003. С. 312–316.

161. Эйгес Н. С., Вайсфельд Л. И., Волченко Г. А. Особенности гетерозиса у хемомутантов озимой пшеницы. *Генетика в XXI веке : современное состояние и перспективы развития* : тр. Международ. конф. по генетике и селекции, Москва, 12 июня 2004. М., 2004. Т. 1. С. 101–102.

162. Эйгес Н. С., Вайсфельд Л. И., Волченко Г. А. Адаптивные свойства мутантов озимой пшеницы, полученных методом химического мутагенеза. *Цитология*. 2004. № 10. С. 889–890.

163. Эйгес Н. С., Вайсфельд Л. И., Волченко Г. А. Коллекция мутантов озимой пшеницы, полученных методом химического мутагенеза. *Цитология*. 2004. № 10. С. 891–892.

164. Эйгес Н. С. Генетическое разнообразие мутантов озимой пшеницы и создание высокоадаптивных форм с комплексом ценных признаков. *Химический мутагенез и проблемы селекции*. М. : Наука, 1991. С. 77–92.
165. Эйгес Н. С. Историческая роль Иосифа Абрамовича Рапопорта в генетике. Продолжение исследований с использованием метода химического мутагенеза. *Вавиловский журн. генетики и селекции*. 2013. Т. 13. С. 162–172.
166. Эйгес Н. С., Волченко Г. А., Кузнецова Н. Л. [и др.] Химический мутагенез – эффективный метод И. А. Рапопорта в создании генетико-селекционного материала на озимой пшенице. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб., 2009. Т. 166. С. 321–327.
167. Эйгес Н. С., Волченко Г. А., Волченко С. Г. Устойчивость к фитопатогенам полученная с использованием метода химического мутагенеза на озимой пшенице. *Збірник наукових праць Уманського нац. ун-ту садівництва*. 2013. Вип. 83. С. 135–145.
168. Abdel-Rahman W. M. Spectral karyotyping suggests additional subsets of colorectal cancers characterized by pattern of chromosome rearrangements *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2001. Vol. 98. P. 2538–2543.
169. Abe T., Matsuyama T. Chlorophyll-deficient Mutant of Rice demonstrated the deletion of DNA fragment by Heavy-ion irradiation. *Journal of Radiation Research*. 2002. Vol. 43. P. 157–161.
170. Adams K. L., Cronn R., Percifield R. Genes duplicated by polyploidy show unequal contributions to the transcriptome and organ-specific reciprocal silencing. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2003. Vol. 100. P. 4649–4654.
171. ADAPTAWHEAT Genetics and physiology of wheat development to flowering: Tools to breed for improved adaptation and yield potential [Текст] : звіт про НДР (закл.) GDES.17.36 / Indicators for adaptation to climate change at national level - Lessons from emerging practice in Europe. В., 2018. 86 p. ETC/ССА Report 3/2018.
172. Adlera I., Carereb A., Eichenlaub-Ritterc U. Gender differences in the

induction of chromosomal aberrations and gene mutations in rodent germ cells. *Environmental Research*. 2004. Vol. 17. P. 53–59.

173. Ahloowalia B. S. Renaissance in genetics and its impact on plant breeding. *Euphytica*. 2001. Vol. 118, №5. P. 99–102.

174. Ahloowalia B. S., Maluszynski M. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*. 2004. 135, №2. P. 187–204.

175. Aiyi L., Schisterman F., Chengqing W. Multistage evaluation of measurement error in a reliability study. *Biometrics*. 2006. Vol. 62. P. 1190–1196.

176. Albertini R. J. IPCS guidelines for the monitoring of genotoxic effects of carcinogens in humans. *Mutation Research*. 2000. Vol. 463. P. 111–172.

177. Al-Saeal Y. A., Gamil K. L. Induced mutation of Saudi Arabian local variety of bread wheat 1. Yield and yield components. *Cereal Research Communications*. 1992. Vol. 55. C. 20–24.

178. Amano E. Use of induced mutants in rice breeding in Japan Myanmar. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, № 1. P. 21–26.

179. An innovative way of developing and improved variety utilizing both gamma ray induced and recombinational variability in blackgram (*Vigna mungo* L. (Hepper) / [S. T. Kajjidoni, K. Roopalaksmi, S. Revanappa, I. Nagaral]. *Induced Plant Mutation in Genomic Era* / ed. Q. Y. Shu. IAEA, Vienna, 2009. P. 336–337.

180. Auerbach C., Robson J. M. Production of mutations by allyl isothiocyanate. *Nature*. 1944. Vol. 154. P. 81.

181. Asseng S., Ewert F., Martre P. et al. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*. 2015. Vol. 5. P. 143–147.

182. Badiganavar A. M., Kale D. M., Bhagwat S. G., Murty G. S. Image analysis in groundnut morphometric studies. *Proceedings. SCIAMAL-99* / ed. C. Babu Rao, P. Kalyansundaram, K. K. Reddy, Baldev Raj. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., 1999. P. 178–183.

183. Badiganavar A. M., Murty M. S. Genetic enhancement of groundnut through gamma rays mutagenesis. *Plant Mutation Reports*. 2007. Vol. 2, № 1. P. 16–21.

184. Balme A. A comparative study of the thermal stability of Photosystem I in thermophilic and mesophilic cyanobacteria. *Photosynthesis Research* . 2001. Vol. 70. P. 281–289.
185. Baloch A. W., Soomro A. M., Javed M. A. Induction of salt tolerance in rice through mutation breeding. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2003. Vol. 2, №3. P. 273–276.
186. Baloch A. W., Soomro A. M., Javed M. A. Impact of reduced culm length on yield and yield parameters in. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2002. Vol. 1, № 1. P. 39–40.
187. Baruah J., Talukdar P. Performanse comparison of macromutation selections of green gram in advanced mutation generation for Yield and physiological attributes. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 1994. Vol. 53, № 4. P. 445–447.
188. Bashir K., Khan N., Rasheed S., Salim M. Indica rice varietal development in Pakistan : an overview. *Paddy Water Environ*. 2007. Vol. 5 P. 73–81.
189. Bhagwat S. G. A radiation-induced mutant in wheat. *Annual Wheat Newsletter*. 2005. № 51. P. 49.
190. Bhagwat S. G. Use of Image Analysis in Mutation Breeding for Changing Grain Shape in Durum Wheat. *BARC Newsletter*. 2007. Vol. 1. P. 173–176.
191. Blakeslee A. F. Hugo de Vries. *Plant Breeding Review*. 1935. Vol. 81. P. 1848–1935.
192. Bonnot T., Bancel E., Alvarez D. et al. Grain subproteome responses to nitrogen and sulfur supply in diploid wheat *Triticum monococcum* ssp. *Monococcum*. *The Plant Journal*. 2017. Vol. 91 (5). P. 894–910.
193. Bordes, J., Ravel C., Le Gouis J. et al. Use of a global wheat core collection for association analysis of flour and dough quality traits. *Journal of Cereal Science*. 2011. Vol. 54. P. 137-134.

194. Bottino P. J., Sparrow A. H., Schwemmer S. S. et al. Interrelation of exposure and exposure rate in germination seeds of barley and its concurrence with dose-rate theory. *Radiation Botany*. 1975. Vol. 15. P. 17–27.
195. Boyd L. A., Smith P. H., Hart N. Mutants in wheat showing multipathogen resistance to biotrophic fungal pathogens. *Plant Pathology*. 2006. Vol. 55. P. 475–484.
196. Branch W. D. Variability among advanced gamma-irradiation induced large-seeded mutant breeding lines in the 'Georgia Browne' peanut cultivar. *Plant Breeding*. 2002. Vol. 121. P. 275–277.
197. Brestic M., Zivcak M., Mohamed H., Hazem K., Kalaji M., Allakhverdiev S. I Photosystem II thermostability in situ: Environmentally induced acclimation and genotype-specific reactions in *Triticum aestivum*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2012. Vol. 57. 93–105
198. Brock R. D., Andrew W. D. New type of mutation. *Australian Journal of Biological Sciences*. 1965. Vol. 18, № 6. P. 1119–1129.
199. Brooks S. A., Yan W. G., Jackson A. K. et al. A natural mutation in *rc* reverts white-rice-pericarp to red and results in a new, dominant, wild-type allele : *Rc-g*. *Theoretical and Applied Genetics*. 2008. Vol. 117. P. 575–580.
200. Brunner H. Radiosensitivity of a number of crop species to gamma and fast neutron radiation. Standards for laboratory operations involving chemical mutagens. A training manual. Plant Breeding Unit, FAO/IAEA Laboratories, Seibersdorf, Austria, 1985. 231 p.
201. Cain A.J., Provine W.B. Genes and ecology in history. *Genes in Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific, 1992. 512 p.
202. Caldwell D. G., McCallum C., Shaw P. A structure mutant population for forward and reverse genetics in Barley (*Hordeum vulgare* L.). *The Plant Journal*. 2004. Vol. 40. P. 143–150.
203. Canet W., Alvarez M., Gil M. The analysis of frictional, displacement rate and sample dimension effects on fracture parameters from uniaxial compression of potato. *Journal of Food Engineer*. 2007. Vol. 80. P. 342–352.

204. Carlos E., de Oliveria C. Genetic control of aluminum tolerance in mutant lines of the wheat cultivar Anahuac. *Euphitica*. 2000. Vol. 114. P. 47–53.
205. Ceballos H., Sanchez T., Morante N. Discovery of an Amylose-free Starch Mutant in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. Vol. 55, №18. P. 7469–7476.
206. Chen F. A., He Z., Xia X. New purandoline b mutation present in Chinese cultivar Jingdong 11. *Journal of Cereal Science*. 2005. Vol. 42. P. 267–269.
207. Chen X., Liu X., Wu D. Recent progress of Rise mutation breeding and germplasm enhancement in China. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, №1. P. 4–6.
208. Cheng X., Chai L., Chen Z. Identification and characterization of a high kernel weight mutant induced by gamma-radiation in wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Genetics*. 2015. Vol.17. P. 112–118.
209. Chicaco S., Tetsuo S. Early heading mutants of *T. monococcum* and *Ae. squarrosa*, A- and D-genome ancestral species of hexaploid wheat. *Breeding Science*. 2001. Vol. 51. P. 95–98.
210. Chopra V. L. Mutagenesis : investigating the process and processing the outcome for crop improvement. *Current Science*. 2005. Vol. 89. P. 353–359.
211. Collins N. C., Tardieu F., Tuberosa R. Quantitative trait loci and crop performance under abiotic stress : where do we stand? *Plant Physiology*. 2008. Vol.147 (2). P. 469–486.
212. Congming L., Jianhua Z. Effects of water stress on photosystem II photochemistry and its thermostability in wheat plants. *Journal of Experimental Botany*. 1999. Vol. 50. 1199–1206.
213. Conner J.K. Artificial selection: a powerful tool for ecologists. *Ecology*. 2003. № 84. P.1650–1660.
214. Conner J.K., Hartl D. L. A Primer of Ecological Genetics. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2004. 445 p.
215. Conner J.K. Ecological genetics of floral evolution. *Ecology and Evolution of Flowers*. New York: Oxford University Press, 2006. 277 p.

216. Darlington C. D. The problem of chromosome breakage : an introduction. *Heredity*. 1953. №6. P. 3–8.
217. Das M. L., Rahman A., Malek M. A. Two early maturing and high yielding rapeseed varieties developed through induced mutation. *Bangladesh Journal of Botany*. 1999. Vol. 28, № 1. P. 27–33.
218. Das M. L., Rahman A., Malek M. A. Variability studies in the gamma irradiated population of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Bangladesh Journal of Botany*. 2003. Vol. 32, № 1. P. 1–4.
219. Das M. L., Uddin M. K. Gamma-ray induced variability in quantitative characters of sunflower and their interrelationship. *Bangladesh Journal of Botany*. 2000. Vol. 29, № 3. P. 287–295.
220. Denver D. R. A genome-wide view of *Caenorhabditis elegans* base substitution mutation processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2009. №106. P. 16310–16314.
221. Development and characterization of a new TILLING population of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) [Электронный ресурс] / L. Chen, L. Huang, D. Min [et al.]. Режим доступа : <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0041570> (дата звращения 20.10.2018)
222. Development and evaluation of mutant germplasm of *Amaranthus* / M. M. Slabbert, K. de Ronde, T. Caetano [et al.]. *Genetic improvement of underutilized and neglected crops in low income food deficit countries through irradiation and related techniques* : Proc. final research coordination meeting organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Pretoria, South Africa, May 19–23, 2003. IAAE, 2014. P. 13–23.
223. Dewey D. L. An oxygen dependent X-ray dose rate effect in *Serratia marcescens*. *Radiation Research*. 1969. №38. P. 167–474.
224. Diaza R., Gila L., Serranoa C. Comparison of three algorithms in the classification of table olives by means of computer vision. *Journal of Food Engineer*.

2004. Vol. 61. P. 101–107.

225. Drake J. W. Chaos and order in spontaneous mutation. *Genetics*. 2006. Vol. 173. P. 1–8.

226. Dubcovsky J., Dvorak J. Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication. *Science*. 2007. Vol. 316. P. 1862–1866.

227. Edwards A. A. Fluorescence in situ hybridisation (FISH) in biological dosimetry. *Radiation Protection Dosimetry*. 2000. Vol. 88. P. 112.

228. Eiges N. S. The historical role of Iosif Abramovch Rapoport in genetics. Further studies using chemical mutagenesis. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2013. Vol. 3, № 4. P. 316–324.

229. Eiges N. S., Weisfeld L. I., Volchenko G. A. Role of Chemical Mutagenesis in Enhancement of Biological Diversity and Sources of Rare and New Characters of Wheat. *Biotechnology, Agriculture and the Food Industry* / ed. G. E. Zaikov. New York : Nova Science Publishers, Inc., 2006. P. 127–131.

230. Ellis M., Spielmeier W., Gale K., Rebetzke G, Richards R. «Perfect» markers for the *Rht-B1b* and *Rht-D1b* dwarfing genes in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 2002. Vol. 105 (6–7). P. 1038–1042.

231. Epron D. Effects of drought on photosynthesis and on the thermotolerance of photosystem II in seedlings of cedar. *Journal of Experimental Botany*. 1997. Vol. 315. P. 1835–1841.

232. Eticha F., Belay G., Bekele E. Species diversity in wheat landrace populations from two regions of Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2006. Vol. 53. P. 387–393.

233. Evans L. T. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press, 1996. 341 p.

234. Evans H. J., D. Scott D. The induction of chromosome aberrations by nitrogen mustard and its dependence on DNA synthesis. *Proc. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.* 1969. Vol. 173. P. 419–512.

235. Evans M. Genetic dissection of grain yield in bread wheat : I. QTL analysis. *Theoretical and Applied Genetics*. 2007. Vol. 115 (8). P. 1029–1041.

236. Feldman M., Levy A. A. Allopolyploidy – a shaping force in the evolution of wheat genomes. *Cytogenet Genome Research*. 2005. Vol. 109. P. 250–258.
237. Feldman M. Origin of cultivated wheat. In : Bonjean A. P., Angus W. J. editors. *The world wheat book : a history of wheat breeding*. Paris : rue Lavoisier, 2001. P. 3–53.
238. Flintham J. E., Börner A., Worland A. J., Gale M. D. Optimizing wheat grain yield : effects of *Rht* (gibberellin-insensitive) dwarfing genes. *Journal of Agricultural Science*. 1997. Vol. 128 (01). P. 11–25.
239. Ford E.B. *Ecological genetics*. London : Chapman and Hall, 1975. 419 p.
240. Forster B. P. Mutation genetics of salt tolerance in barley : An assessment of Golden Promise and other semi-dwarf mutants. *Ephytica*. 2001. Vol. 120. P. 317–328.
241. Freisleben R. A., Lein A. Auffindung einer mehlttauresistenten Mutante nach Rentgenbestrahlung einer anfehligen reinen Linie von Sommergerste. *Naturwissenschaften*. 1942. 30. 608 p.
242. Freisleben R. A., Lein A. Möglichkeiten und praktische Durchführung der Mutationszucht. *Kehn-Archiv*. 1944. Vol. 60. P. 211–222.
243. Fu H., Li A. A revisit of mutation induction by gamma rays in rice (*Oryza sativa* L.) : implications of microsatellite markers for quality control. *Molecular Breeding*. 2008. Vol. 22. P. 201–206.
244. Fujii T. Comparison of the effects of acute and chronic irradiations. *Recent Advance of Plant Breeding*. 1962. Vol. 4. P. 60–69.
245. Gabara B., Kubicka H. Comparison of lethal and semilethal chlorophyll mutants characterized by different expression of genes responsible for colour of leaves in winter rye. *Caryologia*. 2000. Vol. 53, № 3. P. 227–224.
246. Gager C. S., Blakeslee A. F. Chromosome and gene mutations in *Datura* following exposure to radium rays. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. 1927. Vol. 13. P. 75–59.

247. Gager C. S., Ekerberg E. Mutations and polyploidy in plant breeding. *Stockholm Bokferlaget Bonniers*. 1962. Vol. 13. 312 p.
248. Gajdosova A., Libiakova G., Huska J. Improvement of selected *Amaranthus* cultivars by means of mutation techniques and biotechnological approaches. *Genetic improvement of under-utilized and neglected crops in low income food deficit countries through irradiation and related techniques* : Proc. final Research Coordination Meeting, Pretoria, South Africa, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture IAEA Vienna, 2004. P. 25–36.
249. Gaul H. Present aspects of induced mutations in a plant breeding. *Euphytica*. 1958. Vol. 7. P. 257–289.
250. Ge H., You G., Wang L. et al. Genome selection sweep and association analysis shed light on future breeding by design in wheat. *Crop Science*. 2012. Vol. 52 (3). P. 1218–1228.
251. Gegas V. C., Nazari A. A genetic framework for grain size and shape variation in wheat. *Plant Cell*. 2010. Vol. 22 (4). P. 1046–1056.
252. Giles N. H. Spontaneous chromosome aberrations in triploid *Tradescantia* hybrids. *Mutation Research*. 1941. Vol. 26. P. 632–649.
253. Goldsmith M., Tawfik D. S. Potential role of phenotypic mutations in the evolution of protein expression and stability. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. 2009. Vol. 106. P. 6197–6202.
254. Gomez L., Heros E., Eguiluz A. Mejoramiento genetico de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) empleando induction de mutaciones. *AGROENFOQUE Ano XXI*. 2006. No. 152. P. 32–37.
255. Goswati P. K. Phenotypic stability of yield and its components in M-5 generation of greemgram. *Indian Journal of Agricultural Research*. 1993. Vol. 27, №2. P. 103–109.
256. Gottschalk W., Wolff G. *Induced Mutations in Plant Breeding*. Springer Science & Business Media, 2012. 240 p.
257. Gramatikova M., Todorov I. Mutagenic specificity recording micro and macro mutans induction. *Barley Genetic Newsletter*. 1996. Vol. 27. P. 68–72.

258. Gregory W. C. Mutation breeding of groundnuts. *Mutation and plant breeding*. 1961. №891. P. 461–485.
259. Groos C., Robert N., Bervas E. Genetic analysis of grain protein-content, grain yield and thousand-kernel weight in bread wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 2003. Vol. 106. P. 1032–1040.
260. Gulsen O., Uzun A., Pala H. Development of seedless and Mal Secco tolerant mutant lemons through budwood irradiation. *Scientia Horticulturae*. 2007. Vol. 112. P. 184–190.
261. Guo G. H., Lu X. Z. Biological effects of high energy ^7Li ion beams implantation of wheat. *Plant Mutation Reports*. 2007. Vol. 2, №1. P. 31–35.
262. Hagmar L. Chromosomal aberrations in lymphocytes predict cancer : a report from the European Study Group on Cytogenetic Biomarkers and Health (ESCH). *Cancer Research*. 1998. Vol. 58. P. 4117–4121.
263. Hall E. J., Oliver R., Shepstone B. J. et al. On the population kinetics of the root meristem of *Vicia faba* exposed to continuous irradiation. *Radiation Research*. 1966. Vol. 27. P. 597–603.
264. Hall E. J., Bedford J. S. A comparison of the effects of acute and protracted gamma-radiation on the growth of seedlings of *Vicia faba*. Part I. Experimental observations. *International Journal of Radiation Biology*. 1964. Vol. 8. P. 467–474.
265. van Harten A. M., Broertjes C. Induced mutations in vegetatively propagated crops. *Plant Breeding Review*. 1989. Vol. 6. P. 55–91.
266. van Harten A. M. Mutation Breeding, Theory and Practical Application. Cambridge University Press, 1998. 301 p.
267. Harun A. The effective use of physical and chemical mutagen in the induction of mutation for crop improvement in Malaysia. *JAERI Conf*. 2001. №003. P. 111–122.
268. Haussmann B. I., Parzies H. K. Methodologies for generating variability. Plant Breeding and Farmer Participation. Part 1 : *Use of genetic resources in plant breeding and farmer participation* / S. Ceccarelli, E. P. Guimarbes, and E. Weltzien

(eds); Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome, 2009. P. 107–194.

269. Henikoff S., Till B. J., Comai L. TILLING. Traditional Mutagenesis Meets Functional Genomics. *Plant Physiology*. 2004. Vol. 135. P. 146–157.

270. Howard A., Pelc S. R. Synthesis of nucleoprotein in beanroot cells. *Nature*. 1951. Vol. 167. P. 599.

271. Hu X., Sullivan-Gilbert M., Gupta M., Thompson S. A. G-to-A mutation at a 5– splice site of *fad3c* caused impaired splicing in a low linolenic mutant of canola (*Brassica napus* L.). *Plant Biotechnology*. 2007. Vol. 24, №3. P. 397–400.

272. Huaili Q., Lanming X., Fei H. Biological effect of the seeds of *Arabidopsis thaliana* irradiated by MeV protons. *Radiation Effects & Defects in Solids*. 2005. Vol. 160. P. 131–136.

273. Huang C., Liang J. Plant breeding achievements in ancient China. *Agronomic History Research*. 1980. Vol. 1. P. 1–10.

274. Iguchi K., Yamamoto G., Matsubara N. Morphological and genetic analysis of fish of a *Carassius* complex (Cyprinidae) in Lake Kasumigaura with reference to the taxonomic status of two all-female triploid morphs. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2003. Vol. 79. P. 351–357.

275. Induced plant mutations in the Genomics era : International Symposium on Induced Mutations in Plants (12–15 August 2008 Vienna, Austria) / [ed. G. Y. Shu]. Rome : FAO, 2009. 461 p.

276. Ismachin M., Sobrisal E. A significant Contribution of mutation techniques to rice breeding in Indonesia Myanmar. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, №1. P.18–21.

277. ISTA 2003. International Rules for seed testing. Edition 2003 / International Seed Testing Association, Zuerich, Switzerland.

278. Jacobsen E., Schouten H. Cisgenesis strongly improves introgression breeding and induced translocation breeding of plants. *TRENDS in Biotechnology*. 2007. Vol. 25, №5. P. 219–223.

279. Jacson L. L., Dewald C. L. A macromutation in *tripsacum-dactyloides* poacea consequences for seed size germination and seedling establishment. *American Journal of Botany*. 1992. Vol. 79, №9. P. 1031–1038.
280. Jamali K. D., Arain M. A., Javed M. A. Breeding of bread wheat for semi-dwarf character and high yield. *Wheat Information Service*. 2003. № 96. P. 11–14.
281. Jambhulkar S. J. Mutagenesis : Generation and Evaluation of Induced Mutations. *Advances in Botanical Research*. 2007. Vol. 45. P. 417–434.
282. Ji L., Li Y., Wang C. Studies on wheat mutants induced by nitrogen ion beam implantation. *Acta Genetica Sinica*. 2006. Vol. 32, №11. P. 1176–1183.
283. Kadhim M. A. Transmission of chromosomal instability after plutonium α -particle irradiation. *Nature*. 1992. Vol. 355. P. 738–740.
284. Kamlofski C. A., Antonelli E., Bender C. A lesion-mimic of wheat with enhanced resistance to leaf rust. *Plant Pathology*. 2007. Vol. 56. P. 46–54.
285. Kang S. Y., Kim D. S. Genetic improvement of crop plants by mutation techniques in Coreia. *Plant Mutation Reports*. 2007. Vol. 2, № 1. P. 7–15.
286. Kar G. N., Chakrabarti S. N. Induced micromutations in bread wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 1983. Vol. 43, №2. P. 218–220.
287. Kar G. N., Yadav S. P. Induced variation for quantitative traits in bread wheat. *Genetica Agraria*. 1986. Vol. 40, №4. P. 375–386.
288. Karthika R., Subba B. Effect of Gama Rays and EMS on Two varieties of Soybean. *Asian Journal of Biological Sciences*. 2006. Vol. 5, №4. P. 721–724.
289. Katengam S., Crane J. M., Slabaugh M. B. Genetic Mapping of a Macromutation and Quantitative Trait Loci underlying Fatty Acid Composition Differences in Meadowfoam Oil. *Crop Science*. 2001. Vol. 41. P. 1927–1930.
290. Keightley P. D. Analysis of the genome sequences of three *Drosophila melanogaster* spontaneous mutation accumulation lines. *Genome Research*. 2009. Vol. 19. P. 1195–1201.
291. Khan A. J., Hassan S., Tariq M. Haploidy breeding and mutagenesis for drought tolerance in wheat. *Euphytica*. 2001. Vol. 120. P. 409–414.

292. Kharkwal M. C. Induced mutation in chickpea. Types of macromutations induced. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2000. Vol. 60, № 3. P. 305–320.
293. Kharkwal M. C., Shu Q. Y. The Role of Induced Mutations in World Food Security. *Induced Plant Mutations in the Genomics Era / Q. Y. Shu (ed.)*; Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2009. P. 33–38.
294. Kharkwal M. C., Pandey R. N., Pawar S. E. Mutation Breeding for Crop Improvement. *Plant Breeding – Mendelian to Molecular Approaches / H. K. Jain, M. C. Khartoval*. New Delhi, India : Narosa Publishing House, 2004. P. 601–645.
295. Khin T. N. Rice mutation breeding for varietal in Myanmar. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, №1. P. 34–36.
296. Kihlman B. A. Actions of Chemicals on Dividing Cells. Prentice-Hall, Englewoods Cliffs, 1966. P. 260.
297. Kihlman B. A. Caffeine and Chromosomes. Elsevier, Amsterdam, 1977. P. 504.
298. Kimura M. On the evolutionary adjustment of spontaneous mutation rates. *Genetics Research*. 2010. Vol. 9. P. 23–34.
299. Kinane J. T. Isolation of wheat mutants with increased resistance to powdery mildew from small induced variant populations. *Euphytica*. 2001. Vol. 117. P. 251–260.
300. Kingsolver J.G., Hoekstra H.E., Hoekstra J.M. The strength of phenotypic selection in natural populations. *American Naturalist*. 2001. Vol. 157. P.245–261.
301. Kiramat K., Muhammad I., Abdul A. Effect of Gamma Irradiation on Yield Components of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*. 2003. Vol. 19, №6. C. 1695–1697.
302. Kiribushi-Otober S., Yanagisava T. Genetic analysis of some and some properties of starch in waxy mutant wheat Tanikei A 6599-4. *Breeding Science*. 2001. Vol. 51. P. 241–245.

303. Klindworth D. L., Williams N. D., Maan S. S. Chromosomal Location of Genetic Male Sterility Genes in Four Mutants of Hexaploid Wheat. *Crop Science*. 2002. Vol. 42. P. 1447–1450.
304. Kobayashi F., Rikiishi K., Nakamura C. ABA sensitivity in seedlings of two novel mutants with reduced dormancy of a common wheat cultivar ‘Norin 61’. *Wheat Information Service*. 2006. Vol. 101. P. 4–7.
305. Kumar N., Kulwal P. L., Gaur A. et al. QTL analysis for grain weight in common wheat. *Euphytica*. 2006. Vol. 151. P. 135–144.
306. Kusaba M., Miyahara K., Iida S. et al. Low glutelin content 1 : A dominant mutation that suppresses the glutelin multigene family via RNA silencing in rice. *Plant Cell*. 2003. Vol. 15. P. 1455–1467.
307. Landoni M., Vecchia F. D., Gavazzi G. The an1-4736 mutation of anther ear1 in maize alters scotomorphogenesis and the light response. *Plant Science*. 2007. Vol. 172. P. 172–180.
308. Li X. Y. Studies on Mutation Breeding of High-Yielding Xylanase Strains by Low-Energy Ion Beam Implantation. *Plasma Science and Technology*. 2007. Vol. 9. P. 248–251.
309. Lifang W., Zengliang Y. Radiobiological effects of a low-energy ion beam on wheat. *Radiat Environ Biophys*. 2001. Vol. 40. P. 53–57.
310. Li-jun W., Jiang-long X., Jun-min W. A comparative study on mutagenic effects of Space Flight and Irradiation of γ -rays on rice. *Agricultural Sciences in China*. 2006. Vol. 5, № 11. P. 812–819.
311. Lynch M. The Origins of Genome Architecture. Sinauer Associates Inc., 2007. 24 p.
312. Lynch M. The origins of eukaryotic gene structure. *Molecular Biology and Evolution*. 2006. Vol. 23. P. 450–468.
313. Lynch M. The rate, molecular spectrum, and consequences of human mutation. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. 2010. Vol.107. P. 961–968.

314. Lynch M. Evolution of the mutation rate. *Trends Genet.* 2010. Vol. 26 (8). P. 345–352.
315. Lynch M. A genome-wide view of the spectrum of spontaneous mutations in yeast. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA.* 2008. Vol. 105. P. 9272–9277.
316. Liu L. X., Zhao L. S., Guo H. J. A salt tolerant mutant wheat cultivar 'H6756'. *Plant Mutation Reports.* 2007. Vol. 2, № 1. P. 50–51.
317. Liu L., Van Zanten L., Shu Q. Y. Officially Released Mutant Varieties in China. *Mutation Breeding Review.* 2004. № 14. P. 1–64.
318. Loveless A. Genetic and Allied Effects of Alkylating Agents. Butterworths, London, 1966. P. 270.
319. Luxiang L., Wang J. Effective use of physical/chemical mutagenesis crop hybrid breeding in China. *JAERI – Conf.* 2001. № 003. P. 39–44.
320. Mahar A. R., Hollington P. A., Virk D. S., Witcombe J. R. Selection for early heading and salt-tolerance in bread wheat. *Cereal Research Communications.* 2003. Vol. 31, №1–2. P. 81–88.
321. Maluszynski M., Szarejko I., Barriga P., Balcerzyk A. Heterosis in crop mutant crosses and production of high yielding lines using doubled haploid system. *Euphytica.* 2001. Vol. 120. P. 387–398.
322. Maluszynski K., Nichterlein K., Van Zanten L. Officially released mutant varieties – The FAO/IAEA database. *Mutation Breeding Review.* 2000. № 12. P. 1–84.
323. Maluszynski M. Major mutation-assisted plant breeding supported by FAO/IAEA. *Euphytica.* 2001. Vol. 119. P. 81–92.
324. Mangova M., Rachovska G. Technological characteristics of newly developed mutant common winter wheat lines. *Plant, Soil and Environ.* 2004. Vol. 50/2. P. 84–87.
325. Manual on mutation breeding. Third edition. Rome : IAEA, 2018. 301 p.
326. Matsumura S. Relation between radiation effect and dose rates of X and gamma rays in cereals. *Japan. Journal Genetics Suppl.* 1965. 40. P. 1–11.

327. Martins A. F., Vieira E. A., Kopp M. M. Characterization of rice families for cold tolerance in the vegetative and reproductive phases. *Bragantia*. 2007. Vol. 66, № 2. P. 227–233.
328. Marriage T. N. Direct estimation of the mutation rate at dinucleotide microsatellite loci in *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae). *Heredity*. Vol. 103. 2009. P. 310–317.
329. Maxted N., Dulloo M.E., Ford-Lloyd B.V. Enhancing crop genepool use: capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement. Oxfordshire: CABI, 2003. 469 p.
330. McClintock B. The fusion of broken ends of chromosomes following nuclear fusion. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. 1942. Vol. 28. P. 458–463.
331. Mehmet A. S., Yildirim A. Determining some yield and quality characteristics of mutants induced from a durum wheat cultivar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2005. Vol. 29. P. 61–67.
332. Meins F. Heritable variation in plant cell culture. *Annual Review of Plant Biology*. 1983. Vol. 34. P. 327–346.
333. Methodologies for generating variability / M. Maluszynski, I. Szarejko, C. Bathia [et al.]. Plant Breeding and Farmer Participation. Part 4 : Mutation techniques / Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 2009. P. 159–194.
334. Miflin B. Crop improvement in the 21th century. *Journal of Experimental Botany*. 2000. Vol. 342, №51. P. 1–8.
335. Mitelman F. A breakpoint map of recurrent chromosomal rearrangements in human neoplasia. *Nature (Genetics)*. 1997. Vol. 15. P. 317–474.
336. Mohamad O., Mohd N., Alias I. Development of improve rice varieties through the use of induced mutations in Malaysia Myanmar. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, №1. P. 27–33.

337. Monarti A. M., Simeone M. C., Urbano M. Molecular characterization of new waxy mutants identified in bread and durum wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 2005. Vol. 110. P. 1481–1489.
338. Morita R., Kusaba M., Iida S. Molecular characterization of mutations induced by gamma irradiation in rice. *Genes Genet Systems*. 2009. Vol. 84 (5). P. 361–370.
339. Moshou C., Bravo S., Wahlen D. Simultaneous identification of plant stresses and diseases in arable crops using proximal optical sensing and self-organising maps. *Precision Agriculture*. 2006. Vol. 7. P. 149–164.
340. Muangprom A. A., S. G. Thomas S. G., T. Sun T. Novel Dwarfing Mutation in a Green Revolution Gene from Brassica rapa. *Plant Physiology*. 2005. Vol. 137. P. 931–938.
341. Muller H. J. Artificial transmutation of the gene. *Science*. 1927. Vol. 66. P. 84–87.
342. Muralkey M., Jons M. Isolation and analysis of termotolerance mutant of wheat. *Journal of Experimental Botany*. 2000. Vol. 342, №51. P. 139–146.
343. Nass H. G., Reiser B. Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 1975. 55 (3). P. 673–678.
344. Natarajan A. T., Maric M. M. The time-intensity factor in dry seed irradiation. *Radiation Botany*. 1961. Vol. 1. P. 1–9.
345. Natarajan A. T. Chromosome aberrations : past, present and future. *Mutation Research*. 2002. Vol. 504. P. 3–16.
346. Natarajan A. T. 137 Cesium-induced chromosome aberrations analysed by fluorescence in situ hybridization : 8 years follow up of the Goiania radiation accident victims. *Mutation Research*. 1998. Vol. 400. P. 299–312.
347. Nazarenko M. Relationships between chromosomal aberrations frequency and initial material genotype after mutagen treatment. *Revue Ecologie-Environnement*. 2015. № 11. C. 40–43.
348. Nazarenko M. Rate and spectra of winter wheat mutations were inducted with chemical and physical mutagenesis. *Selection, seed production, technologies of*

cereals and other crops growing : progress and prospects : collection of scientific papers of Intern. scient.-pract. confer. April 25–26, 2016. (PSAEU, Kamianets-Podilskyi). Ternopil : Krok, 2016. P. 137–139.

349. Nazarenko M., Okselenko O. Chapter 1. Grows and development of winter wheat plants at first generation after mutagen action. *Innovations in technical and natural sciences : Monograph, Volume 2* / M. Nazarenko, O. Okselenko, N. Abayeva, V. Golovachyova, Y. Baidak, R. Muhamadeyeva; ed. by P. Busch; «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna, 2016. P. 3–15.

350. Nazarenko M. Specify of nitrosoalkylureas action on cell level in winter wheat. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. 2016. Vol. 24, № 2. P. 258–263.

351. Nazarenko M. Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2016. Vol. 59. P. 350–353.

352. Nazarenko M., Kharytonov M. Characterization of wheat mutagen depression after gamma-rays irradiated. *Agriculture and Forestry*. 2016. Vol. 62, №4. P. 267–276.

353. Nazarenko M. Parameters of winter wheat growing and development after mutagen action. *Bulletin of Transilvania University of Brasov – series II – Forestry, Wood Industry, Agricultural, Food Engineering*. 2016. Vol. 9 (58). № 2. P. 109–116.

354. Nazarenko M. Depression of winter wheat mutations caused by nitrothoalcylureas. *Current problems of biology and ecology* : Materials of Intern. Sci. and Practical Conf. (October, 3–7, 2016). Vinitsa : DRUK, 2016. P. 388–390.

355. Nazarenko N. N. Specific Features in the Negative Consequences of a Mutagenic Action. *Russian Journal of Genetics : Applied Research*. 2017. Vol. 7, №2. P. 195–196.

356. Nazarenko M. M., Izhboldin O. O. Chromosomal rearrangements caused by gamma-irradiation in winter wheat cells. *Biosystems Diversity*. 2017. Vol. 25, №1. P. 25–28.
357. Nazarenko M. Influence of nitrosoalkylureas on winter wheat plants at first generation after mutagen action. *Agriculture and Forestry*. 2017. Vol. 63, №1. P. 319–328.
358. Nageem K. A., Sivasumg M., Nagarajan S. Induced Pusa Dwarfing Genes in *Triticum turgidum* and their inheritance. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, №2. P. 17–20.
359. Nelson N. Photosystem II thermostability in situ: Environmentally induced acclimation and genotype-specific reactions in *Triticum aestivum*. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2011. Vol. 1807. 856–863
360. Neto A. T., Alves M. C., Camargo C. E. New wheat genotypes tolerant to aluminium toxicity obtained by mutation induction. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2001. Vol. 36, № 1. P. 61–70.
361. Nilan R. A., Konzak C. F., Wagner J. et al. Effectiveness and efficiency of radiations for inducing genetic and cytogenetic changes. *Supplay Radiation Botany*. 1965. Vol. 5. P. 71–89.
362. Ockey C. H. Chromatid aberrations induced by ethylene-imines. Erwin-Bauer-Gedaechtnis Vorlesungen I, Abh. Dt. Akad. Wiss. Berl. 1960. 1. P. 47–53.
363. Okamoto Y., Nguyen A. T., Yoshioka M. Identification of quantitative trait loci controlling grain size and shape in the D genome of synthetic hexaploid wheat lines. *Breed Science*. 2013. Vol. 63 (4). P. 423–429.
364. Okamura M., Yasuno N., Ohtsuka M. Wide variety of flower-color and -shape mutants regenerated from leaf cultures irradiated with ion beams. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*. 2003. № 206. P. 574–578.
365. de Oliveira C., Ferreira F., Neto T. Evaluation of wheat inbred lines originated from hybridization with and without gamma irradiation. *Bragantia*. 2005. Vol. 64, №1. P. 61–74.

366. de Oliveira C., Neto A., Filho A. W. Genetic control of aluminum tolerance in mutant lines of the wheat cultivar Anahuac. *Euphytica*. 2000. Vol. 114. P. 47–53.
367. de Oliveira F. M., Villas R. M., Castiglioni V. Mutation breeding in sunflower for disease resistance and oil content. *Improvement of new and traditional industrial crops by induced mutations and related Biotechnology*. Vienna : IAEA, 2003. P. 153–159.
368. Olivieri G. Adaptive response of human lymphocytes to low concentration of radioactive thymidine. *Science*. 1984. Vol. 223. P. 594–597.
369. Ossowski S. The rate and molecular spectrum of spontaneous mutations in *Arabidopsis thaliana*. *Science*. 2010. Vol. 327. P. 92–94.
370. Payne P. J., Lawrence G. J. Catalogue of alleles for the complex gene loci Glu-A1, Glu-B1, Glu-D1 which code for four high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. *Cereal Research Communications*. 1983. Vol. 11. P. 29–35.
371. Peng Z. S. A new mutation in wheat producing three pistils in a floret. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2003. Vol. 189. P. 270–272.
372. Piganeau G., Eyre-Walker A. Evidence for variation in the effective population size of animal mitochondrial DNA. *PLoS One*. 2009. Vol. 4. P. 4272–4277.
373. Rascio A., Russo M., Mazzucco L. Enhanced osmotolerance of a wheat mutant selected for potassium accumulation. *Plant Science*. 2001. Vol. 160. P. 441–448.
374. Rascio A., Russo M., Platani C. Mutants of durum wheat with alterations in tissue affinity for strongly bound water. *Plant Science*. 1999. Vol. 144, №1. P. 29–34.
375. Reinhard B. Mathematical properties of mutation-selection models. *Genetica*. 1998. Vol. 102/103. P. 279–298.
376. Rekha K., Langer A. Induction and assessment of morpho-biochemical mutants in *Artemisia pallens* Bess. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2007. Vol. 54. P. 437–443.

377. Rhos G., Naranjo M. A., Iglesias D. J. Characterization of hemizygous deletions in Citrus using and microsynteny comparisons with the poplar genome. *BMC Genomics*. 2008. Vol. 9. P. 381–389.
378. Roberts M. A., Reader S. M., Dalglish C. Induction and characterization of Ph1 Wheat mutants. *Genetics*. 1999. Vol. 153. P. 1909–1918.
379. Rojas-Barros P., de Haro A., Munoz J., Fernandez-Martinez J. M. Isolation of a Natural Mutant in Castor with High Oleic / Low Ricinoleic Acid Content in the Oil. *Crop Science*. 2004. Vol. 44, № 2. P. 76–80.
380. Rout G.R., Das A.B. Molecular stress physiology of plants. Springer India, 2013, 440 p.
381. Rutger J. N. Thirty years of induction, evaluation and integration of useful mutants in rice genetics and breeding. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, № 2. P. 4–13.
382. Samson L. A new pathway for DNA repair in Escherichia coli. *Nature*. 1977. Vol. 400. P. 281–283.
383. Sato U., Shirosava K. Mutant selection from progeny Gamma-rate-irradiated rice by DNA heteroduplex cleavage using Brassica petiole extract. *Breeding Science*. 2006. №56. P. 179–183.
384. Sasaki M. S. DNA damage response pathway in radioadaptive response. *Mutation Research*. 2002. Vol. 223. P. 294–297.
385. Sax K. The time factor in X-ray production of chromosome aberrations. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 1939. Vol. 25. P. 225–233.
386. Schneeberger K. Using next-generation sequencing to isolate mutant genes from forward genetic screens. *Nature Reviews Genetics*. 2014. Vol. 15. P. 662–676.
387. Schuppert G. F., Tang S., Slabaugh M. B. The sunflower high-oleic mutant Ol carries variable tandem repeats of FAD2-1, a seed-specific oleoyl-phosphatidyl choline desaturase. *Molecular Breeding*. 2006. Vol. 17. P. 241–256.
388. de Serres F. J., Ashby J. Evaluation of Short-Term Tests for Carcinogens. *Evaluation of Short-Term Tests for Carcinogens*. Elsevier, Amsterdam, 1981. P. 827.

389. Sharma S., Sharma N. Pattern of induced macromutations and micromutations with gamma-rays and nitroso-n-methylurea in lentil lens-culinaris. *Environmental and Experimental Botany*. 1984. Vol. 24, №4. P. 343–352.
390. Shewry P. R., Jones H. D. Transgenic wheat : where do you stand after the first 12 years? *Annals of Applied Biology*. 2005. Vol. 147, №4. P. 1–14.
391. Shilngh N. K., Balyan H. S. Induced Mutations in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) CV. ‘Kharchia 65’ for Reduced Plant Height and Improve Grain Quality Traits. *Advances in Biological Research*. 2009. Vol. 3. P. 215–221.
392. Shu Q. Y. Turning plant mutation breeding into a new era : molecular mutation breeding. *International Symposium on Induced Mutations in Plants*. 12–15 August 2008, Vienna, Austria. Vienna, 2008 – IAEA-CN-167-413. P. 188.
393. Shu Q. Y., Forster B. P., Nakagava H. Plant Mutation breeding and Biotechnology. CABI publishing. Vienna, Austria, 2011. 840 p.
394. Simmonds J., Scott P., Leverington-Waite M., Turner A. S. et al. Identification and independent validation of a stable yield and thousand grain weight QTL on chromosome 6A of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Plant Biology*. 2014. Vol. 14 (1). P. 191–199.
395. Singh S. S., Sharma J. B., Chang N., Sharma D. N. Breaking yield Barriers in wheat – new plant type designed. *Wheat Information Service*. 2001. №93. P. 22–26.
396. Smith P. H., Howie J. A., Warland A. J. Mutations in Wheat Exhibiting Growth-Stage-Specific Resistance in Biotrophic Fungal Pathogens. *MPMI*. 2004. Vol. 17, №11. P. 1242–1249.
397. Smith D. R., Quinlan A. R., Peckham H. E. et al. Rapid whole-genome mutational profiling using next-generation sequencing technologies. *Genome Research*. 2008. Vol. 18. P. 1638–1642.
398. Soc L., Dong S. Selection and characterization of radiation-induced soil-tolerant mutant of rice. *Breeding Science*. 2003. Vol. 53. P. 313–318.

399. Soeranto H., Manurung S., Masziral I. The use of Physical/chemical mutagens for crop improvements in Indonesia. *JAERI Conf.* 2001. №003. P. 90–101.
400. Solanki I. S., Sharma B. Significance and effectiveness of classifying the M1 material based on mutagenic damage for inducing macro- and micromutations in lentil. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding.* 2000. Vol. 60, №3. P. 321–335.
401. Solanki I. S., Sharma B. Early generation selection of polygenic mutations in lentil. *Journal of Genetics and Breeding.* 2001. Vol. 61, №4. P. 330–334.
402. Spano G., Fonzo N., Perrota C. Physiological characterization of “stay green” mutants in durum wheat. *Journal of Experimental Botany.* 2003. Vol. 54, №386. P. 1415–1420.
403. Sparrow A. H., Singleton W. R. The use of radiocobalt as a source of gamma rays and some effects of chronic irradiation on growing plants. *The American Naturalist.* 1953. Vol. 87. P. 29–48.
404. Stadler L. J. Mutations in barley induced by X-rays and radium. *Science.* 1928. Vol. 68. P. 186–187.
405. Stadler L. J. Genetic effects of X rays in maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA.* 1928. Vol. 14. P. 69–75.
406. Stamo I., Ylli A., Dodbiba A. Induced Mutations for Improving Production on Bread and Durum Wheat. *Proceedings of Sixth International Conf. of the Balkan Physical Union.* 2007. P. 747.
407. Srivastava H. K., Satpute G. K. Induction of mutations for enhanced essential oil in Palmarosa (*Cymbopogon martini*). *Journal of Essential Oil Research.* 2000. Vol. 10, №3. P. 287–295.
408. Srivastava H. K., Misra A., Satpute G. K. Chemical induced vigour for heterotic effects on yield and quality of essential oil in Palmarosa (*Cymbopogon martinii* Wats). *Journal of Sustainable Agriculture.* 2001. Vol. 17, №2–3. P. 5–15.

409. Sun X. Y., Wu K., Zhao Y. et al. QTL analysis of kernel shape and weight using recombinant inbred lines in wheat. *Euphytica*. 2009. Vol. 165 (3). P. 469–486.
410. Svec M. Induction of macromutations in hexaploid triticale after a treatment by chemical mutagens. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Cominianaе*. 1988. Vol. 19. P. 19–26.
411. Sveg M., Gregova E., Miclovicova E. Changes in expression of HMW glutenins of wheat induced by nitrosoethylurea. *Plant Breeding*. 1999. №118. P. 243–246.
412. Swaminathan M. S., Rao M. V. Frequency of mutation induced by Radiations in Hexaploid species of Triticum. *Science*. 1960. Vol. 132, №3442. P. 1842.
413. Szarejko I., Forster B. P. Doubled haploidy and induced mutation. *Euphytica*. 2007. Vol. 158. P. 359–370.
414. Tah P. R. Induced macromutation in Mungbean [*Vigna radiate* L.] Wilczek. *International Journal of Botany*. 2006. Vol. 2, № 3. P. 219–228.
415. Takagi Y. The second type of gamma-ray sensitive gene RS2 in soybean *Glycine max* (L.) Merrill. *Gamma Field Symposia*. 1969. Vol. 8. P. 83–94.
416. Tates A. D. Biological and chemical monitoring of occupational exposure to ethylene oxide. *Mutation Research*. 1991. Vol. 250. P. 483–497.
417. Thakur H. L., Sethi G. S. Characterization and segregation pattern of some macromutations induced in black gram. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 1994. Vol. 53, № 2. P. 168–173.
418. The IAEA/FAO mutant variety genetic stock database [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mvgs.iaea.org> (дата звернення: 21.10.2018)
419. Tomlekova N. B. Induced Mutagenesis for Crop Improvement in Bulgaria. *Plant Mutation Reports*. 2010. Vol. 2, №2. P. 4–27.
420. Tomlekova N. B., Kozgar M. I., Wani M. R. Development of improved varieties of native grains through radiation-induced mutagenesis. *Mutagenesis* :

exploring novel genes and pathways. Wageningen Academic Publishers, 2014. P. 105–124.

421. Tsvetova M. I., Elkonin L. A. Cytological investigation of male sterility in sorghum caused by a dominant mutation (Mstc) derived from tissue culture. *Sexual Plant Reproduction*. 2003. Vol. 16. P. 43–49.

422. Uauy C., Paraiso F., Colasuonno P [et al.]. A modified TILLING approach to detect induced mutations in tetraploid and hexaploid wheat [Электронный ресурс]. Режим доступа: BMC Plant Biology, 9:115 doi:10.1471-2229-9-115, 2009.

423. Ukai Y. Effectiveness and efficiency of mutagenic treatments. *Gamma Field Symposia*. 2006. Vol. 45. P. 1–4.

424. Ukai Y. Development of various irradiation techniques for frequency enhancement of radiation breeding. *Gamma Field Symposia*. 1986. Vol. 25. P. 55–70.

425. Upelniek V. P., Novoselskaya A. Yu., Sutka J. Genetic variation at storage protein-coding loci of common wheat induced by nitrosoethylurea and by the cultivation immature embryos in vitro. *Theoretical and Applied Genetics*. 1996. Vol. 90. P. 372–379.

426. Vasil V., Castillo A. M., Fromm M. E., Vasil I. K. Herbicide resistant fertile transgenic wheat plants obtained by microprojectile bombardment of regenerable embryonic callus. *Biotechnology*. 1992. Vol. 10. P. 667–674.

427. Veesar N. F., Channa A. N., Rind M. J. Influence of water stress imposed at different stages on growth and yield attributes in bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Wheat Information Service*. 2007. Vol. 104. P. 15–19.

428. Verhoevena T., Fahya B., Leggett M. Isolation and characterisation of novel starch mutants of oats. *Journal of Cereal Science*. 2004. Vol. 40. P. 69–79.

429. Vigouroux Y., Jaqueth J. S., Matsuoka Y. et al. Rate and pattern of mutation at microsatellite loci in maize. *Molecular Biology and Evolution*. 2002. Vol. 19 (8). P. 1251–1260.

430. Vogel E., Natarajan A. T. The relation between reaction kinetics and mutagenic action of monofunctional alkylating agents in higher eukaryotic systems : interspecies comparisons. *Chemical Mutagens*. 1982. Vol. 7. P. 295–336.
431. Vrana J., Kubalaková M., Simková H. Flow sorting of mitotic chromosomes in common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetics*. 2000. Vol. 156 (4). P. 2033–2041.
432. de Vries H. The mutation theory : experiments and observations on the origin of species in the vegetable kingdom / (Tr. by J. B. Farmer and A. D. Darbishire). Darbishire, A. D. – Farmer, J. B. Publication info : Chicago, Open Court Pub. Co, 1909. 10. 626 p.
433. de Vries H. Die Mutationstheorie I. Leipzig : Veit & Co, 1901. 211 p.
434. de Vries H. Die Mutationstheorie II. Leipzig : Veit & Co, 1903. 211 p.
435. de Vries H. Species and varieties: their origin by mutation. Chicago : The open court publishing company, 1905. 140 p.
436. Wang W., Scali M., Vignani R. Male-sterile mutation alters Zea m 1 (b-expansin 1) accumulation in a maize mutant. *Sexual Plant Reproduction*. 2004. Vol. 17. P. 41–47.
437. Wang T. L., Uauy C., Robson F., Till B. TILLING in extremis. *Plant Biotechnol Journal*. 2012. Vol. 10 (7). P. 761–772.
438. Waugh R. Harvesting the potential of induced biological diversity. *Trends in Plant Science*. 2006. Vol. 11, №2. P. 71–79.
439. Weisfeld L. I. About cytogenetic mechanism of chemical mutagenesis. Ecological consequences of increasing crop productivity. Plant breeding and biotic diversity. Toronto – New Jersey : Apple Academic Press, 2015. P. 249–269.
440. Wu D., Shen S. A novel thermo/photoperiod-sensitive genic male-sterile rise mutant with green-revertible albino leaf color marker induced by gamma irradiation. *Field Crops Research*. 2003. Vol. 18. P. 141–147.
441. Xu X., Peng M. F. The direction of microsatellite mutations is dependent upon allele length. *Molecular Biology and Evolution*. 2000. Vol. 24 (4). P. 396–399.

442. Yanev A. A. Mutant Durum wheat varieties developed in Bulgaria. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, №2. P. 23–24.
443. Yang H., Irudayaraj J., Paradkar M. Discriminant analysis of edible oils and fats by FTIR, FT-NIR and FT-Raman spectroscopy. *Food Chemistry*. 2005. Vol. 93. P. 25–32.
444. Yamaguchi H., Morishita T., Degi K. Effect of Carbon-ion Beams irradiation on mutation induction in Rice. *Plant Mutation Reports*. 2006. Vol. 1, №1. P. 25–27.
445. Yilmaz A., Erkan B. The Effects of Cobalt-60 Applications on Yield and Yield Components of Cotton (*Gossipium barbadense* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2006. Vol. 9, №15. P. 2761–2769.
446. Zhao X. L., Xia X. A., He Z. S. Novel DNA variations to characterize low molecular weight glutenin *Glu-D3* genes and develop STS markers in common wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 2007. Vol. 114. P. 451–460.
447. Zhou X., Shen S., Wu D. Introduction of a xantha mutation for testing and increasing varietal purity in hybrid rice. *Field Crops Research*. 2006. Vol. 96. P. 71–79.
448. Zhu Y. F., Li Y. W., Chen Y. Generation and characterization of high molecular weight glutenin 1Bx14-deficient mutant in common wheat. *Plant Breeding*. 2005. Vol. 124. P. 421–427.