

4. Spielman D. How Innovative is Your Agriculture? Using Innovation Indicators and Benchmarks to Strengthen National Agricultural Innovation System [Електронний ресурс] / D. Spielman, R. Birner. – Washington, DC : The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, 2008. – 47 p. – Режим доступу: <http://www.share4dev.net/ffsnet/documents/4222.pdf>.
5. Інтенсифікація як рушійний фактор подолання економічної кризи в зерно-виробництві / Ю. М. Пащенко, М. С. Шевченко, Є. М. Лебідь [та ін.] // Посібник українського хлібороба. – 2010. – Вип. № 2. – С. 76–81.
6. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / [В. І. Бойко, Є. М. Лебідь, В. С. Рибка та ін.] ; за ред. В. І. Бойка. – К. : ННЦ "ІАЕ НААНУ", 2008. – 400 с.
7. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві : теорія, методологія, практика : у 2 т. // Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур / [за ред. : Саблука П. Т. та ін.]. – К. : ННЦ "Інститут аграрної економіки" УААН, 2008. – Т. 1. – 698 с.
8. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві : теорія, методологія, практика : у 2 т. // Нормативна собівартість та ціни на сільськогосподарську продукцію / [за ред. : Саблука П. Т., Мельника Ю. Ф., Зубця М. В., Месель-Веселяка В. Я.]. – К. : ННЦ "Інститут аграрної економіки" УААН, 2008. – Т. 2. – 650 с.
9. Поелементні нормативи затрат на виконання технологічних операцій при вирощуванні та збиранні зернових культур в зоні Степу України і методичні рекомендації по їх розробці та застосуванню : нормативне наук.-практ. видання / [В. С. Рибка, А. В. Черенков, М. С. Шевченко та ін.]. – Дніпропетровськ : Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2012. – 172 с.

УДК 633.11:575.24:631.528

МУТАГЕННА ДЕПРЕСІЯ ПІД ДІЄЮ НІТРОЗОАЛКІЛЬНИХ АГЕНТІВ НА ПРИКЛАДІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Назаренко М.М. – к.б.н., Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Досліджено особливості впливу мутагенної депресії на ріст та розвиток рослин пшениці м'якої озимої у першому поколінні при дії нітрузоалкільних мутагенів. Досліджена такі показники як схожість, виживання, фертильність ґилку, окремі параметри структури врожайності. Зроблено висновки щодо специфічності та ступеню прояву мутагенної депресії в залежності від дози мутагену та генотипу.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, нітрузоалкільсечовини, мутагенна депресія, схожість, виживання, структура врожайності.

Назаренко Н.Н. Мутагенная депрессия под действием нитрузоалкільных агентов на примере пшеницы озимой

Исследованы особенности проявления мутагенной депрессии на росте и развитии растений пшеницы мягкой озимой в первом поколении при действии нитрузоалкільных

мутагенів. Исследованы такие показатели как схожесть, выживание, фертильность пыльцы, отдельные параметры структуры выживания. Сделаны выводы в отношении специфичности и степени проявления мутагенной депрессии в зависимости от дозы мутагена и генотипа.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, нитрозоалкилмочевины, мутагенная депрессия, всхожесть, выживание, структура урожайности.

Nazarenko M. Mutagen depression under nitrosoalkyl agent's action on the winter wheat example

Mutagen depression on grown and development of winter wheat plants in first generation by nitrosoalkyluraes mutagens treated has been investigated. Such parameters as germination, survival, pollen fertility, some parameters of yield structure have been developed. Concern to specificity and degree of mutagenic depression exhibition depending on the mutagen dose and genotype were done some conclusions.

Key words: winter wheat, nitrosoalkyluraes, mutagen depression, germination, survival, yields structure.

Постановка проблеми. Відкриття хімічних агентів дозволило для програм з мутаційної селекції не лише значно підвищити спектр корисних мутацій, але й суттєво зменшити негативні наслідки мутагенної дії. Завдяки хімічним супермутагенам можливо отримати в декілька десятків раз більше мутацій при тому ж рівні виживання рослин [1, 2].

Але явище депресії в M_1 і при використанні хімічних агентів визначає кількість отриманого матеріалу для вивчення змін в наступних поколіннях. Депресія також ідентифікує дію мутагену, пов'язана з частотою та спектром мутацій в наступних поколіннях [3 – 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При обробці насіння пшениці мутагени впливають в першу чергу на ті ознаки, які починають формуватися в момент обробки. Особливо це проявляється на показниках схожості та виживання, росту та розвитку, елементах структури продуктивності рослин M_1 . В залежності від дози, мутагени можуть виявляти депресивну або стимулюючу дію на процеси росту та розвитку у рослин M_1 . У більшості випадків мутагени проявляють депресивну дію на ці показники, особливо при високих концентраціях [7–9].

Мутагенна дія в M_1 проявляється перш за все в пониженні життєздатності, фертильності, різних морфологічних та фізіологічних ушкодженнях. Як правило фізіологічні пошкодження викликають загибель рослини і фактично визначають практичні обмеження величини доз мутагенів. Вплив дози мутагену визначається за життєздатністю рослин M_1 в польових умовах. Відбір химерних форм M_1 суттєво збільшує в M_2 частоту мутацій [7–9].

Є дані про результативність добору на ранньостиглість, що почався з M_1 [10]. Але при проведенні наших досліджень це положення не підтвердилось.

Існують дві методики класифікації дослідного матеріалу в M_1 – перша поділяє дослідний матеріал на чотири групи – високе виживання рослин і висока фертильність, високе виживання і низька фертильність, погане виживання і низька стерильність, погане виживання і висока стерильність [11, 12]; друга на три типи за стерильністю та розміром пилку – тип 1 (виявляє тільки стерильність пилку), тип 2 (варіативність тільки за розміром пилку), тип 3 (проявляє як стерильність пилку, так і варіативність його розмірів) (класифікація використовувалась для визначення ефективності мутагенних чинників в індукуванні

макро- та мікромутацій) [7]. У наших дослідах матеріал класифіковано за виживанням за дозами [9, 11].

Проблема зняття депресивних наслідків дії мутагенів при збереженні мутабельності організму на тому ж рівні є досить актуальною [9], до того ж деякі дослідники вважають, що нема прямої залежності між депресією рослин в M_1 та мутаційною мінливістю в наступних поколіннях [10]. Є два напрямки досліджень: пошук нових мутагенів (лазер, опромінення іонами азоту вуглецю, використання умов космічного простору), що викликають той самий рівень мінливості при суттєво нижчому рівні депресії [11], або використання сенситивізуючих речовин, що знижують шкідливу дію мутагенів [12, 13]. Але при використанні таких речовин досить часто наслідком є небажане зниження частоти мутацій.

Постановка завдання. Вивчення впливу мутагенних чинників в M_1 є надзвичайно необхідним. По-перше, для ідентифікації факту мутагенної дії, по-друге, для класифікації доз, по-третє, саме в першому поколінні закладаються основні спрямування для мутаційних процесів, які будуть проявлятися в наступних поколіннях. Тобто частоту та спектр мутацій в наступних поколіннях можна прогнозувати за досліджуваними в M_1 ефектами [8, 14].

Матеріал і методика досліджень. В якості матеріалу для дослідження були використані наступні сорти - Фаворитка, Ласуня, Хуртовина – створені за допомогою дії гамма-променів, лінія 418, Колос Миронівщини – методом гібридизації, Сонечко (НДМС 0,005%) і Калинова (ДАБ 0,1 %) – дією хімічних мутагенів, Волошково – термомутагенез. Концентрації НЕС – 0,01 % та 0,025 %, НМС – 0,0125 % та 0,025 %.

Досліди проводились протягом 2011 – 2014 рр. в умовах НДЦ ДДАЕУ та МП ім. В.М. Ремесло НААН України.

Математичну обробку одержаних результатів проводили за методикою дисперсійного аналізу, достовірність різниці між середніми дослідних варіантів і контролем оцінювали за критерієм Ст'юдента. Достовірність різниці між одержаними середніми дослідних варіантів і контролем оцінювали за критерієм Ст'юдента [15].

Виклад основного матеріалу дослідження. Дані щодо росту та розвитку рослин в M_1 представлені в табл.1. Норма висіву в усіх варіантів була однаковою. Можна побачити, що падіння схожості та виживання коригувало в більшості випадків з підвищенням концентрації мутагену, але іноді ця залежність порушувалась, зокрема у сорту Хуртовина при дії НЕС 0,01% схожість та виживання були навіть вищими ніж у контролі. У інших сортів спостерігається пряма залежність між підвищенням концентрації та зниженням схожості та виживання. У той час як у показника «фертильність пилку» кореляція між концентрацією мутагену та зниженням фертильності на рівні -0,9. Також треба відзначити, що за останнім показником – найбільше постраждав сорт Сонечко, що був отриманий при використанні нітрузоалкільного мутагену (НДМС).

В табл. 2 бачимо показники структури врожайності та як вони змінювались за проявом мутагенної депресії в залежності від дози. Як можна помітити, на відміну від дії гама-променів спостерігався стимулюючий ефект при дії НЕС у концентрації 0,01 %. Спостерігався він у сортів Сонечко та Калинова, що були отримані при використанні хімічного мутагенезу, за показником висота

рослин. За інформативністю по варіюванню можна виділити такі показники як висота рослини, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Менш інформативні показники кількість зерна з головного колосу, вага зерна з рослини. Слід зауважити, що при використанні цих хімічних мутагенів ці показники менш варіативні та інформативні, ніж фізичних.

Таблиця 1 - Основні показники росту та розвитку M₁ рослин

Варіант	Схожість, шт.	Схожість, %	При відновлені вегетації, шт.	При відновлені вегетації, %.	Фертильність пилку, %
Колос Миронівщини, вода	980	98±0,57	910	91±0,93	93,1
Колос Миронівщини, НМС 0,0125%	796	80±1,05	783	78±1,01	89,1
Колос Миронівщини, НМС 0,025%	660	66±1,01	652	65±0,87	85,2
Колос Миронівщини, НЕС 0,01 %	811	81±0,94	811	81±0,94	90,2
Колос Миронівщини, НЕС 0,025 %	742	74±0,70	731	73±0,67	88,4
Калинова, вода	940	94±0,94	880	88±0,98	95,0
Калинова, НМС 0,0125%	744	74±0,61	735	73±0,56	84,3
Калинова, НМС 0,025%	689	69±0,49	681	68±0,48	72,3
Калинова, НЕС 0,01 %	822	82±0,92	822	82±0,92	88,0
Калинова, НЕС 0,025 %	763	76±0,80	760	76±0,78	84,2
Волошкова, вода	920	92±0,57	920	87±0,93	89,7
Волошкова, НМС 0,0125%	784	78±0,90	782	78±0,81	87,6
Волошкова, НМС 0,025%	688	69±0,70	673	67±0,69	84,3
Волошкова, НЕС 0,01 %	899	90±0,81	877	88±0,74	88,9
Волошкова, НЕС 0,025 %	823	82±0,78	803	80±0,68	87,0
Сонечко, вода	940	94±0,94	893	89±0,98	96,7
Сонечко, НМС 0,0125%	793	79±1,02	780	78±0,82	79,8
Сонечко, НМС 0,025%	689	69±1,04	672	67±0,94	64,2
Сонечко, НЕС 0,01 %	874	87±1,10	868	87±1,0	84,6
Сонечко, НЕС 0,025 %	790	79±1,40	781	78±1,25	80,1
Фаворитка, вода	980	98±0,57	910	91±0,93	95,7
Фаворитка, НМС 0,0125%	792	79±0,93	783	78±0,87	90,1
Фаворитка, НМС 0,025%	700	70±1,30	692	69±1,0	85,4
Фаворитка, НЕС 0,01 %	880	88±0,82	873	87±0,74	93,0
Фаворитка, НЕС 0,025 %	821	82±1,04	804	80±0,98	90,6
Хуртовина, вода	920	92±0,94	840	84±0,98	98,6
Хуртовина, НМС 0,0125%	783	78±1,01	769	77±0,93	88,5
Хуртовина, НМС 0,025%	684	68±0,76	682	68±0,74	84,4
Хуртовина, НЕС 0,01 %	859	86±0,90	851	85±0,36	95,4
Хуртовина, НЕС 0,025 %	814	81±1,02	793	79±0,99	88,7
Ласуня, вода	980	98±0,57	940	94±0,93	96,8
Ласуня, НМС 0,0125%	762	76±1,20	752	75±1,0	89,2
Ласуня, НМС 0,025%	643	64±1,50	631	63±1,1	86,6
Ласуня, НЕС 0,01 %	878	88±1,10	852	85±0,88	93,2
Ласуня, НЕС 0,025 %	811	81±1,30	791	79±1,1	90,8
Лінія 418, вода	930	93±0,94	918	92±0,98	93,0
Лінія 418, НМС 0,0125%	822	82±1,40	800	80±1,2	89,6
Лінія 418, НМС 0,025%	729	73±0,81	690	69±0,34	85,4
Лінія 418, НЕС 0,01 %	880	88±1,12	853	85±1,02	90,1
Лінія 418, НЕС 0,025 %	783	78±1,50	779	78±1,04	88,3

Таблиця 2. Основні показники структури врожайності М₁ сортів

Варіант	Висота, см	Зерна з головного колосу, шт	Вага зерна з головного колосу, гр.	Вага зерна з рослини, гр.	МТЗ, гр.
Колос Миронівщини, вода	88,1±2,4	28,0±2,0	2,0±0,2	4,7±1,0	43,7±0,9
Колос Миронівщини, НМС 0,0125%	81,2±1,1*	20,0±2,2*	1,6±0,3	4,5±1,0	38,1±1,0*
Колос Миронівщини, НМС 0,025%	76,3±1,1*	16,0±2,1*	1,2±0,1*	3,5±0,8*	35,1±1,1*
Колос Миронівщини, НЕС 0,01 %	84,7±1,5*	22,0±2,2*	1,7±0,2*	4,0±0,5*	40,0±0,5*
Колос Миронівщини, НЕС 0,025 %	80,2±1,1*	21,0±2,3*	1,5±0,2*	3,8±0,6*	37,0±0,4*
Калинова, вода	88,3±2,1	22,0±2,6	1,9±0,1	3,7±0,7	43,7±0,9
Калинова, НМС 0,0125%	83,2±1,1*	22,0±3,2	1,7±0,2*	3,5±0,7	43,2±0,8
Калинова, НМС 0,025%	82,0±1,1*	24,0±4,5	1,5±0,1*	3,5±0,7	41,1±1,1*
Калинова, НЕС 0,01 %	91,3±1,2*	24,0±2,1	2,2±0,1*	3,4±0,8	42,0±1,1*
Калинова, НЕС 0,025 %	88,2±1,2	25,0±1,6*	2,3±0,2*	3,3±0,8	41,2±0,8*
Волошкова, вода	89,6±1,2	26,0±1,7	1,2±0,3	3,7±1,1	49,5±0,4
Волошкова, НМС 0,0125%	78,1±1,3*	17,0±3,3*	0,9±0,2	2,9±0,6	40,1±1,0*
Волошкова, НМС 0,025%	72,3±1,1*	15,0±3,2*	0,7±0,2*	3,0±0,6	36,0±0,6*
Волошкова, НЕС 0,01 %	80,3±1,3*	21,0±4,1*	1,0±0,2*	3,0±0,4*	44,2±0,7*
Волошкова, НЕС 0,025 %	77,2±1,8*	19,0±2,3*	0,9±0,2*	2,9±0,5*	40,1±0,5*
Сонечко, вода	89,9±1,4	28,0±1,2	1,2±0,3	4,4±0,3	43,4±0,6
Сонечко, НМС 0,0125%	85,1±1,2*	26,0±1,1*	1,3±0,3	3,7±0,3	41,5±1,0*
Сонечко, НМС 0,025%	84,0±0,8*	24,0±1,2*	1,0±0,1*	3,5±0,4*	39,9±0,9*
Сонечко, НЕС 0,01 %	91,9±2,2*	26,0±1,2*	1,0±0,1*	3,9±0,7*	42,2±0,5*
Сонечко, НЕС 0,025 %	88,1±3,4	26,0±1,2*	1,0±0,1*	3,8±0,4*	40,1±0,4*
Фаворитка, вода	84,7±0,9	22,0±1,9	1,1±0,2	3,9±0,7	43,4±0,9
Фаворитка, НМС 0,0125%	80,3±1,0*	15,0±2,0	0,7±0,2*	2,5±0,7*	36,9±1,1*
Фаворитка, НМС 0,025%	76,2±0,7*	13,0±3,2	0,4±0,2*	2,0±0,3*	33,1±1,2*
Фаворитка, НЕС 0,01 %	82,3±1,1*	20,0±1,0*	0,9±0,2*	3,0±0,8*	40,4±1,4*
Фаворитка, НЕС 0,025 %	79,6±1,1*	18,0±1,9*	0,8±0,1*	2,7±0,9*	38,2±0,9*
Хуртовина, вода	86,0±0,8	25,0±1,9	1,1±0,2	4,2±0,3	44,1±0,6
Хуртовина, НМС 0,0125%	79,1±1,4	20,0±1,4*	0,6±0,1*	2,4±0,9*	40,0±0,7*
Хуртовина, НМС 0,025%	72,9±1,1*	15,0±1,1*	0,4±0,2*	2,1±1,0*	33,9±1,3*
Хуртовина, НЕС 0,01 %	84,4±1,0*	20,0±1,1*	0,9±0,1*	3,1±1,1*	42,4±1,0*
Хуртовина, НЕС 0,025 %	80,5±2,1*	18,0±1,0*	0,9±0,3*	3,1±0,5*	41,2±1,0*
Ласуня, вода	78,6±0,9	29,0±2,2	1,2±0,2	4,5±0,9	45,1±0,7
Ласуня, НМС 0,0125%	74,1±1,3	24,0±1,2*	0,8±0,1*	3,7±1,1	38,6±0,5*
Ласуня, НМС 0,025%	73,0±1,1*	20,0±1,2*	0,6±0,2*	2,9±0,9*	36,1±0,5*
Ласуня, НЕС 0,01 %	76,0±1,0*	20,0±3,2*	1,0±0,1*	3,6±0,6*	42,3±0,9*
Ласуня, НЕС 0,025 %	75,2±2,4*	17,0±3,4*	0,9±0,2*	3,3±0,8*	40,8±0,9*
Лінія 418, вода	78,3±2,1	20,0±2,6	1,8±0,1	3,4±0,7	40,7±0,9
Лінія 418, НМС 0,0125%	70,2±1,3*	16,0±1,2*	1,0±0,2*	3,0±0,7	35,2±0,8*
Лінія 418, НМС 0,025%	67,0±1,3*	14,0±4,5*	0,8±0,1*	2,6±0,6*	30,1±1,0*
Лінія 418, НЕС 0,01 %	77,3±1,0*	19,0±2,1	1,4±0,1*	3,2±0,8	38,6±1,0*
Лінія 418, НЕС 0,025 %	74,2±1,0*	18,0±1,6*	1,2±0,2*	2,7±1,1*	36,7±0,9*

* -- різниця з контролем статистично достовірна при t_{0,05}

Показник висота рослин корелює з показником концентрація $-0,82$, тобто висока зворотна кореляція. Він досить чітко варіює, зменшуючись при зростанні концентрації, але ця закономірність досить часто порушується при дії НЕС. Ми спостерігаємо сортову специфіку при депресії цієї ознаки у сортів Сонечко та Калинова – там навіть проявляється стимулюючий ефект.

Показник вага зерна з головного колосу - більш інформативний, але й там іноді окремі концентрації не відрізняються одне від одного. Спостерігається та ж сама картина із сортовою специфікою, що й в попередньому випадку у сорту Калинова. Коефіцієнт кореляції $-0,80$.

Показник маса тисячі зерен найкращий за інформативністю, депресії за кожною окремою концентрацією можна виявити навіть в більш чіткій мірі, ніж у попереднього показника, але в цьому випадку у сорту Калинова одна з концентрацій, а саме НМС $0,0125\%$, не викликала депресії. Коефіцієнт кореляції $-0,89$.

За результатами аналізу по фактору генотип сорту на 5% рівні значимості він вплинув на показники – висота рослин, вага зерна з колосу, маса тисячі зерен.

За результатами двофакторного аналізу доведено, що з 5% рівнем значимості мав місце вплив факторів концентрація та природа мутагену на ознаки структури M_1 сортів – висота рослин, вага зерна з колосу, маса тисячі зерен.

Таким чином на мутабільність сорту генотип впливає більше, ніж природа та концентрація мутагену, показник висота рослини чітко демонструє мутагенну депресію [9]. Як показники мутагенної дії варто використовувати висоту рослин, масу зерна з колосу, масу тисячі зерен.

Висновки. Сортова специфіка при генотип-мутагенній взаємодії проявилась у вигляді суттєво більшого зниження фертильності у сорту Сонечко (при дії НДМС), стимуляції за показником висота рослини у сортів Сонечко та Калинова, стимуляції у сорту Калинова за показником ваги зерна з головного колосу та відсутності депресії у сорту Калинова за показником маса тисячі зерен при дії НМС $0,0125\%$.

Найбільш інформативними показниками щодо мутагенної депресії у M_1 поколінні рослин сортів пшениці озимої м'якої були показники схожості та виживання рослин, фертильності пилку, такі показники структури врожайності як висота рослин, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Усі ці показники з високим рівнем мали зв'язок з показником концентрація мутагену.

Сорти, що були створені при використанні хімічних мутагенів проявили свою специфіку у мутагенній депресії за показником фертильності пилку та за стимулюючим ефектом, або відсутності депресії за окремими показниками структури врожайності.

Факторний аналіз показав, що перш за все на формування показників структури врожайності впливав фактор генотип вихідного сорту мутагену, потім концентрація і природа мутагену.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Валодзін У.Г. Мутагенез і генетична нестабільність у сільськогосподарських рослинах. У.Г. Валодзін : Известия Академии Наук Беларуси. Сер.: биол. науки. – 1996. – № 1. – С. 25 – 29.

2. Серебряный А.М. К механизму антимуtagenеза у растений. А.М. Серебряный, Н.Н. Зоз, И.С. Морозова : Генетика – 2005. – 41, № 5. – с. 676 – 679.
 3. Назаренко М.М. Вживаність і структура врожайності як показники мутагенної депресії у першому поколінні мутантів сортів озимої пшениці. М.М. Назаренко : Физиол. и биохим. культ. раст. – 2007. – №5, 39 – С. 438–446.
 4. Назаренко Н.Н. Особливості мутагенної депресії при дії гама-променів на прикладі пшениці м'якої озимої. Н. Н. Назаренко : Таврійський науковий вісник. – 2015. – № 2. – С. 56–62.
 5. Huaili Q. Biological effect of the seeds of *Arabidopsis thaliana* irradiated by MeV protons. Q. Huaili, X. Lanming, H. Fei : Radiation Effects & Defects in Solids. – 2005. – 160. – P. 131 – 136.
 6. Li-jun W. A comparative study on mutagenic effects of Space Flight and Irradiation of γ -rays on rice. W. Li-jun, X. Jiang-long, W. Jun-min : Agricultural Sciences in China. – 2006. –11. – P. 812 –819.
 7. Solanki I.S. Significance and effectiveness of classifying the M_1 material based on mutagenic damage for inducing macro- and micromutations in lentil. I.S. Solanki, B. Sharma : Indian J. of Genetics and Plant Breeding. – 2000. – №3. – P. 305 – 320.
 8. Subudhi P.K. Use of pollen traits for early detection of induced micromutations in wheat. P.K. Subudhi, B.K. Mohapatra, S.K. Sinha : Indian Journal of Genetics and Plant Breeding – 1992. – № 1. – P.107 – 111.
 9. Yilmaz A. The Effects of Cobalt-60 Applications on Yield and Yield Components of Cotton (*Gossipium barbadense* L.). A. Yilmaz, B. Erkan : Pakistan J. of Biol. Sci. – 2006. – № 15 – P. 2761 – 2769
 10. Al-Saeal Y.A. Indused mutation of Saudi Arabian local variety of bred wheat 1. Yield and yield components. Y.A . Al-Saeal : Cer. Res. Com. – 1992. – 55. – С. 20 – 24.
 11. Гераськин А. С. Влияние раздельного радиоактивного и химического загрязнения на выход цитогенетических нарушений в интеркалярной меристеме ярового ячменя. А. С. Гераськин, В.Г. Дикарев, Н.С. Дикарева : Радиационная биология. Радиоэкология – 2002. – 42, № 4 – с. 364 – 368.
 12. Гудков І.М. Вплив мікроелементів та їх комплексонатів на продуктивність рослин і зниження накопичення радіонуклідів. В.В. Груша, І.М. Гудков : Физиология и биохимия культур. растений. – 2007. – 39, N 5. – С. 432-437.
 13. Егоров Е.В. Аналогия биологического действия сверхмалых химических и физических доз. Е.В. Егоров : Радиационная биология. Радиоэкология – 2003. – 43, № 3. - с. 261 – 264.
 14. Manual on mutation breeding. – IAEA, Vienna, 1977. – P.87 – 105, 117 – 124.
 15. Лакин Г.Ф. Биометрия : Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
-