

Р.А. ЯКИМЧУК

**ГЕНЕТИЧНІ НАСЛІДКИ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ПРИРОДНИМИ І ТЕХНОГЕННИМИ
МУТАГЕННИМИ ЧИННИКАМИ**

Київ: Логос, 2019. 379 с.

Зростання кількості та спектра мутагенних чинників у навколишньому середовищі внаслідок радіаційних аварій, забруднень ксенобіотиками, накопичення токсичних відходів виробництва призвело до підвищення частоти мутаційних змін у популяціях, збільшення в них генетичного тягаря і зменшення пристосованості організмів. За інтенсивністю й масштабністю радіаційного та хімічного забруднення Україна посідає одне з перших місць серед європейських держав. Індуковані генетичні порушення виявляються вадами розвитку, дестабілізацією геному, збільшенням кількості онкологічних захворювань, скороченням тривалості життя, зниженням інтелекту, порушенням статевого диморфізму, загибеллю особин.

Низка техногенних катастроф, що трапилися раніше і продовжують періодично виникати протягом останніх десятиліть, зростання обсягів радіоактивних відходів видобутку урану свідчить, що проблема генетичних наслідків мутагенного забруднення навколишнього середовища залишається вкрай актуальною і в XXI столітті. Тому об'єктами особливої уваги і вивчення на сьогодні стали віддалені генетичні наслідки впливу мутагенних чинників забруднених територій на біоту. Передбачити рівень і напрям генетичної відповіді на їх дію, використовуючи фізичні й хімічні методи та спираючись лише на результати лабораторних досліджень, практично неможливо. Оскільки проблема забруднення навколишнього середовища мутагенними чинниками становить небезпеку як для сучасних, так і прийдешніх поколінь, розроблена і впроваджена автором монографії система моніторингу з урахуванням фенотипних, цитогенетичних і молекулярно-генетичних спадкових змін за використання як тест-об'єкта пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) є доволі актуальною. На основі висвітлених у роботі результатів адекватно оцінено генетичний ризик для організмів, які населяють окремі регіони країни з різним рівнем забруднення довкілля: зона відчуження Чорнобильської АЕС, промислові території уранодобувних і виробничих підприємств, полігони токсичних відходів, сховища непридатних і заборонених пестицидів, зони поблизу теплових електростанцій.

Монографія складається з дев'яти розділів. У перших чотирьох детально схарактеризовано природні й техногенні мутагенні чинники навколишнього середовища, здійснено літературний екскурс в історію становлення уявлень про механізми спонтанного та індуко-

ваного фізичними і хімічними чинниками мутагенезу. Проаналізувавши досвід світової дослідницької практики з експериментального мутагенезу і беручи до уваги результати власних досліджень, автор зосередився на сучасних уявленнях про природу виникнення точкових мутацій, хромосомних аберацій і геномних перебудов, узагальнив результати багаторічних досліджень генетичних наслідків радіонуклідного забруднення, спричиненого аварією на Чорнобильській АЕС, приділив увагу проблемі віддалених генетичних наслідків тривалого впливу на організм підвищеного радіаційного фону та хімічних генотоксикантів. Крім того, розглянув неміщенні ефекти, які виникають за низьких доз опромінення й виявляються нестабільністю геному, адаптивною відповіддю, гормезисом, ефектом свідка і гіперчутливістю. Разом із тим він виділив низку недостатньо вивчених питань щодо генетичних порушень, індукованих зростанням рівня мутагенного забруднення навколишнього середовища. Спираючись на результати численних експериментів, автор дійшов висновку, що характерна для умов довкілля різноманітність забруднень, складна динаміка потрапляння мутагенів і гетерогенність їх розподілу в природних середовищах, взаємодія техногенних і природних пошкоджувальних чинників унеможливають отримання коректних результатів оцінки ризику генетичних порушень лише за допомогою інструментального аналізу.

У п'ятому розділі наведено дані з вивчення цитогенетичної активності іонізуючого випромінювання на радіонуклідно забруднених територіях. Особливу увагу приділено дослідженням у зоні відчуження ЧАЕС через 25—30 років після аварії, результати яких показали, що, незважаючи на істотне поліпшення радіологічної ситуації, на цій території продовжується інтенсивний мутаційний процес, свідченням чому є індукована радіонуклідним забрудненням підвищена частота хромосомних аберацій. Залежності між рівнем хромосомних аберацій та питомою активністю радіонуклідів ґрунту і водойм не виявлено, що може бути наслідком індукування цитогенетичних порушень у клітинах кореневої меристеми пшениці за дії низьких доз опромінення. Автор зацентрував увагу на загрозі для геному організмів наявного стану радіонуклідного забруднення ближньої зони відчуження ЧАЕС і вважає за необхідне при визначенні меж радіаційно безпечних територій брати до уваги їх мутагенну активність. Не менш загрозливими для геному організмів є забруднені природними радіонуклідами території, які сформувалися внаслідок діяльності підприємств із видобутку урану. Особливо ретельно досліджено спонтанний рівень хромосомних мутацій у клітинах кореневої меристеми пшениці, вирощеної в різних областях України. Встановлено регіони зі стабільно високим рівнем спонтанних цитогенетичних порушень, які потребують розробки системи подальших генетичних моніторинрів локального характеру та ефективних заходів із знешкодження мутагенних чинників.

У шостому розділі «Генетичні наслідки забруднення навколишнього середовища мутагенами хімічної природи» з метою встановлення рівня мутагенної активності ксенобіотиків та особливостей спектра індукованих ними цитогенетичних порушень їх мутагенну

активність порівняно з дією нітрозометилсечовини. Показано, що в міру підвищення концентрації хімічного супермутагену зростає рівень хромосомних аберацій, підтверджено, що хімічні мутагени у високій концентрації характеризуються радіоміметичними властивостями. Доведено, що хімічне забруднення ґрунту територій сховищ заборонених і непридатних до використання пестицидів, полігону токсичних відходів, теплових електростанцій і промислових зон підприємств чинить мутагенний вплив, який виявляється у зростанні частоти й розширенні спектра цитогенетичних порушень. Закцентовано увагу на тому, що цитогенетична активність ксенобіотиків може зростати як у результаті підвищення їх концентрацій у ґрунті, так і внаслідок комплексної дії разом із природними мінеральними сполуками гірничо-хімічної сировини. Особливо детально вивчено спектр індукованих хромосомних аберацій. Зокрема виявлено анеугенну дію на клітини забруднень ґрунту пестицидами, токсичними відходами і важкими металами, що дає підставу використовувати рівень індукування хромосом, які відстають, і мікроядер у спектрі цитологічних порушень як біоіндикатор інтенсивності забруднення навколишнього середовища хімічними мутагенними чинниками. Ґрунтуючись на результатах власних досліджень, які довели високу мутагенну активність забруднень ґрунту, спричинених викидами теплових електростанцій і промислових підприємств, автор порушив питання запровадження державної програми проведення широкомасштабного генетичного моніторингу на техногенно забруднених територіях промислових регіонів України.

Оцінивши генетичні наслідки радіонуклідного забруднення та хімічних генотоксичних чинників навколишнього середовища за рівнем індукування видимих мутацій у поколіннях M_2 — M_3 , автор зазначив, що високий рівень мутаційної мінливості, індукований забрудненням відходами уранодобувної промисловості та аварійними викидами ЧАЕС, свідчить про доцільність використання показників мутагенної активності при встановленні науково обґрунтованих допустимих нормативів вмісту в ґрунті радіаційних чинників природного і техногенного походження. Разом із тим він зацентрував увагу на можливості використання спадкових змін морфології колоса, темпів росту, тривалості вегетаційного періоду, висоти рослин, індукованих хімічним забрудненням ґрунту територій сховищ пестицидів і полігону токсичних відходів, як біоіндикаторів забруднення навколишнього середовища хлоровмісними пестицидами і токсичними відходами. Встановлено можливість загрози для геному організмів забруднень важкими металами територій, віддалених від промислової зони підприємств.

Наведені в монографії результати молекулярного аналізу локусів запасних білків зерна мутантів пшениці дають підставу стверджувати, що за дії мутагенних чинників навколишнього середовища виникають мутації в гліадинкодувальних локусах. Однак, незважаючи на зміни в морфології та тривалості періоду вегетації досліджуваних мутантів, частина з них за основними гліадинкодувальними локусами мала однаковий генотип із вихідним сортом, що змушує міркувати над проведенням додаткових молекулярно-генетичних досліджень.

Особливої практичної цінності монографії додають два останніх розділи, в яких висвітлено проблеми генетичної детермінації мутацій та ефективності використання мутагенних чинників техногенно забруднених територій при створенні селекційно-цінного матеріалу. Детально проаналізовано характер успадкування довжини стебла карликовими мутантами пшениці м'якої озимої, отриманими в зоні Чорнобильської АЕС, і морфологічних ознак та елементів продуктивності спельтоїдного хемомутанта. Варто підкреслити чітку обґрунтованість і довершеність ретельним статистичним аналізом висновків, в яких наголошено, що ознака спельтоїдності, червоне забарвлення колоскових лусок і безостість виявляють домінуючий характер успадкування, а дигібридне розщеплення у другому поколінні на форми зі спельтоїдним, скверхедним та різновидів лютеценс/еритроспермум колосом, із кількісною перевагою спельтоїдних рослин, свідчить про контролювання ознаки форми колоса двома неалельними генами. Дано рекомендацію щодо використання в селекції озимої пшениці на високу продуктивність і короткостебловість комбінацій схрещування за участю карликового мутанта УК 1147/10. Автор підсумував, що у продуктивних мутантів озимої пшениці, індукованих техногенним забрудненням навколишнього середовища, є як позитивні, так і негативні зміни показників якості зерна. Привертають увагу виділені мутантні зразки, підвищена врожайність яких супроводжувалась істотним зростанням або збереженням на рівні вихідної форми показників якості зерна. На думку автора, за використання дії природних і техногенних мутагенних чинників навколишнього середовища можна поліпшувати якість зерна пшениці й одночасно зберігати при цьому потенціал урожайності вихідного сорту.

Отже, у фундаментальній монографії автор чітко і логічно виклав результати багаторічних наукових досліджень у галузі генетики рослин, проілюстровані оригінальними якісними рисунками і таблицями. Цитована література включає публікації, присвячені як історії досліджень обговорюваних проблем, так і новітнім поглядам щодо цих напрямів.

Разом з тим варто зазначити, що в монографії не наведено порівняння частоти мутацій, виявлених за використання цитогенетичного аналізу та в польових дослідженнях, а також була б цікавою інформація про зміни в гліадинкодувальних локусах запасних білків зерна пшениці не лише індукованих мутантів, а й тих рослин, які не виявляли за дії мутагенних чинників навколишнього середовища видимих мутаційних змін. Однак зазначені недоліки ніяк не зменшують актуальності та значущості цієї праці, а відповідно, і загальної високої оцінки видання.

Вважаю, що ця книга буде корисною для генетиків, радіобіологів, селекціонерів, спеціалістів аграрного виробництва, викладачів вищих навчальних закладів, аспірантів і студентів профільних закладів вищої освіти.

© 2019 р. С.Я. КОЦЬ