

ДІЯ АРОМАТИЗАТОРІВ КОНДИТЕРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА ВИНИКНЕННЯ ДОМІНАНТНИХ ЛЕТАЛЬНИХ МУТАЦІЙ І РЕКОМБІНАЦІЙ У *DROSOPHILA MELANOGASTER*

І. Боднар, С. Стахів, І. Дарчик, Л. Боднар

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e-mail: bodivas@gmail.com

Виявлено індукування домінантних летальних мутацій і соматичних рекомбінацій розчинами деяких ароматизаторів кондитерського виробництва у тестах на *Drosophila melanogaster*. Проаналізовано здатність відомих хіміопреверентів – вітамінів А та С – коригувати сумарні мутагенні фони, спричинені дією хімічних складових ароматизаторів.

Ключові слова: домінантні летальні мутації, соматична рекомбінація, мутагенез, антимутагенез, *Drosophila melanogaster*.

Одним із визначальних факторів, що впливають на здоров'я людини як окремого індивідуума і популяції в цілому, є фактор харчування, оскільки серед компонентів їжі представлені не тільки пластичні й енергетичні матеріали, але й компоненти антропогенного походження, зокрема харчові добавки [2]. Дані речовини широко застосовуються в харчовій промисловості для підвищення смакових характеристик продуктів, вдосконалення технологічного процесу та значного зменшення витрат на виробництво. Більшість цих речовин є чужорідними для організму, шляхи їх метаболізму здебільшого невідомі, а отже, не виключено, що вони можуть бути небезпечними для нормального функціонування організму, в тому числі й чинити додаткове мутагенне навантаження. Проведення токсико-генетичних досліджень даних речовин є виправданим зважаючи на те, що навколишнє середовище, яке оточує людину, завжди містить цілий комплекс факторів із потенційною мутагенною дією. Дію цих факторів на організм людини не завжди можна передбачити з точки зору індивідуальних властивостей окремої речовини чи фактора, оскільки важко врахувати модифікуючий вплив одних факторів чи речовин на інші; саме тому, оцінюючи дію складної багатокомпонентної системи, актуальним є визначення саме сумарних мутагенних ефектів з одночасним використанням кількох тест-об'єктів [11].

Для визначення генотоксичної дії будь-якої синтетичної речовини існує ціла низка методів, які виявляють ступінь її впливу на генетичний апарат клітини. *D. melanogaster* є вдалим об'єктом для дослідження на мутагенність, зважаючи на відносну швидкість і економічність експериментів, а також на широкий спектр мутацій, які можна зафіксувати, використовуючи даний тест-об'єкт. Крім того, в організмі плодової мушки відбувається метаболічна активація, що дає можливість виявити речовини з промутагенною дією. В даному дослідженні використано тест на виявлення домінантних летальних мутацій (ДЛМ) – це збірна група різноманітних пошкоджень генетичного матеріалу, які виникають у результаті великих хромосомних перебудов, анеуплоїдії за аутосомами, асиметричних транслокацій, великих делецій, втрати цілих хромосом, пошкодження важливих цитоплазматичних структур, порушення реплікації ДНК і, частково, генних мутацій [10]. Тест на індукцію соматичної рекомбінації на *D. melanogaster* дає змогу виявити мутаційні зміни, що відбува-

ються в генах соматичних клітин, а отже, вловити початкові незворотні зміни у клітинному геномі, що може призвести до переходу клітини-мішені в стан, який передуює злоякісній трансформації.

Оскільки мутагенні впливи на сучасну людину практично неминучі, то пошук шляхів профілактики індукованого мутагенезу виглядає вельми актуальним. Найбільш перспективним способом захисту геному вважають саме стимулювання ендогенних анти-мутагенних тенденцій, які опираються на власні сили організму і тому є більш фізіологічними [1].

Метою даної роботи було визначити мутагенну активність зразків ароматизаторів продуктів харчування як одного з класів харчових добавок із використанням тест-систем на *Drosophila melanogaster* і підібрати вітамінні хіміопревентери для корекції мутагенної дії.

Матеріали та методи

Для аналізу мутагенного ефекту використовували два тести на *D. melanogaster*: метод домінантних летальних мутацій і тест на індукцію соматичної рекомбінації.

Суть методу ДЛМ полягає у порівнянні частоти виникнення домінантних летальних мутацій у контролі та за дії досліджуваних речовин. Частота виникнення домінантних леталей залежить від стадії сперматогенезу. Відомо, що зрілі сперматозоїди дуже чутливі до пошкоджуючих факторів, оскільки ефективність репарації на цій стадії суттєво знижена або ж репарація не відбувається взагалі [1]. Для постановки однієї серії експерименту в поживне середовище вносили розчини досліджуваних ароматизаторів певної концентрації; личинки активно жилися, заляльковувалися, з них відбирали самців *D. melanogaster* лінії Oregon, яких схрещували з інтактними віргінними самками. У свіжих яйцекладках підраховували кількість відкладених яєць, а після 48 год термостатування ($t=24^{\circ}\text{C}$) – кількість яєць, що не розвивалися. Серед нерозвинутих розрізняли незапліднені (прозорі), яйця з ранньою (матові) та пізньою (з кольоровим відтінком) ембріональною загибеллю. Частоту домінантних леталей визначали за співвідношенням кількості яєць із ДЛМ до кількості відкладених яєць у відсотках [5].

Метод індукції соматичних мутацій і рекомбінацій використовується в основному для дослідження зразків на канцерогенність і базується на можливості проходження в соматичних клітинах мітотичного кросинговеру. Принцип методу полягає в тому, що у мух, гетерозиготних за одним чи кількома рецесивними генами, під дією генотоксикантів виникають мозаїчні плями – ділянки тканин, на яких проявляється дія цих генів, у той час як оточуючі плями ділянки мають нормальний фенотип. Усі клітини особин марковані певними рецесивними генами, що визначають колір тіла і очей, форму щетинок і крил у дрозофіли. Унаслідок гетерозиготності самок F1 прояву цих генів не спостерігається. При проходженні соматичної рекомбінації рецесивні гени переходять у гомозиготний стан і стають видимі – зміна форми або кольору щетинок, крил, очей і тіла. Залежно від місця розриву хромосом виникають клітини різних генотипів і, відповідно, з'являється мозаїчність різних типів [6].

Метод індукції соматичних мутацій і рекомбінацій проводили на системі схрещувань yellow + / + singed. У цій мозаїчній системі використовували самок лінії у (yellow) і самців sn (singed). Лінія маркована геном у Х-хромосомі, який фактично проявляється зміною забарвлення тіла з сірого на жовтий колір; лінія sn маркована одним геном у Х-хромосомі, який проявляється зміною щетинок із нормальних на обпалені. Для експерименту в банки з поживним середовищем поміщали по 20–30 самців і самок, через кожні 72 год батьків пе-

ресаджували на свіже поживне середовище, а в попереднє додавали потрібний для досліду зразок (зразки об'ємом 2 мл вносили безпосередньо на поверхню культурального середовища, в якому перебували личинки). Таким чином, отримували 3–4 повторності досліду, що давало змогу отримати необхідний об'єм вибірки особин. Обробку проводили на стадії личинок 2–3 віку (через 72 год з моменту відкладання яєць). Культури поміщали в термостат при $t=25^{\circ}\text{C}$. Мухи першого покоління розглядали під бінокулярним стереомікроскопічним мікроскопом МБС-9 у падаючому світлі. Рівень рекомбінаційної активності зразка вираховували за відношенням кількості самок зі соматичними рекомбінаціями до загальної кількості самок у відсотках [6]. Паралельно проводили контрольний дослід, у цьому разі як зразок використовували дистильовану воду.

Матеріалом дослідження слугували розчини ароматизаторів кондитерського виробництва, серед яких синтетичні: “Шоколад” (складові ароматизатора: діацетил, масляна кислота, дигідрокумарин, гамаокталактон, етилбутират), “Тропік” (етилпропіонат, мальтол), “Масло” (ванілін, ацетоїн, діацетил, геліотропін, пропіленгліколь), “Фрукти” (ванілін, цитрат натрію, натрій бензоат, ундекалактон, етилпропіонат), “Виноград” (ацетоїн, геліотропін, діацетил, масляна кислота), “Молоко” (4-метил-5-тіазоетанол, деканова кислота, масляна кислота, діацетил, пропіонова кислота, етилдеканоат, гамадекалактон) і натуральні (містять екстракти рослин) ароматизатори: “Аніс”, “Зелені трави”, “Мускат”, “Аромат” у двох концентраціях: технологічно рекомендованій добовій дозі та дозі, збільшеній у 10 разів від добової. Дослідні концентрації зразків вираховували таким чином: рекомендовану технологічну дозу, яка розрахована на 1 кг продукції, зменшували удвічі, припускаючи, що за день людина може максимально спожити не більше 0,5 кг готової продукції. Така концентрація нами названа добовою. Досліджували також дозу, збільшену в 10 разів від добової [2].

Статистичну обробку даних проводили за критерієм оцінки достовірності між відсотковими характеристиками двох альтернативних сукупностей за Стьюдентом.

Результати і їхнє обговорення

Таблиця 1

Частота домінантних летальних мутацій у *D. melanogaster*
за дії ароматизаторів продуктів харчування

Зразок	Досліджувана концентрація, г/кг	Кількість відкладених яєць	Відсоток незапліднених яєць, %	Відсоток яєць із ранніми ДЛМ, %	Відсоток яєць із пізніми ДЛМ, %	Частота ДЛМ, %	t	p
“Шоколад”	0,04	1229	7,07±1,68	5,37±2,38	1,13±0,29	7,01±1,52	2,59	<0,05
	0,4	1158	5,52±0,25	6,30±0,85	0,43±0,25	7,13±0,83	3,65	<0,05
“Тропік”	0,07	1228	5,6±0,69	4,44±0,61	2,05±1,11	8,03±0,93	2,88	<0,05
	0,007	1234	6,89±2,46	6,78±1,02	2,03±1,16	9,02±1,22	2,94	<0,05
“Масло”	0,14	1023	5,63±0,29	6,2±0,57	1,41±0,63	9,14±0,76	2,16	<0,05
	0,014	1215	7,03±0,63	9,15±0,85	2,25±0,46	12,98±0,95	3,12	<0,05
“Фрукти”	0,28	1029	7,97±0,92	7,29±0,95	1,65±0,93	9,71±1,08	2,95	<0,05
	0,028	1031	5,81±0,67	6,42±0,61	1,55±0,74	8,44±1,64	2,95	<0,05
“Виноград”*	0,07	–	–	–	–	–	–	–
	0,007	1109	5,08±0,66	8,9±2,14	1,45±0,46	10,81±1,28	2,54	<0,05
“Молоко”	2,8	1011	6,88±0,83	6,56±0,79	1,09±0,78	9,01±0,71	2,14	<0,05
	0,28	1109	4,80±0,73	8,9±0,75	1,36±0,47	10,98±0,79	2,56	<0,05
Контроль		1267	3,18±1,58	4,18±0,40	1,26±0,57	5,58±0,80		

Примітка. * Доза ароматизатора “Виноград”, збільшена від добової в 10 разів, виявилася токсичною для самців *D. melanogaster*.

Проведено аналіз здатності розчинів харчових ароматизаторів викликати появу домінуючих летальних мутацій у *D. melanogaster* (табл. 1). Розчини харчового ароматизатора “Тропик” не виявляли достовірної мутагенної активності в даному тесті. Проте спостерігалось підвищення частоти появи незапліднених яєць при дозі, яка відповідає разовій добовій (0,007 г/кг), і дозі, що в 10 разів вища разової (0,07 г/кг). Для цих же доз відзначено зростання частоти ранньої ембріональної смертності. Під впливом ароматизатора “Масло” частота ДЛМ для рекомендованої добової дози становила $12,98 \pm 0,95\%$, що свідчить про слабку мутагенну активність. Для цієї ж дози спостерігали зростання кількості яєць із ранніми і пізніми ДЛМ відповідно $9,15 \pm 0,85$ і $2,25 \pm 0,76\%$. Це може бути зумовлено наявністю таких компонентів ароматизатора, як діацетил і геліотропін. За впливом ароматизатора «Шоколад» частота ДЛМ для всіх досліджуваних варіантів (0,4 і 0,04 г/кг) не перевищувала спонтанний рівень, проте відсоток незапліднених яєць перевищував контрольні показники.

Розчин харчового ароматизатора “Молоко” показав індукцію домінуючих летальних мутацій за добової дози 0,28 г/кг, при цьому спостерігалось зростання частоти ранньої ембріональної смертності ($8,9 \pm 0,75\%$) порівняно з контролем ($3,21 \pm 0,37\%$). Зростання ембріональної смертності спостерігалось і при використанні дози, збільшеної в 10 разів від добової ($6,56 \pm 0,79\%$). Такий мутагенний ефект може бути зумовлений компонентами даного ароматизатора, серед яких діацетил, масляна кислота, пропіонова кислота. Підвищення цього показника пов'язане зі збільшенням смертності ембріонів на ранніх етапах розвитку. Розчини харчового ароматизатора “Фрукти” не виявляли індукції домінуючих летальних мутацій. Однак для доз, які відповідають добовій і збільшеній у 10 разів від добової, спостерігалось деяке зростання частоти ранньої ембріональної смертності ($6,42 \pm 0,61\%$ та $7,29 \pm 0,95\%$ відповідно). Для цих же доз відмічено зростання частоти появи незапліднених яєць. Відсоток незапліднених яєць і яєць із пізніми домінуючими деталями не перевищував такий для контролю у всіх досліджуваних концентраціях розчинів ароматизатора “Виноград”, проте відсоток яєць із ранніми летальними удвічі перевищував спонтанний рівень ($8,9 \pm 2,14\%$). Частота ДЛМ для дози, що відповідає разовій добовій, становила 10,81%, що суттєво перевищує рівень контролю (табл. 1).

За дії ароматизаторів “Аніс”, “Зелені трави” та “Мускат” виявлено підвищення частоти рекомбінацій при дослідженні зразків у дозах, що відповідають добовій дозі та збільшеній у 10 разів, порівняно з контролем, у 3 та 5 разів відповідно. За дії ароматизатора “Аромат” спостерігалась тенденція до трохи вищих показників рекомбінаційної активності у плодової мушки – для добової дози у 4 рази; для збільшеної дози – майже у 6 разів порівняно з контролем (табл. 2). Серед рекомбінантів, в основному, спостерігалися плями yellow на фоні сірого тіла та плями сірого кольору на фоні жовтого тіла мух; крім того, в деяких випадках серед нормальних щетинок грудного відділу мух траплялися щетинки singed.

Таблиця 2

Частота соматичної рекомбінації у *D. melanogaster*

Зразок	Досліджувана концентрація, г/кг	Загальна кількість проаналізованих особин	Кількість рекомбінантів	Відсоток рекомбінатів, %	t	p
“Аніс”	0,0021	2017	8	$0,397 \pm 0,14$	1,71	$>0,05$
	0,021	1954	11	$0,563 \pm 0,17$	2,27	$>0,05$
“Зелені трави”	0,006	1995	6	$0,301 \pm 0,12$	1,16	$>0,05$
	0,06	1913	10	$0,523 \pm 0,16$	2,50	$<0,05$
“Мускат”	0,0014	2013	8	$0,397 \pm 0,14$	1,71	$>0,05$
	0,014	1830	10	$0,546 \pm 0,17$	2,18	$>0,05$
“Аромат”	0,006	1925	8	$0,416 \pm 0,15$	1,65	$>0,05$
	0,06	1861	11	$0,591 \pm 0,18$	2,31	$>0,05$
Контроль		1579	2	$0,127 \pm 0,09$		

Насичення довкілля мутагенними факторами обумовлює актуальність використання антимуtagenів для генетичного захисту й підвищення стійкості організму. Для зниження або зняття мутагенної дії ароматизаторів використали відомі хіміопревертери вітамінного походження, а саме вітаміни А (доза 0,1 мг/кг) і С (100 мг/кг), додаючи їх у поживне середовище мух одночасно з різними концентраціями ароматизаторів. Дози вітамінів підібрані нами на основі аналізу літературних даних [4]. Вітамін С є найважливішим природним антиоксидантом; його роль пов'язана, насамперед, з перехопленням супероксиданіон-радикала кисню у водному середовищі клітини [7]. Сполуки групи вітаміну А розглядаються як важливі елементи антиокислювальної системи організму; вони є пастками активних форм кисню, мають антиоксидантну активність, взаємодіють із радикалами органічних молекул, справляють активуючий вплив на репарацію ДНК [3, 8, 9].

Вітамін А виявив сильніші антимуtagenні властивості, ніж вітамін С (табл. 3). Проте рівень частоти ДЛМ за цих умов не знижувався до рівня контролю. Ароматизатор “Виноград” при дослідженні добової дози показав збільшення частоти ДЛМ від спонтанного рівня на 5,2%. При сумісній дії ароматизатора та вітаміну С спостерігали зниження частоти ДЛМ, проте вона була вищою від спонтанного рівня за різних концентрацій на 2,5 і 3,4% відповідно, тобто зняття мутагенності становило вище 50%. За сумісної дії ароматизатора “Виноград” і вітаміну А отримані подібні результати, частота ДЛМ відповідно до досліджуваних концентрацій залишалася вищою від контролю на 3,0 і 2,8%.

За одночасного згодовування личинкам ароматизатора “Шоколад” і вітамінних хіміопревертерів також спостерігалася тенденція до зниження рівня ДЛМ. Що стосується використання в експериментах добової дози, то вдалося зменшити рівень мутагенності до рівня контролю. За дози ароматизатора, збільшеної в 10 разів від добової, з одночасним згодовуванням личинкам вітаміну А, рівень ДЛМ залишався збільшеним на 1,44% від спонтанного рівня мутаційного процесу, а з одночасним згодовуванням личинкам вітаміну С – збільшеним на 1,31% відповідно від рівня мутацій у контролі (табл. 3).

Таблиця 3

Індукція домінантних летальних мутацій у *Drosophila melanogaster* за одночасної дії ароматизаторів і вітамінів А та С

Варіант експерименту	Досліджувана доза ароматизатора, г/кг	Кількість відкладених яєць	Відсоток незапліднених яєць	Відсоток яєць із ранніми ДЛМ	Відсоток яєць із пізніми ДЛМ	Частота ДЛМ, %	t	P
“Виноград” + вітамін А	0,007	1129	4,50±0,72	6,32±1,85	1,11±0,38	7,78±1,09	2,52	<0,05
	0,07	1236	5,01±0,15	7,56±2,12	1,90±0,40	8,01±1,48	2,64	<0,05
“Виноград” + вітамін С	0,007	1167	4,64±0,79	6,76±1,90	1,45±0,41	8,05±1,17	2,48	<0,05
	0,07	1274	5,95±0,22	7,98±2,32	2,09±0,40	8,97±1,63	2,51	<0,05
“Шоколад” + вітамін А	0,04	1318	3,47±1,28	4,37±2,18	1,18±0,17	5,81±0,98	2,69	<0,05
	0,4	1186	4,82±0,25	5,11±0,73	0,33±0,21	6,02±0,72	2,74	<0,05
“Шоколад” + вітамін С	0,04	1298	3,77±1,31	4,54±2,20	1,42±0,21	5,98±1,02	2,78	<0,05
	0,4	1257	4,91±0,28	5,38±0,76	0,45±0,28	6,89±0,81	2,73	<0,05
Контроль		1349	3,18±0,53	4,18±0,40	1,26±0,57	5,58±0,80	–	

Особлива небезпека використання органічних складових ароматизаторів як добавок до продуктів харчування полягає в тому, що в їхніх молекулах часто наявні алкільні радикали та поліциклічні або гетероциклічні структури. Останні в ході метаболічних

процесів можуть вести себе як аналоги азотистих основ і викликати збільшення кількості помилок за комплементарного злучення нуклеотидів. Такі передмутаційні зміни можуть призвести до виникнення мутацій типу заміни пар основ. Етилацетат, гамма-окталактон, ацетоїн, геліотропін, діацетил, що входять до складу досліджуваних ароматизаторів, мають алкільні радикали, здатні зв'язуватися з певними ділянками макромолекул клітини (РНК, ДНК, білками). Ті алкільюючі агенти, які містять дві та більше функціональних груп у молекулі, можуть утворювати поперечні зв'язки з обома ланцюгами ДНК і спричинити їх розрив у процесах реплікації. Це пов'язано з депуринізацією пошкоджених нуклеотидів сусідніх ділянок двох ниток ДНК з подальшим одночасним виокремленням їх за допомогою ендонуклеаз. Під час «зшивання» дwonиткових розривів хромосом часто трапляються помилки. Основні види порушень, що виникають при цьому, – делеції, транслокації та інверсії частин хромосом. Зміна кількості окремих хромосом або наборів хромосом у клітині може стати наслідком порушення процесу їх розподілу під час мітозу між двома дочірніми клітинами. У результаті утворюються клітини з більшим чи меншим набором хромосом або анеуплоїди. Серед складових ароматизаторів можуть бути такі, що здатні викликати поліплоїдію, зв'язуючись із мономерами тубуліну, блокуючи його полімеризацію і порушуючи утворення мітотичного веретена.

Характерною особливістю антимуутагенної системи організму є те, що кількість багатьох метаболізуючих ферментів підвищується відповідно до збільшення рівня чужорідних сполук, які надходять ззовні. Разом з тим, під впливом генотоксичних метаболітів ферментативна активність може змінюватися. Саме тому внесення в організм додаткової кількості речовин, зокрема вітамінів, що є коферментами ензимів антиоксидантної й антимуутагенної системи організму, дасть змогу забезпечити додатковий захист від екзогенних генотоксикантів. У серії експериментальних досліджень отримано підтвердження такого припущення, оскільки одночасне згодовування личинкам дрозофіли вітамінів А або С з певними ароматизаторами продуктів харчування дало змогу отримати суттєве зниження мутагенної активності останніх.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артамонова Е. Ю., Синельщикова Т. А., Засухина Г. Д. Различия в антимуутагенной активности витаминных препаратов в клетках человека при воздействии мутагенов различной природы // Генетика. 1994. Т. 30. № 11. С. 1556–1557.
2. Булдаков А. С. Пищевые добавки: справочник. СПб.: Ут, 1996. 240 с.
3. Дворник А. С., Перерва Т. П., Кунах В. А. Антимуутагенез як система захисту організму від ушкоджуючих факторів ендогенного та екзогенного походження // Цитологія і генетика. 2004. Т. 38. №5. С. 62–71.
4. Дурнев А. Д., Середенин С. Б. Мутагены (скрининг и фармакологическая профилактика воздействий). М.: Медицина, 1998. 328 с.
5. Медведев Н. Н. Практическая генетика. М.: Наука, 1968. 294 с.
6. Методические рекомендации по применению соматического мутагенеза у *Drosophila melanogaster* в качестве тест-системы для ускоренного определения канцерогенов МЗ СССР. М., 1982. 24 с.
7. Никитина Л. П., Соловьева Н. В. Клиническая витаминология. Чита: ИИЦ ЧГМА. 2002. 66 с.
8. Петрова О. А., Липатов Г. Я., Адриановский В. И., Береснева О. Ю. Результаты оценки антимуутагенных свойств различных антиоксидантов // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 8. С. 91–92.

9. *Стрижельчик Н. Г., Баріляк І. Р.* Мутагенные и антимутагенные свойства пищевых добавок. Харьков: ХНУ имени Каразина, 2009. 152 с.
10. *Тихомирова М. М.* Генетический анализ. Л.: Наука, 1990. 270 с.
11. *Шаулина Л.П., Корсун Л. Н.* Контроль качества и безопасности пищевых продуктов и продовольственного сырья. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. 111 с.

Стаття: надійшла до редакції 30.01.14

доопрацьована 10.03.14

прийнята до друку 05.05.14

INFLUENCE OF FLAVOURS OF PASTRY PRODUCTION ON EMERGENCE OF DOMINANT LETHAL MUTATIONS AND RECOMBINATIONS IN *DROSOPHILA MELANOGASTER*

I. Bodnar, S. Stakhiv, I. Darchyk, L. Bodnar

*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: bodivas@gmail.com*

It is shown induction of dominant lethal mutations and somatic recombinations by solutions of some flavouring of pastry production in tests on *Drosophila melanogaster*. It is analysed the ability of vitamins of A and C to correct the total mutagene backgrounds caused by the action of chemical component of flavours.

Keywords: dominant lethal mutation, somatic recombination, mutagenesis, antimutagenesis, *Drosophila melanogaster*.

ДЕЙСТВИЕ АРОМАТИЗАТОРОВ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДОМИНАНТНЫХ ЛЕТАЛЬНЫХ МУТАЦИЙ И РЕКОМБИНАЦИЙ У *DROSOPHILA MELANOGASTER*

И. Боднар, С. Стахив, И. Дарчик, Л. Боднар

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина
e-mail: bodivas@gmail.com*

Показано индуцирование доминантных летальных мутаций и соматических рекомбинаций растворами некоторых ароматизаторов кондитерского производства в тестах на *Drosophila melanogaster*. Проанализирована способность известных химиопревенторов – витаминов А и С – корректировать суммарные мутагенные фоны, вызванные действием химических составляющих ароматизаторов.

Ключевые слова: доминантные летальные мутации, соматическая рекомбинация, мутагенез, антимутагенез, *Drosophila melanogaster*.