

ФЕНЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ

популяції колорадського жука з територій радіоактивного забруднення Чернігівської області

Встановлено, що малі дози радіації мають різний за напрямом вплив лінійного та нелінійного характеру на частину елементів малюнку передньоспинки самців, стимулюють формування у них носіїв нечутливих фенотипів, підвищена частота яких характерна для популяцій, резистентних до піретроїдного препарату Фастак та інших піретроїдних і фосфорорганічних інсектицидів. Самці колорадського жука менш чутливі до радіаційного впливу, ніж самці.

Середня частка носіїв нечутливих фенотипів у групі самиць вища, ніж у групі самців. Самці — носії фенотипів груп FL і ML — мають різну чутливість до дії екологічних факторів.

Leptinotarsa decemlineata Say, фенотипи, радіація

Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824) — небезпечний шкідник пасльонових культур, зокрема картоплі. Вид швидко адаптується до нових стресових умов, утворюючи стійкі біотиби, які формують резистентні популяції, у т.ч. і до засобів захисту рослин.

Фітофагу властивий як еколого-фізіологічний поліморфізм, пов'язаний із генетичною варіабельністю особин, що визначає його надзвичайну екологічну пластичність, так і зовнішній поліморфізм, одним з проявів якого є мінливість малюнку передньоспинки.

Розташування і форму чорних плям малюнку пов'язують із дією ряду біотичних і абіотичних факторів (живлення, вплив температури, інсектицидів, фітонцидів) [1, 4, 9, 10].

Одним із абіотичних факторів впливу на природні популяції є радіація. Значна частина території України забруднена радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС. На територіях радіоактивного забруднення колорадський жук постійно знаходиться під дією внутрішнього і зовнішнього опромінювання в малих дозах, близьких до фонових, джерелом яких є радіоактивний розпад. Відомо, що радіація впливає на

О.О. ХАРЧЕНКО, здобувач
Чернігівський національний педагогічний
університет імені Т.Г. Шевченка

живий організм на всіх рівнях його організації. Депресивна дія іонізуючого випромінювання на організм знаходиться у прямій залежності від дози опромінення і супроводжується мутаціями, які в свою чергу призводять до морфологічних змін. Однак залежно від дози можливий і стимулюючий вплив [11].

Популяції також зазнають впливу інсектицидів. Фенетична реакція популяції колорадського жука на періодичний пестицидний стрес і постійну дію радіації практично не вивчена.

Елементи центральної частини малюнку пронотуму, які є найбільш простим і уживаним інструментом фенетичного аналізу популяції колорадського жука [6], зчеплені зі статтю та утворюють два класи (групи фенотипів FL і ML) [2], що зумовлює диференціацію фенетичного матеріалу при проведенні досліджень за статтю та за класами малюнку.

Мета роботи — аналіз особливостей фенетичної структури популяції колорадського жука, що розвиваються на територіях радіоактивного забруднення, на основі елементів малюнку пронотуму.

Матеріали та методи. Імаго були зібрані у травні — червні 2012 р. на приватних земельних ділянках у 7-ми населених пунктах Ріпкинського району Чернігівської області, що розміщені на терито-

рії радіоактивного забруднення (табл. 1). Культура картоплі на цих та суміжних ділянках систематично обробляється хімічними засобами проти колорадського жука. Відстань між популяціями — 8—70 км. Використано офіційні дані про ступінь радіоактивного забруднення території населених пунктів згідно з Постановою КМУ та додатків до неї [3, 7].

Досліджено 3917 комах по 460—640 екземплярів у кожній популяції.

Опрацьовували зібраний матеріал на основі універсальної класифікації елементів малюнку центральної частини пронотума U(FK). Система U(FK) базується на двох групах фенотипів FL та ML [2]. Вона включає 8 елементів малюнку, виділених Кохманюком (фенотипи H, HP, V, VP, VH, VHP, Y, YH), що належать до групи ML, та 9 елементів малюнку, виділених Фасулаті (фенотипи 1-а, 2-а, 3-а, 4-а, 5-а, 6-а, 7-а, 8-а, 9-а), які належать до групи FL [2] (рис. 1). За елементами малюнку зберігаються установлені позначення систем Кохманюка і Фасулаті з огляду на те, що в системі U(FK) фенотипи групи ML позначатимуться латинськими літерами, а фенотипи групи FL матимуть цифрове позначення. Необхідною складовою системи U(FK) є група, що об'єднує всі нетипові елементи мінливості пронотума і розглядається як окрема фенотипова Ot (англ. Other — інший). Теоретичною основою включення Ot є ненульова ймовірність мутацій.

Застосування системи U(FK) дає змогу зробити глибокий і повний аналіз фенетичної структури попу-

1. Еколого-географічні дані місць збору імаго колорадського жука (населений пункт Ріпкинського району Чернігівської області)

Показник	Петруші	Ріпки	Грабів	Радуть	М. Велички	Неданчичі	Губичі
Радіоактивне забруднення території, кБк/м ²	8	19	28	32	38	97	122
Популяція	Pe	Ri	Gr	Ra	Mv	Ne	Gu

ляцій та виключити деформації статистичних оцінок, характерних для систем-попередників [2].

Імаго розділяли за статтю та феноформами центральної частини пронотума.

Результати підрахунку їх кількості занесли до робочого журналу.

Статистичну обробку результатів здійснювали за загальними стандартами з використанням програми Excel з пакету Microsoft Office—2003 та програм Statistika 6.0. Достовірність статистичних показників оцінювали за критеріями χ^2 та Z-критерієм знаків, для частот, менших 5, застосовували точний метод Фішера [5]. Аналіз фенетичної структури популяцій здійснювали як в цілому, так і з розбиттям їх на групи за статевою ознакою та класами малюнку передньоспинки.

Результати. Фенетичний аналіз за малюнком передньоспинки імаго семи популяцій колорадського жука, поширених на західних територіях Чернігівської області (Полісся) з різним ступенем радіоактивного забруднення, виявив 17 феноформ малюнку передньоспинки, що входять до системи U(FK). Окрему групу Ot склали нетипові феноформи.

Вивчення кореляційного зв'язку між частотами феноформ і рівнем радіоактивного забруднення територій поширення популяцій засвідчило, що самці і самиці колорадського жука неоднаково реагують на радіацію мінливістю малюнку передньоспинки, як за силою зв'язку, так і його напрямом (рис. 2).

Абсолютні значення k Пірсона для частот феноформ 3-а, 8-а, V у самців статистично значимі ($n=5$, $k_{\phi} \geq k_{кр} = 0,75$) [5] і становлять відповідно 0.795, 0.850, 0.920, що

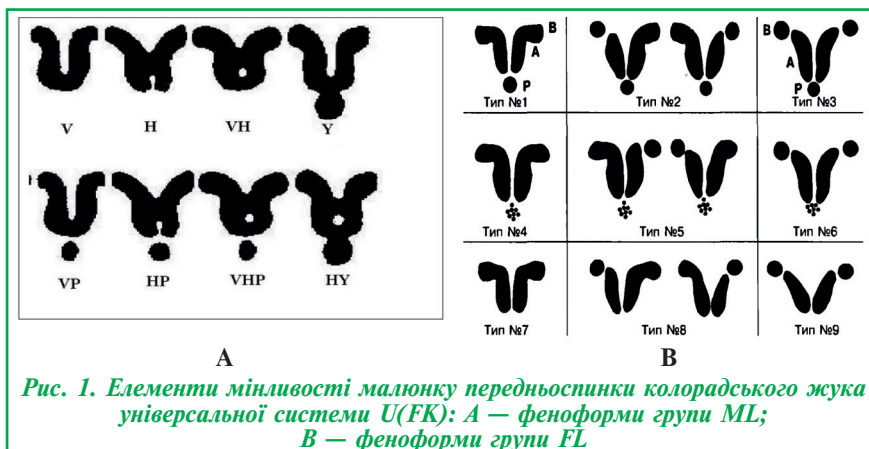


Рис. 1. Елементи мінливості малюнку передньоспинки колорадського жука універсальної системи U(FK): А — феноформи групи ML; В — феноформи групи FL

вказує на наявність кореляційного зв'язку із рівнем радіоактивного забруднення (PPЗ).

У самиць, як і в популяції у цілому, абсолютні значення k Пірсона менші значимого рівня ($0,5 \leq k \leq 0,7$).

Для встановлення форми та сили зв'язку між PPЗ та відносними частотами феноформ самців, які мають статистично значиму реакцію на цей фактор, було проведено регресійний аналіз.

Аналізом встановлено, що зв'язок між середньою відносною частотою феноформи 3-я і PPЗ описується функціональним рівнянням $y = -0,0071 + 0,681 \cdot \lg x$ ($F = 33,1$, ($\rho < 0,002$), $t = 5,754$ ($\rho < 0,002$)). За формою він близький до кривої «насичення», що характерна для багатьох біологічних процесів (рис. 2).

Коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,843$) вказує на тісну залежність. Вклад фактора PPЗ становить 84,3% варіації частоти феноформи 3-я.

Лінії регресії, що описують зв'язки між середніми значеннями частот феноформ 8-а і V, подібні за формою. Це лінійна залежність

(рис. 2). Для феноформи 8-а вона обернена. Функціональне рівняння залежності $y = 0,024 - 0,000179 \cdot x$ ($F=13,1$ ($\rho < 0,015$), $t = -3,607$ ($\rho < 0,015$)). Зв'язок помірний ($R^2 = 0,667$). Результат впливу чинника PPЗ — 66,7% варіації відносної частоти феноформи.

Для феноформи V залежність прямо пропорційна, описується функціональним рівнянням $y = 0,053 + 0,0003 \cdot x$ ($F=27,7$ ($\rho < 0,003$), $t = 5,754$ ($\rho < 0,003$)). Зв'язок тісний ($R^2 = 0,815$). За рахунок фактора PPЗ забезпечується 81,5% варіації відносної частоти феноформи.

Таким чином, радіація має значний вплив (66—83% варіації) на прояв окремих елементів малюнка передньоспинки самців колорадського жука, характер якого як стимулюючий, так і депресивний та різний за формою залежності (лінійна, нелінійна).

Відомо, що чутливість імаго 1-ї, 2-ї, 3-ї, 6-ї феноформ до піретроїдного інсектициду Фастак у два рази нижча за чутливість 4-ї, 5-ї, 7-ї, 8-ї та 9-ї феноформ [9].

Аналіз частотної структури елементів малюнку пронотума засвідчив, що всі популяції мають значну частку нечутливих до цього препарату феноформ: від 31,3% (популяція Pe) до 40,1% (популяція Ne); середній рівень її — 36,4% (табл. 2).

Частка носіїв чутливих феноформ становить в середньому 27,2%. В усіх популяціях вона менша частки нечутливих, відношення варіюють в межах 1,06—1,73.

У кожній популяції частка носіїв нечутливих феноформ у самиць перевищує відповідний показник у самців і популяції в цілому, що є статистично значимим для популяції заходу Чернігівської області ($n=7$, $\rho < 0,05$) [5]. Середні значення у самиць — 39,5%, у самців — 32,8%.

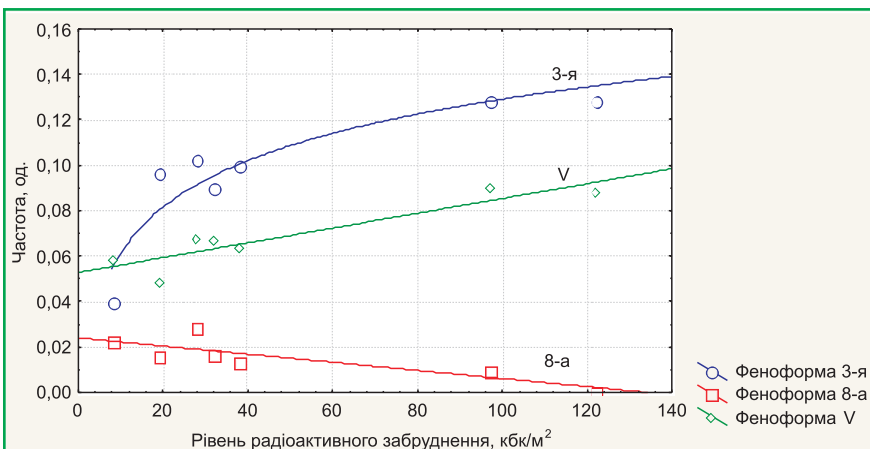


Рис. 2. Лінія регресії залежності між відносною частотою феноформи 3-я, 8-а, V і рівнем радіоактивного забруднення (PPЗ)

Встановлено наявність тісного кореляційного зв'язку між РРЗ і часткою носіїв нечутливих фенотипів, а також між РРЗ та відношенням частки носіїв нечутливих фенотипів до частки чутливих у самців. Статистично значимі коефіцієнти кореляції k Пірсона відповідно — 0,81 і 0,85. Точкові значення цих показників у самиць нижчі значимого рівня (табл. 2).

Проведено аналіз кореляційного зв'язку між відношеннями самці ML/самиці FL, самці FL/самиці FL та часткою нечутливих фенотипів у самців до препарату Фастак. У першому випадку виявлено тісний обернений зв'язок $k = -0,828$ ($k_{\phi} > k_{кр} = 0,75$ $\rho < 0,05$), у другому — його відсутність, що вказує на складний характер фенетичного відклику та відмінності фенетичних реакцій самців — носіїв фенотипів FL, ML на дію екологічних факторів.

Відомо, що носії фенотипів 3-а, 6-а нечутливі до дії піретроїдних та фосфорорганічних препаратів [8].

Фенетичним аналізом встановлено, що всі популяції мають значну частку нечутливих до цих препаратів фенотипів: від 17,6% (популяція Ra) до 32,1% (популяція Gu). Середній її рівень — 24,7% (табл. 3).

У всіх популяціях, крім популяції Ne, відсоток нечутливих носіїв фенотипів у самиць більший, ніж у самців.

Встановлено наявність тісного кореляційного зв'язку між РРЗ і часткою носіїв нечутливих фенотипів у самців та популяцій. Статистично значимі коефіцієнти кореляції k Пірсона відповідно 0,852 і 0,78. Точкові значення цих показників у самиць нижчі значимого рівня (табл. 3).

3. Частка імаго нечутливих фенотипів до дії піретроїдних та фосфорорганічних препаратів у популяціях Чернігівщини (кореляційний зв'язок часток із РРЗ)

Популяції	Частка імаго нечутливих фенотипів 3-а, 6-а, %			
	Популяції	Самиці	Самці	гр.3 : гр.4
гр.1	гр.2	гр.3	гр.4	гр.5
Pe	22,5	25,6	18,8	1,361
Ri	24,3	25,5	23,0	1,108
Gr	23,0	26,0	19,8	1,314
Ra	17,6	18,8	16,3	1,150
Mv	26,9	30,2	23,0	1,314
Ne	27,8	27,2	28,4	0,957
Gu	32,1	34,7	28,8	1,204
Середнє значення	24,7	26,8	23,2	1,155
k Пірсона	0,780	0,639	0,852	-0,491

2. Частка носіїв чутливих та нечутливих фенотипів до препарату Фастак у популяціях Чернігівської області (кореляційний зв'язок часток із рівнем РРЗ)

Популяції	Частка носіїв фенотипів, %								
	Популяції			Самиці			Самці		
	нечутливі	чутливі	гр. 2 : гр. 3	нечутливі	чутливі	гр. 5 : гр. 6	нечутливі	чутливі	гр. 8 : гр. 9
гр. 1	гр. 2	гр. 3	гр. 4	гр. 5	гр. 6	гр. 7	гр. 8	гр. 9	гр. 10
Pe	31,3	23,3	1,34	36,7	26,7	1,37	24,6	16,1	1,52
Ri	37,2	30,7	1,21	41,1	35,5	1,16	33,1	22,0	1,50
Gr	36,5	31,6	1,16	41,0	39,9	1,03	31,8	27,5	1,16
Ra	31,7	30,0	1,06	33,5	46,9	0,72	29,7	24,2	1,23
Mv	38,5	23,0	1,68	42,2	37,7	1,12	34,3	16,5	2,08
Ne	40,1	29,5	1,36	40,4	35,5	1,14	39,8	14,3	2,79
Gu	39,8	23,0	1,73	41,9	33,3	1,26	37,2	14,7	2,54
Середнє значення	36,4	27,2	1,33	39,4	33,2	1,19	32,8	20,3	1,62
k Пірсона	0,72	-0,24	0,58	0,39	-0,07	0,16	0,81	-0,56	0,85

Популяції заходу Чернігівської області мають значний відсоток носіїв фенотипів, підвищена частота яких характерна для популяцій, резистентних до препарату Фастак та інших піретроїдних і фосфорорганічних інсектицидів. Частка носіїв нечутливих фенотипів у групі самиць вища, ніж у самців. Опірність самиць, очевидно, пов'язана з локалізацією центрів протидії впливу піретроїдних препаратів у Х-хромосомі [12].

ВИСНОВКИ

1. Малі дози радіації мають різний за напрямом вплив лінійного та нелінійного характеру на частину елементів малюнку передньоспинки самців, стимулюють формування у них носіїв нечутливих фенотипів, підвищена частота яких характерна для популяцій, резистентних до

піретроїдного препарату Фастак та інших піретроїдних і фосфорорганічних інсектицидів. Самиці колорадського жука менш чутливі до радіаційного впливу, ніж самці.

2. Самці груп FL та ML мають неоднакову чутливість до дії екологічних факторів.

3. Популяції мають значний відсоток носіїв фенотипів, підвищена частота яких характерна для популяцій, резистентних до препарату Фастак, піретроїдних та фосфорорганічних інсектицидів. Середня частка носіїв нечутливих фенотипів у групі самиць вища, ніж у групі самців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васильєва Т.И. Фенотипическая структура популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) как показатель развития их резистентности к пиретроидным инсектицидам / Т.И. Васильєва, С.Р. Фасулати, Н.М. Шевченко // Материалы XII съезда РЭО. — М. — 2004. — С. 145—154.
2. Харченко О.О. Особенности фенетической структуры популяций колорадского жука с территорий радиоактивного загрязнения / Харченко О.О. // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування, №7(36) грудень 2012 р. Електронне видання, http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/nd/2012_7/index.html
3. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Офіційний сайт МПС України <http://www.mns.gov.ua>.
4. Кохманюк Ф.С., Гецман Н.Н. Рисунок на переднеспинке колорадського жука как модель популяционных исследований / Ф.С. Кохманюк, Н.Н. Гецман // Студент и научно-технический прогресс: Материалы XVII Всесоюз. научн. студенч. конф. — Новосибирск, 1979. — С. 42—47.



5. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин — М.: Высш. шк., 1980. — С. 291.

6. Остроушко Л.М. Особливості біологічної післядії інсектицидів на колорадського жука / Остроушко Л.М. // Карантин і захист рослин. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту захисту рослин УААН. — К., 2007. — № 53. — С. 89—91.

7. Постанова КМУ №106 від 23 липня 1991 р. Додаток «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи». Електронний ресурс. Офіційний портал ВРУ portal.rada.gov.ua

8. Рославецва С.А. Мониторинг резистентности колорадского жука к инсектицидам / С.А. Рославецва. — М.: Агрохимия, 2005. — № 2. — С. 61—66.

9. Фасулати С.Р. Распространение колорадского жука и экологические вопросы защиты картофеля в северных областях России // III Кирилло-Мефодиевские Чтения: Сб. матер. Междунар. науч. конф. — СПб.: СПбГПУ, 2004. — С. 70—77.

10. Яблоков А.В. Фенетика / А.В. Яблоков — М.: Наука, 1980. — 132 с.

11. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных / С.П. Ярмоненко. — М.: Высшая школа, 2004. — С. 551.

12. Hawthorne D.J. AFLP-Based genetic linkage map of the colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say : sex chromosomes and a pyrethroid-resistance candidate gene // Genetics. — 2001. — Vol. 158. — P. 695—700.

Харченко О.О.

Фенетический мониторинг популяций колорадского жука с территорий радиоактивного загрязнения Черниговской области

Установлено, что малые дозы радиации имеют разное по направлению влияние линейного и нелинейного характера на часть элементов рисунка пронотума самцов, стимулируют формирование у них носителей нечувствительных фенотипов, повышенная частота которых характерна для популяций, резистентных к пиретроидному препарату Фастак и другим пиретроидным и фосфорорганическим инсектицидам. Самки колорадского жука менее чувствительны к радиационному воздействию, нежели самцы.

Средняя доля носителей нечувствительных фенотипов в группе самки выше, чем в группе самцы. Самцы — носители фенотипов групп FL и ML — имеют разную чувствительность к действию экологических факторов.

***Leptinotarsa decemlineata* Say, фенотип, радиация**

Kharchenko O.O.

Phenetic monitoring of colorado potato beetle populations from the Chernihiv region territories of radiative contamination

It is found, that low doses of radiation have different effect in the direction of linear and non-linear elements in the pronotum picture of males, they also stimulate the formation in them of carriers of insensitive phenotypes, increased frequency of which is characteristic of populations, resistant to the pyrethroid preparation Fastak and other pyrethroid and organophosphorus insecticides. Colorado potato beetle females are less sensitive to radiation exposure than males

The average proportion of insensitive phenotypes carriers among females is higher than among males. Males (which are the carriers of FL and ML phenotype groups) have different sensitivity to the action of environmental factors.

***Leptinotarsa decemlineata* Say, phenotype, radiation**

Рецензент:

Є.П. Копилов,

доктор біологічних наук, с.н.с.
Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

ВИМОГИ ДО РУКОПISУ

Журнал «Карантин і захист рослин» є науково-виробничим фаховим виданням. До друку приймаються статті, що містять такі обов'язкові елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття; формулювання завдань статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням одержаних наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Фахова стаття має супроводжуватись рецензією та актом експертизи тієї установи, де працюють автори. Рукописи приймаються до друку редакційною колегією. Редакція зберігає за собою право вносити в текст зміни й скорочення.

Згідно з положенням 2.9 наказу № 1111 від 17.10.2012 р. Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України з 01 січня 2013 р. необхідно подавати до фахових статей їх електронну копію англійською мовою для розміщення на веб-сторінці видання (www.ipp.gov.ua).

Рукописи, що не відповідають вимогам, редакцією не приймаються. Рукопис фахової статті подавати українською та англійською мовами (роздруковані у двох примірниках) разом з електронною версією українською та англійською мовами у форматі doc., виконаному в Microsoft Word (будь-яка версія). Обсяг статті не повинен перевищувати 7 сторінок машинописного тексту формату А4, включаючи таблиці, ілюстративний матеріал і бібліографічний список. Шрифт — Times New Roman. Розмір шрифту — 12, інтервал — 1,5. Вирівнювання — по ширині сторінки. Поля: зліва — 3 см, решта — по 2 см.

Рекомендується така структура рукопису: 1 — контактні телефони та електронна адреса автора (авторів); 2 — УДК; 3 — назва статті; 4 — ініціали, прізвище, вчений ступінь або посада (без скорочення) автора (ів); 5 — повна офіційна назва установи, де працює кожний з авторів; 6 — текст статті; 7 — таблиці (не більше 3); 8 — рисунки й фотографії (в оригіналах або записані на диск); 9 — література, описана відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006; 10 — анотація та ключові слова українською, російською та англійською мовами із зазначенням прізвищ автора (ів) і назви статті; 11 — стаття англійською мовою.

Вартість публікації — 30 грн за стандартну сторінку тексту (1800 знаків, включаючи пробільний матеріал).

Реквізити журналу: КЖВ "Колобіг", р/р 2600532334 ПАТ "Діамантбанк", м. Київ, МФО 320854, ЄДРОПУ 30211717